UNIVERSITÉ FRANÇOIS-RABELAIS DE TOURS

École Doctorale Santé, Sciences, Technologies

INSERM U930 Imagerie et Cerveau

Thèse présentée par :
Racha ZEBIB

Soutenue le 27 novembre 2009
pour obtenir le grade de : Docteur de l'université François - Rabelais

Discipline : Linguistique

Le Rôle de l'Apprentissage de la Lecture dans le Développement de la Mémoire de Travail

Thèse dirigée par :

KHOMSI Abdelhamid	Professeur Émérite, Université François-Rabelais, Tours

Rapporteurs :

- BERNOUSSI Mohammed	Professeur, Université de Nantes
- JISA Harriet	Professeur, Université Lumière, Lyon 2
- RAMUS Franck	Chargé de Recherche, Ecole Normale Supérieure, Paris

Membres du Jury :

- BARTHÉLÉMY Catherine	Professeur, Inserm U930, CHU de Tours
- BERNOUSSI Mohammed	Professeur, Université de Nantes
- JISA Harriet	Professeur, Université Lumière, Lyon 2
- KHOMSI Abdelhamid	Professeur Émérite, Université François-Rabelais, Tours
- RAMUS Franck	Chargé de Recherche, Ecole Normale Supérieure, Paris
- TULLER Laurice	Professeur, Université François-Rabelais, Tours

A Nada et Hassan, mes parents...

Remerciements

Je voudrais d'abord remercier ma famille et en particulier mes parents qui ont tout fait pour m'assurer une bonne éducation scolaire et universitaire et cela dans des conditions parfois difficiles. Merci pour vos encouragements. Merci d'avoir supporté mon absence. Vous êtes des parents exceptionnels…

Je remercie le professeur Abdelhamid Khomsi pour son génie qui n'a jamais cessé de me surprendre et de m'enrichir. Je suis très reconnaissante pour tout ce que vous m'avez appris. Merci pour votre soutien.

Je remercie les membres du jury d'avoir accepté de lire et d'évaluer mon travail.

Je remercie tous les membres de l'unité U930 et en particulier les membres de l'équipe langage pour leur soutien, leur disponibilité, leur aide et leurs encouragements. Un grand Merci à Sandrine Ferré, Laurie Tuller, Maureen Sheidness, Philippe Prévost, Martin Heiden et Hélène Delage. Je remercie aussi Aude Parbeau-Guéno et Frédéric Pasquet pour leur aide et leurs conseils.

Je remercie Edith Bourg et sa famille pour leur accueil qui m'a permis de recueillir les données dans les meilleures conditions. Merci pour votre grande générosité. J'ai passé d'excellents moments chez vous.

Je remercie les enfants et les enseignants de l'école primaire de Guingamp pour leur disponibilité et leur coopération. Je suis très reconnaissante aussi à M. Le Boul'ch, directeur de l'école, de m'avoir facilité le recueil des données grâce à son excellente organisation.

Je remercie les orthophonistes d'ORF d'avoir pris le temps de passer les épreuves de mémoire aux enfants présentant des troubles de la lecture. Merci pour votre coopération si précieuse.

Je remercie Mohamed Khenissi pour son soutien et sa grande patience. Merci pour tes encouragements permanents… Merci pour tout.

Je remercie aussi Lama Nasreddine d'avoir partagé avec moi le stress imposé par la thèse.

Enfin, merci à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à ce travail.

Résumé

Cette étude vise à explorer le développement de la Mémoire de Travail ainsi que le rôle joué par l'identification des mots écrits dans ce développement. La population concernée par ce travail est composée de deux groupes : un groupe d'enfants tout-venant de GSM, de CP et de CE1 qui ont participé à l'étude longitudinale et un groupe de sujets présentant des troubles de la lecture de CE1 qui ont été évalué une seule fois. Les résultats concernant les données des sujets tout-venant révèlent une amélioration progressive des performances aux épreuves évaluant les différents composants de la MT (modèle de MT de Baddeley & Hitch, 1974) entre la GSM et le CE1 ainsi qu'une différentiation progressive de la MT pendant cette période du développement. De plus, les résultats montrent que l'entrée dans l'écrit est impliquée dans le développement et la différentiation de la MT et que les liens entre la lecture et la MT ne sont pas dû exclusivement à l'implication de facteurs linguistiques, phonologiques ou métaphonologiques généraux dans les tâches mesurant ces deux habiletés. Enfin, les résultats provenant de l'analyse des données des sujets dyslexiques soutiennent l'hypothèse selon laquelle la lecture jouerait un rôle primordial dans le développement de la MT en montrant que ces sujets présentent une organisation structurale de la MT différente de celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire.

Abstract

This study aims to explore the role that learning to read plays in Working Memory development. The population for this research was split into two groups. The first group, which was studied longitudinally, consisted of kindergartners and first and second graders attending a regular school. The second group, which was assessed only once, consisted of poor readers in second grade. The results from the first group revealed a progressive increase in WM capacity as well as a progressive differentiation of this system (WM model of Baddeley & Hitch, 1974) between kindergarten and the second grade. Moreover, the results showed that learning to read plays a role in WM development and that the relation between these abilities is not strictly due to the involvement of more general linguistic or phonological abilities in the tasks used for the assessment of WM and reading. Finally, the poor readers' results support the hypothesis suggesting that reading plays a fundamental role in WM development. In fact, the structural organization of WM in these children is different from the one found in children of the same education level in the other group.

Sommaire

Introduction....p.5

PREMIÈRE PARTIE : LE CADRE THÉORIQUE....p.7

Chapitre I : La Mémoire de Travail et son Développement....p.9

Introduction....p.9

I. L'évolution des conceptions....p.9

Du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968 ; 1971) au modèle de Baddeley et Hitch (1974)

II. Le modèle de Baddeley....p.11

1. Le modèle de Baddeley et Hitch (1974)....p.12
2. L'évolution et les précisions du modèle de Baddeley....p.13
3. Zoom sur les différentes composantes du modèle de Baddeley....p.15
4. Les limites du modèle de Baddeley....p.21

III. Quelques alternatives au modèle de Baddeley....p.22

1. La théorie ACT d'Anderson (1973 ; 1983)....p.22
2. Le modèle de Cowan (1988)....p.23
3. Le modèle d'Ericsson et Kintsch (1995)....p.24
4. Les modèles d'Engle et ses collaborateurs (1992 ; 1994 ; 2006)....p.24
5. Le modèle de Just et Carpenter (1992)....p.26

IV. Le développement de la MT....p.27

1. Le modèle de Baddeley appliqué au développement....p.27
2. La théorie des opérateurs constructifs de Pascual-Leone (1970)....p.35
3. La théorie de Case (1978 ; 1982 ; 1985)....p.36
4. Les facteurs favorisant le développement de la MT....p.38

V. L'évaluation de la MT....p.41

1. L'évaluation de la boucle phonologique....p.41
2. L'évaluation du calepin visuo-spatial....p.43
3. L'évaluation du *buffer* épisodique....p.43
4. L'évaluation de l'administrateur central....p.43

Chapitre II : La Lecture et ses Liens avec la Mémoire de Travail....p.47

Introduction....p.47

I. La reconnaissance des mots écrits....p.47

1. Les modèles de lecture....p.48
2. L'évaluation de la reconnaissance des mots écrits....p.53

II. Les liens entre la lecture et la mémoire de travail....p.54

Introduction....p.54
1. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la boucle phonologique....p.56
2. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et le calepin visuo-spatial....p.58
3. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et l'administrateur central....p.58

III. La conscience phonologique et ses liens avec la mémoire de travail....p.60

1. Introduction à la notion de conscience phonologique et aux liens entre cette habileté et la lecture..p.60
2. L'évaluation de la sensibilité et de la conscience phonologique....p.62
3. Les liens entre la conscience phonologique et la mémoire de travail....p.62

4. Les hypothèses explicatives des liens entre la conscience phonologique et la mémoire de travail...p.64

IV. Le langage oral et ses liens avec la mémoire de travail.....p.64
1. Introduction au développement du langage oral.....p.64
2. Les méthodes d'évaluation du langage oral.....p.65
3. Les liens entre le langage oral et la mémoire de travail.....p.67
4. Les hypothèses explicatives des liens entre le langage oral et la mémoire de travail.....p.72

Chapitre III : La Mémoire de Travail chez les Sujets Dyslexiques et les Faibles Lecteurs.....p.75

Introduction.....p.75

I. La dyslexie développementale.....p.75
1. La définition de la dyslexie.....p.75
2. Les types de dyslexies.....p.77
3. Les théories explicatives de la dyslexie.....p.78

II. La mémoire de travail chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs.....p.80
1. La mémoire de travail chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs.....p.81
2. Les hypothèses explicatives des déficits de mémoire de travail chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs.....p.85

Problématique.....p.91

DEUXIÈME PARTIE : LA PARTIE EMPIRIQUE.....p.97

Chapitre IV : Le Développement de la Mémoire de Travail.....p.99

Introduction.....p.99

I. Les hypothèses.....p.99

II. Les participants.....p.100

III. Le matériel et la procédure.....p.101
Introduction.....p.101
1. Les épreuves de mémoire à court terme verbale.....p.103
2. L'épreuve de mémoire à court terme visuo-spatiale.....p.103
3. Les épreuves d'empan complexe.....p.105

IV. Les résultats.....p.106
1. L'analyse transversale des données.....p.107
2. L'analyse longitudinale des données.....p.126

V. Synthèse et analyse générale des résultats.....p.136

VI. Conclusion.....p.146

Chapitre V : La Lecture et la Mémoire de Travail : Les Sujets Tout-Venant.....p.147

Introduction.....p.147

I. Les hypothèses.....p.147

II. Les participants....p.148

III. Le matériel et la procédure....p.149

IV. Les résultats....p.151
1. L'analyse transversale des données....p.152
2. L'analyse longitudinale des données....p.163

V. Synthèse et analyse générale des résultats....p.178

VI. Conclusion....p.189

Chapitre VI : La Spécificité des Liens entre la Mémoire de Travail et la Lecture : Introduction de Données de Conscience Phonologique et de Langage Oral dans les Analyses....p.191

Introduction....p.191

I. Les hypothèses....p.191

II. Les participants....p.192

III. Le matériel et la procédure....p.192
1. L'épreuve de conscience phonologique....p.193
2. Les épreuves de langage oral....p.194

IV. Les résultats....p.196
1. La mémoire de travail, la lecture et la conscience phonologique....p.196
2. La mémoire de travail, la lecture et le langage oral....p.207

V. Synthèse et analyse générale des résultats....p.218

VI. Conclusion....p.227

Chapitre VII : La Lecture et la Mémoire de Travail : Les Sujets présentant des Troubles de la Lecture....p.229

Introduction....p.229

I. Les hypothèses....p.229

II. Les participants....p.230

III. Le matériel et la procédure....p.230

IV. Les résultats....p.231
1. Statistiques descriptives : les résultats des sujets présentant des troubles de la lecture....p.231
2. Comparaison intergroupes : Sujets présentant des troubles de la lecture *vs* sujets tout-venant de CE1....p.233
3. Organisation structurale de la mémoire de travail chez les sujets présentant des troubles de la lecture....p.234
4. Liens entre la mémoire de travail et la lecture chez les sujets présentant des troubles de la lecture....p.236

V. Synthèse et analyse générale des résultats....p.239

VI. Conclusion....p.244

Discussion Générale.....p.247

Conclusion Générale.....p.295

Bibliographie.....p.297

Annexes.....p.325

Introduction

Le développement de la MT et les liens entre ce système mnésique et les performances en lecture ont été largement explorés. Pour ce qui est du développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT, différentes théories ont été élaborées et ces théories demeurent relativement controversées. En effet, alors que l'ensemble des auteurs s'accordent sur l'augmentation de la capacité de la MT avec l'âge, ils ne sont pas tous d'accord quant à l'organisation structurale de ce système chez l'enfant. Ainsi, certaines études révèlent que la structure de la MT chez l'enfant est similaire à celle de l'adulte alors que d'autres montrent qu'elle ne l'est pas. Quant aux liens entre la MT et la lecture, les études révèlent en général l'existence de liens importants entre ces deux habiletés et différentes hypothèses ont été posées pour tenter d'expliquer ces liens. Ainsi, certains auteurs suggèrent que les liens observés entre la lecture et la MT s'expliquent par l'implication d'habiletés linguistiques ou phonologiques d'ordre général dans la lecture et dans les épreuves souvent utilisées pour évaluer la MT. D'autres auteurs postulent que ces liens sont dus à l'implication de la MT dans l'apprentissage de la lecture. Toutefois, des études réalisées avec des adultes illettrés ont montré que les performances de ces sujets au niveau de la MT sont inférieures à celles des sujets lettrés. Ce dernier résultat évoque donc une implication de l'apprentissage de la lecture dans le développement de la MT. Notre étude s'inscrit dans ce cadre-là.

L'objectif de notre étude est de vérifier l'hypothèse selon laquelle la MT n'est pas différenciée chez le jeune enfant et que son développement, dans les pays où la scolarisation est obligatoire comme la France, dépend des apprentissages scolaires explicites, notamment de l'apprentissage de la lecture. De plus, nous tenterons de vérifier l'hypothèse selon laquelle l'entrée dans l'écrit, en particulier l'apprentissage de l'identification des mots écrits, est liée au développement de la MT et que ce lien ne s'explique pas par la dépendance de ces habiletés de facteurs linguistiques, phonologiques ou métaphonologiques plus généraux. Enfin, nous explorerons la capacité et l'organisation structurale de la MT ainsi que ses liens avec la lecture chez des sujets présentant des troubles de la lecture pour vérifier s'ils peuvent être expliqués dans le cadre des hypothèses avancées ci-dessus.

Les raisons pour lesquelles nous avons posé ces hypothèses seront éclaircies à travers les deux parties de cette étude. En effet, dans une première partie, nous présenterons le cadre théorique sur lequel nous nous sommes appuyés pour élaborer notre problématique. Cette

partie sera divisée en trois chapitres dans lesquels nous exposerons une synthèse des études disponibles concernant respectivement la MT et son développement, les liens entre la MT, la lecture, la conscience phonologique et le langage oral chez les sujets tout-venant ainsi que la MT et ses liens avec la lecture chez les sujets dyslexiques ou les faibles lecteurs. A partir des données présentées dans cette partie, nous élaborerons la problématique et nous préciserons les objectifs et les hypothèses générales de cette étude. La présentation de la problématique nous permettra d'introduire la deuxième partie de cette recherche : la partie empirique.

Dans la partie empirique, nous présenterons nos propres résultats qui seront répartis en quatre chapitres.

Dans le premier chapitre, nous présenterons les résultats transversaux et longitudinaux concernant le développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT chez les sujets tout-venant participant à notre étude. Ces sujets sont des élèves de GSM, de CP et de CE1 qui ont été évalués en début et en fin d'année scolaire. De plus, les élèves initialement en GSM et en CP ont été revus à la fin de l'année scolaire suivante donc en fin de CP et de CE1 respectivement.

Dans le deuxième chapitre, nous exposerons les résultats transversaux et longitudinaux concernant les liens entre la MT et l'identification des mots écrits chez ces mêmes sujets tout-venant.

Dans le troisième chapitre, nous tenterons de vérifier la spécificité des liens entre la MT et l'identification des mots écrits en examinant la hiérarchie des liens entre la MT d'une part et l'identification des mots écrits, les différents aspects du langage oral et la conscience phonologique d'autre part. Les sujets concernés par cette partie de l'étude sont les élèves tout-venant initialement en CP.

Enfin, dans le quatrième et dernier chapitre, nous explorerons le développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT ainsi que les liens entre la MT et l'identification des mots écrits chez les sujets présentant des troubles de la lecture participant à cette étude. Les données de ces sujets seront comparées à celles des sujets tout-venant du même niveau scolaire (CE1).

Nous finirons ce travail par une discussion générale de l'ensemble des résultats.

PREMIÈRE PARTIE

Le Cadre Théorique

Chapitre I

La Mémoire de Travail et son développement

L'idée de l'existence d'une dissociation entre Mémoire à Long Terme (MLT) et Mémoire à Court Terme (MCT) est relativement ancienne (cf. James, 1890 ; Hebb, 1949, 1958 ; Brown, 1958 ; Peterson & Peterson, 1959) et, avant d'arriver aux conceptions actuelles de la Mémoire de Travail (MT), un grand nombre d'auteurs ont tenté de décrire ou de modéliser le système de MCT. Dans ce chapitre, nous commencerons par présenter l'évolution des conceptions qui ont abouti aux modèles actuels de MT et cela à travers deux modèles considérés comme des plus influents : le modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968, 1971) et celui de Baddeley et Hitch (1974). Nous nous attarderons particulièrement sur ce dernier modèle qui demeure jusqu'à présent le modèle de MT le plus élaboré et le plus influent tant en psychologie cognitive qu'en neurosciences et en psychologie du développement (Andrade J., 2001 ; Gathercole S.E. et al, 2004). Nous exposerons donc l'évolution de ce modèle et nous présenterons ses caractéristiques et ses limites. Nous passerons ensuite en revue quelques-uns des autres modèles et conceptions de la MT. Après cela, nous aborderons quelques théories relatives au développement de la MT pour enfin finir par un bref exposé des moyens d'évaluation de ce système mnésique.

I. L'Évolution des conceptions : du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968, 1971) au modèle de Baddeley et Hitch (1974).

Bien que plusieurs auteurs ont tenté de modéliser le système de MCT (Waugh & Norman, 1965 ; Bennet & Murdock, 1967 ; Glanzer, 1972), le modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968, 1971) a été, initialement, un des plus répandus. Il s'agit d'un modèle à plusieurs composants qui comprend trois types de registres mnésiques : les registres sensoriels, le registre à court terme et le registre à long terme. D'après ce modèle, l'information est d'abord traitée parallèlement par les différents registres sensoriels (auditif, visuel…) qui forment une unité d'entrée pour l'information. Ensuite, elle passe dans un registre à court terme où elle peut faire l'objet d'une récapitulation articulatoire ou d'un travail d'élaboration. Il est à

signaler que la nature de l'information présente dans le registre à court terme ne dépend pas de celle de l'input sensoriel. Ainsi, une information présentée visuellement peut se retrouver sous forme auditive dans le registre à court terme. Après les registres sensoriels et le registre à court terme, l'information aboutit dans un registre à long terme. Dans ce dernier registre, l'information se retrouve organisée pour que l'individu puisse la récupérer. Cependant, cette récupération ne se fait qu'à la suite d'un stimulus sensoriel impliquant ainsi les registres sensoriels et le registre à court terme. En effet, ce modèle est caractérisé de sériel dans le sens où l'information passe obligatoirement d'un registre à l'autre. Ainsi, l'aboutissement de l'information dans le registre à long terme est obligatoirement précédé de son passage dans les registres sensoriels et le registre à court terme. De plus, selon ce modèle, le temps de maintien de l'information dans le registre à court terme joue un rôle au niveau de son transfert en MLT, d'où l'importance de la récapitulation articulatoire et du travail d'élaboration. Il est à noter qu'Atkinson et Shiffrin distinguent deux aspects du système mnésique : les aspects structuraux liés aux processus fixes et les processus de contrôle qui sont notamment sous le contrôle du sujet. Ainsi, par exemple, une caractéristique du registre à court terme est le délai bref de rétention de l'information et un de ses principaux processus de contrôle est la récapitulation articulatoire.

Ce modèle a été soutenu par certaines études de neuropsychologie. Ainsi, Milner (1966), a décrit le cas d'un patient HM qui, suite à une résection bilatérale d'une partie des lobes temporaux et de l'hippocampe, présente un déficit de MLT sans déficit de MCT. Ces données peuvent être en effet expliquées par le modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968, 1971) : HM pourrait présenter un déficit au niveau du transfert de l'information du registre à court terme au registre à long terme. Cependant, ce modèle a été l'objet de critiques le contestant à plusieurs niveaux et provenant de différentes disciplines. Ainsi, par exemple, Baddeley (1992) relève une difficulté du modèle liée au postulat selon lequel la qualité de l'information dans le registre à long terme dépend du temps passé dans le registre à court terme. Pour cela, il s'appuie sur un certain nombre d'expériences montrant que ce n'est pas toujours le cas (ex : expérience de Morton (1967) qui a montré que les participants à l'étude ne parviennent pas à restituer les lettres figurant sur le cadran de leur téléphone). Cependant, une des critiques les plus importantes concerne le caractère sériel du modèle et notamment le lien bien défini entre le registre à court terme et le registre à long terme. En effet, des études de neuropsychologie (cf. Shallice et Warrington, 1970) ont relevé des cas de patients cérébrolésés qui présentent un déficit important de MCT sans déficit de MLT. Ces patients présentent donc un profil de

mémoire inverse de celui d'HM (Milner, 1966). Ces découvertes montrent donc une double dissociation (en termes de neuropsychologie) entre MLT et MCT. Elles soutiennent l'existence de deux registres distincts de MCT et de MLT, mais vont à l'encontre du caractère sériel du modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968, 1971). Ces résultats montrent donc que le système de MCT et le système de MLT sont indépendants et que l'information qui arrive en MLT ne passe pas obligatoirement par le registre à court terme mais que ce passage est néanmoins possible. A partir de ces données, comme l'avance Seron (2007), les études ont commencé à s'intéresser aux opérations mentales impliquées dans les activités mnésiques et le registre à court terme va progressivement être remplacé par une structure plus complexe, la MT décrite par Baddeley & Hitch (1974). En fait, selon Gaonac'h et Larigauderie (2000), le concept de registre à court terme décrit par Atkinson et Shiffrin en 1971 ressemble à celui de la MT (système de mémoire transitoire impliqué dans des tâches cognitives plus générales), surtout que les auteurs accordent à ce registre une fonction de contrôle (contrôle des routines impliquées dans l'acquisition et le recouvrement des informations en mémoire). Atkinson et Shiffrin utilisent même le terme *Working Memory* dans leur texte de 1968. Cependant, ce modèle évoque une équivalence entre MCT et MT qui va être contestée dans le texte de Baddeley et Hitch (1974), considéré comme étant le texte fondateur du concept de MT. La dissociation entre MCT et MT a été soutenue par des données de neuropsychologie comme celles de Shallice et Warrington (1970) qui ont montré que certains patients présentant un déficit important de MCT ont des capacités d'apprentissage normales. Il est à signaler que ces apprentissages nécessitent un traitement de l'information et sont donc supposés être liés à la MT. Le modèle de Baddeley va donc répondre - probablement le mieux - à ces questionnements. Les caractéristiques, l'évolution et les limites de ce modèle seront détaillées dans la partie qui suit.

II. Le modèle de Baddeley

Pour Baddeley et Hitch (1974), la MT est définie comme étant un système responsable du stockage temporaire et de la manipulation de l'information lors de la réalisation de tâches cognitives (raisonnement, compréhension, apprentissage). Un premier modèle de MT a été proposé en 1974 par ces auteurs. Ce modèle a subi ensuite des modifications progressives réalisées par Baddeley (1986, 1992, 1996, 2000). Dans cette partie, nous présenterons les données de 1974 ainsi que l'évolution et les précisions ultérieures du modèle. Nous

considérerons ensuite de plus près les différentes composantes du modèle pour finir par un exposé de ses limites.

1- Le modèle de Baddeley et Hitch (1974)

Dans le texte de 1974, Baddeley et Hitch (*in* Gaonac'h & Larigauderie, 2000) se basent sur un certain nombre d'expériences pour élaborer leur modèle. Ces expériences consistent en des situations de double tâche : le sujet effectue une tâche impliquant la MT, comme une tâche de mémorisation, pendant la réalisation d'une autre tâche cognitive (raisonnement, compréhension…) impliquant aussi la MT. Le principal résultat obtenu est que les performances des sujets aux tâches cognitives sont affectées quand on s'approche de la limite mnésique en terme d'empan dans l'autre épreuve (en général sept items, cf. Miller, 1956) alors qu'elles restent intactes quand le nombre d'items à mémoriser est de trois par exemple. En d'autres termes, la compétition entre stockage et traitement n'apparaît que quand la charge mnésique s'approche de la limite connue de l'empan mnémonique. Les auteurs vont interpréter ce résultat comme suit : la capacité attribuée au stockage est fixe et quand cette capacité est dépassée, une partie des capacités normalement accordée au traitement de l'information est utilisée. Cela permet de dire que le système de stockage et celui de traitement peuvent être relativement indépendants mais que le système de traitement peut être impliqué dans le stockage de l'information. Baddeley et Hitch vont donc abandonner l'idée d'un système de MT unitaire pour postuler l'existence de deux systèmes qui peuvent s'articuler en fonction des exigences en termes de stockage et de traitement.

Le premier système est, selon Baddeley et Hitch, responsable du stockage. Il s'agit d'un système passif à capacité limitée. De plus, comme les expériences réalisées impliquent des tâches strictement verbales, les auteurs attribuent à ce système un caractère phonémique (« *buffer* de réponse phonémique »). Ce système est donc responsable, selon Baddeley et Hitch (1974), du stockage temporaire du matériel verbal. Il est à signaler que ce système est décrit comme étant autonome et qu'il n'intervient jamais dans le traitement de l'information.

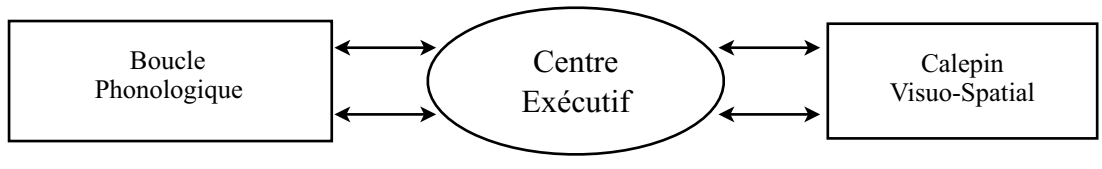


Figure I-1. Modèle de MT de Baddeley suite aux modifications de 1986.

Le deuxième système est décrit comme étant plus flexible : bien que consacré en priorité au traitement, il peut être impliqué dans le stockage (quand la charge mnésique se rapproche de la limite de l'empan mnémonique). Ce système a pour fonction spécifique de diriger les « routines » liées au premier système – comme la répétition mentale – contrôlant ainsi le stockage et la récupération d'informations. Il a donc une fonction administrative. Il est appelé administrateur central ou centre exécutif (de l'anglais *central executive*).

Baddeley et Hitch, dans leur texte de 1974, précisent eux-mêmes que les données présentées constituent les bases provisoires du modèle qui devrait être développé, approfondi. Ainsi, au cours des années suivantes, le modèle a subi des rectifications, des ajouts et des précisions et cela surtout grâce aux travaux réalisés par la suite par Baddeley (1986, 1992,1996, 2000). En fait, le modèle sera souvent appelé par la suite « modèle de Baddeley ».

2- L'Évolution et les précisions du modèle de Baddeley

En 1986, Baddeley apporte deux modifications au modèle de 1974. La première consiste en l'ajout d'une troisième composante au modèle et la seconde concerne les fonctions de l'administrateur central. En effet, le modèle proposé en 1986 est tripartite, composé d'un système central et de deux systèmes dits esclaves, responsables du stockage spécifique du matériel verbal ou visuo-spatial : la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial (cf. figure I-1).

Le système central, appelé administrateur central ou centre exécutif (*central executive*), perd son rôle de stockage et Baddeley lui accorde des fonctions telles que le choix, le contrôle de l'attention ainsi que la sélection, la coordination et le contrôle des opérations de traitement. Bien que cette composante dite attentionnelle reste la moins comprise, Baddeley considère que c'est la composante centrale du modèle.

La boucle phonologique, appelée aussi boucle articulatoire (*articulatory loop*) a un rôle de stockage de l'information verbale.

Le calepin visuo-spatial (*visuo-spatial sketch-pad*) vient compléter le modèle de 1974. Cette composante dédiée aussi au stockage concerne le matériel visuel et spatial.

En 1992, Baddeley publie un article où il décrit l'administrateur central comme étant devenu une sorte de « dépotoir » où l'on met les problèmes difficiles à traiter (comme l'intégration des informations provenant des différents systèmes). Ce n'est qu'en 1996, qu'il révise les fonctions de l'administrateur central dont les principales sont alors la coordination entre différentes tâches, la sélection d'un stimulus et l'inhibition des informations non pertinentes ainsi que la récupération et la manipulation des informations en MLT.

En 2000, un nouveau système a été ajouté au modèle tripartite : le *buffer* épisodique (*episodic buffer*). Ce *buffer* consiste en un système de représentation multidimensionnel qui peut intégrer et maintenir temporairement des représentations provenant d'autres systèmes cognitifs – comme la MLT – ainsi que des deux systèmes esclaves. En fait, ce système a été ajouté au modèle parce que le modèle tripartite ne pouvait rendre compte de certains phénomènes tels que l'impact – faible mais néanmoins significatif – de la similarité visuelle sur le rappel verbal, l'impact du sens sur le rappel immédiat d'énoncés ou de passages de prose, etc. Ceci a poussé certains auteurs, dont Baddeley, à émettre l'hypothèse de l'existence d'une interface entre la MT et la MLT mais aussi entre les différents sous-systèmes de la MT. Avec l'introduction de ce nouveau composant, le modèle de Baddeley subit quelques modifications. Le modèle révisé (2000) est représenté ci-dessous sous forme de schéma (cf. figure I-2).

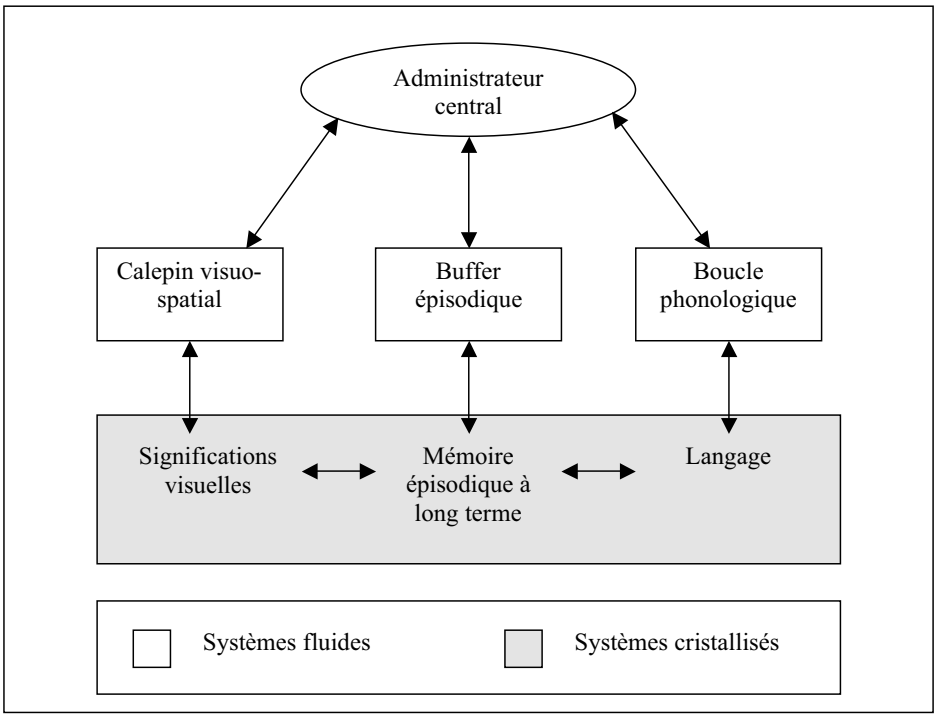


Figure I-2. Modèle de MT de Baddeley modifié par l'ajout du *buffer* épisodique (2000). La partie en gris représente des systèmes cognitifs 'cristallisés' capables d'accumuler des connaissances à long terme. Les parties blanches correspondent à des capacités 'fluides' que l'apprentissage ne modifie pas.

Il est à signaler que, comme le modèle ci-dessus le montre, l'administrateur central est lié aux deux systèmes esclaves qui sont relativement indépendants.

Cette revue des révisions progressives du modèle de Baddeley avait pour but de suivre l'évolution du modèle au niveau fonctionnel mais surtout au niveau structural. Dans la partie qui suit, nous allons exposer avec plus de précision les caractéristiques et les fonctions des différentes composantes du modèle.

3- Zoom sur les différentes composantes du modèle de Baddeley

Suite à ces différentes révisions du modèle initial, le modèle de MT de Baddeley comprend désormais quatre composantes principales. Dans les paragraphes suivants, nous allons donc présenter avec plus de précision les caractéristiques et les fonctions des différentes composantes de ce modèle. Nous commencerons par la boucle phonologique pour passer ensuite respectivement au calepin visuo-spatial, au *buffer* épisodique et à l'administrateur central.

La boucle phonologique

Nous rappelons que la boucle phonologique est une composante de stockage du matériel verbal. Elle est composée d'un système de stockage phonologique et d'un système de répétition subvocale.

Le système de stockage phonologique appelé stock phonologique est caractérisé par l'altération rapide de l'information verbale maintenue (maximum 2 secondes).

Le système de répétition subvocale appelé aussi processus de récapitulation articulatoire, permet de rafraîchir les représentations maintenues dans le stock phonologique et de recoder sous forme phonologique l'information non verbale (visuelle par exemple), ce qui permettra ensuite à cette information recodée d'être maintenue dans le stock phonologique.

Divers résultats expérimentaux soutiennent l'existence de la boucle phonologique comme elle a été décrite par Baddeley (1986, 1992, 1996). Ainsi, la spécificité phonologique du code de cette composante du modèle est soutenue par les effets de similarité phonologique. En effet, des études (Baddeley, 1966 ; Conrad & Hull, 1964) ont montré que la similarité phonologique, dans des tâches de rappel verbal, présente une influence négative sur les performances des sujets. Ainsi, le rappel de séquences linguistiques présentant des similarités phonologiques (B – D – T ou *man – map – cab*) est plus difficile que le rappel de séquences phonologiquement dissemblables (V – K – J ou *pit – day – cow*). Baddeley (1986) explique

donc cela comme étant une preuve du caractère phonologique du code mnésique de cette composante de stockage : lors du rappel, les traces mnésiques qui se ressemblent sont plus difficiles à discriminer et par suite plus difficilement récupérées que les traces dissemblables. En neuropsychologie, l'effet de similarité phonologique est évalué pour vérifier l'intégrité du stock phonologique. En ce qui concerne l'existence du processus de récapitulation articulatoire, elle est mise en évidence grâce, entre autres, à l'effet de longueur des mots : l'empan mnémonique est plus élevé lors du rappel de mots courts (temps de production bref) que lors du rappel de mots longs (Baddeley, Thomson & Buchanan, 1975). Cela peut être dû au fait que la répétition des mots longs prend plus de temps et, par suite, le système de répétition articulatoire n'arrive pas à s'opposer à l'altération de l'information dans le stock phonologique (Baddeley & al. 1975). De plus, certaines tâches de suppression articulatoire, qui consistent à perturber le fonctionnement de la récapitulation articulatoire (ex : production répétitive d'une même syllabe pendant la tâche de mémorisation), présentent un effet négatif sur l'empan mnémonique (Murray, 1968) : les tâches de suppression articulatoire perturbent le stockage du matériel verbal en entravant le fonctionnement du système de récapitulation articulatoire. Il est à signaler que cet effet de suppression articulatoire a été critiqué par certains auteurs qui avancent que l'effet négatif de ces tâches sur l'empan mnémonique est plutôt dû à la complexification de la tâche du sujet en général et non au phénomène d'interférence entre les deux « tâches » (Halford, 1993). De même, d'autres explications se situant au niveau du moment de la production ou du moment de la présentation des items ont été données à l'effet de longueur des mots (Henry et al., 2000 ; Monnier et Ejarque, 2008 ; Yuzawa, 2001). Il est à noter que la boucle phonologique est le composant le plus étudié de la MT.

Le calepin visuo-spatial

Cette deuxième composante « esclave » de la MT est responsable du stockage temporaire et de la manipulation du matériel visuo-spatial. Deux hypothèses s'opposent quant à la structure de ce registre. La première hypothèse propose que le stockage de l'information visuo-spatiale est passif et que tout mécanisme de rafraîchissement serait assuré par l'administrateur central (Morris, 1987 ; Toms, Morris & Foley, 1994). D'après cette hypothèse, le calepin visuo-spatial est donc moins autonome que la boucle phonologique. La deuxième hypothèse suggère que le calepin visuo-spatial comprend un stock visuel passif et un processus actif séparé de contrôle spatial (Della Sala, Baddeley, Allemano & Wilson, 1999 ; Logie, 1995, Logie & Marchetti, 1991). Ainsi, Logie et Marchetti (1991) ont montré qu'il existe une double

dissociation entre les deux composantes visuelle et spatiale de ce registre : une tâche interférente telle que les mouvements d'une main perturbe la rétention de patterns spatiaux mais pas celle de couleurs. A l'inverse, ils ont trouvé que la présentation d'images perturbe la rétention des informations visuelles mais pas celle des patterns spatiaux. De plus, Della Sala et al. (1999) ainsi que Farah et al. (1988) ont exposé le cas de patients chez qui l'une des deux sous-composantes est atteinte alors que l'autre est intacte.

Certaines études ont tenté d'explorer la nature et la quantité d'informations qui peuvent être maintenues dans chacun des deux sous-systèmes du registre visuo-spatial. En ce qui concerne le stock visuel, certains travaux (Luck & Vogel, 1997 ; Vogel et al., 2001) ont montré que des sujets normaux peuvent maintenir en mémoire visuelle quatre objets qui se caractérisent par quatre traits différents chacun, ce qui correspond en d'autres termes à une capacité de stockage de seize éléments ou traits isolés. Notons que Wheeler et Treisman (2002) proposent que le stockage des différents traits d'une part et celui des liaisons entre eux d'autre part sont séparés. Ils ajoutent que le stockage des traits serait plus solide que celui des liaisons. Quant au composant spatial du calepin visuo-spatial, différentes études ont tenté de montrer l'existence dans ce sous-système d'un composant de stockage et d'un autre de maintenance. Ainsi, Baddeley (1986), en observant l'effet délétère que présentent des mouvements oculaires volontaires mais non pertinents sur les performances en mémoire spatiale, suggère que la réalisation mentale de mouvements oculaires explorant l'information spatiale à retenir peut consister en un mécanisme de rafraîchissement. Certaines études révélant une interférence entre les tâches de recherche visuelle et des tâches de MT spatiale, soutiennent les propos de Baddeley (Oh & Kim, 2004 ; Woodman & Luck, 2004) : les tâches de recherche visuelle ont un effet néfaste sur les performances à des tâches de MT spatiale et vice versa. Il est à signaler que certaines études ont montré que l'interférence au niveau de la MT spatiale n'est pas spécifique aux mouvements oculaires mais qu'elle peut aussi être engendrée par des mouvements corporels spatialement déterminés (Logie & Marchetti, 1991 ; Pearson et al., 1999, Quinn, 1994) ou même par la simple représentation mentale d'un mouvement (Johnson, 1982). A partir de ces données, Awh et Jonides (2001) postulent que l'interférence au niveau de la MT spatiale peut être due à un mécanisme plus général de *shifting* de l'attention spatiale. Cependant, de récentes études ont révélé une interférence plus importante au niveau de la MT spatiale quand il s'agit de mouvements oculaires que quand il s'agit d'un simple *shifting* de l'attention spatiale (Pearson & Sahraie, 2003 ; Lawrence & al., 2004). Cela montre que les mouvements oculaires présentent, en effet, un rôle particulier au niveau de la mémoire

spatiale à court terme. Ceci peut être expliqué par le fait que les informations spatiales à retenir sont, au moins en partie, encodées sous forme de coordonnées rétiniennes (Seron, 2007).

Il est à signaler que le calepin visuo-spatial a été moins exploré et est surtout moins compris que la boucle phonologique. Pickering (2002) avance qu'il est difficile d'avoir une mesure « pure » du calepin visuo-spatial et cela à cause du recodage verbal spontané de tout matériel visuel verbalisable. Ce recodage verbal aboutit donc à une implication de la boucle phonologique dans le stockage de l'information présentée visuellement. Une étude faite par Logie, Della Sala et Wynn (2000) a mis en évidence un effet de similarité visuelle ainsi qu'un effet de suppression articulatoire lors de l'exécution de tâches nécessitant la rétention d'informations verbales présentées visuellement. Ces résultats montrent que les sujets n'utilisent pas exclusivement un des deux codes et donc que les deux systèmes de stockage peuvent intervenir conjointement lors de l'exécution d'une tâche donnée. Il est à signaler que Baddeley (2003) relève la possibilité que ce composant intègre des informations motrices et kinesthésiques.

Le buffer épisodique

Dans un article publié en 2000, Baddeley propose un nouveau composant de MT : le *buffer* épisodique. Il avance que le *buffer* épisodique peut être considéré comme un nouveau composant, ajouté au modèle de base, ou bien comme une fraction qui a été séparé de la version antérieure de l'administrateur central. Selon Baddeley (2000), le *buffer* épisodique est un système de stockage à capacité limitée. Il s'agit d'un système de représentation multidimensionnel qui peut intégrer des informations d'autres systèmes cognitifs comme la MLT ainsi que de différents composants de la MT. Il permettrait de rendre compte des phénomènes de *chunking* de l'information (Baddeley 2003). Baddeley conçoit le *buffer* épisodique comme une interface temporaire entre les systèmes esclaves et la MLT. D'après Baddeley, ce système serait sous le contrôle de l'administrateur central (ex : manipulation ou récupération de l'information dans le *buffer*). Cependant, les liens entre le *buffer* épisodique et l'administrateur central demeurent imprécis. De même, selon Baddeley, la limite séparant le *buffer* épisodique des systèmes esclaves n'est pas clairement définie. Il est à noter que ce nouveau composant n'a pas eu le succès scientifique des autres sous-systèmes du modèle de Baddeley. En effet, très peu d'études ont été réalisées pour vérifier l'existence et les propriétés supposées du *buffer* épisodique. Cependant, certaines données de neuro-imagerie fonctionnelle soutiennent l'existence d'un système de stockage temporaire d'informations

intégrées, distinct de la boucle phonologique et du calepin visuo-spatial et pouvant impliquer différentes modalités sensorielles (Prabhakaran & al., 2000 ; Zhang & al., 2004).

L'administrateur central

Comme nous l'avons déjà signalé, ce registre est aussi appelé centre exécutif. Cependant, nous retiendrons par la suite la terminologie d'« administrateur central » pour éviter l'amalgame entre centre exécutif et fonctions exécutives (terme de neuropsychologie). En effet, bien que ces deux notions soient fortement liées, elles ne doivent pas être confondues. De plus, l'expression « centre exécutif » vient de l'anglais *central executive* où le mot « *executive »* signifie plutôt « administratif » dans le sens d'un système chargé d'administrer un ensemble de fonctions (Gaonac'h & Larigauderie, 2000).

Nous avons déjà présenté brièvement l'évolution de la conception d'administrateur central. En effet, dans le premier texte de 1974, cette composante de la MT est définie comme étant un système à capacité limitée, responsable du contrôle de l'attention, de la sélection de stratégies et de la planification. Ce n'est qu'à la suite d'un grand nombre d'études que cette définition va progressivement se préciser. Ainsi, en 1986, Baddeley redéfinit la notion d'administrateur central en s'inspirant fortement du Système de Supervision Attentionnel (SAS) décrit par Norman et Shallice (1980). En effet, dans leur modèle concernant le rôle de l'attention dans le contrôle de l'action, ces deux auteurs décrivent deux systèmes de contrôle de l'information :

- Le premier système est un gestionnaire de priorités de déroulement (*contention scheduling*). Il est responsable de la sélection des séquences d'actions les plus pertinentes dans une situation donnée. En d'autres termes, il s'agit d'un mécanisme de résolution de conflits qui favorise les séquences d'actions prioritaires et inhibe les séquences non prioritaires. Ce système concerne les activités routinières bien rodées, ne nécessitant pas d'attention délibérée et donc le contrôle se fait d'une manière automatique.
- Le deuxième système est un superviseur attentionnel ou SAS (*Supervisory Attentional System*). D'après Norman et Shallice (1980), il s'agit d'un système à capacité limitée mis en œuvre dans des situations non routinières, nécessitant une planification, une prise de décision, une correction d'erreurs ou bien une inhibition d'un comportement en cours ou d'une réponse habituelle.

En 1996, suite à de nombreux questionnements concernant l'unité du SAS hypothétique (Shallice & Burgess, 1991, 1993), Baddeley abandonne l'hypothèse d'un administrateur central de type SAS et attribue à ce système quatre fonctions principales :

- la capacité de coordonner deux tâches. Cette fonction de l'administrateur central comprend la capacité à coordonner l'activité des deux systèmes esclaves – qui sont relativement indépendants – ainsi que la capacité à partager les ressources attentionnelles disponibles entre stockage et traitement.
- la capacité de sélectionner un stimulus et d'inhiber ceux qui ne sont pas pertinents. A ce niveau, on assiste à une double action d'amplification de la représentation de l'information cible et d'inhibition des représentations liées aux distracteurs. Certaines études ont mis en évidence l'implication de cette fonction dans la compréhension du langage (Faust & Gernsbacher, 1996). Ainsi, par exemple, cette fonction permet d'inhiber les informations non pertinentes telles que celles présentant un faible lien avec le contexte ou les sens inadaptés de mots ambigus.
- la capacité de récupérer et de manipuler les informations en MLT. Cette fonction a été surtout étudiée par d'autres auteurs (Turner & Engle, 1989 ; Cantor & Engle, 1993) et souvent dans le cadre d'autres conceptions de la MT. Ainsi, par exemple, Cantor et Engle (1993) considèrent que la MT représente l'activation temporaire d'aires en MLT. Pour eux, l'empan des sujets détermine la quantité d'aires pouvant être activées simultanément. Cette conception de la MT est soutenue entre autres par les résultats de l'expérience d'Engel (1996) montrant que des sujets présentant un bon empan de MT ont de meilleures performances au niveau de tâches de fluence verbale – production d'items appartenant à un même champ sémantique – que des sujets à faible empan.
- la capacité de rompre les automatismes et de produire des plans. Cette fonction a pour but d'inhiber les automatismes pour pouvoir élaborer des stratégies ou des plans d'action. Cela nécessite l'implication de ressources attentionnelles plus ou moins importantes et cette fonction est par suite sensible à l'ajout d'une deuxième tâche. Ainsi, Roberts, Hager et Heron (1994) ont montré que les performances à une tâche telle que diriger son regard dans la direction inverse à celle d'un avertisseur étaient dégradées par l'ajout d'une tâche supplémentaire. Ceci peut être expliqué par le fait que les sujets doivent investir des ressources attentionnelles pour inhiber l'automatisme qui correspond à l'orientation de l'œil vers l'avertisseur.

Il est à signaler que d'autres fonctions ont été aussi attribuées à l'administrateur central comme l'alternance (cf. Boulc'h & al., 2007) ou la mise à jour des informations (Morris & Jones, 1990).

L'administrateur central présente donc plusieurs fonctions. Plusieurs recherches tentent toujours de résoudre certaines questions liées à ce système. Ainsi, par exemple, une des questions à laquelle plusieurs chercheurs tentent de répondre concerne le caractère unitaire ou fractionné de ce système. En fait, suite à de nombreuses recherches réalisées par différents auteurs (Hegarty, Shah & Miyake, 2000 ; Lehto, 1996), l'administrateur central initialement conçu comme unitaire a progressivement cédé la place à l'hypothèse d'un système fractionné, hypothèse que Baddeley va soutenir dans son article publié en 2000 (voir aussi Baddeley, 2002). Ainsi, l'administrateur central serait fragmenté et, malgré l'existence d'un pool commun de ressources, ses fonctions seraient relativement autonomes au niveau fonctionnel. Cependant, cette nouvelle hypothèse n'est toujours pas confirmée et reste l'objet d'études qui tentent de la soutenir, voire de la développer.

Le modèle de MT de Baddeley demeure jusqu'à présent le modèle le plus influent dans diverses disciplines. Ce modèle est d'une grande valeur heuristique du fait qu'il a généré un grand nombre de recherches. Il est à noter que ce modèle de MT a récemment été soutenu par des études de neuro-imagerie et de neuropsychologie et des loci différents ont été associés à chacun des sous-systèmes qui le composent (Baddeley, 1996 ; Vallar & Papagno, 2003). Cependant, le modèle de Baddeley présente quelques limites que nous allons exposer brièvement dans la partie suivante.

4- Les limites du modèle de Baddeley

Différentes questions concernant la structure et les fonctions du modèle de MT de Baddeley demeurent non résolues. Une des principales critiques de ce modèle concerne les systèmes de stockage. En effet, certaines études ont proposé l'existence de phénomènes de MT liés à des modalités différentes de celles attribuées aux systèmes esclaves du modèle de Baddeley. Ainsi, certaines données de MT spécifiques aux modalités olfactive (Dade & al., 2001) et tactile (Harris & al., 2002) ont été relevées. De plus, certaines variations à l'intérieur d'une même modalité ont été suggérées. Par exemple, pour ce qui est du traitement du langage, des dissociations ont été relevées entre la MT pour les informations phonologiques, la MT pour les informations syntaxiques et la MT des informations sémantiques (Martin & al., 1994 ; Majerus, 2004). Notons toutefois que prendre en considération toutes ces données nécessite l'ajout de nouvelles composantes et la fragmentation de certains sous-systèmes du modèle, ce qui nuirait à son économie. Une autre limite relevée par un grand nombre

d'auteurs et par Baddeley et Hitch eux-mêmes (2000 ; 2001) concerne les faiblesses au niveau de la spécification de l'administrateur central et cela malgré les efforts réalisés pour préciser les caractéristiques et fonctions de cette composante du modèle (Baddeley, 1996). Le modèle de Baddeley a aussi été critiqué à plusieurs autres niveaux comme la sous-spécification des liens entre l'administrateur central et les systèmes esclaves, le fait que la simplicité du modèle ne reflète pas la complexité de la cognition « réelle » (Jackie Andrade, 2001), l'absence dans la boucle phonologique d'un mécanisme pouvant tenir compte de la rétention de l'ordre sériel (Baddeley & Hitch, 2001), etc.

III. Quelques alternatives au modèle de Baddeley

Bien que le modèle de Baddeley demeure le modèle de MT le plus répandu, certains auteurs ont proposé d'autres conceptions plus ou moins influentes de la MT. Un grand nombre de ces conceptions alternatives se rapporte à la théorie de l'activation. Selon cette théorie, la MT n'est pas un système présentant une structure particulière, avec des composants spécialisés dans des domaines particuliers, mais elle correspondrait à une certaine activation en MLT (cf. Anderson, 1976,1983, pour une revue). Dans cette partie, nous présenterons sans exhaustivité quelques-uns de ces modèles. Ainsi, nous ne détaillerons pas tous les aspects et les caractéristiques des différents modèles.

1- La théorie ACT d'Anderson (1976, 1983)

Dans la théorie ACT (*Adaptative Control of Thoughts*) d'Anderson, nous retrouvons : un système de représentation des connaissances, une activité mentale orientée vers un but particulier et une MT qui, d'une certaine manière, assure le lien entre ces deux éléments. Ainsi, ce modèle attribue au système cognitif trois composants différents :

- Une MLT déclarative où l'information est stockée sans lien avec une situation particulière. Là, l'information peut être exprimée verbalement et est donc récupérable. Les éléments de ce système peuvent faire l'objet d'une activation plus ou moins importante.

- Une MLT procédurale qui consiste en un stock d'actions possibles. Le stockage se fait sous forme de « règles de production » qui sont appliquées automatiquement lorsque la situation correspondante se présente. La probabilité de l'application des règles de production dépend du niveau d'activation du concept correspondant en MLT déclarative.

- Une MT qui correspond à une représentation de l'état du monde présent. Ce système se base sur les informations récupérées en MLT déclarative, et cela en fonction des besoins attribués à l'activité mentale en cours. Une fois ces informations récupérées dans la MT, elles sont appariées avec les règles de production stockées en MLT procédurale et si cet appariement est efficace, l'action correspondante est réalisée.

Il est à noter que, dans sa théorie, Anderson distingue l'activité mentale experte de celle novice. Ainsi, selon lui, le novice résout les problèmes en passant par une méthode générale impliquant la MLT déclarative alors que, chez l'expert, la production est automatiquement déclenchée, dès que la situation adéquate se présente. Cette théorie rend donc compte, en quelque sorte, des apprentissages.

2- Le modèle de Cowan (1988)

Pour Cowan, la MT est un *processus unitaire amodal* qui ne dépend pas de la modalité de l'information mais qui peut cependant en rendre compte. Sa théorie qui se base aussi sur l'idée d'activation, distingue l'*activation automatique* d'éléments en MLT sous l'effet de stimuli externes (ces éléments se retrouvent alors dans un registre à court terme) de la *sélection attentionnelle* d'éléments sous le contrôle d'un administrateur central. En fait, le modèle de Cowan comprend trois systèmes :

- Un registre sensoriel où le maintien de l'information est très bref (quelques centièmes de millisecondes) : *MS.*
- Un registre à long terme : *MLT*
- Un registre à court terme qui consiste en une part activée de la MLT : *MCT*.

A ces trois systèmes, s'ajoute un système de contrôle qui sélectionne l'information présente dans le *focus attentionnel* du sujet. Il s'agit du processeur ou de *l'administrateur central*.

D'après la théorie de Cowan, il convient donc de distinguer :

- Un *état*, *l'activation automatique*, qui consiste en la participation automatique de la MLT dans l'activité en cours.
- Un *processus*, le *stockage actif* à capacité limitée qui peut prendre la forme d'un balayage, d'une réactivation, de la sélection d'un canal ou de l'utilisation de la MLT. Le stockage actif implique l'administrateur central.

3- Le modèle d'Ericsson et Kintsch (1995)

Ces auteurs proposent une conception intéressante de l'interface entre MT et MLT. En effet, Ericsson et Kintsch suggèrent que le modèle général de MT doit comprendre, en plus du processus de stockage temporaire qui se fait dans le cadre d'une *MT à Court Terme* (MT-CT), un mécanisme qui permet de récupérer rapidement les informations stockées en MLT. Ils appellent ce mécanisme la *MT à Long Terme* (MT-LT). Le principe fondamental de cette MT-LT consiste en une mémorisation stable des informations ainsi qu'en une récupération facilitée par la présence d'indices en MT-CT. Ainsi, lors de la réalisation d'activités cognitives plus ou moins complexes, et dans des conditions particulières, les sujets peuvent amplifier leur MT-CT grâce à l'accès à des informations maintenues en MLT. Selon cette théorie, les informations stockées en MT-LT sont associées à des signaux de récupérations appropriés, ce qui permet d'accéder à ces informations avec une grande vitesse. Cette conception de la MT rend donc compte de l'effet d'expertise (Beach, 1988 ; Chi, 1978) qui correspond à l'augmentation de la capacité de la MT quand les sujets disposent de connaissances relatives aux informations à stocker. De plus, elle peut aussi constituer une explication à l'augmentation de la capacité de la MT au cours du développement.

4- Les modèles d'Engle et ses collaborateurs (1992 ; 2006)

En 1992, Engle, Cantor et Carullo avancent un modèle où la MT est aussi conçue comme une part activée de la MLT. Plus précisément, elle est considérée comme la partie activée de la MLT déclarative qui comporte des connaissances temporaires ou permanentes. Dans cette théorie, la MCT est une sous-partie de la MT et concerne l'information maintenue en surface et donc directement accessible à la conscience. Selon Engle et ses collaborateurs (1992), la capacité d'activation en MLT est limitée, ce qui reflète la capacité limitée observée en MT. Pour eux, les différences interindividuelles au niveau de la capacité de la MT sont liées aux différences au niveau de la « quantité » d'activation en MLT. Dans un article publié en 1994, Conway et Engle empruntent à William James (1890) les termes « mémoire primaire » (*primary memory*) et « mémoire secondaire » (*secondary memory)* pour distinguer respectivement la partie active de la MLT de la partie inactive. Ces notions de mémoire primaire et de mémoire secondaire seront reprises dans des publications ultérieures. Ainsi, en 2006, Unsworth et Engle décrivent la MT comme une partie des unités actives de la MLT. Certaines de ces unités sont hautement activées et se présentent alors dans

la mémoire dite primaire. La mémoire primaire sert alors à maintenir un certain nombre limité de représentations actives pour un traitement en cours. Selon les auteurs, le nombre d'items pouvant être maintenu en mémoire primaire se limite en général à quatre. Quand un plus grand nombre d'items entrent en jeu, certains seront déplacés en mémoire secondaire. Le déplacement des items en mémoire secondaire est dû soit à l'entrée en mémoire primaire de nouveaux items soit au désengagement de l'attention des items maintenus. Les items déplacés devront alors être rappelés de la mémoire secondaire. Ce rappel est généralement moins efficace que le rappel des items maintenus en mémoire primaire et cela parce qu'il est sujet à l'interférence et qu'il nécessite l'intervention de stimuli qui servent à limiter le processus de recherche aux items pertinents. Il est à signaler que ces auteurs lient la différence entre les tâches d'empan simple et les tâches d'empan complexe à leur différence en terme de récupération en mémoire secondaire. Ainsi, les tâches d'empan complexe engendrent le déplacement de l'attention des items maintenus vers l'opération à réaliser, ce qui aboutit au déplacement des items de la mémoire primaire à la mémoire secondaire et cela même pour les séquences à deux items. En revanche, les tâches d'empan simple impliquent la récupération d'informations de la mémoire primaire et de la mémoire secondaire quand la mémoire primaire est surchargée. Donc, pour les tâches à empan simple, certains items seront récupérés de la mémoire primaire, ce qui n'est pas le cas pour les tâches à empan complexe. Les auteurs s'appuient sur ces données pour tenter d'expliquer la supériorité des corrélations observées dans certaines études entre les habiletés cognitives – impliquant la récupération de la mémoire secondaire – et les performances aux tâches d'empan complexe par rapport aux corrélations avec les performances aux tâches d'empan simple. Leurs résultats révèlent effectivement un effet de longueur des séquences dans les tâches d'empan pour les corrélations « tâches d'empan simple – habiletés cognitives fluides » mais pas pour les corrélations « tâches d'empan complexe – habiletés cognitives fluides ». A partir de ces résultats, Unsworth & Engle (2006) avancent que les épreuves d'empan simple et d'empan complexe ne devraient pas être étiquetées simplement comme épreuves de MCT et de MT respectivement. Ils considèrent que ces épreuves impliquent un certain nombre de processus dont certains sont communs et d'autres uniques.

Les modèles que nous avons exposés jusque là ne constituent que quelques exemples de la pluralité des conceptions de MT déjà avancées. Ces modèles représentent des conceptions d'une MT plutôt générale, étendue à l'ensemble des tâches cognitives.

Cependant, certains auteurs ont établi des modèles de la MT et les ont appliqués à des domaines cognitifs spécifiques. Par la suite, nous allons présenter un de ces modèles, le modèle de Just et Carpenter (1992) qui tente de rendre compte des traitements mis en œuvre dans la compréhension du langage.

5- Le modèle de Just et Carpenter (1992)

Ce modèle a pour but de rendre compte de la manière dont la MT contraint la compréhension du langage. La conception de la MT de ces auteurs se base aussi sur la notion d'activation. En effet, selon ce modèle, l'activation en MLT serait à la base des mécanismes de stockage mais aussi des mécanismes de traitement en MT. Par suite, la capacité de la MT correspond à la somme maximale d'activation disponible pour assurer ces fonctions et, selon Just et Carpenter, cette somme varierait d'un individu à l'autre, ce qui expliquerait les différences interindividuelles en compréhension du langage. Ces différences interindividuelles au niveau de la capacité de la MT impliquée dans le langage peuvent engendrer des différences quantitatives et qualitatives en compréhension. Ainsi, par exemple, une capacité de MT plus importante permet de mieux traiter les ambiguïtés syntaxiques et cela grâce à la possibilité de maintenir plusieurs interprétations en MT. Ces auteurs parlent aussi de seuil d'activation. Ainsi, pendant la compréhension du langage, des niveaux d'activation correspondent aux différents éléments représentationnels et ce n'est qu'à partir d'un certain seuil d'activation que ces éléments se retrouvent en MT et qu'ils deviennent disponibles pour le traitement. Ce modèle comprend une MLT où sont maintenues les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales ainsi qu'une MT à capacité limitée et dont la capacité contraint directement les opérations liées aux processus de compréhension du langage. Il est à signaler que ce modèle a été critiqué par plusieurs auteurs comme par exemple Waters et Caplan (1996b) qui s'opposent à l'idée d'un pôle unique de MT impliqué dans le langage. En fait, ces auteurs proposent qu'il existe deux pôles de ressources différents qui sous-tendent le langage : l'un serait impliqué dans le traitement *online* du langage alors que le second serait responsable du traitement verbal conscient, explicite et contrôlé.

Toutes ces conceptions ont été élaborées pour tenter de mieux comprendre la MT. En général, ces études concernent le fonctionnement cognitif des adultes. Dans la partie qui suit, nous allons nous intéresser au développement de la MT.

IV. Le Développement de la MT

Dans cette partie, nous présenterons des données provenant des études développementales de la MT. Nous commencerons par exposer les applications du modèle de Baddeley au niveau développemental pour ensuite passer à d'autres modèles et conceptions du développement de la MT. Nous terminerons cette partie par une brève présentation des facteurs qui favorisent le développement de la MT.

1- Le modèle de Baddeley appliqué au développement

Comme nous l'avons déjà sous-entendu, le modèle de Baddeley a été élaboré pour rendre compte de la MT chez les adultes. Les premières hypothèses concernant l'application de la MT au niveau développemental ont été avancées par Baddeley lui-même en 1986. Ainsi, il a tenté de voir comment son modèle pouvait rendre compte de l'augmentation de l'empan mnémonique au cours du développement. Pour cela, il s'est appuyé sur les données de Nicolson (1981) qui a tenté d'expliquer l'augmentation de l'empan mnémonique en termes de vitesse d'articulation. En fait, Nicolson avait relevé un lien entre l'âge et la vitesse d'articulation mais aussi entre l'âge, la vitesse d'articulation et l'empan mnémonique. Baddeley a donc essayé, en se basant entre autres sur ces résultats, d'expliquer le développement de l'empan mnémonique en termes de changements - d'ordre qualitatif et quantitatif - survenant au niveau de la boucle phonologique. Ce n'est qu'en 1993, que Gathercole et Baddeley ont précisé ces données. En effet, ils ont évoqué un changement dans la nature de l'augmentation de l'empan à l'âge de six ans. Ainsi, avant cet âge, le développement de l'empan serait d'ordre strictement quantitatif alors que, après six ans, il serait aussi lié à des changements d'ordre qualitatif : utilisation de stratégies et développement du recodage phonologique. Gathercole et Baddeley (1993) ont continué à souligner l'importance de la vitesse d'articulation à laquelle ils ont même accordé une valeur prédictive pour le développement de la mémoire verbale.

En 2004, Gathercole, Pickering, Ambridge et Wearing ont réalisé une étude pour évaluer la validité du modèle tripartite de Baddeley chez les enfants et les adolescents. La structure et la capacité de la MT a été étudiée chez des sujets âgés de quatre à quinze ans. Leurs résultats montrent que la capacité de chaque sous-système de la MT augmente progressivement et linéairement pendant les années d'enfance et d'adolescence. De plus, l'organisation structurale du modèle semble être en place au moins à partir de six ans et reste

stable durant l'enfance et l'adolescence[1]. Comme pour les adultes et en accord avec les résultats d'études développementales antérieures (ex. Jarvis & Gathercole, 2003), cette étude a révélé une association significative entre l'administrateur central – évalué avec des épreuves verbales - et chacun des deux systèmes esclaves qui semblent être, quant à eux, indépendants l'un de l'autre. Une étude réalisée par Pross, Gaonac'h et Gaux (2008) avec des enfants de 8 et 10 ans a montré une augmentation avec l'âge des relations entre chacun des systèmes esclaves et les épreuves qui leur correspondent au niveau exécutif (même type de matériel, verbal ou visuo-spatial). Les auteurs posent deux hypothèses pour tenter de rendre compte de cette augmentation : la première concerne l'amélioration du contrôle exécutif sur les systèmes esclaves et la seconde va dans le sens de l'effet du développement des traitements spécifiques sur l'efficience de l'administrateur central. Selon les auteurs, ces deux hypothèses ne sont pas incompatibles. Cette même étude a montré une diminution avec l'âge des relations entre les systèmes esclaves que les auteurs interprètent comme une possible spécialisation progressive de ces systèmes. En fait, ces auteurs parlent d'une spécialisation progressive des systèmes esclaves et ils avancent que le fonctionnement du centre exécutif dépendrait de cette spécialisation. Ainsi, au cours du développement, les enfants maîtrisent progressivement les traitements spécifiques liés aux systèmes esclaves et peuvent par suite bénéficier plus des traitements exécutifs. Il est à signaler qu'une étude réalisée par Gathercole et Pickering (2000) a montré que, contrairement à la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial n'est pas dissociable de l'administrateur central chez des enfants âgés de 6 et 7 ans (résultats obtenus aussi avec des adultes par Miyake & al., 2001 ; Shah & Miyake, 1996). En effet, dans l'étude de Gathercole et Pickering (2000), les différentes mesures du calepin visuo-spatial n'étaient pas fortement corrélées. De plus, elles étaient plus fortement liées aux mesures de l'administrateur central. Les auteurs posent deux hypothèses pour tenter d'expliquer ces résultats : la première postule une certaine médiation de l'administrateur central dans les performances aux épreuves visuo-spatiales alors que la seconde avance la possibilité de la non maturation du calepin visuo-spatial à l'âge de 6-7 ans, d'où sa dépendance de l'administrateur central à cet âge. De même, une étude réalisée par Alloway, Gathercole et Pickering (2006) a révélé des liens plus étroits entre la MCT visuo-spatiale et le système de MT qu'entre la

[1] Résultats obtenus à travers des analyses factorielles confirmatoires. Toutefois, la corrélation entre les facteurs correspondant à la boucle phonologique et à l'administrateur central respectivement était très élevée (r = .80 en moyenne) rendant ainsi critiquable la présumée séparabilité de ces deux composants (cf. Swanson, 2008).

MCT verbale et le système de MT chez les enfants âgés de 4 à 6 ans[2]. Les auteurs expliquent ces associations en avançant l'hypothèse de l'implication de ressources relatives à l'administrateur central dans les performances des enfants aux tâches de MCT visuo-spatiale. Ces résultats évoquant des liens plus étroits entre l'administrateur central et le calepin visuo-spatial par comparaison aux liens entre l'administrateur central et la boucle phonologique ont été obtenus aussi avec des enfants plus âgés (8 et 10 ans) dans l'étude de Pross et ses collaborateurs (2008 ; voir aussi Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliot, 2009 ; Gathercole & al., 2004).

En 2006, Alloway, Gathercole et Pickering publient un article sur une étude concernant des enfants de 4 à 11 ans avec qui ils ont utilisé des épreuves verbales et visuo-spatiales de MCT (boucle phonologique et calepin visuo-spatial) ainsi que des épreuves verbales et visuo-spatiales évaluant la MT (administrateur central). Des analyses factorielles confirmatoires ont été utilisées pour comparer différents modèles hypothétiques : un modèle à deux composantes spécifiques distinguant mémoire visuo-spatiale et mémoire verbale ; un modèle à deux composantes distinguant MCT et MT, indépendamment de la nature de l'information ; un modèle comprenant quatre composantes correspondant à une MCT verbale, une MCT visuo-spatiale, une MT verbale et une MT visuo-spatiale ; et, enfin, un modèle correspondant au modèle de Baddeley. Les résultats de cette étude précisent et développent les données précédemment obtenues par Gathercole & al. (2004) et montrent que le modèle tripartite comprenant un système non spécifique de traitement et deux systèmes spécifiques de stockage (verbal et visuo-spatial) rend le mieux compte des données. De plus, ce modèle serait en place dès l'âge de quatre ans. Ce schéma distinguant un composant de traitement non spécifique à un domaine particulier et deux systèmes de stockage spécifiques a été retrouvé aussi par d'autres auteurs chez des enfants de 8 et 9 ans (Bayliss & al., 2003). Il est à signaler cependant qu'une étude réalisée par Bayliss et ses collaborateurs en 2005(a) avec des enfants de 6, 8 et 9 ans n'a pas abouti aux mêmes résultats. En effet, un seul composant de stockage regroupant les domaines visuel et verbal a été obtenu dans cette étude. De plus, en ce qui concerne la MT, des études antérieures à celle de Gathercole et ses collaborateurs (2006) et concernant des enfants âgés de 11 et 14 ans (Jarvis & Gathercole, 2003) et des adultes (Kane & al., 2004) ont révélé une dissociation entre MT verbale et MT visuelle. De même, l'étude effectuée par Pross et ses collaborateurs (2008) a révélé un effet du type du matériel au niveau

[2] Les termes de MCT et de MT ont été employés dans cet article pour distinguer respectivement les systèmes de stockage et le (ou les) système impliquant un certain traitement.

des performances aux épreuves d'empan complexe chez des enfants de 8 et de 10 ans. En effet, les performances aux épreuves impliquant un matériel verbal était meilleures que celles concernant les épreuves à matériel visuo-spatial. Cependant, cet effet du matériel n'a pas été observé pour la totalité des épreuves exécutives utilisées dans l'étude. Les auteurs parlent d'une « influence conjointe » de la nature du matériel (verbal ou visuo-spatial) et du type de traitement exécutif (mise à jour, alternance, inhibition, stockage et traitement) sur les performances des sujets. Ainsi, par exemple, de meilleures performances pour le matériel verbal ont été observées dans les épreuves d'empan complexe et dans l'épreuve de mise à jour mais pas dans l'épreuve d'inhibition. Il est à signaler que Hutton et Towse (2001) posent l'hypothèse selon laquelle, chez les enfants et contrairement aux adultes, la MCT et la MT seraient, au moins dans certaines circonstances, équivalentes. Leur étude réalisée avec des enfants âgés de 8 et 11 ans montre que la MCT et la MT sont similaires en terme d'indices des habiletés cognitives générales (habiletés en lecture, en raisonnement et habiletés numériques). Leurs résultats révèlent aussi que les épreuves évaluant ces deux habiletés contribuent à un même facteur (analyse factorielle à composantes principales). De plus, ni la possibilité d'utiliser la répétition subvocale ni la complexité de la tâche n'ont pu rendre compte des différences entre les épreuves de MCT et de MT utilisées. Ces résultats suggèrent que la MCT et la MT partagent un même système. De même, Cowan et ses collaborateurs (2003) ont eu des résultats similaires montrant que le temps de réponse dans les épreuves d'empan ne permet pas de différencier la MCT et la MT et que l'empan de MCT ne constitue pas nécessairement un moins bon prédicteur des performances à des tâches scolaires et intellectuelles que l'empan de MT. Notons que les groupes d'enfants impliqués dans cette étude ont des moyennes d'âge qui varient entre 8 et 11 ans. Ainsi, ces deux dernières études ne soutiennent pas le postulat selon lequel la structure de la MT chez l'enfant est identique à celle de l'adulte.

Pour ce qui est du nouveau composant ajouté au modèle en 2000 par Baddeley, une étude réalisée par Alloway, Gathercole, Willis et Adams (2004) a révélé l'existence d'une structure incluant un *buffer* épisodique chez des enfants âgés de 4 à 6 ans. Cette structure s'est révélée distincte mais corrélée significativement avec la boucle phonologique et l'administrateur central. Pour plus de précisions, nous allons maintenant examiner de plus près le développement de chacun des composants du modèle de Baddeley.

Le développement de la boucle phonologique

Le développement de la boucle phonologique a été étudié au niveau quantitatif et au niveau qualitatif. Ainsi, au niveau quantitatif, le développement de la capacité de la boucle phonologique a été évalué surtout à travers la mesure de l'empan mnémonique et cela a révélé une augmentation de cette mesure avec l'âge (Cowan, Nugent, Elliott, Ponomarev & Saults, 1999 ; Gathercole, 1995, 1999 ; Woodworth et Schlosberg, 1964). En effet, malgré les différences interindividuelles plus ou moins importantes, la moyenne de l'empan mnésique est de deux items à deux ans et demi ; cette moyenne augmente ensuite progressivement pour devenir de six items à dix ans. Au niveau qualitatif, l'amélioration avec l'âge de la capacité de rédintégration – utilisation des connaissances en MLT pour faciliter le rappel (Baddeley, 2007) – a été relevée par plusieurs auteurs (Gathercole, 1999 ; Turner, Henry et Smith, 2000). Ainsi, Turner et ses collaborateurs (2000) ont montré que l'effet de familiarité existe chez des enfants de dix ans mais pas chez des enfants de cinq ans. De plus, une étude explorant les fonctions associées à la boucle phonologique (Gathercole & Hitch, 1993) a montré que, avant l'âge de sept ans, la boucle phonologique est réduite au stock phonologique. En effet, avant cet âge, il n'y a aucun signe de répétition subvocale spontanée et l'augmentation significative de la capacité de la MCT à partir de l'âge de sept ans semble être due, en partie, à l'accélération du rythme de la répétition subvocale qui devient plus efficiente avec l'âge, ce qui permet au sujet de maintenir plus d'informations dans la boucle phonologique (Hulme, Thomson, Muir, & Lawrence, 1984). Il est à signaler que tous les auteurs ne s'accordent pas sur l'âge de l'émergence de la répétition subvocale. En effet, l'âge du début de l'utilisation de cette stratégie varie selon les études et peut passer de 4-5 ans (Hulme, Thomson, Muir & Lawrence, 1984 ; McGilly & Siegler, 1989) à 10 ans (Flavell, Beach & Chinsky, 1966). Cependant, dans la majorité des études, il se situe aux alentours de 7-8 ans et l'utilisation de la répétition subvocale chez les enfants plus jeunes reste controversée (Henry & al., 2000 ; Monnier & Ejarque, 2008 ; Yuzawa, 2001).

Concernant l'information visuelle qui peut être recodée verbalement, les enfants âgés de plus de sept ans tendent à recoder l'information visuelle en utilisant le système de récapitulation articulatoire, ce qui leur permet d'utiliser la boucle phonologique comme support pour le stockage (Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday, Shaafstal & Schraagen, 1988). En revanche, les enfants de moins de 7 ans semblent s'appuyer sur le calepin visuo-spatial pour retenir ce type d'information (Gathercole & al., 2004). Il est à signaler que, selon certains auteurs (ex : Hitch & al., 1989), le système de répétition articulatoire se développe plus tôt

pour le matériel verbal que pour le matériel visuel qui peut être recodé verbalement et cela peut être dû à l'accès automatique à la répétition subvocale du matériel verbal alors que l'accès du matériel visuel reste optionnel (Kemps & al., 2000). L'âge d'acquisition du recodage verbal de l'information visuelle peut varier selon les auteurs et il correspond en général à l'âge de 7 ou de 8 ans.

Le développement du calepin-visuo-spatial

Comme pour la boucle phonologique, des changements quantitatifs et qualitatifs du calepin visuo-spatial au cours du développement ont été mis en évidence. Au niveau quantitatif, une augmentation de l'empan dans des tâches visuo-spatiales a été relevée (Agostini, Kremin, Curt & Dellatolas, 1996). Hitch, Halliday, Dodd et Littler (1989) parlent d'une augmentation progressive entre l'âge de 4 et de 11 ans et, selon, Wilson, Scott et Power (1987), l'empan arrive à son niveau adulte vers l'âge de 11 ans. Au niveau qualitatif, un des changements mis en évidence est celui de la mise en place du recodage phonologique de l'information visuelle. Comme nous l'avons déjà signalé, ce recodage permet à l'information d'être maintenue dans le stock phonologique mais aussi d'être rafraîchie grâce à la répétition subvocale (Henry, Turner, Smith & Leather, 2000 ; Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday, Shaafstal & Schraagen, 1988). Ainsi, dans une étude faite par Gillet, Hommet et Billard (2000), les auteurs défendent l'hypothèse selon laquelle les enfants âgés de moins de six ans retiennent les images sous forme visuelle à l'aide du calepin visuo-spatial. En effet, avant cet âge et lors de tâches impliquant des images, les enfants ne sont sensibles ni à l'effet de similarité phonologique ni à l'effet de longueur de mots qui, quant à lui, n'apparaît que vers l'âge de huit ans. Ces résultats révèlent qu'il n'y a pas de recodage phonologique chez les jeunes enfants alors qu'il est mis en évidence chez les plus âgés. Il est à noter que certains auteurs considèrent que l'effet de longueur des mots n'est pas nécessairement un indice de la répétition subvocale chez l'enfant. Ainsi, Henry et ses collaborateurs (2000) et Monnier et Ejarque (2008) postulent que l'effet de longueur des mots chez l'enfant pourrait intervenir au moment de la production de la réponse alors que, selon Yuzawa (2001), l'effet de longueur de mots trouve son origine en partie au moment de la présentation des items (pour une revue, voir Monnier & Ejarque, 2008). Des résultats similaires à ceux de Gillet et ces collaborateurs (2000) ont été obtenus par Kemps et ses collaborateurs (2000) avec des enfants âgés de 5, 6, 8 et 9 ans. Ainsi, ces auteurs montrent un effet significatif de suppression articulatoire chez les sujets plus âgés (8-9 ans) mais pas chez les plus jeunes (5-6 ans), et cela face à une tâche visuo-spatiale qui peut être l'objet de recodage verbal (*M. Cacahuète*, Case, 1985). Il est à

signaler cependant que cette étude a montré que les enfants de 6 ans n'utilisent pas exclusivement le stockage visuel. Ainsi, la suppression articulatoire présente un faible effet (non significatif) sur les performances des sujets, montrant qu'au moins une partie des enfants utilise le recodage verbal. Les auteurs postulent que les jeunes enfants peuvent utiliser le recodage verbal mais que celui-ci ne devient spontané que chez les enfants de 8-9 ans ou même plus. Il est à noter toutefois que dans une étude réalisée par de Ribaupierre, Lecerf et Bailleux (2000) et impliquant la même épreuve (*M. Cacahuète*) et le même paradigme (suppression articulatoire), les résultats montrent un usage exclusif du codage visuo-spatial chez des enfants de 8 et 10 ans alors que l'effet de suppression articulatoire est observé chez les adultes participant à l'étude. Les auteurs tentent d'expliquer ces divergences par rapport à l'étude de Kemps & al. (2000) en terme de différence méthodologique (pour une revue, voir de Ribaupierre & al., 2000). De plus, De Ribaupierre et Bailleux (2000) suggèrent l'existence de différences interindividuelles qui s'expriment par des préférences pour un type d'encodage particulier. Notons que Palmer (2000) a avancé des données révélant l'utilisation d'un double codage simultané (visuel et verbal) chez les enfants de 6-7 ans. Il est à noter que l'augmentation de la capacité à retenir les informations visuo-spatiales qui ne peuvent pas être recodée sous forme phonologique n'est toujours pas expliquée (Pickering & al., 2001). En effet, cette augmentation peut être due à une simple augmentation de la capacité du calepin visuo-spatial ou plutôt à une amélioration stratégique due à l'effet des connaissances en MLT (Halliday & al. 1990 ; Logie & Pearson, 1997).

Le développement du buffer épisodique

Vu que ce composant a été récemment ajouté au modèle de Baddeley (Baddeley, 2000), les études explorant son développement demeurent rares. Cependant, les résultats d'une étude faite par Alloway, Gathercole, Willis et Adams (2004) ont poussé ces auteurs à conclure qu'il existerait une structure incluant un *buffer* épisodique distinct de la boucle phonologique et de l'administrateur central et cela dès la jeune enfance (4-6 ans).

Le développement de l'administrateur central

En général, les études qui concernent l'administrateur central donc le système de contrôle en MT se rapportent soit à la psychologie cognitive soit à la neuropsychologie. Alors qu'en psychologie cognitive on parle de *processus de contrôle*, la dénomination employée en neuropsychologie est celle de *fonctions exécutives*. Il est à signaler que le concept des *fonctions exécutives* demeure très vaste. Ainsi, selon Van der Linden et ses collaborateurs

(2000), ce concept reflète un ensemble de processus dont le but serait de favoriser l'adaptation à des situations nouvelles. Ces processus interviendraient lorsque les habiletés cognitives ou les routines d'actions déjà apprises ne suffisent pas. Bien que ces deux domaines d'études diffèrent surtout au niveau des objectifs théoriques et de la méthodologie, ils ne sont pas pour autant dissociés. En effet, la psychologie cognitive a longtemps apporté des cadres théoriques à la neuropsychologie qui, à son tour, a fourni des arguments à certaines conceptions de psychologie cognitive. Ainsi, dans une étude réalisée par Luciana et Nelson (1998) concernant les fonctions exécutives de la MT (tâches non verbales), les auteurs montrent une amélioration générale des performances avec l'âge ainsi que l'apparition de deux pics entre quatre et cinq ans et après huit ans. Les auteurs associent cette amélioration surtout à la maturation du cortex préfrontal. D'après cette étude, les enfants de quatre ans présentent de moins bonnes performances que les enfants de cinq à sept ans. De plus, les enfants de huit ans présentent de meilleures performances que les plus jeunes au niveau de la résolution de problèmes complexes mais restent moins performants que les adultes. Selon Hale, Bronik et Fry (1997), certaines fonctions exécutives n'arrivent pas à maturité avant l'âge de dix ans. Ils expliquent cela par le fait que, jusqu'à huit ans, une interférence est relevée entre des tâches appartenant à des domaines différents (verbal et visuo-spatial) et que ce n'est qu'à partir de dix ans que cette interférence s'estompe. Notons qu'une étude réalisée par Conlin, Gathercole et Adams (2005) ne révèle pas de changement développemental qualitatif au niveau des traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe et cela chez des enfants de sept et neuf ans. Une étude faite par Gathercole et ses collaborateurs (2004) a révélé une augmentation linéaire des performances à des tâches évaluant l'administrateur central et cela entre quatre et quinze ans. Il est à signaler que les épreuves utilisées dans cette étude consistent en des tâches d'empan verbal complexe et sont donc soutenues à la fois par l'administrateur central et par la boucle phonologique : le premier système est responsable du traitement de l'information alors que le second s'occupe du stockage (Baddeley & Logie, 1999). L'augmentation de la capacité de l'administrateur central avec l'âge a été soutenue par les résultats d'autres recherches comme celle de Pross, Gaonac'h et Gaux (2008) réalisée avec des enfants de 8 et 10 ans (élèves en CE1 et en CM2). Les épreuves utilisées dans cette étude concernaient les deux modalités visuelle et auditive et les différentes fonctions de l'administrateur central (l'inhibition, la mise à jour et l'alternance). Ainsi, les performances aux différentes épreuves augmentent avec l'âge en général, à l'exception des performances à l'épreuve verbale de mise à jour et à l'épreuve non

verbale d'alternance. Il est à signaler que les résultats de cette étude soutiennent l'hypothèse selon laquelle l'administrateur central n'est pas unitaire mais plutôt multidimensionnel.

Les données présentées ci-dessus émanent d'études réalisées dans le cadre du modèle de Baddeley. Dans les paragraphes suivants, nous présenterons d'autres conceptions concernant le développement de la MT.

2- La théorie des opérateurs constructifs de Pascual-Leone (1970)

La théorie de Pascual-Leone tente de rendre compte des changements survenant au niveau du traitement de l'information au cours du développement. Il s'agit d'une théorie néo-piagétienne qui fait partie des théories d'activation. Elle distingue deux composantes : le système subjectif et le système métaconstructif.

Le système subjectif correspond à un répertoire de schèmes symboliques liés à l'expérience du sujet. Un schème est défini comme « un système fonctionnel ou comme une unité élémentaire de traitement de l'information et de stockage à long terme » (Sévino, 1998, p.79). Les schèmes peuvent être transférés d'une situation à l'autre grâce à l'assimilation. Au niveau du contenu, il existerait trois types de schèmes : les schèmes affectifs, les schèmes personnels et les schèmes cognitifs. Les schèmes cognitifs comprennent deux catégories : les schèmes figuratifs qui assurent une représentation des états cognitifs et les schèmes opératifs responsables de la transformation d'un schème figuratif ou état mental en un autre, ce qui permet donc de produire de nouveaux contenus mentaux. Il existe aussi des schèmes dits exécutifs qui constituent une subdivision des schèmes opératifs et qui présentent une fonction de contrôle des opérations de passage d'un état figuratif à l'autre. Ces schèmes exécutifs jouent un rôle au niveau de l'activation des schèmes figuratifs et opératifs dans une situation particulière.

Le système métaconstructif est composé d'un ensemble d'opérateurs dits silencieux parce que leur manifestation au niveau de la performance est indirecte et passe par les effets qu'ils produisent sur les schèmes. Ces opérateurs silencieux correspondent aux éléments de base du fonctionnement cognitifs et ils sont liés aux contraintes neurobiologiques de l'organisme du sujet. Ils ont pour fonction l'activation des schèmes du système subjectif – affectifs, personnels et cognitifs – ainsi que leur synthèse en « super-schèmes » (schèmes de réalisation

de problèmes). Ainsi, pour Pascual-Leone, la MT consiste en un ensemble de schèmes fortement activés qui participent à l'accomplissement d'une tâche donnée.

Nous allons maintenant décrire un des opérateurs silencieux auquel Pascual-Leone accorde une importance particulière dans sa théorie du développement cognitif. Il s'agit de *l'opérateur M* appelé aussi *espace M* (espace Mental) de traitement. Cet opérateur est responsable de l'activation de certains schèmes qui ne sont pas automatiquement activés par l'*input* alors qu'ils sont pertinents pour la résolution d'un certain problème. Au cours de la réalisation d'une tâche, l'espace M de traitement – qui présente une valeur quantitative – est partagé entre les schèmes figuratifs et les schèmes opératifs adéquats et cela sous le contrôle des schèmes exécutifs. Cet espace M de traitement correspond au nombre maximal de *chunks* d'informations ou de schèmes qui peuvent être activés au cours d'une même opération mentale réalisée. La capacité de l'opérateur M est limitée et elle augmente avec l'âge tout en respectant les différents stades piagétiens du développement. Ainsi, certains auteurs (Johnson, Fabian & Pascual-Leone, 1989 ; Morra, Moizo & Scopesi, 1988) ont suggéré que la capacité de cet opérateur augmente d'une unité informationnelle tous les deux ans et passe par suite d'une unité à l'âge de trois ans à sa capacité adulte de sept unités à l'âge de quinze ans. De plus, selon certains auteurs néo-piagétiens, l'augmentation de la capacité de l'opérateur M joue un rôle au niveau du développement de certaines habilités cognitives telle que le langage ou les performances motrices (Johnson & al., 1989 ; Todor, 1979).

Il est à signaler que certains auteurs ont parlé de convergence (de Ribaupierre & Bailleux, 1994, 2000) entre la théorie de Pascual-Leone et le modèle de Baddeley. Kemps, De Rammelaere et Desmet (2000) ont même parlé de complémentarité. Cependant, Baddeley et Hitch (2000) eux-mêmes se sont montrés réticents à ces associations qu'ils ont qualifiées de prématurées. De même, Pascual-Leone (2000) a tenté de montrer que sa théorie des opérateurs constructifs permet à elle seule d'expliquer les données recueillies par Kemps et al. (2000) et cela sans besoin de recourir à la théorie de MT de Baddeley. Notons que le modèle de Pascual-Leone est très complexe, qu'il ne rend pas compte de la MT visuo-spatiale et qu'il ne présente pas de liens avec les données de neuropsychologie (Baddeley & Hitch, 2000).

3- La théorie de Case (1978, 1982, 1985)

La conception de Case de la MT est aussi une théorie néo-piagétienne. Selon cet auteur, la MT correspond à un système à capacité limitée, responsable du stockage temporaire

et du traitement de l'information. La capacité totale de ce système (appelé par Case *Total Processing Space - TPS*) reste constante au cours du développement et elle est partagée entre deux fonctions ou « espaces » : celui du stockage (*Short Term Storage Space - STSS*) et celui du traitement (*Operating Space - OS*). Ainsi, si l'information à maintenir en mémoire est importante il reste peu de place pour le traitement et vice versa. En bref, *TPS = OS + STSS*. Selon Case, l'amélioration des performances au cours du développement n'est pas due à une augmentation de la capacité de la MT mais plutôt à une amélioration de son efficience. Il suggère que le développement cognitif s'accompagne de l'utilisation de stratégies de plus en plus complexes. Ainsi, selon Case, l'augmentation de la capacité *mesurée* de la MT avec l'âge est due à une diminution des capacités mobilisées pour l'exécution des opérations nécessaires à la réalisation d'une tâche donnée. En effet, lors de la réalisation d'une tâche donnée, une automatisation des opérations – liée à la maturation et à l'acquisition d'une certaine expérience – permet de diminuer le coût du traitement ainsi que les besoins en contrôle attentionnel et, par suite, le nombre d'items pris en compte par le sujet peut augmenter. En d'autres termes, le développement de la MT ne serait pas d'ordre structural mais plutôt d'ordre fonctionnel et il serait lié au développement des stratégies cognitives. Case parle de différents stades qui se succèdent au cours du développement : le stade sensori-moteur entre 0 et 18 mois, le stade relationnel entre 18 mois et 4 ans, le stade dimensionnel entre 4 et 10 ans et le stade vectoriel au-delà de 10-11 ans. Nous allons développer le stade dimensionnel qui nous intéresse ici particulièrement et cela en se basant sur un exemple décrit par Case : l'exemple de la conservation des liquides. Selon Case, des changements au niveau des stratégies utilisées sont observables entre 4 et 10 ans. Ainsi, lors de la tâche de conservation des liquides, les enfants de 4 à 6 ans utilisent une stratégie à coordination unifocale : ils prennent en considération une seule unité nouvelle à la fois comme par exemple la différence perçue au niveau de la hauteur du liquide dans les verres. Entre 7 et 8 ans, les enfants passent à une stratégie à coordination bifocale et prennent donc en compte deux unités nouvelles à la fois comme la différence perçue au niveau de la hauteur du liquide mais aussi la différence perçue au niveau de la largeur des verres. Vers 9-10 ans, les enfants utilisent une stratégie plus élaborée. Ils arrivent à contrôler deux unités ou plus et à les combiner en structures fonctionnelles. Ainsi, ils ne se limitent plus aux caractéristiques perceptives et peuvent prendre en compte une opération de transvasement des liquides : si les liquides sont initialement équivalents, une opération de transvasement ne change pas leur volume et donc, après le transvasement, il y a toujours équivalence.

4- Les facteurs favorisant le développement de la MT

A part la maturation cérébrale invoquée en neuropsychologie, différents facteurs pouvant influencer le développement de la MT ont été avancés en psychologie cognitive. De plus, selon Gaonac'h et Larigauderie (2000), parler simplement de l'augmentation d'une « capacité » de MT ne constitue pas une explication au développement de la MT. Nous allons par la suite présenter brièvement quelques facteurs pouvant rendre compte du développement de la MT ou des différences interindividuelles aux tâches l'évaluant. Il s'agit des stratégies cognitives, de la vitesse de traitement général, du rôle de la répétition mentale et de la vitesse d'articulation, de la vitesse d'identification des stimuli, de l'influence des connaissances en MLT ainsi que de l'efficacité du traitement et de la capacité de stockage.

Les stratégies cognitives

Certains auteurs invoquent le développement des stratégies cognitives pour expliquer l'augmentation de la capacité *mesurée* de la MT. Ainsi, comme nous l'avons déjà vu, Case (1978, 1985) suggère que les stratégies cognitives se complexifient avec l'âge permettant aux capacités mobilisées pour l'exécution des opérations nécessaires à la réalisation d'une tâche donnée de diminuer, ce qui permet à la capacité *mesurée* de la MT d'augmenter. Il est à signaler que cette théorie des ressources partagées entre stockage et traitement a été critiquée par certains auteurs. Ainsi, par exemple, Conlin, Gathercole et Adams (2005) ont montré que la difficulté d'une tâche d'empan complexe – opérations arithmétiques impliquant des nombres à un *vs* deux chiffres puis mémorisation des résultats – n'a pas d'effet sur les performances d'enfants de sept et neuf ans quand le temps de la tâche est maintenu constant. Ceci ne peut être expliqué par la théorie des ressources partagées (voir aussi, Towse & Hitch, 1995 ; Barrouillet & Camos, 2001).

La vitesse générale de traitement et l'implication des ressources attentionnelles

L'hypothèse de l'augmentation de la vitesse générale de traitement, comme celle du développement des stratégies cognitives, a d'abord été introduite dans le cadre des théories des ressources partagées. Selon cette hypothèse, l'augmentation de la vitesse de traitement avec l'âge permet de libérer des ressources pour le stockage (Case & al., 1982). Cependant, selon Towse & al. (1998 ; 2000), ce n'est pas la vitesse de traitement qui est importante mais plutôt son effet sur le stockage. Ainsi, ils parlent d'alternance – et non de simultanéité – entre stockage et traitement. Par suite, si le temps de traitement est long, les informations stockées seront moins actives et devront être rafraîchies et, comme l'augmentation de ce temps de

traitement diminue les possibilités de rafraîchissement, cela peut aboutir à l'oubli de l'information. Barrouillet et ses collaborateurs (Barrouillet & al., 2004 ; Gavens & Barrouillet, 2004) expliquent plutôt l'effet du temps de traitement sur le stockage en termes de *déplacement de l'attention* entre traitement et rafraîchissement de l'information stockée. En effet, l'amélioration des ressources attentionnelles et l'augmentation de la vitesse et de l'efficacité du traitement avec l'âge permettent de réaliser des déplacements de l'attention plus fréquents et plus longs de la composante de traitement vers la composante de stockage. Cela aboutit à un meilleur rafraîchissement et à un meilleur maintien de l'information, donc à un meilleur empan. De même, Conlin et ses collaborateurs (2005) soutiennent l'idée selon laquelle les performances aux tâches d'empan complexe sont perturbées par les activités de traitement qui détournent les ressources attentionnelles du stockage. Notons que, selon Fry et Hale (1996), les variations développementales mais aussi interindividuelles de la vitesse de traitement ont une influence sur les performances d'empan complexe (pour une critique, voir Conway & al., 2002).

L'efficacité et la vitesse de traitement vs la capacité de stockage

Comme nous l'avons signalé dans le paragraphe précédent, certains auteurs évoquent l'implication de la vitesse et de l'efficacité du traitement dans les performances aux tâches d'empan complexe. Cependant, selon Bayliss et ses collaborateurs (2003 ; 2005a), les différences individuelles et développementales dans la capacité de stockage ont aussi une influence sur les performances dans ce type de tâches. En effet, dans leurs études, chacune des deux variables que constituent l'efficacité (Bayliss & al., 2003) – ou la vitesse de traitement (Bayliss & al., 2005a) – et la capacité de stockage présente une variance unique au niveau des performances des sujets. En d'autres termes, cela montre que chacune de ces variables constitue une contrainte indépendante pour les performances aux tâches d'empan complexe ainsi que pour le développement de ces performances (étude réalisée avec des enfants de 6, 8 et 9 ans). Les auteurs parlent de deux trajectoires développementales différentes pour le stockage d'une part et l'efficacité ou la vitesse de traitement d'autre part. De plus, dans l'étude de 2003, l'analyse des résidus – une fois la variance associée au traitement et au stockage est retirée – a montré une implication dans les tâches à composante de stockage verbale d'une habileté supplémentaire que les auteurs ont tenté d'expliquer en terme de coordination entre traitement et stockage. Il est à signaler que l'étude de Bayliss et ses collaborateurs (2003) a montré que l'efficacité de traitement présente une valeur prédictive

plus importante pour les performances aux épreuves d'empan complexe chez des enfants de 8-9 ans que chez les adultes. Cependant, cette efficacité de traitement constitue une contrainte significative pour les deux populations.

Le rôle de la répétition mentale et de la vitesse d'articulation

Comme nous l'avons précisé auparavant, Gathercole & Hitch (1993) ont montré que, avant l'âge de sept ans, la boucle phonologique est réduite au stock phonologique et qu'il n'y a aucun signe de répétition subvocale spontanée avant cet âge. De plus, certains auteurs ont associé l'augmentation significative de la capacité de la MCT à partir de l'âge de sept ans à l'accélération du rythme de la répétition subvocale qui devient plus efficiente avec l'âge (Hulme C., Thomson N., Muir C., & Lawrence A., 1984). Nicolson (1981) a observé que l'évolution de l'empan mnémonique au cours du développement est associée aux changements survenant au niveau de la vitesse d'articulation. Il suggère que l'accroissement de la vitesse d'articulation pourrait être à la base de cette augmentation de l'empan avec l'âge. L'explication du développement de la MT en termes d'accroissement de la vitesse d'articulation est soutenue par plusieurs auteurs (Hulme & Muir, 1985 ; Tehan & Lalor, 2000).

La vitesse d'identification des items

Certains auteurs postulent que l'augmentation de l'empan mnémonique au cours du développement est liée à l'accroissement de la vitesse d'identification des stimuli. Ainsi, par exemple, Dempster (1981) suggère que la vitesse avec laquelle les items sont identifiés est une source majeure de différences interindividuelles et développementales au niveau de l'empan mnémonique. De plus, Chi (1977) a montré que les performances des adultes dans des tâches de rappel deviennent équivalentes à celles d'enfants de cinq ans lorsqu'on réduit le temps d'exposition aux stimuli. L'importance de la vitesse d'identification des stimuli a aussi été soutenue par d'autres auteurs (voir Kurland & Goldberg, 1982). Cependant, ce n'est pas le cas de tous les chercheurs. Ainsi, Henry et Millar (1991), par exemple, ont montré que les différences d'empan ne disparaissent pas si on neutralise l'effet du temps d'identification en appariant des enfants de cinq et de sept ans en fonction de ce temps. Ces mêmes auteurs avancent en 1993 qu'on ne peut pas associer le développement de la MT à une cause unique.

L'influence des connaissances en MLT

L'implication de la MLT dans les tâches de MT a été postulée par plusieurs auteurs. Ainsi, Hulme, Maugham et Brown (1991) par exemple ont tenté de mettre en valeur la contribution de la MLT dans l'empan et cela à travers une expérience impliquant le rappel de mots et de pseudo-mots. Les résultats révèlent une différence entre les deux types de rappel, en faveur du rappel de mots, que les auteurs interprètent comme étant liée à l'implication de la MLT dans le rappel des mots. Roodenrys, Hulme et Brown (1993) ont comparé le rappel de mots et celui de pseudo-mots chez des enfants de 5-6 ans et des enfants de 9-11 ans. Leurs résultats rejoignent ceux de Hulme et ses collaborateurs (1991) concernant la contribution de la MLT dans le rappel de mots. De plus, vu les différences entre les deux tranches d'âge, les auteurs postulent que cette contribution est d'autant plus importante que les connaissances lexicales – ou les représentations lexicales en MLT – augmentent. Des résultats similaires ont été trouvé par Majerus et Van der Linden (2003) et Majerus (2000) avec des enfants âgés de 6 ans, de 8 ans, de 10 ans, de 13-16 ans ainsi qu'avec de jeunes adultes. De même, et comme nous l'avons déjà signalé, Turner et ses collaborateurs (2000) ont montré que l'effet de familiarité existe chez des enfants de dix ans mais pas chez des enfants de cinq ans, ce qui montre que la capacité de rédintégration augmente avec l'âge.

D'autres facteurs favorisant le développement de la MT ont été évoqués par certains auteurs comme la qualité de l'analyse perceptuelle, le rythme du déclin de l'information dans le stock phonologique, le rythme de la récupération de l'information, etc. (pour une revue, cf. Gathercole, 1999). Par souci d'économie, nous n'allons pas développer ces facteurs. Nous allons passer maintenant à l'évaluation de la MT.

V. L'Évaluation de la MT

Pour décrire les modalités d'évaluation de la MT, nous allons nous appuyer sur le modèle de Baddeley par souci de clarté et cela sachant que ce modèle a été à la base d'un grand nombre d'études sur la MT et sur son évaluation. Nous allons donc exposer succinctement les moyens d'évaluation des différents composants de ce modèle.

1- L'évaluation de la boucle phonologique

L'examen classique de la boucle phonologique s'appuie sur des épreuves d'empan. En effet, la réalisation de ces tâches peut impliquer les deux sous-composantes de la boucle

phonologique : le stock phonologique et le système de répétition subvocale. En général, les épreuves d'empan utilisées consistent en des tâches d'empan de chiffres, de lettres, de mots ou de non mots. Le principe de ces épreuves consiste à effectuer un rappel – sériel ou non – de séquences de plus en plus longues d'items. L'empan d'un sujet correspond alors à la quantité maximale d'informations dont un sujet peut se rappeler avec précision (Gathercole, 1999). L'empan de chiffres est une des épreuves les plus répandues. Elle figure dans plusieurs batteries adressées aux adultes mais aussi dans certaines batteries étalonnées auprès d'enfants (ex : WISC-IV, 2003 ou K-ABC, 1993). Selon Roodenrys et ses collaborateurs (1993), les épreuves d'empan de mots permettent d'évaluer d'une manière plus approfondie la MT et cela parce que le rappel de mots familiers semble être médiatisé par la MLT et que, en général, les tâches impliquant la MT nécessitent la récupération d'informations de la MLT. En revanche, Gathercole, Willis, Baddeley et Emslie (1994) ont élaboré une épreuve de répétition de non-mots qui permet, selon eux, d'avoir une mesure plus « pure » des capacités de la boucle phonologique parce qu'elle limite l'influence sur le rappel des représentations en MLT. Bowey (1997) précise cependant que les épreuves de répétition de non-mots évaluent, en plus de la boucle phonologique, la perception de la parole, la construction de représentations phonologiques, la segmentation des représentations phonologiques, l'assemblage des instructions articulatoires, l'articulation ainsi que les connaissances lexicales préalables dans le cas d'unités sublexicales familières. Il est à signaler qu'il existe des épreuves visant à limiter l'effet de la production verbale et notamment l'effet des difficultés phonologiques ou articulatoires de certains enfants. Ainsi, Gathercole et Pickering (2000) ont utilisé des épreuves de reconnaissances sérielles qui consistent à juger si deux listes d'items – mots ou non-mots – sont identiques ou différentes. Khomsi (2007) a élaboré une épreuve de rappel de mots par désignation manuelle. Notons que Lobley, Baddeley et Gathercole (2005) avancent que l'articulation présente une demande supplémentaire pour la boucle phonologique et qu'elle a donc une influence sur la performance (ce qui n'est pas le cas de la réponse manuelle).

Une évaluation plus approfondie de la boucle phonologique consiste à explorer séparément le stock phonologique et le système de répétition subvocale. En fait, comme nous l'avons vu ci-dessus, ces deux sous-systèmes de la boucle phonologique présentent un parcours développemental différent : le stock phonologique semble fonctionner à partir de trois ans alors que le système de répétition subvocale ne devient fonctionnel qu'aux alentours de sept ans (Thorn et Gathercole, 2001). L'évaluation du stock phonologique peut être réalisée, entre

autres, en analysant l'effet de similarité phonologique et cela en comparant le rappel d'items (mots, non mots ou lettres) semblables au niveau phonologique avec des items qui ne le sont pas. L'évaluation de la répétition subvocale peut être effectuée par exemple en explorant l'effet de la longueur des mots (empan de mots monosyllabiques et empan de mots trisyllabiques par exemple) ou de la suppression articulatoire sur l'empan.

2- L'évaluation du calepin visuo-spatial

Les épreuves étalonnées pour l'évaluation du calepin visuo-spatial ne sont pas très nombreuses. Une des épreuves les plus utilisées pour l'évaluation de la composante spatiale du calepin est l'épreuve des blocs de Corsi (épreuve du WISC) qui consiste à rappeler l'ordre dans lequel des blocs (carrés de couleur dispersés sur un plan) ont été pointés par l'expérimentateur. Il est à signaler qu'un étalonnage pour un rappel à l'envers est aussi prévu dans la batterie. En ce qui concerne la composante visuelle du calepin visuo-spatial, une des épreuves disponibles est le *Visual Pattern Test* (Della Sala, Gray, Baddeley & Wilson, 1997) qui consiste à rappeler l'emplacement d'un certain nombre de cibles : l'expérimentateur présente au sujet une matrice avec des cases noircies pendant quelques secondes. Ensuite, le sujet doit rappeler, sur une matrice vide, l'emplacement des cases initialement noircies.

3- L'évaluation du *buffer* épisodique

Le concept de *buffer* épisodique étant très récent, l'évaluation de ce composant de la MT n'est pas très étudiée jusqu'à présent. Baddeley (2003) évoque l'utilisation d'une épreuve de rappel de prose. Alloway, Gathercole, Willis et Adams (2004) ont utilisé pour évaluer ce *buffer* – chez des enfants de 4-6 ans – une épreuve de répétition de phrases entendues. En effet, les auteurs considèrent que cette tâche nécessite l'intégration des informations stockées temporairement en mémoire, telles que les mots et leur ordre, avec les produits des analyses syntaxiques et sémantiques effectuées par le système de traitement du langage. Pour soutenir leur hypothèse, elles s'appuient sur le fait que l'empan de mots présentés dans des phrases ayant un sens est supérieur à l'empan de mots présentés dans des listes ne présentant aucun lien. D'autres épreuves ont été aussi utilisées dans le cadre d'études de neuro-imagerie (Prabhakaran & al., 2000 ; Zhang & al., 2004).

4- L'évaluation de l'administrateur central

Selon Swanson et Berninger (1995), la MT est définie comme une ressource de traitement à capacité limitée impliquée dans le maintien de l'information pendant le

traitement simultané de cette même information ou d'une autre information. Les épreuves évaluant l'administrateur central sont en général basées sur cette conception. Ainsi, certaines épreuves nécessitent le maintien de l'information et la réalisation d'un traitement supplémentaire simultané sur cette même information alors que, dans d'autres épreuves, le traitement concerne une information différente de celle stockée. Les épreuves évaluant l'administrateur central les plus répandues sont des épreuves d'empan complexe. Une de ces épreuves est l'empan envers de chiffres. Différentes théories ont tenté d'expliquer les différences observées entre les épreuves d'empan simple et celles d'empan complexe. En effet, certains auteurs (Alloway, Gathercole & Pickering, 2006) affirment que les épreuves d'empan complexe nécessitent à la fois le stockage de l'information et son traitement alors que les épreuves d'empan simple n'impliquent pas de traitement important. D'autres considèrent que les épreuves d'empan complexe impliquent plus de contrôle attentionnel (Engle & al., 1999) ou engagent de manière plus importante la mémoire secondaire décrite précédemment (Unsworth & Engle, 2006). Il est à signaler que, selon certains auteurs, les tâches d'empan complexe impliquant un matériel verbal ou visuo-spatial sont soutenues à la fois par l'administrateur central et par le système esclave concerné. Ainsi, le premier système serait responsable du traitement de l'information alors que le second s'occuperait du stockage (Baddeley & Logie, 1999 ; Bayliss & al., 2003). Ainsi, par exemple, un effet de similarité phonologique a été observé dans les tâches d'empan verbal complexe par certains auteurs (Lobley, Baddeley & Gathercole, 2005 ; Tehan & al., 2001). De même, Bayliss et ses collaborateurs (2003) ont montré une implication du stockage verbal et visuel dans les épreuves d'empan complexe correspondantes. Selon Bayliss et ses collaborateurs (2005b), les épreuves d'empan complexe sont déterminées par des contraintes multiples – stockage, vitesse et efficacité de traitement, coordination entre stockage et traitement – et les différences liées à la structure des tâches peuvent influencer d'une manière importante le degré d'implication de ces contraintes dans la réalisation de la tâche. Il est à signaler que, selon Unsworth et Engle (2007), les épreuves d'empan complexe et les épreuves d'empan simple mesurent les mêmes types de traitements sous-jacents (répétition subvocale, mise à jour, recherche contrôlée, etc.) mais diffèrent au niveau du degré de l'implication de ces traitements dans les différentes épreuves. Ainsi, par exemple, ces auteurs affirment que la répétition subvocale intervient dans les deux types d'épreuves mais que son implication dans les épreuves d'empan simple est plus importante que dans les épreuves d'empan complexe (effet plus important de la suppression articulatoire et de la longueur des mots dans les épreuves

d'empan simple). Les auteurs affirment que les épreuves d'empan simple et les épreuves d'empan complexe ne devraient pas être dichotomisée comme étant simplement des épreuves de MCT et des épreuves de MT respectivement. Ils relèvent notamment l'effet de la longueur des séquences (Unsworth & Engle, 2006 ; 2007). En effet, alors que différentes études notent une association plus forte entre les performances aux épreuves d'empan complexe et certaines habiletés cognitives qu'entre les épreuves d'empan simple et ces habiletés, Unsworth et Engle (2006) montrent que les séquences les plus longues des épreuves d'empan simple prédisent significativement ces habiletés cognitives. Pour cela, ils préfèrent parler de mémoire primaire et de mémoire secondaire plutôt que de MCT et de MT (cf. les modèles d'Engle et ses collaborateurs, p.23). Ainsi, pour ces auteurs, les épreuves d'empan complexe impliquent la mémoire secondaire même pour les séquences à faible longueur. En revanche, les épreuves d'empan simple impliquent la mémoire primaire et la mémoire secondaire n'intervient que pour les séquences les plus longues (séquences de quatre items et plus). Les auteurs affirment donc que ces épreuves prédisent les habiletés cognitives en question quand elles impliquent la mémoire secondaire. Notons que les auteurs montrent en 2006 que l'ensemble des séquences des épreuves d'empan complexe et les séquences les plus longues des épreuves d'empan simple présentent une part de variance partagée et une part de variance unique à chaque type d'épreuves (résultats d'analyses factorielles et d'analyses de régression) et que toutes ces variances prédisent les habiletés cognitives de haut niveau. En revanche, la mesure de la mémoire primaire ne prédit pas ces habiletés cognitives. Il est à signaler que certaines épreuves visent l'évaluation plus spécifique des différentes fonctions de l'administrateur central. Ainsi, par exemple, l'effet Stroop (Stroop, 1935) est utilisé pour l'évaluation de l'inhibition, la double tâche (Baddeley, Della Sala, Papagno & Spinnler, 1997) permet d'évaluer la coordination, la « Tour de Londres » (Shallice, 1982) est destinée à l'évaluation de la planification, etc.

Dans ce chapitre, nous avons présenté brièvement les principaux constats, hypothèses et débats concernant la MT et son développement. Ces données nous permettront de mieux interpréter nos propres résultats sur la MT mais aussi de mieux comprendre les sujets des chapitres suivants, soit les relations entre la MT et l'identification des mots écrits chez les sujets tout-venant et chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. Par la suite, nous nous appuierons surtout sur le modèle de Baddeley sachant que c'est le modèle qui a généré le plus grand nombre de recherches, notamment dans notre domaine d'étude. Le chapitre suivant

concernera les liens entre la MT et l'identification des mots écrits chez les sujets tout-venant. Notons que ce chapitre comprendra aussi une partie sur les liens entre la MT et la conscience phonologique ainsi qu'une partie sur les liens entre la MT et le langage oral. En effet, nous rappelons que le troisième chapitre de notre partie empirique a pour but d'explorer la hiérarchie des liens entre la MT, l'identification des mots écrits, la conscience phonologique et les différents aspects du langage oral et cela dans le but de vérifier que les liens entre la MT et l'identification des mots écrits sont spécifiques et qu'ils ne sont donc pas dus à l'implication d'habiletés linguistiques ou phonologiques d'ordre général dans les tâches les évaluant.

Chapitre II

La Lecture et ses Liens avec la Mémoire de Travail

La lecture constitue « l'ensemble des activités de traitement perceptif, linguistique et cognitif de l'information visuelle écrite » (Brin & al., 1997, p.107). Selon Gough et Tunmer (1986), la lecture est égale au produit de deux composants séparés : le décodage ou l'identification des mots écrits d'une part et la compréhension orale d'autre part. Dans notre étude, nous allons nous intéresser particulièrement aux liens entre la MT et l'aspect reconnaissance des mots écrits de la lecture. En fait, alors que les relations entre la MT et la compréhension de l'écrit ont été largement étudiées, les liens entre la MT et la reconnaissance des mots écrits restent relativement peu explorés. Ainsi, dans ce chapitre nous commencerons par la présentation de quelques modèles d'acquisition de la lecture avant d'exposer brièvement les méthodes d'évaluation de la reconnaissance des mots écrits. Ensuite, nous exposerons les liens entre la lecture et la MT chez les sujets tout-venant. Nous rappelons que ce chapitre comprendra aussi deux parties concernant les liens entre la conscience phonologique et la MT ainsi que les liens entre les différents aspects du langage oral et la MT.

I. La reconnaissance des mots écrits :

Comme l'affirment Gombert et Colé (2000), l'écrit, contrairement au langage oral qui est acquis d'une manière automatique, doit être appris. L'apprentissage de la lecture et particulièrement l'acquisition de l'identification des mots écrits dans les langues à écriture alphabétique a été amplement exploré et différentes théories et modèles ont été élaborés pour tenter d'expliquer ce phénomène. Dans cette partie, nous nous limiterons à la présentation de trois de ces modèles, le modèle de Frith (1985), le modèle de Seymour (1997) et le modèle de Gombert (2000 ; 2003a ; 2003b). Le choix du modèle de Frith (1985) est dû au fait que, bien que très critiqué et considéré comme dépassé, ce modèle a servi de base pour un grand nombre de théories et qu'il demeure, jusqu'à présent, d'une grande influence théorique. Le modèle de Seymour (1997) a été choisi parce qu'il répond, en quelque sorte, aux critiques adressées au modèle de Frith. Enfin, le modèle de Gombert a été choisi parce qu'il introduit une notion supplémentaire. Il s'agit de la distinction entre apprentissage explicite et apprentissage implicite de la lecture. Notons que, par souci d'économie, nous ne

développerons pas les théories et les modèles de reconnaissance des mots écrits chez le lecteur expert. Toutefois, certaines de ces théories seront présentées brièvement avant l'exposé des modèles relatifs à l'apprentissage. En effet, certains de ces modèles se sont inspirés de théories de lecture experte. Notons que nous finirons cette partie par un bref exposé des méthodes d'évaluation de la reconnaissance des mots écrits.

1- Les modèles de lecture

Le modèle de Frith (1985)

Le modèle de Frith s'inspire des modèles de reconnaissance lexicale dits à double voie (Besner, 1999 ; Coltheart, 1978 ; Coltheart, Curtis, Atkins, et Haller, 1993 ; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, et Ziegler, 2001). Ces modèles de lecture experte prônent l'existence de deux voies distinctes pour l'identification des mots écrits. La première voie est appelée voie directe - ou lexicale - parce qu'elle permettrait un accès direct par adressage à la représentation orthographique du mot ; la deuxième est appelée voie indirecte - ou phonologique - et permettrait la reconnaissance des mots grâce à la conversion graphophonologique et à l'assemblage. Selon Frith, il existerait trois stades successifs dans l'apprentissage de la lecture.

Le premier stade est le stade logographique. Au cours de ce stade, l'enfant « devine » les mots écrits en s'appuyant sur des indices visuels. Ces indices peuvent être globaux comme dans le cas des logos de publicité (ex : *Coca Cola*) que l'enfant reconnaît dans un contexte particulier grâce à leur forme ou à leur configuration. Ils peuvent être aussi partiels, liés à la reconnaissance de particularités visuelles saillantes d'une ou de plusieurs lettres du mot. Le nombre de mots reconnus reste donc à ce stade limité et l'enfant n'utilise pas de connaissances linguistiques pour la reconnaissance du mot qui est traité comme une image visuelle non linguistique. Le stade logographique constitue en quelque sorte la phase préalable à l'installation des deux voies de lecture correspondant aux modèles à double voie.

Le deuxième stade décrit par Frith est le stade alphabétique durant lequel la connaissance des éléments de l'alphabet et l'accès à leurs correspondants phonologiques est indispensable. Ainsi, au cours de ce stade, l'apprenti lecteur effectue une conversion des graphèmes en phonèmes pour ensuite les assembler et identifier les mots écrits. Cette *conversion graphophonologique* suivie de *l'assemblage* des éléments phonologiques qui en résultent est le fruit d'un apprentissage explicite. Cet apprentissage va permettre à la voie indirecte de se mettre en place.

Le troisième stade est le stade orthographique. A ce stade, lire ne passe pas systématiquement par le recodage graphème-phonème et l'assemblage. En effet, la reconnaissance des mots ou des parties de mots se fait d'une manière « directe », par *adressage*. Les mots sont ainsi analysés en unités orthographiques ou morphémiques. Cette stratégie permet d'identifier les mots irréguliers que la stratégie alphabétique seule ne permet pas de lire (ex : monsieur). Au cours de ce stade, on n'utilise le codage graphème-phonème que pour identifier des mots peu fréquents ou des mots étrangers. L'automatisation de la stratégie d'adressage utilisée à ce stade permet d'aboutir à la lecture experte. L'accès au stade orthographique permet la mise en place de la voie directe.

Il est à signaler que ce modèle à stades a fait l'objet de nombreuses critiques, notamment concernant le caractère successif et non pas cumulatif des stades et le passage obligatoire par le stade logographique (Casalis, 1995 ; Rieben, Fayol & Perfetti, 1997 ; Sprenger-Charolles & Casalis, 1995). Ces critiques ont poussé certains auteurs à avancer d'autres modèles plus interactifs comme le modèle de Seymour (1997) que nous exposons ci-dessous.

Le modèle de Seymour (1997)

Pour Seymour, l'apprentissage de la lecture passe par quatre « phases » non pas successives mais cumulatives. La première phase, la phase 0, précède l'apprentissage à proprement dit de la lecture et de l'orthographe. Durant cette phase, c'est la conscience linguistique implicite, phonologique et morphologique, qui se met en place. Ensuite, à la phase 1, les processeurs alphabétique et logographique se développent simultanément, grâce à l'enseignement de l'écrit[1]. Selon Seymour, le processeur logographique permet de reconnaître directement, sans passer par la conversion graphème-phonème, des mots ou des parties de mots familiers sur la base de certains indices lexicaux (complets ou partiels). En revanche, le processeur alphabétique se base sur la correspondance graphème-phonème ainsi que sur la connaissance des lettres. Ce processeur alphabétique va donc rendre possible la lecture de mots peu familiers. Le développement du processeur alphabétique va permettre à la conscience métaphonologique de se développer. Quand les processeurs alphabétique et logographique se développent, le cadre orthographique se met en place. On passe donc à la phase 3. Le cadre orthographique est considéré par Seymour comme ayant un rôle central

[1] Dans un article publié en 2003, Seymour et ses collaborateurs avancent l'hypothèse selon laquelle le développement des deux processeurs logographique et alphabétique concernerait les écritures à orthographe profonde comme le français. En revanche, dans les écritures à orthographe transparente, seul le processeur alphabétique se développerait au cours de cette phase.

dans le développement de la lecture. Ce cadre dépend de la conscience phonologique, des formes phonologiques présentes dans le lexique alphabétique et des représentations logographiques. La structure orthographique permet d'accéder au mot sans passer par l'analyse séquentielle. Une fois le cadre orthographique mis en place, le sujet peut identifier les mots réguliers, les mots irréguliers et les non-mots. Enfin, une structure permettant d'identifier les morphèmes s'installe. Il s'agit du cadre morphographique qui se met en place avec le développement des connaissances et de la conscience morphologique. Cette phase est la quatrième et la dernière.

Le modèle de Gombert (2000 ; 2003a ; 2003b)

Le modèle de Gombert s'inspire d'un modèle de lecture experte proposé par Seidenberg et McClelland (1989). En effet, Gombert considère que le modèle de Frith décrit en quelque sorte le versant explicite de l'apprentissage de la lecture et néglige le versant implicite qui s'effectue à l'insu du sujet. Il avance que ce versant implicite doit être pris en compte et qu'il peut être représenté par le modèle de lecture de Seidenberg et McClelland. Ce dernier est un modèle connexionniste selon lequel la reconnaissance des mots écrits s'effectue grâce à une *activation* dans le système de traitement des lettres et des informations phonologiques et sémantiques en lien avec ces lettres. Nous allons le présenter tel qu'il a été repris par Gombert (2000) - avec quelques simplifications et adaptations - et cela pour que le lien avec le modèle de ce dernier soit plus facile. Le modèle de Seidenberg et McClelland (cf. figure II-1) comprend un processeur orthographique, un processeur phonologique, un processeur sémantique et un processeur contextuel. Quand un mot écrit est perçu, le processeur orthographique intervient : les lettres qui composent le mot activent leurs correspondants dans le système mnésique du sujet. L'interaction entre les unités activées va ensuite augmenter le niveau d'activation de l'ensemble ce qui tend vers la reconnaissance du mot. Le processeur orthographique envoie des signaux activateurs aux processeurs sémantique et phonologique. Ces deux processeurs, agissant conjointement, se retrouvent alors avec des significations de mots et des formes phonologiques activées. Ces unités activées renvoient des signaux activateurs au processeur orthographique pour les lettres compatibles avec elles. Tout cela va permettre la reconnaissance du mot dans sa globalité. Notons que les signaux activateurs ne sont pas les seuls émis par les unités activées des processeurs orthographique, phonologique et sémantique. En effet, les unités activées des différents processeurs émettent aussi des signaux inhibiteurs aux unités qui leur sont rarement

ou qui ne leur sont jamais associées. Selon ce modèle, quand un mot écrit est rencontré à plusieurs reprises, les liens entre les lettres ainsi que les liens entre la séquence de lettres et les informations phonologiques et sémantiques qui lui sont associées deviennent très forts, ce qui permet alors une activation automatique de l'information lexicale et l' identification du mot dans sa globalité. En revanche, les mots peu familiers présenteraient des liens moins forts et par suite leur reconnaissance serait moins automatique. En ce qui concerne le processeur contextuel, il est activé par le processeur sémantique et il permet de sélectionner les significations compatibles avec le contexte. Chez le lecteur expert, le processeur contextuel intervient en général après la reconnaissance du mot (sauf en cas de difficulté). En bref, ce modèle représente un système interactif qui implique toutes les connaissances ou informations que le sujet possède sur le mot à identifier.

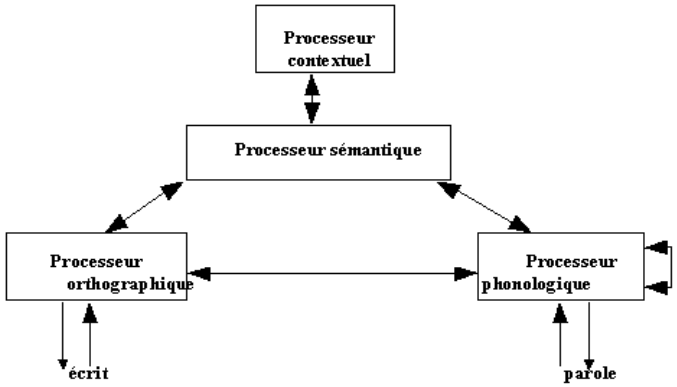


figure II-1. Modèle connexionniste adapté de Seidenberg et McClelland (1989).

Selon Gombert (2000 ; 2003b), ce système de traitement de l'information existe avant l'apprentissage de l'écrit mais il ne permet pas d'effectuer des traitements spécifiques à l'écrit avant cet apprentissage. Ainsi, avant l'apprentissage de la lecture, le système existant peut être conforme à celui représenté par le modèle de Seidenberg et McClelland (1989) mais sans le processeur orthographique. Les processeurs phonologique, sémantique et contextuel seraient impliqués dans le traitement du langage oral mais aussi dans le traitement d'informations non linguistiques passant par la voie auditive à travers le processeur phonologique ou par la voie visuelle à travers un processeur pictural. Le but de l'apprentissage de la lecture est alors d'installer un processeur orthographique dans le processeur pictural. Toutefois, lors des premières rencontres avec l'écrit, le mot est traité d'une manière picturale comme toute autre information visuelle. Ainsi, à plusieurs reprises, le mot est vu et la même signification lui est

associée. Le sujet va alors reconnaître le mot en se basant sur des indices à l'intérieur du mot ou dans son environnement visuel. Cette procédure correspond à la procédure logographique décrite par Frith (1985). Elle va permettre à l'enfant de reconnaître un mot écrit sur des indices visuels non spécifiques et d'accéder à sa forme orale en passant par sa signification. Ainsi, les processeurs pictural et phonologique sont mis en relation mais le passage par le processeur sémantique demeure obligatoire. En d'autres termes, l'identification de pseudo-mots ou de mots non connus par le sujet reste impossible avec cette procédure que Gombert (2000 ; 2003b) qualifie de procédure de « prélecture ». Progressivement, grâce à la rencontre répétée de mots écrits et à l'accès à leurs formes orales, le système devient apte à traiter les analogies et il commence à mettre en relation certaines régularités orthographiques avec des régularités phonologiques. Notons que ce sont, selon Gombert, les formes orthographiques correspondant aux régularités phonologiques les plus prégnantes (syllabes, rimes) qui sont remarquées par le système et cela est réalisé sans que le sujet en soit conscient dans un premier temps (traitements épilinguistiques). Cependant, l'utilisation répétée des analogies au niveau des configurations orthographiques et phonologiques va permettre d'augmenter la disponibilité de ces configurations pour l'accès conscient en début d'apprentissage de la lecture. Il est à signaler que ces traitements analogiques concernent d'abord des items lexicaux puis des items infra-lexicaux ce qui permet alors une mise en relation directe du processeur pictural et du processeur phonologique sans passer par le processeur sémantique. Par suite, le processeur orthographique s'élabore et il permet de reconnaître des configurations orthographiques rencontrées pour la première fois et c'est en s'appuyant sur cet apprentissage implicite que l'apprentissage explicite de l'écrit va permettre l'installation des traitements alphabétiques et orthographiques tels qu'ils ont été décrits par Frith (1985).

Il est à signaler que, selon Gombert (2003a ; 2003b), l'apprentissage implicite par analogie se poursuit même après la fin de l'apprentissage scolaire explicite de la lecture. Ainsi, lire plus permettrait de mieux lire. De plus, l'auteur avance que l'apprentissage explicite stimule l'apprentissage implicite puisqu'il permet une exposition et une attention plus systématiques et plus fréquentes aux mots écrits. Enfin, notons que l'auteur insiste sur l'importance des deux types d'apprentissages. Ainsi, la maîtrise du code alphabétique serait possible grâce à l'affinage progressif des analogies effectuées inconsciemment par l'enfant dans le cadre de l'apprentissage implicite mais aussi grâce à l'apprentissage explicite qui demeure indispensable pour la mise en correspondance consciente des unités impliquées dans l'écrit (traitements métalinguistiques). De même, l'apprentissage explicite demeure important

pour l'identification des mots pour lesquels les connaissances implicites ne sont pas suffisantes ainsi que pour l'identification de nouveaux mots. En plus, il permet de gérer les lettres muettes dans certaines langues comme le français et de maîtriser l'orthographe en production (Gombert, 2003b).

Notons que, selon Gombert (2003a ; 2003b), l'automatisation de la lecture est la conséquence des apprentissages implicites qui s'appuient essentiellement sur la répétition et la fréquence de rencontre ou de manipulation des éléments à lire. En revanche, les connaissances explicites ne deviennent pas automatiques parce qu'elles nécessitent un certain contrôle attentionnel mais elles stimulent le développement de réponses automatiques en favorisant les apprentissages implicites. De plus, les connaissances explicites permettent de contrôler les produits des processus devenus automatiques. La complémentarité des apprentissages implicite et explicite est représentée dans la figure II-2.

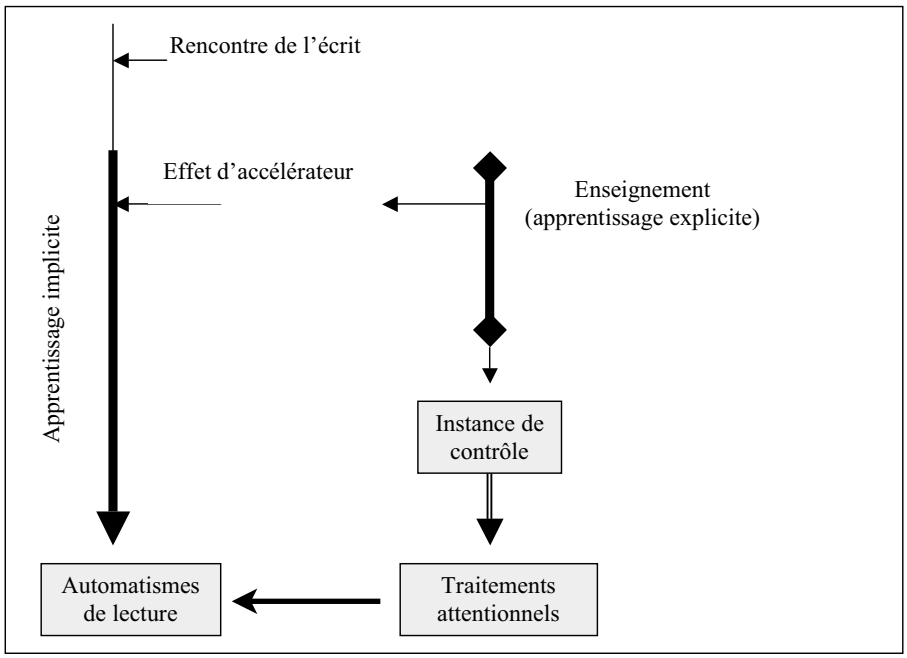


Figure II-2. Apprentissages implicite et explicite de la lecture (Gombert, 2003a ; 2003b).

Dans cette partie, nous avons présenté quelques modèles d'apprentissage de la lecture. Nous allons passer maintenant à un bref exposé des méthodes d'évaluation de l'identification des mots écrits.

2- L'évaluation de la reconnaissance des mots écrits

Les principales méthodes d'évaluation de la reconnaissance des mots écrits consistent en une analyse des erreurs commises en lecture à voix haute (ex: *Alouette-R*, Lefavrais, 2005)

ou en des épreuves de jugement de la correction de mots écrits (ex: *IME,* Khomsi, 1994). Parfois, un facteur vitesse est associé à l'épreuve (ex: *Vitesse en Lecture*, Khomsi & al., 2005). Notons que certaines épreuves de reconnaissance des mots écrits permettent d'évaluer les différentes voies ou stratégies de lecture. Ainsi, l'évaluation des performances au niveau de l'identification des mots réguliers et des non-mots permet d'estimer la qualité de la stratégie graphophonologique (conversion graphème-phonème et assemblage). En revanche, l'évaluation des performances au niveau de l'identification des mots irréguliers permet d'explorer la qualité de la stratégie orthographique. Il est à signaler que les épreuves d'évaluation de la lecture peuvent consister en des tâches d'identification de lettres, de syllabes, de mots, de non-mots, de phrases ou même de textes. Dans la majorité des cas, l'évaluation consiste en la lecture de mots isolés ou de non-mots qui peuvent comporter des graphies relativement simples ou complexes (Soprano & Chevrie-Muller, 2000). Les mots peuvent présenter une fréquence élevée ou, au contraire, une faible fréquence. Ils peuvent être réguliers ou irréguliers, etc. Notons enfin que l'évaluation de la reconnaissance des mots écrits est souvent complétée par une évaluation de la compréhension en lecture, des habiletés métalinguistiques et de certaines fonctions cognitives qui semblent être impliquées dans la lecture comme la MT. Dans la partie suivante, nous présenterons une synthèse des études existantes concernant les liens entre la lecture et les différents composants de la MT.

II. Les Liens entre la Lecture et la Mémoire de Travail

Différents auteurs s'accordent actuellement sur le fait que les performances au niveau de la MT prédisent la réussite scolaire chez les enfants tout-venant (Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliott, 2009 ; Bayliss & al., 2003 ; Bayliss & al., 2005c ; Gathercole & Pickering, 2000). En ce qui concerne plus précisément la lecture, les liens entre la compréhension en lecture et la MT ont fait l'objet d'un grand nombre d'études et une contribution unique de la MT au niveau de la compréhension de l'écrit chez l'enfant a été avancée par certains auteurs (pour une revue, voir Vukovic & Siegel, 2006) alors que d'autres n'ont pas trouvé de lien substantiel entre ces deux habiletés (Goff, Pratt & Ong, 2005). Comme nous l'avons déjà signalé ci-dessus, nous nous intéresserons particulièrement dans cette étude aux liens entre la MT et la reconnaissance des mots écrits. Pour cela, nous nous appuierons sur le modèle de MT de Baddeley. Notons que certains auteurs qui ont notamment travailler sur la MT et la lecture préfèrent parler d'une mémoire de travail spécifique à un

domaine ou une tâche particulière plutôt que d'un système général. Ainsi, par exemple, Carpenter et Just (1988) argumentent que la mémoire de travail ne peut être une structure générale fixe puisque les performances dans un type de tâches ne prédit pas nécessairement les performances dans un autre type de tâches. De même, Fletcher (1985) note que les enfants présentant des troubles de lecture ont des déficits au niveau de la MT à composante verbale alors que les enfants présentant des troubles en arithmétiques ont des déficits au niveau des épreuves de mémoire visuo-spatiale. Cependant, Baddeley (1986) affirme que la MT est unitaire mais qu'elle opère dans un spectre d'épreuves qui impliquent des codes de traitement différents et des modalités d'input différentes. Cette hypothèse d'une MT unitaire, indépendante de la nature de l'épreuve a été soutenue par d'autres auteurs (Alloway & al., 2009 ; Swanson, 1993 ; Swanson & al., 2006 ; Turner & Engle, 1989). Comme le modèle de Baddeley demeure jusqu'à présent l'un des plus répandus, nous le prendrons comme cadre pour la présentation des liens entre la lecture et la MT. Dans cette partie, nous exposerons séparément les liens entre, d'une part, la reconnaissance des mots écrits et, d'autre part, la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central respectivement.

Avant de passer aux liens entre la reconnaissance des mots écrits et les différents composants de la MT, notons que, comme l'affirme Alloway et ses collaborateurs (2009, voir aussi Swanson, Howard & Sáez, 2006), la distinction faite entre l'administrateur central et les systèmes esclaves est semblable à la distinction faite entre la MT et la MCT. Pour cela, par la suite, nous utiliserons parfois les expressions 'Mémoire à Court Terme verbale' et 'Mémoire à Court Terme visuo-spatiale' pour désigner respectivement les habiletés soutenues par la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial respectivement. Quant à l'habileté supportée par l'administrateur central, nous la désignerons parfois par l'expression 'Mémoire de Travail Complexe' et cela pour des raisons de précaution terminologique. En effet, nous préférons utiliser l'expression 'MT complexe' plutôt que 'MT' pour éviter toute ambiguïté. Ainsi, l'expression 'MT complexe' sera utilisée pour désigner la MT évaluée par les épreuves d'empan complexe et l'expression 'MT' sera utilisée d'une manière plus générale pour désigner l'ensemble du système décrit par Baddeley sans référence à un ou des composants particuliers.

Nous allons passer maintenant aux liens entre la reconnaissance des mots écrits et les différents composants de la MT.

1. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la boucle phonologique

Différentes études ont révélé des liens entre la MCT verbale et la lecture (de Jong, 1998 ; McDougall, Hulme, Ellis et Monk, 1994 ; Sprenger-Charolles, Colé, Lacert et Serniclaes, 2000). Mann et Liberman (1984) ont montré que des groupes de faibles, moyens et bons lecteurs de première année élémentaire se distinguent au niveau de leurs performances en MCT verbale évaluée antérieurement en maternelle. Ainsi, d'après cette étude, les performances au niveau de la MCT verbale évaluée en maternelle prédisent les performances lexiques un an plus tard. De plus, cette étude révèle un effet de la similarité phonologique chez les futurs bons lecteurs mais pas chez les futurs faibles lecteurs. De même, Hutton et Towse (2001) ont observé des liens significatifs entre les mesures de MCT verbale et les scores à une épreuve de lecture de mots chez des enfants de 8 et 11 ans. Ellis et Large (1988) ont aussi montré l'existence de liens significatifs entre les performances en MCT verbale et la reconnaissance de mots écrits chez des enfants de cinq, six et sept ans. Cependant, des résultats différents ont été obtenus par certains auteurs. Ainsi, une étude réalisée par Gathercole et Pickering (2000) avec des enfants de sept ans a révélé une absence de lien significatif entre les mesures de la boucle phonologique et celles de la lecture[2] quand les effets de l'âge et les mesures de l'administrateur central sont contrôlés. De plus, dans cette étude, les mesures de la boucle phonologique obtenues à sept ans ne prédisent pas les performances en lecture – reconnaissance de mots et épellation – évaluées un an après alors que les enfants sont âgés de huit ans. De même, certaines études impliquant la lecture de mots isolés ont montré l'absence d'effet de la suppression articulatoire sur les performances en reconnaissance de mots écrits (pour une revue, cf. Gathercole & Baddeley, 1993b). Il est à signaler toutefois que ce dernier résultat va à l'encontre de l'hypothèse de l'implication de la répétition subvocale dans la reconnaissance de mots mais pas contre celle du stock phonologique. Notons qu'une étude effectuée par Gathercole et ses collaborateurs (1991) a montré que la MCT verbale n'est pas corrélée significativement avec les performances en reconnaissance des mots écrits au tout début de l'apprentissage de la lecture mais que cette corrélation devient significative après environ un an d'apprentissage. Gathercole et Baddeley (1993a) ont montré que la MT phonologique – terme utilisé par les auteurs pour désigner la MCT verbale soutenue par la boucle phonologique – évaluée chez des enfants prélecteurs de quatre ans prédit leurs performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits et en

[2] Note de lecture regroupant les scores à quatre épreuves dont deux épreuves de reconnaissance de mots, une épreuve d'épellation et une épreuve de compréhension.

particulier du décodage (stratégie de recodage phonologique) alors qu'ils sont âgés de huit ans. Une des hypothèses avancées par les auteurs pour expliquer ce résultat est que les enfants utilisent la MT phonologique pour stocker temporairement les segments phonologiques résultants de la conversion graphèmes-phonèmes avant de produire la séquence de phonèmes assemblés. Toutefois, dans cette étude, les performances en MT phonologique des enfants de quatre ans ne prédisent pas significativement (surtout quand les performances en vocabulaire sont contrôlés statistiquement) leurs performances à deux autres épreuves de lecture qui, selon les auteurs, impliqueraient préférentiellement la reconnaissance directe - par adressage - des mots écrits. Ainsi, selon les auteurs, la MT phonologique serait plutôt liée à la stratégie de recodage phonologique et non à la stratégie de reconnaissance directe des mots écrits (cf. Gathercole & Baddeley, 1993b). Gathercole et Baddeley (1993b) posent l'hypothèse selon laquelle la MCT verbale jouerait un rôle dans l'apprentissage à long terme de la conversion graphème-phonème. Toutefois, une étude longitudinale réalisée par Ellis et Large (1988 ; voir aussi Ellis, 1989) a montré que la corrélation entre les performances en reconnaissance de mots écrits évaluée à cinq ans et les performances en MCT verbale évaluée à six ans est plus importante que la corrélation entre les performances en MCT verbale évaluée à cinq ans et les performances en reconnaissance de mots évaluée à six ans. Ainsi, à ce niveau du développement, c'est la reconnaissance des mots écrits qui semble stimuler le développement de la MCT verbale et pas le contraire. Il est à signaler que, dans cette étude, la relation entre la reconnaissance des mots écrits et la MCT verbale devient réciproque après l'âge de six ans (corrélations croisées équivalentes entre six et sept ans). De plus, une étude comparant les performances à des épreuves neuropsychologiques d'adultes illettrés et d'adultes lettrés – appariés selon l'âge, le sexe, l'état général de santé, l'environnement socioculturel, et le degré de fonctionnalité quotidienne – a révélé des différences significatives entre les deux groupes au niveau des performances à une épreuve de MCT verbale (Reis, Guerreiro & Petersson, 2003). De plus, cette étude a montré que le nombre d'années d'apprentissage formel a une influence sur les performances à l'épreuve de MCT verbale. Ainsi, les sujets ayant bénéficié de plus de quatre ans d'apprentissage ont des performances supérieures à celles des sujets ayant bénéficié de juste quatre ans ou moins d'apprentissage. Ainsi, les auteurs affirment que le degré de littératie et d'apprentissage formel a une influence sur la cognition et cela au-delà des habiletés de lecture et d'écriture (cf. Ostrosky-Solis, Ramirez & Ardila, 2004 pour des résultats similaires). Ces auteurs avancent même l'hypothèse selon laquelle l'architecture fonctionnelle du cerveau est modulée par la littératie (voir aussi Dehaene, 2007). Il est à noter

que tout illettrisme dû à un déficit d'intelligence, à une pathologie cérébrale ou à des troubles d'apprentissage a été écarté de l'étude. En effet, l'illettrisme dans cette étude est dû exclusivement à des raisons socioculturelles.

2. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et le calepin visuo-spatial

A notre connaissance, les études concernant les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la MCT visuo-spatiale chez l'enfant tout-venant sont très peu nombreuses. En général, ces études révèlent une absence de liens significatifs entre ces deux habiletés. Ainsi, D'après une étude faite par Mann et Liberman (1984), les performances en MCT visuo-spatiale évaluées en maternelle ne permettent pas de distinguer les groupes de faibles, de moyens et de bons lecteurs en première année élémentaire (contrairement aux performances en MCT verbale). Ainsi, il n'y aurait pas de différences significatives entre ces trois groupes au niveau de leurs performances antérieures en MCT visuo-spatiale. De même, Liberman, Mann, Shankweiler et Werfelman (1982) ont montré qu'il n'existe pas de différence significative entre les performances de bons et de faibles lecteurs âgés de huit ans au niveau des performances à une tâche impliquant la MCT visuo-spatiale. Cependant, dans cette étude, les performances des bons lecteurs étaient meilleures que celles des faibles lecteurs quand les stimuli visuels représentaient des syllabes écrites qui pouvaient donc être recodées verbalement. Ainsi, selon Gathercole et Baddeley (1993b), les déficits de mémoire associés aux faibles performances en lecture se limitent aux tâches impliquant un matériel verbal. Notons que, selon Baddeley (2003), le calepin visuo-spatial serait impliqué dans la lecture de textes et particulièrement dans le maintien d'une représentation stable de la page et de sa configuration ce qui faciliterait les mouvements oculaires assurant le passage d'une ligne à l'autre.

3. Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et l'administrateur central

Différentes études ont révélé des liens significatifs entre la reconnaissance de mots écrits et les performances à des tâches évaluant la MT complexe (Daneman & Carpenter, 1980 ; Gathercole & Pickering, 2000 ; Hutton & Towse, 2001). Boulc'h et ses collaborateurs (2007) postulent que le contrôle exécutif lié à l'administrateur central est surtout mobilisé lorsque les traitements de reconnaissance des mots écrits sont laborieux et peu automatisés. Ainsi, ces auteurs avancent que le contrôle exécutif serait impliqué dans la conversion graphème-phonème et l'assemblage en début d'apprentissage de la lecture. Ensuite, cette

procédure graphémique s'automatiserait dès le CP chez les normolecteurs et le contrôle exécutif serait ensuite plus mobilisé lors de l'utilisation de la stratégie syllabique qui consiste à segmenter le mot en syllabes pour l'identifier. Cette stratégie syllabique qui se mettrait en place durant la deuxième année d'apprentissage de la lecture (CE1) est généralement maîtrisée par les normolecteurs en CE2. Notons que, d'après ces auteurs, l'administrateur central intervient au niveau de la procédure d'assemblage mais aussi plus tard, quand la procédure orthographique commence à être opérante. Ainsi, la gestion des différentes procédures d'identification des mots impliquerait la MT. Selon Gathercole et Pickering (2000), les mesures de l'administrateur central sont corrélées avec celles de la lecture évaluée au même moment chez des enfants de sept ans et cela même quand l'effet de l'âge et celui des mesures de la boucle phonologique sont contrôlés. De plus, les mesures de l'administrateur central continuent à prédire les performances lexiques mesurées un an plus tard, alors que les enfants sont âgés de huit ans. Nous rappelons que, dans cette étude, la note de lecture ne reflète pas seulement les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits. De même, Bayliss et ses collaborateurs (2005c) montrent l'existence d'un lien entre les performances aux épreuves d'empan complexe d'une part et les performances à des épreuves de lecture d'autre part – reconnaissance des mots écrits et compréhension – chez des enfants de 5-9 ans. Leather et Henry (1994) ont obtenu des résultats semblables montrant qu'une épreuve d'empan complexe prédit les performances en lecture chez des enfants de sept ans – précision de lecture et compréhension – et cela même quand les variances liées aux habiletés phonologiques et à la MCT verbale sont contrôlées. Hutton et Towse (2001) montrent que la MT évaluée par les épreuves d'empan complexe est liée à la lecture de mots chez des enfants de 8 et 11 ans et cela même quand la vitesse de traitement et l'âge sont contrôlés. Il est à signaler que le lien entre la reconnaissance des mots écrits et la MT complexe a été retrouvé aussi chez les adultes (Herdman & LeFevre, 1992). Notons que certains auteurs ont montré l'existence d'un lien entre la lecture et l'administrateur central en explorant séparément les fonctions exécutives liées à ce dernier. Ainsi, par exemple, Brosnan et ses collaborateurs (2002) ont étudié les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la fonction d'inhibition, Boulc'h et ses collaborateurs (2007) ont étudié les liens entre le décodage et les fonctions de mise à jour et d'alternance, etc.

Différentes hypothèses ont été émises pour tenter de rendre compte des liens observés entre les performances au niveau des tâches évaluant les différents composants de la MT et la

reconnaissance des mots écrits. Ces hypothèses ont été surtout avancées à la suite d'études concernant des faibles lecteurs présentant des déficits de MT. Pour cela, nous présenterons quelques-unes de ces hypothèses dans le chapitre suivant consacré à la MT des sujets présentant des difficultés ou des troubles de la lecture. Nous allons passer maintenant à l'exposé des liens entre la MT et la conscience phonologique.

III. La Conscience Phonologique et ses Liens avec la Mémoire de Travail

Dans cette partie, nous commencerons par une brève introduction à la notion de conscience phonologique et aux liens entre cette habileté et les performances en lecture. Nous passerons ensuite aux moyens d'évaluation de la sensibilité et de la conscience phonologique. Après cela, nous présenterons une synthèse des études concernant les liens entre la conscience phonologique et les différents composants de la MT. Cette synthèse comprendra aussi les données disponibles sur les liens entre la conscience phonologique, les différents composants de la MT et la lecture. Enfin, nous exposerons succinctement les hypothèses explicatives de ces liens.

1- Introduction à la notion de conscience phonologique et aux liens entre cette habileté et la lecture

Selon Gombert et Colé (2000, p. 118), les habiletés *métalinguistiques* - dont la conscience phonologique - correspondent à « la capacité du locuteur à se distancier de l'usage habituellement communicatif du langage pour focaliser son attention sur les propriétés du signifiant ». Cette activité est consciente et se distingue des activités *épilinguistiques* du jeune enfant. Ainsi, on observe chez les enfants de 2-3 ans certains comportements apparentés aux activités métalinguistiques, comme les autocorrections, qui demeurent cependant des comportements non conscients. Les habiletés métalinguistiques, quant à elles, sont plus tardives et leur apparition n'est pas automatique. En effet, leur acquisition n'est pas systématique et elle dépend d'incitations extérieures – comme l'apprentissage de la lecture et de l'écriture – qui permettent d'accéder à une certaine conscience des structures linguistiques (Gombert et Colé, 2000). Les capacités métalinguistiques les plus étudiées sont les capacités métaphonologiques qui peuvent être définies comme l'habileté à identifier et à manipuler délibérément les unités phonologiques du code linguistique (Liberman, 1973 ; Morais, 1991). A ce niveau, certaines études ont montré que les capacités métaphonémiques sont plus

tardives que les capacités métasyllabiques qui apparaissent plus ou moins « naturellement » grâce aux jeux phonologiques comme les jeux de rimes par exemple vers l'âge de 4 ans (Liberman, Shankweiler, Fischer & Carter, 1974 ; Alegria, Pignot & Morais, 1982). En fait, les capacités métaphonémiques ne s'acquièrent que suite à des apprentissages formels, en particulier celui de la lecture. Ainsi, des études réalisées avec des adultes illettrés (Morais, Cary, Alegria & Bertelson, 1979) montrent que les performances de ces sujets sont très faibles à des tâches de manipulation phonémique alors qu'ils réussissent les mêmes tâches effectuées avec des syllabes. De plus, une étude réalisée par Bentin, Hammer et Cahan (1991) a montré que la scolarité présente un effet sur le développement des capacités métaphonémiques 4 fois plus important que l'âge. Il est à signaler cependant que la relation entre l'acquisition de la lecture et le développement des habiletés de traitement phonologique semble être réciproque. Ainsi, Gombert (2003) affirme qu'une certaine sensibilité phonologique (habileté à juger si deux mots riment par exemple) est indispensable à l'apprentissage de la lecture et que cet apprentissage stimule en contrepartie la conscience phonologique[3]. De plus, Goswami et ses collaborateurs (Goswami, 1999 ; Goswami et Bryant, 1990 ; Goswami et East, 2000) ont montré que les habiletés de traitement phonologique concernant des unités plus larges que le phonème - syllabe ou rime - jouent un rôle primordial dans l'apprentissage de la lecture. Notons que le lien entre les habiletés de traitement phonologique et l'acquisition de la lecture est actuellement un fait bien établi (cf. Brady & Shankweiler, 1991 ; Goswami & Bryant, 1990 ; Siegel & Ryan, 1988 ; Stanovitch, 1992). Ainsi, certaines études ont révélé des liens longitudinaux entre les habiletés de traitement phonologique et les performances lexiques (Bradley & Bryant, 1983, 1985 ; Bertelson, Morais, Alegria & Content, 1985 ; Casalis & Louis-Alexandre, 2000 ; Stanovitch, Cunningham & Cramer, 1984). Un autre argument en faveur des liens entre les habiletés de traitement phonologique et les performances lexiques provient d'études concernant les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. En effet, ces études révèlent en général de faibles performances au niveau du traitement phonologique chez ces sujets par rapports aux sujets contrôles (Colé & Sprenger-Charolles, 1999 ; Goswami & Bryant, 1990 ; Lecocq, 1991 ; Perfetti, 1985). Certaines études ont même mis en évidence un effet positif de l'entraînement de la conscience phonologique sur les performances en lecture (Bradley, 1988 ; Lecocq, 1991 : pour une revue, cf. Ehri & al., 2001). Il est à signaler que les habiletés métaphonologiques ne semblent pas être les seules habiletés métalinguistiques liées

[3] Il est à signaler que l'utilisation des termes 'conscience phonologique' et 'sensibilité phonologique' pour désigner les habiletés phonologiques qui leur correspondent selon Gombert n'est pas universelle. Ainsi, ces termes sont utilisés différemment par certains auteurs (cf. Gottardo & al., 1996).

à la lecture. En effet, des liens entre les habiletés métamorphologiques et métasyntaxiques d'une part et la lecture – identification des mots mais aussi compréhension – d'autre part ont été mis en évidence (Gaux & Gombert, 1999 ; Lecoq, Casalis, Leuwers & Watteau, 1996 ; Nocus & Gombert, 1997 ; Tunmer, 1990 ; Tunmer & Hoover, 1992 ; Tunmer, Nesdale & Wright, 1987 ; Willows & Ryan, 1986).

2- L'évaluation de la sensibilité et de la conscience phonologique

Gombert et Colé (2000) décrivent certaines tâches permettant d'évaluer la conscience phonologique et d'autres permettant d'évaluer la sensibilité phonologique. Ainsi, selon ces auteurs, cette dernière peut être évaluée par exemple par des tâches peu contraignantes de jugement de similitudes entre items (juger par exemple si deux mots commencent par le même son ou si deux mots riment). En revanche l'évaluation de la conscience phonologique nécessiterait des tâches plus contraignantes impliquant un effort de réflexion de la part du sujet comme les tâches d'analyse segmentale (dénombrement du nombre de phonèmes dans un mot ou dans une syllabe, ajout ou élision d'un phonème, etc.). Notons que ce type de tâches permet d'évaluer les habiletés métaphonémiques (segmentation en phonèmes) mais aussi les habiletés métasyllabiques (segmentation en syllabes) et métarimiques (segmentation en rimes). Content (1985) décrit cinq catégories d'épreuves permettant d'évaluer la conscience phonologique. Ainsi, il distingue les épreuves de dénombrement (ex: compter les phonèmes ou les syllabes), les épreuves de manipulation (ex: supprimer, substituer ou ajouter un phonème ou une syllabe), les épreuves de segmentation libre (ex: produire une partie d'un item), les épreuves de segmentation contrainte (ex: produire d'une manière isolée un phonème particulier ou une syllabe particulière d'un item) et les épreuves de classification (ex: catégoriser des items selon des critères phonologiques ; chercher l'intrus).

3- Les liens entre la conscience phonologique et la Mémoire de Travail

Comme nous l'avons déjà signalé auparavant, cette partie comprendra une synthèse des études concernant les liens entre la conscience phonologique et la MT ainsi qu'une brève synthèse des études concernant les liens entre la conscience phonologique, la MT et la lecture.

Différentes études ont exploré les liens entre la MT et la sensibilité ou la conscience phonologique. En général, ces études concernent la boucle phonologique et, à moindre degré, l'administrateur central. Les études explorant les liens entre la conscience phonologique et le

calepin visuo-spatial sont, à notre connaissance, quasi-inexistantes. En ce qui concerne les liens entre la boucle phonologique et la sensibilité ou la conscience phonologique, les auteurs s'accordent généralement sur l'existence d'associations particulièrement étroites entre ces habiletés (Alloway & al., 2004 ; Siegel & Linder, 1984 ; Stanovitch, Cunningham & Freeman, 1984). Quant aux liens entre ces deux habiletés et la lecture, leur spécificité demeure l'objet de controverse. Ainsi, certains auteurs considèrent que la conscience phonologique et la MCT verbale auraient une influence commune au niveau des performances en lecture et que cette influence serait liée à des habiletés phonologiques plus générales (Brady, 1991 ; Fowler, 1991 ; Liberman & al., 1982). D'autres avancent que ces deux habiletés ont des contributions uniques et indépendantes au niveau des performances lexiques (Bradley & Bryant, 1983 ; Gathercole & al., 1991 ; pour une revue, cf. Gathercole & Baddeley, 1993a ; 1993b). Alloway et ses collaborateurs (2004) posent l'hypothèse selon laquelle la MCT verbale serait impliquée dans la conversion graphème-phonème et dans le maintien de l'information pour l'assemblage et la production ultérieure alors que la conscience phonologique serait impliquée dans la segmentation des représentations phonologiques de mots à épeler. Notons que, selon certaines études, la conscience phonologique jouerait un rôle plus important que la MCT verbale dans l'acquisition de la lecture et dans ses difficultés (Lecocq, 1991 ; Wagner, Torgesen et Rashotte, 1994). Certains auteurs avancent même que, contrairement à la MCT verbale, la conscience phonologique aurait une influence causale sur les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits (cf. Wagner & Muse, 2006).

Quant aux liens entre la conscience phonologique et la MT complexe chez l'enfant tout-venant, nous avons trouvé un nombre réduit d'études les explorant. En général, ces études révèlent des associations significatives entre ces habiletés qui semblent aussi liées aux performances lexiques (Alloway & al., 2004 ; Gottardo, Stanovitch & Siegel, 1996). Notons que Gottardo et ses collaborateurs (1996) ont montré que la MT évaluée par une épreuve d'empan complexe présente une variance unique au niveau des performances aux épreuves de reconnaissance de mots écrits chez des enfants de 8-9 ans et cela même quand les habiletés liées à la conscience phonologique sont contrôlées. Cependant, cette étude a montré que la MT complexe ne présente pas de lien substantiel avec le décodage (lecture de non-mots).

4- Les hypothèses explicatives des liens entre la conscience phonologique et la MT

Différentes hypothèses ont été émises pour tenter de rendre compte des liens observés entre la MT et la conscience phonologique. Ces hypothèses concernent particulièrement les liens entre la conscience phonologique et la boucle phonologique. Schématiquement, certains auteurs associent le lien observé entre la conscience phonologique et la boucle phonologique (MCT verbale) à une habileté générale de codage ou de traitement phonologique alors que d'autres suggèrent que la MCT verbale et la conscience phonologique sont des habiletés indépendantes mais qu'elles peuvent être contraintes par l'efficacité des processus phonologiques généraux (pour une revue, cf. Alloway & al., 2004). Les liens importants entre la conscience phonologique et la MCT verbale sont alors, selon cette deuxième hypothèse, expliqués par certains auteurs comme étant dus à la nature des épreuves utilisées et non au fait qu'elles reflètent les mêmes processus sous-jacents. Ainsi, Alloway et ses collaborateurs (2004) par exemple avancent que les épreuves généralement utilisées pour évaluer la conscience phonologique présentent une charge importante au niveau de la MCT verbale. De plus, ces auteurs montrent l'existence d'une distinction entre les différents composants de la MT telle qu'elle a été décrite par Baddeley (2000) et la conscience phonologique qui constitue dans leur étude un composant séparé mais néanmoins lié à la MT. Ces auteurs posent aussi l'hypothèse selon laquelle la MCT verbale et la conscience phonologique auraient des contributions différentes au niveau de l'apprentissage de la lecture.

IV - Le langage oral et ses liens avec la Mémoire de Travail

Dans cette partie, nous commencerons par une introduction au développement du langage oral avant de présenter succinctement les méthodes qui permettent de l'évaluer. Nous passerons ensuite à une brève synthèse des études développementales concernant les liens entre le langage oral et les différents composants de la MT. Nous finirons par un bref exposé des hypothèses explicatives de ces liens.

1- Introduction au développement du langage oral

Différentes études ont tenté d'explorer le développement du langage ainsi que les facteurs socio-cognitifs pouvant être impliqués dans ce développement. A la différence du langage écrit, le langage oral s'acquiert naturellement, sans apprentissage explicite. Ainsi, une

sensibilité au langage oral est relevée chez les nouveau-nés (Eimas & al., 1971 ; Mehler & al., 1988) et le jeune enfant semble être sensible aux productions verbales de son entourage bien avant de parler (Menyuk, 1977; 1988). Le développement des différents systèmes linguistiques - phonologique, lexical, morphosyntaxique, pragmatique, etc. - chez l'enfant tout-venant va lui permettre ensuite de mieux comprendre son entourage et de s'exprimer. Ces productions vont passer de simples vocalisations entre la naissance et l'âge de deux mois (Vinter, 1994) à des énoncés de plus en plus longs et complexes dans les années suivantes (pour une revue, cf. Le Normand, 2000). De même, sa compréhension évolue et elle devance même la production (Bassano, 2000, Benedict, 1979 ; Bates & al., 1979 ; 1995 ; Golinkoff, Hirsh-Pasek, Cauley & Gordon, 1987). En général, dès trois ans et demi, l'enfant maîtrise la structure de sa langue maternelle et les incorrections morphologiques et syntaxiques deviennent de plus en plus rares dans ses productions (Le Normand, 2000). Cependant, le développement du langage ne s'arrête pas à cet âge et certaines acquisitions se font bien plus tardivement. Ainsi, certaines passives ne sont pas comprises par des enfants de 3-4 ans (Bever, 1970) ; certaines propositions relatives ne sont pas correctement interprétées par la plupart des enfants âgés de neuf ans et demi (Segui & Léveillé, 1977) ; le sarcasme est mieux compris par des enfants de huit ans que par des enfants de 6-7 ans (Ackerman, 1982b ; Ackerman, 1983) ; etc. De même, le lexique continue à se développer tout le long de la vie et passe d'environ 10 000 mots à l'âge de six ans à 30 000 à l'âge adulte (Bassano, 2000). Notons que le langage oral semble être réciproquement lié à la lecture et au niveau d'intelligence générale (Anderson & Freebody, 1981 ; Cunningham & Stanovitch, 1991 ; Hayes, 1988 ; Thorndyke, 1973). Il est à signaler que l'acquisition du langage par les jeunes enfants a généré un grand nombre de théories parfois controversées. Parmi ces théories, deux grands courants se distinguent : le premier favorise les contraintes linguistiques souvent considérées comme innées alors que le second souligne l'importance de certains déterminants cognitifs et communicatifs dans l'acquisition du langage. Les théories actuelles se situent en général sur un continuum entre ces courants.

2- Les méthodes d'évaluation du langage oral

Deux grandes méthodes sont utilisées pour l'évaluation du langage oral : les méthodes basées sur l'observation et l'analyse du langage en situation de communication et les méthodes d'évaluation des aspects formels du langage (Chevrie-Muller, 2000). Les premières sont surtout utilisées avec les jeunes enfants de dix-huit mois à quatre ans et avec

les sujets présentant des pathologies qui les empêchent de participer à des évaluations formelles (ex : autisme, déficience mentale sévère, etc.). Bien que ce type d'évaluation prenne un temps considérable, surtout pour l'analyse des données et des observations recueillies, il présente un grand intérêt surtout quand il s'agit d'évaluation des aspects pragmatiques de la communication (Chevrie-Muller, 2000) et d'analyse du langage spontané (Rondal, 1997). Il permet d'évaluer les différentes composantes du langage oral (phonologique, lexicale et morphosyntaxique), en particulier en expression. Il permet aussi d'observer et d'analyser les comportements non verbaux et d'avoir une idée du développement cognitif de l'enfant comme par exemple la capacité d'anticipation, de programmation, l'accès au jeu symbolique, etc. Il est à signaler que les méthodes d'observation et d'analyse du langage en situation de communication peuvent être standardisées et étalonnées (BEPL-B, Chevrie-Muller & al., 1988-1997 ; Le Normand, 1986, 1991). Le deuxième type de méthodes d'évaluation du langage oral correspond, comme nous l'avons déjà signalé, aux méthodes d'évaluation des aspects formels du langage en situation de test. L'intérêt principal de ces méthodes d'évaluation est la facilité de la passation des tests et de l'analyse des données. Les tests, qui doivent avoir les qualités de validité, fiabilité et sensibilité, permettent d'évaluer les « comportements » d'un sujet en les comparant statistiquement à ceux d'une population de référence. Ils sont étalonnés et standardisés. De nos jours, certaines batteries de tests se présentent sous forme informatisée (ex : BILO, Khomsi, 2007), ce qui permet d'avoir une standardisation plus précise et, surtout, une variable supplémentaire qui correspond au temps de traitement que l'ordinateur recueille automatiquement. Toutes les notes ou scores obtenus suite à la passation des tests permettent en général de dresser des profils psycholinguistiques des sujets, relevant ainsi leurs habiletés conservées et celles déficitaires. Il est à signaler qu'il existe un grand nombre de batteries de tests destinées à l'évaluation du langage oral. En général, ces batteries comportent des épreuves évaluant les différentes composantes du langage oral – phonologique, lexicale et morphosyntaxique – et cela en expression et en réception. Certaines batteries contiennent aussi des épreuves de gnosies auditives, de praxies bucco-faciales, d'articulation et de MT. En effet, parmi les fonctions cognitives explorées dans le cadre de la recherche sur l'acquisition et le développement du langage, la MT - et surtout la boucle phonologique - a été l'objet d'un grand nombre d'études. Nous allons passer maintenant aux liens entre les différents aspects du langage oral et les différents composants de la MT. Certaines études concernant les liens entre le langage oral, la MT et la lecture seront aussi présentées.

3- Les liens entre le langage et la Mémoire de Travail

Plusieurs études ont déjà exploré les liens entre la MT et le développement du langage et, contrairement aux résultats obtenus avec les adultes (Shallice, 1988; Shallice & Butterworth, 1977), les études développementales qui ont exploré les liens entre la MT et le langage oral ont généralement montré une association significative entre ces habiletés. Les aspects du langage examinés dans ces recherches concernent aussi bien le vocabulaire que la morphosyntaxe. Dans ce paragraphe, nous allons réaliser une synthèse des données existantes concernant les liens entre la MT et le langage, en nous focalisant sur celles provenant d'études développementales. Nous présenterons aussi quelques données disponibles sur les liens entre le langage oral, la MT et la reconnaissance de mots écrits. Dans notre exposé, nous nous appuierons sur le modèle de MT de Baddeley qui, nous le rappelons, demeure le modèle le plus répandu, notamment dans les études développementales. Ainsi, nous présenterons par la suite les liens entre les différents aspects du langage oral et les différents composants du modèle de MT de Baddeley. Nous commencerons par présenter les liens entre le langage oral et la boucle phonologique, nous passerons ensuite aux liens entre le langage oral et le calepin visuo-spatial et nous finirons par les liens entre le langage oral et l'administrateur central.

Liens entre le langage oral et la boucle phonologique

Parmi les études explorant les liens entre le langage oral et la MT, celles concernant la boucle phonologique demeurent les plus nombreuses. Ainsi, un grand nombre d'auteurs s'accordent sur l'existence de liens significatifs entre les mesures de la boucle phonologique et le vocabulaire réceptif et expressif. En effet, de meilleures performances au niveau des épreuves évaluant la boucle phonologique ont été associées à de meilleures performances au niveau des épreuves de vocabulaire (Adams & Gathercole, 1995, 2000; Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1992). Notons que Gathercole et al. (1992) ont montré que la nature de la relation entre la MCT verbale, supportée par la boucle phonologique, et le vocabulaire change au cours de l'enfance. En effet, entre quatre et cinq ans, la MCT verbale a une influence causale et directe sur le développement du vocabulaire alors que, entre six et huit ans, c'est le vocabulaire qui devient le principal « stimulateur » dans la relation développementale. De plus, Gathercole et Baddeley (1990) ont montré que la MCT verbale est associée à l'acquisition du vocabulaire évaluée comme étant la capacité à apprendre de nouveaux mots non familiers (ex : *Pimas* ou *Sommel*). L'importance de la MCT pour l'acquisition de nouveaux mots a été relevée aussi par Baddeley, Papagno & Vallar (1988) qui ont montré

l'incapacité d'un patient adulte présentant un déficit de MCT phonologique à apprendre du vocabulaire d'une langue étrangère (patient anglophone apprenant 8 mots du vocabulaire russe). De même, des expériences de suppression articulatoire – répétition d'un son non pertinent – effectuées avec des adultes ont révélé un effet de ce phénomène sur l'apprentissage d'une langue étrangère (Papagno, Valentine & Baddeley, 1991), montrant l'implication de la répétition subvocale dans l'apprentissage d'une langue seconde. En plus, Papagno & al. (1991) ont montré un effet négatif de la similarité phonologique et de la longueur des mots sur l'apprentissage d'une langue seconde chez les adultes. Il est à signaler que ces effets n'ont pas été retrouvés lors d'expériences concernant la langue maternelle des sujets qui impliquerait plus, selon Baddeley (2003), un certain codage sémantique. L'implication de la MCT verbale dans l'apprentissage d'une langue seconde a été aussi relevée chez les enfants. Ainsi, Service (1992), travaillant avec des enfants finlandais apprenant l'anglais comme deuxième langue, a montré que les sujets à meilleur empan de MCT verbale présentent de meilleures performances au niveau de l'apprentissage de la langue seconde que les enfants à faible empan et cela aussi bien au niveau du vocabulaire que de la morphosyntaxe. Pour ce qui est des liens entre la reconnaissance de mots écrits, la boucle phonologique et le vocabulaire, certaines études montrent que la MCT verbale présente des associations substantielles avec les performances lexiques, au-delà de celles expliquées par les scores de vocabulaire. Ainsi, Mann et Liberman (1984) montrent que trois groupes de faibles, moyens et bons lecteurs se distinguent au niveau de leurs performances en MCT verbale évaluée un an avant mais pas au niveau de leurs performances en vocabulaire en réception. De même, Gathercole et Baddeley (1993a) montrent que la MCT verbale évaluée à quatre ans prédit les performances au niveau du décodage à l'âge de huit ans et cela même quand les scores en vocabulaire sont contrôlés statistiquement. Notons cependant que, dans cette étude, la variance expliquée par la MCT verbale au niveau des performances ultérieures en reconnaissance de mots écrits est très faible quand l'épreuve lexique implique la stratégie directe d'identification de mots (2 %) et que cette variance devient nulle quand les scores en vocabulaire sont contrôlés. Il est à signaler que cette étude montre que les performances en lecture à l'âge de six ans prédisent les performances en vocabulaire à l'âge de huit ans. A partir de ces résultats, Gathercole et Baddeley (1993b) posent l'hypothèse selon laquelle, à partir d'un certain âge, la lecture pourrait remplacer la MCT verbale au niveau de la stimulation du vocabulaire.

Pour ce qui est de l'aspect morphosyntaxique du langage, différentes études ont aussi exploré les liens entre les performances des sujets à ce niveau et les mesures de la boucle phonologique. En général, ces études montrent que les enfants ayant de bonnes performances au niveau des épreuves de MCT verbale ont de bons profils morphosyntaxiques alors que de faibles performances en MCT verbale sont associées à un bas niveau de connaissances syntaxiques (Adams & Gathercole, 1995, 2000). Une étude réalisée par Willis (1997) a montré que des enfants de quatre ans ayant une meilleure MCT verbale comprennent plus de constructions syntaxiques que les enfants avec de moins bonnes performances en MCT verbale. De plus, Adams et Gathercole (1995, 1996, 2000) ont montré que les enfants (3 à 5 ans) qui ont une meilleure MCT verbale produisent des énoncés plus longs (nombre de morphèmes par énoncé), plus de constructions syntaxiques et ont des productions plus riches en informations que les enfants qui ont de moins bonnes performances en MCT verbale. Il est à signaler qu'une étude réalisée avec des adultes présentant des déficits de MCT verbale (Vallar & Baddeley, 1987) a révélé que les effets de ces déficits sur la compréhension orale se limitent aux énoncés longs et complexes, n'entravant donc pas le fonctionnement des sujets dans leur vie quotidienne. De même, Gathercole et Baddeley (1993b), en s'appuyant sur un ensemble d'études, notent l'implication de la boucle phonologique lors du traitement linguistique d'énoncés longs et complexes. Notons enfin que certains auteurs avancent que la MCT verbale n'est pas indispensable à la compréhension des énoncés et cela même quand les énoncés sont longs et complexes (Butterworth & al., 1986). De plus, certaines études ont montré que les enfants qui ont des difficultés au niveau de la compréhension d'énoncés ne présentent pas nécessairement de déficits de MCT verbale (Cain, Oakhill & Bryant, 2000 ; Nation & Snowling, 1998 ; Willis & Gathercole, 2001).

En ce qui concerne les liens entre les mesures de la boucle phonologique et la phonologie, une association entre la MCT verbale et la phonologie en expression a été avancée pas Adams et Gathercole (1995). En effet, l'étude a montré que des enfants de trois ans avec de faibles performances en MCT verbale font plus d'erreurs phonologiques dans leurs productions orales que des enfants présentant de bonnes performances en MCT verbale. Il est à signaler cependant que cette différence n'était pas statistiquement significative. Quant à l'articulation, Baddeley (2003) avance que les troubles d'articulation n'ont pas d'effet sur la répétition subvocale. Ainsi, une étude réalisée avec des adultes dysarthriques (Baddeley & Wilson, 1985) montre que ces patients présentent toujours un effet de longueur de mots et un effet de similarité phonologique pour un matériel présenté visuellement. En revanche, il

semblerait que les troubles praxiques contraignent négativement la répétition subvocale. Ainsi, des patients dyspraxiques ne présentent aucun signe de répétition subvocale (Caplan & Waters, 1995). En se basant sur ces données, Baddeley (2003) conclut que c'est la capacité à programmer les mouvements moteurs en lien avec les productions verbales qui est à la base de la répétition subvocale et non la capacité à articuler.

Enfin, il est à noter que des données provenant d'études portant sur les troubles du langage soutiennent aussi l'hypothèse de l'existence de liens entre le langage oral et la MCT verbale (Archibald & Gathercole, 2006, 2007 ; Gathercole & Baddeley, 1980 ; Gathercole & Baddeley, 1990a). En effet, les enfants présentant des troubles spécifiques du développement du langage semblent avoir une MCT verbale moins bonne que celle d'enfants du même âge mais aussi que celle d'enfants plus jeunes appariés selon leur niveau langagier. Gathercole et Baddeley (1989) suggèrent même que les troubles du langage de ces enfants seraient dus à leur déficit de MCT verbale. Notons que les études de Archibald et Gathercole (2006 ; 2007) révèlent aussi des déficits chez les sujets présentant des troubles spécifiques du langage au niveau des tâches de MT complexe impliquant un matériel verbal. Toutefois, la MCT visuo-spatiale et la MT complexe impliquant un matériel visuo-spatial semblent être préservées chez ces sujets.

Liens entre le langage oral et le calepin visuo-spatial

Les liens entre le développement du langage et la MCT visuo-spatiale ont été très peu explorés. En général, les études ne révèlent pas de liens significatifs entre ces habiletés. Ainsi, par exemple, des données provenant d'études de neuropsychologie mettent en évidence une absence de déficit au niveau de la MCT visuo-spatiale chez des sujets aphasiques (Renzi & Nichelli, 1975 ; Kelter & al., 1977). De même, des données provenant d'études développementales révèlent une absence de liens substantiels entre les habiletés langagières et les mesures du calepin visuo-spatial (Adams, Bourke & Willis, 1999). De plus, la MCT visuo-spatiale semble être préservée chez les enfants présentant des troubles spécifiques du langage oral (Archibald & Gathercole, 2006 ; 2007). Notons cependant qu'une étude réalisée par Phillips et ses collaborateurs (2003) avec des sujets ayant le syndrome de William – syndrome génétique accompagné généralement de troubles au niveau du traitement visuo-spatial alors que les habiletés verbales sont relativement préservées – a révélé des difficultés de ces sujets au niveau de certaines structures syntaxiques impliquant des relations spatiales. A partir de ces résultats, les auteurs suggèrent que les habiletés cognitives et la capacité à maintenir et à

manipuler l'information visuo-spatiale peuvent jouer un rôle au niveau de la compréhension du langage, surtout pour certains types particuliers de structures linguistiques. Il est à signaler que les auteurs notent bien l'étendue des troubles visuo-spatiaux des sujets présentant le syndrome de William au-delà de la MCT.

Liens entre le langage oral et l'administrateur central

Les études explorant les liens entre les mesures de l'administrateur central et le vocabulaire en réception et en production sont beaucoup moins nombreuses que celles concernant la boucle phonologique. Certains auteurs ont cependant relevé des liens significatifs entre les performances au niveau de la MT complexe et les scores de vocabulaire (Daneman & Green, 1986 ; Gathercole & Pickering, 2000). Notons toutefois que Gathercole et Pickering (2000) ont montré que les performances des enfants au niveau d'épreuves évaluant l'administrateur central sont liées au niveau de vocabulaire chez des enfants âgés de six et sept ans mais que les mesures de l'administrateur central ne prédisent pas les performances aux épreuves de vocabulaire administrées un an plus tard.

Pour ce qui est de l'aspect morphosyntaxique du langage, certaines études réalisées avec des adultes révèlent des liens significatifs entre la compréhension orale et les mesures de l'administrateur central (Daneman & Carpenter, 1980 ; pour une revue, cf. Gathercole & Baddeley, 1993b). Quant aux études développementales, certaines ont montré que les enfants ayant des difficultés de compréhension d'énoncés présentent des déficits importants au niveau des performances aux tâches de MT complexe qui nécessitent à la fois stockage et traitement de l'information (Daneman & Carpenter, 1980 ; Nation & al., 1999 ; Seigneuric, Ehrlich, Oakhill & Yuill, 2000). De même, Adams, Bourke et Willis (1999) ont montré que l'habileté qui prédit le mieux le niveau de compréhension orale chez des enfants de quatre et cinq ans est la fluence verbale qui est supposée mesurer la fonction hypothétique de l'administrateur central de la récupération des informations de la Mémoire à Long Terme. Notons toutefois que, dans cette même étude, l'habileté qui a semblé prédire le mieux la production orale est la MCT verbale. De plus, quand les effets des habiletés cognitives générales sont contrôlés, la seule fonction qui prédit significativement la compréhension et la production est la MCT verbale. Ainsi, il semblerait que le langage oral présente plus de liens significatifs avec la boucle phonologique qu'avec l'administrateur central ou même le calepin visuo-spatial (Adams, Bourke & Willis, 1999).

4. Les hypothèses explicatives des liens entre la Mémoire de Travail et le langage oral

Baddeley et al. (1998) tendent à mettre l'association entre la MCT verbale et le langage sur le compte de la qualité des représentations phonologiques temporaires. En effet, ils posent l'hypothèse selon laquelle le stockage temporaire des représentations phonologiques en MT favorise la création de représentations phonologiques à long terme (voir aussi Gathercole & Pickering, 2000). Notons que, selon Speidel (1989, 1993), les représentations phonologiques à long terme soutiennent le développement du langage sous ses deux formes lexicale et morphosyntaxique. Cependant, une autre interprétation plausible de l'association entre la MCT verbale et le langage est que les habiletés langagières contraignent le développement de la MCT verbale. Ainsi, de faibles habiletés langagières contraindraient les performances aux épreuves de MCT verbale qui seraient, alors, moins bonnes (Howard & Van der Lely, 1995). Notons que certaines études ont montré que les connaissances lexicales et sous-lexicales stockées en mémoire à long terme exercent une influence sur les scores de MCT verbale (Gathercole, 1995 ; Hulme, Maughan & Brown, 1991, pour une revue, cf. Majerus, 2007). Il est à signaler toutefois qu'une étude réalisée par Gathercole, Frankish, Pickering et Peaker (1999) a suggéré que l'association entre la MCT verbale et le vocabulaire est plus plausiblement expliquée par des différences individuelles en MCT verbale qui exercent une influence sur le vocabulaire plutôt que par des connaissances lexicales et phonotactiques plus riches qui stimulent les performances à l'épreuve de répétition de non-mots. Toutefois, Baddeley (2000) a avancé la notion de relation réciproque entre le langage et la MT (cf. Le modèle modifié de Baddeley, 2000, chapitre I, p.13). En effet, dans son modèle (2000), la relation entre le langage et la boucle phonologique est présentée comme étant directe et réciproque alors que celle entre le langage et l'administrateur central est présentée comme étant indirecte, arbitrée par la boucle phonologique et la MLT épisodique. Il est à signaler enfin que Snowling, Chiat et Hulme (1991) suggèrent que les troubles du langage peuvent être dus à des difficultés de traitement phonologique d'ordre général et que ces difficultés peuvent aussi influencer les performances au niveau des épreuves de MCT verbale.

Dans ce chapitre, nous avons présenté une synthèse des études existantes concernant les liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la reconnaissance des mots écrits, la conscience phonologique et les différents aspects du langage oral et cela chez les sujets tout-venant. Ces données nous permettront de mieux analyser et de mieux interpréter les résultats

que nous présenterons dans le deuxième et dans le troisième chapitre de notre partie empirique. En effet, nous rappelons que le deuxième chapitre de cette partie concernera les liens entre la MT et la lecture chez les sujets tout-venant alors que le troisième chapitre est destiné à l'évaluation de la hiérarchie des liens entre la MT d'une part et la lecture, la conscience phonologique et les différents aspects du langage oral d'autre part. Dans le chapitre suivant, nous exposerons une synthèse des études existantes concernant la MT et ses liens avec la reconnaissance des mots écrits chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs et cela sachant que le dernier chapitre de notre partie empirique concerne une population de sujets présentant des troubles de la lecture.

Chapitre III

La Mémoire de Travail chez Les Sujets Dyslexiques et Les Faibles Lecteurs

Les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la MT chez les sujets présentant des difficultés ou des troubles spécifiques de la lecture ont été largement explorés. Dans ce chapitre, nous présenterons une brève synthèse des études concernant ces liens. En fait, notre étude comprend une petite partie explorant la MT chez des enfants présentant des troubles de la lecture. Il est à signaler que le but de l'introduction de ces enfants dans notre étude est de mieux comprendre les liens entre la MT et l'identification des mots écrits en général et non pas de mieux comprendre les troubles de la lecture. Pour cela, cette partie ne sera pas exhaustive, le but étant de dresser le cadre théorique général permettant d'interpréter et de discuter nos propres résultats. Nous commencerons ce chapitre par une introduction sur la dyslexie développementale avant de présenter une synthèse des études existantes concernant la MT et ses liens avec la reconnaissance des mots écrits chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs.

I. La dyslexie développementale

Dans cette partie, nous commencerons par la présentation de la définition classique de la dyslexie. Nous passerons ensuite à un bref aperçu des différents types de dyslexie et nous finirons par un exposé succinct des théories explicatives de la dyslexie.

1- La définition de la dyslexie

A ce jour, il n'existe pas de définition unique et incontestable de la dyslexie. En effet, les définitions sont nombreuses et elles peuvent présenter des différences liées à la conception même du trouble (trouble neurologique, trouble spécifique de la lecture, etc.) ou à l'aspect pris en compte (l'étiologie, la sémiologie, etc.). Toutefois, les définitions les plus influentes sont celles dites par exclusion. Ainsi, selon la fédération mondiale de neurologie (Critchley, 1970), la dyslexie se définit comme « un désordre manifesté par une difficulté dans l'apprentissage de la lecture en dépit d'un enseignement conventionnel, d'une intelligence

adéquate et d'une opportunité socioculturelle. Elle dépendrait de facteurs cognitifs fondamentaux qui sont généralement d'origine constitutionnelle ». De même, l'Organisation Mondiale de la Santé (ICD-10, *Classification of Mental and Behavioral Disorders*, OMS, 1993) reprend cette définition des troubles spécifiques de la lecture (*specific reading disorder* selon l'OMS) en précisant les critères à prendre en compte pour le diagnostic. Ainsi, pour poser le diagnostic de troubles spécifiques de la lecture, elle quantifie l'écart entre les aptitudes observées et les aptitudes supposées (2 écarts-types), elles précise les critères du diagnostic différentiel en ajoutant à la définition de la fédération mondiale de neurologie présentée ci-dessus l'absence d'une cause directe liée à un déficit sensoriel ou une affection neurologique, etc. Ainsi, selon l'OMS, pour poser le diagnostic de dyslexie, il faut respecter les critères suivants :

« A. L'un des deux points suivants doit être présent

(1) un score de capacités de lecture et/ou de compréhension se situant au moins 2 écart-types en dessous du niveau attendu sur la base de l'âge chronologique et l'intelligence générale de l'enfant, les aptitudes de lecture de même que le QI étant évalués sur un test administré individuellement et standardisé par rapport au niveau culturel et au système éducatif de l'enfant.

(2) un antécédent de difficultés sévères de lecture ou des scores aux tests satisfaisant au critère A (1) à un plus jeune âge, plus un score à un test d'orthographe se situant au moins deux écart-types en dessous du niveau attendu sur la base de l'âge chronologique et du QI de l'enfant.

B. Le trouble décrit au critère A interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie quotidienne nécessitant des aptitudes de lecture.

C. Le trouble n'est pas la conséquence directe d'un déficit d'acuité visuelle ou auditive, ou d'une affection neurologique.

D. Les expériences scolaires sont dans la moyenne de ce que l'on peut attendre (c'est-à- dire qu'il n'y a pas eu d'inadéquation majeure dans la scolarisation).

E. Critère d'exclusion très habituellement utilisé. QI inférieur à 70 sur un test standardisé administré individuellement.».

Notons que les critères de diagnostic peuvent changer d'une définition à l'autre. Ainsi, le seuil du QI pour l'exclusion du diagnostic de dyslexie peut varier par exemple.

Il est à signaler que ces définitions par exclusion présentent des limites et ont été souvent critiquées à plusieurs niveaux. La critique qui leur a été le plus souvent adressée concerne l'écart qu'elles imposent entre le QI et les aptitudes lexiques. Siegel et ses collaborateurs (1988 ; Stanovitch et Siegel, 1994) par exemple signalent que les faibles lecteurs ayant un faible QI ne diffèrent pas nécessairement des faibles lecteurs à bon QI au niveau des performances en décodage, en reconnaissance de mots écrits, en langage et en mémoire. Ces auteurs relèvent aussi l'existence de sujets à faibles QI présentant des performances normales en lecture. De même, Stanovitch (1986) introduit la notion d'« effet Mathieu » selon laquelle l'apprentissage de la lecture pourrait avoir une influence sur le QI, en particulier le QI verbal. Ainsi, les faibles QI observés chez certains mauvais lecteurs pourrait être liés en partie aux faibles performances lexiques de ces sujets, etc.

2- Les types de dyslexies

En 1973, Boder avance l'existence de trois types différents de dyslexies : les dyslexies dyséidétiques appelées aujourd'hui dyslexies de surface, les dyslexies phonologiques et les dyslexies mixtes. Selon l'auteur, les dyslexies dyséidétiques se traduisent par une difficulté des sujets à reconnaître la forme visuelle d'un mot écrit ; les dyslexies phonologiques - type de dyslexie le plus fréquent - correspondent à la difficulté des sujets à utiliser la stratégie alphabétique de lecture ; et les dyslexies mixtes correspondent à la coexistence de ces deux types de difficultés. Différentes études ont ensuite parlé de sous-types de dyslexies et la distinction entre dyslexies phonologiques et dyslexies de surface a été reprise par un grand nombre d'auteurs. Ainsi, les dyslexies phonologiques se caractériseraient essentiellement par des difficultés au niveau de la conscience phonologique, par des difficultés au niveau de la MCT verbale et par une difficulté sélective à lire les non-mots alors que la lecture de mots réguliers ou irréguliers est plus ou moins préservée (Campbell & Butterworth, 1985 ; Temple & Marshall, 1983 ; Valdois, 1993 ; Howard & Best, 1996). Elles s'accompagnent en général d'une dysorthographie du même type (Campbell & Butterworth, 1985). En revanche, les dyslexies de surface se caractériseraient essentiellement par une difficulté sélective à lire les mots irréguliers, avec une tendance à la régularisation, alors que la lecture des mots réguliers et des non-mots est généralement préservée (Holmes, 1978 ; Goulandris & Snowling, 1991 ; Castles & Coltheart, 1996 ; Valdois, 1996). Ces sujets auraient donc du mal à construire ou à garder en mémoire des représentations orthographiques des mots. Ce type de dyslexie s'accompagne en général d'une dysorthographie du même type

avec une tendance à réaliser des productions phonologiquement plausibles (Martinet & Valdois, 1999). Quant à la conscience phonologique chez ces sujets, un grand nombre d'auteurs s'accordent sur le fait qu'elle n'est pas déficitaire (Castles & Coltheart, 1996 ; Romani & Stringer, 1994 ; Temple, 1997 ; Valdois, 1993). Toutefois cette absence de déficit de conscience phonologique ne semble pas être généralisée à l'ensemble des sujets présentant une dyslexie de surface (Goulandris & Snowling, 1991). Notons que la MCT verbale semble être préservée dans ce type de dyslexie (Romani & Stringer, 1994). Il est à signaler que les dyslexies phonologiques et les dyslexiques de surface pures sont minoritaires et que, dans la majorité des cas, les sujets présentent des dyslexies mixtes (Castles & Coltheart, 1993 ; Manis & al., 1996). Certains auteurs affirment même avoir des difficultés à isoler la dyslexie de surface (Stanovitch & al., 1997). Snowling & Caravolas (2007) avancent la possibilité que les comportements lexiques constituent un continuum et non pas des catégories nettement distinctes. Notons de plus que la distinction existant entre les troubles spécifiques de la lecture et les faibles performances chez les sujets tout-venant est l'objet de débats. Ainsi, alors que certains auteurs supposent que les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs peuvent constituer un continuum (Baddeley, Logie & Ellis, 1988 ; Rodgers, 1983), d'autres considèrent qu'il existe des différences sémiologiques qualitatives (Stanovitch, Nathan & Vala-Rossi, 1986) ou des différences étiologiques (cf. Valdois, 2000) entre ces deux populations. En ce qui concerne l'étiologie de la dyslexie, des facteurs génétiques (Bishop, 2001 ; Grigorenko, 2005 ; Pennington & Olson, 2005), des facteurs neurophysiologiques (Paulesu & al., 1996 ; Shaywitz & al., 2002) et des facteurs environnementaux (Petrill & al., 2005 ; Rutter & Maughan, 2002) ont été avancés.

3- Les théories explicatives de la dyslexie

Différentes théories et hypothèses ont été élaborées pour tenter d'élucider ou de comprendre la dyslexie. Dans cette partie, nous exposerons brièvement quelques-unes de ces théories et hypothèses. Ainsi, nous présenterons succinctement la théorie du déficit perceptif visuel en lien avec un dysfonctionnement du système magnocellulaire, l'hypothèse du déficit perceptif auditif, l'hypothèse motrice et la théorie phonologique. Il est à signaler que ces hypothèses et ces théories explicatives de la dyslexie ne sont pas les seules. En effet, un grand nombre de théories ont été élaborées pour tenter de rendre compte de ce trouble mais nous ne les exposerons pas ici par souci d'économie.

La théorie du déficit perceptif visuel

Certains auteurs suggèrent l'existence d'un déficit perceptif visuel chez les sujets dyslexiques et particulièrement une atteinte du système magnocellulaire (Lovegrove & al., 1986 ; Stein & Talcott, 1999). Ce déficit se traduirait alors essentiellement par des difficultés dans la perception des contrastes - particulièrement les contrastes de basse fréquence spatiale -, par une perturbation de la persistance visuelle et par une faible détection des mouvements. Notons que cette théorie est largement controversée et que ce trouble visuel ne semble pas être généralisé à l'ensemble des sujets dyslexiques (cf. Skoyles & Skottun, 2004).

L'hypothèse du déficit perceptif auditif

Certains auteurs supposent l'existence, chez les sujets dyslexiques, d'un déficit perceptif auditif. Ainsi, ces sujets présenteraient un déficit au niveau des traitements perceptifs rapides de l'information auditive et plus précisément au niveau des transitions de formants (Tallal, 1980 ; Tallal, Miller & Fitch, 1993). Notons que cette théorie a d'abord été avancée pour rendre compte des difficultés langagières des sujets dysphasiques. Comme pour la théorie de perception visuelle, cette théorie est controversée (Marshall & al., 2001 ; Nittrouer, 1999).

L'hypothèse motrice

Une théorie motrice de la dyslexie existe aussi (Nicolson, Fawcett & Dean, 2001). Selon cette théorie, les sujets dyslexiques présenteraient un dysfonctionnement au niveau du cervelet qui se traduirait par de faibles difficultés motrices qui peuvent rendre compte de la dysorthographie accompagnant la dyslexie mais qui ont aussi une influence sur l'acquisition de la lecture. En effet, selon cette théorie, le dysfonctionnement du cervelet engendre, entre autres, des difficultés d'articulation. Ces difficultés d'articulation vont alors avoir une influence sur le développement du langage oral mais aussi sur le développement de la conscience phonologique et de la MCT verbale (boucle phonologique). En d'autres termes, les difficultés motrices seraient à la base des déficits phonologiques observés chez les sujets dyslexiques qui seraient, à leur tour, la base de leurs difficultés lexiques. Notons que l'hypothèse motrice de la dyslexie demeure controversée (cf. Ramus, Pidgeon & Frith, 2003b).

Les théories phonologiques

Alors que les théories précédemment présentées restent très controversées (cf. Ramus & al., 2003b ; Sprenger-Charolles & Colé, 2003 ; Zeffiro & Eden, 2001), les théories

phonologiques demeurent les plus fortement soutenues (cf. Ramus & al., 2003a ; Ramus & al., 2003b ; Ramus, White & Frith, 2006). En général, ces théories tentent d'expliquer la dyslexie en terme de déficits au niveau des représentations phonologiques qui sont indispensables à l'acquisition de la lecture et cela surtout dans les langues à écriture alphabétique (Shankweiler & al., 1992 ; pour une revue, cf. Snowling & Caravolas, 2007). Ainsi, les sujets dyslexiques auraient des représentations phonologiques dégradées ou peu spécifiées (Snowling, 2000) - voire peu segmentées (Fowler, 1991) ou peu distinctes (Elbro, 1996) -, ce qui peut rendre compte de leurs difficultés à réaliser les tâches nécessitant un certain traitement phonologique. En effet, les sujets dyslexiques, mais aussi les faibles lecteurs, semblent avoir des difficultés au niveau de la conscience phonologique (Caravolas & al., 2005 ; Colé et Sprenger-Charolles, 1999 ; Goswami et Bryant, 1990 ; Lecocq, 1991 ; Morais, Cary, Alegria, et Bertelson, 1979 ; Perfetti, 1985 ; Shankweiler, 1999 ; Stanovitch, 1986 ; Swan & Goswami, 1997 ; Wimmer, 1993), au niveau de la MCT verbale (Brady & al., 1983 ; Caravolas & al., 2005 ; Sprenger-Charolles & al., 2000) et au niveau des apprentissages à long terme impliquant la phonologie comme l'acquisition d'une langue seconde ou la maîtrise des tables de multiplication (Miles, 2006). Notons toutefois que certains auteurs suggèrent que les représentations phonologiques des sujets dyslexiques (adultes) sont intactes et que les difficultés de ces sujets à certaines tâches impliquant un traitement phonologique - conscience phonologique, MCT verbale, etc. - peuvent éventuellement être liées à un déficit au niveau de l'accès à ces représentations (Ramus & Szenkovits, 2008). Dans la partie suivante, nous présenterons une synthèse des études explorant la MCT verbale chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs.

II. La MT chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs

Dans cette partie, nous allons présenter une synthèse des études existantes concernant la MT chez les sujets présentant des difficultés ou des troubles spécifiques de la lecture. Pour cela, nous commencerons par un exposé des études concernant la MT et ses liens avec la lecture et en particulier l'identification de mots écrits chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. Nous passerons ensuite à la présentation des hypothèses explicatives des déficits de MT observés chez ces sujets.

1- La MT chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs

Comme nous l'avons déjà signalé ci-dessus, cette partie constituera une synthèse des études concernant la MT et ses liens avec la lecture et en particulier l'identification des mots écrits chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. Pour la clarté de l'exposé, nous l'organiserons suivant les différents composants du modèle de Baddeley (1986) et cela malgré le fait que les études présentées n'ont pas été toutes réalisées en référence à ce modèle. Ainsi, nous commencerons par les études concernant la MCT verbale (boucle phonologique), nous passerons ensuite à un bref aperçu des études concernant la MCT visuo-spatiale (calepin visuo-spatial) et nous finirons par les études concernant la MT complexe (administrateur central).

La MCT verbale et les difficultés ou troubles spécifiques de lecture

Différentes études ont révélé des déficits au niveau de la MCT verbale chez les enfants présentant des troubles de lecture (Jorm, 1983 ; Torgesen, 1978). Plus précisément, des déficits au niveau du stock phonologique (Baddeley & Wilson, 1993 ; Shankweiler & al., 1979) et du système de répétition subvocale (Ackerman, Dykman & Gardner, 1990; O'Shaughnessy & Swanson, 1998) ont été mis en évidence. Pickering (2006) cite une étude réalisée par Pickering et Gathercole (2005) qui montre que les performances de sujets dyslexiques à des tâches évaluant la boucle phonologique - épreuves impliquant des formes phonologiques familières comme des chiffres et des mots - révèlent des performances inférieures à celles des sujets contrôles du même âge chronologique mais néanmoins équivalentes à celles des sujets du même âge lexique, ce qui montre que le niveau de mémoire peut être prédit par le niveau lexique. Notons cependant que les performances de ces sujets à une épreuve de répétition de non-mots - répétition de formes phonologiques non familières - sont inférieures à celles de sujets plus jeunes appariés selon leur niveau de lecture. Ainsi, leurs performances à cette tâche sont inférieures à ce que laisserait prédire leur niveau de lecture. Les auteurs suggèrent ainsi que les sujets dyslexiques ont des difficultés accrues au niveau de la répétition de formes phonologiques non familières et que ces difficultés ne peuvent être prédites par leur niveau de lecture. Il est à signaler que, dans une étude réalisée par Gathercole, Alloway, Willis et Adams (2006), les résultats ne révèlent pas de déficits importants au niveau de la MCT verbale chez des sujets présentant des troubles généraux d'apprentissage (difficultés en mathématiques, en lecture et scores de QI généralement faibles). De plus, dans cette étude, la MCT verbale ne contribue pas d'une manière

significative à la variance des performances en lecture (contrairement à la MT complexe). Ces auteurs citent aussi des études (ex: Archibald & Gathercole, manuscrit non publié) montrant que les déficits au niveau de la MCT verbale seulement n'aboutissent pas nécessairement à des troubles d'apprentissage. Notons que, selon Swanson et Berninger (2005), la MCT verbale serait surtout liée à l'aspect identification des mots écrits de la lecture alors que la compréhension serait plus en lien avec la MT complexe.

La MCT visuo-spatiale et les difficultés ou troubles spécifiques de lecture

Différents auteurs s'accordent sur le fait que la MCT visuo-spatiale semble être moins impliquée dans les performances en lecture que la MCT verbale. Ainsi, Gathercole et ses collaborateurs (2006) relèvent une absence de corrélations significatives entre les performances à des épreuves évaluant le calepin visuo-spatial et les performances en lecture et cela chez des sujets présentant des troubles généraux d'apprentissage. De plus, différents auteurs s'accordent sur l'absence de différence au niveau de la MCT visuo-spatiale entre les performances des bons et des faibles lecteurs ou entre les performances des sujets dyslexiques et des normolecteurs (Gould & Glencross, 1990 ; Pickering & Gathercole, 2005 ; Liberman, Mann, Shankweiler & Werfelman, 1982 ; Mann & Liberman, 1984). En revanche, il semblerait qu'une différence existe entre ces deux populations quand la tâche de MCT implique un matériel visuel pouvant être recodé verbalement. Ainsi, les faibles lecteurs semblent avoir de moins bons résultats que les sujets contrôles quand le matériel est recodable phonologiquement (Katz, Shankweiler & Liberman, 1981 ; Swanson, 1978 ; Vellutino & al., 1973 ; Vellutino & al., 1975). Notons toutefois que certaines études ont mis en évidence l'existence d'un déficit de mémoire visuelle chez des sujets dyslexiques (cf. Goulandris et Snowling, 1991 ; Meyler & Breznitz 1998 ; Poblano Valadez, Arias et Garcia Pedroza, 2000 ; Swanson & Ashbaker, 2000).

MT complexe et difficultés ou troubles spécifiques de lecture

Un grand nombre d'études a tenté d'explorer la MT complexe chez des sujets présentant des troubles spécifiques ou des difficultés de lecture et les auteurs montrent en général l'existence d'un déficit de MT chez ces sujets. Ainsi, en s'appuyant sur un ensemble d'études concernant des sujets dyslexiques, Pickering (2006) affirme que ces sujets semblent avoir un déficit important au niveau des performances liées à l'administrateur central. Notons que, dans ces études, les épreuves d'empan complexe utilisées impliquaient exclusivement un

matériel verbal. Swanson et Ashbaker (2000) ont toutefois montré que les performances d'adolescents présentant des troubles de lecture sont inférieures aux performances d'adolescents normolecteurs du même âge chronologique et cela aussi bien pour les mesures de MT complexe impliquant un matériel verbal que pour les mesures de MT complexe impliquant un matériel visuo-spatial. De plus, Swanson et ses collaborateurs (pour une revue, cf. Swanson, 2006) soulignent l'existence de déficits de MT complexe chez les sujets présentant des troubles de lecture et cela dans différents types de tâches impliquant l'administrateur central. Ainsi, ces sujets présentent des performances inférieures à celles des normolecteurs au niveau d'épreuves impliquant un stockage et un traitement de l'information, au niveau d'épreuves nécessitant une attention sélective et une inhibition de l'information non pertinente et au niveau d'épreuves nécessitant le maintien d'une information pertinente face à une interférence ou une distraction. Il est à signaler toutefois que certaines fonctions liées à l'administrateur central semblent demeurer intactes chez ces sujets comme la planification, l'autorégulation ou la prise de décision. Quant aux liens entre les performances en MT complexe et la reconnaissance de mots écrits, Swanson et Ashbaker (2000) ont montré que la MT complexe contribue d'une manière unique à la variance des mesures de reconnaissance des mots écrits et de compréhension de l'écrit et cela indépendamment de l'âge ou de la vitesse d'articulation. De même, la différence entre les deux groupes au niveau des épreuves de MT complexe ne peut être éliminée par la neutralisation des différences individuelles en MCT. En d'autres termes, les déficits en MT complexe des sujets présentant des troubles de lecture sont indépendants de leurs déficits en MCT. Swanson et ses collaborateurs (2006) ont obtenu des résultats similaires révélant que les déficits de MT complexe chez les sujets présentant des troubles de lecture semblent persister même quand les effets de la vitesse d'articulation, de la compréhension de l'écrit, de la MCT et des scores de QI sont contrôlés. De plus, une étude réalisée par Alloway et Gathercole (2005) a révélé que la MT complexe présente une contribution unique au niveau des habiletés lexiques et cela au-delà de celles liées à la MLT. Notons qu'une étude réalisée par Bayliss et ses collaborateurs (2005c) a révélé des associations significatives entre les performances aux épreuves d'empan complexe et les épreuves de lecture – reconnaissance des mots écrits et compréhension – chez les enfants à développement typique mais pas chez les enfants présentant des troubles d'apprentissages. Les auteurs tentent d'expliquer ces résultats par deux hypothèses non exclusives : la première postule la possibilité d'une approche atypique de la lecture de la part des sujets ayant des difficultés d'apprentissage et la seconde suppose que la MT de ces sujets est soutenue par des

facteurs différents par comparaison au groupe des enfants à développement typique. Il est à signaler que, dans une étude réalisée par Swanson et Berninger (1995), les résultats montrent que seuls les sujets présentant des difficultés de reconnaissance de mots et de compréhension de l'écrit ont des déficits à la fois au niveau de la MCT et de la MT complexe. En revanche, les sujets présentant des difficultés au niveau de la compréhension de l'écrit uniquement présentent des déficits de MT complexe seulement et les sujets présentant des difficultés au niveau de la reconnaissance des mots écrits uniquement ont des déficits au niveau de la MCT seulement. Les auteurs en déduisent que la MT complexe serait liée à la compréhension de l'écrit alors que la MCT verbale serait liée à la reconnaissance de mots écrits. Cette hypothèse selon laquelle les difficultés de compréhension de l'écrit d'une part et les difficultés de reconnaissance de mots écrits d'autre part refléteraient des déficits au niveau de systèmes mnésiques différents est soutenue par Swanson et ses collaborateurs (2006). Notons toutefois que Palmer (2000) affirme que la MT complexe soutenue par l'administrateur central joue un rôle important dans l'acquisition de la reconnaissance des mots écrits et particulièrement dans l'inhibition des stratégies de traitement visuel - qu'on observe chez les jeunes enfants - pour l'adoption des stratégies de traitement phonologique. Ainsi, elle avance que des adolescents dyslexiques continuent à utiliser des stratégies de traitement visuel, ce qui entrave leur réussite en lecture. De même, selon Boulc'h et ses collaborateurs (2007), le contrôle exécutif supporté par l'administrateur central pourrait être impliqué dans les difficultés de lecture surtout chez les sujets qui n'ont pas encore automatisé leurs stratégies de lecture et qui, par suite, s'appuient largement sur la composante exécutive de la MT. Ces auteurs montrent que l'ajout d'une tâche exécutive (de mise à jour ou d'alternance) à une tâche de décodage engendre un coût supplémentaire chez les faibles lecteurs mais pas chez les normolecteurs. Les auteurs expliquent ce résultat par une moins bonne maîtrise du décodage chez les faibles lecteurs que chez les normolecteurs chez qui aucun effet de l'ajout de la tâche exécutive n'est observé. Il est à signaler que, dans une étude réalisée par Pickering et Gathercole (2005), les enfants dyslexiques ont eu des scores inférieurs à ceux d'enfants plus jeunes appariés selon leur niveau de lecture pour deux épreuves d'empan complexe - empan de comptage et empan de chiffres - mais pas pour une troisième - jugement de véracité d'énoncés puis répétition des derniers mots - pour laquelle leurs scores étaient même équivalents à ceux des enfants de leur âge chronologique. Les auteurs interprètent ce résultat en supposant que les enfants dyslexiques utiliseraient des stratégies visuelles et sémantiques pour l'encodage et le maintien de l'information dans cette dernière épreuve qui est plus propice à cela que les deux autres.

Notons que les auteurs postulent que les sujets contrôles utilisent une stratégie phonologique d'encodage et de stockage dans l'ensemble des épreuves. Pickering et Gathercole posent alors l'hypothèse selon laquelle les performances des sujets dyslexiques aux épreuves d'empan complexe peuvent ne pas être déficitaires quand l'épreuve permet l'utilisation de stratégies non-phonologiques d'encodage et de maintien de l'information.

2. Les hypothèses explicatives des déficits de MT chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs

Dans cette partie, nous présenterons quelques hypothèses explicatives des déficits de MCT verbale et de MT complexe chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. Pour cela, nous commencerons par les hypothèses explicatives concernant les déficits de MCT verbale et nous passerons ensuite à celles concernant les déficits de MT complexe.

Hypothèses explicatives des déficits de MCT verbale des sujets dyslexiques et des faibles lecteurs

Différentes hypothèses ont été avancées pour tenter d'expliquer les déficits de MCT verbale observés chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs et cette question demeure l'objet de débats et de controverses (cf. Wagner & Muse, 2006). Ainsi, par exemple, certains auteurs suggèrent que les sujets dyslexiques utiliseraient moins de codes mnésiques phonologiques pour le maintien de l'information que les normolecteurs (Siegel & Linder, 1984 ; Mann, Liberman & Shankweiler, 1980). En effet, dans ces études, les sujets dyslexiques semblent présenter moins de sensibilité à la similarité phonologique que les normolecteurs. Ce résultat a été aussi soutenu par des études concernant l'effet de la longueur des mots (Macaruso, Lock, Smith & Powers, 1996). De même, Mann et Liberman (1984) relèvent une plus faible sensibilité à la similarité phonologique chez les faibles lecteurs que chez les bons lecteurs de première année élémentaire, les épreuves de MCT verbale étant passées en maternelle. En effet, les premiers ne semblent pas présenter de difficultés spécifiques dans le rappel de mots rimant par rapport au rappel de mots non rimant et cela contrairement aux bons lecteurs. Des études ont aussi montré que les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs ont plus tendance à utiliser des codes sémantiques (Byrne & Shea, 1979) ou visuels (McNeil & Johnston, 2004 ; Palmer, 2000a ; Rack, 1985) pour le maintien de l'information que les sujets contrôles. Il est à signaler toutefois que des résultats inverses ont été obtenus par certains auteurs. Ainsi, certaines études montrent que les sujets dyslexiques

sont sensibles à la similarité phonologique comme les normolecteurs et qu'ils seraient aptes à utiliser des codes phonologiques pour le maintien de l'information en MCT (Hall, Wilson, Humphreys, Tinzmann et Bower, 1983). Notons que certains auteurs considèrent que les difficultés de MCT verbale observées chez les faibles lecteurs sont liées à des déficits phonologiques plus généraux (Gottardo & al., 1996 ; Hulme & Roodenrys, 1995 ; Shankweiler & al., 1992) et le rôle causal initialement accordé aux déficits de MCT verbale dans la dyslexie semble céder la place à d'autres types de traitements phonologiques (cf. *Les théories phonologiques*, p.78). Pour soutenir cette hypothèse, certains auteurs avancent que le rôle joué par la MCT verbale au niveau de la lecture est moindre que celui lié à l'habileté d'analyse phonémique (Lecoq, 1991 ; Wagner, Torgesen & Rashotte, 1994). Notons cependant que d'autres auteurs suggèrent que la MCT verbale joue un rôle dans la lecture et dans les troubles de lecture et cela au-delà du rôle joué par les habiletés phonologiques plus générales (Baddeley & Gathercole, 1993b). Avons et Hanna (1995) expliquent le déficit mnésique observé chez les dyslexiques en termes de vitesse d'articulation. De même, Macaruso et ses collaborateurs (1996) suggèrent que les faibles performances en MCT verbale des sujets dyslexiques peuvent être liées à leur faible vitesse d'articulation et à la faible précision des codes phonologiques qu'ils utilisent. En revanche, Swanson et Ashbaker (2000) ont montré que les performances mnésiques des sujets dyslexiques restent inférieures à celles des sujets contrôles même quand la contribution de la vitesse d'articulation est éliminée de l'analyse. Ce sujet reste donc, comme nous l'avons précisé au début de ce paragraphe, l'objet de débats.

Hypothèses explicatives des déficits de MT complexe des sujets dyslexiques et des faibles lecteurs

Comme pour la MCT verbale, différentes hypothèses ont été avancées pour tenter d'expliquer les déficits de MT complexe observés chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs. Ainsi, par exemple, une première explication provient des théories des ressources partagées (cf. Chapitre I). Selon cette théorie, les faibles performances en MT complexe des faibles lecteurs s'expliquerait par la diminution des ressources consacrées au stockage en raison des difficultés de décodage (Conway & al., 2003 ; Kane & Engle, 2002, Towse & al., 1998). Ainsi, l'efficience du traitement contraindrait le stockage. Une deuxième explication a été avancée par Pickering (2006) qui, en se basant sur un ensemble d'études, note l'existence de déficits au niveau de la boucle phonologique et de l'administrateur central

mais pas au niveau du calepin visuo-spatial chez les sujets présentants des troubles de lecture. Les épreuves d'empan complexe utilisées dans ces études étant strictement de nature verbale, elle avance que ce résultat peut être dû au fait que les sujets dyslexiques ont des difficultés dans n'importe quelle tâche impliquant le stockage et la manipulation d'une information phonologique. Il est à signaler toutefois qu'une étude réalisée par Swanson et Ashbaker (2000) a révélé des performances inférieures chez les adolescents présentant des troubles de lecture que chez les adolescents normolecteurs du même âge chronologique (moyenne d'âge d'environ quinze ans) et cela pour les mesures de MT verbale et de MT visuo-spatiale (stockage temporaire et traitement). Notons que ces auteurs relèvent aussi de faibles performances de ces sujets au niveau des mesures de MCT verbale et de MCT visuo-spatiale (stockage temporaire). En d'autres termes, les faibles performances des élèves ayant des troubles de lecture au niveau des épreuves de mémoire temporaire en général ne sont pas liées à un domaine particulier, verbal ou visuo-spatial. Une troisième hypothèse explicative est que les performances en lecture sont liées à la capacité d'une MT générale et que cette capacité est indépendante des habiletés de lecture. Ainsi, selon, Turner et Engle (1989), les sujets présentant des difficultés de lecture ont un niveau de MT moins bon que les normolecteurs parce qu'ils ont une faible capacité de MT qui entrave leur performance aux épreuves de lecture – et à d'autres types d'épreuves – et non pas parce que les difficultés de lecture engendrent de faibles performances en MT. De même, Swanson et ses collaborateurs (2006) montrent que des différences existent entre bons et faibles lecteurs au niveau du stockage et du traitement exécutif mais que ces différences ne sont pas spécifiques à la lecture. Gathercole et ses collaborateurs (2006) considèrent que les déficits de MT complexe ont une influence sur les apprentissages en général. Des résultats soutenant cette hypothèse ont été obtenus aussi dans d'autres études (Alloway & al., 2009 ; Swanson, 1999 ; Swanson & Ashbaker, 2000 ; Swanson & Sachse-Lee, 2001a, 2001b). Il est à signaler cependant que, dans une étude réalisée par Bayliss et ses collaborateurs (2005c), les auteurs montrent que les performances aux épreuves d'empan complexe des enfants présentant des difficultés d'apprentissage sont équivalentes à celles d'enfants à développement typique appariés selon leur niveau de lecture (l'appariement des deux groupes selon leur niveau de lecture permet de vérifier si les différences en mémoire sont liées aux différences au niveau des performances en lecture). Toutefois, les enfants présentant des difficultés générales d'apprentissage et notamment des difficultés de lecture – reconnaissance des mots écrits et compréhension – auraient une approche qualitativement différente au niveau des tâches d'empan complexe par comparaison

aux enfants présentant un développement typique. Ainsi, dans leur étude, les performances au niveau des épreuves d'empan complexe chez les enfants à développement typique semblent prédites à la fois par la capacité de stockage et par l'efficience du traitement. En revanche, pour les enfants présentant des difficultés d'apprentissage, les épreuves d'empan complexe sont prédites par la capacité de stockage mais pas par l'efficience du traitement. Ainsi, selon les auteurs, les limitations de la MT complexe des enfants ayant des difficultés d'apprentissage seraient dues probablement à un déficit au niveau du stockage. Pour ce qui est des liens entre la MT complexe et la lecture chez ces sujets, les résultats révèlent des associations significatives entre les performances aux épreuves d'empan complexe d'une part et les épreuves de lecture d'autre part chez les enfants à développement typique mais pas chez les enfants présentant des troubles d'apprentissages. Comme nous l'avons déjà évoqué auparavant, les auteurs tentent d'expliquer ces résultats par deux hypothèses non exclusives : la première postule la possibilité d'une approche atypique de la lecture de la part des sujet ayant des difficultés d'apprentissage et la seconde suppose que la MT de ces sujets est soutenue par des facteurs différents par comparaison au groupe des enfants à développement typique. Les auteurs remettent par suite en question le postulat selon lequel des épreuves similaires évaluent les mêmes fonctions cognitives chez des enfants présentant un développement typique ou atypique (voir aussi, Numminen, Service & Ruoppila, 2002). De plus, ils avancent que le lien entre les épreuves d'empan complexe et la lecture chez les sujets à développement typique peut être lié à l'habileté à traiter l'information rapidement pendant la lecture ou, plus précisément, à intégrer à la fois le stockage et le traitement nécessaire à la lecture. Notons que de Jong (1998) a montré que les déficits au niveau de la MT d'enfants présentant des troubles de la lecture reflètent une difficulté générale au niveau du stockage et du traitement simultanés de l'information verbale. Il avance néanmoins que ce problème peut être dû à des difficultés de stockage qui se manifestent plus sévèrement dans le cadre d'une tâche nécessitant une manipulation de l'information comme les tâches d'empan complexe. Par ailleurs, Swanson (1993) relève des déficits de MT généralisés chez des sujets ayant des troubles de la lecture et elle avance l'hypothèse selon laquelle les élèves présentant des troubles de lecture – ou d'arithmétiques – ont des problèmes fonctionnels au niveau de la MT. Ainsi, ils présenteraient un manque de flexibilité dans la coordination de ses différents composants. Il est à signaler enfin qu'une étude réalisée par Ostrosky-Solis et ses collaborateurs (2004) a révélé un effet du niveau d'éducation sur la MT. Ainsi, les résultats de cette étude révèlent de meilleures performances en MT chez les sujets lettrés par rapport aux

sujets illettrés. Les auteurs posent alors l'hypothèse selon laquelle l'éducation renforce certaines habiletés cognitives comme les habiletés attentionnelles et mnésiques et ils avancent qu'une fois la lecture et l'écriture acquises, des changements significatifs dans la manière de mémoriser et de conceptualiser les stimuli sont observés. Notons que d'autres hypothèses ont été aussi avancées pour expliquer les déficits de MT complexe chez les dyslexiques et les faibles lecteurs comme par exemple l'hypothèse du déplacement du focus attentionnel provenant des théories d'activation (cf. Boulc'h & al., 2007 pour une revue). Toutefois, nous ne développerons pas ces théories pour des raisons d'économie.

Dans ce chapitre, nous avons présenté une synthèse des études existantes concernant la MT et ses liens avec la lecture chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs. Ce chapitre est le dernier de la partie consacrée au cadre théorique. En effet, à travers les trois chapitres précédents, nous avons présenté le cadre théorique qui nous a permis d'élaborer la problématique de cette étude et qui nous permettra par la suite de mieux interpréter nos propres résultats. Nous allons passer maintenant à la présentation de la problématique et des hypothèses générales de notre étude et cela avant de passer à la partie empirique.

Problématique

Dans les chapitres précédents, nous avons réalisé une synthèse des études existantes concernant le développement de la MT et ses liens avec l'identification des mots écrits. D'abord, nous avons montré la grande influence du modèle de Baddeley (1974 ; 1986) tant au niveau des études concernant les adultes qu'au niveau des études développementales. En effet, ce modèle est d'une grande valeur heuristique et il demeure l'un des modèles les plus influents et cela dans diverses disciplines. Pour cela, nous nous appuierons dans notre étude sur ce modèle qui comprend trois composants principaux : l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. En ce qui concerne le développement de la MT, les études existantes révèlent en général une augmentation progressive de la capacité des différents composants de ce système pendant l'enfance et l'adolescence (Agostini & al., 1996 ; Cowan & al., 1999 ; Gathercole, 1995 ; 1999 ; Gathercole & al., 2004 ; Luciana & Nelson, 1998). Quant au développement de l'organisation structurale de la MT, les auteurs ne semblent pas être tous d'accord. En effet, certains considèrent que la structure de la MT chez l'enfant est conforme à celle des adultes (Alloway & al., 2006 ; Gathercole & al., 2004) alors que d'autres suggèrent qu'elle est différente et notamment que la MT complexe ne se distingue pas de la MCT chez l'enfant (Hutton & Towse, 2001 ; Cowan & al., 2003). Quant aux liens entre les différents composants de la MT et la lecture, les études montrent en général un lien entre les performances lexiques et les performances au niveau des épreuves évaluant la boucle phonologique et l'administrateur central. De plus, ces deux composants de la MT semblent être déficitaires chez les sujets présentants des troubles spécifiques ou des difficultés en lecture. Différentes hypothèses ont été avancées pour tenter d'expliquer ces liens. Parmi, ces hypothèses, deux nous ont semblé particulièrement influentes : la première suppose que le niveau ou le déficit de lecture serait la conséquence du niveau ou du déficit de MT (Gathercole & al., 2006 ; Swanson & Ashbaker, 2000 ; Swanson & al., 2006 ; Tunmer & Engle, 1989). La seconde suggère que les liens entre la lecture d'une part et la MCT et la MT complexe verbales d'autres part sont dus à un troisième élément qui serait impliqué dans ces habiletés ou dans les épreuves les évaluant : les habiletés phonologiques générales (Hulme & Roodenrys, 1995 ; Pickering, 2006). Ainsi, les déficits en lecture et en MT observés chez les sujets dyslexiques seraient dus à un déficit phonologique général qui contraindrait l'acquisition de la lecture et le développement de la MT impliquant un matériel verbal.

En 2005, lors du commencement de ce travail, différents éléments des études antérieures concernant la MT et son développement nous ont interpellés. D'abord, la principale étude montrant que le modèle de Baddeley est applicable chez l'enfant à ce moment-là n'a pas pu confirmer ce résultat chez les enfants de moins de 6 ans (Gathercole & al., 2004). Ainsi, les épreuves utilisées étaient, selon les auteurs, trop difficiles pour ces enfants. De plus, bien que l'analyse factorielle confirmatoire avait révélé une distinction entre la boucle phonologique et l'administrateur chez la population âgée de 6 à 15 ans participant à cette étude, la corrélation entre les deux facteurs obtenus était très élevée (r = 0,80 en moyenne), mettant ainsi en doute les conclusions des auteurs concernant la séparabilité de ces deux composants (nos doutes ont été par la suite soutenus par Swanson, 2008). Un deuxième élément qui nous a paru particulièrement intéressant concerne les performances en MT complexe des sujets illettrés qui s'avèrent inférieures aux performances des sujets lettrés (Ostrosky-Solis & al., 2004). De plus, une observation des auteurs d'une autre étude concernant des sujets illettrés (Reis & al., 2003) nous a aussi interpellés : les sujets illettrés avaient des performances inférieures aux sujets lettrés en MCT verbale et, surtout, les sujets illettrés présentaient une particularité comportementale lors d'une tâche de calcul mental : contrairement aux sujets lettrés, ces sujets utilisaient leurs doigts pour compter. Ces données, entre autres, nous ont poussés à poser certaines hypothèses. Ainsi, comme l'avancent certains auteurs (Hutton & Towse, 2001 ; Cowan & al., 2003), la MT complexe ne se distingue peut être pas de la MCT chez les jeunes enfants. Plus précisément, la MT pourrait être réduite aux systèmes esclaves chez ces sujets et la différenciation de la MT complexe pourrait être stimulée par les apprentissages scolaires explicites comme la lecture. Cette hypothèse peut en effet rendre compte des faibles performances en MT complexe observées chez les enfants de moins de six ans dans l'étude de Gathercole et ses collaborateurs (les sujets âgés de six ans dans cette étude ont en principe commencé l'apprentissage de la lecture). De même, elle pourrait expliquer les faibles performances en MT complexe des sujets illettrés ainsi que leur comportement lors de la tâche de calcul mental : ces sujets utiliseraient leurs doigts pour compter parce qu'ils auraient du mal à effectuer les tâches de calcul sur un matériel stocké en mémoire. Notons que cette hypothèse ne s'applique pas nécessairement à toutes les cultures. Ainsi, des facteurs autres que les apprentissages scolaires pourraient éventuellement stimuler la différenciation de la MT. Cependant, dans les pays développés comme la France où la scolarisation est devenue un phénomène de masse, il nous semble qu'une des premières activités réalisée par l'enfant et nécessitant un usage explicite de la MT complexe est la

lecture (et les mathématiques). En effet, comme l'affirment Boulc'h et ses collaborateurs (2007), au début de l'apprentissage de la lecture dans une langue à écriture alphabétique, l'enfant utilise une procédure d'assemblage relativement laborieuse pour identifier les mots écrit. Ainsi, il doit reconnaître les lettres, convertir le premier graphème en phonème, stocker ce phonème en MT, convertir le deuxième graphème en phonème, le stocker en MT et ainsi de suite jusqu'à la fin de la séquence de lettres. De plus, l'enfant doit assembler les phonèmes stockés en MT pour ensuite identifier le mot en associant la forme phonologique obtenue avec son correspondant en MLT. Cela va ensuite lui permettre de construire un lexique orthographique en MLT. Ce lexique orthographique va favoriser alors l'identification directe, par adressage, de certains mots. Tous ces processus et notamment l'assemblage laborieux et la gestion des différentes stratégies de reconnaissance de mots écrits nécessitent l'intervention de la MT (Boulc'h & al., 2007). Notons que notre hypothèse est que la MT ne serait pas différenciée avant le début des apprentissages scolaires explicites et que ce sont ces apprentissages, dont celui de la lecture, qui stimuleraient cette différenciation et qui permettraient donc la spécialisation de la MT complexe. Toutefois, la relation entre la lecture et la MT complexe peut devenir ensuite réciproque, les performances en lecture influençant les performances en MT complexe et vice versa.

Les objectifs de ce travail sont les suivants :

• Explorer le développement de la MT chez des enfants prélecteurs et des enfants ayant commencé l'apprentissage de la lecture. Nous posons l'hypothèse selon laquelle les performances en MT s'amélioreraient progressivement en fonction du niveau scolaire et que des changements au niveau de la structure de la MT surviendraient à la suite de l'apprentissage de la lecture.

• Explorer les liens entre les performances en lecture et les performances en MT chez des sujets tout-venant et cela dans le cadre d'une étude prédictive. Nous posons l'hypothèse selon laquelle les performances en MT et en particulier en MT complexe des sujets prélecteurs ne prédiraient pas leurs performances en lecture un an plus tard. En revanche, les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit d'élèves de CP prédiraient leurs performances en MT complexe des mois plus tard. Ainsi, notre but est de montrer que le principal stimulateur de la relation développementale entre la MT complexe et la lecture à ce niveau du développement est bien cette dernière habileté.

• Explorer la hiérarchie des liens entre la MT, la lecture, le langage oral et la conscience phonologique chez des sujets tout-venant, notre but étant de vérifier si les liens entre la reconnaissance des mots écrits et la MT sont uniques ou s'ils sont plutôt dus à des habiletés phonologiques, linguistiques ou métalinguistiques d'ordre plus général. Nous posons l'hypothèse selon laquelle des liens existeraient entre les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit d'une part et la MT d'autre part et cela au-delà de ceux partagés avec les habiletés phonologiques ou linguistiques générales.

• Explorer les liens entre les performances en lecture et les performances en MT chez des sujets présentant des troubles d'acquisition de la lecture. Cette partie complètement exploratoire vise à étudier l'adéquation des données concernant ces sujets avec notre hypothèse générale.

Pour atteindre nos objectifs, nous avons d'abord entrepris une étude prédictive avec des enfants tout-venant de GSM, de CP et de CE1. Ces enfants ont été évalués au début (octobre 2005) et à la fin (juin 2006) de l'année scolaire 2005-2006. Ensuite, les élèves initialement en GSM et en CP ont été revus un an plus tard, alors qu'ils étaient en fin de CP et de CE1 respectivement (juin 2007). Le choix des niveaux scolaires des participants est motivé pour des raisons liées à l'apprentissage de la lecture et au développement de la MT. En effet, notre population comprend des prélecteurs et des élèves en cours d'apprentissage de la lecture, ce qui nous permettrait éventuellement de mieux comprendre le rôle joué par cette habileté dans le développement de la MT. De plus, les élèves de GSM, CP et CE1 ont des âges moyens initiaux de six, sept et huit ans approximativement. Ces âges présentent une importance particulière au niveau du développement de la MT puisque c'est vers sept ans environ que les enfants commencent à utiliser spontanément la répétition subvocale marquant ainsi un changement qualitatif dans le développement de la MT (Gathercole & Pickering, 2000). Cette étude prédictive auprès de sujets tout-venant a été complétée par une étude transversale réalisée auprès d'une population de sujets présentant des troubles de la lecture de CE1.

Le but de ce travail étant de mieux comprendre les liens entre les différents composants de la MT et la reconnaissance des mots écrits, nous avons administré aux élèves des épreuves impliquant la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central ainsi que des épreuves d'identification de mots écrits. Les élèves initialement en CP ont passé aussi des épreuves de langage oral et de conscience phonologique en octobre 2005

et cela pour que nous puissions vérifier la spécificité des liens entre les performances en MT et les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit. La répartition de ces épreuves selon le niveau scolaire et le temps d'évaluation est présentée dans l'annexe I (p.316-318).

Dans la partie suivante, nous présenterons la partie empirique de cette étude.

Dans un premier chapitre, nous présenterons les données concernant le développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT chez les sujets tout-venant.

Dans le deuxième chapitre, nous présenterons les liens entre les différents composants de la MT et la reconnaissance des mots écrits chez les sujets tout-venant.

Dans un troisième chapitre, nous effectuerons une analyse hiérarchique des liens entre la MT, la reconnaissance des mots écrits, les différents aspects du langage oral et la conscience phonologique.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous présenterons nos données concernant la capacité et l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles d'acquisition de la lecture de CE1. Nous explorerons aussi dans ce chapitre les liens entre les différents composants de la MT et la reconnaissance des mots écrits chez cette population.

Nous finirons ce travail par une discussion générale des résultats obtenus.

DEUXIÈME PARTIE

La Partie Empirique

Chapitre IV

Le Développement de la Mémoire de Travail

Dans ce chapitre, nous tenterons d'explorer le développement de la MT en terme de capacité mais aussi d'organisation structurale. Pour le faire, nous nous appuierons sur le modèle de Baddeley qui demeure le modèle le plus répandu surtout dans les études développementales. Nous rappelons que ce modèle est composé d'un système central, l'administrateur central et de deux systèmes esclaves, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. L'administrateur central a une fonction de régulation alors que les systèmes esclaves jouent un rôle de stockage et de manipulation de l'information verbale ou visuo-spatiale. Nous rappelons aussi que nous utilisons parfois les termes de 'Mémoire à Court Terme verbale', de 'Mémoire à Court Terme visuo-spatiale' et de 'Mémoire de Travail Complexe' pour désigner respectivement les habiletés supportées par la boucle phonologique, le calepin visuo-spatial et l'administrateur central. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des hypothèses générales de ce chapitre. Nous passerons ensuite à la présentation des participants à cette partie de l'étude. Après cela, nous exposerons le matériel utilisé ainsi que la procédure suivie pour l'évaluation de la MT. Nous présenterons ensuite les résultats obtenus. Enfin, nous clôturerons ce chapitre par une synthèse et une analyse générale de ces résultats.

I. Les Hypothèses

Dans ce chapitre, nous posons deux hypothèses principales.

Selon la première, nos résultats montreraient que, conformément aux études antérieures, les performances aux épreuves destinées à évaluer les différents composants de la MT augmentent progressivement au cours du développement.

Selon la deuxième, la MT ne serait pas différenciée chez les sujets prélecteurs et cette différenciation se ferait au cours des années qui suivent le début de l'apprentissage de la lecture. Plus précisément, nous supposons que la MT complexe n'est pas en place chez les sujets prélecteurs et, par suite, nous nous attendons à un effet plancher au niveau des scores de ces sujets aux épreuves d'empan complexe. Les performances des participants à ces épreuves devraient ensuite s'améliorer en fonction du niveau scolaire permettant ainsi une certaine

différenciation de la MT et une certaine spécialisation de la MT complexe. En fait, nous rappelons que l'objectif principal de cette étude est de montrer que, dans les sociétés où la scolarisation est un phénomène de masse comme la France, les apprentissages scolaires explicites - en particulier celui de la lecture - sont à la base de la différenciation de la MT.

II. Les participants

Dans cette étude, nous avons évalué des élèves tout-venant de GSM, de CP et de CE1 ainsi que des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1. Toutefois, ce chapitre sera consacré exclusivement aux données des sujets tout-venant et par suite nous ne présenterons ci-dessous que cette partie de notre population. Notons que les caractéristiques de la population des sujets présentant des troubles de la lecture seront présentées dans le chapitre VII consacré aux données de ces sujets.

En ce qui concerne les sujets tout-venant, en octobre 2005 (T1) nous avons évalué 125 élèves du cycle II. Tous les participants sont scolarisés dans une école normale située à Guingamp en Bretagne. Parmi les 125 enfants, 32 sont en Grande Section de Maternelle (GSM), 49 en Cours préparatoire (CP) et 44 en première année du Cours Elémentaire (CE1). Cette population est bien équilibrée au niveau du sexe (cf. tableau IV-1), avec une légère supériorité du taux de garçons (51,2 % ; n = 64) par rapport à celui des filles (48,8 % ; n = 61). Les passations ont été réalisées au début de l'année scolaire 2005-2006 et plus précisément au mois d'octobre de l'an 2005. Lors de la passation des épreuves, les moyennes d'âge des enfants (cf. tableau IV-2) étaient de 5,21 ans en GSM (DS = 0,28), de 6,17 en CP (DS = 0,39) et de 7,33 en CE1 (DS = 0,53).

	N- Garçons	% Garçons	N- Filles	% Filles	Totaux
GSM	14	43,75	18	56,25	32
CP	27	55,10	22	44,90	49
CE1	23	52,27	21	47,73	44
Tous Groupes	64	51,2	61	48,8	125

Tableau IV-1. Répartition des participants selon le sexe à T1 et à T2.

	Moyenne d'âge à T1	N actifs	Ecart-Type	Minimum	Maximum
GSM	5,21	32	0,28	4,76	5,69
CP	6,17	49	0,39	5,52	7,73
CE1	7,33	44	0,53	6,67	8,71
Tous groupes	6,33	125	0,93	4,76	8,71

Tableau IV-2. Age des élèves de GSM, de CP et de CE1 à T1.

En juin 2006 (T2), donc à la fin de la même année scolaire (8 mois plus tard), nous avons revu les 125 enfants testés en début d'année. Les moyennes d'âge en juin 2006 sont respectivement de 5,95 ans (DS = 0,28) pour la GSM, de 6,90 ans (DS = 0,39) pour le CP et de 8,16 ans (DS = 0,53) pour le CE1 (cf. tableau IV-3).

	Moyenne d'âge à T2	N actifs	Ecart-Type	Minimum	Maximum
GSM	5,95	32	0,28	5,49	6,44
CP	6,90	49	0,39	6,28	8,53
CE1	8,16	44	0,54	7,49	9,56
Tous groupes	7,10	125	0,97	5,49	9,56

Tableau IV-3. Age des élèves de GSM, de CP et de CE1 à T2.

En juin 2007 (T3), donc, un an plus tard, nous avons réévalué les élèves qui, en 2005-2006, étaient en GSM et en CP. Nous les avons donc revus alors qu'ils étaient en CP et en CE1 respectivement. Pour différentes raisons – déménagements, échec scolaire, changement d'établissement, absentéisme, etc. – les effectifs des élèves initialement de 32 (GSM) et de 49 (CP) en juin 2006 sont passés à 26 (CP) et à 42 (CE1) respectivement en juin 2007. Parmi ces 68 élèves, la moitié (50% ; n = 34) sont des garçons et la moitié (50% ; n = 34) sont des filles (cf. tableau IV-4). Les moyennes d'âge en juin 2007 sont respectivement de 6,90 (DS = 0,27) en CP et de 7,50 (DS = 0,32) en CE1 (cf. tableau IV-5).

	N- Garçons	% Garçons	N- Filles	% Filles	Totaux
CP	12	46,15	14	53,85	26
CE1	22	52,38	20	47,62	42
Tous Groupes	34	50	34	50	68

Tableau IV-4. Répartition des participants selon le sexe à T3.

	Moyenne d'âge à T3	N actifs	Ecart-Type	Minimum	Maximum
CP	6,90	26	0,27	6,48	7,39
CE1	7,50	42	0,32	6,87	8,08
Tous groupes	7,27	68	0,42	6,48	8,08

Tableau IV-5. Age des élèves de CP et de CE1 à T3.

III. Le Matériel et la Procédure

Dans cette étude, différentes épreuves évaluant la MCT (verbale et visuo-spatiale), la MT complexe, l'identification des mots écrits, la conscience phonologique et le langage oral ont été utilisées. Cependant, dans ce chapitre, nous allons nous limiter à la présentation des

épreuves de MCT verbale, de MCT visuo-spatiale et de MT complexe utilisées aux différents temps de recueil de données (T1 : octobre 2005, T2 : juin 2006 et T3 : juin 2007). Nous rappelons que ce chapitre concerne exclusivement les sujets tout-venant de cette étude. Il est à signaler toutefois que la répartition de l'ensemble des épreuves en fonction des participants, du niveau scolaire et du temps d'évaluation est présentée dans l'annexe I (p.316-318).

Pour l'ensemble des épreuves de mémoire, les passations étaient individuelles et se déroulaient dans une salle calme de l'école où l'examinateur était seul avec l'enfant. Les passations ont été faites pendant les heures de cours : l'enfant sort de la classe pour la durée de l'évaluation. Le même ordre de passation a été respecté avec tous les enfants.

En octobre 2005 (T1), nous n'avons administré aux participants tout-venant de l'étude qu'une seule épreuve de MCT verbale. Il s'agit de l'épreuve de *Mémoire de Mots* qui vise à évaluer la MCT de mots en évitant la contrainte articulatoire. Cette épreuve fait partie de la batterie Evaluation des Contraintes (EC-2, Khomsi, 2007) et a été passée en même temps que les autres épreuves de la batterie et cela en une séance de 30 minutes par enfant en moyenne[1]. Cette épreuve comprend 11 items constitués de séquences de mots de longueurs croissantes. L'enfant voit sur l'écran cinq images (toujours les mêmes) et entend des séquences allant de deux à cinq mots. Sa tâche consiste à cliquer sur les images entendues en respectant l'ordre de chaque séquence. A chaque clic, un trait rouge apparaît au bas de l'image pour que l'enfant sache qu'elle a bien été cliquée. Une seule note correspondant au nombre total d'items réussis (*MMD – Mémoire de Mots – ordre Direct*) est retenue pour cette épreuve. En fait, cette note est calculée automatiquement par le logiciel de la batterie (EC2 ; Khomsi, 2007). Il est à signaler que les mots constituant l'épreuve sont monosyllabiques et relativement simples phonologiquement. De plus, ils sont familiers et devraient, en principe, être connus des sujets. En tout cas, avant de commencer l'épreuve, une première planche permet de s'accorder sur la dénomination des images. La consigne, les items, la feuille de passation et les images de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe II (p. 321-323).

En Juin 2006 (T2), nous avons utilisé deux épreuves de MCT verbale, une épreuve de MCT visuo-spatiale et deux épreuves de MT complexe. Toutes les épreuves de mémoire

[1] Cette batterie comprend d'autres épreuves destinées à évaluer les contraintes éventuelles au développement du langage et de la lecture comme des épreuves de jugement phonologique, de résolution de problèmes, de fluence verbale, de praxies ou d'attention visuelle. Toutefois, ces données ne seront pas traitées dans cette étude par souci d'économie.

ont été passées en une séance dont la durée variait considérablement en fonction des enfants et de leurs performances. Les cinq épreuves seront exposées dans la partie qui suit.

1- Les épreuves de MCT verbale :

Mémoire de Mots (EC-2, Khomsi, 2007)

Cette épreuve est la même que celle utilisée en octobre 2005. Cependant, en juin, nous avons passé l'épreuve en format papier et cela pour mieux interpréter les résultats en lien avec l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* que nous avons adaptée de celle de Khomsi (2007) et donc qui n'est pas informatisée. Cette épreuve consiste donc à rappeler une séquence de mots en désignant les images correspondantes sur une planche et permet donc d'évaluer la MCT verbale en contrôlant l'effet de la production verbale. Deux notes correspondant respectivement au nombre total d'items réussis (*MMD*) et à l'empan (*EMMD*) sont retenues en juin 2006. L'empan correspond au nombre de mots constituant la plus longue séquence réussie.

Mémoire de Chiffres - Ordre Direct (WISC-IV, version française, 2005)

La tâche de l'enfant dans cette épreuve consiste à répéter, dans le même ordre, une séquence de chiffres entendue préalablement. Le nombre de chiffres par séquence augmente progressivement et passe de deux à neuf. Cette épreuve comprend seize items (deux séquences par niveau de difficulté). Elle est arrêtée quand l'enfant échoue à deux séquences de la même longueur. Deux notes sont retenues pour cette épreuve. Il s'agit de la note *MCD* (*Mémoire de Chiffres - Ordre Direct*) correspondant au nombre total d'items réussis et de la note *EMCD* (*Empan de Mémoire de Chiffres ordre Direct*) qui correspond à l'empan. La note de l'empan correspond au nombre de chiffres dans la plus longue séquence rappelée correctement. La consigne, les items et la feuille de passation de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe II (p. 319).

2- L'épreuve de MCT visuo-spatiale :

Nous avons adapté cette épreuve appelée *M. Cacahuète – Mr. Peanut* – de celle décrite par Case (1985) - initialement avancée par De Avila (1974) et Diaz (1974) - parce que nous n'avons pas trouvé l'épreuve originale. Cependant, nous avons respecté toutes les instructions fournies par Case (1985) pour sa fabrication. L'épreuve a été plus récemment utilisée dans des études visant à comparer le modèle de MT de Baddeley et celui de Pascual-

Leone (Kemps & al., 2000 ; de Ribaupierre est Bailleux, 2000). Cette épreuve vise l'évaluation de la MCT visuo-spatiale (le calepin visuo-spatial) mais elle peut impliquer aussi la MCT verbale (la boucle phonologique). En effet, dans cette épreuve, la tâche de l'enfant consiste à désigner, sur une image d'un clown en noir et blanc, la ou les parties du corps qui étaient coloriées en rouge lors d'une présentation préalable de ce même clown. Il s'agit donc, d'un rappel non sériel d'un matériel présenté visuellement et présentant une composante spatiale (Kemps & al., 2000). Comme nous l'avons avancé ci-dessus, cette épreuve implique donc le calepin visuo-spatial mais elle peut impliquer aussi la boucle phonologique puisque le matériel est verbalisable. Ainsi, l'information peut être recodée verbalement grâce au système de répétition subvocale pour ensuite être maintenue dans le stock phonologique. En ce qui concerne la passation de l'épreuve dans notre étude, un intervalle d'environ deux secondes sépare la présentation de l'image en couleur de celle de l'image en noir et blanc et cela pour réduire la possibilité de recours à un stockage iconique de l'information visuelle. De plus, pour éviter un éventuel *chunking* de l'information, nous n'avons jamais colorié deux parties symétriques du corps ou différentes parties qui forment un groupe (ex : les deux yeux ou les différentes parties d'un même bras). Le nombre de parties du corps coloriées augmente progressivement et passe d'une partie à cinq par planche. Le temps de présentation des planches varie en fonction du nombre de parties du corps coloriées (environ une seconde par partie coloriée). L'épreuve est composée de vingt-cinq items, ce qui correspond à cinq items par niveau de difficultés, et l'épreuve est arrêtée quand l'enfant échoue à trois items du même niveau de difficulté. Les deux notes *N-M. Cacahuète* et *E-M. Cacahuète* retenues à partir de cette épreuve correspondent respectivement au nombre total d'items réussis et à l'empan. L'empan correspond à la plus longue liste dans laquelle au moins trois items sur cinq sont rappelés correctement.

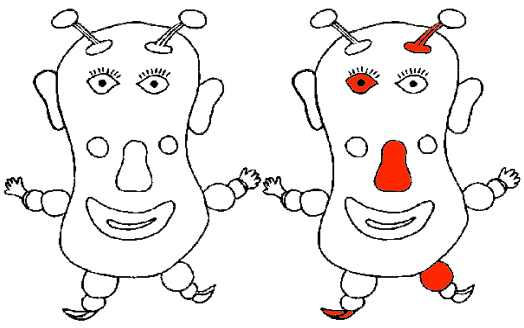


Figure IV-1. M. Cacahuète

La consigne, les items, la feuille de passation et les planches d'images de cette épreuve sont présentées dans l'Annexe II (p. 324-326).

3- Les épreuves d'empan complexe :

Mémoire de Mots – Ordre Inverse (adaptation de Mémoire de Mots, EC-2, Khomsi, 2007)
Comme nous l'avons déjà signalé, cette épreuve est une adaptation de l'épreuve *Mémoire de Mots* (EC-2, Khomsi, 2007). En effet, les mêmes images ont été utilisées mais la passation n'est pas informatisée et la consigne est différente. Ici, la tâche de l'enfant consiste à désigner, dans le sens inverse, des images correspondant à une séquence de mots entendue. Cette épreuve permet donc d'évaluer la MT complexe en contrôlant l'effet de la production verbale. Elle est constituée de deux essais qui permettent à l'examinateur de vérifier que l'enfant a bien compris la consigne et de huit items. La longueur des séquences de mots augmente progressivement et passe de deux à cinq mots par séquence. Deux notes sont retenues à partir de cette épreuve. Il s'agit de la note *MMI* (*Mémoire de Mots – ordre Inverse*) qui correspond au nombre total d'items réussis et de la note *EMMI* (*Empan de Mémoire de Mots – Ordre Inverse*) qui correspond à l'empan. L'empan correspond au nombre total de mots dans la plus longue séquence réussie. La consigne, les items, la feuille de passation et les images de cette épreuve sont présentées dans l'Annexe II (p. 321-323).

Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse (WISC-IV, version française, 2005)
Dans cette épreuve, la tâche de l'enfant consiste à rappeler, dans le sens inverse, une séquence de chiffres préalablement entendue. L'épreuve est constituée de deux essais qui permettent à l'examinateur de vérifier que l'enfant a bien compris la consigne et de seize items. La longueur des séquences augmente progressivement et passe de deux à huit chiffres par séquence. Pour chaque longueur de séquence, deux items sont présentés et l'examinateur arrête l'épreuve quand l'enfant échoue aux deux séquences de même longueur. Deux notes sont retenues pour cette épreuve : une note *MCI* (*Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse*) correspondant au nombre total d'items réussis et une note *EMCI* (*Empan de Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse*) correspondant à l'empan. Là aussi, la note de l'empan correspond au nombre de chiffres dans la plus longue séquence réussie. La consigne, les items et la feuille de passation de cette épreuve sont présentées dans l'Annexe II (p. 320-321).

En juin 2007 (T3), nous avons administré les mêmes épreuves utilisées en juin 2006 (T2). Nous avons adopté les mêmes modalités de passation et de cotation.

Il est à signaler que nous avons choisi ces épreuves pour différentes raisons. En effet, le nombre d'épreuves de mémoire devait être réduit pour des raisons pratiques liées au temps accordé par l'école pour les passations ainsi qu'au souci d'alléger le nombre d'épreuves imposées aux enfants qui ont passé aussi des épreuves de lecture, de conscience phonologique et de langage oral. Pour cela, nous avons limité les épreuves de mémoire au nombre de cinq. Les épreuves de mémoire de chiffres (ordre direct et ordre inverse) ont été choisies parce qu'elles sont les épreuves de MCT verbale et de MT complexe les plus répandues et parce qu'elles sont utilisées dans un grand nombre d'études. Par ailleurs, dans les études utilisant une épreuve de mémoire de chiffres à l'endroit et une épreuve de mémoire de chiffres à l'envers, les résultats relèvent en général des corrélations significatives entre ces épreuves et les autres épreuves évaluant la boucle phonologique et l'administrateur central respectivement (cf. Gathercole & Pickering, 2000). De plus, ces épreuves sont standardisées et étalonnées auprès de la population française (WISC-IV, *version française*, 2005). Les épreuves de mémoire de mots (ordre direct et ordre inverse) ont été choisies principalement pour évaluer la MCT verbale et la MT complexe en évitant l'effet de la production orale. Rappelons que Lobley, Baddeley et Gathercole (2005) avancent que, contrairement à la réponse manuelle, l'articulation présente une demande supplémentaire pour la boucle phonologique et qu'elle a donc une influence sur la performance. Il est à signaler que les épreuves de mémoire de chiffres et de mots ont été critiquées par certains auteurs qui estiment qu'elles ne fournissent pas une mesure « pure » de la MT du fait de l'implication dans ces épreuves des connaissances en Mémoire à Long Terme (Gathercole & al., 1994 ; Gathercole & Pickering, 2000). Cependant, comme l'avancent Roodenrys et ses collaborateurs (1993), nous pensons que les épreuves d'empan de chiffres et de mots permettent d'évaluer d'une manière plus « réelle » la MT et cela parce que, en général, les tâches impliquant la MT nécessitent la récupération d'informations de la mémoire à long terme. Enfin, nous avons choisi l'épreuve *M. Cacahuète* parce que nous l'avons trouvée particulièrement adaptée à notre jeune population et parce qu'elle comprend un matériel visuo-spatial verbalisable, ce qui peut être d'un grand intérêt pour notre étude.

IV. Les Résultats

Dans cette partie, nous commencerons par une première analyse transversale des données à travers laquelle nous présenterons les résultats des statistiques descriptives et de la

comparaison intergroupes ainsi que les résultats des analyses corrélationnelles et des analyses factorielles réalisées sur l'ensemble des scores de mémoire de chaque niveau scolaire. Pour cela, nous procéderons par temps d'évaluation et nous présenterons d'abord les résultats obtenus à T1 pour passer ensuite aux résultats obtenus à T2 puis à T3. Cette analyse transversale nous permettra d'avoir une première idée du développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT. Ensuite, nous exposerons séparément les résultats de l'analyse longitudinale des données de chaque groupe d'élèves. Ainsi, nous présenterons d'abord les résultats des élèves qui, à T1 et T2 étaient en GSM et qui sont ensuite passés en CP à T3. Nous passerons ensuite aux élèves qui étaient en CP à T1 et T2 et qui sont passés en CE1 à T3. Nous finirons cette partie par l'exposé des résultats des élèves qui ont été évalués seulement à T1 et T2 alors qu'ils étaient en CE1. Il est à signaler que, pour l'ensemble des épreuves passées à T2 et à T3, nous avons obtenu deux notes : une note globale et une note empan. Par la suite, les notes d'empan ne seront prises en compte que dans le cadre des statistiques descriptives et des comparaisons intergroupes. Le reste des analyses statistiques sera appliqué strictement aux notes globales. En fait, l'indice « nombre de listes » constitue la mesure la plus fréquemment utilisée dans le cadre des études développementales (Pross & al., 2008). Notons enfin que cette partie sera exclusivement consacrée à la présentation brute des résultats. Une synthèse et une analyse de ces résultats sera exposée dans la partie suivante de ce chapitre.

1- L'analyse transversale des données

Dans cette partie, nous présenterons l'ensemble des résultats des statistiques descriptives, des comparaisons intergroupes, des corrélations simples et des analyses factorielles réalisées sur les scores de mémoire obtenus à T1, à T2 et à T3. Nous rappelons que nous commencerons par la présentation des résultats obtenus à T1, que nous passerons ensuite à ceux obtenus à T2 et que nous finirons par ceux obtenus à T3.

1.1. Les résultats obtenus à T1

Nous rappelons qu'en octobre 2005, donc au début de l'année scolaire 2005-2006, nous avons administré une seule épreuve de MCT verbale à 32 élèves en GSM, 49 en CP et 44 en CE1. Il s'agit de l'épreuve *Mémoire de Mots* de la batterie EC-2 (Khomsi, 2007). Cette épreuve a fourni une seule note, la note *MMD* qui correspond au nombre total d'items réussis. Par suite, la partie consacrée à la présentation des résultats de T1 se réduit à l'exposé des

résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes des scores à cette épreuve.

Statistiques descriptives et comparaison intergroupes

Les moyennes des notes globales à l'épreuve *Mémoire de Mots* passée à T1 sont respectivement de 2,88 (DS = 1,84) en GSM, de 5,06 (DS = 2,25) en CP et de 6,02 (DS = 1,78) en CE1 (cf. tableau IV-6). Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les scores des trois groupes (cf. tableau IV-7) révèlent un effet significatif du niveau scolaire ($F = 23,18$; $p < 0,0001$) mais pas d'effet significatif du sexe ($F = 0,43$; $p > 0,05$) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe ($F = 0,02$; $p > 0,05$).

	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-Type
GSM	32	2,88	0	7	1,84
CP	49	5,06	1	10	2,25
CE1	44	6,02	3	10	1,78

Tableau IV-6. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T1.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	1.752	1	1.752	0.4315	0.512536
Classe	**188.30**	**2**	**94.15**	**23.18**	**0.000000**
Sexe*Classe	0.175	2	0.087	0.0215	0.978729

Tableau IV-7. ANOVA appliquées aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T1.

1.2. Les résultats obtenus à T2

En juin 2006, donc à la fin de l'année scolaire 2005-2006, nous avons administré deux épreuves de MCT verbale (*Mémoire de Mots – Ordre Direct* et *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*), une épreuve de MCT visuo-spatiale (*M. Cacahuète*) et deux épreuves de MT complexe (*Mémoire de Mots – Ordre Inverse* et *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse*) aux mêmes sujets testés à T1. Dans cette partie, nous allons d'abord présenter les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes pour passer ensuite aux résultats des corrélations simples et des analyses factorielles effectuées sur les notes globales obtenues à T2 et cela pour les trois niveaux scolaires.

Statistiques descriptives et comparaison intergroupes (T2)

Dans ce paragraphe, nous allons exposer les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes en commençant par les épreuves de MCT verbale pour ensuite passer à l'épreuve de MCT visuo-spatiale et enfin finir par les épreuves de MT complexe. Pour la comparaison intergroupes, nous nous limiterons à la présentation des résultats

d'ANOVAs effectuées sur les scores des trois niveaux scolaires. Ces données explorant les effets généraux du niveau scolaire, du sexe ou de l'interaction entre ces deux variables seront complétées par des comparaisons des niveaux scolaires deux par deux plus tard, à travers l'analyse longitudinale des données. Les résultats de l'ensemble des statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de GSM, de CP et de CE1 sont présentés ci-dessous dans les tableaux IV-8, IV-9 et IV-10 respectivement.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	32	3,78	1,00	9,00	2,11
E-MMD	32	3,31	2,00	5,00	0,86
MMI	32	1,88	0,00	4,00	1,10
E-MMI	32	1,94	0,00	4,00	1,01
MCD	32	4,72	3,00	9,00	1,25
E-MCD	32	3,69	3,00	6,00	0,82
MCI	32	2,97	0,00	6,00	1,71
E-MCI	32	1,81	0,00	4,00	1,00
M. Cacahuète	32	7,34	5,00	15,00	2,25
E-M. Cacahuète	32	1,44	1,00	3,00	0,56

Tableau IV-8. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de GSM à l'ensemble des épreuves de mémoire passées à T2.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	49	6,86	3,00	11,00	2,02
E-MMD	49	4,37	3,00	5,00	0,67
MMI	49	3,04	1,00	5,00	1,12
E-MMI	49	2,82	2,00	5,00	0,83
MCD	49	5,18	2,00	9,00	1,54
E-MCD	49	3,94	2,00	6,00	0,92
MCI	49	4,94	0,00	8,00	1,23
E-MCI	49	2,76	0,00	4,00	0,78
M. Cacahuète	49	7,80	5,00	14,00	2,11
E-M. Cacahuète	49	1,47	1,00	3,00	0,58

Tableau IV-9. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à l'ensemble des épreuves de mémoire passées à T2.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	44	7,68	3,00	11,00	1,81
E-MMD	44	4,54	3,00	5,00	0,59
MMI	44	3,48	2,00	7,00	1,34
E-MMI	44	3,11	2,00	5,00	0,92
MCD	44	6,36	2,00	10,00	1,93
E-MCD	44	4,55	2,00	6,00	1,04
MCI	44	5,30	3,00	8,00	1,32
E-MCI	44	3,00	2,00	6,00	0,84
M. Cacahuète	44	9,95	5,00	20,00	3,01
E-M. Cacahuète	44	1,98	1,00	5,00	0,79

Tableau IV-10. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CE1 à l'ensemble des épreuves de mémoire passées à T2.

- Les épreuves de MCT verbale :

Pour l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Direct*, nous rappelons qu'à T2, nous avons administré cette épreuve sous forme non-informatisée. Deux notes ont été retenues à partir de cette épreuve : la note *MMD* qui correspond au nombre total d'items réussis et la note *EMMD* qui correspond à l'empan. Les moyennes des notes *MMD* des trois niveaux scolaires sont respectivement de 3,78 (DS = 2,11) en GSM, de 6,86 (DS = 2,02) en CP et de

7,68 (DS = 1,81) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMMD* sont de 3,31 (SD = 0,86) en GSM, de 4,37 (DS = 0,67) en CP et de 4,55 (DS = 0,59) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MMD* (cf. tableau IV-11) et sur les notes d'empan *EMMD* (cf. tableau IV-12) des trois groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire (*MMD :* F = 38,93 ; p < 0,0001 – *EMMD :* F = 32,04 ; p < 0,0001) mais pas d'effet significatif du sexe (*MMD :* F = 0,45 ; p > 0,05 – *EMMD :* F = 0,26 ; p > 0,05) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MMD :* F = 1,31 ; p > 0,05 – *EMMD :* F = 1,05 ; p > 0,05).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	1.75	1	1.75	0.45	0.503680
Classe	**302.83**	**2**	**151.42**	**38.93**	**0.000000**
Sexe*Classe	10.21	2	5.11	1.31	0.272892

Tableau IV-11. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T2.

	SC	Deg. de liberté	MC	F	p
Sexe	0.12	1	0.12	0.25	0.618085
Classe	**31.23**	**2**	**15.62**	**32.04**	**0.000000**
Sexe*Classe	1.02	2	0.51	1.05	0.353049

Tableau IV-12. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T2.

Pour l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* (WISC-IV version française, 2005), deux notes ont été retenues : la note *MCD* qui correspond au nombre total d'items réussis et la note *EMCD* qui correspond à l'empan. Les moyennes des notes *MCD* des trois niveaux scolaires sont respectivement de 4,72 (DS = 1,25) en GSM, de 5,18 (DS = 1,54) en CP et de 6,36 (DS = 1,93) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMCD* sont de 3,69 (SD = 0,82) en GSM, de 3,94 (DS = 0,92) en CP et de 4,55 (DS = 1,04) en CE1.

Pour cette deuxième épreuve de MCT verbale aussi, les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MCD* (cf. tableau IV-13) et sur les notes d'empan *EMCD* (cf. tableau IV-14) des trois groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire (*MCD :* F = 10,88 ; p < 0,0001 – *EMCD :* F = 8,70 ; p < 0,001) mais pas d'effet significatif du sexe (*MCD :* F = 2,22 ; p > 0,05 – *EMCD :* F = 2,29 ; p > 0,05) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MCD :* F = 1,22 ; p > 0,05 – *EMCD :* F = 0,76 ; p > 0,05).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	5.78	1	5.78	2.22	0.138521
Classe	**56.52**	**2**	**28.26**	**10.88**	**0.000046**
Sexe*Classe	6.35	2	3.17	1.22	0.298337

Tableau IV-13. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T2.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	2.022	1	2.022	2.294	0.132562
Classe	**15.334**	**2**	**7.667**	**8.696**	**0.000299**
Sexe*Classe	1.343	2	0.672	0.762	0.469058

Tableau IV-14. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T2.

- L'épreuve de MCT visuo-spatiale :

Pour l'épreuve *M. Cacahuète*, deux notes ont été retenues : la note *N-M. Cacahuète* qui correspond au nombre total d'items réussis et la note *E-M. Cacahuète* qui correspond à l'empan. Les moyennes des notes *N-M. Cacahuète* des trois niveaux scolaires sont respectivement de 7,34 (DS = 2,25) en GSM, de 7,80 (DS = 2,11) en CP et de 9,95 (DS = 3,01) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *E-M. Cacahuète* sont de 1,44 (SD = 0,56) en GSM, de 1,47 (DS = 0,58) en CP et de 1,98 (DS = 0,79) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *N-M. Cacahuète* (cf. tableau IV-15) et sur les notes d'empan *E-M. Cacahuète* (cf. tableau IV-16) des trois groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire (*N-M. Cacahuète :* $F = 12,15$; $p < 0,0001$ – *E-M. Cacahuète :* $F = 8,38$; $p < 0,001$) mais pas d'effet significatif du sexe (*N-M. Cacahuète :* $F = 0,15$; $p > 0,05$ – *E-M. Cacahuète :* $F = 0,78$; $p > 0,05$) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*N-M. Cacahuète :* $F = 1,40$; $p > 0,05$ – *E-M. Cacahuète :* $F = 0,52$; $p > 0,05$).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.96	1	0.96	0.15	0.695773
Classe	**151.75**	**2**	**75.87**	**12.15**	**0.000016**
Sexe*Classe	17.46	2	8.73	1.40	0.251159

Tableau IV-15. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T2.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.34	1	0.34	0.78	0.378815
Classe	**7.37**	**2**	**3.69**	**8.38**	**0.000394**
Sexe*Classe	0.46	2	0.23	0.52	0.597305

Tableau IV-16. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T2.

- Les épreuves de MT complexe :

Pour l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, deux notes ont été retenues : la note *MMI* qui correspond au nombre total d'items réussis et la note *EMMI* qui correspond à l'empan. Les moyennes des notes *MMI* des trois niveaux scolaires sont respectivement de 1,88 (DS = 1,10) en GSM, de 3,04 (DS = 1,12) en CP et de 3,48 (DS = 1,34) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMMI* sont de 1,94 (SD = 1,01) en GSM, de 2,82 (DS = 0,83) en CP et de 3,11 (DS = 0,92) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MMI* (cf. tableau IV-17) et sur les notes d'empan *EMMI* (cf. tableau IV-18) des trois groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire (*MMI :* $F = 17,64$; $p < 0,0001$ – *EMMI :* $F = 16,89$; $p < 0,0001$) mais pas d'effet significatif du sexe (*MMI :* $F = 0,65$; $p > 0,05$ – *EMMI :* $F = 0,90$; $p > 0,05$) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MMI :* $F = 0,84$; $p > 0,05$ – *EMMI :* $F = 1,55$; $p > 0,05$).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.93	1	0.93	0.65	0.423119
Classe	**50.80**	**2**	**25.40**	**17.64**	**0.000000**
Sexe*Classe	2.43	2	1.21	0.84	0.433290

Tableau IV-17. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T2.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.75	1	0.75	0.90	0.343428
Classe	**28.00**	**2**	**14.00**	**16.89**	**0.000000**
Sexe*Classe	2.56	2	1.28	1.55	0.217455

Tableau IV-18. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T2.

Pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* (WISC-IV, version française, 2005), deux notes ont été retenues, la note *MCI* correspondant au nombre total d'items réussis et la note *EMCI* correspondant à l'empan. Les moyennes des notes *MCI* des trois niveaux scolaires sont respectivement de 2,97 (DS = 1,71) en GSM, de 4,94 (DS = 1,23) en CP et de 5,30 (DS = 1,32) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMCI* sont de 1,81 (SD = 0,10) en GSM, de 2,76 (DS = 0,78) en CP et de 3,0 (DS = 0,84) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MCI* (cf. tableau IV-19) et sur les notes d'empan *EMCI* (cf. tableau IV-20) des trois groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire (*MCI :* $F = 28,15$; $p < 0,0001$ – *EMCI :* $F = 18,96$; $p < 0,0001$) mais pas d'effet significatif du sexe (*MCI :* $F = 0,78$; $p > 0,05$ – *EMCI :* $F = 1,20$; $p > 0,05$) ou de

l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MCI :* F = 0,1 ; p > 0,05 – *EMCI :* F = 1,16 ; p > 0,05).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	1.56	1	1.56	0.78	0.377613
Classe	**111.96**	**2**	**55.98**	**28.15**	**0.000000**
Sexe*Classe	0.39	2	0.20	0.10	0.905700

Tableau IV-19. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T2.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.89	1	0.89	1.20	0.275917
Classe	**28.24**	**2**	**14.12**	**18.96**	**0.000000**
Sexe*Classe	0.24	2	0.12	0.16	0.853711

Tableau IV-20. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T2.

En somme, les résultats des ANOVAs effectuée sur les notes globales et sur les notes d'empan de l'ensemble des épreuves administrées à T2 révèlent un effet significatif du niveau scolaire mais pas d'effet significatif du sexe ou de l'interaction entre le sexe et le niveau scolaire.

Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles (T2)

Dans ce paragraphe, nous allons exposer les résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores (notes globales) obtenus à T2 et cela pour les trois niveaux scolaires. Pour cela, nous procéderons par niveau scolaire et nous présenterons, pour chaque niveau scolaire, les résultats des corrélations simples puis les résultats des analyses factorielles.

- Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores des élèves de GSM à T2 :

Les résultats des corrélations simples appliquées aux notes globales des élèves en GSM à T2 (cf. tableau IV-21) révèlent une association statistiquement significative (r = 0,66 ; p < 0,0001) entre les notes globales aux deux épreuves de MCT verbale (*MMD* et *MCD*) mais pas de corrélation significative (r = 0,31 ; p > 0.05) entre les deux épreuves de MT complexe (*MMI* et *MCI*). De plus, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* est corrélée significativement avec les deux épreuves de MT complexe avec une légère supériorité du coefficient de corrélation de cette épreuve avec l'épreuve correspondante en ordre inverse (r =

0,52 ; p < 0,01) par rapport à celui de l'épreuve de répétition de chiffres en ordre inverse (r = 0,48 ; p < 0,01). En revanche, la corrélation entre l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* et l'épreuve correspondante en ordre inverse n'est pas significative (r = 0,28 ; p > 0,05) mais celle entre cette première épreuve et l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* est significative (r = 0,47 ; p < 0,01). L'épreuve de MCT visuo-spatiale n'est corrélée significativement qu'avec l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* (r = 0,38 ; p < 0,05).

En somme, nous pouvons donc dire que les deux épreuves de MCT verbale sont corrélées significativement entre elles. En revanche, les deux épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale ne sont pas corrélées significativement entre elles et toutes les corrélations significatives dans cette matrice impliquent une épreuve de MCT verbale.

	MMD	MCD	MMI	MCI	M. Cacahuète
MMD	1				
MCD	0.66****	1			
MMI	0.52**	0.47**	1		
MCI	0.48**	0.28	0.31	1	
N- M. Cacahuète	0.27	0.38*	0.14	0.35	1

Tableau IV-21. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire à T2 des élèves de GSM.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

En GSM, l'analyse factorielle à composantes principales appliquée aux notes globales des participants a donné un seul facteur (cf. tableaux IV-22) à valeur propre de 1 au minimum. Ce facteur unique explique 51,63 % de la variance. Les poids factoriels des mesures de MCT verbale (*MMD* : 0.85 ; *MCD* : 0.81) sont plus élevés que les poids factoriels des mesures de MT complexe (*MMI* : 0.69 ; *MCI* : 0.66) qui, à leur tour, sont plus élevés que le poids factoriel des scores à l'épreuve *M. Cacahuète* (*N- M. Cacahuète* : 0.54).

GSM (T2)	
Epreuve	**Contribution**
MMD	**0.85**
MCD	**0.81**
MMI	**0,69**
MCI	**0.66**
N-M. Cacahuète	**0.54**

Valeur propre	**% Total de la Variance**
2,581701	51,63403

Tableaux IV-22. Analyse Factorielle appliquée aux notes globales de mémoire des élèves de GSM à T2 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

- Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores des élèves de CP à T2 :

Pour les notes globales des élèves de CP à T2 (cf. tableau IV-23), nous observons des associations statistiquement significatives (r = 0,71 ; p < 0,0001) entre les scores aux deux épreuves de MCT verbale (*MMD* et *MCD*) mais pas entre les scores aux deux épreuves de MT complexe (*MMI*MCI :* r = 0,15 ; p > 0.05). En ce qui concerne les associations entre les épreuves de MCT verbale et les épreuves de MT complexe, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* est corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* (r = 0,34 ; p < 0,05) mais pas avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* (r = 0,20 ; p > 0,05). Les corrélations entre l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* et les deux épreuves de MT complexe ne sont pas significatives (*MCD*MMI :* r = 0,12 ; p > 0,05 – *MCD*MCI :* r = 0,26 ; p > 0,05). L'épreuve de MCT visuo-spatiale est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale (*M. Cacahuète*MMD :* r = 0,48 ; p < 0,001 – *M. Cacahuète*MCD* : r = 0,31 ; p < 0,05) et avec l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,30 ; p < 0,05).

	MMD-T2	MCD-T2	MMI-T2	MCI-T2	N-M. Cacahuète-T2
MMD-T2	1				
MCD-T2	0.71****	1			
MMI-T2	0.20	0.12	1		
MCI-T2	0.34*	0.26	0.15	1	
N- M. Cacahuète-T2	0.48***	0.31*	0.20	0.30*	1

Tableau IV-23. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire à T2 des élèves de CP. * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

L'analyse factorielle à composantes principales appliquée aux scores des élèves de CP à T2 a donné un seul facteur (cf. tableau IV-24) à valeur propre de 1 au minimum. Ce facteur explique 46,32 % de la variance. Les poids factoriels des mesures de MCT verbale (*MMD*: 0.87; *MCD*: 0.78) sont plus élevés que le poids factoriel de la mesure de MCT visuo-spatiale (Poids factoriel = 0.69) qui, à son tour, est plus élevé que les poids factoriels des mesures de MT complexe (*MMI*: 0.37; *MCI*: 0.58). Il est à noter que, en CP, le poids factoriel de *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* est relativement faible (inférieur à 0,4) mais ne permet pas d'obtenir un autre facteur.

CP-T2	
Epreuve	**Contribution**
MMD	**0.87**
MCD	**0.78**
MMI	0.37
MCI	**0.58**
N- M. Cacahuète	**0.69**
Valeur propre	**% Total de la Variance**
2,315977	46,31955

Tableau IV-24. Analyse Factorielle appliquée sur les notes globales de mémoire des élèves de CP à T2 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

- Résultats des corrélations simples appliquées aux scores des élèves de CE1 à T2 :

Pour les notes globales des élèves de CE1 à T2 (cf. tableau IV-25), nous observons des associations statistiquement significatives ($r = 0,60$; $p < 0,0001$) entre les scores aux deux épreuves de MCT verbale (*MMD* et *MCD*) ainsi qu'entre les scores aux deux épreuves de MT complexe (*MMI*MCI :* $r = 0,39$; $p < 0.01$). En ce qui concerne les associations entre les épreuves de MCT verbale et les épreuves de MT complexe, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* est corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* ($r = 0,36$; $p < 0,05$) mais pas avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* ($r = 0,09$; $p > 0,05$). Les corrélations entre l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* et les deux épreuves de MT complexe ne sont pas significatives (*MCD*MMI :* $r = 0,28$; $p > 0,05$ – *MCD*MCI :* $r = 0,29$; $p > 0,05$). L'épreuve de MCT visuo-spatiale n'est corrélée significativement qu'avec les deux épreuves de mémoire de mots (*M. Cacahuète*MMD :* $r = 0,33$; $p < 0,05$ – *M. Cacahuète*MMI* : $r = 0,42$; $p < 0,01$).

	MMD-T2	MCD-T2	MMI-T2	MCI-T2	N- M. Cacahuète-T2
MMD-T2	1				
MCD-T2	0.60****	1			
MMI-T2	0.09	0.28	1		
MCI-T2	0.36*	0.29	0.39**	1	
N- M. Cacahuète-T2	0.33*	0.29	0.42**	0.18	1

Tableau IV-25. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire à T2 des élèves de CE1.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

En CE1, l'analyse factorielle à composantes principales avec une rotation Varimax normalisée a donné deux facteurs (cf. tableaux IV-26) à valeurs propres de minimum 1. Le premier facteur peut être identifié comme étant un facteur de MCT verbale alors que le second comprend les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. En effet, les

mesures qui contribuent le plus dans le facteur 1 sont ceux de la MCT verbale (*MMD* : 0.91; *MCD* : 0.82) alors que les poids factoriels des mesures de MT complexe et de MCT visuo-spatiale sont plus faibles (*MMI* : -0.02; *MCI* : 0.36; *N-M. Cacahuète* : 0.26). Contrairement au premier facteur, le facteur 2 présente des poids factoriels élevés pour les mesures de MT complexe et de MCT visuo-spatiale (*MMI* : 0.91 ; *MCI* = 0.56 ; *N-M. Cacahuète* = 0.66) alors que les poids factoriels des mesures de MCT verbale sont plus faibles (*MMD* : 0.10; *MCD* = 0.24). Les facteurs expliquent respectivement 46.09 % et 20.68 % de la variance. La corrélation entre les deux facteurs est importante (r = 0.45).

CE1-T2		
Epreuve	**Facteur 1**	**Facteur 2**
MMD	**0,91**	0,10
MCD	**0,82**	0,24
MMI	-0,02	**0,91**
MCI	0,36	**0,56**
N- M. Cacahuète	0,26	**0,66**

	Valeur propre	**% Total de la Variance**	**Cumul Val.Propre**	**Cumul %**
1	2,304565	46,09130	2,304565	46,09130
2	1,033850	20,67699	3,338415	66,76829

Corrélation entre les facteurs obliques		
	1	2
1	1,000000	0,448195
2	0,448195	1,000000

Tableaux IV-26. Analyses Factorielles appliquées sur les notes globales de mémoire des élèves de CE1 à T2 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

Il est à signaler qu'en CE1, l'analyse factorielle – analyse à composantes principales avec rotation Varimax normalisée – réalisée sans l'épreuve *M. Cacahuète* (cf. tableaux IV-27) donne aussi deux facteurs de valeur propre minimum de 1. Ces facteurs peuvent être identifiés comme étant un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe. En effet, dans le facteur 1, les poids factoriels des mesures de MCT verbale (*MMD* = 0.92; *MCD* = 0.83) sont plus élevés que ceux des mesures de MT complexe qui sont relativement faibles (*MMI* = 0.01; *MCI* = 0.33) alors que, dans le facteur 2, les poids factoriels des mesures de MT complexe (*MMI* = 0.90; *MCI* = 0.72) sont plus élevés que ceux des mesures de MCT verbale (*MMD* = 0.07; *MCD* = 0.23) qui sont relativement faibles. Les variances expliquées par les facteurs sont respectivement de 50,59 % pour le facteur de MCT verbale et de 25,05 % pour le facteur de MT complexe. La corrélation entre les deux facteurs obliques est relativement importante (r = 0,36).

CE1-T2		
Epreuve	**Facteur 1**	**Facteur 2**
MMD	**0,92**	0,07
MCD	**0,83**	0,23
MMI	0,01	**0,90**
MCI	0,33	**0,72**

	Valeur propre	% Total de la Variance	Cumul Val.Propre	Cumul %
1	2,023675	50,59187	2,023675	50,59187
2	1,002176	25,05439	3,025850	75,64626

Corrélation entre les facteurs obliques		
	1	2
1	1,000000	0,364824
2	0,364824	1,000000

Tableaux IV-27. Analyses Factorielles appliquées sur les notes globales de mémoire des élèves de CE1 à T2, **sans M. Cacahuète** (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

1.3. Les résultats obtenus à T3

Nous rappelons qu'en juin 2007, donc à la fin de l'année scolaire 2006-2007, nous avons administré les mêmes épreuves utilisées à T2 à 26 élèves des 32 qui étaient en GSM à T1 et à T2 ainsi qu'à 42 des 49 élèves qui étaient en CP à T1 et T2. Nous rappelons donc qu'à T3, ces élèves étaient en CP et en CE1 respectivement. Dans cette partie, nous allons d'abord présenter les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes pour passer ensuite aux résultats des corrélations simples et des analyses factorielles effectuées sur les scores obtenus à T3 et cela pour les deux niveaux scolaires concernés.

Statistiques descriptives et comparaison intergroupes des scores obtenus à T3

Dans ce paragraphe, nous allons exposer les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes en commençant par les épreuves de MCT verbale pour ensuite passer à l'épreuve de MCT visuo-spatiale et enfin finir par les épreuves de MT complexe. Les résultats des statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP et de CE1 obtenues à T3 sont présentés dans les tableaux IV-28 et IV-29 respectivement.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	26	6,19	2,00	10,00	2,00
E-MMD	26	4,15	2,00	5,00	0,83
MMI	26	3,50	1,00	7,00	1,33
E-MMI	26	2,96	2,00	5,00	0,77
MCD	26	6,00	4,00	9,00	1,26
E-MCD	26	4,38	3,00	6,00	0,80
MCI	26	4,92	2,00	7,00	1,20
E-MCI	26	2,69	2,00	4,00	0,74
M. Cacahuète	26	9,27	4,00	17,00	2,88
E-M. Cacahuète	26	1,85	1,00	4,00	0,78

Tableau IV-28. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à l'ensemble des épreuves de mémoire passées à T3.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	42	7,81	5,00	11,00	1,82
E-MMD	42	4,52	3,00	5,00	0,59
MMI	42	3,57	2,00	6,00	1,06
E-MMI	42	3,07	2,00	4,00	0,64
MCD	42	6,07	4,00	9,00	1,45
E-MCD	42	4,36	3,00	6,00	0,88
MCI	42	5,43	4,00	8,00	1,02
E-MCI	42	2,98	2,00	4,00	0,60
M. Cacahuète	42	10,12	6,00	18,00	3,13
E-M. Cacahuète	42	1,98	1,00	4,00	0,78

Tableau IV-29. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CE1 à l'ensemble des épreuves de mémoire passées à T3.

- Les épreuves de MCT verbale :

Pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*, les moyennes des notes *MMD* des deux niveaux scolaires sont respectivement de 6,19 (DS = 2,0) en CP et de 7,81 (DS = 1,82) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMMD* sont de 4,15 (DS = 0,83) en CP et de 4,52 (DS = 0,59) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes *MMD* (cf. tableau IV-30) des deux groupes révèlent un effet significatif du niveau scolaire ($F = 12,84$; $p < 0,001$) mais pas d'effet significatif du sexe ($F = 3,62$; $p > 0,05$) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe ($F = 0,26$; $p > 0,05$).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	12.68	1	12.68	3.62	0.061429
Classe	**44.92**	**1**	**44.92**	**12.84**	**0.000654**
Sexe*Classe	0.92	1	0.92	0.26	0.608925

Tableau IV-30. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T3.

Les résultats de l'ANOVA effectuées sur les notes *EMMD* (cf. tableau IV-31) des deux groupes montrent un effet significatif du niveau scolaire ($F = 5,61$; $p < 0,05$) et un effet significatif du sexe ($F = 6,17$; $p < 0,05$) mais pas d'effet significatif de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe ($F = 1,11$; $p > 0,05$). En effet, les performances des filles (moy = 4,56) sont légèrement supérieures à celles des garçons (moy = 4, 21) mais l'écart type du second groupe est plus élevé (DS-Garçons = 0,81 ; DS-Filles = 0,56).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	**2.79**	**1**	**2.79**	**6.17**	**0.015588**
Classe	**2.54**	**1**	**2.54**	**5.61**	**0.020865**
Sexe*Classe	0.50	1	0.50	1.20	0.296316

Tableau IV-31. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T3.

Pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*, les moyennes des notes *MCD* des deux niveaux scolaires sont respectivement de 6,0 (DS = 1,26) en CP et de 6,07 (DS = 1,45) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMCD* sont de 4,38 (DS = 0,80) en CP et de 4,36 (DS = 0,88) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MCD* (cf. tableau IV-32) et sur les notes d'empan *EMCD* (cf. tableau IV-33) des deux groupes révèlent un effet non significatif du niveau scolaire (*MCD :* F = 0,08 ; p > 0,05 – *EMCD :* F = 0,001 ; p > 0,05), du sexe (*MCD :* F = 1,84 ; p > 0,05 – *EMCD :* F = 2,89 ; p > 0,05) et de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MCD :* F = 0,21 ; p > 0,05 – *EMCD :* F = 0,26 ; p > 0,05).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	3.51	1	3.51	1.84	0.179807
Classe	0.15	1	0.15	0.08	0.776929
Sexe*Classe	0.40	1	0.40	0.21	0.647076

Tableau IV-32. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T3.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	2.04	1	2.04	2.89	0.094227
Classe	0.00	1	0.00	0.00	0.974206
Sexe*Classe	0.18	1	0.18	0.26	0.612826

Tableau IV-33. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T3.

- L'épreuve de MCT visuo-spatiale :

Pour l'épreuve *M. Cacahuète*, les moyennes des notes *N-M. Cacahuète* des deux niveaux scolaires sont respectivement de 9,27 (DS = 2,89) en CP et de 10,12 (DS = 3,13) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *E-M. Cacahuète* sont de 1,85 (DS = 0,78) en CP et de 1,98 (DS = 0,78) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes *N-M. Cacahuète* (cf. tableau IV-34) et *E-M. Cacahuète* (cf. tableau IV-35) des deux groupes révèlent un effet significatif du sexe (*N-M. Cacahuète :* F = 4,77 ; p < 0,05 – *E-M. Cacahuète :* F = 5,33 ; p < 0,05) mais pas d'effet significatif du niveau scolaire (*N-M. Cacahuète :* F = 1,65 ; p > 0,05 – *E-M. Cacahuète :* F = 0,71 ; p > 0,05) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*N-M. Cacahuète :* F = 0,32 ; p > 0,05 – *E-M. Cacahuète :* F = 1,14 ; p > 0,05). Il est à signaler que, comme pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*, les performances des filles (moy.$_{N.M.\ Cacahuète}$ = 10,53 ; DS = 2,97 – moy.$_{E.M.\ Cacahuète}$ = 2,12 ; DS = 0,77) sont légèrement meilleures que celles

des garçons (moy.*N.M. Cacahuète* = 9,06 ; DS = 2,98 – moy.*E.M. Cacahuète* = 1,74 ; DS = 0,75) pour cette épreuve.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	**42.27**	**1**	**42.27**	**4.77**	**0.032644**
Classe	14.65	1	14.65	1.65	0.203212
Sexe*Classe	2.84	1	2.84	0.32	0.573283

Tableau IV-34. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve M. *Cacahuète* passée à T3.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	**3.09**	**1**	**3.09**	**5.33**	**0.024218**
Classe	0.41	1	0.41	0.71	0.402806
Sexe*Classe	0.66	1	0.66	1.14	0.289866

Tableau IV-35. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve M. *Cacahuète* passée à T3.

- Les épreuves de MT complexe :

Pour l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, les moyennes des notes *MMI* des deux niveaux scolaires sont respectivement de 3,5 (DS = 1,33) en CP et de 3,57 (DS = 1,06) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMMI* sont de 2,96 (DS = 0,77) en CP et de 3,07 (DS = 0,64) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MMI* (cf. tableau IV-36) et les notes d'empan *EMMI* (cf. tableau IV-37) des deux groupes révèlent un effet significatif du sexe (*MMI :* $F = 7,80$; $p < 0,01$ – *EMMI :* $F = 9,69$; $p < 0,01$) et de l'interaction entre le sexe et le niveau scolaire (*MMI :* $F = 5,06$; $p < 0,05$ – *EMMI :* $F = 4,78$; $p < 0,05$) mais pas d'effet significatif du niveau scolaire (*MMI :* $F = 0,22$; $p > 0,05$ – *EMMI :* $F = 0,82$; $p > 0,05$). Il est à signaler que les scores des filles (moy.*MMI* = 3,85 ; DS = 1,08 – moy.*EMMI* = 3,24 ; DS = 0,65) sont légèrement supérieurs à ceux des garçons (moy.*MMI* = 3,24 ; DS = 1,18 – moy.*EMMI* = 2,82 ; DS = 0,67) pour cette épreuve.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	**9.51**	**1**	**9.51**	**7.8**	**0.006868**
Classe	0.26	1	0.26	0.22	0.643077
Sexe*Classe	**6.17**	**1**	**6.17**	**5.06**	**0.027866**

Tableau IV-36. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T3.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	**4.05**	**1**	**4.05**	**9.69**	**0.002764**
Classe	0.34	1	0.34	0.82	0.368683
Sexe*Classe	**2.00**	**1**	**2.00**	**4.78**	**0.032476**

Tableau IV-37. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T3.

Pour l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* (WISC-IV, *version française*, 2005), les moyennes des notes *MCI* des deux niveaux scolaires sont respectivement de 4,92 (DS = 1,20) en CP et de 5,43 (DS = 1,02) en CE1. Les moyennes des notes d'empan *EMCI* sont de 2,69 (DS = 0,74) en CP et de 2,98 (DS = 0,60) en CE1.

Les résultats de l'ANOVA effectuée sur les notes globales *MCI* (cf. tableau IV-38) et les notes d'empan *EMCI* (cf. tableau IV-39) des deux groupes révèlent un effet non significatif du niveau scolaire (*MCI :* F = 3,57 ; p > 0,05 – *EMCI :* F = 3,02 ; p > 0,05) du sexe (*MCI :* F = 0,63 ; p > 0,05 – *EMCI :* F = 0,32 ; p > 0,05) ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe (*MCI :* F = 0,57 ; p > 0,05 – *EMCI :* F = 0,08 ; p > 0,05).

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.76	1	0.76	0.63	0.428979
Classe	4.26	1	4.26	3.57	0.063277
Sexe*Classe	0.68	1	0.68	0.57	0.454577

Tableau IV-38. ANOVA appliquée aux notes globales des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T3.

	SC	Degré de liberté	MC	F	p
Sexe	0.14	1	0.14	0.32	0.572792
Classe	1.34	1	1.34	3.02	0.086962
Sexe*Classe	0.03	1	0.03	0.08	0.779997

Tableau IV-39. ANOVA appliquée aux notes d'empan des élèves de GSM, de CP et de CE1 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T3.

Remarque :

Nous notons à travers ces résultats une différence entre le « schéma » obtenu à T2 et celui obtenu à T3. En effet, à T2, nous observons un effet significatif du niveau scolaire pour l'ensemble des épreuves, ce qui n'est pas le cas à T3. En fait, nous supposons que cette différence peut être due, entre autres, à trois raisons. La première est que, à T2, les scores des élèves en GSM sont introduits dans l'analyse et que l'effet significatif du niveau scolaire observé constitue un effet général. A T3, l'ANOVA a concerné exclusivement les scores d'élèves en CP et en CE1. La deuxième raison de cette dissimilitude pourrait être liée aux

différences entre les effectifs des deux groupes de CP (49 à T2 et 26 à T3), ce qui donnerait des résultats moins sensibles à T3. La troisième raison éventuelle des différences observées serait liée aux dissimilitudes entres les scores des élèves de CP à T2 et ceux des élèves de CP à T3. En effet, les différences entre les scores de ces deux groupes de CP (test-t pour échantillons indépendants) sont non significatives pour les deux épreuves de mémoire de mots (*MMD :* t = 1,36; p > 0,05 – *MMI :* t = -1,58 ; p > 0,05) et pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* (t = 0,05 ; p > 0,05) mais elles sont statistiquement significatives pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* (t = -2,32 ; p < 0,05) et pour l'épreuve *M. Cacahuète* (t = -2,53 ; p < 0,05). Ces différences pourraient être dues en partie à l'écart entre les effectifs des sujets dans les deux groupes. Notons que ces différences significatives sont en faveur des élèves de CP à T3. En ce qui concerne les élèves en CE1 à T2 et ceux en CE1 à T3, leurs scores sont quasiment semblables et la seule différence statistiquement significative relevée dans les tests-t appliqués aux scores des deux groupes est celle concernant l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (t = 2,58 ; p < 0,05). Les différences entre les deux groupes de CE1 aux autres épreuves ne sont pas statistiquement significatives (*MCD :* t = 1,18 ; p > 0,05 – *MMI :* t = 0,36 ; p > 0,05 – *MCI :* t = 0,75 ; p >0,05 – *N-M. Cacahuète :* t = 0,29 ; p > 0,05). Les tableaux des statistiques descriptives et des tests-t sont présentés en Annexe (cf. Annexe VI, p. 342).

Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores obtenus à T3.

Dans ce paragraphe, nous allons exposer les résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores obtenus à T3 et cela pour les deux niveaux scolaires concernés.

- Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores des élèves de CP à T3 :

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les notes globales des élèves en CP à T3 (cf. tableau IV-40) révèlent une association statistiquement significative (r = 0,58 ; p < 0,01) entre les notes globales aux deux épreuves de MCT verbale (*MMD* et *MCD*) mais pas de corrélation significative (r = 0,35 ; p > 0.05) entre les deux épreuves de MT complexe (*MMI* et *MMCI*). En CP à T3, les deux épreuves de MCT verbale ne sont pas corrélées significativement avec les deux épreuves de MT complexe (*MMD*MMI* : r = 0,28 ; p > 0,05 –

*MMD*MCI* : r = 0,19 ; p > 0,05 –*MCD*MCI* : r = 0,37 ; p > 0,05 – *MCD*MMI* : r = 0,38 ; p > 0,05). Il est à signaler que les deux épreuves de MT complexe ne sont pas corrélées significativement non plus avec l'épreuve de MCT visuo-spatiale (*MMI*M. Cacahuète* : r = 0,13 ; p > 0,05 – *MCI*M. Cacahuète* : r = 0,12 ; p > 0,05). Cette dernière est cependant corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale (*M. Cacahuète*MMD* : r = 0,50 ; p < 0,01 - *M. Cacahuète*MCD* : r = 0,41 ; p < 0,05).

En résumé, nous pouvons donc dire que les deux épreuves de MT complexe ne sont corrélées significativement ni entre elles ni avec les autres épreuves de MCT verbale ou de MCT visuo-spatiale. En revanche, les trois épreuves de MCT (verbale et visuo-spatiale) sont corrélées significativement entre elles.

	MMD	MCD	MMI	MCI	N- M. Cacahuète
MMD	1				
MCD	0.58**	1			
MMI	0.28	0.38	1		
MCI	0.19	0.37	0.35	1	
N- M. Cacahuète	0.50**	0.41*	0.13	0.12	1

Tableau IV-40. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire à T3 des élèves de CP.
* p <.05 ; ** p <.01.

Contrairement au résultat obtenu à T2 avec les élèves de CP, l'analyse factorielle à composantes principales avec une rotation Varimax normalisée a donné deux facteurs (cf. tableau IV-41) à valeurs propres de minimum 1. Le premier rassemble les trois épreuves de MCT. Ainsi, les poids factoriels des scores aux épreuves de MCT verbale (*MMD* : 0.83; *MCD* : 0.68) et de MCT visuo-spatiale (*N-M. Cacahuète* : 0,84) sont relativement élevés alors que les poids factoriels des mesures de MT complexe sont plus faibles (*MMI* : 0.15; *MCI* : 0.06). Le deuxième facteur présente des poids factoriels élevés pour les mesures de MT complexe (*MMI* : 0,78 ; *MCI* = 0.81) et, à moindre degré, pour la note de l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale (*MCD* : 0,49). Les poids factoriels des scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale et à l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale sont plus faibles (*MMD* : 0.20 ; *N-M. Cacahuète* = -0.05). Les facteurs expliquent respectivement 47.36 % et 21.42 % de la variance. La corrélation entre les deux facteurs est importante (r = 0.39).

CP-T3		
Epreuve	**Factor 1**	**Factor 2**
MMD	**0,83**	0,20
MCD	**0,68**	**0,49**
MMI	0,15	**0,78**
MCI	0,06	**0,81**
N- M. Cacahuète	**0,84**	-0,05

	Valeur propre	**% Total de la Variance**	**Cumul Val.Propre**	**Cumul %**
1	2,368228	47,36457	2,368228	47,36457
2	1,070806	21,41611	3,439034	68,78068

Corrélation entre les facteurs obliques		
	1	2
1	1,000000	0,388352
2	0,388352	1,000000

Tableaux IV-41. Analyses Factorielles appliquées sur les notes globales de mémoire des élèves de CP à T3 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

- Résultats des corrélations simples et des analyses factorielles appliquées aux scores des élèves de CE1 à T3 :

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les notes globales des élèves en CE1 à T3 (cf. tableau IV-42) révèlent deux associations significatives seulement. La première concerne le lien entre les deux épreuves de MCT verbale (*MMD*MCD* : r = 0,61 ; p < 0,0001). La seconde correspond au lien entre l'épreuve *M. Cacahuète* évaluant la MCT visuo-spatiale et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* évaluant la MT complexe (r = 0,37 ; p < 0,05). Toutes les autres corrélations obtenues ne sont pas statistiquement significatives (0,04 < r < 0,30 ; p > 0,05).

	MMD	MCD	MMI	MCI	N- M. Cacahuète
MMD	1				
MCD	0.61****	1			
MMI	0.12	0.23	1		
MCI	0.30	0.28	0.26	1	
N- M. Cacahuète	0.10	0.04	0.16	0.37*	1

Tableau IV-42. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire à T3 des élèves de CE1.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Conformément à l'analyse factorielle réalisée à T2, l'analyse factorielle à composantes principales avec une rotation Varimax normalisée appliquée aux scores des élèves de CE1 à T3 a donné deux facteurs (cf. tableaux IV-43) à valeurs propres de minimum 1. Le premier

facteur peut être identifié comme étant un facteur de MCT verbale alors que le second comprend les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. En effet, les mesures qui contribuent le plus dans le facteur 1 sont ceux de la MCT verbale (*MMD* : 0.87; *MCD* : 0.89) alors que les poids factoriels des mesures de MT complexe et de MCT visuo-spatiale sont plus faibles (*MMI* : 0.19; *MCI* : 0.29; *N-M. Cacahuète* : -0.13). Contrairement au premier facteur, le deuxième facteur présente des poids factoriels élevés pour les mesures de MT complexe et de MCT visuo-spatiale (*MMI* : 0.54 ; *MCI* = 0.74; *N-M. Cacahuète* = 0.81) alors que les poids factoriels des mesures de MCT verbale sont plus faibles (*MMD* : 0.13; *MCD* = 0.12). Les facteurs expliquent respectivement 40.61 % et 23.45 % de la variance. La corrélation entre les deux facteurs est de 0,30.

CE1-T3		
Epreuve	**Factor 1**	**Factor 2**
MMD	**0,87**	0,13
MCD	**0,89**	0,12
MMI	0,19	**0,54**
MCI	0,29	**0,74**
N- M. Cacahuète	-0,13	**0,81**

	Valeur propre	**% Total de la Variance**	**Cumul Val.Propre**	**Cumul %**
1	2,030707	40,61414	2,030707	40,61414
2	1,172536	23,45071	3,203243	64,06486

Corrélation entre les facteurs obliques		
	1	2
1	1,000000	0,297975
2	0,297975	1,000000

Tableaux IV-43. Analyses Factorielles appliquées sur les notes globales de mémoire des élèves de CE1 à T3 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

2- L'analyse longitudinale des données

Dans cette partie, nous exposerons séparément les résultats de l'analyse longitudinale des données de chaque groupe d'élèves. Ainsi, nous présenterons d'abord les résultats des élèves qui, à T1 et T2 étaient en GSM et qui sont ensuite passés en CP à T3. Nous passerons ensuite aux élèves qui étaient en CP à T1 et T2 et qui sont passés en CE1 à T3. Enfin, nous finirons cette partie par l'exposé des résultats des élèves qui ont été évalués seulement à T1 et T2 alors qu'ils étaient en CE1. Nous suivrons le même schéma pour chaque groupe. Ainsi, nous commencerons par présenter les résultats de la comparaison des performances aux différents temps d'évaluation (T1-T2-T3) et nous passerons ensuite aux résultats des corrélations simples.

2.1- Résultats des élèves de GSM à T1 et T2, de CP à T3

Comparaison intragroupe des mesures répétées à T1, T2 et T3.

Nous rappelons que les élèves initialement en GSM ont été vus aux trois temps d'évaluation de notre étude (T1 - T2 - T3). Ainsi, ils ont été évalués au début et à la fin de la GSM (T1-T2) ainsi qu'à la fin du CP (T3). Leur effectif était de 32 à T1 et T2 et de 26 à T3.

En GSM, seule l'épreuve informatisée *Mémoire de Mots* (Khomsi, 2007) a été administrée à T1, donc au début de l'année scolaire. Cette épreuve a ensuite été passée à T2 et à T3 mais sous une forme non informatisée. De plus, à T1, une seule note *MMD* a été retenue alors qu'à T2 et à T3, deux notes ont été relevées (*MMD* et *EMMD*). Nous rappelons aussi que l'effectif des participants est plus élevé à T1 et à T2 (32) qu'à T3 (26). Pour toutes ces raisons, nous n'avons pas comparé les scores aux trois temps d'évaluation mais nous avons réalisé une comparaison des scores deux par deux (comparaison des scores à T1 et T2 puis comparaison des scores à T2 et T3). Cela nous permet en effet d'interpréter plus pertinemment les différents résultats obtenus. Pour la comparaison, nous avons utilisé un test-t pour échantillons appariés. Il est à signaler que ce type de test-t permet de comparer les performances d'un même groupe à deux temps en contrôlant l'effet des différences interindividuelles, à l'image de l'ANOVA mesures répétées (pour plus d'informations, cf. *Statistica electronic manual*). Le test-t pour échantillons appariés (cf. tableau IV-44) révèle une différence significative entre les scores obtenus à T1 et ceux obtenus à T2 ($t = -2,18$; $p < 0,05$). Nous rappelons qu'à ces deux temps, les modalités de passation étaient différentes (T1 : *MMD* informatisée ; T2 : *MMD* non-informatisée).

	Moyenne	Ec-Type	N	t	dl	p
MMD-T1	**2.88**	**1.84**				
MMD-T2	**3.78**	**2.11**	**32**	**-2.18**	**31**	**0.036607**

Tableau IV-44. Test-t pour échantillons appariés appliqué sur les notes globales des élèves de GSM à T1 et T2 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*.

Pour la comparaison des scores obtenus à T2 et T3 nous avons gardé les données des 26 élèves qui ont passé toutes les épreuves à ces deux temps d'évaluation. La différence entre les scores obtenus à T2 et ceux obtenus à T3 (tableaux IV-45 et IV-46) est significative pour l'ensemble des épreuves et cela aussi bien pour les notes globales ($-7,26 < t < -3,60$; $p < 0,01$) que pour les notes d'empan ($-5,62 < t < -2,30$; $p < 0,05$).

	Moy.T2	Moy.T3	Valeur t	dl	p	N	ET-T2	ET-T3
MMD	**3,77**	**6,19**	**-7,26**	**25**	**0,00000**	**26**	**2,03**	**2,00**
MCD	**4,69**	**6,00**	**-5,59**	**25**	**0,00000**	**26**	**1,26**	**1,26**
MMI	**1,81**	**3,50**	**-6,54**	**25**	**0,00000**	**26**	**1,06**	**1,33**
MCI	**3,04**	**4,92**	**-6,38**	**25**	**0,00000**	**26**	**1,66**	**1,20**
M. Cacahuète	**7,35**	**9,27**	**-3,60**	**25**	**0,00139**	**26**	**2,42**	**2,88**

Tableau IV-45. Test-t pour échantillons appariés appliqué aux notes globales aux épreuves de mémoire obtenues à T2 et à T3 avec les élèves de GSM à T2, de CP à T3.

	Moy.T2	Moy.T3	Valeur t	dl	p	N	ET-T2	ET-T3
E-MMD	**3,31**	**4,15**	**-4,28**	**25**	**0,00024**	**26**	**0,84**	**0,83**
E-MCD	**3,73**	**4,38**	**-3,74**	**25**	**0,00097**	**26**	**0,83**	**0,80**
E-MMI	**1,88**	**2,96**	**-5,62**	**25**	**0,00000**	**26**	**0,95**	**0,77**
E-MCI	**1,88**	**2,69**	**-4,20**	**25**	**0,00030**	**26**	**0,95**	**0,74**
E-M. Cacahuète	**1,46**	**1,85**	**-2,30**	**25**	**0,02998**	**26**	**0,58**	**0,78**

Tableau IV-46. Test-t pour échantillons appariés appliqué aux notes d'empan aux épreuves de mémoire obtenues à T2 et à T3 avec les élèves de GSM à T2, de CP à T3.

En résumé, pour les élèves qui étaient en GSM à T1 et T2 et qui sont passés en CP à T3, nous observons une différence significative pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et cela à travers les trois temps d'évaluation. Quant aux épreuves passées uniquement à T2 et à T3, nous notons une différence significative pour l'ensemble des épreuves de MCT verbale, de MCT visuo-spatiale et de MT complexe et cela à travers les deux temps d'évaluation. Ainsi, nous assistons à une amélioration significative des performances entre la GSM et le CP.

Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1, T2 et T3

Pour les corrélations simples entre les notes globales obtenues à T1, T2 et T3 avec le groupe initialement en GSM (cf. tableau IV-47), nous observons d'abord une corrélation significative entre la seule épreuve passée à T1 (l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Direct*) et l'ensemble des épreuves de MCT verbale et de MT complexe passées à T2. Il est à noter que la corrélation entre l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* à T1 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* à T2 ($r = 0,59$; $p < 0,01$) est plus élevée que la corrélation entre l'épreuve de T1 et la même épreuve passée sous une forme non-informatisée à T2 ($r = 0,43$; $p < 0,05$). Les corrélations entre l'épreuve passée à T1 et les deux épreuves de MT passées à T2 sont presque équivalentes, avec une légère supériorité de celle avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* ($r = 0,47$; $p < 0,05$) par rapport à l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* ($r = 0,43$; $p < 0,05$). L'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T1 n'est pas corrélée significativement avec l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale ($r = 0,37$; $p > 0,05$) passée à T2.

En ce qui concerne les associations entre l'épreuve de MCT verbale passée à T1 et les épreuves passées à T3, nous observons d'abord des corrélations significatives entre cette première épreuve et les deux épreuves de MCT verbale passée à T3. Il est à noter que, là aussi, la corrélation entre l'épreuve administrée à T1 et l'épreuve de *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* administrée à T3 ($r = 0,62$; $p < 0,001$) est plus élevée et plus significative que la corrélation avec la même épreuve passée à T3 sous forme non-informatisée ($r = 0,44$; $p < 0,05$). En ce qui concerne les épreuves de MT complexe passées à T3, seule l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* est corrélée significativement avec l'épreuve passée à T1 ($r = 0,52$; $p < 0,01$). L'épreuve de MCT visuo-spatiale passée à T3 est aussi corrélée significativement avec l'épreuve de MCT verbale passée à T1.

En comparant les corrélations à T2 et T3 avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* administrée à T1, nous remarquons que les indices de corrélations de cette épreuve avec la même épreuve passée à T2 puis à T3 sont presque équivalents (*MMD-T1*MMD-T2* : $r = 0,43$; $p < 0,05$ – *MMD-T1*MMD-T3* : $r = 0,44$; $p < 0,05$). La corrélation entre l'épreuve de T1 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* est plus significative et légèrement supérieure à T3 par rapport à T2 (*MMD-T1*MCD-T2* : $r = 0,59$; $p < 0,01$ – *MMD-T1*MCD-T3* : $r = 0,62$; $p < 0,001$). Quant à la corrélation entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, elle est significative à T2 ($r = 0,47$; $p < 0,05$) mais pas à T3 ($r = 0,23$; $p > 0,05$). En revanche, pour les corrélations entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T2 puis à T3, nous assistons à une augmentation de la corrélation à T3 ($r = 0,52$; $p < 0,01$) par rapport à T2 ($r = 0,43$; $p < 0,05$). Enfin, pour la corrélation entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T2 et puis T3, nous assistons à une légère augmentation de l'indice de corrélation qui est cependant non significatif à T2 et devient significatif à T3 (*MMD-T1*M. Cacahuète-T2* : $r = 0,37$; $p > 0,05$ – *MMD-T1*M. Cacahuète-T3* : $r = 0,39$; $p < 0,05$).

Pour ce qui est des corrélations entre les épreuves passées à T2 puis à T3, nous observons d'abord des corrélations significatives entre la note de chaque épreuve passée à T2 et la note de la même épreuve passée à T3 (*MMD-T2*MMD-T3* : $r = 0,64$; $p < 0,001$ – *MCD-T2*MCD-T3* : $r = 0,55$; $p < 0,01$ – *MMI-T2*MMI-T3* : $r = 0,41$; $p < 0,05$ – *MCI-T2*MCI-T3* : $r = 0,48$; $p < 0,05$ – *M. Cacahuète-T2*M. Cacahuète-T3* : $r = 0,48$; $p < 0,05$). Il est à signaler que les corrélations des épreuves de MCT verbales sont plus importantes que celles des épreuves de MT complexe et de l'épreuve de MCT visuo-spatiale.

Pour les corrélations entre les deux épreuves de MCT verbale, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* administrée à T2 n'est pas corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T3 ($r = 0,36$; $p > 0,05$). En revanche, l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* administrée à T2 est significativement corrélée avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T3 ($r = 0,71$; $p < 0,0001$) et cette corrélation est plus importante que celle entre l'épreuve de mémoire de chiffres passée à T2 et la même épreuve passée à T3 ($r = 0,55$; $p < 0,01$). De plus, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct administrée* à T3 est plus significativement corrélée avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T2 ($r = 0,71$; $p < 0,0001$) qu'avec la même épreuve passée à T2 ($r = 0,64$; $p < 0,001$).

En ce qui concerne les corrélations entre les deux épreuves de MT complexe passées à T2 puis à T3, la note de chaque épreuve passée à T2 est corrélée significativement avec la note de la même épreuve passée à T3 mais pas avec la note de la deuxième épreuve de MT complexe passée à T3 (*MMI-T2*MCI-T3* : $r = 0,37$; $p > 0,05$ – *MCI-T2*MMI-T3* : $r = 0,30$; $p > 0,05$). En d'autres termes, parmi les épreuves de MT complexe, chaque épreuve administrée à T2 n'est corrélée significativement qu'avec la même épreuve passée à T3.

Pour ce qui est des liens entre les performances aux épreuves de MCT verbale et les performances aux épreuves de MT complexe, la seule corrélation significative entre les scores de MCT verbale à T2 et les scores de MT complexe à T3 est la corrélation entre l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* ($r = 0,54$; $p < 0,01$). Les trois autres corrélations ne sont pas significatives (*MMD-T2*MMI-T3* : $r = 0,24$; $p > 0,05$ – *MCD-T2*MCI-T3* : $r = 0,22$; $p > 0,05$ – *MCD-T2*MMI-T3* : $r = 0,10$; $p > 0,05$). En revanche, *l'épreuve Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T2 est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale passées à T3 (*MMI-T2*MMD-T3* : $r = 0,58$; $p < 0,01$ – *MMI-T2*MCD-T3* : $r = 0,54$; $p < 0,01$). L'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* administrée à T2 n'est pas corrélée significativement avec les épreuves de MCT verbale passées à T3 (*MCI-T2*MMD-T3* : $r = 0,30$; $p > 0,05$ – *MCI-T2*MCD-T3* : $r = 0,23$; $p > 0,05$).

Pour l'épreuve *M. Cacahuète* évaluant la MCT visuo-spatiale, les scores obtenus à T2 sont corrélés significativement avec ceux obtenus à T3 ($r = 0,48$; $p < 0,05$) et les scores obtenus à T2 sont aussi corrélés significativement avec les scores de l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passées à T3 ($r = 0,39$; $p < 0,05$). Ils ne sont pas corrélés avec les

scores aux autres épreuves passées à T3, notamment l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (r = 0,35 ; p > 0,05) et les deux épreuves de MT complexe (*M. Cacahuète-T2*MMI-T3* : r = 0,20 ; p > 0,05 – *M. Cacahuète-T2*MCI-T3* : r = 0,36 ; p > 0,05). Les épreuves passées à T2 et qui sont corrélées significativement avec l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T3 sont les deux épreuves de MCT verbale (*MMD-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,43 ; p < 0,05 – *MCD-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,49 ; p < 0,05) ainsi que l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T2. Les épreuves de MT complexe passées à T2 ne sont pas corrélées significativement avec l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T3 (*MMI-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,36 ; p > 0,05 – *MCI-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,34 ; p > 0,05).

	MMD-T1	MMD-T3	MCD-T3	MMI-T3	MCI-T3	N-M. Cacahuète-T3
MMD-T1	1	0,44*	0,62***	0,23	0,52**	0,39*
MMD-T2	0,43*	0,64***	0,36	0,24	0,54**	0,43*
MCD-T2	0,59**	0,71****	0,55**	0,10	0,22	0,49*
MMI-T2	0,47*	0,58**	0,54**	0,41*	0,37	0,36
MCI-T2	0,43*	0,30	0,23	0,30	0,48*	0,34
N- M. Cacahuète-T2	0,37	0,35	0,39*	0,20	0,36	0,48*

Tableau IV-47. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire passées à T1, T2 et T3 des élèves de GSM à T1. * p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

2.2- Résultats des élèves de CP à T1 et T2, de CE1 à T3 :

Nous rappelons que les élèves initialement en CP ont été vus aux trois temps d'évaluation de notre étude (T1 - T2 - T3). Ainsi, ils ont été évalués au début et à la fin du CP (T1-T2) ainsi qu'à la fin du CE1 (T3). Leur effectif était de 49 à T1 et T2 et de 42 à T3.

Comparaison intragroupe des mesures répétées à T1, T2 et T3

Pour ce groupe aussi, la seule épreuve qui a été passée à T1 est l'épreuve informatisée *Mémoire de Mots* (Khomsi, 2007) qui est une épreuve de MCT verbale. Cette épreuve a ensuite été passée à T2 et à T3 mais sous une forme non informatisée. Pour la comparaison, nous avons utilisé un test-t pour échantillons appariés. Pour comparer les scores entre T1 et T2 nous avons pris en compte les scores des 49 élèves présents à ces temps d'évaluation alors que pour la comparaison des scores obtenus à T2 et T3 nous avons gardé juste les 42 enfants qui ont passé l'ensemble des épreuves. Le test-t pour échantillons appariés appliqué aux scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (cf. tableau IV-48) révèle une différence significative entre les scores obtenus à T1 et ceux obtenus à T2 (t = -7,07 ; p < 0,0001).

	Moyenne	Ec-Type	N	t	dl	p
MMD-T1	**5.14**	**2.20**				
MMD-T2	**6.98**	**1.92**	**42**	**-7.07**	**41**	**0.000000**

Tableau IV-48. Test-t pour échantillons appariés appliqué sur les notes globales des élèves de CP à T1 et à T2 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*.

Les différences entre les scores obtenus à T2 (fin de CP) et les scores obtenus à T3 (fin de CE1) sont significatives pour les notes globales ($-4,45 < t < -2,12$; $p < 0,05$) de l'ensemble des épreuves de mémoire (cf. tableau IV-49). En revanche, pour les notes d'empan (cf. tableau IV-50), la différence entre les scores obtenus à T2 et ceux obtenus à T3 est significative pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* ($t = - 2,95$; $p < 0,01$) et pour l'épreuve *M. Cacahuète* ($t = -4,07$; $p < 0,001$) mais pas pour l'épreuve *Mémoire de mots – Ordre Direct* ($t = -1,09$; $p > 0,05$) ou pour les épreuves de MT complexe (*E-MMI :* $t = -1,46$; $p > 0,05$; *E-MCI :* $t = -1,67$; $p > 0,05$).

	Moy.T2	Moy.T3	Valeur t	dl	p	N	ET-T2	ET-T3
MMD	**6,97**	**7,81**	**-3,06**	**41**	**0,00391**	**42**	**1,92**	**1,82**
MCD	**5,38**	**6,07**	**-3,73**	**41**	**0,00057**	**42**	**1,41**	**1,45**
MMI	**3,12**	**3,57**	**-2,12**	**41**	**0,04010**	**42**	**1,11**	**1,06**
MCI	**4,98**	**5,43**	**-2,38**	**41**	**0,02224**	**42**	**0,87**	**1,02**
M. Cacahuète	**7,81**	**10,12**	**-4,45**	**41**	**0,00006**	**42**	**2,20**	**3,13**

Tableau IV-49. Test-t pour échantillons appariés appliqué aux notes globales aux épreuves de mémoire obtenues à T2 et à T3 avec les élèves de CP à T2, de CE1 à T3.

	Moy.T2	Moy.T3	Valeur t	dl	P	N	ET-T2	ET-T3
E-MMD	4,40	4,52	-1,09	41	0,28050	42	0,66	0,59
E-MCD	**4,05**	**4,36**	**-2,95**	**41**	**0,00525**	**42**	**0,85**	**0,88**
E-MMI	2,86	3,07	-1,46	41	0,15178	42	0,78	0,64
E-MCI	2,79	2,98	-1,67	41	0,10309	42	0,61	0,60
E-M. Cacahuète	**1,45**	**1,98**	**-4,07**	**41**	**0,00021**	**42**	**0,59**	**0,78**

Tableau IV-50. Test-t pour échantillons appariés appliqué aux notes d'empan aux épreuves de mémoire obtenues à T2 et à T3 avec les élèves de CP à T2, de CE1 à T3.

En résumé, pour les élèves qui étaient en CP à T1 et T2 et qui sont passés en CE1 à T3, nous observons une différence significative pour l'ensemble des notes globales aux différentes épreuves de MCT verbale, de MCT visuo-spatiale et de MT complexe et cela entre les scores aux trois temps d'évaluation T1, T2 et T3. Cependant, les notes d'empan aux deux épreuves de MT complexe et à l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Direct* ne présentent pas de différence significative entre T2 et T3. Nous assistons donc à une amélioration significative des performances qui ne permet cependant pas d'avoir une amélioration significative en termes d'empan pour les épreuves de MT complexe et pour une des deux épreuves de MCT verbale.

Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1, T2 et T3

Pour les corrélations simples entre les notes globales obtenues à T1, T2 et T3 avec le groupe initialement en CP (cf. tableau IV-51), nous observons d'abord une corrélation significative entre la seule épreuve passée à T1 (l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Direct*) et les deux épreuves de MCT verbale passées à T2 (*MMD-T1*MMD-T2 :* r = 0,68 ; p < 0,0001- *MMD-T1*MCD-T2 :* r = 0,33 ; p < 0,05). De même, nous notons une corrélation significative entre l'épreuve administrée à T1 et l'épreuve de MCT visuo-spatiale passée à T2 (r = 0,36 ; p < 0,05). Les corrélations entre l'épreuve passée à T1 et les deux épreuves de MT complexe passées à T2 ne sont pas significatives (*MMD-T1*MMI-T2 :* r = 0,21 ; p > 0,05 – *MMD-T1*MCI-T2 :* r = 0,0 ; p > 0,05).

Pour ce qui est des associations entre l'épreuve de MCT verbale passée à T1 et les épreuves passées à T3, nous observons d'abord des corrélations significatives entre cette première épreuve et les deux épreuves de mémoire de chiffres (ordre direct et ordre inverse) passées à T3 (*MMD-T1*MCD-T3 :* r = 0,32 ; p < 0,05 – *MMD-T1*MCI-T3 :* r = 0,31 ; p < 0,05). Les deux épreuves de mémoire de mots (ordre direct et ordre inverse) et l'épreuve *M. Cacahuète* passées à T3 ne sont pas corrélées significativement avec l'épreuve passée à T1 (*MMD-T1*MMD-T3 :* r = 0,30 ; p > 0,05 – *MMD-T1*MMI-T3 :* r = 0,17 ; p > 0,05 – *MMD-T1*N-M. Cacahuète-T3 :* r = 0,03 ; p > 0,05).

En comparant les corrélations à T2 et T3 avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* administrée à T1, nous remarquons que l'épreuve passée à T1 est corrélée significativement avec la même épreuve administrée à T2 mais pas avec la même épreuve passée à T3. La corrélation entre l'épreuve de T1 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* est significative à T2 et à T3 et les indices de corrélation sont presque équivalents (*MMD-T1*MCD-T2* : r = 0,33 ; p < 0,05 – *MMD-T1*MCD-T3* : r = 0,32 ; p < 0,05). En ce qui concerne la corrélation entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, elle n'est significative ni à T2 (r = 0,23 ; p > 0,05) ni à T3 (r = 0,17 ; p > 0,05). En revanche, pour les corrélations entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T2 puis à T3, nous assistons à une augmentation de la corrélation à T3 (r = 0,31 ; p < 0,05) par rapport à T2 (r = 0,0 ; p > 0,05) où la corrélation n'est pas significative. Enfin, pour la corrélation entre l'épreuve passée à T1 et l'épreuve *M. Cacahuète*, elle est significative à T2 mais pas à T3 (*MMD-T1*M. Cacahuète-T2* : r = 0,36 ; p < 0,05 – *MMD-T1*M. Cacahuète-T3* : r = 0,03 ; p > 0,05).

En ce qui concerne les corrélations entre les épreuves passées à T2 puis à T3, nous observons d'abord des corrélations significatives entre les scores des épreuves de MCT verbales passées à T2 et les scores des mêmes épreuves passée à T3 (*MMD-T2*MMD-T3* : r = 0,56 ; p < 0,001 – *MCD-T2*MCD-T3* : r = 0,65 ; p < 0,0001). Les scores des épreuves de MT complexe et les scores de l'épreuve de MCT visuo-spatiale passées à T2 ne sont pas corrélées significativement avec les scores des mêmes épreuves passées à T3 (*MMI-T2*MMI-T3* : r = 0,19 ; p > 0,05 – *MCI-T2*MCI-T3* : r = 0,15 ; p > 0,05 – *M. Cacahuète-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,24 ; p > 0,05).

Pour les corrélations entre les deux épreuves de MCT verbale, chaque épreuve passée à T2 est corrélée significativement avec la même épreuve passée à T3. De plus, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* administrée à T2 est corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T3 (r = 0,66 ; p < 0,0001) et cette corrélation est plus importante que celle entre l'épreuve de *Mémoire de Mots* passée à T2 et la même épreuve passée à T3 (r = 0,56 ; p < 0,001). De même, l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* administrée à T2 est significativement corrélée avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T3 (r = 0,62 ; p < 0,0001). De plus, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* administrée à T3 est plus significativement corrélée avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T2 (r = 0,62 ; p < 0,0001) qu'avec la même épreuve passée à T2 (r = 0,56 ; p < 0,001).

En ce qui concerne les corrélations entre les deux épreuves de MT complexe passées à T2 puis à T3, la note de chaque épreuve passée à T2 n'est pas corrélée significativement avec la note de la même épreuve passée à T3. La seule corrélation significative entre les épreuves de MT complexe passées à T2 puis à T3 est celle entre l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T2 et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T3 (r = 0,34 ; p < 0,05). L'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passée à T2 n'est pas corrélée significativement avec l'épreuve de *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée à T3 (r = 0,23 ; p > 0,05).

Quant aux liens entre les performances aux épreuves de MCT verbale et les performances aux épreuves de MT complexe, aucune corrélation n'est significative et cela ni entre les scores de MCT verbale obtenus à T2 et les scores de MT complexe obtenus à T3 (*MMD-T2*MMI-T3* : r = 0,14 ; p > 0,05 – *MCD-T2*MCI-T3* : r = 0,04 ; p > 0,05 – *MMD-T2*MCI-T3* : r = 0,27 ; p > 0,05 – *MCD-T2*MMI-T3* : r = -0,02 ; p > 0,05) ni entre les scores

aux épreuves de MT complexe passées à T2 et les scores aux épreuves de MCT verbale passées à T3 (*MMI-T2*MMD-T3* : r = -0,01 ; p > 0,05 – *MCI-T2*MCD-T3 :* r = 0,0 ; p > 0,05 – *MMI-T2*MCD-T3* : r = 0,24 ; p > 0,05 – *MCI-T2*MMD-T3 :* r = 0,20 ; p > 0,05).

Pour l'épreuve *M. Cacahuète* évaluant la MCT visuo-spatiale, les scores obtenus à T2 ne sont pas corrélés significativement avec ceux obtenus à T3 (r = 0,24 ; p > 0,05). En revanche, les scores obtenus à T2 sont corrélés significativement avec les scores aux deux épreuves de MCT verbale et à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* passées à T3 et les trois indices de corrélation sont équivalents (*M. Cacahuète-T2*MMD-T3* : r = 0,35 ; p < 0,05 – *M. Cacahuète-T2*MCD-T3* : r = 0,35 ; p < 0,05 – *M. Cacahuète-T2*MCI-T3* : r = 0,35 ; p < 0,05). Les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* administrée à T2 ne sont pas corrélés significativement avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* administrée à T3 (r = -0,08 ; p > 0,05). Les épreuves passées à T2 et qui sont corrélées significativement avec l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T3 sont les deux épreuves de MT complexe (*MMI-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,36 ; p < 0,05 – *MCI-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,41 ; p < 0,01). Les épreuves de MCT verbale passées à T2 ne sont pas corrélées significativement avec l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T3 (*MMD-T2*M. Cacahuète-T3* : r = 0,11 ; p > 0,05 – *MCD-T2*M. Cacahuète-T3* : r = -0,07 ; p > 0,05).

	MMD-T1	MMD-T3	MCD-T3	MMI-T3	MCI-T3	N-M. Cacahuète-T3
MMD-T1	1	0,30	0,32*	0,17	0,31*	0,03
MMD-T2	0,68****	0,56***	0,66****	0,14	0,27	0,11
MCD-T2	0,33*	0,62****	0,65****	-0,02	0,04	-0,07
MMI-T2	0,23	-0,01	0,24	0,19	0,34*	0,36*
MCI-T2	0,0	0,20	0,0	0,23	0,15	0,41**
N- M. Cacahuète-T2	0,36*	0,35*	0,35*	-0,08	0,35*	0,24

Tableau IV-51. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire passées à T1, T2 et T3 des élèves de CP à T1. * p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

2.3- Résultats des élèves de CE1 à T1 et T2 :

Nous rappelons que les élèves de CE1 à T1 et T2 n'ont pas participé à l'évaluation à T3.

Comparaison intragroupe des mesures répétées à T1 et à T2.

La seule épreuve que les élèves de CE1 ont passée à deux temps différents est l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et la seule note commune à ces deux passations est

la note *MMD*. Les résultats du test-t réalisé sur les notes *MMD* obtenues à T1 et T2 (cf. tableau IV-52) révèle une différence significative entre les scores à ces deux temps d'évaluation (t = -6,59 ; p < 0,0001).

	Moyenne	Ec-Type	N	t	dl	P
MMD-T1	**6.02**	**1.78**				
MMD-T2	**7.68**	**1.81**	**44**	**-6.59**	**43**	**0.000000**

Tableau IV-52. Test-t pour échantillons appariés appliqué sur les notes globales des élèves de CE1 à T1 et T2 à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*.

Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et T2.

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les notes globales des élèves en CE1 à T1 et à T2 (cf. tableau IV-53) révèlent des associations statistiquement significatives entre l'unique épreuve de MCT verbale passée à T1 (*MMD*) et les deux épreuves de MCT verbale passées à T2 (*MMD-T1*MMD-T2* : r = 0,57 ; p < 0,0001 – *MMD-T1*MCD-T2* : r = 0,52 ; p < 0,001) avec une légère supériorité de l'indice de corrélation concernant la même épreuve passée huit mois après par rapport à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*. L'épreuve de MCT verbale passée à T1 n'est pas corrélée significativement avec les épreuves de MT complexe (*MMD-T1*MMI-T2* : r = 0,01 ; p > 0,05 – *MMD-T1*MCI-T2* : r = 0,17 ; p > 0,05) et avec l'épreuve de MCT visuo-spatiale (r= 0,23 ; p > 0,05).

	MMD-T1	MMD-T2	MCD-T2	MMI-T2	MCI-T2	N-M. Cacahuète-T2
MMD-T1	1	0,57****	0,52***	0,01	0,17	0,23

Tableau IV-53. Corrélations entre les notes globales aux épreuves de Mémoire passées à T1 et T2 des élèves de CE1 à T1. * p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

V. Synthèse et analyse générale des résultats

A travers ce chapitre, nous avons présenté des résultats qui nous permettront de mieux comprendre le développement de la MT chez notre population de sujets tout-venant et cela en terme de capacité mais aussi d'organisation structurale. Dans cette partie, nous réaliserons une synthèse et une analyse générale de ces résultats. La discussion de ces résultats à la lumière des études décrites dans notre introduction théorique (cf. Chapitre I) seront présentées à la fin de cette thèse, dans le chapitre destiné à la discussion générale. En fait, nous estimons qu'une

première analyse des résultats à la fin de chaque chapitre de la partie empirique facilitera la lecture ultérieure de la discussion générale.

Nous rappelons que nous avons posé deux hypothèses au début de ce chapitre. Selon la première, nos résultats révéleraient une augmentation des performances aux différentes épreuves de mémoire entre la GSM et le CE1. Selon la deuxième, la MT ne serait pas différenciée chez les sujets prélecteurs et cette différenciation se ferait au cours des années qui suivent le début de l'apprentissage de la lecture.

En général, les résultats exposés dans ce chapitre confirment la première hypothèse que nous avons posée en révélant une augmentation des scores aux épreuves de MCT verbale et visuo-spatiale et aux épreuves de MT complexe et cela entre la GSM et le CE1. En effet, dans le cadre de l'analyse longitudinale, les résultats des tests-t pour échantillons appariés montrent des différences significatives pour l'ensemble des épreuves et cela à travers les différents temps d'évaluation. Ainsi, pour les élèves en GSM à T1 et T2 et en CP à T3, nous observons des différences significatives pour l'ensemble des épreuves entre les scores obtenus aux différents temps d'évaluation et cela aussi bien pour les notes globales que pour les notes d'empan. Pour les élèves en CP à T1 et T2 et en CE1 à T3, nous observons aussi des différences significatives entre les notes globales de l'ensemble des épreuves et cela à travers les différents temps d'évaluation. Il est à noter, cependant, que cette amélioration des performances ne permet pas d'avoir une augmentation significative en terme d'empan pour les épreuves de MT complexe et pour une des deux épreuves de MCT verbale (*Mémoire de Mots – Ordre Direct*) passées à T2 et à T3. Pour les élèves en CE1 testés uniquement à T1 et à T2, nous observons aussi une différence significative entre les scores (notes globales et empans) obtenus aux deux temps d'évaluation à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*. Cette amélioration des performances entre la GSM et le CE1 est soutenue par les résultats de l'étude transversale réalisée à T2. En effet, les ANOVAs effectuées sur les scores de l'ensemble des élèves révèlent un effet significatif du niveau scolaire, sans effet significatif du sexe ou de l'interaction entre le niveau scolaire et le sexe. Il est à signaler cependant que les résultats des ANOVAs effectuées sur les scores obtenus à T3 révèlent un effet non significatif du niveau scolaire et cela pour quatre épreuves sur cinq (effet significatif du niveau scolaire pour *Mémoire de Mots – Ordre Direct*). Comme nous l'avons déjà signalé, cela pourrait être dû, entre autres, au fait que les scores des élèves de CP à T2 et ceux des élèves de CP à T3 présentent des dissimilitudes qui pourraient être dues, en partie, à la différence concernant les

effectifs des sujets (T_2 : n = 49 ; T_3 : n = 26). En raison du nombre d'élèves de CP plus élevé à T_2 par rapport à T_3, nous estimons que l'échantillon des sujets à T_2 est plus représentatif et nous garderons par la suite les résultats des ANOVAs appliquées aux scores de ce groupe pour rendre compte du développement de la capacité des différents composants de la MT.

Pour ce qui est de l'organisation structurale de la MT, les résultats présentés dans ce chapitre montrent une certaine évolution à ce niveau aussi. Ainsi, les résultas obtenus soutiennent la deuxième hypothèse de ce chapitre, montrant une différenciation progressive de la MT entre la GSM et le CE1. Ces résultats seront présentés ci-dessous. Pour cela, nous allons nous concentrer d'abord sur les résultats obtenus à T2. En effet, c'est le seul temps d'évaluation où l'ensemble des épreuves a été passé aux trois niveaux scolaires. Cette première analyse sera ensuite complétée par celle des résultats longitudinaux.

A T2, les analyses factorielles effectuées sur les scores des élèves en GSM et en CP donnent un seul facteur regroupant l'ensemble des épreuves de MCT verbale, de MCT visuo-spatiale et de MT complexe. En revanche, l'analyse factorielle appliquée aux scores des élèves de CE1 donne deux facteurs qui sont cependant corrélés : le premier facteur semble être un facteur de MCT verbale alors que le second regroupe les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. Nous pouvons donc déjà avancer l'existence de changements survenant au niveau de l'organisation structurale de la MT en CE1. Il est à signaler cependant que les changements dans l'organisation structurale de la MT semblent débuter en CP. En effet, les poids factoriels des mesures de MT complexe deviennent relativement faibles en CP ; le poids factoriel de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* devient même inférieur à 0,4 sans pour autant permettre à un autre facteur d'apparaître. En examinant de plus près ces facteurs ainsi que les corrélations entre les différentes épreuves dans chaque niveau scolaire, nous observons que :

En GSM, les corrélations simples entre les épreuves ne révèlent aucune corrélation statistiquement significative entre les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. En revanche, les épreuves de MCT verbale sont corrélées significativement entre elles et les deux épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale présentent des corrélations significatives avec au moins une des deux épreuves de MCT verbale. En d'autres termes, toutes les corrélations significatives dans la matrice impliquent une épreuve de MCT verbale. Ceci, nous pousse à supposer que le facteur unique obtenu dans l'analyse factorielle est un facteur de MCT verbale. Les poids factoriels des scores aux différentes épreuves vont

dans ce sens. Ainsi, les deux épreuves de MCT verbale présentent des poids factoriels relativement très élevés. En seconde position, viennent les poids factoriels des épreuves de MT complexe qui, nous le rappelons, impliquent en quelques sortes la boucle phonologique du fait du matériel verbal utilisé. Enfin, le poids factoriel de l'épreuve de MCT visuo-spatiale est le moins élevé. Notons que les enfants de GSM ont une moyenne d'âge d'environ 6 ans et que la répétition subvocale qui permet de recoder verbalement l'information visuelle ne devrait pas être utilisée spontanément à cet âge. En fait, nous supposons que l'appartenance de l'épreuve *M. Cacahuète* à ce facteur est due à l'utilisation de la répétition subvocale par au moins une partie des sujets. Ceci peut être soutenu par la corrélation significative entre l'épreuve *M. Cacahuète* et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* en GSM. En ce qui concerne les épreuves de MT complexe, l'absence de corrélation significative entre les deux épreuves d'empan complexe nous pousse à supposer que, en GSM, ces deux épreuves ne présentent pas de lien spécifique. Ces résultats, ainsi que les faibles performances aux épreuves de MT complexe des élèves de GSM – empan inférieur à 2 pour les deux épreuves – nous poussent à penser que les plus jeunes participants à cette étude ne réalisent pas spontanément le traitement nécessaire à la réussite aux épreuves d'empan complexe. Enfin, nous rappelons que la variance expliquée par le facteur unique obtenu en GSM est de 51,63%. En d'autres termes, si ce facteur correspond effectivement à la MCT verbale, les traitements impliqués dans ce système expliqueraient plus de la moitié de la variance des épreuves de mémoire à la fin de la GSM. Il est à noter que le fait qu'une des épreuves de MT complexe (*MCI*) soit corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale mais pas avec l'autre épreuve de MT complexe nous pousse à supposer que, à ce niveau scolaire, les épreuves d'empan complexe utilisées impliquent la boucle phonologique mais ne présentent pas de traitement supplémentaire spécifique et commun aux deux épreuves utilisées. Nous ne prétendons pas, pour autant, que les traitements impliqués dans nos épreuves d'empan complexe se limitent à ceux liés à la boucle phonologique. En effet, les poids factoriels de ces épreuves étant plus faibles que ceux des épreuves d'empan simple dans le facteur unique obtenu, nous supposons que ce premier type d'épreuve se distingue du second, impliquant d'autres types de traitement qui ne seraient cependant pas encore différenciés en GSM.

En CP, l'analyse factorielle donne aussi un facteur unique. Comme en GSM, les poids factoriels des épreuves de MCT verbale sont les plus élevés. En revanche, le poids factoriel de l'épreuve *M. Cacahuète* est ici plus élevé que les poids factoriels des épreuves de MT complexe. Nous rappelons qu'à la fin du CP, la moyenne d'âge des élèves est d'environ sept

ans, âge supposé de l'apparition du recodage spontané de l'information visuelle à l'aide de la répétition subvocale. L'utilisation de la répétition subvocale devrait donc être plus massive en CP qu'en GSM. Ceci est soutenu par le fait que, en CP, l'épreuve *M. Cacahuète* est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale. Quant aux épreuves de MT complexe, nous notons que leurs poids factoriels sont relativement faibles, le poids factoriel de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* devient même inférieur à 0,4 sans permettre néanmoins la constitution d'un autre facteur. En fait, nous supposons qu'en CP, certains changements au niveau des traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe commencent à apparaître. Cependant, les deux épreuves de MT complexe ne sont toujours pas corrélées significativement entre elles à ce niveau du développement. Par suite, nous avançons l'hypothèse selon laquelle des changements surviennent en CP mais qu'ils ne sont pas suffisants pour permettre une spécialisation de la MT complexe. Il est à signaler que l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* n'est corrélée significativement avec aucune des autres épreuves passées à T2, d'où son faible poids factoriel. Pour le reste des épreuves – poids factoriel supérieur à 0,4 – elles sont toutes corrélées significativement avec au moins une des épreuves de MCT verbale, ce qui nous permet de poser l'hypothèse selon laquelle, en CP aussi, le facteur unique est un facteur de MCT verbale. La variance des épreuves de mémoire expliquée par ce facteur est de 46,32 %. On note que cette variance est inférieure à celle obtenue en GSM, ce qui va aussi dans le sens de changements survenant au niveau des traitements impliqués dans les épreuves. En effet, la diminution de la variance liée à la MCT verbale en CP par rapport à la GSM peut refléter l'implication d'autres types de traitement dans une partie des cinq épreuves de mémoire chez les plus grands. Il est à signaler que les poids factoriels des épreuves de MT complexe plus faibles en CP qu'en GSM soutiennent l'hypothèse d'une implication proportionnellement moins importante des traitements liés à la MCT verbale dans ces épreuves chez les plus grands. Nous rappelons que, dans les deux niveaux scolaires, nous supposons que les facteurs uniques obtenus sont des facteurs de MCT verbale. De plus, le fait que les moyennes d'empan aux épreuves de MT complexe soient supérieures en CP à celles obtenues en GSM soutient l'hypothèse de changements survenant au niveau des traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe en CP. Ainsi ces moyennes sont légèrement inférieures à 3 pour les deux épreuves. En d'autres termes, les élèves en fin de CP commencent à réussir les items à 3 unités et nous ne pouvons donc plus parler d'effet plancher. Notons que l'épreuve *M. Cacahuète* est légèrement, mais néanmoins significativement, corrélée avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse*. Ce lien

pourrait être dû à l'implication de la boucle phonologique dans les deux épreuves où, peut-être, à l'intervention d'un autre type de traitement dans les deux épreuves. Il est à signaler que les résultats obtenus avec le groupe de CP à T3 ne sont pas identiques à ceux obtenus avec les élèves de CP à T2. En effet, à T3, l'analyse factorielle a fournit deux facteurs, le premier rassemblant toutes les épreuves de MCT (verbale et visuo-spatiale) et le second englobant les épreuves de MT complexe et, avec un poids factoriel plus faible, une des épreuves de MCT verbale (*Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*). Cette différence structurale observée entre les résultats des CP aux deux temps d'évaluation peut être due, entre autres, à deux raisons. La première serait liée à l'effectif relativement faible des élèves de CP à T3 (n = 26) par rapport à T2 (n = 49), ce qui peut donner des résultats moins sensibles. La seconde, qui pourrait résulter de la première, serait liée aux différences observées entre les performances des deux groupes au profit du groupe de CP évalué à T3. Ainsi, pour ce dernier groupe, les changements au niveau des traitements impliqués dans les épreuves seraient plus avancés et cela serait en lien avec les meilleures performances et surtout avec l'apparition d'un facteur séparé de MT complexe. En raison de la différence entre les effectifs des deux groupes, nous maintiendrons, pour la suite de nos analyses transversales, les résultats obtenus avec le groupe de CP à T2 (groupe à effectif plus important).

En CE1, l'analyse factorielle donne deux facteurs. Le premier semble être un facteur de MCT verbale et le second regroupe les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. L'apparition du premier facteur peut être expliquée par le fait que, en CE1, les deux épreuves de MCT verbale sont corrélées entre elles et que cette corrélation est relativement forte. Il est à signaler qu'une de ces épreuves (*Mémoire de Mots – Ordre Direct*) est aussi corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe (*Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse*) et avec l'épreuve de MCT visuo-spatiale mais ces corrélations sont moins importantes. Elles pourraient être dues à l'implication de la boucle phonologique dans ces deux épreuves. Quant aux deuxième facteur, il peut être expliqué par le fait qu'en CE1 – contrairement à la GSM et au CP – les deux épreuves de MT complexe sont corrélées significativement entre elles et que l'épreuve *M. Cacahuète* est corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*. Cette corrélation est plus importante que celle entre l'épreuve *M. Cacahuète* et l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* évaluant la MCT verbale, d'où l'appartenance de *M. Cacahuète* à ce deuxième facteur. Nous rappelons que la même analyse factorielle réalisée sans l'épreuve de MCT visuo-spatiale donne aussi deux facteurs que nous pouvons identifier comme étant un premier facteur de MCT verbale et

un deuxième facteur de MT complexe. A partir de ces résultats, nous pouvons supposer que la MT complexe est relativement spécialisée à ce niveau du développement. Notons que dans cette analyse factorielle, la variance expliquée par le facteur de MCT verbale est d'environ 50% et que la variance expliquée par le facteur de MT complexe est d'environ 25%. En fait, nous supposons que, dans les deux analyses factorielles réalisées en CE1, le deuxième facteur est un facteur de MT complexe et que, dans la première analyse, l'épreuve *M. Cacahuète* en fait partie du fait de la dépendance de la MCT visuo-spatiale de l'administrateur central à ce niveau du développement. Ainsi, nous supposons que l'appartenance de cette épreuve à ce facteur peut être due à l'implication d'un certain type de traitement lié à la MT complexe dans l'épreuve *M. Cacahuète* en CE1. Cette deuxième hypothèse est soutenue par le fait que, à ce niveau du développement, l'épreuve *M. Cacahuète* est corrélée significativement avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* et que cette corrélation est plus importante que celle entre l'épreuve *M. Cacahuète* et l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* évaluant la MCT verbale. Cette hypothèse sera développée par la suite, dans le cadre de l'analyse longitudinale des résultats. Notons toutefois que nous ne prétendons pas que l'épreuve *M. Cacahuète* ne présente pas de traitement spécifique, non présent dans les autres épreuves. En effet, l'introduction de *M. Cacahuète* dans l'analyse factorielle réduit la variance expliquée par le facteur de MCT verbale et par le facteur de MT complexe. Ainsi, la variance expliquée par ces facteurs passe d'environ 50% et 25% à environ 40% et 20% respectivement. Notons que l'épreuve *M. Cacahuète* n'est corrélée significativement qu'avec les deux épreuves de mémoire de mots. Cela peut être lié à l'implication d'une composante visuelle dans les trois épreuves. Il est à signaler enfin qu'à T3, l'analyse factorielle réalisée sur les scores des 42 sujets en CE1 fournit le même « schéma » que celui obtenu à T2 avec les facteurs de MCT verbale d'une part et de MT complexe et de MCT visuo-spatiale d'autre part.

Pour ce qui est des liens longitudinaux entre les épreuves passées à T1, T2 et T3, nous relevons généralement des corrélations significatives entre les différentes épreuves de MCT verbale et cela aux trois temps d'évaluation. Ainsi, à partir des résultats du groupe en GSM à T1 et à T2 et en CP à T3, nous notons que les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée au début de la GSM (T1) prédisent les scores de MCT verbale obtenus à la fin de la GSM (T2) mais aussi ceux obtenus à la fin du CP (T3). De plus, en ce qui concerne les liens entre les épreuves de MCT verbale passées à la fin de la GSM (T2) et celles passées à la fin du CP (T3), trois corrélations sur 4 sont significatives (*MMD-T2*MMD-T3 ; MCD-T2*MCD-T3 ; MCD-T2*MMD-T3*). De même, pour les élèves en CP à T1 et T2 et en CE1 à

T3, nous observons une association significative entre l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée au début du CP (T1) et les deux épreuves de MCT verbale passées à la fin du CP (T2). De plus, les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T1 continuent à prédire les scores à une des épreuves de MCT verbale (*MCD)* passée à la fin du CE1 (T3). En plus, toutes les corrélations entre les épreuves administrées en fin de CP (T2) et les épreuves administrées en fin de CE1 (T3) sont significatives. En somme, nous pouvons donc dire que, pour la MCT verbale, les performances en GSM prédisent les performances en CP. De même, les performances en CP prédisent les performances en CE1.

Pour les épreuves de MT complexe, les résultats des élèves de GSM à T1 et T2 et en CP à T3 montrent que chaque épreuve de MT complexe passée en fin de GSM (T2) prédit les performances à la même épreuve passée en fin de CP (T3) mais ne prédit pas les performances à la deuxième épreuve de MT complexe passée en fin de CP. Nous rappelons que ces deux épreuves de MT complexe ne sont pas corrélées entre elles non plus ni en fin de GSM (T2) ni en fin de CP (T3). Ces résultats rejoignent l'hypothèse selon laquelle ces deux épreuves ne présentent pas de lien spécifique à ce niveau du développement. En ce qui concerne les liens entre les épreuves de MCT verbale passées en fin de GSM (T2) et les épreuves de MT complexe passées en fin de CP (T3), une seule corrélation sur quatre est significative (*MMD-T2*MCI*-T3). Ceci peut-être expliqué par le fait qu'il n'existe pas de lien longitudinal entre les épreuves de MCT verbale et les épreuves de MT complexe à ce niveau du développement ou par le fait que des changements commencent à s'opérer au niveau des traitements impliqués dans les épreuves de MT complexe en fin de CP. Ainsi, en fin de CP, les traitements impliqués dans les épreuves de MT complexe commenceraient à se différencier et, comme nous l'avons déjà évoqué, la part des traitements liés à la boucle phonologique diminuerait d'où le faible nombre de corrélations significatives entre les épreuves évaluant la boucle phonologique en GSM (T2) et ces épreuves d'empan complexe passées en CP (T3). Pour ce qui est des liens entre les épreuves de MT complexe passées en fin de GSM (T2) et les épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T3), deux corrélations sur quatre sont significatives (*MMI-T2*MMD-T3 ; MMI-T2*MCD-T3*). Ceci peut être expliqué par l'implication plus ou moins importante de la boucle phonologique dans l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* passée en fin de GSM (T2).

Pour les élèves en CP à T1 et T2 et en CE1 à T3, nous notons que, entre les épreuves de MT complexe passées en fin de CP (T2) et celles passées en fin de CE1 (T3), une seule corrélation sur quatre est significative (*MMI-T2*MCI-T3*). De plus, les épreuves de MT complexe

passées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances aux mêmes épreuves passées en fin de CE1 (T3). Nous supposons que cela est dû à la progression des changements survenant au niveau des traitements impliqués dans les épreuves de MT complexe entre la fin du CP et la fin du CE1 ; la différenciation de ces épreuves devenant plus complète en CE1. L'hypothèse de cette différenciation des épreuves de MT complexe en CE1 est soutenue par les résultats des analyses factorielles obtenues dans le cadre de l'étude transversale ainsi que par les résultats concernant les associations entre la MCT verbale et la MT complexe entre la fin du CP (T2) et la fin du CE1 (T3). En effet, aucune des épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) ne prédit les performances aux épreuves de MT complexe passées en fin de CE1 (T3), révélant ainsi une prédiction encore moins importante de la MCT verbale pour les performances aux épreuves de MT complexe passées un an plus tard que chez le groupe plus jeune (GSM à T1 et T2, CP à T3). Notons que cette absence de prédiction peut simplement être due à l'absence de lien longitudinal entre la MCT verbale et la MT complexe à ce niveau du développement. Il est à signaler que les épreuves de MT complexe passées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances aux épreuves de MCT verbale passées en fin de CE1 (T3) non plus. Ceci peut être lié aussi au fait que les épreuves de MT complexe commencent à se différencier en CP et que la part des traitements liée à la boucle phonologique y est déjà diminuée.

En ce qui concerne l'épreuve de MCT visuo-spatiale, les résultats des élèves en GSM à T1 et T2 et en CP à T3 révèlent une corrélation significative entre les scores obtenus en fin de GSM (T2) et ceux obtenus en fin de CP (T3). De plus, la corrélation entre l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de GSM (T2) et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale (*MCD*) passée en fin de CP (T3) est significative. Nous rappelons que la corrélation obtenue en fin de GSM (T2) entre cette même épreuve de MCT verbale (*MCD*) et l'épreuve *M. Cacahuète* est aussi significative. Ces résultats rejoignent l'hypothèse selon laquelle la répétition subvocale est utilisée par une partie des élèves de GSM. Il est à noter que les deux épreuves de MCT verbale administrées en fin de GSM (T2) prédisent les performances à l'épreuve de MCT visuo-spatiale administrée en fin de CP (T3). Ceci nous pousse à poser l'hypothèse d'une progression au niveau de l'utilisation de la répétition subvocale entre la GSM et le CP. Cette hypothèse est soutenue par le fait que, à T2 et à T3, les scores des élèves de CP à l'épreuve *M. Cacahuète* sont corrélés significativement avec les scores aux deux épreuves de MCT verbale alors que, en GSM, une seule des deux corrélations est significative. De plus, l'épreuve de MCT verbale passée en début de GSM (T1) prédit les

performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T3) mais ne prédit pas les performances à cette même épreuve en fin de GSM (T2) et l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T2) prédit les performances aux deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CE1 (T3). Notons que les corrélations entre les scores aux épreuves de MT complexe et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* ne sont pas significatives et cela ni en fin de GSM (T2) ni en fin de CP (T3). De plus, les scores aux épreuves de MT complexe obtenus en fin de GSM (T2) ne prédisent pas les performances à l'épreuve de MCT visuo-spatiale en fin de CP et, à l'inverse, les scores de MCT visuo-spatiale obtenus en fin de GSM (T2) ne prédisent pas les performances aux épreuves de MT complexe passées en fin de CP (T3). Nous rappelons que, pour les élèves de CP à T2, nous avons obtenu une corrélation significative entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores à l'une des épreuves de MT complexe (*MCI*). Cette corrélation pourrait être expliquée par l'implication de la répétition subvocale dans les deux épreuves ou par un début de changement survenant au niveau des processus cognitifs impliqués dans cette épreuve chez ce groupe de CP.

En ce qui concerne les résultats des élèves en CP à T1 et à T2 et en CE1 à T3, les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* à la fin du CP (T2) ne prédisent pas les scores obtenus à la fin du CE1. Ce résultat peut être dû à un changement au niveau des processus cognitif impliqués dans cette épreuve entre la fin du CP (T2) et la fin du CE1 (T3) ou à une généralisation de l'utilisation de la répétition subvocale en fin de CE1. La première hypothèse peut être soutenue par le fait que l'épreuve *M. Cacahuète* appartient au facteur de MT complexe et non au facteur de MCT verbale en CE1. De plus, les scores aux deux épreuves de MT complexe passées en fin de CP prédisent les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CE1. En ce qui concerne la deuxième hypothèse posée (hypothèse en lien avec la généralisation de l'utilisation de la répétition subvocale), nos résultats ne la soutiennent pas sachant que les épreuves de MCT verbale administrées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CE1 (T3). De plus, les scores des élèves de CE1 (T3) à l'épreuve *M. Cacahuète* d'une part et aux deux épreuves de MCT verbale d'autre part ne sont pas corrélées significativement. En revanche, en CE1 (T3), cette première épreuve est corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe (*MCI*). Il est à signaler aussi que la corrélation entre l'épreuve de MCT verbale passée en début de CP (T1) et l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CE1 (T3) est presque nulle. Notons que la corrélation entre l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T2) et les deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CE1 (T3) est significative. Ce dernier résultat peut être

expliqué par l'implication plus ou moins importante de la répétition subvocale dans l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CP (T2). Cette hypothèse est soutenue par la corrélation significative entre l'épreuve de MCT visuo-spatiale et les deux épreuves de MCT verbale chez les élèves de CP (T2) ainsi que par la corrélation significative entre l'épreuve de MCT verbale passée en début de CP (T1) et les scores obtenus en fin de CP (T2) à l'épreuve *M. Cacahuète*. Notons que les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* obtenus en fin de CP (T2) prédisent les performances à l'une des épreuves de MT complexe (*MCI*) en fin de CE1 (T3). Ceci peut être expliqué par l'implication de la boucle phonologique dans les deux épreuves ou bien par un début de changements au niveau des traitements impliqués dans cette épreuve en fin de CP. Nous rappelons que, en fin de CP (T2), les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* sont corrélés significativement avec les scores à une des deux épreuves de MT complexe (*MCI*) passées au même temps d'évaluation.

VI. Conclusion

En conclusion, nos résultats montrent une augmentation des performances aux différentes épreuves de mémoire entre la GSM et le CE1. De plus, ils révèlent des changements survenant au niveau de l'organisation structurale de la MT durant cette période du développement. Ainsi, nous passons progressivement d'une MT non différenciée en GSM à une distinction nette entre la MCT verbale et la MT complexe en CE1, la MCT visuo-spatiale n'étant toujours pas dissociable de la MT complexe à ce niveau du développement. Ces résultats seront analysés en lien avec les données bibliographiques présentées précédemment (cf. chapitre I) et cela dans le cadre de la discussion générale. Il est à signaler toutefois que ces premiers résultats soutiennent l'hypothèse générale de cette étude en montrant que la MT n'est pas différenciée chez les enfants prélecteurs (GSM) et qu'elle se différencie ensuite progressivement chez les enfants en cours d'apprentissage de la lecture (CP et CE1). Cependant, ces résultats ne sont pas suffisants pour confirmer notre hypothèse et une exploration des liens entre la MT et la lecture semble nécessaire. Pour cela, nous allons passer maintenant au prochain chapitre concernant les liens entre les différents composants de la MT et l'identification des mots écrits chez les sujets tout-venant participant à cette étude.

Chapitre V

La Lecture et la Mémoire de Travail
Les sujets tout-venant

Dans ce chapitre, nous explorerons les liens entre les différents composants de la MT et la reconnaissance des mots écrits chez les sujets tout-venant qui ont participé à notre étude. Nous tenterons, à travers cela, de vérifier notre hypothèse générale selon laquelle l'apprentissage de la lecture serait impliqué dans le développement et la différenciation de la MT. Pour cela, nous réaliserons une étude transversale puis longitudinale des liens entre la reconnaissance des mots écrits et la MT. Par la suite, nous commencerons par la présentation des hypothèses que nous avons posées pour ce chapitre. Nous passerons ensuite à la présentation des participants concernés par cette partie de l'étude. Après cela, nous exposerons la procédure suivie ainsi que le matériel utilisé pour l'évaluation de la reconnaissance des mots écrits. Ensuite, nous présenterons les résultats obtenus et nous finirons par l'analyse de ces résultats.

I. Les Hypothèses :

Les hypothèses principales que nous tenterons de vérifier dans ce chapitre pour soutenir notre hypothèse générale sont au nombre de deux.

Selon la première hypothèse, les performances en lecture des élèves en tout début d'apprentissage (début de CP) prédiraient leurs performances aux épreuves de MT et particulièrement aux épreuves d'empan complexe passées quelques mois plus tard (fin de CP - fin de CE1). Ainsi, l'apprentissage de la lecture jouerait un rôle au niveau de la différenciation de la MT et particulièrement au niveau de la spécialisation de la MT complexe qui ne semble pas être utilisée spontanément par les enfants avant cela.

La deuxième hypothèse que nous devrions vérifier pour compléter la première est que les performances des sujets prélecteurs aux épreuves d'empan complexe ne prédisent pas leurs performances en lecture des mois plus tard. En d'autres termes, nos résultats devraient montrer que les performances des élèves de GSM aux épreuves d'empan complexe ne prédisent pas leurs performances en lecture en fin de CP. Notons que cette hypothèse sera traitée avec précaution sachant que nous estimons que les épreuves d'empan complexe ne

mesurent pas réellement l'administrateur central chez ces enfants prélecteurs. Cependant, cette étape est obligatoire pour soutenir notre hypothèse.

Il est à signaler que nous supposons que les résultats de l'étude transversale des données révéleront des liens significatifs entre la MT complexe et la reconnaissance des mots écrits en fin de CP et en fin de CE1. Nous rappelons que les résultats présentés dans le chapitre précédent montrent que des changements commencent à apparaître au niveau de la MT en fin de CP.

Quant à la MCT, nous supposons que, conformément aux études antérieures, nos résultats révéleront des liens significatifs entre la MCT verbale et la reconnaissance des mots écrits aux différents niveaux scolaires.

Pour la MCT visuo-spatiale, elle ne devrait en principe pas être significativement associée à la reconnaissance de mots. Cependant, vu que l'épreuve *M. Cacahuète* utilisée dans notre étude semble impliquer la boucle phonologique pour le recodage verbal de l'information visuo-spatiale chez les élèves de CP et de CE1, nous supposons qu'il est possible que nous trouvions des liens entre les performances à cette épreuve et l'identification des mots écrits qui implique aussi, en quelque sorte, le recodage verbal d'une information présentée visuellement.

II. Les participants :

Les sujets tout-venant concernés par cette partie de l'étude sont les mêmes sujets du chapitre précédent. Nous rappelons que ces sujets ont été évalués à trois temps différents : en octobre 2005 (T1), en juin 2006 (T2) et en juin 2007 (T3). Nous rappelons aussi qu'à T1 et T2, le nombre total des participants est de 125 et que, parmi ces sujets, 32 sont en Grande Section de Maternelle (GSM), 49 en Cours préparatoire (CP) et 44 en première année du Cours Elémentaire (CE1). Les moyennes d'âge des enfants sont de 5,21 ans en GSM (DS = 0,28), de 6,17 en CP (DS = 0,39) et de 7,33 en CE1 (DS = 0,53) à T1 et de 5,95 ans (DS = 0,28) en GSM, 6,90 ans (DS = 0,39) en CP et 8,16 ans (DS = 0,53) en CE1 à T2. En juin 2007 (T3), donc, un an plus tard, nous avons revu les élèves qui, à T1 et à T2, étaient en GSM et en CP. Nous les avons donc revus alors qu'ils étaient en CP et en CE1 respectivement. Pour des raisons diverses, les effectifs des élèves initialement de 32 (GSM) et de 49 (CP) en 2005-2006 sont passés à 26 (CP) et à 42 (CE1) respectivement en juin 2007. Les moyennes d'âge en juin

2007 sont respectivement de 6,90 (DS = 0,27) en CP et de 7,50 (DS = 0,32) en CE1 (pour plus de détails, cf., Chapitre IV p.95).

III. Le Matériel et La Procédure

Dans ce paragraphe, nous allons présenter la procédure suivie ainsi que les épreuves utilisées pour l'évaluation de l'identification des mots écrits et cela aux différents temps d'évaluation de nos sujets tout-venant (T1 : octobre 2005, T2 : juin 2006 et T3 : juin 2007). Nous rappelons que la procédure suivie et le matériel utilisé pour évaluer les différentes composantes de la MT ont été présentés dans le chapitre précédent.

En octobre 2005 (T1), seuls les élèves de CP ont passé une épreuve de lecture. Il s'agit de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* qui fait partie de la batterie BILO-2 (Khomsi, 2007). Cette épreuve a été administrée avec le reste des épreuves de la batterie et cela en une séance individuelle de trente minutes environ (les données concernant les autres épreuves seront présentées dans le chapitre suivant). Nous rappelons qu'à T1 les élèves des trois niveaux scolaires ont passé l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (EC-2, Khomsi, 2007) évaluant la MCT verbale. Notons que l'ensemble des passations a été réalisé dans une salle calme où seul l'examinateur est présent avec l'enfant. Elles ont été effectuées pendant les heures de cours : l'enfant sort du cours pour la durée de l'évaluation.

En juin 2006 (T2), les élèves de CP et de CE1 ont passé une épreuve d'identification de mots écrits. Il s'agit de l'épreuve *Identification des Mots Ecrits* (Khomsi, 1994). Cette épreuve a été administrée d'une manière collective. Dans chaque classe, la consigne a été fournie. Ensuite, les feuilles de lecture ont été distribuées et les enfants avaient le temps nécessaire pour finir l'épreuve et rendre leur feuille. Pendant la passation de l'épreuve, les élèves étaient surveillés par deux adultes : l'examinateur et l'enseignante. La durée de passation était d'environ 30 minutes par classe. Nous rappelons qu'à T2, nous avons aussi administré aux élèves des trois niveaux scolaires deux épreuves de MCT verbale, une épreuve de MCT visuo-spatiale et deux épreuves de MT complexe. Toutes les épreuves de mémoire ont été passées en une séance individuelle dont la durée variait considérablement en fonction des enfants et de leurs performances (cf. Chapitre IV).

En juin 2007 (T3), nous avons administré les mêmes épreuves utilisées en juin 2006 (T2) aux élèves en CP et en CE1 à T3 (initialement en GSM et en CP). Nous avons adopté les mêmes modalités de passation.

Nous allons passer maintenant à la présentation des deux épreuves d'identification de mots écrits utilisées avec les sujets tout-venant.

L'épreuve Lecture pour apprentis lecteurs (BILO-2, Khomsi, 2007) passée à T1

Cette épreuve informatisée est destinée exclusivement aux élèves du Cours Préparatoire (CP). Elle vise à évaluer l'entrée dans l'écrit après une première exposition à l'écrit. Elle consiste en une lecture de lettres, de syllabes et de mots à structures orthographiques simples (ex : *bol* ; *mur*). Elle comprend vingt items dont quatre lettres, une syllabe n'ayant pas de sens et quinze mots uni- ou bisyllabiques. L'épreuve commence par trois essais où l'on demande à l'enfant de *cliquer sur un mot ; cliquer sur une lettre ; cliquer sur un chiffre*. Ensuite, l'enfant voit apparaître sur l'écran une planche avec, selon l'item, des lettres, des syllabes, des mots ou des non-mots. En même temps, l'enfant entend une voix dire l'item cible (lettre, syllabe ou mot) et sa tâche consiste à cliquer sur l'item écrit correspondant. Ainsi, par exemple, pour l'item *bol*, l'enfant entend ce mot et voit sur l'écran une planche avec *bal ; sol ; bif ; mu*, en plus de l'item visé. Il doit cliquer sur la graphie correspondant au mot entendu. Chaque clic provoque le passage à l'item suivant. Une seule note est obtenue à partir de cette épreuve. Cette note correspond au nombre d'items réussis. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'annexe III (p. 327-328).

L'épreuve Identification des Mots Ecrits (A. Khomsi, 1994) passée à T2 et à T3

L'épreuve *IME* a pour but d'évaluer les performances en lecture ainsi que les stratégies d'identification de mots utilisées. Elle est formée de 5 exemples et de 40 items qui se présentent sous la forme de couples images-mots. La tâche de l'enfant consiste à barrer tous les items dans lesquels le mot est mal orthographié ou dans lesquels le mot est correctement orthographié mais n'est pas congruent avec l'image. Quatre types d'items sont utilisés :

- Les Pseudo-Logatomes Ecrits ou PLE (N = 10) sont des mots congruents avec les images mais présentant des perturbations orthographiques. Ces perturbations consistent en des omissions, des ajouts et des substitutions de lettres. Ces items permettent d'évaluer la stratégie graphophonologique d'identification des mots. Ex : un cadeau est écrit *un capeau*.

- Les Homophones ou HP (N = 10) sont des mots congruents avec les images mais présentant des perturbations orthographiques ne nuisant pas à la forme phonologique du mot : des graphèmes sont remplacés par d'autres ayant le même correspondant phonologique. Ce type d'items permet d'évaluer la stratégie orthographique d'identification de mots. Ex : un garçon est écrit *un garson*.
- Les Pseudo-Synonymes ou PS (N = 10) sont les items caractérisés par l'absence de concordance entre l'image et le mot correspondant. Ces derniers seraient cependant du même champ sémantique. Le mot est correctement orthographié. Ce type d'items permet d'étudier les difficultés des enfants à effectuer deux tâches simultanées comme identifier le mot et comprendre son sens. Ex : sur l'image, l'enfant voit une vache et le mot écrit est *un chat*.
- Les mots Corrects ou C (N = 10) sont des mots correctement orthographiés et congruents avec les images. Ils servent de distracteurs.

Cette épreuve fournit 5 notes : une note globale et quatre notes relatives respectivement au nombre de réponses correctes aux items PLE, HP, PS et C. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'annexe III (p.328-332).

Il est à signaler que ces épreuves ont été choisies pour différentes raisons : l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* nous a semblé particulièrement intéressante pour notre étude sachant qu'elle permet d'évaluer la qualité de l'entrée dans l'écrit chez des enfants en tout début d'apprentissage de la lecture. Les données de cette épreuve nous permettront ainsi de traiter notre hypothèse générale d'une manière plus ciblée. Quant à l'épreuve *IME*, elle a été choisie parce qu'elle permet en quelque sorte d'évaluer les stratégies d'identification de mots écrits chez les enfants en cours d'apprentissage de l'écrit. Notons que notre connaissance et notre maîtrise de ces épreuves ont aussi guidé notre choix.

IV. Les Résultats

Dans cette partie, nous présenterons les résultats concernant les liens entre la MT et la lecture chez nos sujets tout-venant. Pour cela, nous commencerons par une première analyse transversale des données. Ainsi, nous commencerons par la présentation des résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes aux épreuves de lecture ainsi que par l'analyse des liens entre, d'une part, les performances aux épreuves de lecture et, d'autre part, les performances aux épreuves de mémoire et cela aux différents temps d'évaluation.

Après cette première analyse transversale des données, nous passerons à une analyse longitudinale des résultats. Ainsi nous étudierons l'évolution des performances des élèves à l'épreuve d'identification des mots écrits (*IME*) administrée à différents temps d'évaluation et nous explorerons les liens longitudinaux entre la lecture et la MT chez chaque groupe d'élèves. Notons que, comme pour le chapitre précédent, cette partie consistera en une présentation brute des résultats. Une synthèse et une analyse de ces résultats sera réalisée dans la partie suivante.

1. L'analyse transversale des données

Dans cette partie, nous présenterons les résultats des statistiques descriptives, de la comparaison intergroupes, des corrélations simples et de quelques analyses de régression effectuées sur les scores de lecture et de mémoire obtenus à T1 et à T2. Notons que les épreuves de mémoire et d'identification de mots écrits passées à T2 ont été repassées à T3. Cependant, par souci d'économie, nous nous limiterons à la présentation des résultats obtenus à T2 pour l'analyse transversale des liens entre les scores d'identification de mots écrits et les scores de mémoire. Ainsi, pour les scores obtenus à T3, nous ne présenterons que les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes sachant que ces données sont importantes pour l'interprétation de l'analyse longitudinale des résultats traitée dans la partie suivante de ce chapitre. Nous rappelons que les effectifs des élèves de CP et de CE1 sont plus importants à T2 qu'à T3, ce qui explique notre choix de ce temps d'évaluation pour l'exploration des résultats transversaux. Il est à signaler que des tableaux statistiques de l'analyse transversale des données obtenues à T3 sont présentés en annexe (Annexe VII, p. 343)[1]. Par suite, dans cette partie du chapitre concernant l'analyse transversale des données, nous commencerons par la présentation de l'ensemble des résultats obtenus à T1, nous passerons ensuite à ceux obtenus à T2 et nous finirons par les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes des scores obtenus à T3. Nous rappelons que les données relatives aux épreuves de mémoire ont été présentées dans le chapitre précédent.

1.1. Résultats obtenus à T1

Nous rappelons qu'à T1, seuls les 49 élèves de CP ont passé une épreuve de lecture (*Lecture pour Apprentis Lecteurs*, BILO-2, Khomsi, 2007). Cette épreuve a fourni une seule

[1] Quelques dissimilitudes sont observés entre les résultats obtenus à T2 et les résultats obtenus à T3. Cela peut être dû en partie à la différence des effectifs des groupes à ces deux temps d'évaluation.

note (*LAL*). Nous rappelons aussi qu'à T1 tous les élèves ont passé une épreuve de MCT verbale. Il s'agit de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (EC-2, Khomsi, 2007) qui a fourni aussi une seule note relative au nombre total d'items réussis. Les résultats concernant cette dernière épreuve sont exposés dans le chapitre précédent. Par suite, ce paragraphe se limite à la présentation des statistiques descriptives concernant les scores des élèves de CP à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* ainsi qu'aux liens entre les scores de ces élèves à cette épreuve et leurs scores à l'épreuve de MCT verbale passée à ce même temps d'évaluation.

Statistiques descriptives des scores des élèves de CP à l'épreuve LAL (T1)

Pour l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* évaluant la lecture et administrée exclusivement aux élèves de CP, la moyenne des scores des sujets est de 11,80 (DS = 3,66 ; min = 5 ; max = 19). Notons que la note maximale pouvant être obtenue à cette épreuve est de 20. Cette moyenne se situe légèrement au-dessus du cinquantième centile de la population d'étalonnage. Notons toutefois que ces sujets constituent une partie de cette population.

Résultats des corrélations simples (T1)

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves en CP à T1 révèlent une association statistiquement significative entre les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* évaluant l'identification de mots écrits et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* évaluant la MCT verbale ($r = 0,38$; $p < 0,01$).

1.2. Résultats obtenus à T2

Nous rappelons qu'à T2, les élèves de CP et de CE1 ont passé une même épreuve d'identification de mots écrits. Il s'agit de l'épreuve *Identification des Mots écrits* (Khomsi, 1994) qui a fourni cinq notes (IME, C, PS, PLE et HP). Nous rappelons aussi qu'à T2 nous avons passé aux élèves de CP, de CE1 mais aussi de GSM deux épreuves de MCT verbale, une épreuve de MCT visuo-spatiale et deux épreuves de MT complexe. Les résultats concernant ces épreuves de mémoire sont présentés dans le chapitre précédent. Nous commencerons cette partie par la présentation des résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes appliquées aux scores d'identification de mots écrits. Nous passerons ensuite aux résultats concernant les liens entre les scores d'identification de mots écrits et les scores de mémoire. Pour cela, nous exposerons d'abord les résultats des

corrélations simples entre les scores aux différentes épreuves. Ensuite, nous explorerons les liens entre, d'une part, les facteurs de mémoire obtenus dans le chapitre précédent et, d'autre part, les scores de lecture. Pour cela, nous réaliserons des analyses de régression multiple. En fait, cela nous permettra de mieux interpréter les liens entre les performances en lecture et l'organisation structurale de la MT aux différents niveaux scolaires. Il est à signaler que nous ne présenterons pas les résultats des corrélations entre les différentes sous-notes de l'épreuve d'identification de mots écrits sachant que les liens entre les différentes stratégies de reconnaissance de mots n'est pas l'objet direct de notre étude. Cependant, les résultats des ces analyses de corrélation sont présentés sous forme de matrices dans l'annexe VIII (p.344-345).

Statistiques descriptives et comparaison intergroupes (T2)

Dans ce paragraphe, nous présenterons les résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes appliquées aux scores des élèves de CP et de CE1 à l'épreuve *IME.*

Les moyennes des élèves de CP et de CE1 aux différentes notes de l'épreuve *IME* (cf. tableau V-1) sont respectivement de 16,65 (DS = 3,05) et 18,82 (DS = 1,28) pour les items Corrects (C-IME : note maximale = 20), de 8,18 (DS = 1,25) et 8,68 (DS = 0,93) pour les Pseudo-Synonymes (PS-IME : note maximale = 10), de 6,94 (DS = 2,48) et 8,50 (DS = 1,80) pour les Pseudo-Logatomes Ecrits (PLE-IME : note maximale = 10), de 2,94 (DS = 1, 69) et 5,02 (DS = 2,77) pour les HomoPhones (HP-IME : note maximale = 10) et de 34,33 (DS = 6,47) et 41,02 (DS = 4,43) pour la note globale à l'épreuve IME (N-IME : note maximale = 50). Les résultats du test-t (cf. tableau V-1) effectué sur les scores des élèves de CP et de CE1 révèlent une différence significative entre les scores des deux groupes et cela à l'ensemble des notes ($-5,79 < t < -2,15$; $p < 0,05$). Ce résultat révèle la sensibilité développementale de l'épreuve. Notons particulièrement l'augmentation significative des performances entre le CP et le CE1 au niveau des items PLE qui évaluent la stratégie graphophonologique de lecture ($t = -3,44$; $p < 0,001$) et, encore plus significativement, au niveau des items HP qui évaluent la stratégie orthographique ($t = -4,43$; $p < 0,0001$). De même, la différence entre les deux groupes aux items PS révèle l'amélioration de l'habileté des élèves, en fonction du niveau scolaire, à gérer deux tâches en même temps, comme l'identification des mots écrits et l'accès à leur sens.

	Moy. CP	Moy. CE1	Valeur t	dl	P	N CP	N CE1	ET-CP	ET-CE1	Ratio F variance	P variance
C-IME	**16,65**	**18,82**	**-4,38**	**91**	**0,0000**	**49**	**44**	**3,05**	**1,28**	**5,65**	**0,0000**
PS-IME	**8,18**	**8,68**	**-2,15**	**91**	**0,03**	**49**	**44**	**1,25**	**0,93**	**1,80**	**0,05**
PLE-IME	**6,94**	**8,50**	**-3,44**	**91**	**0,0008**	**49**	**44**	**2,48**	**1,80**	**1,90**	**0,03**
HP-IME	**2,94**	**5,02**	**-4,43**	**91**	**0,0000**	**49**	**44**	**1,69**	**2,77**	**2,70**	**0,0009**
N-IME	**34,33**	**41,02**	**-5,79**	**91**	**0,0000**	**49**	**44**	**6,47**	**4,43**	**2,10**	**0,015**

Tableau V-1. Test-t pour échantillons indépendants appliqué aux scores à l'épreuve *IME* des élèves de CP et de CE1 à T2.

Liens entre la lecture et la MT: Résultats des corrélations simples et des analyses de régression effectuées à T2

Dans ce paragraphe, nous allons présenter les résultats des corrélations simples et des analyses de régression effectuées sur les scores de lecture et de mémoire obtenus à T2 et cela pour les élèves de CP et de CE1. Nous rappelons que les élèves de GSM à T2 n'ont pas passé d'épreuves d'identification de mots écrits sachant qu'ils n'avaient pas encore commencé l'apprentissage de la lecture à l'école. Par la suite, nous procéderons par niveau scolaire et nous présenterons d'abord les résultats des élèves de CP puis les résultats des élèves de CE1.

- Résultats des corrélations simples et des analyses de régression appliquées aux scores des élèves de CP à T2 :

En ce qui concerne l'analyse de corrélation simple appliquée aux scores à l'épreuve d'identification de mots écrits et aux épreuves de mémoire, les résultats obtenus avec les élèves de CP à T2 (cf. tableau V-2) révèlent des associations statistiquement significatives entre, d'une part, les scores aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique et, d'autre part, les scores aux deux épreuves de MCT verbale (*PLE-IME*MMD* : $r = 0,44$; $p < 0,01$ - *PLE-IME*MCD* : $r = 0,39$; $p < 0,01$), les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe ($r = 0,37$; $p < 0,01$) et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale ($r = 0,32$; $p < 0,5$). Cependant, les scores aux items PLE ne sont pas corrélés significativement avec l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* mesurant la MT complexe ($r = 0,18$; $p > 0,05$).

Pour les items HP, les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves de CP à T2 révèlent des associations statistiquement non significatives avec l'ensemble des scores aux épreuves de mémoire ($-0,20 < r < 0,13$; $p > 0,5$) et cela à l'exception de la

corrélation avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe qui est significative (r = 0,30 ; p < 0,5).

En ce qui concerne les associations entre les scores aux items correctement orthographiés de l'épreuve *IME* et les scores aux épreuves de mémoire, toutes les corrélations sont statistiquement non significatives (0,10 < r < 0,25 ; p > 0,05) à l'exception de la corrélation entre les scores aux items correctement orthographiés et les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe qui est significative (r = 0,32 ; p < 0,5).

Pour les items PS, les résultats des corrélations simples révèlent deux associations significatives seulement avec les scores aux épreuves de mémoire. Il s'agit de la corrélation avec l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale (r = 0,36 ; p < 0,05) et de la corrélation avec l'épreuve *Mémoire de chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,32 ; p <0,5). Toutes les autres corrélations ne sont pas statistiquement significatives (-0,01 < r < 0,24 ; p > 0,05).

Enfin, en CP, la note globale à l'épreuve *IME* est corrélée significativement avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale (r = 0,40 ; p < 0,01), avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,32 ; p < 0,5) et avec les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale (r = 0,38 ; p < 0,01). Les épreuves *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* et *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* ne sont pas corrélés significativement avec la note globale (*N-IME*MCD* : r = 0,24 ; p > 0,05 – *N-IME*MMI* : r = 0,20 ; p > 0,05).

	C IME	**PS IME**	**PLE IME**	**HP IME**	**N IME**
MMD	0,23	0,36*	0,44**	0,00	0,40**
MCD	0,10	0,24	0,39**	-0,20	0,24
MMI	0,10	-0,01	0,18	0,30*	0,20
MCI	0,32*	0,32*	0,37**	-0,11	0,32*
M. Cacahuète	0,25	0,13	0,32*	0,13	0,38**

Tableau V-2. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CP à T2 à l'épreuve de lecture et aux épreuves de mémoire. * p <.05 ; ** p <.01.

Pour ce qui est des analyses de régression, nous rappelons qu'elles concernent les liens entre, d'une part, les facteurs de mémoire obtenus dans le chapitre précédent et, d'autre part, les différentes notes de reconnaissance de mots écrits. Dans ce paragraphe, nous présenterons les résultats de l'analyse de régression multiple effectuée sur les scores de mémoire et de

lecture des élèves de CP à T2. Il s'agit d'une analyse de régression multiple de type pas-à-pas ascendante ayant pour Variable Dépendante les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu pour ces sujets et comme Variables Indépendantes, l'ensemble des notes à l'épreuve *IME*. Pour l'exposé des résultats, nous nous limiterons à la présentation de la synthèse de l'analyse de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99). Notons que nous présenterons aussi les corrélations partielles entre la VD et les VI à l'étape 0 et à la dernière étape de l'analyse.

A l'étape 0 de l'analyse de régression, donc à l'étape où toutes les VI sont absentes de l'équation de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau V-3) entre les VI (notes de lecture) et la VD (scores factoriels du facteur de mémoire) sont significatives ($0,29 < r < 0,51$; $p < 0,05$), à l'exception des scores aux items HP qui présentent une corrélation statistiquement non significative avec la VD ($r = -0,006$; $p > 0,05$). Notons particulièrement que la corrélation la plus élevée est celle entre la VD et les scores aux items PLE évaluant la stratégie graphophonologique de lecture ($r = 0,51$; $p < 0,001$).

Variable Dépendante : Facteur unique de mémoire – CP (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C	**0,29**	**0,29**	**0,29**	**1,00**	**0,042418**
IME-PS	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**1,00**	**0,019152**
IME-PLE	**0,51**	**0,51**	**0,51**	**1,00**	**0,000169**
IME-HP	0,01	-0,01	-0,01	1,00	0,967868
IME-N	**0,46**	**0,46**	**0,46**	**1,00**	**0,000859**

Tableau V-3. Corrélations partielles entre les scores à l'épreuve *IME* (VI) et les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) des élèves de CP à T2. Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la VI correspondant aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique de l'identification des mots écrits entre dans l'équation de régression (cf. tableau V-4). Elle contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,25 ; F (1 , 47) = 16,70 ; $p < 0,001$) et explique environ 25 % de cette variance. Une fois, la variable PLE dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles entre les variables absentes de l'équation et la VD deviennent non significatives (cf. tableau V-5). Ainsi, les liens significatifs observés à l'étape 0 entre la VD d'une part et la note relative aux items correctement orthographiés, la note relative aux items PS et la note globale de l'épreuve *IME* d'autre part ne semblent pas être spécifiques. En d'autres termes, aucune de ces VI ne partage un lien

unique significatif avec la VD, au-delà de celui partagé avec les items PLE. L'étape 1 est la dernière étape de cette analyse de régression. Aucune autre VI n'entre dans l'équation de régression pour cette VD.

Variable Dépendante : Facteur unique de mémoire – CP (T2)
Synthèse de l'analyse de régression

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,47)	p
PLE-IME	**0,51**	**0,13**	**0,21**	**0,05**	**0,26**	**0,25**	**16,70**	**0,00017**

Tableau V-4. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur 1 de mémoire et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve *IME* des enfants de CP à T2.

Variable Dépendante : Facteur unique de mémoire – CP (T2)
Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C	0,17	0,19	0,16	0,93	0,201398
IME-PS	0,13	0,14	0,12	0,80	0,354655
IME-HP	-0,16	-0,18	-0,15	0,93	0,230702
IME-N	0,18	0,14	0,12	0,45	0,345766

Tableau V-5. Corrélations partielles entre les scores à l'épreuve *IME* (VI) et les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) des élèves de CP à T2. Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Notons que ces résultats montrent en particulier que les performances au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture expliquent environ un quart de la variance du système encore non différencié de la MT en fin de CP.

- Résultats des corrélations simples et des analyses de régression appliquées aux scores des élèves de CE1 à T2 :

En ce qui concerne les analyses de corrélation simples appliquées aux scores à l'épreuve de reconnaissance de mots écrits et aux épreuves de mémoire (cf. tableau V-6) des enfants de CE1 à T2, les résultats révèlent une association statistiquement significative entre les scores aux items PLE de l'épreuve *IME* et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe ($r = 0,33$; $p < 0,5$). Toutes les autres corrélations entre les scores aux items PLE et les épreuves de mémoire sont statistiquement non significatives ($0,16 < r < 0,23$; $p > 0,05$).

Pour les items HP, les scores des élèves de CE1 sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe ($r = 0,52$; $p < 0,01$) et avec les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale (r =

0,33 ; p < 0,05). Toutes les autres corrélations entre les scores aux items HP et les scores aux épreuves de mémoire sont statistiquement non significatives (0,11 < r < 0,17 ; p > 0,05).

Quant aux items correctement orthographiés, les scores des élèves de CE1 ne sont corrélés significativement qu'avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,32 ; p < 0,05). Toutes les autres corrélations entre les items correctement orthographiés et les scores aux épreuves de mémoire sont non significatives (0,05 < r < 0,15 ; p > 0,05).

Pour les items PS, toutes les corrélations avec les épreuves de mémoire sont statistiquement non significatives (-0,10 < r < 0,27 ; p > 0,05).

Enfin, pour la note globale à l'épreuve *IME*, seules les corrélations avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* (r = 0,49 ; p < 0,001) et à l'épreuve *M. Cacahuète* (r = 0,37 ; p < 0,5) sont significatives. Toutes les autres corrélations sont statistiquement non significatives (0,16 < r < 0,27 ; p > 0,05).

	C IME	**PS IME**	**PLE IME**	**HP IME**	**N IME**
MMD	0,12	-0,07	0,16	0,11	0,16
MCD	0,05	-0,10	0,15	0,17	0,16
MMI	0,08	0,03	0,33*	0,52**	0,49***
MCI	0,32*	-0,09	0,23	0,17	0,27
M. Cacahuète	0,15	0,27	0,16	0,33*	0,37*

Tableau V-6. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CE1 à T2 à l'épreuve *IME* d'une part et aux épreuves de mémoire d'autre part. * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <. 0001.

Pour ce qui est des analyses de régression relatives aux scores des élèves de CE1 à T2, nous effectuerons deux analyses de régression multiple. Il s'agit de deux analyses de régression multiples de type pas-à-pas ascendantes ayant respectivement pour VD les scores factoriels du premier et du second facteur de mémoire obtenus avec ces élèves à T2 et comme Variables Indépendantes, l'ensemble des notes à l'épreuve *IME* de lecture. Pour la présentation des résultats, nous commencerons par l'analyse ayant pour VD le premier facteur et nous passerons ensuite à l'analyse ayant pour VD le second facteur. Comme pour les élèves de CP, nous présenterons la synthèse de l'analyse de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) ainsi que les corrélations partielles à l'étape 0 et à la dernière étape de cette analyse.

En ce qui concerne le premier facteur (facteur de MCT verbale), à l'étape 0 de l'analyse de régression, donc à l'étape où toutes les VI sont absentes de l'équation de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau V-7) entre les VI (notes de lecture) et la VD (scores factoriels du facteur de mémoire) sont statistiquement non significatives (-0,11 < r < 0,11 ; p > 0,05). Aucune VI n'entre par la suite dans l'équation (R multiple = 0). En d'autres termes, aucune de ces VI ne contribue significativement à la variance du premier facteur de mémoire.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C	0,11	0,11	0,11	1,00	0,479735
IME-PS	-0,11	-0,11	-0,11	1,00	0,464448
IME-PLE	0,11	0,11	0,11	1,00	0,468075
IME-HP	0,03	0,03	0,03	1,00	0,831870
IME-N	0,07	0,07	0,07	1,00	0,633144

Tableau V-7. Corrélations partielles entre les scores à l'épreuve *IME* (VI) et les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) des élèves de CE1 à T2. Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Pour le deuxième facteur de mémoire (facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale), à l'étape 0 de l'analyse de régression, les corrélations partielles (cf. tableau V-8) entre les VI (notes de l'épreuve *IME*) et la VD (scores factoriels du deuxième facteur de mémoire) sont statistiquement significatives pour les items PLE (r = 0,32 ; p < 0,05), pour les items HP (r = 0,50 ; p < 0,001) et pour la note globale à l'épreuve IME (r = 0,52 ; p < 0,001). Les corrélations partielles entre la VD d'une part, les items correctement orthographiés (r = 0,18 ; p > 0,05) et les items PS (r = 0,12 ; p > 0,05) d'autre part sont statistiquement non significatives. Notons que la corrélation la plus élevée est celle entre la VD et la note globale de l'épreuve *IME*, suivie de la corrélation entre la VD et les scores aux items HP.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C	0,18	0,18	0,18	1,00	0,231358
IME-PS	0,12	0,12	0,12	1,00	0,443672
IME-PLE	**0,32**	**0,32**	**0,32**	**1,00**	**0,035788**
IME-HP	**0,50**	**0,50**	**0,50**	**1,00**	**0,000563**
IME-N	**0,52**	**0,52**	**0,52**	**1,00**	**0,000298**

Tableau V-8. Corrélations partielles entre les scores à l'épreuve *IME* (VI) et les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) des élèves de CE1 à T2. Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la note globale à l'épreuve IME entre dans l'équation de régression (cf. tableau V-9). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,25 ; F (1 ,47) = 15,56 ; p < 0,001) et explique environ 25 % de cette variance. Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles entre les variables absentes de l'équation et la VD deviennent non significatives (cf. tableau V-10). Ainsi, les corrélations significatives obtenues à l'étape 0 entre les scores aux items PLE et HP d'une part et la VD d'autre part ne sont plus significatives quand la note globale de l'épreuve *IME* entre dans l'équation. Ce résultat peut être expliqué par l'absence d'une contribution unique des scores aux items PLE et HP à la variance de ce facteur de mémoire, au-delà de celle expliquée par la note globale. Notons toutefois que les scores aux items PLE et HP constituent une partie de la note IME. Ainsi, nous pouvons dire que les performances générales en lecture contribuent à la variance de la MT complexe. Ces performances en lecture peuvent être liées aux performances au niveau des différentes stratégies ou aux performances au niveau de l'alternance entre ces différentes stratégies. L'étape 1 est la dernière étape de l'analyse de régression, aucune autre VI n'entre dans l'équation pour cette VD.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T2)

Synthèse de l'analyse de régression

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,47)	p
N-IME	**0,52**	**0,13**	**0,12**	**0,03**	**0,27**	**0,25**	**15,56**	**0,00030**

Tableau V-9. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur 2 de mémoire et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve *IME* des enfants de CE1 à T2. Etape 1 de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T2)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C	0,005	0,006	0,005	0,88	0,970211
IME-PS	-0,04	-0,04	-0,04	0,91	0,788368
IME-PLE	-0,15	-0,11	-0,10	0,46	0,464018
IME-HP	0,20	0,12	0,10	0,26	0,444417

Tableau V-10. Corrélations partielles entre les scores à l'épreuve *IME* (VI) et les scores factoriels du facteur 2 de mémoire (VD) des élèves de CE1 à T2. Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

En bref, les résultats de ces deux analyses de régression montrent que les performances des élèves de CE1 à T2 au niveau de l'identification de mots écrits contribuent significativement à la variance du facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) mais pas à la variance du facteur de MCT verbale.

1.1.3- Résultats obtenus à T3 :

Nous rappelons que, dans cette partie, nous nous limiterons à la présentation des résultats des statistiques descriptives et de la comparaison intergroupes appliquées aux scores à l'épreuve *IME* des élèves de CP à T3 (initialement en GSM - T1 et T2) et de CE1 à T3 (initialement en CP - T1 et T2). Des matrices de corrélation concernant les liens entre les différentes notes à l'épreuve *IME* et les scores aux épreuves de mémoire sont présentées en annexe (cf. Annexe VII, p. 343)[2].

Les élèves initialement en GSM et en CP ont passé l'épreuve *IME* à T3 alors qu'ils étaient respectivement en CP et en CE1. Nous rappelons qu'à ce temps d'évaluation, leurs effectifs sont de 26 et de 42 respectivement. Leurs moyennes aux différentes notes (cf. tableau V-11) sont respectivement de 17,58 (DS = 2,00) et 19,10 (DS = 1,03) pour les items correctement orthographiés, de 8,62 (DS = 1,13) et 8,48 (DS = 1,09) pour les items PS, de 7,00 (DS = 2,14) et 9,07 (DS = 1,02) pour les items PLE, de 2,65 (DS = 1,92) et 5,69 (DS = 2,65) pour les items HP et de 35, 85 (DS = 4,45) et 42,10 (DS = 3,11) pour la note globale. Le test-t pour échantillons indépendants appliqué aux scores de ces deux groupes (cf. tableau V-11) révèle des différences significatives pour l'ensemble des notes ($-6,82 < t < -4,12$; $p < 0,001$) à l'exception de la note PS qui présente une différence statistiquement non significative ($t = 0,50$; $p > 0,05$). Il est à signaler que ces résultats sont conformes à ceux obtenus avec les groupes de CP et de CE1 évalués à T2 et cela à l'exception des résultats concernant la note PS. En effet, à T2, la différence entre les scores des deux groupes était significative pour ces items. De plus, à T3, les résultats à ces items révèlent une meilleure moyenne chez les élèves de CP que chez les élèves de CE1, ce qui n'est pas le cas à T2. Notons cependant que, à T2, la différence entre les deux groupes n'est pas importante et que la significativité de cette différence est à la limite de la non significativité ($t_{PS-T2} = -2,15$; $p \approx 0,03$).

	Moy. CP	Moy. CE1	Valeur t	dl	p	N CP	N CE1	ET-CP	ET-CE1	Ratio F variance	P variance
C-IME	**17,58**	**19,10**	**-4,12**	**66**	**0,0001**	**26**	**42**	**2,00**	**1,03**	**3,77**	**0,00017**
PS-IME	8,62	8,48	0,50	66	0,6154	26	42	1,34	1,09	1,09	0,79288
PLE-IME	**7,00**	**9,07**	**-5,39**	**66**	**0,0000**	**26**	**42**	**2,14**	**1,02**	**4,37**	**0,00003**
HP-IME	**2,65**	**5,69**	**-5,08**	**66**	**0,0000**	**26**	**42**	**1,92**	**2,65**	**1,90**	**0,09023**
N-IME	**35,85**	**42,10**	**-6,82**	**66**	**0,0000**	**26**	**42**	**4,45**	**3,11**	**2,05**	**0,03975**

Tableau V-11. Test-t pour échantillons indépendants appliqué aux scores à l'épreuve *IME* des élèves de CP et de CE1 à T3.

[2] Certaines dissimilitudes apparaissent entre les résultats obtenus à T2 et ceux obtenus à T3. Ces divergences peuvent être liées en partie à la différence des effectifs des élèves aux deux temps d'évaluation.

2. L'analyse longitudinale des données

Dans cette partie, nous exposerons séparément les résultats de l'analyse longitudinale des données de chaque groupe d'élèves. Ainsi, nous présenterons d'abord les résultats des élèves qui, à T1 et T2 étaient en GSM et qui sont ensuite passés en CP à T3. Nous passerons ensuite aux élèves qui étaient en CP à T1 et T2 et qui sont passés en CE1 à T3. Enfin, nous finirons cette partie par l'exposé des résultats des élèves qui ont été évalués seulement à T1 et T2 alors qu'ils étaient en CE1. Les types d'analyses effectuées dépendront des épreuves passées par chaque groupe aux différents temps d'évaluation. Elles seront précisées par la suite, dans les sous-parties consacrées aux différents groupes. Il est à signaler que, pour l'exploration des liens entre les scores obtenus aux différents temps d'évaluation, nous réaliserons les analyses statistiques exclusivement sur les données des élèves qui ont passé les épreuves aux différents temps concernés par l'analyse. Ainsi, par exemple, pour les élèves de GSM et pour évaluer les liens entre les épreuves passées à T2 et à T3, nous prendrons en compte les données des 26 élèves qui ont passé les épreuves à ces deux temps d'évaluation.

2.1- Résultats des élèves en GSM à T1 et T2, en CP à T3

Nous rappelons que les élèves de GSM n'ont pas passé d'épreuves d'identification de mots écrits à T1 et à T2 puisqu'ils n'avaient pas encore commencé à apprendre à lire à l'école. Ils ont passé l'épreuve *IME* à T3 alors qu'ils étaient en fin de CP. Ce groupe a aussi passé une épreuve de MCT verbale à T1 (MMD) ainsi que deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe et une épreuve de MCT visuo-spatiale à T2 et à T3. L'ensemble des résultats concernant les épreuves de mémoire est présenté dans le chapitre précédent. Dans cette partie, nous présenterons les résultats concernant les liens longitudinaux entre les scores aux épreuves de mémoire et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits chez ce groupe d'élèves. Pour cela, nous commencerons par la présentation des résultats des analyses de corrélation simples entre les scores aux épreuves de mémoire passées à T1 et à T2 alors que les enfants sont en GSM et les scores de lecture obtenus à T3 alors que les enfants sont en fin de CP. Ceci nous permettra de vérifier si les performances aux différentes épreuves de mémoire chez les sujets prélecteurs prédisent leur performance en lecture un an plus tard, en fin de CP. Cependant, nous rappelons que les résultats concernant l'organisation structurale de la MT obtenus avec ces élèves avaient montré que la MT n'est pas encore différenciée à ce niveau du développement. En effet, l'analyse factorielle appliquée aux scores de mémoire des élèves de GSM avait donné un seul facteur. Pour cela, nous

explorerons aussi les corrélations entre les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 d'une part et l'ensemble des scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passée à T3 d'autre part. Cette analyse nous permettra en effet de mieux interpréter les résultats concernant les liens entre les performances au niveau de l'identification des mots écrits et l'organisation structurale de la MT.

Résultats des corrélations simples entre les scores des élèves de GSM à T1 et T2, de CP à T3 aux épreuves de mémoire et à l'épreuve d'identification de mots écrits

Comme le montre le tableau V-12, les résultats de l'analyse de corrélation simple entre les scores aux épreuves de mémoire passées à T1 et à T2 alors que les élèves sont en GSM et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passée à T3 alors que les élèves sont en fin de CP révèlent en général une absence de liens statistiquement significatifs ($-0,33 < r < 0,38$; $p > 0,05$). En effet, la seule corrélation significative est celle entre la note *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe et les scores aux items correctement orthographiés de l'épreuve de lecture ($r = 0,39$; $p < 0,05$). Notons que ces items sont généralement réussis par ces élèves (moyenne = 17,58/20 ; DS = 2,00). Il est à signaler que nous relevons certains coefficients de corrélation relativement élevés mais qui demeurent non significatifs (*C-IME-T3*MMD-T1 :* $r = 0,35$; $p > 0,05$; *PLE-IME-T3*MMD-T2 :* $r = 0,38$; $p > 0,05$; *PS-IME-T3*MMI-T2 :* $r = -0,33$; $p > 0,05$)[3].

	C-IME-T3	PS-IME-T3	PLE-IME-T3	HP-IME-T3	N-IME-T3
MMD-T1	0,35	-0,13	0,14	0,03	0,20
MMD-T2	0,06	-0,20	0,38	0,06	0,19
MCD-T2	0,23	-0,14	0,19	0,14	0,22
MMI-T2	-0,02	-0,33	0,05	-0,03	-0,08
MCI-T2	0,39*	-0,14	0,01	-0,10	0,10
M. Cacahuète-T2	0,27	0,20	0,23	0,10	0,33

Tableau V-12. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores aux épreuves de mémoire obtenus à T1 et à T2 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T3 avec les élèves initialement en GSM. * p <.05.

Résultats des analyses corrélationnelles appliquées aux scores factoriels correspondant au facteur unique de mémoire obtenu à T2 et aux scores à l'épreuve IME obtenus à T3

La matrice de corrélation présentée ci-dessus (tableau V-12) permet de prévoir une absence de corrélations entre les scores factoriels correspondant au facteur unique de mémoire

[3] Nous avons refait la même analyse avec un test non paramétrique (Spearman) pour vérifier la validité des données sachant que l'effectif de ce groupe est relativement réduit (n = 26) et le même schéma a été obtenu.

obtenu à T2 et les scores d'identification de mots écrits obtenus à T3 avec le groupe des élèves initialement en GSM. Néanmoins, pour faciliter la discussion, nous exposerons ci-dessous les résultats de cette analyse corrélationnelle.

Avant de réaliser l'analyse de corrélation entre les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 et les scores à l'épreuve de lecture passée à T3, nous avons effectué une nouvelle analyse factorielle sur les scores de mémoire obtenus à T2 des vingt-six élèves qui ont passé l'épreuve de lecture à T3. En effet, nous rappelons que l'effectif de ce groupe était de trente-deux à T1 et à T2 et est passé à vingt-six à T3. En d'autres termes, les résultats de l'analyse factorielle présentée dans le chapitre précédent correspondent aux scores du groupe de trente-deux sujets. Notons que l'analyse factorielle appliquée aux scores du groupe de vingt-six élèves fournit le même schéma. Ainsi, les résultats donnent un seul facteur de mémoire avec des poids factoriels sensiblement différents mais tous supérieurs à 0,4. Les résultats sont présentés dans le tableau V-13.

Epreuve	Facteur 1
MMD	**0,84**
MCD	**0,79**
MMI	**0,78**
MCI	**0,63**
N- M. Cacahuète	**0,63**

	Valeur propre	% Total de la Variance
1	2,73	54,69

Tableaux V-13. Analyse Factorielle appliquée aux notes globales de mémoire des 26 élèves de GSM à T2 qui ont passé l'épreuve *IME* à T3 (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

L'analyse des corrélation entre les scores factoriels de ce facteur unique de mémoire obtenu à T2 et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passée à T3 révèlent, comme prévu, une absence de corrélations statistiquement significatives ($-0,18 < r < 0,24$; $p > 0,05$). Les résultats sont présentés dans le tableau V-14.

	Facteur de mémoire-T2
C-IME-T3	0,23
PS-IME-T3	-0,18
PLE-IME-T3	0,24
HP-IME-T3	0,05
N-IME-T3	0,20

Tableaux V-14. Corrélations entre les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 et les scores à l'épreuve de lecture passée à T3 : Résultats des 26 élèves initialement en GSM qui ont passé les épreuves de T3. * < 0,05.

En somme, les résultats des analyses de corrélation révèlent en général une absence de lien statistiquement significatif entre, d'une part, les scores aux épreuves de mémoire passées à T1 et à T2 alors que les enfants sont en GSM et, d'autre part, les scores à l'épreuve de lecture passée à T3 alors que les élèves sont en fin de CP. En d'autres termes, les performances au niveau des épreuves de MT des enfants prélecteurs ne prédisent pas leurs performances en lecture après une année d'apprentissage scolaire explicite.

2.2- Résultats des élèves en CP à T1 et à T2, en CE1 à T3

Nous rappelons que les élèves initialement en CP ont passé une épreuve évaluant l'entrée dans l'écrit (*Lecture pour Apprentis Lecteurs*) et une épreuve de MCT verbale à T1 ainsi que deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe, une épreuve de MCT visuo-spatiale et une épreuve d'identification de mots écrits (IME) à T2 et à T3. Nous rappelons aussi que l'ensemble des résultats concernant les épreuves de mémoire est présenté dans le chapitre précédent. Notons que ce groupe est le seul à avoir passé une même épreuve d'identification de mots écrits à deux temps d'évaluation (*IME* à T2 et à T3). Pour cela, dans cette partie, nous commencerons par la présentation des résultats des tests-t pour échantillons appariés appliqués aux scores obtenus à T2 (en fin de CP) puis à T3 (en fin de CE1) à l'épreuve *IME.* Nous exposerons ensuite les résultats concernant les liens longitudinaux entre les scores aux épreuves de mémoire et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits. Pour cela, nous présenterons les résultats de corrélations simples ainsi que les résultats d'analyses de régression ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus aux différents temps d'évaluation et pour variables indépendantes les scores aux épreuves d'identification de mots écrits. Les détails de ces analyses seront précisés par la suite.

Résultats des tests-t pour échantillons appariés appliqués aux scores obtenus à T2 puis à T3 à l'épreuve IME avec les élèves en CP à T1 et T2, en CE1 à T3

Les résultats des tests-t pour échantillons appariés appliqués aux scores obtenus à T2 et à T3 à l'épreuve *IME* avec les élèves initialement en CP (cf. tableau V-15) révèlent des différences significatives entre les scores obtenus à T2 alors que les élèves sont en fin de CP et les scores obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1 et cela pour la note globale et pour l'ensemble des items ($-7{,}81 < t < -4{,}21$; $p < 0{,}001$), à l'exception des scores aux items PS pour lesquels la différence entre les performances aux deux temps d'évaluation n'est pas significative ($t = -1{,}17$; $p > 0{,}05$). Notons que ces items sont relativement réussis par les

élèves de CP (moy = 8,21/10 ; DS = 1,20), ce qui peut rendre compte de l'absence de différence significative entre les deux niveaux scolaires.

	Moy. T2	Moy. T3	Valeur t	dl	p	N	ET- T2	ET- T3
C-IME	**16,81**	**19,10**	**-4,21**	**41**	**0,0001**	**42**	**3,12**	**1,03**
PS-IME	8,21	8,48	-1.17	41	0,2483	42	1,20	1,09
PLE-IME	**7,07**	**9,07**	**-6,33**	**41**	**0,0000**	**42**	**2,33**	**1,02**
HP-IME	**2,90**	**5,69**	**-7,77**	**41**	**0,0000**	**42**	**1,71**	**2,65**
N-IME	**34,55**	**42,10**	**-7,81**	**41**	**0,0000**	**42**	**6,34**	**3,11**

Tableau V-15. Test-t pour échantillons appariés appliqué aux scores obtenus à T2 et T3 à l'épreuve *IME* des élèves de CP à T2, de CE1 à T3.

Résultats des corrélations simples entre les scores aux épreuves de mémoire et les scores aux épreuves de lecture des élèves en CP à T1 et à T2, en CE1 à T3

Dans cette partie, nous commencerons par l'exposé des résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T2 avec les élèves initialement en CP, nous passerons ensuite aux résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T2 et les scores obtenus à T3 et nous finirons par la présentation des résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T3.

- Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T2 :

En ce qui concerne les liens entre les scores aux épreuves passées à T1 et les scores aux épreuves passées à T2 (cf. tableau V-16), nous notons que les performances à l'épreuve de MCT verbale passée à T1 prédisent significativement les scores aux items corrects ($r = 0,36$; $p < 0,05$) et à la note globale de l'épreuve *IME* passée à T2 ($r = 0,30$; $p < 0,05$). Toutefois, les performances à cette épreuve administrée à T1 ne prédisent pas significativement les performances aux items PLE, HP et PS ($-0,16 < r < 0,28$; $p > 0,05$) évaluées à T2. Notons particulièrement que ces résultats signifient que les performances en MCT verbale obtenues en début de CP ne prédisent pas significativement les performances au niveau des stratégies graphophonologique et orthographique de lecture mesurées en fin de CP.

	C-IME-T2	PS-IME-T2	PLE-IME-T2	HP-IME-T2	N-IME-T2
MMD-T1	0,36*	0,28	0,24	-0,16	0,30*

Tableau V-16. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *MMD* obtenus à T1 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T2 avec les élèves de CP (à T1 et à T2).
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Pour l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* évaluant l'entrée dans l'écrit et passée à T1 (cf. tableau V-17), elle est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale (*LAL-T1*MMD-T2 :* r = 0,54 ; p < 0,0001 - *LAL-T1*MCD-T2 :* r = 0,40 ; p < 0,01) et avec une des deux épreuves de MT complexe (*LAL-T1*MCI-T2 :* r = 0,39 ; p < 0,01) passées à T2. En d'autres termes, la qualité de l'entrée dans l'écrit en début de CP prédit les performances aux épreuves de MCT verbale et à une des épreuves de MT complexe passées en fin de CP. La corrélation entre l'épreuve *LAL* passée à T1 et l'épreuve de MCT visuo-spatiale passée à T2 n'est pas significative (r = 0,25 ; p > 0,05). De même, la corrélation entre les scores à l'épreuve *LAL* et les scores à la deuxième épreuve de MT complexe n'est pas significative (*LAL-T1*MMI-T2:* r = 0,27 ; p > 0,05).

	MMD-T2	**MCD-T2**	**MMI-T2**	**MCI-T2**	**M. Cacahuète-T2**
LAL-T1	0,54****	0,40**	0,27	0,39**	0,25

Tableau V-17. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* obtenus à T1 et les scores aux épreuves de mémoire obtenus à T2 avec les élèves de CP (à T1 et à T2).
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T2 et les scores obtenus à T3 :

Pour ce qui est des liens entre les scores aux épreuves administrées à T2 et les scores aux épreuves administrées à T3 aux élèves initialement en CP, nous limiterons notre présentation à celle des liens entre les scores aux épreuves d'identification de mots écrits d'une part et les scores aux épreuves de mémoire d'autre part. En fait, nous ne présenterons pas les liens entre les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et les scores à cette même épreuve passée à T3 par souci d'économie et sachant que ça ne concerne pas directement notre étude. Toutefois, ces analyses de corrélation sont présentés sous forme de matrices en annexe (cf. Annexe VII, p .343). Nous rappelons que les liens entre les scores aux différentes épreuves de mémoire ont été présentés dans le chapitre précédent.

En ce qui concerne les liens entre les scores aux épreuves d'identification de mots écrits d'une part et les scores aux épreuves de mémoire d'autre part, nous notons d'abord (cf. tableau V-18) qu'aucune des épreuves de mémoire passées à T2 ne prédit significativement les notes à l'épreuve *IME* obtenues à T3 (-0,13 < r < 0,25 ; p > 0,05). En revanche, en ce qui concerne les liens entre les notes d'identification de mots écrits obtenues à T2 et les scores de mémoire obtenus à T3 (cf. tableau V-19), nous relevons quelques corrélations significatives.

En effet, les scores aux items PLE à T2 prédisent significativement les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale (r = 0,31 ; p <0,05) et les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,38 ; p < 0,05) obtenus à T3. De plus, les scores aux items HP obtenus à T2 prédisent significativement les scores obtenus à T3 à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe (r = 0,49 ; p < 0,01) et à l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale (r = 0,31 ; p < 0,05). Toutes les corrélations restantes sont statistiquement non significatives (-0,10 < r < 0,30 ; p > 0,05).

	C.IME T3	PS.IME T3	PLE.IMET3	HP.IME T3	N.IME T3
MMD-T2	-0,09	-0,05	0,01	0,02	0,01
MCD-T2	-0,01	-0,12	-0,12	-0,07	-0,13
MMI-T2	0,20	-0,19	-0,12	0,15	0,02
MCI-T2	0,25	0,06	0,03	0,12	0,22
M. Cacahuète-T2	-0,01	-0,26	0,01	0,12	0,08

Tableau V-18. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores de mémoire obtenus à T2 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T3 avec les élèves en CP à T2, en CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

	MMD T3	MCD T3	MMI T3	MCI T3	M. Cacahuète T3
C.IME-T2	0,08	0,13	0,07	-0,01	-0,09
PS.IME-T2	0,13	0,06	-0,10	0,02	-0,07
PLE.IME-T2	0,18	0,31*	0,23	0,38*	0,07
HP.IME-T2	0,03	0,09	-0,01	0,49**	0,31*
N.IME-T2	0,21	0,27	0,07	0,30	0,03

Tableau V-19. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T2 et les scores de mémoire obtenus à T3 avec les élèves en CP à T2, en CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Résultats des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T3 :

Pour ce qui est des corrélations entre les scores à l'épreuve de MCT verbale passée à T1 et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passées à T3 (cf. tableau V-20), aucune corrélation n'est significative (-0,29 < r < 0,08 ; p > 0,05).

	C-IME-T3	PS-IME-T3	PLE-IME-T3	HP-IME-T3	N-IME-T3
MMD-T1	-0,26	-0,29	0,02	0,08	0,03

Tableau V-20. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *MMD* obtenus à T1 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T3 avec les élèves de CP à T1, de CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Pour l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* mesurant l'entrée dans l'écrit et passée à T1 (cf. tableau V-21), les performances à cette épreuve prédisent significativement les performances aux deux épreuves de MCT verbale (*LAL-T1*MMD-T3 :* r = 0,46 ; p < 0,01 – *LAL-T1*MCD-T3 :* r = 0,40 ; p < 0,01) et à une des deux épreuves de MT complexe passées à T3 (*LAL-T1*MCI-T3 :* r = 0,40 ; p < 0,01). Les autres corrélations sont statistiquement non significatives (0,08 < r < 0,32 ; p > 0,05).

	MMD-T3	**MCD-T3**	**MMI-T3**	**MCI-T3**	**M. Cacahuète-T3**
LAL-T1	0,46**	0,40**	0,08	0,40**	0,32

Tableau V-21. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* obtenus à T1 et les scores aux épreuves de mémoire obtenus à T3 avec les élèves de CP à T1 et de CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Résultats des analyses de régression ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus à T2 et à T3 avec les élèves initialement en CP

Dans cette partie, nous présenterons les résultats d'un ensemble d'analyses de régression ayant pour Variables Dépendantes les scores factoriels des facteurs de mémoire obtenus à T2 et à T3 avec les élèves initialement en CP. Les Variables Indépendantes impliquées dans chaque analyse de régression seront précisées par la suite, dans les sous-parties consacrées à chaque analyse. Il s'agit, pour l'ensemble des analyses, d'analyses de régression multiples hiérarchiques de type pas-à-pas ascendantes. Pour chaque analyse, nous présenterons la synthèse de l'analyse de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) ainsi que les corrélations partielles entre la VD et les VI et cela à l'étape 0 et à la dernière étape de l'analyse. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des résultats de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et nous passerons ensuite aux analyses de régression ayant pour variables dépendantes les deux facteurs de mémoire obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1.

- Analyse de régression ayant pour VD les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 :

La première analyse de régression que nous allons présenter a pour variable dépendante les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve *IME* passée

aussi à T2 ainsi que les scores obtenus à T1 alors que les enfants sont en début de CP à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et à l'épreuve de MCT verbale (*MMD*). En fait, cette analyse nous permettra de voir quelles mesures parmi celles relatives aux épreuves de lecture et de MCT verbale passées à T1 et à T2 contribuent le plus fortement et le plus significativement à la variance du facteur de mémoire obtenu à T2.

A l'étape 0 de l'analyse de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau V-22) entre les VI et la VD sont statistiquement significatives ($0,29 < r < 0,56$; $p < 0,05$) à l'exception de celle entre la VD et la note relative aux items HP de l'épreuve *IME* passée à T2 ($r = -0,01$; $p > 0,05$). Il est à signaler que les corrélations les plus élevées sont celles entre la VD d'une part et les scores à l'épreuve de MCT verbale ($r = 0,56$; $p < 0,0001$) et à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* ($r = 0,55$; $p < 0,0001$) passées à T1 d'autre part. En d'autres termes, la qualité de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) présente des liens plus importants avec les performances en MT évaluées en fin de CP (T2) que les performances en lecture du même moment (T2). Notons que la corrélation entre la VD et la note relative aux items PLE de l'épreuve *IME* passée à T2 est aussi relativement importante ($r = 0,51$; $p < 0,001$).

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LAL-T1	**0,55**	**0,55**	**0,55**	**1,00**	**0,000038**
MMD-T1	**0,56**	**0,56**	**0,56**	**1,00**	**0,000034**
IME-C-T2	**0,29**	**0,29**	**0,29**	**1,00**	**0,042418**
IME-PS-T2	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**1,00**	**0,019152**
IME-PLE-T2	**0,51**	**0,51**	**0,51**	**1,00**	**0,000169**
IME-HP-T2	-0,01	-0,01	-0,01	1,00	0,967868
IME-N-T2	**0,46**	**0,46**	**0,46**	**1,00**	**0,000859**

Tableau V-22. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores à l'épreuve *LAL,* à l'épreuve *MMD* passées à T1 et à l'épreuve IME passée à T2 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Les variables qui entrent dans l'équation de régression sont respectivement la note de l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* passée à T1 (R^2 ajusté = 0,29 ; $F(1, 47) = 20,97$; $p < 0,0001$), la note relative aux items PLE de l'épreuve *IME* passée à T2 (R^2 ajusté = 0,44 ; $F(2, 46) = 19,55$; $p < 0,0001$) et la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée à T1 (R^2 ajusté = 0,48 ; $F(3, 45) = 15,51$; $p < 0,0001$). Ces VI contribuent significativement à la variance de la VD et la variance expliquée passe respectivement de 29% environ à l'étape 1

de l'analyse à 44% environ à l'étape 2 puis à 48% environ à l'étape 3 (cf. Tableau V-23). Ce résultat montre que les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit et au niveau de la MCT verbale évaluées à T1 ainsi qu'au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture évaluée à T2 expliquent presque la moitié de la variance du facteur de mémoire obtenu à T2. A l'étape 3 de l'analyse de régression, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI (cf. tableau V-24) deviennent statistiquement non significatives ($-0,20 < r < -0,06$; $p > 0,05$).

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Synthèse de l'analyse de régression

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(3,45)	P
MMD-T1	**0,38**	**0,11**	**0,17**	**0,05**	**0,31**	**0,29**	**20,97**	**0,00003**
PLE-IME-T2	**0,29**	**0,12**	**0,12**	**0,05**	**0,46**	**0,44**	**19,55**	**0,00000**
LAL-T1	**0,27**	**0,13**	**0,07**	**0,03**	**0,51**	**0,48**	**15,51**	**0,00000**

Tableau V-23. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1 et les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 avec les élèves de CP à T1 et à T2.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 3

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-C-T2	-0,05	-0,06	-0,04	0,77	0,701482
IME-PS-T2	-0,06	-0,07	-0,05	0,68	0,648893
IME-HP-T2	-0,16	-0,20	-0,14	0,75	0,182739
IME-N-T2	-0,09	-0,07	-0,05	0,37	0,626703

Tableau V-24. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores à l'épreuve *LAL et* à l'épreuve *MMD* passées à T1 et à l'épreuve IME passée à T2 (VI). Etape 3 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

- Analyses de régression ayant pour VD les scores factoriels des facteurs de mémoire obtenus à T3 :

Nous allons passer maintenant aux analyses de régression multiples ayant pour variables dépendantes les deux facteurs de mémoire obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1. Pour cela, nous allons commencer par la présentation de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu à T3 en fin de CE1 et nous passerons ensuite à l'analyse ayant pour variable dépendante le second facteur. Nous rappelons que le premier facteur semble être un facteur de MCT verbale alors que le second regroupe les scores de MT complexe et de MCT visuo-spatiale. Pour ces

deux analyses, nous avons introduit en variables indépendantes les scores de lecture (*IME*) obtenus à T3, donc au même temps d'évaluation, les scores de lecture (*IME*) obtenus à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et le facteur unique de mémoire obtenu à T2. De plus, vu que les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passées à T1 en début de CP prédisent significativement le facteur de mémoire obtenu à T2 en fin de CP (cf. l'analyse de régression précédente), nous avons introduit ces variables aussi dans les analyses de régression ayant pour variables dépendantes les scores factoriels des facteurs obtenus à T3. En effet, cela nous permettra de vérifier si les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit et au niveau de la MCT verbale évaluées en début de CP continuent à prédire les performances en MCT verbale et en MT complexe en fin de CE1.

En ce qui concerne la première analyse de régression ayant pour Variable Dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu à T3 (facteur de MCT verbale), les seules Variables Indépendantes corrélées significativement avec la VD à l'étape 0 de l'analyse de régression (cf. tableau V-25) sont le facteur de mémoire obtenu à T2 en fin de CP ($r = 0,65$; $p < 0,0001$), l'épreuve de MCT verbale passée à T1 donc en début de CP ($r = 0,35$; $p < 0,05$) ainsi que l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passées à T1 ($r = 0,42$; $p < 0,01$). Notons que la corrélation entre la VD et l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée à T1 est plus importante que celle entre la VD et l'épreuve de MCT verbale passée à T1. Les corrélations entre la VD et les scores de lecture obtenus à T2 et à T3 sont toutes statistiquement non significatives ($-0,11 < r < 0,28$; $p > 0,05$). En bref, les scores de lecture obtenus en fin de CE1 ne sont pas liés aux scores factoriels du facteur de MCT verbale obtenu au même temps d'évaluation et les scores de lecture obtenus en fin de CP (T2) ne prédisent pas les scores factoriels du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) donc un an plus tard. En revanche, les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) prédisent les scores factoriels du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) et ce lien est plus important que celui entre la MCT verbale évaluée à T1 et le facteur de MCT verbale obtenu a T3.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LAL-T1	**0,42**	**0,42**	**0,42**	**1,00**	**0,005731**
MMD-T1	**0,35**	**0,35**	**0,35**	**1,00**	**0,021559**
IME-C-T2	0,14	0,14	0,14	1,00	0,392103
IME-PS-T2	0,12	0,12	0,12	1,00	0,456646
IME-PLE-T2	0,28	0,28	0,28	1,00	0,071788
IME-HP-T2	0,02	0,02	0,02	1,00	0,905943
IME-N-T2	0,27	0,27	0,27	1,00	0,082367
Facteur mémoire-T2	**0,65**	**0,65**	**0,65**	**1,00**	**0,000003**
IME-C-T3	-0,09	-0,09	-0,09	1,00	0,589242
IME-PS-T3	-0,11	-0,11	-0,11	1,00	0,503075
IME-PLE-T3	0,07	0,07	0,07	1,00	0,665751
IME-HP-T3	-0,01	-0,01	-0,01	1,00	0,967231
IME-N-T3	-0,04	-0,04	-0,04	1,00	0,787620

Tableau V-25. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et à T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1 de l'analyse de régression, les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 (CP) entrent dans l'équation de régression (cf. tableau V-26). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,41 ; F (1 ,40) = 29,65 ; $p < 0,0001$) et explique environ 41 % de cette variance. Une fois les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 dans l'équation, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,15 < r < 0,13$; $p > 0,05$) et aucune autre VI n'entre dans l'équation (cf. tableau V-27). Ainsi, les VI présentant un lien significatif avec la VD à T1 (*MMD* et *LAL*) ne semblent pas présenter de liens uniques avec la VD (facteur 1 de mémoire – CE1-T3) au-delà de ceux partagés avec la VI correspondant aux scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2. Ce résultat n'est pas anodin sachant que les deux facteurs de mémoire en question (facteur-T2 et facteur 1-T3) correspondraient, selon notre hypothèse, à la même habileté.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Synthèse de l'analyse de régression

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,40)	P
Facteur mémoire-T2	**0,65**	**0,12**	**0,74**	**0,14**	**0,43**	**0,41**	**29,65**	**0,00000**

Tableau V-26. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le premier facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et a T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 avec les élèves de CP à T1 et à T2, de CE1 à T3.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LAL-T1	0,11	0,13	0,10	0,74	0,418456
MMD-T1	-0,02	-0,02	-0,01	0,69	0,908774
IME-C-T2	0,01	0,01	0,01	0,96	0,935022
IME-PS-T2	0,01	0,02	0,01	0,97	0,903679
IME-PLE-T2	0,01	0,01	0,01	0,83	0,929132
IME-HP-T2	-0,07	-0,09	-0,06	0,98	0,594203
IME-N-T2	0,01	0,01	0,01	0,84	0,936128
IME-C-T3	-0,11	-0,15	-0,11	1,00	0,345355
IME-PS-T3	0,01	0,01	0,01	0,97	0,940556
IME-PLE-T3	0,10	0,13	0,10	1,00	0,404469
IME-HP-T3	-0,06	-0,08	-0,06	1,00	0,640983
IME-N-T3	-0,07	-0,09	-0,07	1,00	0,583302

Tableau V-27. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et à T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 (VI). Etape 1 de l'analyse de régression.

Pour l'analyse de régression multiple ayant pour variable dépendante les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1 (facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale), les VI corrélées significativement avec la VD à l'étape 0 de l'analyse (cf. tableau V-28) sont l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée à T1 en début de CP ($r = 0,34$; $p < 0,5$), les items HP ($r = 0,40$; $p < 0,1$) de l'épreuve *IME* évalués à T2 en fin de CP et la note relative aux items correctement orthographiés ($r = 0,37$; $p < 0,05$) et la note globale ($r = 0,44$; $p < 0,01$) de l'épreuve *IME* obtenues à T3 en fin de CE1. Toutes les autres corrélations entre la VD et les VI sont statistiquement non significatives ($-0,08 < r < 0,26$; $p > 0,05$). Ainsi, les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP, contrairement aux scores de MCT verbale ($r = 0,18$; $p > 0,05$), continuent à prédire significativement les scores factoriels du facteur identifié comme étant un facteur de MT complexe (incluant la MCT visuo-spatiale) en fin de CE1. En ce qui concerne les scores obtenus à T2 en fin de CP, seuls les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique de lecture prédisent significativement le facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1. Notons particulièrement que les scores aux items PLE obtenus en fin de CP et mesurant la stratégie graphophonologique de lecture ne prédisent pas significativement les scores factoriels su facteur de mémoire obtenu en fin de CE1 ($r = 0,26$; $p > 0,05$). De plus, les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 ne prédisent pas significativement les scores factoriels du facteur de MT complexe obtenu à T3 ($r = 0,26$; $p > 0,05$). Pour les scores obtenus à T3, donc au même temps d'évaluation que celui correspondant à la VD, seuls les scores aux items

correctement orthographiés et à la note globale de l'épreuve IME sont corrélés significativement avec le facteur de MT complexe. Il est à signaler que les items correctement orthographiés sont généralement réussis en CE1 (moy. = 19,10/20 ; DS = 1,03).

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LAL-T1	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**1,00**	**0,026487**
MMD-T1	0,18	0,18	0,18	1,00	0,253370
IME-C-T2	-0,05	-0,05	-0,05	1,00	0,768295
IME-PS-T2	-0,08	-0,08	-0,08	1,00	0,618163
IME-PLE-T2	0,26	0,26	0,26	1,00	0,096204
IME-HP-T2	**0,40**	**0,40**	**0,40**	**1,00**	**0,008801**
IME-N-T2	0,15	0,15	0,15	1,00	0,348051
Facteur mémoire-T2	0,26	0,26	0,26	1,00	0,098862
IME-C-T3	**0,37**	**0,37**	**0,37**	**1,00**	**0,015391**
IME-PS-T3	0,06	0,06	0,06	1,00	0,717207
IME-PLE-T3	0,08	0,08	0,08	1,00	0,618803
IME-HP-T3	0,23	0,23	0,23	1,00	0,147728
IME-N-T3	**0,44**	**0,44**	**0,43**	**1,00**	**0,003789**

Tableau V-28. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et à T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1 de l'analyse de régression, la note globale de l'épreuve *IME* passée à T3 (fin de CE1) entre dans l'équation de régression (cf. tableau V-29). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,19 ; F (1 ,40) = 9,45 ; $p < 0,01$) et explique environ 17 % de cette variance. Ce résultat peut être le reflet du rôle joué par les habiletés lexiques générales au niveau de la MT complexe. Une fois la note globale de l'épreuve *IME* dans l'équation, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,20 < r < 0,27$; $p > 0,05$) et aucune autre VI n'entre dans l'équation (cf. tableau V-30). En d'autres termes, aucune des VI significativement associées à la VD à l'étape 0 (*LAL-T1, IME-HP-T2, IME-C*-T3) ne présente un lien significatif avec la VD au-delà de celui partagé avec la note globale à l'épreuve *IME*. Notons que les trois VI qui n'entrent pas dans l'équation sont aussi des mesures d'identification de mots écrits, ce qui peut expliquer ce résultat.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Synthèse de l'analyse de régression

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,40)	P
N-IME-T3	**0,44**	**0,14**	**0,14**	**0,05**	**0,19**	**0,17**	**9,45**	**0,00379**

Tableau V-29. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et a T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 avec les élèves de CP à T1 et à T2, de CE1 à T3.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LAL-T1	0,23	0,25	0,22	0,91	0,118351
MMD-T1	0,17	0,18	0,17	1,00	0,249013
IME-C-T2	-0,04	-0,05	-0,04	1,00	0,759292
IME-PS-T2	-0,16	-0,17	-0,16	0,97	0,277327
IME-PLE-T2	0,07	0,07	0,06	0,78	0,678326
IME-HP-T2	0,24	0,23	0,21	0,75	0,143100
IME-N-T2	0,03	0,04	0,03	0,93	0,827084
Facteur mémoire-T2	0,24	0,27	0,24	1,00	0,088611
IME-C-T3	0,25	0,27	0,24	0,89	0,091611
IME-PS-T3	-0,09	-0,10	-0,09	0,90	0,551491
IME-PLE-T3	-0,22	-0,20	-0,18	0,71	0,199800
IME-HP-T3	-0,16	-0,13	-0,11	0,50	0,432074

Tableau V-30. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1, les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 et à T3 et les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu à T2 (VI). Etape 1 de l'analyse de régression.

2.3- Résultats des élèves en CE1 à T1 et à T2

Nous rappelons que les élèves de CE1 évalués à T1 et à T2 (début et fin de CE1) ont passé une épreuve de MCT verbale à T1 ainsi que deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe, une épreuve de MCT visuo-spatiale et une épreuve d'identification de mots écrits (IME) à T2. Toutefois, l'ensemble des résultats concernant les épreuves de mémoire est présenté dans le chapitre précédent. De plus, les liens transversaux entre les épreuves de mémoire et les notes de lecture obtenues à T2 ont été présentés précédemment. Pour cela, dans cette partie, nous n'exposerons que les résultats concernant les liens longitudinaux entre les scores à l'épreuve de MCT verbale passée à T1 et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passée à T2.

Résultats des corrélations simples appliquées aux scores des élèves en CE1 à T1 et à T2

En ce qui concerne les liens entre l'épreuve de MCT verbale administrée à T1 et les scores à l'épreuve *IME* administrée à T2 aux élèves de CE1 (cf. tableau V-31), toutes les corrélations sont statistiquement non significatives ($-0,18 < r < 0,20$; $p > 0,05$). Ainsi, la MCT verbale évaluée en début de CE1 ne prédit pas les performances en lecture en fin de CE1.

	C-IME-T2	PS-IME-T2	PLE-IME-T2	HP-IME-T2	N-IME-T2
MMD-T1	0,07	-0,18	0,20	0,00	0,06

Tableau V-31. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *MMD* obtenus à T1 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T2 avec les élèves de CE1 à T1 et à T2.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

A travers cette partie, nous avons exploré les résultats concernant les liens transversaux et longitudinaux entre la MT et l'identification des mots écrits chez nos sujets tout-venant. Dans la partie suivante, nous effectuerons une synthèse et une analyse générale de ces résultats.

V. Synthèse et Analyse Générale des Résultats

Dans ce chapitre, nous avons présenté les données concernant les liens entre la MT et la lecture chez les sujets tout-venant participant à notre étude. Dans cette partie, nous effectuerons une synthèse et une analyse générale de ces résultats. Comme pour le chapitre précédent, la discussion de nos résultats en lien avec les études existantes (cf. chapitre II) sera présentée à la fin de cette thèse, dans la partie consacrée à la discussion générale. Par la suite, nous commencerons par la présentation des résultats concernant l'évolution des performances à l'épreuve IME qui, nous le rappelons, est la seule épreuve de lecture qui a été passé à des niveaux scolaires différents. Nous passerons ensuite aux liens entre la MT et l'identification des mots écrits et nous tenterons ainsi de vérifier les hypothèses posées au début de ce chapitre.

Les comparaisons entre les performances des élèves de CP et celles des élèves de CE1 à l'épreuve *IME* révèlent en général une amélioration des performances en fonction du niveau scolaire. Ainsi, les résultats longitudinaux obtenus à l'épreuve *IME* révèlent une augmentation significative des scores entre la fin du CP (T2) et la fin du CE1 (T3) et cela à la note globale et à l'ensemble des items à l'exception des items PS pour lesquels la différence n'est pas significative. Notons que ces items n'évaluent pas une stratégie d'identification de mots mais plutôt la capacité des sujets à traiter deux tâches simultanément comme l'identification du mot d'une part et sa compréhension d'autre part. De plus, les performances des sujets à ces items est relativement bonne en CP, ce qui peut expliquer l'absence de différence significative entre les deux groupes. Ce schéma d'évolution est obtenu aussi dans l'analyse transversale des données des élèves de CP et de CE1 à T3. En revanche, à T2, la différence entre les scores des élèves de CP et les scores des élèves de CE1 aux items PS est aussi significative tout en étant toutefois à la limite de la non significativité ($p \approx 0,03$). Il est à signaler que la différence significative entre les scores des élèves de CP et ceux des élèves de CE1 à la note globale, aux items correctement orthographiés, aux items PLE et aux items HP de l'épreuve *IME* révèlent une amélioration significative des performances générales au niveau de l'identification des

mots écrits entre ces deux niveaux scolaires. De plus, ces résultats mettent en évidence la sensibilité développementale de l'épreuve.

Quant aux liens entre les scores aux épreuves de lecture et les scores aux épreuves de mémoire nous rappelons que nous avons posé un certain nombre d'hypothèses les concernant au début de ce chapitre. Ainsi, nous avons supposé que nos résultats révéleraient des liens transversaux et longitudinaux entre la MCT verbale et la reconnaissance des mots écrits. Quant à la MCT visuo-spatiale, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle elle peut être liée aux performances lexiques des sujets et cela en raison du recodage verbal possible dans cette épreuve. Enfin, pour ce qui est des liens entre la MT complexe et la reconnaissance des mots écrits, nous avons posé trois hypothèses. Selon la première, les résultats de l'étude transversale des données révéleraient des liens significatifs entre la MT complexe et la reconnaissance des mot écrits en fin de CP et en fin de CE1. Selon la deuxième hypothèse, les performances des sujets au niveau de l'entrée dans l'écrit en début de CP devraient prédire les performances en MT et particulièrement en MT complexe en fin de CP et en fin de CE1. Enfin, selon la troisième hypothèse, les scores aux épreuves de MT complexe des sujets prélecteurs (GSM) ne devraient pas prédire leurs performances en lecture des mois plus tard (fin de CP).

Pour l'hypothèse concernant les liens entre la MCT verbale et la reconnaissance des mots écrits, nos résultats la confirment partiellement. En effet, les résultats transversaux révèlent d'abord une association statistiquement significative entre la MCT verbale et l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passées en début de CP (T1). De même, nous relevons des liens significatifs entre les épreuves de MCT verbale et l'épreuve d'identification des mots écrits en fin de CP (T2). En effet, en fin de CP (T2), les deux épreuves de MCT verbale sont corrélées significativement avec les scores aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* sont corrélés significativement avec la note globale à l'épreuve *IME* et avec les scores aux items PS. En d'autres termes, la MCT verbale évaluée en fin de CP (T2) est liée significativement aux performances au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture, aux performances aux items PS évaluant l'habileté à identifier les mots et à accéder à leur sens ainsi qu'aux performances globales à l'épreuve *IME*, cette dernière corrélation pouvant être due aux précédentes. Notons particulièrement que les liens significatifs entre la MCT verbale et les performances aux items PLE peuvent être expliqués par le recodage de l'information visuelle

en information phonologique (conversion graphème-phonème) grâce au système de répétition subvocale ainsi que par le maintien en MCT verbale des unités phonologiques obtenues après le recodage des graphèmes en phonèmes et cela avant leur assemblage. Cette explication peut aussi rendre compte de l'association entre les scores aux items PS et les scores de MCT verbale. En effet, pour juger si un mot est congruent avec une image, l'identification du mot et son maintien en MCT verbale est nécessaire. A partir de ces résultats, nous pouvons dire que la MCT verbale est liée à l'identification des mots écrits et en particulier à la stratégie graphophonologique de lecture et cela en début et en fin de CP. Toutefois, en fin de CE1 (T2), les résultats révèlent une certaine évolution par comparaison aux résultats des élèves de CP (T1 et T2). En effet, en CE1 (T2), aucune des notes à l'épreuve *IME* n'est corrélée significativement avec les scores aux épreuves de MCT verbale. Par conséquence, les notes de lecture ne sont pas corrélées significativement avec le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T2). Notons que ce résultat a été obtenu aussi avec les élèves de CE1 à T3. Nous supposons que ce résultat peut-être expliqué par la faible charge mnésique nécessitée par l'identification des mots écrits chez ce groupe. En fait, nous rappelons que, à l'exception des items HP, les élèves de CE1 réussissent bien à l'épreuve *IME*. En particulier, nous postulons que la stratégie graphophonologique de lecture chez ces élèves est relativement automatisée et qu'elle implique probablement à ce stade des unités plus larges que les graphèmes et les phonèmes, d'où la diminution de la charge mnésique imposée à la boucle phonologique. Notons que les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique de lecture ne sont pas corrélés significativement avec les épreuves de MCT verbale et cela ni enfin de CP ni en fin de CE1.

Pour ce qui est des résultats longitudinaux, les résultats montrent que la MCT verbale mesurée en début et en fin de GSM (T1-T2) donc chez les enfants prélecteurs ne prédit pas leurs performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits en fin de CP (T3). De plus, les performances aux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) et en début de CE1 (T1) ne prédisent pas les performances des sujets au niveau de la reconnaissance des mots écrits en fin de CE1 (T2-T3). De même, les performances en MCT verbale des sujets en début de CP (T1) ne prédisent pas leurs performances au niveau des stratégies graphophonologique et orthographique de lecture en fin de CP (T2) et elles ne prédisent aucune des notes de lecture en fin de CE1 (T3). Notons cependant que la MCT mesurée en début de CP (T1) prédit significativement les performances aux items corrects et à la note globale de l'épreuve *IME* en fin de CP (T2). Il est à signaler toutefois que cette deuxième corrélation peut être due

à la première. Ainsi, à partir de l'ensemble de ces résultats, nous pouvons dire que, d'une manière générale, les performances en MCT verbale des sujets tout-venant ne prédisent pas leurs performances ultérieures au niveau de la reconnaissance des mots écrits. Pour ce qui est du sens opposé de la relation, nos résultats montrent que les performances lexiques mesurées en début de CP (T1) prédisent significativement les performances aux deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) et qu'elles continuent même à prédire significativement la MCT verbale mesurée en fin de CE1 (T3). De même, les performances au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture évaluée en fin de CP (T2) prédisent significativement les performances au niveau d'une des épreuves de MCT verbale (*MCD*) passées en fin de CE1 (T3). Notons toutefois que toutes les autres corrélations entre les scores de lecture obtenus en fin de CP (T2) et les performances au niveau des épreuves de MCT verbale passées en fin de CE1 (T3) ne sont pas significatives. Ainsi, dans l'analyse de régression multiple ayant pour VD le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3), les résultats ne montrent aucun lien significatif entre cette VD et les scores de lecture obtenus à T2. En revanche, l'épreuve de lecture passée en début de CP (T1) prédit significativement la VD. De plus, la corrélation entre ces deux variables est plus importante que celle entre la VD et la MCT verbale passée à T1. En d'autres termes, la qualité de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) prédit d'une manière plus importante la MCT verbale évaluée en fin de CE1 (T3) que la MCT verbale elle-même évaluée en début de CP (T1). En somme, les résultats de l'analyse longitudinale des données montre que c'est bien la lecture et en particulier l'entrée dans l'écrit qui constitue le principal stimulateur dans la relation développementale entre la reconnaissance des mots écrits et la MCT verbale. Notons que ce résultat est contraire à nos attentes. En fait, nous nous attendions à ce que ce schéma caractérise la relation développementale entre la reconnaissance des mots écrits et la MT complexe mais pas celle entre la reconnaissance des mots écrits et la MCT verbale. Cependant, en prenant en compte l'ensemble des résultats transversaux et longitudinaux, nous pouvons poser l'hypothèse selon laquelle, en début d'apprentissage de la lecture, la reconnaissance des mots écrits est liée aux performances en MCT verbale (résultats transversaux) sans pour autant que la réussite à cette tâche ne dépende des performances antérieures des sujets aux épreuves de MCT verbale et cela chez les sujets tout-venant qui ne présentent a priori pas de déficits à ce niveau (les performances en MCT verbale mesurées en fin de GSM ne prédisent pas les performances en lecture en fin de CP). Par la suite, l'introduction de l'écrit stimule la MCT verbale et favorise son développement.

Quant à l'hypothèse concernant les liens entre les scores à l'épreuve *IME* et la MCT visuo-spatiale, nos résultats la confirment. En effet, nous relevons d'abord des corrélations significatives entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et la note globale à l'épreuve *IME* et cela aussi bien en CP qu'en CE1. Notons toutefois que ces corrélations ne semblent pas refléter les mêmes types d'associations dans les deux niveaux scolaires. En effet, en fin de CP, la seule corrélation significative relevée entre les sous-notes à l'épreuve *IME* et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* concerne les items PLE mesurant la stratégie graphophonologique. Ce résultat peut être lié au fait que, comme le suggère notre hypothèse, ces deux tâches impliquent le recodage verbal d'une information présentée visuellement ainsi que le stockage d'informations dans le stock phonologique. Contrairement, aux résultats des élèves de CP, les résultats des élèves de CE1 ne révèlent pas de liens significatifs entre les scores aux items PLE et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète*. Ce résultat peut aussi être expliqué par la relative automatisation de la stratégie graphophonologique chez ces sujets. En revanche, en CE1, nous relevons une corrélation significative entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique de lecture. Nous avons posé trois hypothèses pour tenter d'expliquer ce résultat : la première postule qu'en CE1, quand la stratégie orthographique commence à devenir efficace, elle implique la MCT visuo-spatiale pour le maintien de l'information graphique avant sont traitement. Ainsi, les mots écrits et en particulier les mots irréguliers identifiés par adressage seraient maintenus dans la composante visuelle de la MT en vue d'être traités. Notons que cette hypothèse est soutenue par l'absence de liens significatifs entre les scores aux items HP et les scores aux épreuves de MCT verbale. Ainsi, ces résultats vont dans le sens d'un stockage visuel plutôt que d'un stockage verbal en MCT. La deuxième hypothèse associe les liens entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores aux items HP au fait que ces deux épreuves impliquent aussi un recodage verbal d'une information visuo-spatiale. Ainsi, ces deux épreuves nécessitent l'association d'une information visuelle à une information verbale. Notons cependant que cette deuxième hypothèse est moins probable que la première en raison de l'absence de liens significatifs entre les scores aux items HP et les scores aux épreuves de MCT verbale en CE1. Enfin, selon la troisième hypothèse, les liens observés entre la MCT visuo-spatiale et les scores aux items HP peuvent être expliqués par l'implication de la MT complexe dans l'ensemble de ces tâches. Nous rappelons en effet que l'exploration de l'organisation structurale de la MT en CE1 avait montré que la MCT visuo-spatiale n'est pas dissociable de la MT complexe à ce niveau du développement. L'hypothèse avancée alors pour rendre compte de ce résultat est

que, à ce niveau du développement, la MCT visuo-spatiale ne serait pas encore spécialisée et qu'elle impliquerait par suite un certain traitement lié à l'administrateur central. Au niveau longitudinal, les résultats montrent d'abord que les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* obtenus en fin de GSM (T2) ne prédisent pas les notes de lecture obtenues en fin de CP (T3). De même, les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* obtenus en fin de CP (T2) ne prédisent pas les scores de lecture obtenus en fin de CE1 (T3). Pour ce qui est du sens opposé de la relation, les résultats montrent que les performances en lecture en début de CP (T1) ne prédisent pas les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CP (T2) ou en fin de CE1 (T3). En revanche, les performances au niveau de la stratégie orthographique de lecture évaluée en fin de CP (T2) prédisent significativement les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CE1 (T3). Pour expliquer ce résultat, nous pouvons poser plusieurs hypothèses en lien avec celles avancées précédemment. Ainsi, nous pouvons supposer que l'utilisation de la stratégie orthographique de lecture stimule en quelque sorte la capacité de stockage de l'information visuo-spatiale. De même, nous pouvons supposer que cette stratégie de lecture favorise et stimule l'utilisation de la répétition subvocale pour le recodage verbal de l'information visuo-spatiale. Enfin, ce résultat peut être expliqué par le fait que l'utilisation de la stratégie orthographique de lecture serait liée à la MT complexe qui semble être impliquée dans les tâches de MCT visuo-spatiale en CE1.

En ce qui concerne les hypothèses posées par rapport à la relation entre la MT complexe et la reconnaissance des mots écrits, nos résultats confirment d'abord notre hypothèse suggérant l'existence de liens transversaux significatifs entre ces deux habiletés. En effet, nous relevons en général des corrélations significatives entre l'identification des mots écrits et la MT complexe et cela aussi bien en CP qu'en CE1. Ainsi, en CP, chacune des notes de l'épreuve *IME* est corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe. Notons particulièrement que la corrélation la plus importante en CP concerne les scores aux items PLE. Cela peut être dû au fait qu'à ce niveau scolaire la stratégie graphophonologique est toujours relativement laborieuse et que la réussite aux items PLE nécessite la conversion des graphèmes en phonèmes, le maintien des unités phonologiques obtenues en MCT puis la réalisation d'une tâche cognitive supplémentaire qui consiste à assembler ces unités. En CE1, toutes les notes de lecture sont corrélées significativement avec une des épreuves de MT complexe et cela à l'exception de la note aux items PS. Il est à signaler toutefois que ces items saturent en fin de CE1 (effet plafond). En fait, les scores à ces items ne sont corrélés significativement avec aucune des épreuves de mémoire. Notons

cependant qu'en CE1, contrairement aux résultats obtenus en CP, la corrélation la plus importante entre les notes de lecture et les scores aux épreuves de MT complexe concerne les items HP. Ce résultat rejoint l'hypothèse selon laquelle la stratégie graphophonologique serait relativement automatisée en fin de CE1. Ainsi, la réussite aux items PLE nécessite moins l'implication des ressources de l'administrateur central. En revanche, les élèves de fin de CE1 commencent à profiter de la stratégie orthographique de lecture. Les liens que nous retrouvons alors entre la mesure de cette stratégie (item HP) et la MT complexe peuvent être expliqués en terme d'alternance. Ainsi, les élèves de CE1 passent d'une stratégie à l'autre lors de l'identification des mots irréguliers et, comme nous l'avons déjà signalé auparavant, l'alternance est une des fonctions de l'administrateur central. Notons que cette notion d'alternance entre différentes stratégies peut aussi rendre compte des liens significatifs observés entre les performances globales à l'épreuve *IME* et les scores à en MT complexe. De même, elle peut aussi expliquer les liens significatifs obtenus en CP entre les scores aux items HP et la MT complexe. En somme, nous pouvons dire que la MT complexe est généralement liée à l'identification des mots écrits et cela en fin de CP et en fin de CE1, ce qui confirme notre hypothèse.

Nous rappelons que ces résultats concernant les liens entre les scores aux épreuves de mémoire - en particulier aux épreuves de MT complexe - et les scores aux épreuves de lecture doivent être traités avec précaution et cela surtout pour ceux obtenus avec les élèves de CP. En effet, bien que certains changements commencent à apparaître au niveau de la MT en fin de CP, celle-ci reste non différenciée. Pour cela, nous avons exploré les liens entre les scores à l'épreuve *IME* et le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) dans l'analyse factorielle appliquée à l'ensemble des scores de mémoire. Ainsi, dans le cadre de l'analyse de régression multiple ayant pour variable dépendante les scores factoriels de ce facteur de mémoire, nous notons que les scores aux items HP ne présentent pas de liens significatifs avec cette composante mnésique. Donc, en fin de CP, la stratégie orthographique d'identification des mots écrits ne semble pas être liée au système encore non différencié de la MT. Ce résultat n'est pas anodin sachant que cette stratégie n'est pas encore vraiment efficace à ce niveau des apprentissages. Notons que, dans cette analyse de régression, la corrélation la plus importante est celle entre le facteur de mémoire et les scores aux items PLE qui expliquent environ un quart de la variance du facteur de mémoire. De plus, une fois la note PLE dans l'équation, toutes les autres corrélations deviennent non significatives. En d'autres termes, en fin de CP, la seule composante de l'épreuve *IME* qui explique une part unique de la

variance de la structure encore non différenciée de la MT est la stratégie graphophonologique de lecture. Ce résultat montre que la stratégie graphophonologique de lecture explique aussi en quelque sorte les liens significatifs entre les autres notes de lecture et le facteur de mémoire. Ainsi, la stratégie graphophonologique serait impliquée dans l'identification des mots des items C et PS ce qui expliquerait leurs liens significatifs avec le facteur de mémoire. Notons de plus que le fait que la stratégie graphophonologique de lecture explique une part relativement importante de la variance du facteur de mémoire rejoint notre hypothèse selon laquelle l'identification des mots écrits, en particulier la stratégie graphophonologique, serait à la base de la différenciation de la MT. Cependant, ce résultat n'est pas suffisant pour confirmer cette hypothèse.

Notons que les résultats des corrélations partielles entre, d'une part, les facteurs respectifs de mémoire (VD) obtenus en CE1 et, d'autre part, les scores à l'épreuve *IME* sont conformes à ceux des corrélations simples. En fait, cela est prévisible sachant que, à part pour la MCT visuo-spatiale, la MT est relativement différenciée à ce niveau du développement. Ainsi, les corrélations partielles effectuées dans le cadre des analyses de régression multiples ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus montrent une absence de corrélations significatives entre, d'une part, le facteur identifié comme étant un facteur de MCT verbale et, d'autre part, les scores à l'épreuve *IME*. De même, les corrélations partielles entre le deuxième facteur identifié comme étant un facteur de MT complexe et les scores à l'épreuve *IME* sont significatives pour les items PLE et HP ainsi que pour la note globale. En d'autres termes les stratégies graphophonologique et orthographique de lecture ainsi que les performances globales au niveau de l'identification des mots écrits présentent des liens avec la MT complexe[4]. Il est à signaler que la corrélation significative entre les scores aux items correctement orthographiés et la MT complexe observée dans le cadre de l'analyse de corrélation simple n'apparaît pas dans le cadre des corrélations partielles entre ces items et le facteur de MT complexe. En effet, la corrélation entre ces items et les scores factoriels du facteur de MT complexe est non significative statistiquement. Notons de plus que, parmi l'ensemble des notes à l'épreuve *IME*, c'est la note globale qui entre dans l'équation de régression et qui rend compte d'environ un quart de la variance du facteur de MT complexe. En d'autres termes, les performances générales au niveau de l'identification des mots écrits expliquent un quart de la variance de la MT complexe chez les élèves de CE1. Ces

[4] Des résultats différents ont été obtenus dans l'analyse de régression effectuée sur les scores des élèves de CE1 à T3. Nous n'avons pas pu expliquer cette différence. Toutefois, nous gardons les données obtenues à T2 pour la suite de l'analyse sachant que l'effectif du groupe est plus important à ce temps d'évaluation.

performances peuvent être éventuellement liées à la qualité des différentes stratégies d'identification des mots écrits, à la qualité de l'alternance entre ces différentes stratégies ou à la qualité de l'ensemble de ces habiletés. Il est à signaler qu'une fois la note globale dans l'équation, toutes les corrélations entre les scores à l'épreuve de lecture et le facteur de MT complexe deviennent non significatives. Enfin, il est à noter que la corrélation partielle entre le facteur de MT complexe et les items HP est plus importante que celle entre le facteur de MT complexe et les items PLE. Ce résultat est dû au fait que la corrélation entre les scores en MT complexe et les scores aux items HP est plus élevée que celle entre les scores en MT complexe et les scores aux items PLE. De plus, les items HP sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve de MCT visuo-spatiale qui fait partie du facteur de MT complexe, ce qui n'est pas le cas des items PLE.

En bref, nous pouvons dons dire qu'en fin de CP c'est la stratégie graphophonologique de lecture qui est la plus liée au système encore non différencié de la MT. En revanche, en fin de CE1, c'est la stratégie orthographique de lecture qui devient la plus liée au facteur de MT complexe incluant la MCT visuo-spatiale et aucune des notes de lecture n'est lié au facteur de MCT verbale.

Quant à l'hypothèse selon laquelle les performances en MT des sujets prélecteurs ne prédisent pas leurs performances en lecture des années plus tard, nos résultats la confirment. En effet, les scores aux épreuves de mémoire passées à T1 et à T2 par les élèves de GSM ne prédisent généralement pas leurs performances à l'épreuve *IME* passée à T3 alors qu'ils sont en fin de CP. En effet, la seule corrélation significative est celle entre les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse* (T2) mesurant la MT complexe et les scores aux items correctement orthographiés de l'épreuve *IME* passée à T3. Il est à signaler cependant que certaines des corrélations sont relativement élevées bien que non significatives. Toutefois, les corrélations entre, d'une part, les deux épreuves censées mesurer la MT complexe et, d'autre part, les notes PLE, HP et la note globale à l'épreuve *IME* sont faibles. Ainsi, les mesures de MT complexe obtenues en fin de GSM ne prédisent pas les performances au niveau des stratégies graphophonologique et orthographique de reconnaissance des mots écrits en fin de CP. Ce résultat est à traiter cependant avec précaution si l'on prend en considération nos interprétations antérieures concernant la MT en GSM. En effet, dans le chapitre précédent, nos résultats ont montré que le système de MT n'est pas différencié en GSM. Pour cela, nous avons observé les corrélations entre le facteur de MT obtenu en GSM et les scores à l'épreuve *IME* obtenus en fin de CP. Les résultats montrent que les scores du système encore non

différencié de la MT chez les enfants de GSM ne prédisent pas significativement les scores de lecture un an après. En d'autres termes, les mesures de mémoire relevées chez des enfants prélecteurs ne prédisent pas leurs performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits après un an d'apprentissage scolaire explicite. Comme nous l'avons signalé auparavant, ce résultat confirme notre hypothèse. Notons de plus que nos résultats obtenus avec les élèves initialement en CP montrent que les scores aux différentes épreuves de mémoire passées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances de ces élèves au niveau de la reconnaissance des mots écrits en fin de CE1 (T3).

Enfin, nos résultats soutiennent aussi notre hypothèse selon laquelle les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP prédisent les performances en MT complexe des mois plus tard (fin de CP et fin de CE1). En effet, les performances au niveau de la lecture en début de CP (T1) prédisent significativement les scores à une des épreuves de MT complexe (*MCI*) passées en fin de CP (T2) et ils continuent même à prédire les scores à cette épreuve en fin de CE1 (T3). La première association relevée est toutefois à prendre avec précaution sachant que nos résultats montrent que la MT n'est pas encore vraiment différenciée en CP. Notons toutefois que les résultats de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) montrent que les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) présentent une corrélation plus importante avec le système encore non différencié de la MT obtenu en fin de CP (T2) et cela par comparaison aux scores de lecture du même moment (IME-T2). De plus, c'est la note aux items PLE obtenue en fin de CP (T2) et mesurant la stratégie graphophonologique de lecture qui est les plus corrélée avec le facteur de mémoire parmi les autres notes de lecture du même moment. Ces résultats rejoignent notre hypothèse selon laquelle c'est l'entrée dans l'écrit qui stimule le développement de la MT et peut-être même sa différenciation et que c'est surtout la stratégie graphophonologique de lecture qui joue le rôle le plus important à ce niveau. Notons que, dans cette même analyse de régression, la note à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* mesurant la MCT verbale et passée à T1 présente une corrélation avec le facteur de mémoire presque équivalente à la corrélation entre la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et le facteur de mémoire. En d'autres termes, la note de lecture et la note de MCT verbale obtenues à T1 prédisent le facteur de mémoire obtenu à T2 d'une manière équivalente. Cette note de MCT verbale entre dans l'équation de régression avec la note PLE obtenue à T2 et la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* obtenue à T1. Ces trois variables expliquent environ la moitié de la variance du facteur unique de mémoire

obtenu en fin de CP. Ainsi, les performances au niveau de la MCT verbale et de l'entrée dans l'écrit évaluées en début de CP (T1) ainsi que les performances au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture évaluée en fin de CP (T2) expliquent environ la moitié de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP. Nous rappelons que certains changements commencent à apparaître au niveau de la MT à ce niveau du développement. Nous posons en fait l'hypothèse selon laquelle ce changement serait dû en partie au rôle joué par l'entrée dans l'écrit qui, nous le rappelons, prédit d'une manière importante ce facteur de mémoire. Cette dernière hypothèse est soutenue par les résultats montrant que l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) continue à prédire significativement une des épreuves de MT complexe (*MCI*) en fin de CE1 (T3) et qu'elle prédit aussi significativement le facteur que nous avons identifié comme étant un facteur de MT complexe en fin de CE1 (T3). Notons de plus que les scores aux items PLE et aux items HP de l'épreuve *IME* obtenus en fin de CP (T2) prédisent significativement les performances au niveau de l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse* mesurant la MT complexe en fin de CE1 (T3) et que les items HP sont même corrélés significativement avec le facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1 (T3). Ainsi, comme nous l'avons déjà signalé auparavant, ces résultats soutiennent notre hypothèse selon laquelle la reconnaissance des mots écrits prédit les performances en MT complexe.

Suite à la confirmation de ces deux dernières hypothèses, nous pouvons dire que nos résultats soutiennent notre hypothèse générale selon laquelle l'entrée dans l'écrit stimulerait le développement et peut-être même la différenciation de la MT.

Il est à signaler que les analyses de régression multiples réalisées dans ce chapitre nous ont fourni des informations supplémentaires concernant les facteurs de mémoire présentés précédemment. En effet, notre hypothèse selon laquelle le facteur unique obtenu en fin de CP (T2) est un facteur de MCT verbale est soutenue par l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3). Ainsi, le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (Variable Indépendante) est très fortement corrélé au facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 ($r = 0,65$, $p < 0,0001$) et il explique à lui seul environ 41 % de la variance de ce dernier facteur. De plus, les résultats de ce chapitre soutiennent aussi l'hypothèse d'un changement survenant au niveau de la boucle phonologique vers la fin du CP (enfants âgés environ de sept ans). En effet, alors que le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) explique environ 41 % de la variance du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3), la mesure de MCT verbale obtenue en début de CP (T1) n'explique qu'environ 29

% de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2). Ce résultat peut être lié à l'apparition de la répétition subvocale vers la fin du CP.

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré les liens entre la MT et la lecture chez les sujets tout-venant participant à notre étude. Nous avons ainsi montré que la MCT verbale est liée à la lecture en début d'apprentissage de la lecture mais qu'elle ne prédit pas les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits évaluée des mois plus tard. En fait, les résultats de l'étude longitudinale des données ont montré que c'est la lecture qui est le principal stimulateur dans la relation développementale entre ces deux habiletés. En ce qui concerne les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* et au niveau des épreuves de lecture, nos résultats révèlent l'existence de liens transversaux et longitudinaux entre les scores obtenus. Enfin, nos résultats ont montré que c'est la lecture qui constitue le principal stimulateur dans la relation développementale entre elle et la MT complexe. Ces résultats seront discutés à la lumière des données des études antérieures à la fin de cette thèse, dans le chapitre consacré à la discussion générale. Notons toutefois que ces résultats soutiennent notre hypothèse générale selon laquelle la lecture stimulerait le développement de la MT. Dans le chapitre suivant, nous allons vérifier si les liens observés entre la lecture, en particulier l'entrée dans l'écrit, et la MT sont spécifiques ou s'ils sont plutôt liés à des facteurs linguistiques, phonologiques ou métaphonologiques plus généraux.

Chapitre VI

La Spécificité des Liens entre la Mémoire de Travail et la Lecture

Introduction de Données de Conscience Phonologique et de Langage Oral dans les analyses

Dans le chapitre précédent, nous avons exploré les liens entre les différents composants de la MT et la lecture chez les sujets tout-venant qui ont participé à notre étude. En général, les résultats obtenus soutiennent notre hypothèse générale selon laquelle la reconnaissance des mots écrits jouerait un rôle au niveau du développement de la MT. Dans ce chapitre, nous examinerons, à travers un ensemble d'analyses de régression multiples, la hiérarchie des liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture, les différents aspects du langage oral et la conscience phonologique. En fait, nous visons à travers cela à vérifier si l'implication de la lecture dans le développement de la MT est spécifique ou si elle est plutôt liée à des habiletés linguistiques, métalinguistiques ou phonologiques plus générales. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des hypothèses de ce chapitre. Nous passerons ensuite à la présentation des participants à cette partie de l'étude. Après cela, nous exposerons la procédure suivie ainsi que les épreuves utilisées pour l'évaluation de la conscience phonologique et du langage oral. Ensuite, nous présenterons les résultats obtenus et nous finirons par une synthèse et une analyse générale des résultats.

I. Les Hypothèses

L'hypothèse principale de ce chapitre est que la variance en MT expliquée par la lecture demeure importante malgré l'introduction dans l'analyse de données de langage oral ou de conscience phonologique. Ainsi, nous supposons que la lecture, en particulier l'entrée dans l'écrit, joue un rôle important dans le développement de la MT et que ce rôle ne se limite pas à celui partagé avec les connaissances linguistiques, métalinguistiques ou phonologiques générales des sujets.

De plus, nous visons à travers ce chapitre à explorer les liens entre les scores des sujets aux différentes épreuves de mémoire et leurs scores aux épreuves de conscience phonologique et de langage oral.

II. Les participants :

Les sujets concernés par cette partie de l'étude sont les élèves initialement en CP des chapitres précédents. En effet, notre but est de vérifier si l'identification des mots écrits en tout début d'apprentissage de la lecture (début de CP-T1) présente des liens uniques avec la MT évaluée des mois plus tard (fin de CP-T2 et fin de CE1-T3) et cela au-delà de ceux partagés avec les habiletés liées à la conscience phonologique et au langage oral[1]. Nous rappelons que ces élèves sont des sujets tout-venant qui ont été évalués à trois temps différents : en octobre 2005 (T1), en juin 2006 (T2) et en juin 2007 (T3). Ils étaient alors respectivement en début de CP, en fin de CP puis en fin de CE1. Leur effectif était de 49 en CP et de 44 en CE1. Leurs moyennes d'âge étaient respectivement de 6,17 à T1 (DS = 0,39), de 6,90 ans (DS = 0,39) à T2 et de 7,50 (DS = 0,32) à T3 (pour plus de détails, cf., Chapitre IV, p.95).

III. Le Matériel et La Procédure

Dans cette partie du chapitre, nous allons présenter la procédure suivie ainsi que les épreuves utilisées pour l'évaluation de la conscience phonologique et des différents aspects du langage oral. Nous rappelons que la procédure suivie et le matériel utilisé pour évaluer la lecture et les différentes composantes de la MT ont été présentés dans les chapitres précédents.

Les épreuves de conscience phonologique et de langage oral ont été passées à T1 donc en octobre 2005. Nous rappelons qu'elles sont destinées uniquement aux élèves de CP. Il s'agit de l'épreuve *Chimères* évaluant la conscience phonologique et des épreuves *Lexique en Réception, Lexique en Production, Compréhension Orale, Production d'Enoncés et Répétition de Mots* évaluant les différents aspects du langage oral. L'ensemble de ces épreuves fait partie de la batterie BILO-2 (Khomsi, 2007). Cette batterie a été passée en une séance individuelle

[1] Les élèves de GSM et de CE1 ont passé les épreuves de langage oral à T1. Les élèves de CE1 ont passé aussi l'épreuve de conscience phonologique. Cependant, par souci d'économie, ces résultats ne seront pas traités dans cette thèse. Nous espérons cependant les publier ultérieurement.

de trente minutes environ. Nous rappelons qu'à T1 les élèves de CP ont aussi passé l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* (EC-2, Khomsi, 2007) évaluant la MCT verbale et l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs*. L'ensemble des passations a été réalisé dans une salle calme où seul l'examinateur (orthophoniste) est présent avec l'enfant. Elles ont été effectuées pendant les heures de cours : l'enfant sort du cours pour la durée de l'évaluation.

A T2 et à T3, donc en fin de CP et en fin de CE1 respectivement, ce groupe a passé l'épreuve *Identification des mots écrits* ainsi que deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe et une épreuve de MCT visuo-spatiale. L'ensemble de ces épreuves ainsi que leurs modalités de passation sont présentés dans les chapitres précédents. Nous allons maintenant passer à la présentation de l'épreuve de conscience phonologique et des cinq épreuves de langage oral.

1. L'épreuve de conscience phonologique

Chimères (BILO-2, Khomsi, 2007)

Cette épreuve informatisée permet d'évaluer la conscience phonologique et en particulier la conscience syllabique des enfants. Notons que l'expression « conscience phonologique » est souvent utilisée pour désigner certaines habiletés de traitement phonémique. Toutefois, cette notion peut concerner aussi des unités plus larges que les phonèmes. Ainsi, certaines tâches de manipulation syllabique nécessitant un traitement explicite (segmentation, suppression, inversion, assemblage, etc.) sont considérées comme des tâches de conscience phonologique (Gombert & Colé, 2000 ; cf. Lacroix & al., 2007).

L'épreuve *Chimères* consiste donc en une épreuve de manipulation syllabique. Elle est constituée de six items précédés d'un essai. La tâche de l'enfant consiste à isoler puis à assembler des syllabes. En fait, l'épreuve se décompose en trois tâches :

- L'enfant voit une première image d'un animal qu'il doit dénommer. Ensuite, il doit tenter d'isoler la première syllabe du mot correspondant.
- L'enfant voit une deuxième image d'un autre animal qu'il doit aussi dénommer. Ensuite, il doit essayer d'isoler la dernière syllabe du mot correspondant.
- L'enfant voit une image représentant un nouvel animal constitué de la moitié de l'animal de la première image et de la moitié de celui de la seconde image. Sa tâche consiste à dénommer le nouvel animal en assemblant les deux syllabes obtenues à partir des deux premières images.

Exemple : ***mou****ton* *éléphant* ***mouphant***

L'examinateur valide chaque réponse (3 réponses par item) en tapant 0 pour une réponse incorrecte et 1 pour une réponse correcte. La validation de la réponse provoque le passage à l'étape suivante et la validation de la réponse fournie pour la tâche d'assemblage permet de passer automatiquement à l'item suivant. Quatre notes sont obtenues à partir de cette épreuve : une note globale correspondant au nombre d'étapes réussies dans l'ensemble des items ; une note relative au nombre de réussites à la tâche « isoler la syllabe initiale » ; une note relative au nombre de réussites à la tâche « isoler la syllabe finale » ; une note relative au nombre de réussites à la tâche « assembler les deux syllabes ». La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'annexe IV (p.333).

2. Les épreuves de langage oral (BILO-2, Khomsi, 2007)

Toutes les épreuves de langage oral sont informatisées.

Lexique en Réception

Cette épreuve permet d'évaluer, comme son intitulé l'indique, le lexique en réception des sujets. Elle est constituée de 21 items. A chaque item, l'enfant entend un mot et doit choisir parmi quatre images celle qui correspond au mot entendu. L'enfant clique lui-même sur l'image et cela permet de passer directement à l'item suivant. Il est à noter que les images n'ont pas été choisies au hasard et cela pour comprendre les stratégies utilisées par les sujets. En effet, on retrouve dans chaque item :

- l'image correspondant au mot cible (ex : mot entendu = short ; image = short).
- un distracteur sémantique (ex : mot entendu = short ; image = pantalon). Ce type d'images peut être désigné dans le cas où la représentation liée au mot cible n'est pas stable chez le sujet concerné.
- un distracteur phonologique (ex : mot entendu = short ; image = porte). Le mot correspondant à l'image est, dans ce cas, un voisin phonologique du mot cible.
- Un quatrième distracteur qui ne présente aucun lien avec le mot cible (ex : portière). Ce type d'item n'est désigné que lorsque le sujet ne connaît pas le mot et qu'il désigne une image par hasard**.**

A partir de cette épreuve, nous avons retenu pour notre étude une seule note. Il s'agit de la note LexR qui correspond au nombre total d'items réussis. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe V (p. 334-335).

Lexique en Production

Cette épreuve est constituée de quarante-huit items dont la moitié est composée de substantifs (ex : *parapluie*) et l'autre moitié de verbes (ex : *dormir*). La tâche de l'enfant consiste à dénommer, l'une après l'autre et sans contrainte de temps, des images qui apparaissent sur l'écran. Ces images représentent soit des objets soit des actions. Dans le premier cas, la question adressée à l'enfant est « *Qu'est-ce que c'est ?* » et la réponse est donc un substantif. Dans le deuxième cas, la question est « *Qu'est-ce qu'il fait ?* » et la réponse est un verbe. Une seule note est retenue de cette épreuve. Il s'agit de la note globale LexP qui correspond au nombre total d'items réussis. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe V (p.335-337).

Compréhension Orale

Cette épreuve permet d'évaluer la Compréhension Orale d'énoncés. Elle est constituée de 26 items dont 20 sont à contenu imagé (ex : *Le chat est derrière la chaise*) et 6 à contenu inférentiel (ex : *La petite fille est-elle tombée ?*). Dans cette épreuve, l'enfant entend une phrase et voit quatre images. Sa tâche consiste à cliquer sur l'image qui correspond à la phrase entendue. Chaque clic permet de passer à l'item suivant. Parmi les images, une correspond à l'image cible et trois sont des distracteurs. Suite à cette épreuve, nous avons retenu pour notre étude une seule note: la note CO qui correspond au nombre total d'items réussis. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe V (p.337-338).

Production d'Enoncés

Cette épreuve a une visée principalement morphosyntaxique. Elle est constituée de vingt items et consiste en une tâche de complétion de phrases. Dans cette épreuve, l'enfant voit une première image et entend un énoncé qui lui correspond. Ensuite, il voit une autre image et il entend un début d'énoncé. Sa tâche consiste alors à compléter cet énoncé en effectuant les changements morphosyntaxiques nécessaires pour qu'il corresponde à la seconde image. Une seule note ProdE est fournie à partir de cette épreuve, il s'agit d'une note globale qui représente la somme des points obtenus à l'ensemble des items. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe V (p.339-340).

Répétition de Mots

Cette épreuve est destinée à évaluer la phonologie en production. La tâche de l'enfant consiste à répéter des mots qui varient en longueur, en complexité phonologique et en familiarité. Cette épreuve comprend trente-deux items et fournit une seule note RépM qui

représente le nombre total d'items réussis. La consigne et les items de cette épreuve sont présentés dans l'Annexe V (p.340-341).

Il est à signaler que ces épreuves ont été choisies pour différentes raisons : L'épreuve *Chimères* a été choisie parce qu'elle est adaptée aux enfants en début d'apprentissage de la lecture. Ainsi, nous avons choisi une épreuve de manipulation syllabique plutôt qu'une épreuve de manipulation phonémique pour qu'elle soit vraiment accessible aux jeunes enfants de début de CP. Nous rappelons de plus que certains auteurs ont montré que les habiletés de traitement phonologique concernant des unités plus larges que le phonème sont primordiales pour l'apprentissage de la lecture (Goswami, 1999 ; Goswami et Bryant, 1990 ; Goswami et East, 2000). Pour les épreuves de langage oral, la batterie BILO-2 (Khomsi, 2007) a été utilisée parce qu'elle permet de mesurer d'une manière simple et économique les différents aspects du langage oral. Notons que, comme pour les épreuves d'identification des mots écrits, notre connaissance et notre maîtrise de ces épreuves ont aussi guidé notre choix.

IV. Les Résultats

Dans cette partie, nous commencerons par la présentation des résultats concernant les liens entre la MT, l'identification des mots écrits et la conscience phonologique et nous passerons ensuite aux résultats concernant les liens entre la MT, l'identification des mots écrits et les différents aspects du langage oral.

1. La MT, la Lecture et la Conscience Phonologique

Dans cette partie, nous explorerons les liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture et la conscience phonologique et cela chez les sujets qui ont passé l'épreuve *Chimères* évaluant la conscience phonologique à T1 (élèves de CP à T1). Pour cela, nous commencerons par la présentation des résultats des statistiques descriptives effectuées sur les scores de conscience phonologique avant de passer à l'exposé des résultats des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *Chimères* et les scores aux épreuves de lecture et de mémoire. Nous finirons cette partie par un ensemble d'analyses de régression multiple ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus à T2 et à T3 et comme variables indépendantes les scores aux épreuves de lecture et de MCT verbale passées à T1 ainsi que les notes de l'épreuve *Chimères*. Nous rappelons que l'épreuve *Chimères* a fourni quatre notes

relatives respectivement à la note globale à l'épreuve et aux tâches d'isolation de la syllabe initiale, d'isolation de la syllabe finale et d'assemblage.

Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à T1 à l'épreuve Chimères

En ce qui concerne l'épreuve *Chimères*, les moyennes des élèves de CP (cf. tableau VI-1) sont respectivement de 8,22 (DS = 4,17) pour la note globale (note maximum = 18), de 4,63 (DS = 1,82) pour la tâche d'isolation de la syllabe initiale (note maximum = 6), de 2,14 (DS = 1,97) pour la tâche d'isolation de la syllabe finale (note maximum = 6) et de 1,45 (DS = 1,74) pour la tâche d'assemblage (note maximum = 6). Il est à signaler que ces moyennes se situent autour du cinquantième centile des scores de la population d'étalonnage. Notons toutefois que nos sujets constituent une partie de cette population.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Chimères-T1	49	8,22	0,00	18,00	4,17
Syllabe Initiale-T1	49	4,63	0,00	6,00	1,82
Syllabe Finale-T1	49	2,14	0,00	6,00	1,97
Assemblage-T1	49	1,45	0,00	6,00	1,74

Tableau VI-1. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à T1 à l'épreuve *Chimères*.

Corrélations simples entre les scores des élèves en CP à T1 et T2, en CE1 à T3 aux épreuves de conscience phonologique, de lecture et de mémoire

Dans cette partie, nous présenterons les résultats des corrélations simples entre, d'une part, les scores à l'épreuve *Chimères* et, d'autre part, les scores aux épreuves de lecture et aux épreuves de mémoire obtenus avec les élèves en CP à T1 et T2, en CE1 à T3. Pour cela, nous commencerons par la présentation des corrélations entre les scores aux épreuves passées à T1. Nous passerons ensuite aux corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 et les scores aux épreuves passées à T2. Nous finirons par la présentation des résultats des corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 et les scores aux épreuves passées à T3.

- Corrélations entre les scores aux épreuves passées à T1 :

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves en CP à T1 (cf. tableau VI-2) révèlent une association statistiquement significative entre les scores à

l'épreuve de lecture et les scores à l'ensemble des tâches de l'épreuve de conscience phonologique (0,48 < r < 0,56 ; p < 0,001) à l'exception des scores à la tâche d'isolation de la syllabe initiale (r = 0,09 ; p > 0,5). De même, les scores à l'épreuve de MCT verbale sont corrélés significativement avec les scores à l'ensemble des tâches de l'épreuve de conscience phonologique (0,29 < r < 0,36 ; p < 0,5) à l'exception des scores à la tâche d'isolation de la syllabe initiale (r = 0,21 ; p > 0,05). Il est à signaler que cette tâche d'isolation de la syllabe initiale n'est pas corrélée significativement non plus avec la tâche d'isolation de la syllabe finale (r = 0,14 ; p > 0,05) et la tâche d'assemblage (r = 0,15 ; p > 0,05) de la même épreuve. Elle est néanmoins corrélée avec la note globale de l'épreuve *Chimère* (r = 0,57 ; p < 0,0001). Nous rappelons toutefois que la note d'isolation de la syllabe initiale fait partie de la note globale à l'épreuve *Chimère.*

	Chimères	**Syllabe-I**	**Syllabe-F**	**Assemblage**
Chimères	1,00			
Syllabe-I	0,57****	1,00		
Syllabe-F	0,85****	0,14	1,00	
Assemblage	0,84****	0,15	0,76****	1,00
LAL	0,50***	0,09	0,48***	0,56****
MMD	0,36*	0,21	0,29*	0,31*

Tableau VI-2. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CP à T1 à l'épreuve *Chimères* ainsi que leurs scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs (LAL)* et à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*. *p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 et les scores obtenus à T2

Nous rappelons que les élèves initialement en CP ont passé l'épreuve de conscience phonologique (*Chimères*) à T1 et qu'ils ont passé deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe, une épreuve de MCT visuo-spatiale et une épreuve d'identification de mots écrits (IME) à T2.

Les résultats des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 d'une part et les scores aux épreuves de mémoire passées à T2 d'autre part (cf. tableau VI-3) montrent que la note globale et les notes correspondant aux tâches d'isolation de la syllabe finale et d'assemblage de l'épreuve *Chimères* (T1) prédisent significativement les scores aux deux épreuves de MCT verbale (0,29 < r < 0,55 ; p < 0,05) et les scores à une des épreuves de MT complexe - *MCI* - (0,33 < r < 0,37 ; p < 0,05). En revanche, aucun des scores à l'épreuve *Chimères* ne prédit significativement les scores à la deuxième épreuve de MT complexe -

MMI - (0,04 < r < 0,05 ; p > 0,05) ou les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* évaluant la MCT visuo-spatiale (0,11 < r < 0,28 ; p > 0,05). En ce qui concerne les liens entre les scores à l'épreuve *Chimères* et les scores d'identification de mots écrits, la note globale de l'épreuve de conscience phonologique et les notes d'isolation de la syllabe finale et d'assemblage prédisent aussi significativement la note globale et les notes PS et PLE de l'épreuve *IME* (0,43 < r < 0,54 ; p < 0,001). Les notes à l'épreuve *Chimères* ne sont pas corrélées significativement avec les scores aux items corrects et aux items HP de l'épreuve *IME* (0,17 < r < 0,27 ; p > 0,05). Notons particulièrement que ces résultats montrent que ces tâches de conscience phonologique administrées en début de CP prédisent significativement les performances à la stratégie graphophonologique de lecture en fin de CP mais pas les performances à la stratégie orthographique. Les scores à la tâche d'isolation de la syllabe initiale de l'épreuve *Chimères* passée à T1 ne sont corrélés significativement avec aucune des notes de mémoire ou d'identification de mots écrits obtenues à T2 (-0,11 < r < 0,26 ; p > 0,05).

	Chimères T1	**Syllabe Initiale T1**	**Syllabe Finale T1**	**Assemblage T1**
MMD-T2	0,55****	0,26	0,46**	0,52***
MCD-T2	0,36*	0,23	0,29*	0,29*
MMI-T2	0,05	0,04	0,04	0,04
MCI-T2	0,37**	0,14	0,36*	0,33*
M. Cacahuète-T2	0,27	0,11	0,22	0,28
C-IME-T2	0,20	-0,06	0,27	0,24
PS-IME-T2	0,51***	0,08	0,52***	0,54****
PLE-IME-T2	0,51***	0,18	0,54****	0,43***
HP-IME-T2	0,17	-0,11	0,23	0,26
N-IME-T2	0,47***	0,02	0,54****	0,50***

Tableau VI-3. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T2 avec les élèves de CP (à T1 et à T2). * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 et les scores obtenus à T3

Nous rappelons que les élèves initialement en CP ont passé l'épreuve de conscience phonologique (*Chimères*) à T1 et qu'ils ont passé à T3, en fin de CE1, les mêmes épreuves passées à T2, en fin de CP. Il s'agit de deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe, une épreuve de MCT visuo-spatiale et une épreuve d'identification de mots écrits (*IME*).

En ce qui concerne les corrélations simples entre les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) et les scores aux épreuves de mémoire passées à T3 (cf. tableau VI-4), nous notons d'abord une seule corrélation significative entre les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 et les scores

aux épreuves de MCT verbale passées à T3. Il s'agit de la corrélation entre la note d'assemblage de l'épreuve *Chimères* et les scores à l'épreuve *Mémoire de mots – Ordre Direct* ($r = 0,31$; $p < 0,5$). Aucune autre corrélation entre les scores à l'épreuve *Chimères* obtenus à T1 et les scores aux épreuves de MCT verbale obtenus à T3 n'est significative ($-0,02 < r < 0,29$; $p > 0,05$). Quant aux liens entre les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) et les scores à l'épreuve de MCT visuo-spatiale (T3), aucune corrélation n'est statistiquement significative ($-0,11 < r < 0,14$; $p > 0,05$). Pour les liens entre les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) et les scores aux épreuves de MT complexe, nous notons d'abord une absence de corrélations significatives entre les scores à cette première épreuve et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* ($-0,09 < r < 0,10$; $p > 0,05$). En revanche, toutes les notes de l'épreuve *Chimères* (T1) prédisent significativement les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* ($0,37 < r < 0,42$; $p < 0,05$) à l'exception de la note à la tâche d'isolation de la syllabe initiale qui n'est corrélée significativement avec aucune des notes de mémoire ou d'identification de mots écrits obtenues à T3 ($-0,18 < r < 0,29$; $p > 0,05$). En ce qui concerne les autres corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) et les scores à l'épreuve *IME* (T3), aucune des notes de l'épreuve *Chimères* (T1) ne prédit significativement les scores aux items correctement orthographiés et les scores aux items PS de l'épreuve *IME* passée à T3 ($-0,18 < r < 0,29$; $p > 0,05$). En revanche, les scores à la tâche d'isolation de la syllabe finale de l'épreuve *Chimères* (T1) prédisent significativement les scores aux items PLE ($r = 0,31$; $p < 0,05$) et HP ($r = 0,32$; $p < 0,05$) ainsi que les scores à la note globale de l'épreuve *IME* passée à T3 ($r = 0,46$; $p < 0,01$). De même, les scores à la note globale de l'épreuve *Chimères* (T1) prédisent significativement les scores aux items HP obtenus à T3 ($r = 0,33$; $p < 0,05$). Toutes les autres corrélations entre les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) et les scores aux items PLE et HP ainsi qu'à la note globale de l'épreuve *IME* (T3) sont statistiquement non significatives ($-0,01 < r < 0,28$; $p > 0,5$).

	Chimères T1	**Syllabe Initiale T1**	**Syllabe Finale T1**	**Assemblage T1**
MMD-T3	0,22	-0,02	0,20	0,31*
MCD-T3	0,28	0,29	0,15	0,17
MMI-T3	-0,00	-0,09	0,10	-0,03
MCI-T3	0,39*	0,07	0,37*	0,42**
M. Cacahuète-T3	-0,02	-0,11	-0,05	0,13
C-IME-T3	-0,05	-0,18	0,17	-0,12
PS-IME-T3	0,12	-0,14	0,29	0,10
PLE-IME-T3	0,20	0,00	0,31*	0,11
HP-IME-T3	0,33*	0,13	0,32*	0,28
N-IME-T3	0,28	-0,01	0,46**	0,15

Tableau VI-4. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 à l'épreuve *Chimères* et les scores obtenus à T3 avec les élèves de CP à T1, de CE1 à T3. * p <.05 ; ** p <.01.

Analyses de régression ayant pour VD les facteurs de mémoire obtenus à T2 et à T3 avec les élèves initialement en CP : introduction des scores de l'épreuve Chimères (VI) dans l'analyse

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats des analyses de régression ayant pour VD les facteurs de mémoire obtenus en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et pour VI les scores à l'épreuve *Chimères* passée à T1 ainsi que les scores aux épreuves de MCT verbale et de lecture passées au même temps d'évaluation. Comme nous l'avons déjà signalé, cela nous permettrait d'explorer la hiérarchie des liens entre la MT d'une part et l'entrée dans l'écrit et la conscience phonologique d'autre part. Notons que nous n'introduirons pas dans les analyses l'ensemble des notes de lecture et de mémoire obtenues en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et cela pour limiter le nombre de variables indépendantes. Nous rappelons de plus que notre but est de vérifier que la qualité de l'entrée dans l'écrit (*LAL-T1*) continue à prédire les performances en MT même après l'introduction dans les analyses des données de conscience phonologique. Pour l'ensemble des analyses, il s'agira d'analyses de régression multiples hiérarchiques de type pas-à-pas ascendantes et, pour chaque analyse, nous allons suivre les étapes successives de l'analyse de régression et nous exposerons donc, à chaque étape, l'état de l'équation de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) ainsi que les corrélations partielles entre, d'une part, les VI absentes de l'équation et, d'autre part, la VD. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des résultats de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et nous passerons ensuite aux analyses de régression ayant pour variables dépendantes les deux facteurs de mémoire obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1.

- Analyse de régression ayant pour VD les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 :

Comme nous l'avons avancé ci-dessus, la première analyse de régression que nous allons présenter a pour variable dépendante les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs,* à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et à l'épreuve *Chimères* toutes passées à T1.

A l'étape 0 de l'analyse de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau VI-5) entre la VD et les VI sont statistiquement significatives ($0,43 < r < 0,56$; $p < 0,01$) à

l'exception de celle entre la VD et la note relative à la tâche d'isolation de la syllabe initiale de l'épreuve *Chimères* passée à T1 ($r = 0,25$; $p > 0,05$). Notons particulièrement que ces résultats signifient que les notes à l'épreuve *Chimères* passée en début de CP (T1) - à l'exception de la note d'isolation de la syllabe initiale - prédisent significativement les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu en fin de CP ($0,43 < r < 0,51$; $p < 0,01$). Les corrélations les plus élevées sont celles entre la VD et les scores aux épreuves *Mémoire de Mots - Ordre Direct* ($r = 0,56$; $p < 0,0001$) et *Lecture pour Apprentis Lecteurs* ($r = 0,55$; $p < 0,0001$) passées à T1.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
Chimères-T1	**0,51**	**0,51**	**0,51**	**1,00**	**0,000193**
Syllabe Initiale-T1	0,25	0,25	0,25	1,00	0,082208
Syllabe Finale-T1	**0,43**	**0,43**	**0,43**	**1,00**	**0,002043**
Assemblage-T1	**0,47**	**0,47**	**0,47**	**1,00**	**0,000676**
LAL-T1	**0,55**	**0,55**	**0,55**	**1,00**	**0,000038**
MMD-T1	**0,56**	**0,56**	**0,56**	**1,00**	**0,000034**

Tableau VI-5. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores à l'épreuve *Chimères,* à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la note de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée à T1 entre dans l'équation (cf. tableau VI-6). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,29 ; $F(1,47) = 20,97$; $p < 0,0001$) et explique environ 29 % de cette variance. Après l'entrée de cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations initialement significatives, et notamment celles entre la VD et les scores à l'épreuve *Chimères,* demeurent statistiquement significatives ($0,34 < r < 0,44$; $p < 0,5$).

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 1

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,47)	P
MMD-T1	**0,56**	**0,12**	**0,25**	**0,05**	**0,31**	**0,29**	**20,97**	**0,00003**

Tableau VI-6. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *Chimères*, *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
Chimères-T1	**0,35**	**0,40**	**0,33**	**0,87**	**0,005024**
Syllabe Initiale-T1	0,14	0,17	0,14	0,96	0,260430
Syllabe Finale-T1	**0,29**	**0,34**	**0,28**	**0,91**	**0,019806**
Assemblage-T1	**0,33**	**0,38**	**0,31**	**0,91**	**0,008134**
LAL-T1	**0,40**	**0,44**	**0,37**	**0,85**	**0,001658**

Tableau VI-7. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores à l'épreuve *Chimères,* à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 2, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation (cf. tableau VI-8). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,42 ; F (2 ,46) = 18,34 ; $p < 0,0001$). La variance expliquée par les VI dans l'équation de régression passe alors à environ 42 %. Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI (cf. tableau VI-9) deviennent statistiquement non significatives ($0,18 < r < 0,26$; $p > 0,05$). En d'autres termes, quand la note de l'épreuve évaluant l'entrée dans l'écrit entre dans l'équation de régression, la corrélation entre la VD et les notes relatives aux tâches d'isolation de la syllabe finale et d'assemblage ainsi que la note globale à l'épreuve *Chimères* obtenues à T1 deviennent non significatives. Ce résultat peut être expliqué par l'absence de liens uniques significatifs entre les scores aux tâches de l'épreuve *Chimères* et la VD au-delà de ceux partagés avec la note de lecture. L'étape 2 est la dernière étape de l'analyse de régression.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 2

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(2,46)	P
MMD-T1	**0,40**	**0,12**	**0,18**	**0,05**	**0,31**	**0,29**	**20,97**	**0,00003**
LAL-T1	**0,40**	**0,12**	**0,11**	**0,03**	**0,44**	**0,42**	**18,34**	**0,00000**

Tableau VI-8. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *Chimères*, *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 2 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 2

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
Chimères-T1	0,23	0,26	0,19	0,72	0,075943
Syllabe Initiale-T1	0,14	0,18	0,13	0,96	0,230059
Syllabe Finale-T1	0,16	0,18	0,14	0,75	0,213356
Assemblage-T1	0,18	0,20	0,15	0,68	0,173605

Tableau VI-9. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores à l'épreuve *Chimères,* à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 2 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

- Analyses de régression ayant pour VD les scores factoriels des facteurs de mémoire obtenus à T3 :

Nous allons passer maintenant aux analyses de régression multiples ayant pour variables dépendantes respectives les facteurs de mémoire obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1. Pour cela, nous allons commencer par la présentation de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu à T3 en fin de CE1 et nous passerons ensuite à l'analyse ayant pour variable dépendante le second facteur. Nous rappelons que le premier facteur a été identifié comme étant un facteur de MCT verbale alors que le second comprend les scores de MT complexe et de MCT visuo-spatiale. Les variables indépendantes introduites dans les analyses sont les scores à l'épreuve *Chimères,* les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* obtenus à T1 en début de CP.

En ce qui concerne la première analyse de régression ayant pour Variable Dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu à T3 (facteur de MCT verbale), les seules Variables Indépendantes corrélées significativement avec la VD à l'étape 0 de l'analyse de régression (cf. tableau VI-10) sont la note de l'épreuve de MCT verbale ($r = 0,35$; $p < 0,05$) et la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passées à T1 ($r = 0,42$; $p < 0,01$). Les corrélations entre la VD et les scores à l'épreuve *Chimères* obtenus à T1 sont toutes statistiquement non significatives ($0,18 < r < 0,29$; $p > 0,05$). En d'autres termes, alors que les scores au niveau de l'entrée dans l'écrit (*LAL*) obtenus à T1 prédisent significativement les scores factoriels du facteur de MCT verbale obtenu à T3, les scores de conscience phonologique (*Chimères*) ne les prédisent pas significativement. Notons que la corrélation entre le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CP (T2) et les scores de lecture obtenus en début de CP (T1) est plus importante que celle entre le facteur de MCT verbale et les scores de MCT verbale passée en début de CP (T1).

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	**Corrélation partielle**	**Corrélation semi-partielle**	**Tolérance**	**P**
Chimères-T1	0,29	0,29	0,29	1,00	0,058187
Syllabe Initiale-T1	0,18	0,18	0,18	1,00	0,254158
Syllabe Finale-T1	0,23	0,23	0,23	1,00	0,151194
Assemblage-T1	0,25	0,25	0,25	1,00	0,113093
LAL-T1	**0,42**	**0,42**	**0,42**	**1,00**	**0,005731**
MMD-T1	**0,35**	**0,35**	**0,35**	**1,00**	**0,021559**

Tableau VI-10. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1 de l'analyse de régression, la note relative à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation de régression (cf. tableau VI-11). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R2 ajusté = 0,16 ; F (1 ,40) = 8,52 ; p < 0,01) et explique environ 16 % de cette variance. Une fois la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* dans l'équation, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives (0,03 < r < 0,20 ; p > 0,05) et aucune autre VI n'entre dans l'équation (cf. tableau VI-12).

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta	**Erreur-type de Bêta**	**B**	**Erreur-type de B**	**R^2**	**R^2 ajusté**	**F(1,40)**	**P**
LAL-T1	**0,42**	**0,14**	**0,12**	**0,04**	**0,18**	**0,16**	**8,52**	**0,005731**

Tableau VI-11. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le premier facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	**Corrélation partielle**	**Corrélation semi-partielle**	**Tolérance**	**P**
Chimères-T1	0,12	0,12	0,11	0,77	0,467255
Syllabe Initiale-T1	0,13	0,14	0,13	0,98	0,388042
Syllabe Finale-T1	0,06	0,06	0,06	0,83	0,687467
Assemblage-T1	0,04	0,03	0,03	0,72	0,833631
MMD-T1	0,22	0,22	0,20	0,83	0,173271

Tableau VI-12. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression multiple pas-à-pas ascendante.

Pour l'analyse de régression multiple ayant pour variable dépendante les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 alors que les élèves sont en CE1 (facteur incluant MT complexe et MCT visuo-spatiale), la seule VI corrélée significativement avec la VD à l'étape 0 de l'analyse (cf. tableau VI-13) est l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* (r = 0,34 ; p < 0,5). Toutes les autres corrélations entre la VD et les VI sont statistiquement non significatives (-0,09 < r < 0,23 ; p > 0,05). Ainsi, alors que l'épreuve de lecture passée à T1 en début de CP (*LAL*) prédit significativement le facteur de MT complexe (comprenant la note de MCT visuo-spatiale) obtenu à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1, aucun des scores à l'épreuve *Chimères* passée aussi en début de CP ne prédit significativement ce facteur de mémoire (-0,09 < r < 0,23 ; p > 0,05).

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
Chimères-T1	0,13	0,13	0,13	1,00	0,405060
Syllabe Initiale-T1	-0,09	-0,09	-0,09	1,00	0,574547
Syllabe Finale-T1	0,15	0,15	0,15	1,00	0,330714
Assemblage-T1	0,23	0,23	0,23	1,00	0,141357
LAL-T1	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**1,00**	**0,026487**
MMD-T1	0,18	0,18	0,18	1,00	0,253370

Tableau VI-13. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1(VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1 de l'analyse de régression, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation de régression (cf. tableau VI-14). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,10 ; F (1 ,40) = 5,31 ; $p < 0,05$) et explique environ 10 % de cette variance. Une fois la note globale de l'épreuve *IME* dans l'équation, toutes les corrélations partielles entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,15 < r < 0,06$; $p > 0,05$) et aucune autre VI n'entre dans l'équation (cf. tableau VI-15).

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,40)	P
LAL-T1	**0,34**	**0,15**	**0,10**	**0,04**	**0,12**	**0,10**	**5,31**	**0,026487**

Tableau VI-14. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
Chimères-T1	-0,04	-0,04	-0,04	0,77	0,804304
Syllabe Initiale-T1	-0,14	-0,15	-0,14	0,98	0,368228
Syllabe Finale-T1	0,02	0,02	0,01	0,83	0,921909
Assemblage-T1	0,07	0,06	0,06	0,72	0,699853
MMD-T1	0,05	0,04	0,04	0,83	0,785223

Tableau VI-15. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves *Chimères, LAL* et *MMD* passées à T1 (VI). Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Dans cette partie, nous avons exploré les liens entre la MT, l'identification de mots écrits et la conscience phonologique. En général, les résultats montrent que les liens entre la MT et la lecture ne se réduisent pas aux liens entre la MT et l'habileté générale à manipuler consciemment des unités phonologique. L'ensemble des résultats sera analysé à la fin de ce chapitre. A présent, nous allons passer à une nouvelle partie concernant les liens entre la MT, la lecture et les différents aspects du langage oral.

2. La MT, la Lecture et le Langage Oral

Dans cette partie, nous explorerons les liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture et les différents aspects du langage oral chez les élèves de CP à T1 et T2, de CE1 à T3. En fait, l'introduction des scores aux épreuves de langage oral dans les analyses nous permettra éventuellement de mieux interpréter les liens entre la lecture et la MT. Ainsi, nous pourrions comprendre si ces liens peuvent être expliqués par l'implication d'une composante linguistique dans l'ensemble des épreuves ou bien s'ils sont de nature plus spécifique. Dans cette partie, nous commencerons par la présentation des résultats des statistiques descriptives effectuées sur les scores aux épreuves de langage oral. Nous passerons ensuite à l'exposé des résultats des corrélations simples entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores aux épreuves de lecture et de mémoire passées aux différents temps d'évaluation. Nous finirons cette partie par un ensemble d'analyses de régression multiple ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et comme variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve de lecture et à l'épreuve de MCT verbale toutes passées en début de CP (T1).

Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à T1 aux épreuves de langage oral

Nous rappelons que seuls les quarante-neuf élèves de CP à T1 ont passé les épreuves de langage oral. Les moyennes respectives de ces élèves (cf. tableau VI-16) sont de 11,20 (DS = 3,85) à l'épreuve de lexique en réception (note maximale = 21), de 27,24 (DS = 5,90) à l'épreuve de lexique en production (note maximale = 48), de 14,37 (DS = 3,40) à l'épreuve de compréhension orale (note maximale = 26), de 9,71 (DS = 3,19) à l'épreuve de production d'énoncés (note maximale = 20) et de 27,22 (DS = 4,24) à l'épreuve de phonologie (note maximale = 32). Il est à signaler que, comme pour les notes de conscience phonologique, ces

moyennes se situent autour du cinquantième centile des scores de la population d'étalonnage. Rappelons toutefois que nos sujets constituent une partie de cette population.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
LexR-T1	49	11,20	2,00	19,00	3,85
LexP-T1	49	27,24	10,00	38,00	5,90
CO-T1	49	14,37	6,00	22,00	3,40
ProdE-T1	49	9,71	2,00	16,00	3,19
RépM-T1	49	27,22	7,00	32,00	4,24

Tableau VI-16. Statistiques descriptives appliquées aux scores des élèves de CP à T1 aux épreuves de langage oral.

Corrélations simples entre les scores des élèves en CP à T1 et T2 et en CE1 à T3 aux épreuves de langage oral, de lecture et de mémoire

Dans cette partie, nous présenterons les résultats des corrélations simples entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores aux épreuves de lecture et aux épreuves de mémoire. Pour cela, nous commencerons par la présentation des corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral, les scores à l'épreuve de lecture et les scores à l'épreuve de MCT verbale passées à T1. Nous passerons ensuite aux corrélations entre les scores de langage oral obtenus à T1 et les scores aux épreuves passées à T2. Nous finirons par la présentation des résultats des corrélations entre les scores de langage oral obtenus à T1 et les scores aux épreuves passées à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1.

- Corrélations entre les scores aux épreuves passées à T1 :

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves de CP à T1 aux épreuves de langage oral, de MCT verbale et de lecture (cf. tableau VI-17) révèlent d'abord des associations statistiquement significatives entre l'ensemble des scores aux épreuves de langage oral ($0,32 < r < 0,56$; $p < 0,5$) et cela à l'exception de la corrélation entre les scores à l'épreuve de lexique en réception et les scores à l'épreuve de compréhension orale qui est statistiquement non significative ($r = 0,23$; $p > 0,05$). En ce qui concerne les liens entre les scores à l'épreuve évaluant la qualité de l'entrée dans l'écrit (*LAL*) et les scores aux épreuves de langage oral, les seules corrélations significatives sont celles entre les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et les scores aux épreuves de compréhension orale ($0,45$; $p < 0,01$) et de phonologie ($r = 0,41$; $p < 0,01$). Toutes les autres corrélations sont

statistiquement non significatives (0,03 < r < 0,13 ; p > 0,05). Enfin, pour les liens entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores à l'épreuve de MCT verbale, toutes les corrélations sont significatives (0,33 < r < 0,46 ; p < 0,05) à l'exception de celle concernant les scores à l'épreuve de compréhension orale (r = 0,22 ; p > 0,05).

	LexR-T1	**LexP-T1**	**CO-T1**	**ProdE-T1**	**RépM-T1**
LexR-T1	1				
LexP-T1	0,56****	1			
CO-T1	0,23	0,35*	1		
ProdE-T1	0,41**	0,52***	0,32*	1	
RépM-T1	0,41**	0,47***	0,46***	0,44**	1
LAL	0,03	0,08	0,45**	0,13	0,41**
MMD	0,37**	0,35*	0,22	0,33*	0,46***

Tableau VI-17. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CP à aux épreuve de langage oral, à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs (LAL)* et à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*. *p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral passées à T1 et les scores aux épreuves d'identification de mots écrits et de mémoire passées à T2:

Les résultats des corrélations simples entre les scores aux épreuves de langage oral obtenus à T1 et les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits passée à T2 (cf. tableau VI-18) révèlent une absence de corrélations statistiquement significatives (-0,16 < r < 0,27 ; p > 0,05). En revanche, pour les corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral passées à T1 et les scores de mémoire obtenus à T2, nous notons d'abord que toutes les corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores aux épreuves de MCT verbale sont significatives (0,33 < r < 0,53 ; p < 0,5) et cela à l'exception de la corrélation entre les scores à l'épreuve de lexique en production passée à T1 et les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* passée à T2 (r = 0,24 ; p > 0,05). Pour ce qui est des liens entre les scores de langage oral et les scores aux épreuves de MT complexe, nous notons que les épreuves de lexique en réception et de lexique en production passées à T1 ne prédisent pas significativement les scores aux épreuves de MT complexe passées à T2 (-0,04 < r < 0,22 ; p > 0,05). En revanche, les scores à chacune des épreuves de compréhension orale, de production d'énoncés et de phonologie prédisent significativement les scores à une des épreuves de MT complexe passées à T2. Ainsi, les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve de production

d'énoncés (r = 0,30 ; p < 0,5) et les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve de compréhension orale (r = 0,38 ; p < 0,01) et avec les scores à l'épreuve de phonologie (r = 0,49 ; p < 0,001). Enfin, les corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral obtenus à T1 et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T2 sont toutes significatives (0,30 < r < 0,40 ; p < 0,05) et cela à l'exception de la corrélation entre les scores à l'épreuve de production d'énoncés et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* (r = 0,15 ; p > 0,05).

	LexR T1	**LexP T1**	**CO T1**	**ProdE T1**	**RépM T1**
MMD-T2	0,34*	0,40**	0,38**	0,38**	0,53***
MCD-T2	0,38**	0,24	0,39**	0,33*	0,50***
MMI-T2	-0,04	0,05	0,12	0,30*	0,15
MCI-T2	0,22	0,20	0,38**	0,08	0,49***
M. Cacahuète-T2	0,34*	0,40**	0,30*	0,15	0,30*
C-IME-T2	0,12	0,13	0,12	-0,07	0,13
PS-IME-T2	0,14	0,15	0,20	0,09	0,25
PLE-IME-T2	0,15	0,01	0,09	-0,02	0,27
HP-IME-T2	-0,16	-0,10	-0,01	-0,13	-0,23
N-IME-T2	0,01	-0,00	0,13	-0,01	0,14

Tableau VI-18. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T2 avec les élèves de CP (à T1 et à T2). * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

- Corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral passées à T1 et les scores aux épreuves d'identification de mots écrits et de mémoire passées à T3:

En ce qui concerne les liens entre les scores aux épreuves de langage oral passées à T1 et les scores aux épreuves d'identification de mots écrits et de mémoire passées à T3 (cf. tableau VI-19), les résultats des corrélations simples révèlent une absence de corrélations significatives entre les scores de langage oral et les scores d'identification de mots écrits (-0,24 < r < 0,29 ; p > 0,05). Pour les liens entre les scores aux épreuves de langage oral (T1) et les scores aux épreuves de MCT verbale (T3), seules les épreuves de lexique en production et de phonologie prédisent significativement les deux épreuves de MCT verbale (0,32 < r < 0,42 ; p < 0,05). Toutes les autres corrélations sont statistiquement non significatives (0,07 < r < 0,30 ; p > 0,05). En ce qui concerne les liens entre les scores de langage oral (T1) et les scores aux épreuves de MT complexe (T3), toutes les corrélations sont statistiquement non significatives (-0,03 < r < 0,30 ; p > 0,05) à l'exception de la corrélation entre les scores à l'épreuve de compréhension orale et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*

qui est significative mais négative (r = -0,35 ; p < 0,05). Enfin, les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* passée à T3 ne sont corrélés significativement qu'avec les scores à l'épreuve de compréhension orale passée à T1 (r = 0,48 ; p < 0,01). Toutes les autres corrélations sont statistiquement non significatives (-0,12 < r < 0,21 ; p > 0,05).

	LexR T1	**LexP T1**	**CO T1**	**ProdE T1**	**RépM**
MMD-T3	0,23	0,34*	0,30	0,26	0,42**
MCD-T3	0,16	0,32*	0,07	0,27	0,39*
MMI-T3	-0,03	0,05	-0,35*	0,00	0,18
MCI-T3	0,09	0,29	0,24	0,20	0,30
M. Cacahuète-T3	-0,12	0,21	0,48**	-0,01	0,14
C-IME-T3	-0,02	0,02	0,01	-0,03	0,01
PS-IME-T3	-0,10	-0,10	0,02	-0,17	-0,10
PLE-IME-T3	0,07	0,07	-0,23	-0,24	0,11
HP-IME-T3	0,29	0,21	0,13	0,25	0,09
N-IME-T3	0,21	0,22	0,11	-0,07	0,12

Tableau VI-19. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores obtenus à T1 et les scores obtenus à T3 avec les élèves de CP à T1, de CE1 à T3. * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Analyses de régression ayant pour VD les facteurs de mémoire obtenus à T2 et à T3 avec les élèves initialement en CP : introduction des scores des épreuves de langage oral en VI

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats des analyses de régression ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et pour variables indépendantes, les scores aux épreuves de langage oral, de MCT verbale et de lecture obtenus en début de CP (T1). Comme nous l'avons déjà signalé, cela nous permettrait d'explorer la hiérarchie des liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture et les différents aspects du langage oral. En effet, il s'agit, pour l'ensemble des analyses, d'analyses de régression multiples hiérarchiques de type pas-à-pas ascendantes et, pour chaque analyse, nous suivrons les étapes successives de l'analyse de régression et nous exposerons donc, à chaque étape, l'état de l'équation de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) ainsi que les corrélations partielles entre, d'une part, les VI absentes de l'équation et, d'autre part, la VD. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des résultats de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et nous passerons ensuite aux analyses de régression ayant pour variables dépendantes les deux facteurs de mémoire obtenus à T3 alors que les élèves sont en fin de CE1.

- Analyse de régression ayant pour VD les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 :

La première analyse de régression que nous allons présenter a pour variable dépendante les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu à T2 alors que les enfants sont en fin de CP et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs,* à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et aux cinq épreuves de langage oral passées à T1.

A l'étape 0 de l'analyse de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau VI-20) entre la VD et les VI sont statistiquement significatives ($0,36 < r < 0,60$; $p < 0,05$). Notons particulièrement que les scores à l'ensemble des épreuves de langage oral passées en début de CP (T1) prédisent significativement les scores factoriels du facteur de mémoire obtenu en fin de CP. De plus, la corrélation entre la VD et la note de l'épreuve *Répétition de Mots* mesurant la phonologie est la plus élevée ($r = 0,60$; $p < 0,0001$), suivie des corrélations entre la VD d'une part et les scores aux épreuves *Mémoire de Mots – Ordre Direct* ($r = 0,56$; $p < 0,0001$) et *Lecture pour Apprentis Lecteurs* ($r = 0,55$; $p < 0,0001$) passées à T1.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	**0,41**	**0,41**	**0,41**	**1,00**	**0,003693**
LexP-T1	**0,41**	**0,41**	**0,41**	**1,00**	**0,003526**
CO-T1	**0,48**	**0,48**	**0,48**	**1,00**	**0,000491**
ProdE-T1	**0,36**	**0,36**	**0,36**	**1,00**	**0,010385**
RépM	**0,60**	**0,60**	**0,60**	**1,00**	**0,000005**
LAL-T1	**0,55**	**0,55**	**0,55**	**1,00**	**0,000038**
MMD-T1	**0,56**	**0,56**	**0,56**	**1,00**	**0,000034**

Tableau VI-20. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la note de l'épreuve *Répétition de Mots* mesurant la phonologie et passée à T1 entre dans l'équation (cf. tableau VI-21). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,35 ; $F(1, 47) = 26,79$; $p < 0,0001$) et explique environ 35 % de cette variance. Une fois cette VI dans l'équation de régression, les corrélations partielles (cf. tableau VI-22) entre la VD et les scores aux épreuves restantes de langage oral deviennent statistiquement non significatives ($0,14 < r < 0,28$; $p > 0,05$). Ainsi, les liens significatifs

observés à l'étape 0 entre la VD et les épreuves de lexique en réception, de lexique en production, de compréhension orale et de production d'énoncés pourraient être dû à l'implication de la phonologie dans ces différentes épreuves. Les corrélations entre la VD et les scores aux épreuves *Lecture pour Apprentis Lecteurs* et *Mémoire de Mots - Ordre Direct* demeurent statistiquement significatives ($0,39 < r < 0,42$; $p < 0,01$). Notons que, une fois les la note de l'épreuve *Répétition de Mots* dans l'équation de régression, la corrélation entre la VD et les scores de lecture (*LAL*) devient légèrement supérieures à celle entre la VD et l'épreuve de MCT verbale passée à T1.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 1

	Bêta	**Erreur-type de Bêta**	**B**	**Erreur-type de B**	**R^2**	**R^2 ajusté**	**F(1,47)**	**P**
RépM-T1	**0,60**	**0,12**	**0,14**	**0,03**	**0,36**	**0,35**	**26,79**	**0,00000**

Tableau VI-21. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 1

	Bêta ds	**Corrélation partielle**	**Corrélation semi-partielle**	**Tolérance**	**P**
LexR-T1	0,19	0,22	0,18	0,83	0,128968
LexP-T1	0,16	0,18	0,14	0,78	0,228602
CO-T1	0,25	0,28	0,23	0,78	0,051393
ProdE-T1	0,12	0,14	0,11	0,81	0,349638
LAL-T1	**0,37**	**0,42**	**0,33**	**0,83**	**0,003107**
MMD-T1	**0,35**	**0,39**	**0,31**	**0,79**	**0,005915**

Tableau VI-22. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 2, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation (cf. tableau VI-23). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,45 ; $F(2, 46) = 20,76$; $p < 0,0001$). La variance expliquée par les VI dans l'équation de régression passe alors à environ 45 %. Une fois cette VI dans l'équation de régression, la corrélation (cf. Tableau VI-24) entre la VD et la note de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* passée a T1 reste significative ($r = 0,33$; $p < 0,05$) et la corrélation entre la VD et les scores à l'épreuve *Lexique en Réception* redevient significative ($r = 0,32$; $p < 0,05$).

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 2

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(2,46)	P
RépM-T1	**0,45**	**0,12**	**0,11**	**0,03**	**0,36**	**0,35**	**26,79**	**0,00000**
LAL-T1	**0,37**	**0,12**	**0,10**	**0,03**	**0,47**	**0,45**	**20,76**	**0,00000**

Tableau VI-23. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 2

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	**0,26**	**0,32**	**0,24**	**0,81**	**0,025934**
LexP-T1	0,22	0,27	0,19	0,76	0,070590
CO-T1	0,15	0,17	0,13	0,70	0,244615
ProdE-T1	0,15	0,18	0,13	0,80	0,216889
MMD-T1	**0,28**	**0,33**	**0,24**	**0,74**	**0,023250**

Tableau VI-24. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL et* à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 2 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 3 de l'analyse de régression, la note de l'épreuve de MCT verbale passée à T1 entre dans l'équation (cf. tableau VI-25). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,50 ; F (3 ,45) = 17,04 ; $p < 0,0001$). La variance expliquée par les VI dans l'équation de régression passe alors à environ 50 %. Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations entre la VD et les VI (cf. tableau VI-26) deviennent statistiquement non significatives ($0,13 < r < 0,26$; $p > 0,05$). C'est la dernière étape de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 3

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(3,45)	P
RépM-T1	**0,35**	**0,12**	**0,08**	**0,03**	**0,36**	**0,35**	**26,79**	**0,00000**
LAL-T1	**0,30**	**0,12**	**0,08**	**0,03**	**0,51**	**0,49**	**23,64**	**0,00000**
MMD-T1	**0,28**	**0,12**	**0,12**	**0,05**	**0,53**	**0,50**	**17,04**	**0,00000**

Tableau VI-25. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de mémoire obtenu à T2 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 3 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur de mémoire – CP (T2)

Etape 3

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	0,20	0,26	0,18	0,75	0,085809
LexP-T1	0,17	0,21	0,15	0,73	0,155927
CO-T1	0,17	0,21	0,14	0,77	0,158067
ProdE-T1	0,10	0,13	0,09	0,78	0,375324

Tableau VI-26. Corrélations partielles entre les scores factoriels du facteur de mémoire (VD) obtenu à T2 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 3 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

- Analyses de régression ayant pour VD les scores factoriels des facteurs de mémoire obtenus à T3 (fin de CE1) :

La première analyse de régression que nous allons présenter dans cette partie a pour VD les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu à T3 alors que les enfants sont en fin de CE1. Nous rappelons que ce facteur a été identifié comme étant un facteur de MCT verbale. En VI, nous avons introduit les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs,* à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et aux cinq épreuves de langage oral passées à T1.

A l'étape 0 de l'analyse de régression, les corrélations partielles (cf. tableau VI-27) entre la VD et les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* ($r = 0,42$; $p < 0,01$) et à l'épreuve *Mémoire de Mots -Ordre Direct* ($r = 0,35$; $p < 0,05$) sont significatives. En ce qui concerne les liens entre la VD et les scores aux épreuves de langage oral, les seules corrélations significatives sont celles entre la VD d'une part et les scores à l'épreuve *Répétition de Mots* ($r = 0,43$; $p < 0,01$) et *Lexique en Production* ($r = 0,33$; $p < 0,05$) d'autre part. Toutes les autres corrélations entre la VD et les scores aux épreuves de langage sont statistiquement non significatives ($0,09 < r < 0,30$; $p > 0,05$).

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	0,24	0,24	0,24	1,00	0,119380
LexP-T1	**0,33**	**0,33**	**0,33**	**1,00**	**0,035033**
CO-T1	0,09	0,09	0,09	1,00	0,567146
ProdE-T1	0,30	0,30	0,30	1,00	0,053574
RépM-T1	**0,43**	**0,43**	**0,43**	**1,00**	**0,004903**
LAL-T1	**0,42**	**0,42**	**0,42**	**1,00**	**0,005731**
MMD-T1	**0,35**	**0,35**	**0,35**	**1,00**	**0,021559**

Tableau VI-27. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la note de l'épreuve *Répétition de Mots* entre dans l'équation (cf. tableau VI-28). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,16 ; F (1 , 40) = 8,87 ; $p < 0,05$) et explique environ 16 % de cette variance. Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau VI-29) entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,04 < r < 0,31$; $p > 0,05$). Notons toutefois que la corrélation entre la VD et les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* est relativement élevée sans être significative ($r = 0,31$; $p > 0,05$) et malgré l'absence de corrélations significatives entre la VD et les VI, cette étape n'est pas la dernière de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,40)	P
RépM-T1	**0,43**	**0,14**	**0,14**	**0,05**	**0,18**	**0,16**	**8,87**	**0,004903**

Tableau VI-28. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le premier facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	0,11	0,11	0,10	0,88	0,477667
LexP-T1	0,19	0,20	0,18	0,86	0,210146
CO-T1	-0,04	-0,04	-0,03	0,92	0,816405
ProdE-T1	0,18	0,19	0,17	0,90	0,233573
LAL-T1	0,30	0,31	0,28	0,85	0,051652
MMD-T1	0,22	0,23	0,21	0,86	0,145661

Tableau VI-29. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1(VI). Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 2 de l'analyse de régression, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation (cf. Tableau VI-30). Toutefois, la contribution de cette VI à la variance de la VD n'est pas significative (R^2 ajusté = 0,22 ; F (2 ,39) = 6,79 ; $p > 0,05$). Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau VI-31) entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,04 < r < 0,31$; $p > 0,05$). C'est la dernière étape de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 2

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(2,39)	P
RépM-T1	**0,31**	**0,15**	**0,10**	**0,05**	**0,18**	**0,16**	**8,87**	**0,004903**
LAL-T1	0,30	0,15	0,09	0,04	0,26	0,22	6,79	0,051652

Tableau VI-30. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le premier facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 2 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 1 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 2

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	0,14	0,15	0,13	0,87	0,346937
LexP-T1	0,19	0,20	0,18	0,86	0,208368
CO-T1	-0,16	-0,17	-0,15	0,74	0,298978
ProdE-T1	0,16	0,17	0,15	0,89	0,293374
MMD-T1	0,15	0,15	0,13	0,77	0,361722

Tableau VI-31. Corrélations partielles entre les scores factoriels du premier facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1(VI). Etape 2 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Nous allons passer maintenant à l'analyse de régression qui a pour VD les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 alors que les enfants sont en fin de CE1. Nous rappelons que ce facteur a été identifié comme étant un facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale). En VI, nous avons introduit les scores obtenus à T1 alors que les enfants sont en début de CP à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs,* à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* et aux cinq épreuves de langage oral.

A l'étape 0 de l'analyse de régression (cf. tableau VI-32), la seule corrélation significative est celle entre la VD et la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée à T1 ($r = 0,34$; $p < 0,05$). Notons particulièrement que les épreuves de langage oral passées à T1 ne prédisent pas significativement les scores factoriels du deuxième facteur obtenu à T3 ($-0,07 < r < 0,25$; $p > 0,05$).

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	-0,07	-0,07	-0,07	1,00	0,647798
LexP-T1	0,23	0,23	0,23	1,00	0,137371
CO-T1	0,25	0,25	0,25	1,00	0,107437
ProdE-T1	0,05	0,05	0,05	1,00	0,757173
RépM-T1	0,23	0,23	0,23	1,00	0,150534
LAL-T1	**0,34**	**0,34**	**0,34**	**1,00**	**0,026487**
MMD-T1	0,18	0,18	0,18	1,00	0,253370

Tableau VI-32. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

A l'étape 1, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation de régression (cf. tableau VI-33). Cette VI contribue significativement à la variance de la VD (R^2 ajusté = 0,10 ; F (1 ,40) = 5,31 ; $p < 0,05$) et explique environ 10 % de cette variance. Une fois cette VI dans l'équation de régression, toutes les corrélations partielles (cf. tableau VI-34) entre la VD et les VI deviennent statistiquement non significatives ($-0,20 < r < 0,27$; $p > 0,05$). L'étape 1 est la dernière étape de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,40)	P
LAL-T1	**0,34**	**0,15**	**0,10**	**0,04**	**0,12**	**0,10**	**5,31**	**0,026487**

Tableau VI-33. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour VD le deuxième facteur de mémoire obtenu à T3 et pour variables indépendantes les scores aux épreuves de langage oral et aux épreuves *LAL* et *MMD* passées à T1. Etape 1 de l'analyse de régression pas-à pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 2 de mémoire – CE1 (T3)

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
LexR-T1	-0,09	-0,09	-0,09	1,00	0,558434
LexP-T1	0,18	0,19	0,18	0,97	0,228836
CO-T1	0,13	0,12	0,11	0,91	0,446642
ProdE-T1	-0,02	-0,02	-0,02	0,96	0,886080
RépM-T1	0,11	0,11	0,10	0,85	0,498073
MMD-T1	0,05	0,04	0,04	0,83	0,785223

Tableau VI-34. Corrélations partielles entre les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire (VD) obtenu à T3 et les scores aux épreuves de langage oral, à l'épreuve *LAL* et à l'épreuve *MMD* passées à T1 (VI). Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Dans cette partie, nous avons exploré les liens entre la MT, la lecture et les différents aspects du langage oral. En général, les résultats nous permettent de conclure que la lecture présente des liens uniques avec la MT, au-delà de ceux partagés avec le langage oral. Pour argumenter cette conclusion ainsi que celle concernant la partie précédente, nous allons passer maintenant à une synthèse et une analyse de l'ensemble des résultats présentés dans ce chapitre.

V. Synthèse et Analyse Générale des Résultats

Dans ce chapitre, nous avons présenté les résultats concernant les liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture, la conscience phonologique et les différents aspects du langage oral. Dans cette partie, nous effectuerons une synthèse et une analyse générale de ces

résultats. Nous rappelons que, comme pour les chapitres précédents, la discussion des résultats en lien avec les données des études antérieures sera présentée dans le chapitre destiné à la discussion générale à la fin de cette thèse.

Comme nous l'avons déjà signalé au début de ce chapitre, l'hypothèse principale de cette partie de l'étude est que la variance en MT expliquée par la lecture demeure importante malgré l'introduction dans l'analyse de données de langage oral ou de conscience phonologique. Nous rappelons aussi que les données présentées dans ce chapitre visent en plus à explorer brièvement les liens entre les performances aux différentes épreuves de mémoire d'une part et les performances aux épreuves de conscience phonologique et de langage oral d'autre part.

Pour ce qui est des liens entre la MT et la conscience phonologique, nos résultats montrent que la conscience phonologique présente des liens significatifs avec la MCT verbale et la MT complexe. En effet, en début de CP (T1), l'épreuve de MCT verbale est significativement corrélée avec toutes les notes à l'épreuve *Chimères* et cela à l'exception de la note « isolation de la syllabe initiale ». De plus, les notes à l'épreuve *Chimères* prédisent significativement les scores aux deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) et cela à l'exception de la note « isolation de la syllabe initiale » qui n'est corrélée significativement avec aucune des épreuves de MCT verbale. Notons enfin que la note d'assemblage de l'épreuve *Chimères* continue même à prédire les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* passée en fin de CE1 (T3) donc environ un an et huit mois plus tard. Il est à signaler qu'aucune des notes à l'épreuve *Chimères* ne prédit significativement les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* évaluant la MCT visuo-spatiale mais pouvant impliquer la répétition subvocale. Quant aux liens entre les scores aux épreuves de MT complexe et les notes à l'épreuve *Chimères* (T1)*,* nous notons que ces dernières prédisent significativement les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse* passée en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et cela à l'exception de la note d'isolation de la syllabe initiale qui n'est corrélée significativement avec aucune des notes de mémoire. Il est à signaler que les différentes notes de l'épreuve *Chimères* (T1) ne prédisent pas les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* mesurant la MT complexe et cela ni à T2 ni à T3. L'explication de ce résultats n'est pas évidente. Cependant, nous pouvons poser l'hypothèse selon laquelle cette épreuve de MT complexe peut être traitée différemment par comparaison à l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse*. En effet, il est possible que les sujets maintiennent l'information de l'épreuve

Mémoire de Mots - Ordre Direct sous une forme visuelle et par suite ils effectueraient la tâche en s'appuyant sur l'administrateur central et sur la composante visuo-spatiale de la MT. Cette hypothèse pose alors le problème de la nature des liens entre la MT complexe et la conscience phonologique. En effet, cette hypothèse évoque que le lien entre les épreuves de conscience phonologique et les épreuves de MT complexe se limite aux épreuves de mémoire impliquant un matériel verbal. Ainsi, la conscience phonologique ne serait pas liée à un système général de MT mais plutôt à la MT impliquant un matériel verbal. Ce lien peut alors être dû à l'implication d'un même type de matériel dans les différentes épreuves. Il est à signaler que ces résultats sont à prendre avec précaution et cela surtout pour les résultats en lien avec les épreuves de mémoire passées en fin de CP (T2). En effet, nous rappelons que nos résultats ont montré que la MT n'est pas encore différenciée à ce niveau du développement. Les liens entre les scores à l'épreuve *Chimères* et les scores factoriels des facteurs de mémoire obtenus en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) seront néanmoins traités plus tard.

Notons que la note « isolation de la syllabe initiale » n'est corrélée significativement avec aucune des épreuves de mémoire. Elle n'est pas corrélée significativement non plus avec les autres sous-notes de l'épreuve *Chimères* (elle est corrélée significativement avec la note globale dont elle fait partie). Elle n'est pas liée significativement non plus aux différentes notes de lecture. En effet, il nous semble que la réussite à la tâche d'isolation de la syllabe initiale ne nécessite que l'identification de cette syllabe et sa production, ce qui expliquerait la relative réussite de la tâche d'isolation de la syllabe initiale même par les élèves de CP. En revanche, la tâche d'isolation de la syllabe finale et la tâche d'assemblage nous semblent plus difficiles. Ainsi, la tâche d'isolation de la syllabe finale nécessiterait le stockage des deux syllabes du mot présenté puis l'inhibition de la première syllabe pour pouvoir produire la syllabe finale. De même, la tâche d'assemblage nécessite le maintien des deux syllabes isolées et la réalisation d'un tâche cognitive supplémentaire qui consiste à les assembler. Il semblerait donc que ces tâches impliquent en quelque sorte la MT. En effet, les liens observés chez les élèves initialement en CP entre, d'une part, les performances aux tâches d'isolation de la syllabe finale et d'assemblage de l'épreuve *Chimères* (et par suite les performances à la note globale de l'épreuve) et, d'autre part, les performances aux épreuves de MCT verbale et de MT complexe peuvent être expliquée par l'implication de la MCT verbale et de la MT complexe dans ces tâches. Ils peuvent aussi être liées à l'implication d'un matériel verbal dans l'ensemble des épreuves ou même simplement à l'existence de liens transversaux et longitudinaux entre la conscience phonologique et ces deux composants de la MT.

Avant de passer à l'hypothèse concernant la spécificité des liens entre la reconnaissance des mots écrits et la MT, notons que les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) - à l'exception des scores à la tâche d'isolation de la syllabe initiale - sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée au même temps d'évaluation. De plus, elles prédisent significativement les scores aux items PS et PLE ainsi que les scores à la note globale de l'épreuve *IME* passée en fin de CP (T2). Ainsi, les performances au niveau de la conscience phonologique en début de CP (T1) prédisent les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits et en particulier au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture en fin de CP (T2). Notons que les performances à certaines notes de l'épreuve *Chimères* passée à T1 continuent même à prédire les scores à certaines notes de lecture obtenues en fin de CE1 (T3). Ainsi, la note « isolation de la syllabe finale » prédit significativement les performances aux items PLE et HP ainsi qu'à la note globale. De même, la note globale à l'épreuve *Chimères* prédit significativement les performances au niveau des scores aux items HP. Il est à signaler que ces liens observés entre la reconnaissance des mots écrits et l'épreuve de conscience phonologique peuvent être simplement expliqués par l'existence de liens transversaux et longitudinaux entre ces deux habiletés. Ils peuvent être cependant dus à l'implication d'habiletés phonologiques d'ordre plus général dans les différentes tâches en question. Enfin, ces associations peuvent être liées à l'implication de la MT dans l'ensemble de ces épreuves.

En ce qui concerne l'hypothèse selon laquelle la lecture, et en particulier l'entrée dans l'écrit, présenterait des liens avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique, nos résultats la confirment. En effet, les résultats de l'analyse de régression multiple ayant pour VD le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et comme VI les scores de conscience phonologique, de MCT verbale et de lecture obtenus en début de CP (T1) montrent que les scores à l'épreuve *Chimères* sont initialement corrélés significativement avec le facteur de mémoire (à l'exception de la note « isolation de la syllabe initiale »). De plus, ces corrélations demeurent significatives quand l'épreuve de MCT verbale (T1) entre dans l'équation de régression (étape 1). Ce résultat montre que l'épreuve *Chimères* (T1) présente des liens avec le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et cela au-delà de ceux partagés avec l'épreuve de MCT verbale. Ainsi, ce résultat ne soutient pas l'hypothèse selon laquelle les liens entre les scores aux épreuves de MCT verbale et les scores à l'épreuve de conscience phonologique seraient liés à l'implication de la MCT verbale dans cette dernière. Notons toutefois que, à l'étape 0 et à l'étape 1 de l'analyse, les corrélations entre les scores à

l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* (T1) et la VD sont plus importantes que celles entre les notes à l'épreuve *Chimères* et la VD. En d'autres termes, l'entrée dans l'écrit prédit plus fortement le facteur de mémoire de fin de CP que la conscience phonologique. De plus, à la deuxième étape de l'analyse de régression, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans l'équation de régression et les corrélations entre les notes de l'épreuves *Chimères* et le facteur de mémoire deviennent non significatives. Ce résultat montre que la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) ne présente pas de liens uniques avec le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et cela au-delà de ceux partagés avec la note de lecture. Notons que les deux variables qui entrent dans l'équation de régression (*MMD-T1* et *LAL-T1*) expliquent à elles seules environ 42% de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP. De plus, pour les analyses de régression ayant pour VD les facteurs de mémoire obtenus en fin de CE1 (T3), nous notons que les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* prédisent significativement les deux facteurs de MCT verbale et de MT complexe incluant la MCT visuo-spatiale. En revanche, les scores à l'épreuve *Chimères* (T1) ne sont pas corrélés significativement avec ces facteurs à l'étape 0 des analyses. Notons que les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* obtenus en début de CP (T1) sont corrélés plus fortement et plus significativement avec le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CP (T2) que la mesure de MCT verbale obtenue en début de CP (T1). De plus, seule l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* entre dans les équations de régression des facteurs de mémoire obtenus en fin de CE1 (T3) et elle explique environ 16 % et 10 % des facteurs de MCT verbale et de MT complexe (incluant la MCT visuo-spatiale) respectivement. Nous pouvons donc dire que ces résultats soutiennent aussi notre hypothèse et montrent que l'entrée dans l'écrit présente des liens prédictifs uniques avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique.

Pour ce qui est des liens entre la MT, l'identification des mots écrits et les différents aspects du langage oral, nos résultats montrent que les scores aux épreuves de langage oral - à l'exception des scores à l'épreuve de compréhension orale - passées en début de CP (T1) sont corrélés significativement avec les scores à l'épreuve de MCT verbale passée au même temps d'évaluation. De plus, l'ensemble des scores de langage oral prédisent significativement les scores aux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2). En effet, toutes les corrélations entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores aux deux épreuves de MCT verbale sont significatives et cela à l'exception de celle entre l'épreuve *Lexique en Réception* passée en début de CP (T1) et l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* passée

en fin de CP (T2). Il est à signaler toutefois que l'épreuve *Lexique en Production* prédit significativement les scores à la deuxième épreuve de MCT verbale (*MMD-T2*). Ainsi, tous les scores aux épreuves de langage oral prédisent significativement les scores à au moins une des épreuves de MCT verbale. Notons particulièrement que malgré le fait que la compréhension orale n'est pas corrélée significativement avec la MCT verbale évaluée en début de CP, elle prédit les scores aux deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP. L'absence de corrélation significative entre les scores à l'épreuve *Compréhension Orale* et les scores à l'épreuve de MCT verbale est toutefois contraire à nos attentes et nous n'avons pas d'explication précise à ce résultat. Notons de plus que l'épreuve *Compréhension Orale* n'est pas corrélée significativement avec l'épreuve *Lexique en Réception.* Cependant, toutes les autres corrélations entre les différentes épreuves de langage oral sont significatives. Il est à signaler que les scores aux épreuves *Lexique en Production* et *Répétition de Mots* continuent même à prédire les performances au niveau de la MCT verbale évaluée en fin de CE1 (T3). En somme, nous pouvons dire que, d'une manière générale, le langage oral est lié à la MCT verbale en début de CP (T1), qu'il prédit les performances au niveau de la MCT verbale évaluée en fin de CP (T2) et que certains de ces aspects (le lexique en production et la phonologie) continuent même à prédire les performances en MCT verbale évaluée en fin de CE1 donc un an et huit moins plus tard. Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que les différentes épreuves se basent sur le langage ou plus précisément qu'elles impliquent un code phonologique. Ils peuvent aussi être expliqués par l'hypothèse selon laquelle les connaissances verbales en MLT contraignent la MCT verbale. Pour ce qui est des liens entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète*, les résultats montrent que les scores aux épreuves de langage oral passées en début de CP (T1) - à l'exception des scores à l'épreuve *Production d'Enoncés* - prédisent significativement les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T2) et continuent même à prédire significativement les performances à l'épreuve *Compréhension Orale* passée en fin de CE1 (T3). Nous avons posé deux hypothèses concernant ces liens. Selon la première, ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle la répétition subvocale et, par suite, la boucle phonologique seraient impliquées dans l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3). Ainsi, les performances au niveau du langage oral évaluées en début de CP (T1) prédiraient les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée des mois plus tard en contraignant la qualité de la répétition subvocale. Selon la deuxième hypothèse, les liens entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* seraient dus au

fait que ces épreuves nécessitent pour la plupart un certain traitement visuel et cela sachant que les épreuves de langage oral sont basées en général sur des images. Cette deuxième hypothèse nous semble cependant moins probable que la première et cela surtout du fait que l'épreuve *Répétition de Mots* ne comprend pas d'images. Quant aux liens entre les scores aux épreuves de langage oral et les scores aux épreuves de MT complexe, nos résultats révèlent des corrélations significatives entre les scores aux épreuves *Compréhension Orale, Production d'Enoncés* et *Répétition de Mots* passées en début de CP (T1) et les scores de MT complexe obtenus en fin de CP (chacune des épreuve de langage oral est corrélée significativement avec une des deux épreuves de MT complexe). Pour ce qui est des liens entre l'épreuve *Répétition de Mots* et la MT complexe, nous supposons que le lien significatif entre ces deux épreuves peut s'expliquer par l'hypothèse selon laquelle la qualité de la phonologie contraint les performances aux épreuves de MT complexe impliquant un matériel verbal. Une autre hypothèse pouvant rendre compte de ce résultat est que l'association entre ces épreuves serait due au fait qu'elles impliquent la boucle phonologique. Quant aux liens entre les scores aux épreuves *Compréhension Orale* et *Production d'Enoncés* d'une part et les scores en MT complexe d'autre part, nous posons différentes hypothèses pour tenter de les expliquer. Ainsi, ces liens peuvent être expliqués par les mêmes hypothèses posées pour l'épreuve *Répétition de Mots*. Toutefois, ils peuvent être dus à la nature des épreuves *Compréhension Orale* et *Production d'Enoncés* qui, théoriquement, nécessitent un certain traitement en MT. Ainsi, par exemple, pour l'épreuve *Production d'Enoncés*, l'enfant doit écouter un premier énoncé correspondant à une image, le garder en mémoire puis prendre en compte les indices provenant d'une deuxième image pour compléter un autre énoncé. Notons toutefois que nos observations cliniques montrent que les élèves de CP ne font pas toujours ce traitement et qu'ils complètent souvent le deuxième énoncé sans nécessairement faire le lien avec le premier. Enfin, les associations entre les épreuves *Compréhension Orale* et *Production d'Enoncés* et la MT complexe peuvent être expliquées par l'hypothèse selon laquelle le développement du langage et en particulier la complexification syntaxique stimulerait le développement de la MT complexe. Il est à signaler que les scores à l'épreuve *Compréhension Orale* passée en début de CP (T1) présentent une corrélation significative mais négative avec les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* passée en fin de CE1 (T3). Nous n'avons pas trouvé d'explication à ce résultat. Notons que les résultats concernant les liens entre les différents aspects du langage oral et les scores aux épreuves de MT obtenus en fin de CP (T2) sont à traiter avec précaution sachant que la MT n'est pas

encore différenciée à ce niveau du développement. Les liens entre le système encore non différencié de la MT et le langage oral seront présentés par la suite.

Avant de passer à la vérification de l'hypothèse concernant la spécificité des liens entre l'identification des mots écrits et la MT, notons que les scores aux épreuves *Compréhension Orale* et *Répétition de Mots* sont corrélés significativement avec l'épreuve de lecture passée au même temps d'évaluation donc en début de CP (T1). Toutefois, aucun des scores de langage oral ne prédit significativement les scores de lecture obtenus en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3). Ce résultat est contraire à nos attentes. Cependant, nous pouvons supposer que nos sujets tout-venant ne présentent en général pas de difficultés au niveau du langage oral et que, par suite, les faibles différences interindividuelles qu'ils peuvent avoir à ce niveau ne prédisent pas d'une manière significative leurs différences en lecture qui seraient liés d'une manière plus importante à d'autres facteurs.

En ce qui concerne l'hypothèse selon laquelle l'identification des mots écrits présente des liens uniques avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec le langage oral, nos résultats la confirment aussi. En effet, l'analyse de régression ayant pour VD le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et pour VI les scores aux épreuves de langage oral, de MCT verbale et de lecture obtenus en début de CP (T1) montre que toutes les épreuves de langage oral prédisent significativement le facteur de mémoire (ce résultat soutient ceux présentés précédemment). De plus, la première épreuve à entrer dans l'analyse de régression est l'épreuve *Répétition de Mots* mesurant la phonologie en production qui explique à elle seule 35 % de la variance du facteur de mémoire. Notons que ce résultat n'est pas anodin sachant que le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) est probablement un facteur de MCT verbale (cf. Chapitre IV) et que le maintien de l'information dans la boucle phonologique se fait avec un code phonologique. Toutefois, les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* continuent à prédire significativement la VD et cela malgré l'entrée de la note de phonologie dans l'équation de régression. Notons que la corrélation entre la MCT verbale évaluée à T1 et la VD demeure aussi significative mais que toutes les corrélations entre la VD et les scores de langage oral deviennent non significatives. En d'autres termes, les corrélations initialement observées entre la VD et les épreuves de compréhension orale, de production d'énoncés, de lexique en réception et de lexique en production sont probablement dues à l'implication de la phonologie dans ces différentes tâches ou habiletés. A l'étape 2 de l'analyse, la note de l'épreuve *Lecture pour Apprentis*

Lecteurs entre dans l'équation et la variance expliquée par les VI dans l'équation de régression passe alors à 45 %. Ce résultat montre que l'entrée dans l'écrit continue à expliquer une part de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP et cela malgré l'introduction dans l'analyse de régression de données de langage oral. Ce premier résultat soutient donc notre hypothèse. Il est à signaler que l'entrée de l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* dans l'équation de régression ne constitue pas la dernière étape de l'analyse. En effet, à l'étape 3, la note de l'épreuve de MCT verbale passée à T1 entre dans l'équation et la variance passe alors à 50 %. En d'autres termes, les épreuves de phonologie, de lecture et de MCT verbale passées en début de CP (T1) expliquent la moitié de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2). De plus, la note de l'épreuve de lecture - contrairement aux scores aux épreuves de langage oral et à l'épreuve de MCT verbale - prédit significativement le facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) obtenu en fin de CE1 (T3) et elle constitue la seule variable qui entre dans l'équation de régression. Cette variable explique 10 % du facteur de MT complexe obtenu un an et huit mois plus tard. Quant au facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3), les variables qui le prédisent significativement à l'étape 0 de l'analyse de régression sont les épreuves *Lexique en Production, Répétition de Mots, Lecture pour Apprentis Lecteurs et Mémoire de Mots.* Comme pour le facteur de mémoire obtenu en fin de CP, la première épreuve qui entre dans l'équation de régression est l'épreuve de phonologie en production qui explique 16% de la variance du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3). Ces résultats mettent en évidence l'importance de la qualité de la phonologie au niveau de la MCT verbale. Suite à l'entrée de l'épreuve de phonologie en production dans l'équation, toutes les corrélations entre la VD et les VI deviennent non significatives. Il est à signaler que l'épreuve de lecture entre dans l'équation de régression à l'étape 2 de l'analyse mais sa contribution à la variance du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) n'est pas significative. Notons que ce résultat soutient notre hypothèse générale. En effet, l'ensemble des résultats présentés dans ce paragraphe montre que la lecture - en particulier l'entrée dans l'écrit - contribue significativement à la variance du facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP et au facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1 (T3) mais pas au facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) et cela quand les données de langage oral sont introduites dans l'analyse. Ces résultats soutiennent notre hypothèse selon laquelle l'identification des mots écrits est impliquée dans le développement de la MT et particulièrement dans la différenciation de la MT complexe.

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté des résultats qui nous ont permis de vérifier notre hypothèse selon laquelle la qualité de l'entrée dans l'écrit présente des liens uniques avec la MT - en particulier la MT complexe - et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique ou les différents aspects du langage oral. Ainsi, nos résultats montrent que l'implication de la lecture dans le développement de la MT chez les sujets tout-venant n'est pas liée exclusivement à des facteurs linguistiques, métalinguistiques ou phonologiques d'ordre général. Nous allons passer maintenant au dernier chapitre de cette étude. Il s'agit du chapitre concernant la MT et ses liens avec la lecture chez les sujets présentant des troubles de la lecture.

Chapitre VII

La Lecture et la Mémoire de Travail
Les sujets présentant des troubles de la lecture

Les résultats obtenus dans les chapitres précédents montrent que la MT se différencie progressivement chez l'enfant tout-venant entre la GSM et le CE1 et que l'apprentissage de la lecture est impliqué dans ce développement. Pour compléter ces données, nous avons exploré la capacité et l'organisation structurale de la MT ainsi que les liens entre la MT et l'identification des mots écrits chez une population de sujets présentant des troubles de la lecture de CE1 et nous avons comparé les résultats obtenus avec ceux correspondant aux sujets tout-venant du même niveau scolaire dans notre étude. Cette partie de l'étude est tout à fait exploratoire et vise simplement à vérifier que notre hypothèse générale peut rendre compte du fonctionnement des sujets présentant des troubles de la lecture. Par la suite, nous commencerons par l'exposé des hypothèses générales de ce chapitre. Nous passerons ensuite à la présentation des sujets présentant des troubles de la lecture et participant à cette partie de notre étude. Après cela, nous exposerons la procédure suivie avec ces sujets ainsi que le matériel utilisé pour l'évaluation de leurs performances et cela avant de passer à la présentation des résultats obtenus. Nous finirons ce chapitre par une synthèse et une analyse générale de ces résultats.

I- Les Hypothèses

Comme nous l'avons déjà signalé ci-dessus, cette partie de l'étude est tout à fait exploratoire. Rappelons toutefois que, selon l'hypothèse générale de cette étude, la lecture serait une de différentes activités pouvant stimuler le développement de la MT. Ainsi, selon notre hypothèse, la MT peut être stimulée aussi par des activités autres que la lecture comme le calcul mental. En d'autres termes, un trouble de la lecture ne devrait pas, selon cette hypothèse, être associé nécessairement à des déficits de MT, notamment de MT complexe. Cependant, en raison des résultats des nombreuses études antérieures et de notre propre observation clinique, nous posons l'hypothèse selon laquelle la MT est effectivement déficitaire chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Ainsi, nous supposons que la capacité de la MT (en particulier la MT complexe) de ces sujets est déficitaire par comparaison à celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire. De même, nous posons

l'hypothèse selon laquelle l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture est différente de celle des sujets tout-venant. Notons que, si ces hypothèses sont vérifiées, cela ne contredirait pas l'ensemble de notre hypothèse générale. En effet, cela soutiendrait simplement l'hypothèse selon laquelle le rôle joué par la lecture au niveau du développement de la MT est primordial et unique (au moins pour certaines tâches de MT).

II- Les participants

Les sujets présentant des troubles de la lecture de notre étude sont au nombre de 52. Ils sont tous en CE1. Tous ces enfants sont suivis en orthophonie[1]. Ils ont été évalués entre janvier et avril 2008 pour les épreuves de mémoire et entre octobre 2007 et avril 2008 pour les épreuves d'identification de mots écrits. Cette population est équilibrée au niveau du sexe avec environ 52 % de garçons (n = 27) et 48 % de filles (n = 25). La moyenne d'âge des participants, calculée par rapport aux dates de passation des épreuves de mémoire, est de 7,82 (DS = 0,53 ; min = 7,09 ; max = 9,37). Le choix de ce niveau scolaire pour l'étude des résultats des enfants présentant des troubles de la lecture est motivé. En effet, les changements structuraux survenant dans notre étude au niveau de la MT chez les sujets tout-venant deviennent relativement nets en CE1. Pour cela, nous avons pensé que l'évaluation de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture de ce même niveau scolaire serait intéressante pour la comparaison des deux groupes tant au niveau de la capacité que de l'organisation structurale de la MT. Les données des sujets tout-venant de CE1 de notre étude sont donc utilisées dans ce chapitre pour réaliser la comparaison. Nous rappelons que ces sujets sont au nombre de quarante-quatre et qu'ils ont une moyenne d'âge de 8,18 (DS = 0,53) au moment de l'évaluation de leurs performances au niveau de l'identification des mots écrits et de la MT (T2). Notons que les passations des épreuves ont été effectuées à des périodes différentes chez les deux groupes, ce qui peut expliquer l'écart observé au niveau des moyennes d'âge.

III- Le Matériel et la Procédure

Les sujets présentant des troubles de la lecture ont passé les mêmes épreuves de mémoire que les enfants tout-venant (cf. Chapitres IV, p. 96). Ainsi, ils ont passé deux

[1] Nous avons préféré ne pas utiliser le terme de dyslexiques pour qualifier ces sujets et cela parce que le QI n'a pas été contrôlé pour l'ensemble de cette population. Ces enfants sont tous suivis par des orthophonistes membres du groupe Orthophonie: Recherche et Formation (ORF).

épreuves de MCT verbale (*Mémoire de Mots – Ordre Direct* et *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*), deux épreuves de MT complexe (*Mémoire de Mots – Ordre Inverse* et *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse*) et une épreuve de MCT visuo-spatiale (*M. Cacahuète*). De plus, ils ont passé l'épreuve *IME* mais sous une version informatisée et longue (*BLI*, Khomsi, 2003) alors que les élèves tout-venant ont passé une version papier et courte de cette épreuve (Khomsi, 1994). En fait, la passation de cette épreuve aux sujets présentant des troubles de la lecture a servi aussi d'évaluation orthophonique des enfants et n'était donc pas exclusivement destinée à notre recherche, ce qui explique la différence de version utilisée. Comme nous l'avons déjà précisé, les enfants présentant des troubles de la lecture ont été évalués entre janvier et avril 2008 pour les épreuves de mémoire et entre octobre 2007 et avril 2008 pour l'épreuve de lecture. En fait, l'administration de ces épreuves a été effectuée par les orthophonistes qui prennent en charge les enfants et cela dans le cadre des séances individuelles habituelles. Les consignes et les modalités de passation des épreuves de mémoire ont été transmises aux différents examinateurs avant l'évaluation des enfants.

IV- Les Résultats

Dans cette partie, nous commencerons par la présentation des résultats des statistiques descriptives effectuées sur les scores de mémoire et d'identification de mots écrits des élèves présentant des troubles de la lecture. Nous passerons ensuite à la comparaison des performances en mémoire des sujets présentant des troubles de la lecture et des élèves tout-venant du même niveau scolaire (CE1). Notons que nous ne comparerons pas les performances en lecture de ces deux groupes parce qu'ils ont passé deux versions différentes de l'épreuve *IME*. Après cela, nous exposerons les résultats des sujets présentant des troubles de la lecture concernant l'organisation structurale de la MT (résultats des corrélations simples et des analyses factorielles) et nous finirons par la présentation de leurs résultats concernant les liens entre les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits et les scores de mémoire.

1. Statistiques descriptives : les résultats des sujets présentant des troubles de la lecture

Dans ce paragraphe, nous présenterons d'abord les résultats concernant l'épreuve d'identification de mots écrits et nous passerons ensuite aux résultats correspondant aux épreuves de mémoire.

Pour l'épreuve d'identification de mots écrits (cf. tableau VII-1), les moyennes des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 sont respectivement de 43,88 (DS = 11,85) pour la note globale (N-IME ; note maximale = 100), de 19,58 (DS = 4,06) pour les items correctement Orthographiés (C ; Note maximale = 31), de 9,73 (DS = 2,88) pour les pseudo-synonymes (PS ; Note maximale = 21), de 11,46 (DS = 5,42) pour les pseudo-logatomes écrits (PLE ; Note maximale = 25) et de 3,33 (DS = 3,10) pour les homophones (HP ; Note maximale = 23). Comme nous l'avons déjà signalé auparavant, nous ne pourrons pas par la suite comparer les scores des élèves présentant des troubles de la lecture à ceux des élèves tout-venant du même niveau scolaire parce que ces deux groupes ont passé deux formes différentes de l'épreuve *IME*. Notons néanmoins que les performances globales des sujets présentant des troubles de la lecture se situent à un niveau inférieur au dixième centile de l'étalonnage correspondant au CE1 de l'épreuve *IME* (BLI, Khomsi, 2003).

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
N-IME	52	43,88	27,00	88,00	11,85
C	52	19,58	15,00	31,00	4,06
PS	52	9,73	6,00	18,00	2,88
PLE	52	11,46	1,00	33,00	5,43
HP	52	3,33	0,00	18,00	3,10

Tableau VII-1. Statistiques descriptives appliquées aux scores à l'épreuve *IME* des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1.

En ce qui concerne les épreuves de mémoire (cf. tableau VII-2), les moyennes des notes globales des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 sont respectivement de 6,25 (DS = 1,95) pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*, de 5,71 (DS = 1,53) pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*, de 3,56 (DS = 1,42) pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, de 5,10 (DS = 1,26) pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* et de 11,81 (DS = 2,90) pour l'épreuve *M. Cacahuète*.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
MMD	52	6,25	0,00	11,00	1,95
MCD	52	5,71	3,00	9,00	1,53
MMI	52	3,56	0,00	7,00	1,42
MCI	52	5,10	1,00	8,00	1,26
N-Cacahuète	52	11,81	5,00	19,00	2,90

Tableau VII-2. Statistiques descriptives appliquées aux notes globales aux épreuves de mémoire des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1.

Pour les notes d'empan aux épreuves de mémoire (cf. tableau VII-3), les moyennes des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 sont respectivement de 4,06 (DS =

1,02) pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*, de 4,13 (DS = 0,95) pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct*, de 3,04 (DS = 0,93) pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse*, de 2,88 (DS = 0,68) pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* et de 2,48 (DS = 0,70) pour l'épreuve *M. Cacahuète*.

	N Actifs	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
E-MMD	52	4,06	0,00	6,00	1,02
E-MCD	52	4,13	3,00	7,00	0,95
E-MMI	52	3,04	0,00	5,00	0,93
E-MCI	52	2,88	2,00	4,00	0,68
E-Cacahuète	52	2,48	1,00	4,00	0,70

Tableau VII-3. Statistiques descriptives appliquées aux notes d'empan aux épreuves de mémoire des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1.

2. Comparaison intergroupes : Sujets présentant des troubles de la lecture *vs* sujets tout-venant de CE1

Comme le montre le tableau VII-4, la différence entre les notes globales des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 et les notes globales des élèves tout-venant du même niveau scolaire est significative pour l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale ($t = -3,70$; $p < 0,001$) mais pas pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* ($t = -1,85$; $p > 0,05$). En ce qui concerne l'épreuve *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale, la différence est significative entre les deux groupes et cela en faveur des sujets présentant des troubles de la lecture ($t = 3,06$; $p < 0,01$). Ainsi, pour cette épreuve, les scores des enfants présentant des troubles de la lecture sont supérieurs à ceux des enfants tout-venant. Pour les épreuves de MT complexe, la différence entre les deux groupes n'est pas significative (*MMI* : $t = 0,28$; $p > 0,05$ – *MCI* : $t = -0,76$; $p > 0,05$). Il est à signaler que la moyenne des scores des sujets présentant des troubles de la lecture à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* est légèrement supérieure à celle des sujets tout-venant.

	Moy. Dys	Moy. TV	Valeur t	dl	P	N Dys	N TV	ET Dys	ET TV	Ratio F variance	P variance
MMD	**6,25**	**7,68**	**-3,70**	**94**	**0,00036**	**52**	**44**	**1,95**	**1,81**	**1,15**	**0,633095**
MCD	5,71	6,36	-1,85	94	0,06770	52	44	1,53	1,93	1,60	0,107338
MMI	3,56	3,48	0,28	94	0,77714	52	44	1,42	1,34	1,13	0,692961
MCI	5,10	5,30	-0,76	94	0,45151	52	44	1,26	1,32	1,11	0,723056
N-Cacahuète	**11,81**	**9,95**	**3,06**	**94**	**0,00286**	**52**	**44**	**2,90**	**3,01**	**1,08**	**0,798637**

Tableau VII-4. Test-t pour échantillons indépendants appliqué aux notes globales aux épreuves de mémoire des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 et des élèves tout-venant de CE1.

Pour ce qui est des notes d'empan (cf. tableau VII-5), la différence est significative entre les deux groupes de CE1 en faveur des enfants tout-venant pour les deux épreuves de MCT verbale (*EMMD* : t = -2,81 ; p < 0,01 – *EMCD* : t =-2,02 ; p < 0,05) et en faveur des élèves présentant des troubles de la lecture pour l'épreuve de MCT visuo-spatiale (t = 3,31; p < 0,01). En revanche, la différence n'est pas significative pour les deux épreuves de MT complexe (*EMMI* : t = -0,40 ; p > 0,05 – *EMCI* : t = -0,75 ; p > 0,05). Notons que les moyennes des notes d'empan des sujets tout-venant sont légèrement supérieures à celles des sujets présentant des troubles de la lecture et cela pour les deux épreuves de MT complexe. Ainsi, bien que la moyenne des sujets présentant des troubles de la lecture à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* est meilleure que celle des sujets tout-venant pour les notes globales, elle ne l'est pas pour les notes d'empan.

	Moy. Dys	Moy. TV	Valeur t	dl	P	N Dys	N TV	ET Dys	ET TV	Ratio F variance	P variance
E-MMD	**4,06**	**4,55**	**-2,81**	**94**	**0,00611**	**52**	**44**	**1,02**	**0,59**	**2,99**	**0,000355**
E-MCD	**4,13**	**4,55**	**-2,02**	**94**	**0,04657**	**52**	**44**	**0,95**	**1,04**	**1,21**	**0,514753**
E-MMI	3,04	3,11	-0,40	94	0,69231	52	44	0,93	0,92	1,02	0,962295
E-MCI	2,88	3,00	-0,75	94	0,45632	52	44	0,68	0,84	1,53	0,147397
E-Cacahuète	**2,48**	**1,98**	**3,31**	**94**	**0,00134**	**52**	**44**	**0,70**	**0,79**	**1,28**	**0,394727**

Tableau VII-5. Test-t pour échantillons indépendants appliqué aux notes d'empan aux épreuves de mémoire des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 et des élèves tout-venant de CE1.

3. Organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture

Dans cette partie, nous présenterons les résultats des corrélations simples et des analyses factorielles effectuées sur les scores des sujets présentant des troubles de la lecture. Comme pour les sujets tout-venant l'ensemble des analyses statistiques sera réalisé sur les notes globales aux épreuves de mémoire.

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 (cf. tableau VII-6) révèlent une association statistiquement significative entre les deux épreuves de MT complexe (r = 0,50 ; p < 0,001). De plus, l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct* évaluant la MCT verbale est corrélée significativement avec les deux épreuves de MT complexe (*MMD*MMI* : r = 0,28 ; p < 0,05 – *MMD*MCI* : r = 0,45 ; p < 0,001). Toutes les autres corrélations sont statistiquement non significatives (-0,12 < r < 0,22 ; p > 0,05). Notons particulièrement l'absence de corrélation significative entre les scores aux deux épreuves de MCT verbale (r = 0,17 ; p > 0,05). De plus,

l'épreuve de MCT visuo-spatiale n'est corrélée significativement avec aucune des autres épreuves (-0,10 < r < 0,22).

	MMD	**MCD**	**MMI**	**MCI**	**M. Cacahuète**
MMD	1				
MCD	0,17	1			
MMI	0,28*	-0,12	1		
MCI	0,45***	-0,05	0,50***	1	
M. Cacahuète	0,06	-0,10	0,19	0,22	1

Tableau VII-6. Matrice carrée des corrélations simples entre les scores des élèves de CE1 présentant des troubles de la lecture aux différentes épreuves de mémoire. * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 .

En ce qui concerne les résultats de l'analyse factorielle à composantes principales avec rotation Varimax appliquée aux scores des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1, deux facteurs à valeurs propres de un au minimum apparaissent (cf. tableau VII-7). Le premier facteur comprend les scores aux deux épreuves de MT complexe et les scores à l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Direct*. En effet, les poids factoriels de ces trois épreuves sont relativement élevés (*MMD* : 0,71 – *MMI* : 0,74 – *MCI* : 0,84) alors que les poids factoriels de l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* (0,02) et de l'épreuve *M. Cacahuète* (0,37) sont relativement faibles. Ce facteur explique 38,21 % de la variance. Le deuxième facteur semble être un facteur de MCT. En effet, il comprend les scores aux deux épreuves de MCT verbale et à l'épreuve de MCT visuo-spatiale qui présentent des poids factoriels à valeur absolue relativement élevée (*MMD* : -0,43 – *MCD* : -0,84 – *M. Cacahuète* : 0,48). Il est à noter cependant que le poids factoriel de l'épreuve *M. Cacahuète* a une valeur relative positive alors que les épreuves de MCT verbale ont des valeurs relatives négatives. Ce résultat montre que les contributions des épreuves de MCT verbale à ce facteur sont opposées à la contribution de l'épreuve de MCT visuo-spatiale. En d'autres termes, ces deux types d'épreuves sont liés à ce facteur d'une manière opposée. Il est à signaler que, dans ce facteur, les épreuves de MCT verbale ont des poids factoriels à valeurs relatives négatives alors que les deux épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale ont des poids factoriels à valeurs relatives positives. Notons que, dans le deuxième facteur, les poids factoriels des scores aux épreuves de MT complexe sont relativement faibles (*MMI :* 0,24 – *MCI :* 0,05). La variance expliquée par ce facteur est de 23,50 %. La corrélation entre les deux facteurs est négative et relativement faible (r = -0,20; p >.05).

CE1 - Sujets présentant des troubles de la lecture		
Epreuve	Facteur 1	Facteur 2
MMD	**0,71**	**-0,43**
MCD	0,02	**-0,84**
MMI	**0,74**	0,24
MCI	**0,84**	0,05
N- M. Cacahuète	0,37	**0,48**

Corrélation entre les facteurs obliques		
	1	2
1	1,000000	-0,195473
2	-0,195473	1,000000

	Valeur propre	% Total de la Variance	Cumul Val.Propre	Cumul %
1	1,910405	38,20811	1,910405	38,20811
2	1,175173	23,50346	3,085578	61,71156

Tableaux VII-7. Analyse Factorielle appliquée sur les notes globales de mémoire des élèves de CE1 présentant des troubles de la lecture (en gras : Poids Factoriels > 0.40).

4- Liens entre la MT et la lecture chez les sujets présentant des troubles de la lecture

Pour explorer les liens entre les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits et les scores aux épreuves de mémoire chez les sujets présentant des troubles de la lecture, nous allons d'abord réaliser une analyse de corrélation simple et nous passerons ensuite à des analyses de régression ayant pour variables dépendantes les facteurs de mémoire obtenus dans le cadre de l'analyse factorielle présentée ci-dessus et pour variables indépendantes l'ensemble des notes à l'épreuve d'identification de mots écrits.

Résultats des corrélations simples entre les scores à l'épreuve d'identification de mots écrits et les scores aux épreuves de mémoire

Les résultats des corrélations simples effectuées sur les scores des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 (cf. tableau VII-8) révèlent des corrélations significatives entre les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe et d'une part la note globale à l'épreuve d'identification des mots écrits ($r = 0,32$; $p < 0,05$), d'autre part la note aux items PLE ($r = 0,41$; $p < 0,01$). De plus, les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Direct* mesurant la MCT verbale sont corrélés significativement mais négativement avec l'ensemble des notes à l'épreuve *IME* ($-0,37 < r < -0,27$; $p < 0,05$) et cela à l'exception de la note HP ($r = 0,16$; $p > 0,05$). Toutes les autres corrélations sont statistiquement non significatives ($-0,22 < r < 0,26$; $p > 0,05$).

	N-IME	C-IME	PS-IME	PLE-IME	HP-IME
MMD	0,15	0,07	0,14	0,15	0,16
MCD	-0,35*	-0,27*	-0,37**	-0,28*	-0,22
MMI	0,11	0,07	0,07	0,08	0,05
MCI	0,32*	0,10	0,26	0,41**	0,18
M. Cacahuète	-0,03	-0,14	-0,05	0,09	-0,07

Tableau VII-8. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 aux épreuves de mémoire et à l'épreuve de lecture. * p <.05 ; ** p <.01.

Résultats des analyses de régression ayant pour VD les scores factoriels des facteurs de mémoire

Dans ce paragraphe, nous réaliserons deux analyses de régression multiples. Il s'agit, dans les deux cas, d'analyses de régression multiples hiérarchiques de type pas-à-pas ascendante. Pour chaque analyse, nous suivrons les différentes étapes de l'analyse de régression et nous exposerons, à chaque étape, l'état de l'équation de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) ainsi que les corrélations partielles entre, d'une part, les VI absentes de l'équation et, d'autre part, la VD. La première analyse que nous présenterons a pour variable dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire obtenu dans l'analyse factorielle effectuée sur les scores des enfants présentant des troubles de la lecture aux épreuves de mémoire et la seconde a pour variable dépendante les scores factoriels du deuxième facteur obtenu. Pour les deux analyses de régression, les variables indépendantes introduites sont les différentes notes de l'épreuve *IME*.

Pour l'analyse de régression multiple ayant pour Variable Dépendante les scores factoriels du premier facteur de mémoire, les résultats des corrélations partielles (cf. tableau VII-9) révèlent une seule corrélation significative, celle entre les scores factoriels du premier facteur et la note PLE ($r = 0,28$; $p < 0,5$). Toutes les autres corrélations partielles sont statistiquement non significatives. A l'étape 1 de l'analyse, seule la note PLE entre dans l'équation de régression (F d'inclusion = 4,00 ; F d'exclusion = 3,99) et contribuent significativement à la variance de la VD ($R^2 = 0,06$; $F = 4,14$; $p < 0,5$). Ainsi, cette note explique 6 % de la variance. Une fois la note PLE dans l'équation, toutes les corrélations partielles deviennent non significatives (cf. tableau VII-10) et aucune autre variable n'entre dans l'équation.

Variable Dépendante : Facteur 1 – sujets présentant des troubles de la lecture

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-N	0,22	0,22	0,22	1,00	0,109513
IME-C	0,06	0,06	0,06	1,00	0,654580
IME-PS	0,17	0,17	0,17	1,00	0,215368
IME-PLE	**0,28**	**0,28**	**0,28**	**1,00**	**0,047137**
IME-HP	0,14	0,14	0,14	1,00	0,325389

Tableau VII-9. Corrélations partielles entre les scores de lecture (VI) et les scores factoriels du facteur 1 (VD) à l'étape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Variable Dépendante : Facteur 1 – sujets présentant des troubles de la lecture

Etape 1

	Bêta	Erreur-type de Bêta	B	Erreur-type de B	R^2	R^2 ajusté	F(1,50)	p
PLE-IME	**0,28**	**0,14**	**0,05**	**0,03**	**0,08**	**0,06**	**4,14**	**0,04713**

Tableau VII-10. Synthèse de l'analyse de régression ayant pour variable dépendante le facteur 1 de mémoire et pour variables indépendantes les scores à l'épreuve de lecture des enfants présentant des troubles de la lecture. Etape 1 de l'analyse.

Variable Dépendante : Facteur 1 – sujets présentant des troubles de la lecture

Etape 1

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	P
IME-N	0,002	0,001	0,001	0,34	0,993483
IME-C	-0,07	-0,06	-0,06	0,82	0,667490
IME-PS	0,04	0,04	0,04	0,73	0,789486
IME-HP	-0,03	-0,03	-0,03	0,66	0,845373

Tableau VII-11. Corrélations partielles entre les scores de lecture (VI) et les scores factoriels du facteur 1 (VD). Etape 1 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

Pour la deuxième analyse de régression multiple ayant pour VD les scores factoriels du deuxième facteur de mémoire et pour VI l'ensemble des scores à l'épreuve *IME,* toutes les corrélations entre la VD et les VI sont non significatives à l'étape 0 ($-0{,}20 < r < -0{,}08$; $p > 0{,}05$) et aucune VI n'entre dans l'équation de régression (cf. tableau VII-12).

Variable Dépendante : Facteur 2 – sujets présentant des troubles de la lecture

Etape 0

	Bêta ds	Corrélation partielle	Corrélation semi-partielle	Tolérance	p
IME-N	-0,20	-0,20	-0,20	1,00	0,156875
IME-C	-0,13	-0,13	-0,13	1,00	0,368213
IME-PS	-0,20	-0,20	-0,20	1,00	0,155616
IME-PLE	-0,20	-0,20	-0,20	1,00	0,165742
IME-HP	-0,08	-0,08	-0,08	1,00	0,580838

Tableau VII-12. Corrélations partielles entre les scores de lecture (VI) et les scores factoriels du facteur 2 (VD). Etape 0 de l'analyse de régression multiple à pas-à-pas ascendante.

V- Synthèse et Analyse Générale des Résultats

A travers ce chapitre, nous avons présenté nos résultats concernant la capacité et l'organisation structurale de la MT ainsi que nos résultats concernant les liens entre la MT et l'identification des mots écrits et cela chez des sujets de CE1 présentant des troubles de la lecture. Dans cette partie, nous réaliserons une synthèse et une analyse de ces résultats et cela en lien avec les données présentées dans les chapitres précédents concernant les sujets tout-venant. La discussion de ces résultats en lien avec les résultats des études décrites dans notre introduction théorique (cf. Chapitre III) sera présentée à la fin de cette thèse, dans le chapitre destiné à la discussion générale.

Avant de commencer par la synthèse et l'analyse des résultats présentés dans ce chapitre, rappelons que nous avons posé deux hypothèses pour cette partie de l'étude. Selon la première, la capacité de la MT serait déficitaire chez les sujets présentant des troubles de la lecture par comparaison à celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire. Selon la seconde, l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture serait différente de celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire.

Les résultats obtenus dans ce chapitre concernant la capacité de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture révèlent en général une différence significative entre les performances de ces sujets et les performances des sujets tout-venant du même niveau scolaire et cela au niveau des épreuves mesurant la MCT verbale (la boucle phonologique). En effet, les sujets présentant des troubles de la lecture ont des performances aux épreuves mesurant la MCT verbale inférieures à celles des sujets tout-venant. Notons que la différence entre les notes d'empan des deux groupes est significative pour les deux épreuves de MCT verbale (*MMD* et *MCD*). En revanche, pour les notes globales, la différence est significative pour une des deux épreuves (*MMD*). En ce qui concerne l'épreuve de MCT visuo-spatiale, la différence est aussi significative entre les deux groupes. Toutefois, les performances des sujets présentant des troubles de la lecture sont supérieures à celles des sujets tout venant. Ainsi, les sujets présentant des troubles de la lecture semblent avoir une meilleure MCT visuo-spatiale que les sujets tout-venant du même niveau scolaire. Pour les épreuves de MT complexe, aucune différence significative n'est observée entre les deux groupes et cela aussi bien pour les notes globales que pour les notes d'empan. Ainsi, les sujets présentant des troubles de la lecture de cette étude ne semblent pas présenter de déficits significatifs au niveau des

épreuves de MT complexe. Notons de plus que la moyenne des scores (notes globales) de ces sujets à l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* est légèrement supérieure à celle des sujets tout-venant sans leur permettre néanmoins d'avoir une avance par rapport à leurs pairs au niveau de la note d'empan à cette épreuve. Ces résultats ne nous permettent donc pas de confirmer la première hypothèse que nous avons posée pour cette partie de l'étude. En effet, bien que la MCT verbale (boucle phonologique) semble être déficitaire chez les sujets présentant des troubles de la lecture et participant à cette étude, la MT complexe ne l'est pas.

Pour ce qui est de l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture et participant à cette étude, l'analyse factorielle à composantes principales appliquée à leurs scores aux différentes épreuves de mémoire fournit deux facteurs qui sont toutefois différents de ceux obtenus dans l'analyse factorielle appliquée aux scores des sujets tout-venant du même niveau scolaire. Nous rappelons que, pour ces derniers, l'analyse factorielle avait donné deux facteurs qui peuvent être identifiés comme étant un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe incluant aussi la MCT visuo-spatiale (cf. Chapitre IV). Nous rappelons aussi que ce résultat a été obtenu avec deux groupes différents de sujets tout-venant de CE1. L'analyse factorielle appliquée aux scores des sujets présentant des troubles de la lecture ne fournit pas le même schéma. En effet, l'interprétation du résultat de cette analyse n'est pas aussi simple que celle concernant les sujets tout-venant. Ainsi, les hypothèses que nous poserons par la suite sont à traiter avec une grande précaution sachant que nous n'avons pas trouvé de meilleure interprétation des facteurs obtenus avec les données des sujets présentant des troubles de la lecture.

Le premier facteur obtenu semble être un facteur de MT complexe incluant aussi une des épreuves de MCT verbale (*MMD*). En effet, l'épreuve qui présente le poids factoriel le plus élevé dans ce facteur est l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse* mesurant la MT complexe, suivie de l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* mesurant aussi la MT complexe puis de l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* mesurant la MCT verbale. Les poids factoriels des épreuves *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* mesurant la MCT verbale et *M. Cacahuète* mesurant la MCT visuo-spatiale sont relativement faibles (inférieurs à 0,4). La composition de ce facteur peut être expliquée par le fait que les deux épreuves de MT complexe sont significativement corrélées entre elles et avec l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct* mais pas avec l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* ou avec l'épreuve *M. Cacahuète*. Pour tenter d'expliquer ce facteur, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle ce facteur serait un facteur de MT complexe. L'importante contribution des scores à l'épreuve

Mémoire de Mots - Ordre Direct à ce facteur s'expliquerait alors par l'implication de certaines ressources liées à l'administrateur central lors de l'exécution de cette tâche par les sujets présentant des troubles de la lecture. En effet, la moyenne des scores de ces sujets à cette épreuve est particulièrement faible par comparaison à celle des sujets tout-venant (la différence entre les scores des deux groupes à cette épreuve est la plus importante et la plus significative) et, par suite, nous supposons que les sujets présentant des troubles de la lecture essaient de compenser leurs difficultés à cette épreuve en recourant à des ressources liées à l'administrateur central. Notons que nous n'avons pas pu expliquer la différence des performances des sujets présentant des troubles de la lecture au niveau des deux épreuves de MCT verbale. En effet, par comparaison aux sujets tout-venant, l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* est plus réussie par les sujets présentant des troubles de la lecture que l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Direct*. Nous rappelons que pour l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct*, la différence entre les deux groupes est significative pour la note d'empan mais pas pour la note globale. Il est à signaler toutefois que l'analyse de corrélation simple révèle une absence de lien significatif entre ces deux épreuves. Ainsi, il semblerait que les sujets présentant des troubles de la lecture traitent différemment ces deux épreuves censées évaluer la MCT verbale, ce qui peut expliquer le fait qu'elles n'appartiennent pas à ce même facteur. Notons que chez les sujets tout-venant, les deux épreuves de MCT verbale sont corrélées significativement et fortement entre elles et cela aussi bien en CE1 qu'en CP et en GSM. Nous pouvons donc supposer à partir des ces résultats préliminaires que les sujets présentant des troubles de la lecture ont des difficultés surtout au niveau de la MCT verbale et cela au niveau quantitatif mais aussi qualitatif.

Quant au deuxième facteur obtenu dans l'analyse factorielle, les épreuves qui présentent un poids factoriel de valeur absolue supérieure à 0,4 sont les deux épreuves de MCT verbale et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. Ce résultat nous pousse à poser l'hypothèse selon laquelle ce facteur est un facteur général de MCT (verbale et visuo-spatiale). Cependant, nous notons que les épreuves de MCT verbale et l'épreuve de MCT visuo-spatiale présentent des valeurs relatives différentes. Ainsi, les épreuves de MCT verbale ont une valeur relative négative et l'épreuve de MCT visuo-spatiale a une valeur relative positive. Cela signifie que ces épreuves contribuent à ce facteur d'une manière opposée. En d'autres termes, si l'on considère que le deuxième facteur est un facteur de MCT donc de stockage temporaire, nous pouvons supposer que, chez les sujets présentant des troubles de la lecture, le stockage peut être exclusivement verbal ou exclusivement visuel. A partir de ce résultat, nous nous demandons si les sujets

présentant des troubles de la lecture utilisent la répétition subvocale comme leurs pairs tout-venant pour recoder sous forme verbale l'information présentée visuellement dans l'épreuve *M. Cacahuète*. Notons de plus que les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* chez les sujets présentant des troubles de la lecture ne sont pas corrélés significativement avec les scores aux épreuves de MCT verbale. La corrélation simple entre l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* mesurant la MCT verbale et l'épreuve de MCT visuo-spatiale est même négative (mais faible et non significative). Il est à signaler que les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* des élèves présentant des troubles de la lecture de CE1 ne sont pas corrélés significativement non plus avec les scores aux épreuves de MT complexe (contrairement aux sujets tout-venant de CE1 chez qui la MCT visuo-spatiale n'était pas dissociable de la MT complexe). Notons que, dans ce deuxième facteur, les épreuves de MT complexe ont des valeurs relatives positives, comme l'épreuve de MCT visuo-spatiale. Pour expliquer cela, nous posons l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture s'appuieraient sur des codes visuels pour traiter les épreuves de MT complexe impliquant un matériel verbal. En effet, bien que les corrélations entre les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale ne soient pas significatives, elles sont plus élevées que celles entre les épreuves de MT complexe et les épreuves de MCT verbale. Tous ces résultats rejoignent l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture auraient des difficultés particulières au niveau de la MCT verbale, du stockage verbal. Toutefois, si effectivement les sujets présentant des troubles de la lecture s'appuient sur des codes visuels dans les épreuves de MT complexe, nous ne pouvons pas expliquer pourquoi ils ne le font pas aussi pour les épreuves de MCT verbale utilisées.

Il est à signaler que les deux facteurs obtenus dans l'analyse factorielle appliquée aux scores des sujets présentant des troubles de la lecture expliquent respectivement 38,21 % et 23,50 % de la variance. En d'autres termes, le facteur de MT complexe incluant une des épreuve de MCT verbale explique une part plus importante de la variance que le facteur de MCT. Nous rappelons que, chez les sujets tout-venant, c'est le facteur de MCT verbale qui explique la part la plus importante de la variance. Ceci pourrait soutenir l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture ont des difficultés particulières au niveau de la MCT verbale et qu'ils compenseraient ces difficultés en s'appuyant sur des ressources de l'administrateur central. Notons aussi que la corrélation entre les deux facteurs est relativement faible. Ainsi, si ces deux facteurs sont effectivement des facteurs de MT complexe et de MCT, il n'y aurait pas de liens significatifs entre ces habiletés chez les sujets présentant des troubles de la lecture.

Comme nous l'avons déjà signalé un peu plus haut, toutes ces hypothèses sont à traiter avec précaution. Toutefois, le résultat que nous considérons comme étant le plus important dans ces données est que les sujets présentant des troubles de la lecture semblent avoir des difficultés particulièrement au niveau de la MCT verbale et que l'organisation structurale de la MT chez ces sujets n'est pas conforme à celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire ou même à celle des sujets tout-venant plus jeunes. Notons que ces résultats suggérant une organisation structurale de la MT différente chez les sujets présentant des troubles de la lecture par rapport aux sujets tout venant rejoint la deuxième hypothèse que nous avons posée au début de ce chapitre. On pourrait poser l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture ne traitent pas les différentes épreuves de mémoire de la même manière que les sujets tout-venant. Il est même possible que ces épreuves ne mesurent pas les mêmes habiletés chez les deux groupes.

Pour ce qui est des liens entre les scores aux épreuves de mémoire et les scores à l'épreuve de reconnaissance des mots écrits chez les sujets présentant des troubles de la lecture, les seules corrélations simples significatives et positives sont celles entre, d'une part, les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Inverse* mesurant la MT complexe et, d'autre part, la note globale à l'épreuve *IME* ainsi que les scores aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique de lecture. Notons que la première corrélation peut être due à la deuxième sachant que la note globale inclue la note aux items PLE. Ainsi, chez les sujets présentant des troubles de la lecture, la MT complexe semble être liée en quelque sorte à la stratégie graphophonologique de reconnaissance de mots écrits. Ce résultat est soutenu par l'analyse de régression multiple ayant pour VD le premier facteur de mémoire que nous avons supposé être un facteur de MT complexe. En effet, la seule note de lecture qui est significativement liée à ce facteur est la note aux items PLE. De plus, cette note explique 6% de la variance du facteur de mémoire.

Il est à noter que l'analyse de corrélation simple révèle aussi des associations significatives entre les scores à l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* mesurant la MCT verbale et les scores à l'ensemble des notes de l'épreuve IME, à l'exception des scores aux items HP. Cependant, ces corrélations sont toutes négatives. Ainsi, il paraît que plus les sujets présentant des troubles de la lecture réussissent à cette épreuve censée évaluer la MCT verbale moins il réussissent à l'épreuve de reconnaissance de mots écrits. Nous n'avons pas trouvé d'explication à ce résultat. En fait, nous nous interrogeons sur la validité de cette épreuve chez les sujets présentant des troubles de la lecture et nous nous demandons si elle mesure

effectivement la MCT verbale chez ces sujets. Il est à noter que les résultats de l'analyse de régression multiple ayant pour VD le deuxième facteur de mémoire que nous avons supposé être un facteur de MCT (verbale et visuo-spatiale) ne révèlent aucun lien significatif entre les notes de reconnaissance de mots écrits et ce facteur.

Notons que, chez les sujets tout-venant de CE1, aucune des notes de lecture n'est liée significativement au facteur de MCT verbale obtenu. De plus, aucune corrélation significative n'est observée entre les scores aux épreuves de MCT verbale et les notes de lecture. En revanche, chez les sujets tout-venant, toutes les notes de l'épreuve IME sont corrélées significativement avec la MT complexe et cela à l'exception de la note PS (Pseudo-Synonymes). De plus, dans l'analyse de régression multiple ayant pour VD le facteur de MT complexe incluant la MCT visuo-spatiale, trois VI (la note globale à l'épreuve *IME*, la note aux items PLE et la note aux items HP) sont corrélées significativement avec la VD. Quant aux scores à l'épreuve *M. Cacahuète*, ils présentent des corrélations simples significatives avec la note aux items HP et avec la note globale. Nous rappelons que cette même épreuve passée aux participants présentant des troubles de la lecture du même niveau scolaire ne présente aucun lien significatif avec les notes de lecture. Ainsi, nous pouvons dire que la MT complexe et la MCT visuo-spatiale sont plus impliquées dans la reconnaissance des mots écrits chez les sujets tout-venant que chez les sujets présentant des troubles de la lecture.

VI- Conclusion

Les données présentées dans ce chapitre révèlent des différences quantitatives et qualitatives au niveau de la MT et cela entre les sujets présentant des troubles de la lecture et les sujets tout-venant de CE1. Ainsi, au niveau quantitatif, les sujets présentant des troubles de la lecture semblent présenter un déficit au niveau de la MCT verbale alors que leur MT complexe et leur MCT visuo-spatiale semblent être préservées. Nous rappelons que la moyenne des scores des sujets présentant des troubles de la lecture au niveau de l'épreuve de MCT visuo-spatiale est même significativement supérieure à celle des sujets tout-venant. Au niveau qualitatif, l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture semble différente de celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire et même de celle des sujets tout-venant de niveau scolaire inférieur. Quant aux liens entre la MT et la reconnaissance des mots écrits, nous relevons en général des liens plus importants chez les sujets tout-venant que chez les sujets présentant des troubles de la lecture chez qui seule la

stratégie graphophonologique de lecture semble être liée à la MT complexe. Notons toutefois que ces résultats sont à traiter avec vigilance en raison de la probable hétérogénéité du groupe des sujets présentant des troubles de la lecture. Les résultats présentés dans ce chapitre seront discutés en lien avec les données bibliographiques correspondantes et cela dans la discussion générale suivant ce chapitre.

Discussion Générale

Au cours des chapitres précédents, nous avons tenté de vérifier l'hypothèse générale de cette étude selon laquelle l'apprentissage de la lecture serait impliqué dans le développement et la différenciation de la MT. Pour cela, nous avons d'abord étudié le développement de la capacité et de l'organisation structurale de la MT chez une population de 125 sujets tout-venant dont 32 en GSM, 49 en CP et 44 en CE1. Ces sujets ont été évalués au début (T1) et à la fin (T2) de l'année scolaire et les sujets initialement en GSM et en CP ont été revus l'année suivante alors qu'ils étaient en CP et en CE1 respectivement (T3). L'analyse des données nous a permis de décrire le développement de la MT et surtout d'explorer la MT chez des sujets prélecteurs (GSM) et des sujets en cours d'apprentissage de la lecture (CP - CE1). Dans un deuxième temps, nous avons étudié les liens transversaux et longitudinaux entre la MT et la lecture chez ces mêmes sujets tout-venant en vue de montrer que l'entrée dans l'écrit prédit le développement de la MT et de vérifier que le principal stimulateur dans la relation développementale entre la MT et la lecture est bien cette dernière habileté. Ensuite, dans un troisième temps, nous avons évalué la spécificité des liens entre la lecture et la MT en vérifiant que ces liens ne peuvent être exclusivement expliqués par l'implication de certaines habiletés linguistiques, phonologiques ou métaphonologiques dans la lecture et dans les tâches utilisées pour évaluer la MT. Enfin, nous avons exploré la capacité et l'organisation structurale de la MT ainsi que les liens entre ce système et les performances en lecture chez une population de 52 sujets de CE1 présentant des troubles de la lecture. Cette dernière étape complètement exploratoire avait pour but de comparer la MT de sujets présentant des troubles de la lecture avec celle de sujets tout-venant du même niveau scolaire. En effet, dans notre hypothèse générale, nous avons supposé que les apprentissages scolaires explicites stimuleraient le développement et la différenciation de la MT. En fait, nous pensions que l'apprentissage de la lecture - en particulier la stratégie graphophonologique - jouerait un rôle important mais que d'autres apprentissages comme le calcul mental et l'arithmétique pouvait aussi stimuler la MT. Pour cela, nous avons supposé qu'en explorant la MT chez des sujets présentant des troubles de la lecture nous pourrions compléter nos données en vérifiant si un apprentissage perturbé de la lecture est associé quand même à des différences quantitatives et qualitatives au niveau de la MT. Bien sûr, les données des études antérieures répondaient en

quelque sorte à ce dernier questionnement mais nous avons préféré comparer la MT de sujets présentant des troubles de la lecture avec la MT de nos propres sujets tout-venant. Par la suite, nous discuterons les résultats obtenus à ces différentes étapes de notre étude en lien avec les résultats des études antérieures.

Avant de commencer par la présentation et la discussion des résultats de notre étude, rappelons que tous les élèves tout-venant ont passé une épreuve de MCT verbale (*MMD*) à T1 et que les élèves de CP ont passé en plus une épreuve de lecture (*LAL*), une épreuve de conscience phonologique (*Chimères*) et cinq épreuves de langage oral. A T2, les élèves de GSM, de CP et de CE1 ont tous passé deux épreuves de MCT verbale, deux épreuves de MT complexe et une épreuve de MCT visuo-spatiale. De plus, les élèves de CP et de CE1 ont passé une épreuve d'identification de mots écrits (*IME*). A T3, les élèves tout-venant initialement en GSM et en CP et qui étaient en CP et en CE1 respectivement ont repassé les mêmes épreuves passées à T2. Quant aux sujets présentant des troubles de la lecture, ils ont passé les mêmes épreuves de mémoire administrées à T2 et à T3 aux sujets tout-venant. De plus, ils ont passé la même épreuve d'identification de mots écrits utilisée avec les sujets tout-venant à T2 et à T3 mais sous une forme informatisée et plus longue. Nous allons passer maintenant à la discussion générale des résultats obtenus aux différentes étapes de notre étude pour vérifier s'ils soutiennent notre hypothèse générale.

Le développement de la MT

Dans notre étude, les résultats concernant le développement de la MT chez les sujets tout-venant révèlent d'abord une amélioration significative des performances aux épreuves destinées à l'évaluation de la capacité des différents composants de ce système tel qu'il a été décrit par Baddeley (1986) et cela entre la GSM et le CE1. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus dans d'autres études développementales explorant l'évolution de la capacité des différents composants de la MT. Ainsi, différentes recherches ont montré une augmentation progressive avec l'âge de la capacité de la MCT verbale (Alloway & al., 2006 ; Cowan, Nugent, Elliott, Ponomarev & Saults, 1999 ; Gathercole, 1995, 1999 ; Gathercole & al., 2004 ; Woodworth et Schlosberg, 1964), de la MCT visuo-spatiale (Agostini, Kremin, Curt & Dellatolas, 1996 ; Hitch, Halliday, Dodd et Littler, 1989) et de la MT complexe (Luciana et Nelson, 1998 ; Gathercole & al., 2004 ; Pross, Gaonac'h et Gaux, 2008). Il est à signaler que, dans le cadre de notre étude longitudinale, nous avons observé une différence significative

entre les trois niveaux scolaires pour les notes globales mais la différence n'était pas significative pour les notes d'empan entre le CP et le CE1 et cela pour les épreuves de MT complexe et pour une des deux épreuves de MCT verbale (*MMD*). Ainsi, la différence en terme d'empan est significative pour les épreuves de MT complexe entre la GSM et le CP mais pas entre le CP et le CE1. Ce schéma de développement correspond aux stades néo-piagétiens (Johnson, Fabian & Pascual-Leone, 1989 ; Morra, Moizo & Scopesi, 1988). En effet, les moyennes d'âge des participants à notre étude sont approximativement de six ans en GSM, de sept ans en CP et de huit ans en CE1. Rappelons que, selon les théories néo-piagétiennes, la capacité de la MT augmente d'une unité tous les deux ans et passe d'une unité à l'âge de trois ans à sa capacité adulte de sept unités à quinze ans. En d'autres termes, les enfants de cinq et six ans correspondent à un même stade et les enfants de sept et huit ans correspondent à un autre stade. Bien que nos résultats correspondent bien à cette hypothèse de stades néo-piagétiens, nous ne pouvons prétendre la vérifier sachant que la tranche d'âge de notre population est réduite et ne nous permet donc pas d'effectuer une généralisation à l'ensemble du développement. Notons toutefois que, dans notre étude, les moyennes des différents niveaux scolaires aux épreuves d'empan complexe sont aussi conformes aux données néo-piagétiennes. Ainsi, les élèves de GSM âgés en moyenne d'environ six ans ont une moyenne d'empan de presque deux unités. En revanche, les moyennes d'empan des élèves de CP et de CE1 âgés approximativement de sept et huit ans respectivement se situent autour de trois unités.

En ce qui concerne le développement de l'organisation structurale de la MT, nos résultats révèlent aussi une certaine évolution à ce niveau entre la GSM et le CE1. En effet, les résultats des analyses factorielles appliquées aux scores des épreuves de mémoire fournissent un seul facteur rassemblant l'ensemble des épreuves en GSM et en CP et deux facteurs qui peuvent être identifiés comme un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe comprenant l'épreuve de MCT visuo-spatiale en CE1. De plus, une analyse plus précise de ces facteurs révèle une différenciation progressive de la MT entre la GSM et le CE1. En effet, dans l'unique facteur obtenu en GSM, les poids factoriels des épreuves de MCT verbale sont relativement élevés, suivis des poids factoriels des épreuves de MT complexe, le poids factoriel de l'épreuve de MCT visuo-spatiale étant le moins élevé. De plus, les résultats des analyses de corrélation simples montrent que les deux épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale ne sont pas corrélées significativement entre elles : toutes les corrélations significatives impliquent une épreuve de MCT verbale. Ces

résultats nous ont poussés à poser l'hypothèse selon laquelle le facteur unique obtenu est un facteur de MCT verbale. Ainsi, les contributions des épreuves de MT complexe et de l'épreuve de MCT visuo-spatiale à ce facteur peuvent être dues à l'implication de la boucle phonologique dans ces épreuves. Notons que la variance expliquée par ce facteur est d'environ 52 %, ce qui veut dire que, si ce facteur est effectivement un facteur de MCT verbale, il expliquerait plus de la moitié de la variance des épreuves de mémoire en GSM.

En CP (T2), l'analyse factorielle fournit aussi un seul facteur regroupant l'ensemble des épreuves. Cependant, l'analyse des poids factoriels des différentes épreuves nous pousse à émettre l'hypothèse d'un début de changement survenant au niveau de l'organisation structurale de la MT à ce niveau scolaire. En effet, comme en GSM, les poids factoriels des épreuves de MCT verbale demeurent les plus élevés. Cependant, en CP (T2), le poids factoriel de l'épreuve de MCT visuo-spatiale est plus élevé que les poids factoriels des épreuves de MT complexe qui deviennent relativement faibles, un de ces deux poids factoriels devient même inférieur à 0,4 sans permettre néanmoins l'apparition d'un facteur de MT complexe séparé. En fait, les épreuves de MT complexe ne sont toujours pas corrélées entre elles en CP et, comme toutes les épreuves sont corrélées avec au moins une des épreuves de MCT verbale (à l'exception de l'épreuve *Mémoire de Mots – Ordre Inverse* qui n'est corrélée significativement avec aucune autre épreuve), nous avons posé l'hypothèse selon laquelle le facteur unique obtenu en CP est, comme en GSM, un facteur de MCT verbale. Il est à signaler que les résultats de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T2) et comme VI les mesures de lecture et de mémoire obtenues en début (T1) et fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) soutiennent cette hypothèse. En effet, le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) est significativement et fortement corrélé avec le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 ($r = 0,65$; $p < 0,0001$) et il explique à lui seul environ 41% de la variance de ce facteur. Notons de plus que c'est la seule variable à entrer dans l'équation de régression montrant ainsi qu'aucune des autres VI ne présente des liens avec le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) au-delà de ceux partagés avec le facteur de MCT obtenu en CP (T2). Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle ces deux facteurs sont en quelque sorte similaires. Il est à signaler cependant que la variance expliquée par le facteur obtenu en fin de CP (T2) – environ 46 % - est moins élevée que celle obtenue en fin de GSM – environ 52 % - ce qui rejoint l'hypothèse d'un début de changement en CP. Ainsi, d'autres types de traitement entrent en jeu dans certaines épreuves – notamment dans les épreuves de MT complexe – et la variance liée à la MCT verbale diminue. Notons que les

poids factoriels des épreuves de MT complexe plus faibles en CP qu'en GSM rejoignent cette hypothèse. Ainsi, ce facteur étant identifié comme un facteur de MCT verbale, nous supposons que la boucle phonologique est proportionnellement moins impliquée dans les épreuves d'empan complexe en CP qu'en GSM, d'autres types de traitements entrant en jeu à ce niveau du développement.

En CE1, l'analyse factorielle fournit deux facteurs : le premier semble être un facteur de MCT verbale et le second regroupe les épreuves de MT complexe et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. Il est à signaler que la même analyse factorielle réalisée sans l'épreuve *M. Cacahuète* donne aussi deux facteurs qui peuvent être identifiés comme un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe. Ceci nous pousse à supposer que le facteur obtenu dans la première analyse factorielle est un facteur de MT complexe et que l'épreuve *M. Cacahuète* en fait partie du fait de l'implication d'un certain traitement lié à l'administrateur central dans cette épreuve. Il est à signaler que cette épreuve est corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe en CE1 et qu'elle est prédite par les deux épreuves de MT complexe passées un an avant, en fin de CP. Ces résultats révélant une MCT visuo-spatiale non dissociable de la MT complexe rejoignent ceux obtenus dans d'autres études. En effet, Gathercole et Pickering (2000) ont montré que le calepin visuo-spatial n'est pas dissociable de l'administrateur central chez des enfants de 6-7 ans. Une des hypothèses avancées par ces auteurs pour expliquer ce phénomène est l'implication de ressources liées à l'administrateur central dans les tâches impliquant la MCT visuo-spatiale. Cette hypothèse rejoint donc la nôtre. De même, Pross et ses collaborateurs (2008) ont montré que les liens entre l'administrateur central et le calepin visuo-spatial sont plus forts que ceux entre l'administrateur central et la boucle phonologique et cela chez des enfants de 8-10 ans. Ce résultat a été aussi trouvé par Alloway et ses collaborateurs (2006) mais avec des enfants plus jeunes, âgés de quatre à six ans. Notons que l'analyse factorielle effectuée sur les scores des élèves de CE1 à T3 a fournit le même schéma avec un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale.

Il est à signaler que nous avons obtenu des résultats relativement différents avec le groupe de CP évalué à T3 en comparaison avec les résultats du groupe de CP de T2. En effet, ce groupe avait des résultats supérieurs au groupe de CP évalué à T2 et l'analyse factorielle appliquée à leurs scores aux épreuves de mémoire avait donné deux facteurs : le premier facteur comprenait l'ensemble des épreuves de MCT verbale et visuo-spatiale alors que le second comprenait les épreuves de MT complexe et, avec un poids factoriel moins élevé, une

des épreuves de MCT verbale. Si nous considérons que ce groupe de CP constitue un intermédiaire entre le groupe de CP à T2 et le groupe de CE1 à T2, nous pouvons voir que le niveau de différenciation de la MT y est très intéressant. Ainsi, nous pouvons dire qu'un début de changement est observé chez le groupe de CP évalué à T2 et que cette différenciation est encore plus avancée chez le groupe de T3 chez qui l'on relève un début de séparation ou de spécialisation de la MT complexe.

En somme, nos résultats montrent que la MT n'est pas différenciée en GSM, que des changements commencent à apparaître au niveau de son organisation structurale en CP sans permettre pour autant une véritable distinction entre les différents composants de la MT telle qu'elle a été décrite par Baddeley (1986) et que, en CE1, la MCT verbale et la MT complexe se séparent révélant une certaine différenciation du système. Toutefois, à ce niveau du développement, la MCT visuo-spatiale n'est toujours pas dissociable de la MT complexe. Ainsi, nous pouvons dire que ces premiers résultats rejoignent notre hypothèse générale en montrant que la MT n'est pas différenciée chez les enfants prélecteurs et qu'elle se différencie ensuite progressivement pendant les premières années des apprentissages scolaires explicites. Rappelons que l'hypothèse d'une MT différente chez l'enfant par rapport à celle de l'adulte a déjà été avancée par certains auteurs. En effet, les résultats obtenus par Hutton et Towse (2001) et par Cowan et ses collaborateurs (2003) montrent que la MCT verbale et la MT complexe ne peuvent être distinguées chez les enfants. Notons qu'Unsworth et Engle (2007) considèrent que les épreuves d'empan simple et les épreuves d'empan complexe partagent les mêmes processus sous-jacents (répétition subvocale, mise à jour, etc.) à des degrés variables. Cette théorie peut rendre compte de nos résultats obtenus en GSM et en CP. Ainsi, l'ensemble des scores des élèves de GSM et de CP appartiendraient à un même facteur en raison de l'implication des mêmes processus sous-jacents dans les différentes épreuves et la différence des poids factoriels serait, dans ce cas, liée à l'implication plus ou moins importante de certains processus. Notons toutefois qu'Unsworth et Engle (2006) distinguent mémoire primaire et mémoire secondaire (cf. les modèles d'Engle et ses collaborateurs, chapitre I, p. 23) et qu'ils affirment que la mémoire secondaire est impliquée dans les épreuves d'empan complexe même pour les séquences à deux items alors qu'elle n'est impliquée dans les épreuves d'empan simple que pour les séquences les plus longues. Ainsi, les séquences d'empan simple les plus courtes seraient traitées dans la mémoire primaire. Nous ne pouvons pas vérifier l'adéquation de l'ensemble de nos résultats avec ce modèle parce que cela nécessiterait une analyse en termes de longueur de séquences que nous n'avons pas réalisée

puisqu'il ne s'agit pas de notre objet actuel d'étude. Cependant, l'évolution de nos résultats en fonction du niveau scolaire semble, a priori, aller à l'encontre de ce modèle. En effet, nos résultats révèlent une dissociation progressive entre les épreuves d'empan simple et les épreuves d'empan complexe alors que, selon le modèle d'Unsworth et Engle (2006), nous devrions plutôt observer une augmentation des associations entre ces deux types d'épreuves avec l'augmentation de l'empan des enfants. Ainsi, avec l'augmentation de l'empan aux épreuves d'empan simple, la mémoire secondaire serait plus impliquée dans ces épreuves et donc ces dernières partageraient plus de liens avec les épreuves d'empan complexe.

Il est à signaler que bien que certains auteurs défendent l'idée d'une certaine similarité entre les traitements impliqués dans les épreuves de MCT verbale et les épreuves d'empan complexe notamment chez l'enfant (Cowan & al. 2003 ; Hutton & Towse, 2001), d'autres auteurs ont avancé que le modèle de Baddeley serait applicable chez l'enfant dès quatre ou six ans. Ainsi, selon Alloway et ses collaborateurs (2006) par exemple, le modèle de Baddeley est applicable dès quatre ans et, par suite, la distinction entre l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial a déjà lieu à cet âge. Ces différences entre nos résultats et ceux d'Alloway et ses collaborateurs (2006 ; voir aussi Gathercole & al., 2004) pourraient être dues à des différences d'ordre méthodologique entre les différentes études. Ainsi, une première différence est liée à l'approche statistique utilisée pour évaluer la structure de la MT : nous avons utilisé des analyses factorielles de type exploratoire qui permettent de fournir un ou plusieurs facteurs à partir de données brutes (les scores aux différentes épreuves) alors qu'Alloway, Gathercole et leurs collaborateurs (2004 ; 2006) ont utilisé des analyses factorielles confirmatoires évaluant des modèles hypothétiques avancés par les auteurs qui se sont appuyés pour cela sur les données théoriques disponibles et sur les résultats des études corrélationnelles. Notons que, dans ces deux études, l'adéquation des données avec le modèle à un seul facteur n'a pas été évaluée. En effet, les modèles évalués consistaient en des modèles allant de deux à quatre facteurs. Il est intéressant toutefois de noter que, dans l'étude de Gathercole et ses collaborateurs, la corrélation moyenne entre le facteur relatif à la boucle phonologique et le facteur relatif à l'administrateur central est de 0.80. Ce résultat a généré certaines critiques quant aux conclusions avancées par ces auteurs, notamment concernant la séparabilité de ces deux composants chez leurs sujets (Swanson, 2008). Notons que, dans une étude réalisée par Alloway et ses collaborateurs (2004), un modèle à un facteur a été testé et s'est révélé non pertinent. Cependant, ce modèle comprenait aussi des mesures du *buffer* épisodique. De même, dans une étude réalisée par Gathercole et

Pickering (2000), des analyses factorielles exploratoires puis confirmatoires appliquées sur les scores aux épreuves évaluant la boucle phonologique et l'administrateur central ont donné deux facteurs : un facteur lié à la boucle phonologique et un facteur lié à l'administrateur central et cela chez des enfants de 6-7 ans. Ce résultat, différent des nôtres, peut être dû au commencement des apprentissages scolaires formels plus précocement au Royaume-Uni – lieu de l'étude de Gathercole et Pickering (2000) – qu'en France. En effet, alors qu'en France l'école primaire concerne les enfants de six ans, au Royaume-Uni elle débute à cinq ans (cf. Seymour & al., 2003). Ainsi, les apprentissages scolaires formels (lecture et mathématiques) semblent commencer au Royaume-Uni vers cinq ans ou même avant, au cours de l'école maternelle[1]. Ainsi, si notre hypothèse générale est valide, ce seront ces apprentissages qui déclencheraient cette différenciation, ce qui expliquerait cette distinction entre épreuves de MCT verbale et épreuves de MT complexe chez des enfants de six ans dans leur étude et pas dans la nôtre. Il est à signaler que cette différence pédagogique entre les deux pays peut être à la base de l'ensemble des différences observées entre nos résultats et ceux des études réalisées au Royaume-Uni (Alloway & al., 2004 ; 2006 ; Gathercole & al., 2004 ; Gathercole & Pickering, 2000). De plus, dans ces études, les tranches d'âge étaient en général plus larges que celles de notre recherche, ce qui peut aboutir à des résultats moins sensibles. Ainsi, dans l'étude d'Alloway et ses collaborateurs (2006), les enfants de quatre à six ans sont regroupés dans une même tranche d'âge. De même, dans l'étude de Gathercole et ses collaborateurs (2004), les enfants de six et sept ans constituent une même tranche d'âge. Une autre différence entre notre méthodologie et celle des auteurs cités ci-dessus est liée à la modalité de passation. En effet, avant de passer les épreuves d'empan complexe, ces auteurs assurent en général aux enfants un entraînement à ce type de tâche. Dans l'étude d'Alloway et ses collaborateurs (2006), l'entraînement a même consisté à travailler d'abord le stockage, ensuite le traitement et enfin la combinaison des deux. Nous pensons que cet « apprentissage » pourrait être à la base de leurs résultats. En effet, selon notre hypothèse, la non-différenciation de la MT serait due à des raisons d'ordre fonctionnel et non à des raisons d'ordre biologique. Ainsi, l'entraînement à ces épreuves peut être, en soi, à la base de cette différenciation de la MT. Enfin, notons que la différence entre nos résultats et ceux obtenus dans les études précédentes peut être liée au nombre de participants et au nombre d'épreuves utilisées. En effet, notre étude demeure beaucoup plus restreinte à ces niveaux et une reconduction de cette

[1] Department for Education and Skills (2006). *Primary National Strategy. Primary Framework for Literacy and Mathematics*. Web Site: www.standards.dfes.gov.uk/primaryframeworks.

étude avec plus de sujets et surtout avec des épreuves de MT plus variées serait d'un grand intérêt. Notons que la nature des épreuves varie aussi en fonction des études. Ainsi, dans certaines études, les épreuves de MT complexe correspondent à des épreuves où l'information traitée est différente de l'information stockée contrairement à nos épreuves où le traitement doit être réalisé sur l'information maintenue (cf. Swanson & Berninger, 1995). En bref, nos résultats montrant que la MT n'est pas différenciée chez le jeune enfant sont soutenus par certains auteurs (Cowan & al., 2003 ; Hutton & Towse, 2001) mais pas par d'autres (Alloway & al., 2006 ; Gathercole & al., 2004). Toutefois, jusque là, nous avons présenté nos résultats généraux concernant l'organisation structurale de la MT sans analyser les données obtenues concernant chaque composant. En effet, cette analyse permet d'expliquer les résultats généraux présentés ci-dessus. Nous allons donc passer à cette analyse en commençant par les données concernant la MCT verbale pour passer ensuite à la MCT visuo-spatiale puis à la MT complexe.

Les résultats concernant la MCT verbale révèlent une certaine stabilité de ce composant chez notre population de sujets tout-venant. Ainsi, au niveau transversal, les deux épreuves de MCT verbale sont corrélées significativement et fortement entre elles et cela en fin de GSM, en fin de CP et en fin de CE1. De plus, au niveau longitudinal, pour les élèves initialement en GSM, l'épreuve de MCT verbale passée en début de GSM (T1) prédit les performances aux épreuves de MCT verbale passées en fin de GSM (T2) et en fin de CP (T3) et les performances aux épreuves de MCT verbale mesurées en fin de GSM (T2), prédisent en général les performances aux mêmes épreuves passées en fin de CP (T3). Pour les élèves initialement en CP, les performances mesurées en début de CP (T1) prédisent les performances en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3) et les performances évaluées en fin de CP (T2) prédisent les performances en fin de CE1 (T3). Enfin, pour les élèves initialement en CE1, les performances évaluées en début de CE1 (T1) prédisent les performances en fin de CE1 (T3). Nous rappelons de plus que les épreuves de MCT verbale présentent les poids factoriels les plus élevés aux facteurs uniques de mémoire obtenus en fin de GSM et en fin de CP et que nous avons interprété ce résultat en posant l'hypothèse selon laquelle ces facteurs seraient effectivement des facteurs de MCT verbale. En fait, nous supposons que la MCT verbale est déjà fonctionnelle chez les jeunes enfants de GSM de notre population. Les moyennes d'empan de ces sujets montrant une certaine réussite aux épreuves de MCT verbale (pas d'effet plancher) soutiennent cette hypothèse. Notons toutefois que nos résultats soutiennent l'hypothèse d'une évolution quantitative mais aussi qualitative au niveau de la

boucle phonologique (Gathercole & Baddeley, 1993). En effet, il nous semble que des changements qualitatifs surviennent au niveau de la boucle phonologique entre le début (T1) et la fin du CP (T2). Cette hypothèse est soutenue par les résultats des analyses de régression impliquant les mesures de mémoire et les mesures de lecture (cf. Chapitre V). En effet, alors que le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) - ce facteur est supposé être un facteur de MCT verbale - explique environ 41% de la variance du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3), la mesure de MCT verbale obtenue en début de CP (T1) explique seulement 29% de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2). Des changements survenant au niveau de la boucle phonologique en fin de CP (T2) pourraient rendre compte de ces résultats. Ces changements pourraient consister en l'apparition de la répétition subvocale spontanée en fin de CP (T2). Nous rappelons qu'à ce temps d'évaluation, les élèves de CP sont âgés en moyenne d'environ sept ans, âge supposé de l'apparition de la répétition subvocale. Bien sûr, nous ne nous sommes pas basés uniquement sur les résultats présentés ci-dessus pour avancer cette hypothèse. En effet, l'analyse des résultats obtenus à l'épreuve *M. Cacahuète* la soutiennent aussi. Nous présenterons ces résultats par la suite, après l'exposé des résultats concernant la MT complexe.

Pour ce qui est du développement de la MT complexe, nos résultats révèlent une évolution importante entre la GSM et le CE1. En effet, en GSM, les épreuves de MT complexe font partie du facteur unique de mémoire identifié comme étant un facteur de MCT verbale. De plus, les corrélations entre les deux épreuves de MT complexe passées en GSM ainsi qu'entre chacune de ces épreuves et la deuxième passée en fin de CP ne sont pas significatives. Ce dernier résultat nous a poussés à supposer qu'il n'y a pas, à ce niveau du développement, un traitement spécifique commun à ces deux épreuves évaluant la MT complexe. Notons de plus que les moyennes d'empan des élèves de GSM aux deux épreuves sont inférieures à deux, évoquant un effet plancher. Nous avons interprété ce résultat comme une tendance des enfants de GSM à ne pas effectuer spontanément les traitements nécessaires à la réussite aux épreuves d'empan complexe. Nous n'oublions évidemment pas la possibilité que les épreuves que nous avons utilisées puissent être difficiles pour cet âge (cf. Gathercole & al., 2004) mais, là aussi, nous nous questionnons sur la raison de cette difficulté. En effet, ces épreuves pourraient être difficiles pour les élèves de GSM parce que ces derniers ne seraient pas encore aptes à effectuer les traitements qu'impliquent ces épreuves. Il est à signaler que, dans notre étude, une des deux épreuves de MT complexe (*MCI*) est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale passées au même temps

d'évaluation (T2 - fin de GSM) mais aussi avec ces mêmes épreuves passées un an après, en fin de CP (T3). Ces résultats peuvent être expliqués simplement par l'existence d'un lien entre ces deux types de tâches ou par l'implication de la boucle phonologique dans les épreuves de MT complexe qui comportent, dans notre étude, un matériel verbal. Cette deuxième interprétation a été aussi avancée par certains auteurs signalant l'implication de l'administrateur central et de la boucle phonologique dans les épreuves d'empan verbal complexe (Baddeley & Logie, 1999 ; Gathercole & al., 2004). Elle est aussi soutenue dans notre étude par l'appartenance des épreuves de MT complexe au facteur que nous avons identifié comme étant un facteur de MCT verbale. Il est à signaler cependant que les traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe ne semblent pas se limiter à ceux liés à la boucle phonologique puisque les poids factoriels de ces épreuves sont inférieurs à ceux des épreuves de MCT verbale mesurant la boucle phonologique dans ce facteur. Ainsi, les épreuves d'empan complexe nécessiteraient d'autres types de traitements, non liés à la boucle phonologique, mais encore non différenciés à ce niveau du développement.

Il est à signaler que cette non-différenciation des traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe semble persister en CP (T2) et cela malgré les changements observés à ce niveau scolaire. En effet, nous rappelons que les contributions des différentes épreuves de mémoire au facteur unique obtenu en fin de CP révèlent des changements par rapport aux résultats des élèves de GSM. De plus, les moyennes des empans aux épreuves de MT complexe sont presque de trois unités, montrant qu'au moins une partie des élèves de CP commencent à réussir les items à trois unités et donc à effectuer spontanément les traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe. Cependant, les deux épreuves de MT complexe ne sont toujours pas corrélées significativement entre elles en CP et chacune des épreuves n'est prédite que par la même épreuve passée en fin de GSM. Ces résultats vont donc dans le sens d'une persistance de l'absence d'un lien spécifique entre ces deux épreuves à ce niveau du développement. Il semble donc que des changements surviennent mais qu'ils ne sont pas encore assez avancés pour permettre une différenciation de la MT et une spécialisation de la MT complexe. Il est à signaler que le début de réussite aux épreuves d'empan complexe observé en fin de CP coïncide avec l'âge supposé - environ sept ans - de l'apparition de la répétition subvocale spontanée (Gathercole & Hitch, 1993 ; Gathercole & al., 2004 ; Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday, Shaafstal & Schraagen, 1988). Ce fait nous pousse à nous questionner sur le lien éventuel entre ces deux événements. Nous nous demandons même si la réussite aux épreuves d'empan complexe est possible sans l'utilisation

de la répétition subvocale. Selon Baddeley (2000b), le stock phonologique maintient l'information pour environ deux secondes et nous ne demandons si cette durée de stockage de l'information est suffisante pour réaliser les tâches d'empan complexe et cela surtout si l'on considère que la réalisation de la tâche détourne l'attention du sujet de l'information stockée (Unsworth & Engle, 2006). Notons que, bien que certains auteurs avancent la possibilité que les différences entre les épreuves de MCT et les épreuves de MT complexe soient liées à l'implication de certaines stratégies dont la répétition subvocale dans la première (Cantor & al., 1991), d'autres posent l'hypothèse contraire selon laquelle la répétition subvocale pourrait être plus impliquée dans les épreuves de MT complexe que dans les épreuves de MCT (Hutton & Towse, 2001). Il est à signaler que l'hypothèse selon laquelle la réussite aux épreuves d'empan complexe nécessite le recours à la répétition subvocale - surtout pour les épreuves impliquant un matériel verbal - soutient notre hypothèse selon laquelle la MT complexe ne serait pas différenciée chez le jeune enfant qui ne dispose pas encore de ce système de rafraîchissement de l'information. Ainsi, les épreuves d'empan complexe sont plus réussies par les élèves de CP (T2) que par les élèves de GSM (T2) participant à notre étude. Rappelons toutefois que les traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe ne semblent toujours pas être différenciés chez ces deux groupes.

En ce qui concerne les résultats des élèves de CE1, nous observons, comme nous l'avons déjà signalé, des changements nets survenant au niveau de l'organisation structurale de la MT. Ces changements semblent concerner les traitements impliqués dans certaines épreuves, notamment l'épreuve de MCT visuo-spatiale et les épreuves d'empan complexe. En effet, nous notons en fin de CE1 une différenciation nette de la MT complexe qui se révèle à travers l'apparition d'un facteur de MT complexe séparé (analyse factorielle sans *M. Cacahuète*). Cette différenciation est aussi soutenue par le fait que, contrairement à la GSM et au CP, les deux épreuves de MT complexe sont corrélées significativement en CE1. L'hypothèse des changements touchant les épreuves d'empan complexe est soutenue aussi par les faibles corrélations, généralement non significatives, entre les scores obtenus à ces épreuves en fin de CP (T2) et les scores obtenus en fin de CE1 (T3).

Notons que ces changements survenant au niveau de la MT complexe entre la fin du CP et la fin du CE1 soutiennent la théorie de Case (1978, 1982, 1985) concernant le développement de la MT. Ainsi, cet auteur avance que le développement de la MT est lié au développement des stratégies cognitives et il parle d'une stratégie à coordination « unifocale » entre quatre et six ans puis, selon lui, les enfants passent à une stratégie à coordination

bifocale entre sept et huit ans. En d'autres termes, les enfants de quatre à six ans prennent en considération une seule unité nouvelle à la fois alors que, entre sept et huit ans, ils commencent à traiter deux unités nouvelles à la fois. D'abord, nous notons une adéquation de nos données avec les stades avancés par Case. En effet, les changements que nous observons dans notre étude se réalisent entre la fin du CP et la fin du CE1 donc entre sept et huit ans. De plus, nous pouvons supposer que les plus jeunes enfants de notre étude (les élèves de GSM et probablement une partie des élèves de CP) présentent un « effet plancher » aux épreuves d'empan complexe parce que ces épreuves nécessiteraient une stratégie à coordination bifocale qui consisterait à prendre en considération le caractère sériel de ces épreuves (ordre fixe des séquences) mais aussi le rappel à l'envers. Ainsi, les élèves de CE1 ayant acquis la stratégie de coordination bifocale réussiraient mieux à ces épreuves, ce qui explique aussi la spécialisation de la MT complexe à ce niveau du développement. Notons que nous ne défendons pas ici la théorie des ressources partagées de Case. En effet, nos résultats semblent bien correspondre à l'idée du développement des stratégies cognitives et des stades avancés par cet auteur. Cependant, nos données ne nous permettent pas de nous prononcer sur les processus à la base du développement de la MT. En effet, nos résultats peuvent être expliqués par la théorie de l'amélioration des stratégies cognitives de Case mais ils ne vont pas à l'encontre d'autres théories ou facteurs concernant le développement de la MT complexe comme par exemple, le stockage et l'efficacité du traitement (Bayliss & al., 2003 ; 2005a), la vitesse générale du traitement et son effet sur le stockage (Towse & al., 1998 ;2000), l'influence des connaissances à long terme (Roodenrys et al., 1993), etc. De plus, nos résultats obtenus en CE1 vont dans le sens d'une MT non unitaire où l'on peut distinguer une composante de MCT verbale et une composante de MT complexe séparées. Notons que nos résultats révélant une évolution progressive de la MT complexe au cours du développement sont soutenus par les résultats d'autres études. Ainsi, des études de neuropsychologie (Luciana & Nelson, 1998) relèvent des performances concernant les fonctions exécutives liées à la MT meilleures à huit ans qu'à 5-7 ans. Les auteurs relient cette amélioration à la maturation du cortex préfrontal. De même, selon Hale et ses collaborateurs (1997), certaines fonctions exécutives n'arrivent pas à maturité avant l'âge de dix ans et leurs constatations sont de nature qualitative. En effet, ils retrouvent une interférence entre les tâches appartenant à des domaines différents (verbaux ou visuo-spatiaux) chez des enfants de huit ans et ces interférences s'estompent chez les enfants de dix ans, ce qui peut révéler une amélioration de la capacité d'inhibition de l'information non pertinente avec l'âge. Ainsi, les auteurs affirment

que l'administrateur central du modèle de Baddeley arrive à maturité entre huit et dix ans et ils associent cela aussi à la maturation du lobe frontal. Il est à signaler que nos résultats vont à l'encontre de ceux obtenus par Conlin et ses collaborateurs (2005) qui ne révèlent aucune évidence de changement développemental qualitatif au niveau des traitements impliqués dans les épreuves d'empan complexe et cela chez des enfants de sept et neuf ans. Rappelons cependant que cette étude a été réalisée au Royaume-Uni, pays où l'école primaire est ouverte aux enfants de cinq ans. Ainsi, les enfants de sept ans participant à cette étude sont à l'école primaire depuis deux ans et leur MT peut être, selon notre hypothèse générale, déjà différenciée. Notons que, dans notre étude, la corrélation entre le facteur de MCT verbale et le facteur de MT complexe obtenus en fin de CE1 (T2) est importante montrant l'existence d'une association entre la MCT verbale et la MT complexe. Il est à noter que l'existence d'un lien entre l'administrateur central et boucle phonologique a été relevée par plusieurs auteurs (Gathercole & al., 2004 ; Jarvis & Gathercole, 2003 ; Pross & al., 2008). Ce lien entre MCT verbale et MT complexe peut être aussi lié à l'implication de la boucle phonologique dans les épreuves de MT complexe que nous avons utilisées. En fait, en CE1, une des épreuves de MCT verbale (*MMD*) est corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe passées au même temps d'évaluation (*MCI*). Il est à signaler cependant que les autres corrélations entre la MCT verbale et la MT complexe ne sont pas significatives et cela ni au niveau transversal ni au niveau longitudinal. Ces résultats ne correspondent pas à nos attentes. En effet, vu le lien supposé entre la boucle phonologique et l'administrateur central ainsi que l'implication de la boucle phonologique dans les épreuves de MT complexe, nous nous attendions à avoir un lien significatif à ces deux types d'épreuves, surtout chez les élèves de CE1 chez qui la répétition subvocale devrait être installée. En fait, au cours des trois niveaux scolaires, nous assistons à une diminution progressive de la valeur prédictive de la MCT verbale sur la MT complexe. Notons toutefois qu'une des deux épreuves de MCT verbale (*MMD*) demeure corrélée significativement avec une des épreuves de MT complexe (*MCI*) et cela tant en fin de CP (T2) qu'en fin de CE1 (T2). Ce dernier résultat montre que la MCT verbale est impliquée dans l'épreuve de MT complexe même si elle ne présente pas de valeur prédictive pour les performances à ce type d'épreuve au niveau longitudinal. La diminution des liens longitudinaux significatifs en fonction du niveau scolaire peut néanmoins être liée à la différenciation plus nette de la MT complexe en CE1 qu'en CP, différenciation qui aboutit à une implication proportionnellement moins importante de la MCT verbale dans ces épreuves.

En somme, nous pouvons donc dire que la MT complexe se différencie progressivement entre la GSM et le CE1 permettant ainsi de passer de performances à effet plancher aux épreuves d'empan complexe en GSM à la relative réussite à ces épreuves en CE1. Ce résultat vient préciser ceux obtenus précédemment en montrant que la différenciation générale de la MT s'accompagne d'une spécialisation progressive de la MT complexe. Notons que ces données rejoignent notre hypothèse générale en montrant particulièrement que la MT complexe n'est pas différenciée chez l'enfant prélecteur (GSM).

Enfin, pour ce qui est des résultats concernant l'épreuve *M. Cacahuète*, nos résultats montrent que l'évolution des performances à cette épreuve ne se limite pas à l'augmentation quantitative des scores en fonction du niveau scolaire. En effet, nos résultats révèlent aussi une évolution qualitative des traitements impliqués dans cette épreuve. Ainsi, bien que nos résultats montrent une utilisation de la répétition subvocale pour le recodage verbal de l'information présentée visuellement dans cette épreuve par au moins une partie des élèves de GSM (T2), cette utilisation semble devenir plus importante en CP (T2). En fait, en GSM, l'appartenance de l'épreuve *M. Cacahuète* au facteur unique de mémoire obtenu, ainsi que les corrélations significatives entre les scores à cette épreuve passée en fin de GSM et à une des épreuves de MCT verbale passée au même temps d'évaluation puis un an après (CP-T3), ont été expliquées par l'intervention possible de la répétition subvocale, et donc du recodage verbal, chez au moins une partie des élèves de ce niveau scolaire et cela malgré leur âge (environ 6 ans). Nous rappelons que les études antérieures (Gathercole & al., 2004 ; Jarvis & Gathercole, 2003) réalisées avec des adultes et des enfants ont révélé une absence de lien entre les deux systèmes esclaves et, par suite, les corrélations observées entre l'épreuve de MCT visuo-spatiale et les épreuves de MCT verbale sont probablement dues à l'utilisation de la boucle phonologique par une partie des enfants de GSM dans l'épreuve *M. Cacahuète* qui présente un matériel verbalisable. Il est à signaler que la confirmation de cette hypothèse nécessiterait une étude plus poussée avec une exploration de l'effet de la suppression articulatoire sur les performances des enfants de GSM à cette épreuve. Notons toutefois que les résultats d'une des études développementales ayant utilisé l'épreuve *M. Cacahuète* soutiennent cette hypothèse. Ainsi, Kemps et ses collaborateurs (2000) ont trouvé un effet de suppression articulatoire chez des enfants de 8-9 ans mais pas chez des enfants de 5-6 ans. Cependant, ces auteurs affirment que les enfants de six ans n'utilisent pas exclusivement le stockage visuel et qu'au moins une partie d'entre eux utilise le recodage verbal. Effectivement, un faible effet de la suppression articulatoire a été observé chez ces enfants.

Les auteurs postulent alors que les jeunes enfants peuvent utiliser le recodage verbal mais que celui-ci n'est pas spontané à cet âge. Notons que Palmer (2000) a avancé aussi des données révélant un double codage (verbal et visuel) simultané chez des enfants de 6-7 ans, ce qui soutient aussi notre hypothèse. Il est à signaler que les résultats obtenus avec les élèves de CP (T2) de notre étude révèlent néanmoins une utilisation plus massive du recodage verbal de l'information visuo-spatiale chez ces enfants que chez les élèves de GSM (T2). En effet, alors qu'en GSM l'épreuve *M. Cacahuète* est corrélée significativement avec une des épreuves de MCT verbale, en CP elle est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale passées au même temps d'évaluation mais aussi avec ces mêmes épreuves passées un an après, en CE1. De plus, l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP est prédite par les deux épreuves de MCT verbale passées en fin de GSM (groupe de CP à T3, de GSM à T2) et par l'épreuve de MCT verbale passée en début de CP (groupe de CP à T1 et à T2). Notons particulièrement que l'épreuve de MCT verbale passée en début de GSM (T1) prédit les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T3) alors qu'elle ne prédit pas les performances à cette même épreuve passée en fin de GSM (T2). Enfin, contrairement à la GSM, le poids factoriel de l'épreuve *M. Cacahuète* dans le facteur que nous avons identifié comme étant un facteur de MCT verbale est plus élevé que les poids factoriels des épreuves de MT complexe. Nous rappelons qu'en CP les élèves ont une moyenne d'âge d'environ sept ans, âge supposé du début de l'apparition de la répétition subvocale spontanée et du recodage verbal de l'information visuelle (Gathercole & Hitch, 1993 ; Gathercole & al., 2004 ; Hitch & Halliday, 1983; Hitch, Halliday, Shaafstal & Schraagen, 1988). Ainsi, nos résultats évoquant une utilisation plus massive et plus générale du recodage verbal en CP qu'en GSM – à sept ans qu'à six ans - rejoignent les données des études antérieures. Nous soulignons toutefois que, là aussi, une étude plus avancée évaluant l'effet de la suppression articulatoire sur les performances à ces épreuves serait indispensable pour confirmer ces interprétations.

Notons qu'une autre hypothèse consiste à supposer que les liens observés entre l'épreuve de MCT visuo-spatiale et les autres épreuves sont dus à la possibilité d'une représentation visuelle des items à rappeler par les enfants. Ainsi, ces derniers se représenteraient les chiffres ou les images sous forme visuo-spatiale pour la rétention et par suite pour le rappel. Cette hypothèse est, bien sûr, plus probable chez les enfants initiés à la lecture que chez les élèves de GSM par exemple.

Il est à signaler enfin que nous avons trouvé, en CP, une corrélation significative entre l'épreuve *M. Cacahuète* et une des épreuves de MT complexe (*MCI*). Ce résultat peut être

expliqué par différentes hypothèses : cette corrélation peut refléter simplement le lien entre les deux types de tâches ; elle peut être due à l'implication de la répétition subvocale dans ces deux épreuves ; elle peut enfin être liée à l'intervention d'un autre type de traitement - traitement lié à l'administrateur central par exemple - dans les deux épreuves. Cette dernière hypothèse peut être en lien avec le début de changement observé au niveau de l'organisation structurale de la MT à ce niveau scolaire. En fait, en CE1, l'épreuve *M. Cacahuète* fait partie du facteur identifié comme étant un facteur de MT complexe. Notons toutefois que les résultats obtenus évoquent des changements apparaissant au niveau des traitements impliqués dans cette épreuve entre le CP et le CE1. En effet, les performances obtenues en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances obtenues en fin de CE1 (T3). Ces changements éventuels survenant entre le CP et le CE1 pourraient être liés à l'implication plus importante en CE1 de traitements liés à l'administrateur central dans cette épreuve ou bien à la généralisation de l'utilisation de la répétition subvocale à ce niveau du développement. Cette deuxième hypothèse n'est cependant pas soutenue par nos résultats. En effet, alors qu'en CP (T2) l'épreuve *M. Cacahuète* est corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale, en CE1 (T2), elle n'est corrélée significativement qu'avec une des épreuves de MCT verbale (*MMD*) et cette corrélation est moins forte que celle entre l'épreuve *M. Cacahuète* et l'épreuve *Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse* mesurant la MT complexe. De plus, les deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CE1 (T3). Il est à signaler que la diminution des liens entre la MCT verbale et la MCT visuo-spatiale entre le CP et le CE1 peut être expliquée par la spécialisation progressive des systèmes esclaves qui deviennent donc de plus en plus indépendants. Cette spécialisation progressive des systèmes esclaves avec l'âge a été relevée par certains auteurs qui notent une diminution progressive des liens entre les systèmes esclaves chez des enfants de huit et dix ans (Pross & al., 2008).

Pour revenir aux changements observés au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète*, nous préférons donc parler de l'implication de traitements liés à la MT complexe dans cette épreuve en CE1 plutôt qu'une généralisation de la répétition subvocale spontanée. Cette hypothèse est soutenue par l'appartenance de l'épreuve M. Cacahuète au facteur de MT complexe et non au facteur de MCT verbale. Notons que nous ne nions pas toute implication de la MCT verbale dans l'épreuve *M. Cacahuète* en CE1. En effet, cette épreuve est bien corrélée avec une des deux épreuves de MCT verbale (*MMD*). Il est à signaler que notre hypothèse selon laquelle des traitements complexes seraient impliqués dans l'épreuve *M.*

Cacahuète en CE1 mais pas en GSM et en CP va à l'encontre des hypothèses émises par certains auteurs (Alloway & al., 2006 ; Gathercole & Pickering, 2000). En effet, ces auteurs postulent l'implication de traitements liés à l'administrateur central dans les épreuves de MCT visuo-spatiales chez les enfants du fait de la non-spécialisation du calepin visuo-spatial chez ces sujets. Bien sûr, nous ne pouvons pas soutenir ces résultats puisque nos données révèlent un « effet plancher » aux épreuves d'empan complexe en GSM et que, à ce niveau scolaire, l'épreuve de MCT visuo-spatiale n'est pas corrélée significativement avec les épreuves de MT complexe. Ainsi, contrairement à ces auteurs qui parlent d'un calepin visuo-spatial dépendant de ressources liées à l'administrateur central chez le jeune enfant mais pas plus tard, nous tendons à expliquer ces liens entre MT complexe et MCT visuo-spatiale dans le sens d'une amélioration au niveau de l'efficacité de traitement qui permet de venir en aide à la MCT visuo-spatiale pour aboutir à de meilleures performances. Il est à signaler que certains auteurs ont parlé d'une absence de dissociation entre la MCT visuo-spatiale et la MT complexe chez les adultes (Miyake & al., 2001 ; Shah & Miyake, 1996), ce qui peut aller dans le sens d'une évolution vers une implication de traitements liés à la MT complexe dans les épreuves de MCT visuo-spatiales. Toutefois, nous ne nions pas la possibilité que cette implication de la MT complexe dans l'épreuve *M. Cacahuète* en CE1 soit passagère, liée à un développement en cours de la MCT visuo-spatiale. Ainsi, il est possible que, comme le signalent les auteurs cités ci-dessus (Alloway & al., 2006 ; Gathercole & Pickering, 2000), la spécialisation du calepin visuo-spatial soit relativement tardive, nécessitant ainsi l'implication de traitements liés à l'administrateur central. Cependant, d'après nos résultats, cette implication de l'administrateur central n'est possible qu'à partir d'un certain âge (entre sept et huit ans dans notre étude), quand la MT complexe se spécialise elle-même. Il est à signaler que nous ne pouvons pas identifier le type de traitement lié à l'administrateur central qui pourrait intervenir dans l'épreuve *M. Cacahuète* et cela en nous basant sur les données dont nous disposons. Cependant, certains auteurs considèrent que le calepin visuo-spatial est un système passif de stockage et que tout rafraîchissement spatial serait assuré par l'administrateur central. Le calepin visuo-spatial serait donc moins autonome que la boucle phonologique (Morris, 1987 ; Toms, Morris & Foley, 1994). Ainsi, nous pouvons supposer que, comme pour la répétition subvocale, le rafraîchissement visuo-spatial assuré par l'administrateur central devient spontané à partir d'un certain âge (environ huit ans dans notre étude), ce qui explique le lien observé entre la MT complexe supposée mesurer l'administrateur central et la MCT visuo-spatiale en CE1. Cette hypothèse peut même étayer

celle de la spécialisation de la MT complexe à cet âge. Ainsi, la MT complexe se spécialise entre sept et huit ans et commence pas suite à assurer le rafraîchissement visuo-spatial. Notons, que Kemps et ses collaborateurs (2000) on trouvé, dans l'épreuve *M. Cacahuète*, un effet de suppression spatiale plus important chez les enfants de neuf ans que chez les enfants de huit ans. Ce résultat rejoint notre hypothèse dans le sens où le rafraîchissement visuo-spatial devient spontané à huit ans puis se développe et se généralise chez les plus grands. Une autre hypothèse pouvant expliquer les liens entre l'épreuve *M. Cacahuète* et la MT complexe dans notre étude est que cette première épreuve implique le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique (en raison du recodage verbal de l'information visuo-spatiale) et que la coordination de ces deux composants serait assurée par l'administrateur central (Baddeley, 1996). Il est à signaler enfin que les deux épreuves corrélées significativement en CE1 avec l'épreuve *M. Cacahuète* sont les épreuves de mémoire de mots. Ces corrélations peuvent donc être liées à l'implication d'une composante visuo-spatiale dans les trois épreuves.

En somme, les résultats concernant l'épreuve *M. Cacahuète* révèlent l'apparition de changements au niveau du traitement de cette épreuve entre la GSM et le CE1. Ainsi, les élèves de CP semblent utiliser d'une manière plus massive la répétition subvocale que les élèves de GSM, ce qui peut rendre compte de leurs meilleures performances à cette épreuve. De plus, les élèves de CE1 semblent recourir, en plus de la répétition subvocale, à des ressources en lien avec la MT complexe qui semble être relativement différenciée à ce niveau du développement. Notons que, jusqu'en fin de CE1, la MCT visuo-spatiale ne semble pas être séparable de la MT complexe dans notre étude.

En résumé, l'exploration du développement de la MT entre la GSM et le CE1 nous a permis de relever une différenciation progressive de la MT et plus précisément une spécialisation progressive de la MT complexe entre ces niveaux scolaires. Ainsi, nos résultats révèlent une MT non différenciée chez les enfants prélecteurs de notre étude (GSM). De plus, ces enfants ne semblent pas effectuer spontanément les traitements nécessaires à la réussite aux épreuves d'empan complexe. Ensuite, progressivement, les performances des élèves aux différentes épreuves de MT s'améliorent et la MT complexe se spécialise aboutissant à une distinction entre MT complexe et MCT verbale en CE1. L'ensemble de ces résultats soutient notre hypothèse générale selon laquelle l'apprentissage de la lecture serait impliqué dans le développement et la différenciation de la MT en montrant que la MT - en particulier la MT complexe - n'est pas différenciée chez les sujets prélecteurs et que cette différenciation

accompagne en quelque sorte l'évolution des apprentissages scolaires explicites. Toutefois, ces résultats basés uniquement sur une certaine correspondance temporelle ne nous permettent pas de confirmer notre hypothèse et l'exploration des liens transversaux et longitudinaux entre la MT et l'identification des mots écrits est nécessaire. Nous allons passer maintenant à la partie de la discussion concernant ces liens entre la MT et l'identification des mots écrits.

Liens entre la MT et l'identification des mots écrits

Pour que nos résultats soutiennent l'hypothèse générale de cette étude selon laquelle l'apprentissage de la lecture (en particulier l'apprentissage de la stratégie graphophonologique d'identification des mots écrits) serait à la base de la différenciation de la MT et de la spécialisation de la MT complexe, deux hypothèses concernant les liens entre la MT et la lecture doivent être vérifiées. En effet, nous devons d'abord montrer que les performances en lecture au tout début de l'apprentissage de la lecture (début de CP) prédisent les performances en MT et particulièrement en MT complexe quelques mois plus tard (fin de CP et fin de CE1). De plus, nous devons aussi montrer que les performances aux épreuves de mémoire et notamment aux épreuves de MT complexe administrées aux enfants prélecteurs (fin de GSM) ne prédisent pas les performances au niveau de l'identification des mots écrits après quelques mois d'apprentissage de la lecture (fin de CP). La vérification de cette deuxième hypothèse est en effet nécessaire pour que nous soyons sûrs qu'il ne s'agit pas simplement d'une relation réciproque entre les deux habiletés. Rappelons toutefois que cette hypothèse est à prendre avec précaution puisque nos résultats ont montré que la MT complexe n'est pas encore différenciée en GSM. Cependant, la vérification de cette hypothèse demeure nécessaire pour confirmer notre hypothèse générale. Notons de plus que nos hypothèses concernent les enfants prélecteurs et les enfants en tout début de l'apprentissage de la lecture. En effet, nous supposons qu'après quelques mois d'apprentissages scolaires explicites (fin de CP et de CE1), la relation entre la MT complexe et la lecture devient réciproque.

Avant de commencer par la discussion des résultats concernant les liens longitudinaux entre la lecture et la MT, notons que, au niveau transversal, les résultats montrent des associations significatives entre les différentes notes de lecture et les scores aux épreuves d'empan complexe (chaque note de lecture est corrélée significativement avec les scores à une des épreuves de MT complexe) et cela en fin de CP mais aussi en fin de CE1. Ces données sont en accord avec les résultats d'autres études montrant l'existence de liens

transversaux entre les mesures de l'administrateur central et l'identification des mots écrits chez les enfants (Bayliss & al., 2005c ; Gathercole & Pickering, 2000 ; Gottardo & al., 1996 ; Hutton & Towse, 2001 ; Leather & Henry, 1994). De plus, ils contredisent l'hypothèse posée par Swanson et Berninger (1995) selon laquelle la MT complexe serait liée à la compréhension de l'écrit et non à l'identification des mots écrits qui serait plutôt liée à la MCT verbale. Notons que, comme nous le montrerons plus tard, nos résultats révèlent même une absence de liens significatifs entre la MCT verbale et l'identification des mots écrits en fin de CE1 (T2 - T3). Ainsi, d'après nos résultats, l'identification des mots écrits est bien liée significativement à la MT complexe. Il est à signaler que l'hypothèse de Swanson et Berninger (1995) a été posée dans le cadre d'une étude concernant des sujets présentant des difficultés de lecture.

Dans notre étude, en fin de CP, la note de lecture qui présente la corrélation la plus importante avec la MT complexe est la note PLE correspondant à la stratégie graphophonologique de lecture. Nous rappelons toutefois que ces résultats sont à traiter avec précaution sachant que la MT ne semble pas être différenciée en CP. Cependant, nous notons qu'à ce niveau du développement, les notes de lecture sont toutes liées au facteur encore non différencié de la MT et cela à l'exception de la note aux items HP. De plus, les scores aux items PLE demeurent ceux qui présentent la corrélation la plus élevée avec ce facteur unique de mémoire qui semble commencer à subir des changements structuraux. Ces items sont aussi les seuls à entrer dans l'équation de régression ayant pour VD le facteur de mémoire et ils expliquent environ un quart de la variance de ce facteur. Ainsi, nous pouvons dire qu'en fin de CP, c'est la stratégie graphophonologique de lecture qui est la plus liée à la mesure théorique de la MT complexe et au système encore non différencié de la MT. Ce résultat peut être expliqué par le fait que les élèves de fin de CP ont toujours une stratégie graphophonologique lente et laborieuse qui nécessiterait l'intervention de la MT pour stocker les phonèmes correspondant aux graphèmes identifiés et pour ensuite les assembler. Notons que Boulc'h et ses collaborateurs (2007) avancent que le contrôle exécutif lié à l'administrateur central serait impliqué dans la conversion graphèmes-phonèmes et dans l'assemblage en début d'apprentissage de la lecture. Cette hypothèse rejoint nos résultats. De plus, le fait que, dans notre étude, la note PLE explique une part importante de la variance du facteur de mémoire de fin de CP rejoint notre hypothèse selon laquelle la stratégie graphophonologique de lecture jouerait un rôle au niveau de la différenciation de la MT sans la confirmer pour autant. Il est à signaler que le résultat montrant que la stratégie orthographique de lecture (items HP) n'est

pas liée au facteur de MT peut être expliqué par le fait que la stratégie orthographique n'est pas encore efficace à ce niveau du développement.

En CE1, toutes les notes à l'épreuve *IME* sont corrélées significativement avec les scores à une des épreuves de MT complexe et cela à l'exception de la note PS (note qui sature en fin de CE1). A ce niveau scolaire, c'est la note HP mesurant la stratégie orthographique de lecture qui présente la corrélation la plus importante avec la MT complexe. De plus, alors qu'aucune des notes de lecture n'est corrélée significativement avec le facteur de MCT verbale, la note globale à l'épreuve *IME* ainsi que les scores aux items PLE et HP sont corrélés significativement avec le facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale. Notons particulièrement que la corrélation entre ce dernier facteur et les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique de lecture est plus élevée que celle entre le même facteur et les scores aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique de lecture. Ce résultat peut être dû à la relative automatisation de la stratégie graphophonologique en fin de CE1 (cf. Boulc'h & al., 2007). Les liens observés entre les scores aux items HP et la MT complexe peuvent être expliqués en termes d'alternance qui est une fonction de l'administrateur central. En effet, les élèves de CE1, chez qui la stratégie orthographique serait toujours en cours de développement, passeraient d'une stratégie à l'autre pour identifier les mots irréguliers et, comme l'affirment Boulc'h et ses collaborateurs (2007), la gestion des différentes stratégies implique la MT. Notons que la mesure qui entre dans l'équation de régression ayant pour VD le facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) est la note globale à l'épreuve *IME* qui explique environ un quart de la variance de ce facteur. En d'autres termes, ce sont les performances générales à l'épreuve de lecture qui sont les plus liées au facteur de MT complexe. Ces performances peuvent refléter la qualité des différentes stratégies de lecture, la qualité de l'alternance et donc de la gestion de ces différentes stratégies ou la qualité de ces deux habiletés confondues.

Pour ce qui est de l'analyse longitudinale de nos résultats, elle soutient les hypothèses que nous avions posées. Avant de montrer cela, notons que nous n'avons pas trouvé d'autres études qui ont évalué les liens longitudinaux entre la MT complexe et l'identification des mots écrits au tout début de l'apprentissage de la lecture par des enfants tout-venant. Pour cette raison, nous présenterons nos résultats concernant ces liens longitudinaux sans pouvoir les comparer ou les discuter en lien avec d'autres données.

Comme nous l'avons déjà signalé, nos résultats soutiennent notre hypothèse selon laquelle les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit prédiraient les performances au niveau de la MT complexe quelques mois plus tard. En effet, les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée en début de CP (T1) prédisent significativement les scores à une des épreuves de MT complexe passée en fin de CP (T2). De plus, les scores à cette épreuve prédisent significativement le facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et cette corrélation est presque équivalente à celle entre la MCT verbale évaluée en début de CP (T1) et le facteur de mémoire (T2) et elle est plus importante que les corrélations transversales entre les notes de lecture passées en fin de CP (T2) et le facteur de mémoire (T2). Ainsi, l'entrée dans l'écrit (début de CP - T1) semble jouer un rôle important au niveau de la variance du facteur de mémoire de fin de CP (T2). En effet, la note à cette épreuve avec la note de MCT verbale passée en début de CP (T1) et la note PLE obtenue en fin de CP (T2) expliquent presque la moitié de la variance du facteur de mémoire. Ces résultats rejoignent notre hypothèse générale en montrant que l'entrée dans l'écrit prédit significativement le facteur de mémoire de fin de CP qui semble commencer à subir des changements structuraux. En fait, nous supposons que ces changements sont dus, en partie, à l'entrée dans l'écrit qui stimulerait l'utilisation de la MT complexe qui n'est pas utilisée avant cela. En effet, le reste des résultats longitudinaux concernant le groupe d'enfants tout-venant initialement en CP soutiennent cette hypothèse en étayant les résultats présentés ci-dessus. Ainsi, l'entrée dans l'écrit évaluée en début de CP (T1) continue à prédire significativement une des épreuves de MT complexe passée en fin de CE1 (T3) et elle prédit même significativement le facteur de mémoire identifié comme étant un facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) en fin de CE1 (T3). Ces résultats nous permettent d'affirmer que l'entrée dans l'écrit prédit la MT complexe évaluée des mois plus tard et nous pouvons donc supposer qu'elle peut être impliquée dans sa différenciation. Il est à noter de plus que les scores aux items PLE (stratégie graphophonologique) et aux items HP (stratégie orthographique) obtenus en fin de CP (T2) prédisent significativement une des épreuves de MT complexe passée en fin de CE1 (T3) et que les items HP (T2) prédisent même significativement le facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1 (T3). Ces résultats soutiennent aussi l'hypothèse selon laquelle les performances au niveau de l'identification des mots écrits - au niveau de la stratégie graphophonologique mais aussi au niveau de la stratégie orthographique - prédisent les performances au niveau de la MT complexe. Bien sûr, ces résultats ne nient pas la possibilité que cette relation soit réciproque, même au début des apprentissages scolaires. Pour cela, nous

allons passer à la vérification de la deuxième hypothèse selon laquelle les performances au niveau des épreuves d'empan complexe administrées aux enfants prélecteurs ne prédisent pas leurs performances en lecture des mois plus tard.

Les résultats obtenus avec les élèves en GSM à T1 et à T2 et en CP à T3 confirment notre hypothèse citée ci-dessus. En effet, les scores aux épreuves d'empan complexe obtenus en fin de GSM, donc avant l'apprentissage explicite de la lecture[2], ne prédisent généralement pas les performances au niveau de l'identification des mots écrits en fin de CP (T2). Notons en particulier que les performances au niveau des épreuves d'empan complexe ne prédisent ni les performances globales à l'épreuve *IME* ni les performances au niveau des stratégies graphophonologique et orthographique de la lecture. Ainsi, alors que les résultats présentés dans le paragraphe précédent montrent que les stratégies graphophonologique et orthographique prédisent la MT complexe évaluée des mois plus tard, les résultats obtenus avec les élèves initialement en GSM montrent que les scores aux épreuves d'empan complexe des enfants prélecteurs ne prédisent pas leurs performances ultérieures au niveau de ces stratégies. De plus, les scores factoriels du facteur unique de mémoire obtenu en fin de GSM (T2) ne prédisent pas les différentes notes de l'épreuve d'identification des mots écrits passée en fin de CP (T2). Ces résultats vont à l'encontre de l'hypothèse proposée par Palmer (2000) selon laquelle la MT complexe jouerait un rôle important au niveau de la reconnaissance des mots écrits chez les jeunes enfants qui commencent à utiliser les stratégies de traitement phonologique pour lire. En effet, nos résultats montrent qu'au moment où les enfants commencent à apprendre la stratégie graphophonologique de la lecture, leur MT complexe n'est pas encore différenciée et opérante (résultats à effet plancher en fin de GSM) et l'acquisition de la lecture ne peut pas en dépendre. Il est à signaler toutefois que Palmer (2000) étaye son hypothèse en précisant que le recours à l'administrateur central est nécessaire pour l'inhibition des stratégies de traitement visuel utilisées par les jeunes enfants pour l'adoption des stratégies de traitement phonologiques d'identification des mots écrits. Nous ne pouvons donc pas réfuter complètement cette hypothèse à l'aide de nos données. En effet, pour cela, il faudrait éventuellement utiliser des épreuves évaluant spécifiquement la fonction d'inhibition de l'administrateur central (cf. Brosnan & al., 2002). Notons que nos résultats concernant les élèves initialement en CP (T1) montrent que les scores aux épreuves

[2] Nous n'avons pas évalué la lecture chez les élèves de GSM pour vérifier qu'aucun enseignement formel ne leur a été donné en dehors de l'école. Toutefois, nous nous sommes renseignés auprès des enseignantes qui nous ont affirmé que leurs élèves ne savaient pas identifier les mots écrits et cela à l'exception de la reconnaissance visuelle de quelques mots comme leur prénom ou les jours de la semaine.

de mémoire passées en fin de CP (T2) ne prédisent pas les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits évaluées en fin de CE1 (T3). Ce résultat n'est pas vraiment conforme à nos attentes. En effet, nous supposions qu'après quelques mois d'apprentissage de la lecture, la relation entre la MT complexe et l'identification des mots écrits serait réciproque. Toutefois, ce résultat peut être expliqué par le fait que, en fin de CP (T2), la MT complexe n'est pas encore complètement différenciée dans notre étude. Notons que ce résultat va à l'encontre de ceux obtenus par d'autres auteurs. Ainsi, Gathercole et Pickering (2000) ont montré que les mesures de l'administrateur central obtenues à sept ans prédisent les performances en lecture à huit ans. Nous rappelons toutefois que la note de lecture utilisée dans cette étude comprend les scores à un ensemble d'épreuves d'identification de mots écrits, de compréhension de l'écrit et d'épellation. De plus, cette étude a été réalisée au Royaume-Uni où l'apprentissage explicite de la lecture semble débuter plus tôt qu'en France. Cela pourrait éventuellement rendre compte de la différence des résultats obtenus dans les deux études. En effet, selon notre hypothèse générale, les enfants de sept ans de l'étude de Gathercole et Pickering (2000) auraient une MT plus développée et plus différenciée que nos sujets qui ont commencé l'apprentissage de la lecture plus tardivement. Par suite, la relation entre la MT et la lecture serait devenue réciproque dans leur étude mais pas dans la nôtre. Bien sûr il ne s'agit là que d'hypothèses qui devraient être vérifiées.

En somme, nos résultats montrent que le principal stimulateur de la relation développementale entre la MT complexe et l'identification des mots écrits est cette dernière habileté. De plus, nos résultats soutiennent l'hypothèse générale de cette étude en montrant que l'entrée dans l'écrit est effectivement impliquée dans le développement et peut-être même dans la différenciation de la MT. Elle étaye de plus les résultats obtenus précédemment par Ostrosky-Solis et ses collaborateurs (2004) qui avancent que l'apprentissage de la lecture et de l'écriture aboutissent à des changements significatifs dans la manière de mémoriser et de conceptualiser les stimuli. Nous rappelons que cette étude concernant des sujets illettrés a révélé des performances inférieures de ces sujets au niveau de la MT par rapport aux performances des sujets lettrés.

Dans le chapitre consacré aux liens entre la MT et l'identification des mots écrits, nous avons aussi exploré les liens entre l'identification des mots écrits d'une part et la MCT verbale et la MCT visuo-spatiale d'autre part. Pour ce qui est des liens entre la MCT verbale et l'identification des mots écrits, l'analyse transversale des données révèle des liens

significatifs entre la MCT verbale et la lecture en début de CP (T1) et en fin de CP (T2). Ces résultats révélant des liens significatifs entre la MCT verbale et la lecture rejoignent les résultats d'un grand nombre d'études (de Jong, 1998 ; Ellis & Large, 1988 ; McDougall & al., 1994 ; Sprenger-Charolles & al., 2000). Notons en particulier que, en fin de CP (T2) c'est surtout la stratégie graphophonologique de lecture qui présente des liens significatifs avec la MT verbale. En fait, nous supposons que cette stratégie est effectivement celle qui nécessite le plus le recours à la MCT verbale. Ainsi, lors de l'identification d'un mot à l'aide de la stratégie graphophonologique, l'enfant doit identifier les lettres ou les graphèmes, les convertir en phonèmes et garder ces phonèmes en MCT pour pouvoir ensuite les assembler. Il est à signaler que les liens observés entre la MCT verbale et les scores aux items PLE peuvent aussi être expliqués par l'implication de la répétition subvocale dans le recodage de l'information visuelle en information phonologique. Ces deux explications des liens observés ne sont évidemment pas exclusives. En CE1 (T2), aucune corrélation significative n'est obtenue entre les scores aux épreuves de MCT verbale et les notes de lecture. De plus, les notes de lecture ne sont pas corrélées significativement avec les facteurs de MCT verbale obtenus avec le groupe de CE1 à T2 et avec le groupe de CE1 à T3. Nous avons expliqué ce résultat par la relative automatisation de la stratégie graphophonologique qui impliquerait des unités plus larges que les graphèmes et les phonèmes à ce niveau du développement, ce qui aboutit à une réduction de la charge mnésique nécessitée pour l'activité d'identification des mots écrits. Il est à signaler que certains auteurs ont obtenu des résultats différents qui révèlent des liens significatifs entre la MCT verbale et l'identification des mots écrits vers l'âge de huit ans (Hutton & Towse, 2001). Nous n'avons pas trouvé d'explication à cette différence de résultats. Notons toutefois que Gathercole et Pickering (2000) n'ont pas trouvé de lien substantiel - quand l'âge et les mesures de l'administrateur central sont contrôlés - entre la MCT verbale et la lecture chez des enfants de sept ans. Ainsi, l'hypothèse de l'implication de la MCT verbale dans la lecture ne semble pas être soutenue dans l'ensemble des études. Il est à signaler que les corrélations entre les épreuves de MCT verbale et les scores aux items HP évaluant la stratégie orthographique de la lecture ne sont pas significatives et cela ni en fin de CP (T2) ni en fin de CE1 (T3). Ainsi, il semblerait que cette stratégie d'identification des mots écrits, contrairement à la stratégie graphophonologique, n'implique pas la boucle phonologique d'une manière importante. Cette hypothèse sera étayée par la suite. Toutefois, il est à noter que Gathercole et Baddeley (1993a) ont obtenus des résultats qui soutiennent cette hypothèse en montrant que la MCT verbale est liée à la

stratégie de recodage phonologique mais pas à la stratégie de reconnaissance directe des mots écrits. En somme, les résultats de l'analyse transversale des données révèlent des liens significatifs entre la MCT verbale et l'identification des mots écrits au début de l'apprentissage de la lecture mais pas après. Ce résultat est contraire à celui obtenu par Gathercole et ses collaborateurs (1991) qui ont montré que la corrélation entre la MCT verbale et la reconnaissance des mots écrits n'est pas significative au début de l'apprentissage de la lecture mais qu'elle le devient un an après. Notons toutefois que ce postulat va à l'encontre de l'hypothèse posée par Gathercole elle-même (Gathercole & Baddeley, 1993a ; 1993b) qui avance que la MCT verbale serait surtout liée à la stratégie graphophonologique de lecture. En effet, nous rappelons que cette stratégie est surtout utilisée en début d'apprentissage de la lecture. Quant à l'analyse longitudinale des liens entre la MCT verbale et l'identification des mots écrits, nos résultats montrent d'abord que la MCT verbale ne prédit généralement pas les performances au niveau de l'identification des mots écrits évaluées des mois plus tard. Ainsi, la MCT verbale évaluée chez les sujets prélecteurs (GSM) et chez les sujets en cours d'apprentissage de la lecture (CP - CE1) ne prédit en général pas leurs performances lexiques ultérieures. Ces résultats s'opposent à ceux obtenus par Mann et Liberman (1984) et par Gathercole et Baddeley (1993a) qui montrent respectivement que la MCT verbale évaluée chez les enfants prélecteurs prédisent leurs performances en lecture un an et quatre ans après. Notons toutefois qu'une étude réalisée par Gathercole et Pickering (2000) a montré que les mesures de la boucle phonologique obtenues à sept ans ne prédisent pas les performances en lecture à l'âge de huit ans. Les résultats de cette dernière étude rejoignent nos résultats. Quant au sens opposé de la relation développementale, nos résultats montrent que la reconnaissance des mots écrits - et en particulier l'entrée dans l'écrit - prédisent significativement les performances ultérieures en MCT verbale. Ces résultats soutiennent ceux obtenus par Ellis et Large (1988; voir aussi Ellis, 1989) qui montrent qu'entre cinq et six ans, c'est la reconnaissance des mots écrits qui stimule la MCT verbale et pas le contraire. Il est à signaler toutefois que, dans l'étude d'Ellis et Large (1988), la relation entre la MCT verbale et la reconnaissance des mots écrits devient réciproque après l'âge de six ans, ce qui n'est pas le cas dans notre étude. Notons que nos résultats montrant que les performances au niveau de l'identification des mots écrits prédisent les performances au niveau de la MCT verbale chez l'enfant tout venant complètent en quelque sorte ceux obtenus par Reis et ses collaborateurs (2003) qui ont montré que les sujets illettrés présentent des performances inférieures à celles des sujets lettrés au niveau de la MCT verbale. Ainsi, nos

résultats soutiennent la conclusion de ces auteurs qui affirment que l'apprentissage formel de la lecture a une influence sur la cognition et cela au-delà des habiletés de lecture et d'écriture. Rappelons que ces auteurs avancent l'hypothèse selon laquelle l'architecture fonctionnelle du cerveau serait modulée par la littératie.

Pour ce qui est des liens entre la MCT visuo-spatiale et les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits, nous rappelons tout d'abord que les études qui les ont explorés chez l'enfant tout-venant sont très peu nombreuses. Dans notre étude, les résultats révèlent des liens transversaux entre les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* et la reconnaissance des mots écrits et cela aussi bien en CP (T2) qu'en CE1 (T2). A priori, ces résultats rejoignent les affirmations de certains auteurs selon lesquels il existerait un lien entre la reconnaissance des mots écrits et les performances aux tâches de MCT visuo-spatiale quand ces dernières impliquent un matériel qui peut être recodé verbalement (Gathercole & Baddeley, 1993b ; Liberman & al., 1982). Toutefois, en analysant les résultats avec plus de précision, nous nous sommes rendus compte que cette hypothèse peut expliquer les liens entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores de lecture en fin de CP (T2) mais qu'elle est moins convaincante en fin de CE1 (T3). En effet, en fin de CP (T2), les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* sont corrélées significativement avec les scores aux items PLE mesurant la stratégie graphophonologique de lecture (et avec la note globale à l'épreuve *IME*). Cette corrélation peut être expliquée par l'implication de la boucle phonologique dans les deux tâches. En revanche, en fin de CE1, les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* ne sont pas corrélées significativement avec les scores aux items PLE probablement en raison de la relative automatisation de cette stratégie qui implique donc moins la boucle phonologique. Les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* évaluées en CE1 sont toutefois corrélées significativement avec les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique de lecture (et avec la note globale à l'épreuve *IME*). Cette corrélation pourrait a priori être expliquée par l'hypothèse selon laquelle ces deux tâches impliqueraient la boucle phonologique - et plus précisément le système de répétition subvocale - pour recoder sous forme verbale l'information visuo-spatiale. Cependant, les scores aux items HP ne sont pas corrélés significativement avec les scores aux épreuves de MCT verbale censées mesurer la boucle phonologie en fin de CE1 ce qui ne soutient pas cette hypothèse. En fait, pour expliquer les liens observés entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores aux items HP, nous posons l'hypothèse selon laquelle les mots irréguliers qui sont identifiés par adressage sont en fait maintenus en MCT visuo-spatiale avant qu'ils ne soient traités. Ainsi, la

forme graphique de ces mots serait maintenue dans le calepin visuo-spatial et le traitement ultérieur consisterait alors à apparier cette forme graphique avec une représentation visuelle en MLT qui va permettre alors d'accéder à la forme phonologique du mot. Notons qu'il s'agit là de la description du fonctionnement de la voie directe des modèles à double voie (Besner, 1999 ; Coltheart, 1978 ; Coltheart, Curtis, Atkins, et Haller, 1993 ; Coltheart, Rastle, Perry, Langdon, et Ziegler, 2001). Ainsi, selon cette explication, la MCT visuo-spatiale serait directement liée à la reconnaissance des mots écrits. Il est à signaler enfin que le lien significatif entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores aux items HP peut simplement être dû à l'implication de la MT complexe dans ces deux tâches. Nous rappelons en effet qu'en CE1 (T2), l'épreuve *M. Cacahuète* fait partie du facteur de MT complexe et que nous avons interprété ce résultat en posant l'hypothèse de l'implication de traitements liés à l'administrateur central dans cette épreuve. Quant aux résultats de l'analyse longitudinale des liens entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits, les résultats montrent que les performances au niveau de l'épreuve de MCT visuo-spatiale ne prédisent pas les performances au niveau de la reconnaissance des mots écrits. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus dans les études antérieures (Mann & Liberman, 1984). Pour ce qui est du sens opposé de la relation développementale, nos résultats montrent que les performances en lecture évaluées en début de CP (T1) ne prédisent pas les performances au niveau de l'épreuve *M. Cacahuète* en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3). En revanche, les performances au niveau de la stratégie orthographique (HP) mesurée en fin de CP (T2) prédisent les performances au niveau de la MCT visuo-spatiale évaluée en fin de CE1 (T3). Pour expliquer ce résultat, nous posons des hypothèses en lien avec celles posées précédemment. Ainsi, nous supposons que les liens développementaux observés entre la stratégie orthographique de lecture et la MCT visuo-spatiale peuvent être expliqués par l'implication de cette stratégie lexique dans le développement de la MCT visuo-spatiale. En d'autres termes, l'utilisation de la stratégie orthographique de lecture stimulerait le développement de la capacité du calepin visuo-spatial. Une deuxième hypothèse qui peut rendre compte de ces liens est que la stratégie orthographique de lecture est liée à la MT complexe qui semble être impliquée dans les tâches de MCT visuo-spatiale en CE1. Rappelons que la troisième hypothèse selon laquelle les liens entre les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* et les performances aux items HP seraient dus à l'implication de la boucle phonologique dans ces deux tâches n'est pas soutenue par nos résultats en raison de l'absence de liens significatifs entre la MCT verbale et les scores aux

items HP. Il est à signaler enfin que nous n'avons pas trouvé d'études explorant le rôle joué par la lecture dans le développement de la MCT visuo-spatiale.

En résumé, les résultats de cette partie de l'étude explorant les liens entre la MT et la lecture montrent que l'aspect identification des mots écrits de la lecture présente des liens transversaux et longitudinaux avec les mesures des différentes composantes de la MT. De plus, ils semblerait que c'est l'identification des mots écrits qui constitue le principal stimulateur dans la relation développementale entre elle et les différentes composantes de la MT. Pour ce qui est des liens plus précis entre la MT complexe et l'identification des mots écrits, nos résultats soutiennent notre hypothèse générale en montrant que l'entrée dans l'écrit est impliquée dans le développement et peut-être même dans la différenciation de la MT complexe entre la GSM et le CE1. Notons toutefois que nous avons utilisé exclusivement des épreuves d'empan complexe impliquant un matériel verbal. Pour vérifier que les liens observés entre la MT complexe et l'identification des mots écrits sont bien spécifiques et donc qu'ils ne sont pas dus à des habiletés linguistiques, phonologiques ou même métaphonologiques d'ordre plus général, nous avons évalué la hiérarchie des liens entre, d'une part, la MT et, d'autre part, la lecture, la conscience phonologique et les différents aspects du langage oral. Nous allons passer maintenant à la présentation des résultats obtenus concernant ces liens.

Liens entre la MT, la lecture, la conscience phonologique et le langage oral

Dans cette partie, nous vérifierons notre hypothèse selon laquelle la lecture, et en particulier l'entrée dans l'écrit, présente des liens uniques avec la MT - en particulier la MT complexe - et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique ou les différents aspects du langage oral. Nous rappelons que cette partie de l'étude concerne exclusivement les élèves initialement en CP (en CP à T1 et à T2, en CE1 à T3). Par la suite, nous allons d'abord présenter les résultats concernant la conscience phonologique pour passer ensuite au langage oral.

Avant de discuter les résultats obtenus concernant la hiérarchie des liens entre la MT d'une part et l'identification des mots écrits et la conscience phonologique d'autre part, nous allons présenter brièvement les résultats concernant les liens entre la lecture et la conscience phonologique ainsi que ceux concernant les liens entre la MT et la conscience phonologique.

Pour ce qui est des liens entre les performances en lecture et les performances au niveau de la conscience phonologique, nos résultats révèlent en général des liens significatifs et cela aussi bien au niveau transversal qu'au niveau longitudinal[3]. En effet, les performances au niveau de la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) sont, en général, corrélées significativement avec les scores à l'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* passée au même temps d'évaluation. Au niveau longitudinal, les performances au niveau de la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) prédisent significativement les performances globales au niveau de l'identification des mots écrits ainsi que les performances au niveau de la stratégie graphophonologique de lecture en fin de CP (T2). De plus, certaines des notes de l'épreuve de conscience phonologique continuent même à prédire les performances globales et les performances au niveau des stratégies graphophonologique et orthographique de lecture en fin de CE1 (T3). Ces résultats révélant des liens transversaux et longitudinaux entre la lecture et la conscience phonologique, notamment l'habileté à traiter des unités plus larges que le phonème, sont en accord avec les résultats d'un grand nombre d'études (Bertelson & al., 1985 ; Bradley & Bryant, 1983; 1985 ; Casalis & Louis-Alexandre, 2000 ; Goswami, 1999 ; Goswami & Bryant, 1990 ; Goswami & East, 2000 ; Stanovitch & al., 1984).

Quant aux liens entre la conscience phonologique et la MT, nos résultats montrent que la conscience phonologique est liée aux mesures de la boucle phonologique et de l'administrateur central mais pas aux mesures du calepin visuo-spatial. Ainsi, les performances au niveau de la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) ne prédisent pas les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T2) ou en fin de CE1 (T3). Il est à signaler que, à notre connaissance, il n'existe pas d'études explorant les liens entre la MCT visuo-spatiale et la conscience phonologique. En ce qui concerne les liens entre la conscience phonologique et la MCT verbale, nous relevons d'abord une corrélation significative entre la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) et la MCT verbale évaluée au même moment. De plus, les scores à l'épreuve de conscience phonologique (T1: début de CP) prédisent en général les scores aux deux épreuves de MCT verbale passées en fin de CP (T2) et la note d'assemblage de l'épreuve de conscience phonologique (T1) continue même à prédire les scores à une des épreuves de MCT verbale passée en fin de CE1

---

[3] La note «isolation de la syllabe initiale» de l'épreuve *Chimères* n'est corrélée significativement avec aucune des notes de mémoire et de lecture. De plus, elle n'est pas corrélée significativement avec les autres sous-notes de la même épreuve. Pour la suite de la discussion, nous ne la prendrons pas en considération (pour plus de détails, cf. Chapitre VI.

(T3) donc environ un an et huit mois plus tard. Il est à signaler toutefois que les liens entre les notes de conscience phonologique et le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) ne sont pas significatifs. Les résultats révélant des liens significatifs entre la conscience phonologique et la MCT verbale sont en accord avec les résultats de beaucoup d'autres études (Alloway & al., 2004 ; Siegel & Linder, 1984 ; Stanovitch & al., 1984). Notons que les scores à l'épreuve de conscience phonologique passée en début de CP (T1) prédisent significativement le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2). Nous rappelons que nous supposons que ce facteur est un facteur de MCT verbale. De plus, dans l'analyse de régression ayant pour VD ce facteur de mémoire et pour VI les épreuves de conscience phonologique, de lecture et de MCT verbale passées en début de CP (T1), les scores à l'épreuve de conscience phonologique continuent à prédire la VD et cela malgré l'entrée de l'épreuve de MCT verbale passée à T1 dans l'équation de régression. Ainsi, il semble que les liens observés entre la MCT verbale évaluée en fin de CP (T2) et la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) ne peuvent être expliqués exclusivement par l'implication de la MCT verbale dans l'épreuve de conscience phonologique à T1. De plus, ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle la conscience phonologique et la MCT verbale sont des habiletés indépendantes (Alloway et ses collaborateurs, 2004) et cela au moins pendant cette période du développement. Enfin, pour ce qui est des liens entre la conscience phonologique et la MT complexe, les performances au niveau de la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) prédisent significativement les scores à une des épreuves de MT complexe passée en fin de CP (T2) et en fin de CE1 (T3). Ces résultats révélant des liens significatifs entre la conscience phonologique et la MT complexe sont en accord avec les résultats obtenus par d'autres auteurs (Alloway & al., 2004 ; Gottardo & al., 1996). Notons toutefois que les résultats obtenus dans notre étude peuvent être dus à l'implication de la MT complexe dans l'épreuve de conscience phonologique. En effet, il nous semble que la tâche d'isolation de la syllabe finale implique la MT complexe puisque l'enfant doit stocker le mot entendu, il doit ensuite le segmenter en syllabes puis inhiber la syllabe initiale pour produire la syllabe finale. De même, il nous semble que la tâche d'assemblage de l'épreuve de conscience phonologique implique aussi la MT complexe. En effet, pour la réussir, l'enfant doit isoler la première syllabe du premier mot et le stocker puis isoler la dernière syllabe du deuxième mot et le stocker et cela afin d'accomplir une tâche cognitive supplémentaire qui consiste à assembler les deux syllabes. Il est à signaler que les liens significatifs entre ces différentes épreuves peuvent aussi être dus à l'implication d'un matériel verbal - ou phonologique - dans

l'ensemble des épreuves. Notons enfin que les corrélations significatives entre les notes de conscience phonologique (T1) et l'épreuve de MT complexe administrée en fin de CE1 (T3) n'aboutissent pas à des liens significatifs entre les notes de conscience phonologique et le facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale obtenu en fin de CE1 (T3).

Quant à la hiérarchie des liens entre la MT d'une part et l'identification des mots écrits et la conscience phonologique d'autre part, nos résultats soutiennent notre hypothèse selon laquelle l'identification présente des liens uniques avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique[4]. En effet, dans l'analyse de régression ayant pour VD le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et pour VI les épreuves de MCT verbale, de lecture et de conscience phonologique administrées en début de CP (T1), nous notons d'abord que la corrélation entre la lecture et la VD est plus importante que les corrélations entre les notes de conscience phonologique et la VD. De plus, la première variable qui entre dans l'équation de régression est l'épreuve de MCT verbale suivie de l'épreuve évaluant l'entrée dans l'écrit et ces deux variables expliquent alors environ 42% de la variance du facteur de mémoire. Une fois l'épreuve évaluant l'entrée dans l'écrit dans l'équation de régression les corrélations entre les notes de conscience phonologique et le facteur de mémoire deviennent non significatives. En d'autres termes, la conscience phonologique évaluée en début de CP (T1) ne présente pas de liens uniques avec le facteur de MT obtenu en fin de CP (T2) et cela au-delà de ceux partagés avec la lecture. Ces résultats montrent aussi que les performances au niveau de l'entrée dans l'écrit (T1) présentent des liens uniques avec le facteur de mémoire (T2) et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique (T1). Ces résultats sont étayés par ceux obtenus dans le cadre des analyses de régression ayant les mêmes variables indépendantes mais ayant pour VD les facteurs de MCT verbale et de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) obtenus en fin de CE1 (T3). En effet, les notes de conscience phonologique, contrairement aux scores à l'épreuve de lecture, ne prédisent pas significativement ces deux facteurs (à l'étape 0) et la seule variable qui entre dans les équations de régression est l'épreuve évaluant l'entrée dans l'écrit (T1) qui explique respectivement 16% et 10% des facteurs de MCT verbale et de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) respectivement. Ainsi, nous pouvons dire que la qualité de l'entrée dans

[4] Nous avons utilisé une épreuve de manipulation syllabique. Des résultats différents auraient pu être trouvés avec une épreuve de manipulation phonémique. Toutefois, nous avons préféré utiliser une épreuve de manipulation syllabique en raison de la faible exposition à la lecture des élèves de CP à T1 et cela sachant que la conscience phonémique se développe grâce à l'apprentissage de la lecture (Gombert & Colé, 2000).

l'écrit a une influence unique et indépendante de la conscience syllabique sur le développement de la MT.

En ce qui concerne les liens entre la MT d'une part et la lecture et les différents aspects du langage oral d'autre part, nos résultats soutiennent aussi notre hypothèse selon laquelle l'identification des mots écrits partage des liens uniques avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec le langage oral. Toutefois, avant de le montrer, nous allons discuter brièvement nos résultats concernant les liens entre les mesures du langage oral et les mesures des différentes composantes de la MT ainsi que les liens entre les mesures de langage oral et les performances en lecture.

Pour ce qui est des liens entre les mesures de la boucle phonologique et les différents aspects du langage oral, nous relevons des corrélations significatives au niveau transversal et au niveau longitudinal. En effet, les différents aspects du langage oral évalués en début de CP (T1) sont liés significativement à la MCT verbale évaluée au même moment et cela à l'exception de la compréhension orale. Ainsi, la MCT verbale est liée au lexique en réception et en production. Ce résultat rejoint ceux des études antérieures montrant aussi des associations significatives entre le vocabulaire et la MCT verbale (Adams & Gathercole, 1995 ; 2000 ; Gathercole & Baddeley, 1990 ; Gathercole & al., 1992). De plus, nos résultats révèlent des liens entre la MCT verbale et la phonologie en production évaluée par une épreuve de répétition de mots. Ce résultat rejoint aussi ceux obtenus par d'autres auteurs (Adams & Gathercole, 1995). De même, nos résultats montrant l'existence de liens significatifs entre la production d'énoncés et la MCT verbale sont en accord avec ceux obtenus dans les études antérieures. En effet, Adams et Gathercole (1995 ;1996 ; 2000) ont montré que les enfants ayant une meilleure MCT verbale produisent des énoncés plus longs, plus de constructions syntaxiques et ont des productions plus riches en informations que les enfants ayant une moins bonne MCT verbale. Enfin, en ce qui concerne la compréhension orale, nos résultats ne montrent pas de liens significatifs entre les scores à l'épreuve l'évaluant et les scores en MCT verbale. Ces résultats vont à l'encontre de ceux obtenus par Willis (1997). Notons toutefois que certains auteurs (Butterworth & al., 1986) affirment que la MCT verbale n'est pas indispensable à la compréhension des énoncés. De plus, certaines études concernant des enfants présentant des difficultés de compréhension d'énoncés ont montré que ces sujets ne présentent pas nécessairement de déficits de MCT verbale (Cain & al., 2000 ; Nation & Snowling, 1998 ; Willis & Gathercole, 2001). Notons que, dans notre étude,

l'ensemble des épreuves de langage oral (T1) prédisent significativement la MCT verbale évaluée en fin de CP (T2) et certaines de ces épreuves (*Lexique en Production* et *Répétition de Mots*) continuent même à prédire la MCT verbale évaluée en fin de CE1 (T3) donc un an et huit mois plus tard. Nous expliquons ces résultats par deux hypothèses non exclusives. Selon la première, les connaissances linguistiques en MLT contraindraient les performances en MCT verbale. Cette hypothèse est soutenue par les résultats de certaines études qui montrent que les connaissances lexicales et sous-lexicales en MLT exercent une influence sur les scores de MCT verbale (Gathercole, 1995 ; Hulme & al., 1991, cf. Majerus, 2007). De plus, Howard et Van der Lely (1995) avancent que les faibles habiletés langagières contraignent les performances aux épreuves de MCT verbale qui sont alors moins bonnes. Notons aussi qu'une étude réalisée par Gathercole et ses collaborateurs (1992) a montré qu'entre six et huit ans, c'est le vocabulaire qui est le principal stimulateur de la relation développementale entre lui et la MCT verbale. Selon la deuxième hypothèse, les liens longitudinaux observés entre le langage oral et la MCT verbale seraient dus à l'implication d'un code phonologique dans l'ensemble des épreuves les évaluant. Cette hypothèse a été, en quelque sorte, avancée dans le cadre d'études concernant des sujets présentant des troubles du langage. Ainsi, Chiat & Hulme (1991) suggèrent que les troubles du langage pourraient être dus à des difficultés de traitement phonologique d'ordre général qui contraindraient aussi les performances au niveau de la MCT verbale.

Quant aux liens entre la MCT visuo-spatiale et le langage oral, nos résultats montrent que les différents aspects du langage oral évalué en début de CP (T1) prédisent en général significativement les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée en fin de CP (T2) et ils continuent même à prédire les performances à cette épreuve administrée en fin de CE1 (T3). Ces résultats nous ont surpris au premier abord sachant que les études qui ont exploré les liens entre la MCT visuo-spatiale et le langage oral ont en général montré une absence d'associations significatives entre ces habiletés (Adams & al., 1999 ; Archibald & Gathercole, 2006 ; 2007 ; Renzi & Nichelli, 1975 ; Kelter & al., 1977). Toutefois, nous rappelons que nos résultats ont montré qu'en fin de CP (T2) les élèves utilisent la répétition subvocale pour recoder l'information présentée visuellement dans *M. Cacahuète* sous forme verbale. Ainsi, pour expliquer les résultats obtenus, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle les performances au niveau du langage oral évalué en début de CP (T1) prédiraient les performances à l'épreuve *M. Cacahuète* passée des mois plus tard en contraignant la qualité de la répétition subvocale et du recodage verbal de l'information visuo-spatiale. Notons qu'il

est possible que les liens observés entre le langage oral et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* soient dus à l'implication d'un certain traitement visuel dans la plupart des épreuves et cela sachant que les épreuves de langage oral sont, en général, basées sur des images. Toutefois, cette hypothèse ne peut pas rendre compte des liens observés entre les scores à l'épreuve *M. Cacahuète* et les scores à l'épreuve *Répétition de Mots* qui ne contient pas d'images.

Pour ce qui est des liens entre le langage oral et la MT complexe, les aspects du langage oral évalués en début de CP (T1) et qui prédisent significativement la MT complexe en fin de CP (T2) sont la phonologie en production (*Répétition de Mots*), la compréhension orale et la production d'énoncés. Les liens entre le vocabulaire évalué en début de CP (T1) et la MT complexe évaluée en fin de CP (T2) ne sont pas significatifs. Notons que Gathercole et Pickering (2000) ont montré que les mesures de l'administrateur central sont liées au niveau de vocabulaire chez des enfants de 6-7 ans mais qu'elles ne prédisent pas les performances aux épreuves de vocabulaire passées un an après. Ainsi, nos résultats sont complémentaires à ceux obtenus dans cette étude montrant qu'il n'y a pas de liens longitudinaux significatifs entre le vocabulaire et les performances aux épreuves d'empan complexe pendant cette période du développement. En ce qui concerne les liens entre les scores à l'épreuve *Répétition de Mots* et la MT complexe, nous supposons qu'ils sont dus à l'implication de la boucle phonologique dans ces deux épreuves ou, d'une manière plus générale, à l'implication d'un code verbal ou phonologique dans ces épreuves. En restant dans le cadre de cette dernière hypothèse, nous pouvons supposer que l'épreuve *Répétition de Mots* reflète en quelque sorte la qualité des représentations phonologiques et que les liens observés entre les scores à cette épreuve et la MT complexe évaluée des mois plus tard sont dus au fait que la qualité des représentations phonologiques contraint les performances aux épreuves d'empan complexe impliquant un matériel verbal. Notons que nous n'avons pas trouvé d'études explorant les liens entre la phonologie en production et la MT complexe. Quant aux liens observés entre, d'une part, les épreuves *Compréhension Orale* et *Production d'énoncés* passées en début de CP (T1) et, d'autre part, la MT complexe évaluée en fin de CP (T2), nous posons trois hypothèses différentes pour tenter de les expliquer. Selon la première, ces liens seraient dus, comme pour l'épreuve *Répétition de Mots*, à l'implication de la boucle phonologique ou, d'une manière plus générale, d'un code verbal ou phonologique dans ces épreuves. Cette hypothèse rejoint le modèle de Baddeley (2000) où le lien entre le langage et l'administrateur central est représenté comme étant indirect, passant par la boucle phonologique et la MLT épisodique. Selon la deuxième hypothèse, les performances au niveau de la compréhension

orale et de la production d'énoncés seraient liées significativement à la MT complexe évaluée quelques mois plus tard parce que le développement du langage et en particulier la complexification syntaxique stimulerait le développement de la MT complexe. Nous pensons que cette hypothèse est particulièrement intéressante à vérifier notamment en effectuant une analyse linguistique des énoncés qui composent les épreuves et en vérifiant si ce sont bien les énoncés plus complexes syntaxiquement qui prédisent la MT complexe. Enfin, selon la troisième hypothèse, ces liens seraient dus à l'implication de la MT complexe dans l'épreuve *Productions d'Énoncés* et, à moindre degré, dans l'épreuve *Compréhension Orale.* En effet, l'épreuve *Compréhension Orale* peut nécessiter l'intervention de la MT complexe dans le sens où, dans cette épreuve, l'enfant entend une phrase qu'il doit stocker en mémoire pour faire une tâche cognitive supplémentaire qui consiste à choisir parmi quatre images celle qui correspond à la phrase entendue. Quant à l'épreuve *Production d'Énoncés,* l'enfant voit une image et entend simultanément un énoncé qu'il doit maintenir en mémoire puis prendre en compte les indices provenant d'une deuxième image pour compléter un autre énoncé en lien avec le premier. Notons toutefois que nos observations cliniques montrent que les élèves de début de CP (T1) ne font pas ces traitements. Ainsi, pour l'épreuve *Production d'Énoncés* par exemple, les enfants peuvent compléter le second énoncé sans prendre en compte le premier. Il est à signaler que l'existence de liens significatifs entre la compréhension orale et la MT complexe a été avancée par certains auteurs. Ainsi, des études réalisées avec des adultes révèlent des liens significatifs entre la compréhension orale et l'administrateur central (pour une revue cf. Gathercole & Baddeley, 1993b). De même, certaines études effectuées avec des enfants présentant des difficultés de compréhension ont révélé des déficits importants au niveau des performances aux tâches de MT complexe chez ces sujets (Nation & al., 1999, Seigneuric & al., 2000). De plus, Adams & al. (1999) ont montré que l'habileté qui prédit le mieux la compréhension orale chez des enfants de quatre et cinq ans est une mesure de l'administrateur central. Rappelons cependant que, dans notre étude, nous explorons les liens longitudinaux entre le langage oral et la MT et que nous étudions plus précisément le sens inverse de celui communément exploré. Ainsi, nos résultats fournissent de nouvelles données montrant que certains aspects du langage oral prédisent les performances au niveau de la MT complexe évaluée des mois plus tard. Ces résultats sont toutefois à traiter avec précaution parce que la MT ne semble toujours pas être différenciée en fin de CP (T2) dans notre étude. Il nous semble qu'une étude explorant avec plus de précision le rôle joué par le langage oral au niveau du développement de la MT serait d'un grand intérêt. Il est à signaler enfin que les

scores aux épreuves de langage oral passées en début de CP (T1) ne prédisent généralement pas les performances en MT complexe évaluées en fin de CE1 (T3). En effet, la seule corrélation significative est celles entre l'épreuve *Compréhension Orale* passée en début de CP (T1) et l'épreuve *Mémoire de Mots - Ordre Inverse* passée en fin de CP (T2). Cependant, cette corrélation est négative. Nous n'avons pas trouvé d'explication à ce résultat.

En ce qui concerne les liens entre les performances en langage oral et les performances en lecture, nos résultats montrent que certains aspects du langage oral - la compréhension orale et la phonologie en production - évalués en début de CP (T1) sont corrélés significativement avec les performances en lecture du même moment. Ces résultats rejoignent ceux obtenus dans d'autres études (Anderson & Freebody, 1981 ; Cunningham & Stanovitch, 1991 ; Hayes, 1988 ; Thorndyke, 1973). Cependant, nos résultats montrent que les différents aspects du langage oral ne prédisent pas significativement les performances en lecture évaluées en fin de CP (T2) ou en fin de CE1 (T3). Ce résultat est contraire à nos attentes. Toutefois, pour expliquer ces résultats, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle nos sujets tout-venant ne présentent en général pas de difficultés au niveau du langage oral et que, par suite, les faibles différences individuelles qu'ils peuvent avoir à ce niveau ne prédiraient pas d'une manière significative leurs différences en lecture qui seraient liés d'une manière plus importante à d'autres facteurs. Notons qu'il existe des études qui ont eu des résultats montrant aussi une absence de liens longitudinaux significatifs entre le langage oral et la lecture. Ainsi, Mann et Liberman (1984) par exemple ont montré que trois groupes de faibles, moyens et bons lecteurs de première année primaire ne se distinguent pas au niveau de leurs performances en vocabulaire évaluées en maternelle (un an plus tôt).

Pour ce qui est de la spécificité des liens entre la lecture et la MT, nos résultats soutiennent notre hypothèse selon laquelle la lecture présenterait des liens uniques avec la MT et cela au-delà de ceux partagés avec les différents aspects du langage oral. En effet, les résultats de l'analyse de régression ayant pour VD le facteur unique de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et comme VI les scores aux épreuves de MCT verbale, de langage oral et de lecture obtenus à T1 révèlent des liens significatifs (étape 0) entre les scores de langage oral et la VD. En d'autres termes, le langage oral évalué en début de CP (T1) prédit significativement le facteur encore non différencié de la MT en fin de CP. De plus, la première VI à entrer dans l'équation de régression est l'épreuve *Répétition de Mots* passée à T1 et mesurant la phonologie en production. Cette épreuve explique à elle seule environ 35% de la variance du

facteur de mémoire. Ce résultat est prédictible sachant que nous avons émis l'hypothèse selon laquelle ce facteur serait un facteur de MCT verbale et que le maintien de l'information dans la boucle phonologique se fait sous un code phonologique. Une fois l'épreuve *Répétition de Mots* dans l'équation de régression, toutes les corrélations entre le reste des épreuves de langage oral passées en début de CP (T1) et le facteur de mémoire deviennent statistiquement non significatives. Ces résultats montrent que les corrélations significatives initialement trouvées entre la VD et les scores aux épreuves *Lexique en Réception, Lexique en Production, Compréhension orale* et *Production d'Énoncés* sont probablement dues à l'implication de la phonologie dans ces différentes tâches ou habiletés. En d'autres termes, nous pouvons dire que, selon nos résultats, c'est l'aspect phonologique du langage oral qui prédit le facteur de mémoire identifié comme étant un facteur de MCT verbale en fin de CP (T2). Notons cependant, que les scores à l'épreuve de lecture et de MCT verbale passées en début de CP (T2) continuent à prédire la VD malgré l'entrée de l'épreuve *Répétition de Mots* dans l'équation de régression. De plus, c'est l'épreuve de lecture qui entre à la deuxième étape de l'analyse dans l'équation de régression et la variance expliquée passe alors à environ 45%. Donc, la lecture continue à expliquer une part de la variance du facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2) et cela malgré l'introduction dans l'analyse de données de langage oral. Notons particulièrement que l'épreuve de lecture (T1) entre dans l'équation de régression avant l'épreuve de MCT verbale (T1) qui entre dans l'équation à l'étape suivante (la variance expliquée passe alors à environ 50%). Ce résultat soutient l'hypothèse selon laquelle des changements commencent à apparaître au niveau du facteur de mémoire obtenu en fin de CP (T2). Ainsi, bien que ce facteur semble être un facteur de MCT verbale, d'autres types de traitements semblent être impliqués dans certaines des épreuves qui le constituent puisqu'il est plus significativement prédit par la lecture que par la MCT verbale évaluée quelques mois auparavant. Ce résultat rejoint aussi notre hypothèse générale en montrant que la lecture prédit d'une manière importante et unique le facteur encore non différencié de MT en fin de CP (T2). Nous supposons en fait, que la lecture joue aussi un rôle au niveau de la différenciation de la MT qui semble débuter en fin de CP (T2). Cette hypothèse est soutenue par les résultats des analyses de régression ayant pour VD les facteurs de mémoire obtenus en fin de CE1 (T3) et comme VI les épreuves de MCT verbale, de lecture et de langage oral passées en début de CP (T1). En effet, la seule VI qui prédit significativement le facteur de MT complexe (comprenant la MCT visuo-spatiale) est l'épreuve de lecture. De plus, les performances à cette épreuve passée en début de CP (T1) expliquent environ 10% de la

variance du facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1 (T3) donc presque un an et huit mois plus tard. En revanche, en ce qui concerne le facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3), l'épreuve de lecture le prédit significativement à l'étape 0 de l'analyse de régression mais à l'étape 1, la note de l'épreuve *Répétition de Mots* entre dans l'équation de régression et la corrélation entre l'épreuve de lecture et la VD devient alors statistiquement non significative. Il est à signaler que cette épreuve entre dans l'équation à l'étape 2 de l'analyse mais sa contribution à la variance du facteur de MCT verbale n'est pas significative. Ces résultats montrent que la lecture ne contribue pas significativement au facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3) quand les données de langage oral - en particulier la phonologie - sont introduites dans l'analyse. Ces résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle les liens entre les performances en MCT verbale et les performances en lecture s'expliqueraient par l'implication dans ces tâches d'habiletés phonologiques d'ordre plus général. Nous rappelons que cette hypothèse a été émise dans le cadre d'études concernant des sujets présentant des difficultés de lecture. Ainsi, selon cette hypothèse, les déficits de MCT verbale chez les faibles lecteurs seraient liés à des déficits phonologiques plus généraux (Gottardo & al., 1996 ; Hulme & Roodenrys, 1995 ; Shankweiler & al., 1992). En somme, nous pouvons donc dire que, quand les données de langage oral sont introduites dans l'analyse, la lecture contribue significativement à la variance du facteur encore non différencié de la MT obtenu en fin de CP (T2) ainsi qu'à la variance du facteur de MT complexe obtenu en fin de CE1 (T3) mais pas à la variance du facteur de MCT verbale obtenu en fin de CE1 (T3). Ces résultats rejoignent notre hypothèse générale en montrant que l'entrée dans l'écrit est impliquée dans le développement de la MT et particulièrement dans la différenciation de la MT complexe. Notons que ces données ne soutiennent pas l'hypothèse selon laquelle les liens entre les performances en MT complexe (évaluée par des épreuves impliquant un matériel verbal) et les performances en lecture s'expliqueraient par le fait que ces tâches nécessitent le stockage et la manipulation d'une information phonologique. Nous rappelons toutefois que cette hypothèse a été émise dans le cadre d'études concernant des sujets dyslexiques et des faibles lecteurs (Pickering, 2006) et que nos données ne nous permettent pas de réfuter cette hypothèse dans ce cadre-là. En effet, nous pouvons avancer que, d'après nos résultats, les liens entre la MT complexe et la lecture ne s'expliquent pas par l'implication dans ces tâches d'un stockage et d'une manipulation d'une information phonologique mais nous ne pouvons pas affirmer que les déficits en MT complexe observés

chez certains sujets dyslexiques ne sont pas dus à leurs difficultés générales de traitement phonologique.

En nous basant sur les résultats présentés dans cette partie et dans les parties précédentes, nous pouvons dire que, jusque là, nos résultats montrent que la MT, et en particulier la MT complexe, se différencie progressivement chez l'enfant tout-venant entre la GSM et le CE1 ; que l'entrée dans l'écrit serait impliquée dans le développement et peut-être même dans la différenciation de la MT ; que l'entrée dans l'écrit présente des liens avec la MT, en particulier la MT complexe, et cela au-delà de ceux partagés avec la conscience phonologique ou les différents aspects du langage oral. En d'autres termes, ces liens prédictifs entre la lecture et la MT complexe ne peuvent pas être expliqués exclusivement par l'implication dans les épreuves de lecture d'habiletés linguistiques, phonologiques ou métaphonologiques d'ordre général qui seraient elles impliquées ou liées à la MT complexe. Ces résultats soutiennent donc l'hypothèse générale de cette thèse.

Nous allons passer maintenant à la discussion de la dernière partie de cette étude. Cette partie concerne la MT et ses liens avec l'identification des mots écrits chez les sujets présentant des troubles de la lecture de notre étude. Nous rappelons qu'il s'agit de 52 élèves de CE1 et que cette dernière étape exploratoire a pour but de comparer la MT de sujets présentant des troubles de la lecture avec celle de sujets tout-venant du même niveau scolaire et cela pour voir si un apprentissage perturbé de la lecture aboutit nécessairement à des différences quantitatives et qualitatives au niveau de la MT.

La Mémoire de Travail et ses liens avec la lecture chez les sujets présentant des troubles de la lecture

Pour ce qui est de la MT et de ses liens avec la reconnaissance des mots écrits chez les sujets présentant des troubles de la lecture et participant à notre étude, les résultats révèlent d'abord une différence significative entre les performances de ces sujets et celles des sujets tout-venant du même niveau scolaire (CE1) aux épreuves de MCT verbale. En effet, les sujets présentant des troubles de la lecture ont des scores de MCT verbale significativement inférieurs à ceux des sujets tout-venant. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par un grand nombre d'auteurs (Ackerman & al., 1990 ; Baddeley & Wilson, 1993 ; Jorm, 1983 ; O'Shaughnessy & Swanson, 1998 ; Shankweiler & al., 1990 ; Torgesen, 1978). De même, conformément à la majorité des études antérieures (Gould & Glencross, 1990 ; Pickering &

Gathercole, 2005 ; Liberman, Mann, Shankweiler & Werfelman, 1982 ; Mann & Liberman, 1984), nos résultats ont révélé une absence de déficit de MCT visuo-spatiale chez les sujets présentant des troubles de la lecture. De plus, dans notre étude, les performances des sujets présentant des troubles de la lecture à l'épreuve de MCT visuo-spatiale sont significativement meilleures que celles des sujets tout-venant du même niveau scolaire. Notons que nous n'avons pas trouvé de résultats similaires dans la littérature. Quant à la MT complexe, elle semble être préservée chez les sujets présentant des troubles de la lecture de notre étude. En effet, il n'existe pas de différence significative entre leurs performances et celles des sujets tout-venant du même niveau scolaire aux épreuves d'empan complexe. Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux obtenus dans les autres études évaluant la MT complexe chez les sujets dyslexiques et chez les faibles lecteurs. En effet, en général, les auteurs relèvent des déficits importants de la MT complexe chez ces sujets (Alloway & Gathercole, 2005 ; cf. Pickering, 2006 ; cf. Swanson, 2006 ; Swanson & al., 2006 ; Swanson & Ashbaker, 2000). Il est à signaler que Pickering et Gathercole (2005) ont eu des résultats qui rejoignent les nôtres et qui montrent que des sujets dyslexiques ont des performances équivalentes à celles de sujets du même âge chronologique au niveau d'une des épreuves de MT complexe utilisées. Toutefois, dans cette étude, les performances des sujets dyslexiques sont inférieures à celles de leurs pairs à deux autres épreuves de MT complexe (nous reviendrons sur ce résultat par la suite). Notons que notre résultat révélant une MT complexe préservée chez les sujets présentant des troubles de la lecture va aussi à l'encontre de nos propres attentes. En effet, nous avions supposé que nos résultats seraient en accord avec ceux obtenus dans les autres études. Toutefois, ces résultats sont en accord avec notre hypothèse générale selon laquelle la lecture serait une de nombreuses activités qui stimulent le développement de la MT complexe et que cette dernière peut donc se développer même en cas de difficultés de lecture. Il est à signaler enfin que ces résultats révélant une MT complexe quantitativement préservée chez des sujets présentant des troubles de la lecture va à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les difficultés de lecture des sujets dyslexiques et des faibles lecteurs seraient dues à une faible capacité de MT qui entrave leurs performances en lecture (Turner & Engle, 1989 ; voir aussi Alloway & al., 2009 ; Gathercole & al., 2006 ; Swanson, 1999 ; Swanson & Ashbaker, 2000 ; Swanson & al., 2006 ; Swanson & Sachse-Lee, 2001a ; 2001b). En effet, les difficultés de lecture chez nos sujets ne peuvent pas être liées à des déficits de MT complexe. En somme, au niveau quantitatif, nos résultats montrent que les déficits de MT chez les sujets présentant

des troubles de la lecture se limitent à la boucle phonologique (la MCT verbale)[5]. Notons que certains auteurs expliquent les déficits de MT complexe observés chez les sujets dyslexiques et les faibles lecteurs par un déficit au niveau du stockage. En effet, Bayliss et ses collaborateurs (2005c) montrent que, contrairement aux sujets tout-venant chez qui les performances au niveau des épreuves d'empan complexe sont prédites à la fois par la capacité de stockage et par l'efficience du traitement, les performances des sujets présentant des difficultés d'apprentissage sont prédites uniquement par la capacité de stockage. Ainsi, les auteurs en concluent que, chez les sujets présentant des difficultés d'apprentissage, les limitations de la MT complexe seraient dues à un déficit au niveau du stockage. Cette hypothèse peut rendre compte de nos résultats. En effet, nous rappelons que, d'après le modèle de Baddeley, le stockage se fait dans les systèmes esclaves. Ainsi, un déficit au niveau du stockage se traduirait par un déficit au niveau de la boucle phonologique ou du calepin visuo-spatial et, dans notre étude, les résultats révèlent des déficits au niveau de la boucle phonologique (MCT verbale) chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Toutefois, ces déficits ne contraignent pas les performances de ces sujets aux épreuves d'empan complexe dans notre étude. Pour expliquer ce résultat, nous posons l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture s'appuieraient sur le calepin visuo-spatial pour maintenir l'information présentée verbalement dans les épreuves d'empan complexe. Cette hypothèse a déjà été avancée par Pickering et Gathercole (2005) qui supposent que les performances des sujets dyslexiques aux épreuves d'empan complexe peuvent ne pas être déficitaire si l'épreuve permet l'utilisation de stratégies non-phonologiques d'encodage et de maintien de l'information.

Pour ce qui est de l'organisation structurale de la MT, nos résultats révèlent des différences entre la structure de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture de CE1 et celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire ou même de niveau scolaire inférieur. Ainsi, chez les sujets tout-venant de CE1, l'analyse factorielle fournit deux facteurs qui peuvent être identifiés comme un facteur de MCT verbale et un facteur de MT complexe comprenant la MCT visuo-spatiale. Nous rappelons que ce résultat a été obtenu avec deux groupes différents de sujets tout-venant de CE1. En revanche, l'analyse factorielle effectuée sur les scores des sujets présentant des troubles de la lecture de CE1 fournit deux facteurs qui

---

[5] Il est possible que nos résultats concernant la capacité de la MT complexe chez les sujets présentant des troubles de la lecture soient dus à un entraînement à ce type de tâches au cours des séances de rééducation orthophonique, même si elles ne visent que la lecture. En fait, il semblerait qu'un entraînement permettrait d'augmenter la capacité de la MT (Klingberg & al., 2005).

sont néanmoins différents et beaucoup moins facilement interprétables. Ainsi, nous avons posé des hypothèses pour tenter d'interpréter la constitution de ces facteurs tout en insistant sur la nécessité de traiter ces interprétations avec précaution. En effet, les variables qui contribuent significativement au premier facteur sont les deux épreuves de MT complexe et une des épreuves de MCT verbale (*MMD*). Vu les poids factoriels plus élevés des épreuves de MT complexe, nous avons supposé que ce facteur serait un facteur de MT complexe et que l'épreuve de MCT verbale en ferait partie du fait que les sujets présentant des troubles de la lecture compenseraient leurs difficultés de MCT verbale en s'appuyant sur des ressources de l'administrateur central. Notons que la deuxième épreuve de MCT verbale (*MCD*) ne fait pas partie de ce facteur mais qu'elle est mieux réussie par les sujets présentant des troubles de la lecture que la première. Ainsi, nous supposons que les sujets présentant des troubles de la lecture, réussissant mieux à cette épreuve, ne recourent pas aux ressources de l'administrateur central pour la réaliser. Notons que la seule explication que nous avons trouvée pour expliquer les différences observées entre les deux épreuves de MCT verbale est que ces deux épreuves ne mesureraient pas la même habileté. Cette hypothèse est soutenue par l'absence de liens significatifs entre ces deux épreuves. En fait, comme le signalent Bayliss et ses collaborateurs (2005c), il est possible que des épreuves similaires n'évaluent pas nécessairement les mêmes fonctions cognitives chez les enfants présentant un développement typique et les enfants présentant un développement atypique. Le deuxième facteur obtenu dans l'analyse factorielle appliquée aux scores des sujets présentant des troubles de la lecture comprend les deux épreuves de MCT verbale et l'épreuve de MCT visuo-spatiale. Cependant, les poids factoriels de ces deux types d'épreuves présentent des valeurs relatives opposées. Pour cela, nous avons posé l'hypothèse selon laquelle ce facteur serait un facteur de MCT - donc de stockage temporaire - et que, chez ces sujets, le stockage peut être exclusivement verbal ou exclusivement visuo-spatial[6]. En d'autres termes, nous supposons que les sujets présentant des troubles de la lecture ne recodent pas l'information visuo-spatiale sous forme verbale dans des tâches comme l'épreuve *M. Cacahuète*. Cette hypothèse est soutenue par le fait que l'épreuve *M. Cacahuète* n'est pas corrélée significativement avec les deux épreuves de MCT verbale. Nous rappelons toutefois que cela ne semble pas nuire à leurs performances à l'épreuve *M. Cacahuète*. En effet, contrairement aux résultats obtenus par certains auteurs (Katz, Shankweiler & Liberman, 1981 ; Swanson, 1978 ; Vellutino & al., 1973 ; Vellutino &

[6] Cette interprétation est à prendre avec précaution sachant que les deux épreuves de MCT verbale ne sont pas corrélées significativement entre elles.

al., 1975), nos résultats ne montrent pas que les sujets présentant des troubles de la lecture ont des performances inférieures aux contrôles quand le matériel est recodable phonologiquement. Pour expliquer nos résultats, nous posons l'hypothèse selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture auraient renforcé leurs habiletés visuo-spatiales pour compenser leurs difficultés verbales. Cette hypothèse peut être aussi soutenue par la dissociation observée entre la MCT visuo-spatiale et la MT complexe chez les sujets présentant des troubles de la lecture et pas chez les sujets tout-venant chez qui la MCT visuo-spatiale ne serait pas encore autonome en CE1. Il est à signaler toutefois que, dans le deuxième facteur de l'analyse factorielle, l'épreuve *M. Cacahuète* et les épreuves de MT complexe présentent toutes les trois des valeurs relatives positives et cela contrairement aux épreuves de MCT verbale. De plus, les corrélations entre l'épreuve *M. Cacahuète* et les épreuves de MT complexe sont plus importantes que celles entre l'épreuve *M. Cacahuète* et les épreuves de MCT verbale tout en restant non significatives. Ces résultats peuvent être expliqués par une faible implication de la MT complexe dans l'épreuve *M. Cacahuète* ou par l'hypothèse avancée précédemment selon laquelle les sujets présentant des troubles de la lecture s'appuieraient sur des stratégies visuelles d'encodage et de maintien des informations lors de l'exécution d'une tâche d'empan complexe impliquant un matériel verbal (cf. Pickering & Gathercole, 2005). Cependant, si la réussite des sujets présentant des troubles de la lecture de notre étude aux épreuves d'empan complexe est due à leur utilisation de stratégies non-phonologiques d'encodage et de maintien de l'information, nous ne pouvons pas expliquer pourquoi ils n'utilisent pas ces stratégies dans les épreuves de MCT verbale qui comportent un matériel similaire à celui des épreuves de MT complexe. En fait, il nous semble que toutes les différences quantitatives et qualitatives au niveau de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture et les sujets tout-venant peuvent être liés au déficit observé au niveau de la MCT verbale. Il est à signaler qu'il est possible que les sujets présentant des troubles de la lecture aient un traitement complètement différent des épreuves de mémoire par comparaison aux sujets tout-venant (cf. Bayliss & al., 2005c). Enfin, notons que la corrélation entre les deux facteurs de mémoire obtenus avec les sujets présentant des troubles de la lecture est relativement faible. Ainsi, si ces deux facteurs sont effectivement un facteur de MT complexe et un facteur de MCT, ces systèmes mnésiques ne seraient pas liés significativement chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Ce résultat rejoint l'hypothèse avancée par Swanson (1993) selon laquelle les sujets présentant des troubles de lecture présentent des déficits fonctionnels au niveau de la MT et en particulier un manque de

flexibilité au niveau de la coordination de ses différents composants. Rappelons toutefois que toutes ces hypothèses sont à prendre avec précaution sachant que les facteurs obtenus ne sont pas aussi facilement identifiables que ceux obtenus avec les sujets tout-venant. Cependant, nos résultats concernant l'organisation structurale de la MT demeurent très intéressants puisqu'ils montrent que la structure de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture est différente de celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire.

Pour ce qui est des liens entre la MT et l'identification des mots écrits chez les sujets présentant des troubles de la lecture, nos résultats révèlent des liens significatifs entre, d'une part, une des épreuves d'empan complexe (*MCI*) et, d'autre part, la note globale à l'épreuve *IME* et les items PLE évaluant la stratégie graphophonologique de lecture. Notons que la première corrélation peut-être due à la seconde puisque la note globale comprend la note PLE. De plus, les scores aux items PLE sont les seuls à présenter une corrélation significative avec le premier facteur de mémoire que nous avons interprété comme étant un facteur de MT complexe. Ce résultat révélant des liens significatifs entre la stratégie graphophonologique de lecture et la MT complexe peut être expliqué par le fait que les sujets présentant des troubles de la lecture ont une stratégie graphophonologique lente et laborieuse nécessitant donc le recours aux ressources de l'administrateur central (cf. Boulc'h & al., 2007). En effet, la corrélation entre les items PLE et la MT complexe chez les sujets présentant des troubles de la lecture est plus importante que celle relevée chez les sujets tout-venant qui semblent avoir automatisé relativement cette stratégie de lecture. Notons cependant que nos résultats ont révélé une implication plus étendue de la MT complexe chez les sujets tout-venant que chez les sujets présentant des troubles de la lecture. En effet, alors que, chez les sujets présentant des troubles de la lecture, la MT complexe est liée à la stratégie graphophonologique de lecture et par suite à la note globale à l'épreuve IME, chez les sujets tout-venant du même niveau scolaire elle est liée à l'ensemble des notes de l'épreuve IME (à l'exception des items PS) et donc aussi à la stratégie orthographique. L'absence de liens significatifs entre les scores aux items HP et la MT complexe chez les sujets présentant des troubles de la lecture peut être éventuellement expliquée par l'hypothèse selon laquelle la stratégie orthographique de lecture n'est toujours pas efficace ou opérante chez ces sujets. Nous rappelons que les corrélations entre les scores aux items HP et les scores aux épreuves d'empan complexe ne sont pas significatives non plus chez les enfants tout-venant de CP (T2) qui ne réussissent relativement pas aux items HP. En bref, la MT complexe semble être impliquée dans les différentes stratégies de reconnaissance des mots écrits chez les sujets tout-venant de CE1 mais pas chez

les sujets présentant des troubles de la lecture du même niveau scolaire. Notons que Bayliss et ses collaborateurs (2005c) n'ont pas trouvé de liens significatifs entre la lecture et la MT complexe chez des sujets dyslexiques (moyenne d'âge : 13 ans 6 mois) alors que des corrélations significatives ont été relevées chez des sujets normolecteurs du même âge lexique. Ces résultats, en plus de ceux obtenus dans notre étude, montrent des liens plus importants entre la lecture et la MT complexe chez les sujets tout-venant que chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Pour expliquer cela, nous posons les mêmes hypothèses émises par Bayliss et ses collaborateurs (2005c). Ainsi, ces résultats peuvent être dus soit au fait que les sujets présentant des troubles de la lecture ont une approche atypique de la lecture soit au fait que la MT de ces sujets est soutenue par des facteurs différents par comparaison aux sujets à développement typique. Pour ce qui est de la MCT visuo-spatiale, elle est corrélée significativement avec les scores aux items HP mesurant la stratégie orthographique chez les sujets tout-venant mais pas chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Comme pour les résultats concernant la MT complexe, nous supposons que ce résultat peut être dû au fait que la stratégie orthographique n'est toujours pas efficace chez les sujets présentant des troubles de la lecture. Nous rappelons que les résultats obtenus avec les élèves de CP (T2) avaient aussi révélé une absence de corrélation significative entre les scores aux items HP et les scores à l'épreuve *M. Cacahuète*. Quant aux épreuves de MCT verbale, l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* censée mesurer la MCT verbale est corrélée significativement mais négativement avec les notes de lecture (à l'exception de la note HP) chez les sujets présentant des troubles de la lecture alors qu'aucune des épreuves de MCT verbale n'est corrélée significativement avec les notes de lecture chez les sujets tout-venant de CE1. Notons que nous ne savons pas comment expliquer le résultat révélant des corrélations négatives entre l'épreuve *Mémoire de Chiffres - Ordre Direct* et les notes de lecture. Cependant, tous ces résultats nous poussent à nous interroger sur la validité des épreuves de MCT verbale chez les sujets présentant des troubles de la lecture. En effet, nous rappelons que nous posons l'hypothèse émise précédemment par Bayliss et ses collaborateurs (2005c) qui suggèrent que des épreuves similaires n'évaluent pas nécessairement les mêmes fonctions cognitives chez des enfants présentant un développement typique et chez des enfants présentant un développement atypique (voir aussi Numminen & al., 2002). Il est à signaler que le deuxième facteur de mémoire obtenu avec les sujets présentant des troubles de la lecture (facteur comprenant les épreuves de MCT verbale et visuo-spatiale) ne présente aucune corrélation significative avec les notes de lecture.

En somme, chez les sujets présentant des troubles de la lecture, la capacité de la MCT verbale semble être déficitaire alors que celle de la MT complexe et de la MCT visuo-spatiale sont préservées. Les résultats concernant la capacité de la MT complexe semblent ainsi soutenir notre hypothèse selon laquelle des activités ou des apprentissages autres que la lecture peuvent aussi stimuler le développement de la MT. Toutefois, nos résultats montrent que l'organisation structurale de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture n'est pas similaire à celle des sujets tout-venant du même niveau scolaire. Ces résultats pourraient simplement être dus à des différences qualitatives et quantitatives concernant la boucle phonologique. Cependant, ils nous permettent d'avancer l'hypothèse selon laquelle la lecture jouerait un rôle primordial au niveau de l'organisation structurale de la MT. Notons toutefois que ces résultats ne nous permettent pas d'affirmer que cette différence au niveau de la structure de la MT chez les sujets présentant des troubles de la lecture est nécessairement la conséquence du trouble de lecture et cela bien que certaines études aient mis en évidence un effet de la littératie et de sa qualité sur la cognition et peut-être même sur l'architecture fonctionnelle du cerveau (Ostrosky-Solis & al., 2004). Ainsi, il serait intéressant de comparer les performances des sujets présentant des troubles de la lecture de notre étude à celles de sujets appariés selon leur niveau lexique et de réaliser une étude prédictive explorant le développement de la MT et ses liens avec la lecture chez des enfants initialement dépistés comme à risque de développer des troubles de lecture et diagnostiqués ensuite comme dyslexiques. Notons de plus que l'ensemble des résultats obtenus avec les sujets présentant des troubles de la lecture est a traité avec précaution en raison de la probable hétérogénéité de ce groupe.

Dans cette partie, nous avons présenté la discussion générale de l'ensemble de nos résultats. Nous allons passer maintenant à la conclusion générale de notre étude.

Conclusion Générale

A travers cette étude, nous avons montré que la capacité de la MT augmente progressivement entre la GSM et la CE1 chez l'enfant tout-venant. De plus, l'organisation structurale de la MT semble évoluer pendant cette période du développement pour passer progressivement d'un état non différencié où la MCT verbale, la MCT visuo-spatiale et la MT complexe ne sont pas séparables en GSM à un état plus différencié où une distinction nette est relevée entre la MCT verbale et la MT complexe en CE1, la MCT visuo-spatiale étant toujours indissociable de la MT complexe à ce niveau du développement. Pour ce qui est des liens entre la MT et la lecture, nos résultats soutiennent l'hypothèse selon laquelle l'entrée dans l'écrit serait impliquée dans le développement et dans la différenciation de la MT, en particulier la MT complexe, chez l'enfant tout-venant. De plus, l'entrée dans l'écrit semble présenter des liens uniques avec la MT complexe chez ces sujets et cela au-delà de ceux partagés avec les habiletés phonologiques, linguistiques ou métaphonologiques d'ordre général. Quant aux sujets présentant des troubles de lecture de CE1, ils semblent présenter une MCT verbale déficitaire alors que la MCT visuo-spatiale et la MT complexe sont préservées. Ainsi, ces résultats vont à l'encontre de l'hypothèse selon laquelle les difficultés de lecture de ces sujets seraient liées à leur déficit au niveau de la MT complexe et pourraient même rejoindre notre hypothèse selon laquelle des apprentissages autres que la lecture pourraient stimuler la MT. Toutefois, l'organisation structurale de la MT chez ces sujets n'est pas conforme à celle des sujets tout-venant, ce qui soutient plutôt l'hypothèse d'un rôle primordial joué par la lecture au niveau du développement de la structure de la MT. Ces résultats sont, à notre connaissance, les premiers à mettre en valeur l'importance de l'apprentissage de la lecture dans le développement et la différenciation de la MT. Une reproduction de cette étude avec une population plus importante et des épreuves de mémoire et de lecture plus variées nous semble particulièrement intéressante. De plus, une exploration de la capacité et de l'organisation structurale de la MT chez des sujets illettrés appariés selon l'âge avec notre population de sujets tout-venant nous semble d'un grand intérêt. Ainsi, cela nous permettra d'étudier l'effet de l'illettrisme non lié à un trouble sur le développement de la MT.

Bibliographie

Ackerman, P.T., Dykman, R.A. & Gardner, M.Y. (1990). Counting rate, naming rate, phonological sensitivity, and memory span: Major factors in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities, 23,* pp. 325-327, 319.

Adams, A.-M. & Gathercole, S.E (1995). Phonological working memory and speech production in preschool children. *Journal of Speech and Hearing Research, 38,* pp. 403-414.

Adams A.-M. & Gathercole S.E. (1996). Phonological working Memory and spoken Language Development in Young Children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A (1), 216-233.*

Adams, A.-M. & Gathercole, S.E. (2000). Limitations in working memory: Implications for language development. *International Journal of Language & Communication Disorders, 35(1)*, pp. 95-116.

Adams A.-M. & Willis C. (2001). Language Processing and Working Memory: A Developmental Perspective. In Andrade J., *Working Memory in Perspective.* Psychology Press: Taylor and Francis Group.

Adams A.-M., Bourke L. & Willis C. (1999). Working Memory and Spoken Language Comprehension in Young children. *International journal of Psychology, 34(5/6), 364-374.*

Agostini M., Kremin H., Curt F. & Dellatolas G. (1996). Immediate memory in children aged 3 to 8: digits, familiar words, unfamiliar words, pictures and Corsi. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant, 36,* pp. 4-10.

Alegria, J., Pignot, E. & Morais, J. (1982). Phonetic analysis of speech and memory codes in beginning readers. *Memory and Cognition, 10,* pp. 451-556.

Alloway, T.P. & Gathercole, S.E. (2005). The role of sentence recall in reading and language skills of children with learning difficulties. *Learning and Individual Differences, 15,* pp. 271-282.

Alloway, T.P., Gathercole, S.E., Kirkwood, H. & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioural characteristics of children with low working memory. *Child Development, 80(2),* pp. 606-621.

Alloway T.P., Gathercole S.E., Willis C. & Adams A.M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology, 87 (2),* pp. 85-106.

Alloway, T.P., Gathercole, S.E. & Pickering, S.J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they seperable? *Child Development, Vol. 77, No. 6,* pp. 1698-1716.

Anderson J.R. (1976). *Language, Memory, and Thoughts.* Hillsdale, N.J.: Lauwrence Erlbaum.

Anderson J.R. (1983). *The Architecture of Cognition.* Cambridge: Harvard University Press.

Anderson, J.R. & Freebody, P. (1981). Vocabulary knowledge. In J.T. Ghuthrie (Ed.). *Comprehension & Teaching: Research Reviews.* Newark, DE: Internalional Reading Association.

Andrade J. (2001). « The working memory model : Consensus, controversy, and future directions", *in* J. Andrade (Éd.), *Working Memory in Perspective,* Psychology Press, Taylor & Francis, pp. 281-311.

Archibald, L.M.D. & Gathercole S.E. (unpublished manuscript). *Short Term and Working Memory in Specific Language Impairment.*

Archibald, L.M.D & Gathercole, S.E. (2006). Immediate visuo-spatial memory in specific language impairment. *Journal of Speech, Language and Hearing Research, 49,* pp. 265-277.

Archibald, L.M.D & Gathercole, S.E. (2007). The complexities of complexe span: Specifying working memory deficits in SLI. *Journal of Memory and Language, 57,* 177-194.

Atkinson R.C & Shiffrin R.M. (1968). "Human Memory: a proposed system and its control processes", *in* K.W. Spence (Éd.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, New York, Academic Press, vol. 2, pp. 89-195.

Atkinson R.C. & Shiffrin R.M. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American,* 225, pp. 82-90.

Avons, S.E. & Hanna, C. (1995). The memory-span deficit in children with specific reading disability: is speech rate responsible? *British Journal of Developmental Psychology, 13,* pp. 303-311.

Awh E. & Jonides J. (2001). Overlapping mechanisms of attention and spatial working memory. *Trends in Cognitive Sciences, 5,* pp. 119-126.

Baddeley A. & Hitch G. (2000). Development of Working Memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch Model Be Merged. *Journal of Experimental Child Psychology,* 77, pp. 128-137.

Baddeley A. (1966). Short-term memory for word sequences as a function of acoustic, semantic and formal similarity. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 18,* pp. 302-309.

Baddeley A. (1992). *La mémoire humaine : Théorie et pratique.* Grenoble : PUG.

Baddeley A. (2000a). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences, Vol. 4, no. 11, 417-423.*

Baddeley A. (2000b). Short term and working memory. In E. Tulving & F.I.M. Craik (Eds.). *The Oxford Handbook of Memory,* pp. 77-92. Oxford University Press.

Baddeley A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders, 36,* pp. 189-208.

Baddeley A. (2007). *Working Memory, Thought, and Action*. Oxford, Oxford University Press.

Baddeley A. D., & Patterson K. (1971). The relation between long-term and short-term memory. *British Medical Bulletin*, 27, pp. 237-242.

Baddeley A., & Gathercole, S. (1992). Learning to read: The role of the phonological loop. In J. Alegria, D. Holender, J. Juncade Morais & M. Radeau (Eds.). *Analytic Approaches to Human Cognition.* Amsterdam, Elsevier (pp. 153-167).

Baddeley A., Gathercole S. & Papagno C. (1998). The Phonological Loop as a Language Learning device. Psychological Review, 105(1), 158-173.

Baddeley A.D. & Hitch G. (1974). Working memory. In G. A. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation, Vol. 8 (pp.47-48).* New York: Academic Press.

Baddeley A.D. & Hitch G. J. (2001). Forward. In A. Andrade (Ed.), *Working Memory in Perspective.* Psychology Press – Taylor & Francis Group.

Baddeley A.D. & Logie R. (1999). Working memory: The multiple component model. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28-61). Cambridge, England: Cambridge University Press.

Baddeley A.D. (1986). *Working Memory.* Oxford: Oxford University Press.

Baddeley A.D. (1996). Exploring the Central Executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology,49A(1), 5-28.*

Baddeley A.D. (2002). Fractionating the central executive. In D. Stuss & R.D. Knight (Eds.), *Principles of Frontal Lobe* Function. New York: Oxford University Press.

Baddeley A.D., Della Sala S., Papagno C. & Spinnler H. (1997). Dual task performance in dysexecutive and nondysexecutive patients with a frontal lesion. *Neuropsychology, 11,* pp. 187-194.

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

Baddeley, A. D., & Wilson, B. A. (1993). A developmental deficit in short-term phonological memory: Implications for language and reading. *Memory, 1,* pp. 65–78.

Baddeley, A.D. & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R.S. Nickerson (Ed.), *Attention and Performance VIII (pp.521-539).* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Baddeley, A.D., Logie, R.H. & Ellis, N.C. (1988). Characteristics of developmental dyslexia. *Cognition, 29,* pp. 197-228.

Barrouillet, P. & Camos, V. (2001). Developmental increase in working memory span: Resource sharing or temporal decay? *Journal of Memory and Language, 45,* p. 1-21.

Barrouillet, P., Bernardin, S., Camos, V. (2004). Time constraints and resource sharing in adults' working memory spans. *Journal of Experimental Psychology: General,* 133, pp.83-100.

Bayliss, D.M., Jarrold, C., Baddeley, A.D. & Gunn, D.M. (2005b). The relashionship between short-term memory and working memory: Complex span made simple? *Memory, 13 (3/4),* pp. 414-421. Psychology Press: Taylor & Francis Group.

Bayliss, D.M., Jarrold, C., Gunn, D.M. & Baddeley, A.D. & Leigh E. (2005c). Differential constraints on the working memory and reading abilities of individuals with learning difficulties and typically developing children. *Journal of Experimental Child Psychology, 92,* pp. 76-99.

Bayliss, D.M., Jarrold, C., Gunn, D.M. & Baddeley, A.D. (2003). The complexities of complex span: Explaining individual differences in children and adults. *Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 132, No.1,* pp. 71-92.

Bayliss, D.M., Jarrold, C., Gunn, D.M., Baddeley, A.D. & Leigh, E. (2005a). Mapping the developmental constraints on working memory span performance. *Developmental Psychology, Vol. 41, No. 4,* pp. 579-597.

Beach K.D. (1988). The role of external mnemonic symbols in acquiring an occupation, *in* M.M. Gruneberg, P.E. Morris & R.N. Sykes (Éds.). *Practical aspects of memory: Current research and issues, volume 1,* pp. 342-346. Chichester: John Wiley & Sons.

Bennet B. & Murdock Jr. (1967). Theoretical note: a fixed-point model for short-term memory. *Journal of Mathematical Psychology, volume 4, issue 3,* pp. 501-506.

Bentin, S., Hammer, R. & Cahan, S. (1991). The effects of aging and first grade schooling on the development of phonological awareness. *Psychological Science, 4,* pp. 271-274.

Bertelson, P., Morais, J., Alegria, J. & Content, A. (1985). Phonetic analysis capacity and learning to read. *Nature*, *313*, pp. 73-74.

Besner, D. (1999). Basic processes in reading: Multiple routines in localist and connectionist models. In P. A. McMullen & R. M. Klein (Eds.). *Converging methods for understanding reading and dyslexia* (pp. 413-458). Cambridge, MA: MIT Press.

Bishop, D.V.M (2001). Genetic influences on language impairment and literacy problems in children : same or different? *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 42,* pp. 189-198.

Bishop, D.V.M. (1997). Cognitive neuropsychologie and developmental disorders: Uncomfortable bedfellows. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 50A,* 899-923.

Boder, E. (1973). Developmental dyslexia: A diagnostic approach based on three atypical reading-spelling patterns. *Developmental Medicine and Child Neurology, 15,* pp. 663-687.

Boulc'h, L. Gaux, C. & Boujon, C. (2007). Implication des fonctions exécutives dans le décodage en lecture : étude comparative entre normolecteurs et faibles lecteurs de CE2. *Psychologie Française, 52,* pp. 71-87.

Bowey J. A. (1997). What does nonword repetition measure? A reply to Gathercole and Baddeley. *Journal of Experimental Child Psychology,* 67, pp. 295-301.

Bradley, L. (1988). Making connections in learning to read and to spell. *Applied Cognitive* Psychology, *2*, pp. 3-18. Brady, S. & Shankweiler, D. (1991). *Phonological Processes in Literacy.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Bradley, L. and Bryant, P.E. (1983). Categorizing sounds and learning to read: A Causal connection. *Nature, 30*, 419-421.

Bradley, L., and Bryant, P.E. (1985). Rhyme and Reason in Reading and Spelling. Ann Arbor: University of Michigan Press.

Brady, S. (1991). The role of working memory in reading disability. In S.A. Brady & D.P. Shankweiler (Eds.), *Phonological Processes in Literacy.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.

Brady, S., Shakweiler, D. & Mann, V. (1983). Speech perception and memory coding in relation to reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 35,* pp. 345-367.

Brin F. et al. (1997). *Dictionnaire d'Orthophonie.* Isbergues: L'ORTHO-Edition.

Brosnan, M., Demetre, J., Hamil, S., Robson, K., Sheperd, H. & Cody, G. (2002). Executive functioning in adults and children with developmental dyslexia. *Neuropsychologia, 40,* pp. 2144-2155.

Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 10,* pp. 12-21.

Butterworth, B., Campbell, R. & Howard, D. (1986).The uses of short-term memory: A case study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 38,* pp. 705-737.

Byrne, B. & Shea, P. (1979). Semantic and phonetic memory codes in beginning readers? *Memory and Cognition, 7,* pp. 333-338.

Campbell, R. & Butterworth, B. (1985). Phonological dyslexia and dysgraphia in a highly literate subject: a developmental case with associated deficits of phonemic processing and awareness. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 37A,* pp. 435-475.

Cain, K., Oakhill, J.V. & Bryant, P.E. (2000). Investigating the causes of reading comprehension failure: The comprehension age match design. *Reading and Writing, 12,* pp. 31-40.

Cantor J. & Engle R.W. (1993). Working-memory capacity as long term memory activation : An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 19 (5),* pp. 1101-1114.

Cantor, J., Engle, R.W. & Hamilton, G. (1991). Short-term memory, working memory and verbal abilities: How do they relate? *Intelligence, 15,* pp. 229-246.

Caravolas, M., Volin, J. & Hulme, C. (2005). Phoneme awareness is a key component of alaphabetic literacy skills in consistent and inconsistent orthographies: Evidence from Czech and English children. *Journal of Experimental Child Psychology, 92,* pp.107-139.

Carpenter, P. & Just, M.A. (1988). The role of working memory in language comprehension. In D. Klahr & S. Kotovsky (Eds.), *Complex Information Processing: The impact of Herbert Simon.* (pp. 10-35). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Casalis, S. (1995). *Lecture et dyslexies de l'enfant*. Paris : Presses universitaires du Septentrion.

Casalis, S., Louis-Alexandre, M.-F. (2000). Morphological analysis, phonological analysis and learning to read French : a longitudinal analysis. *Reading and Writing, 12*, pp.303-335.

Case R. (1978). Intellectual Development from Birth to Adulthood: a Neopiagetian Interpretation. In R.S. Siegler (Ed.), *Children's Thinking: What Develops?,* Hillsdale: Erlbaum.

Case R. (1985). *Intellectual Development: Birth to Childhood.* New York: Academic Press.

Case R. Kurland D.M. & Goldberg J. (1982). Operational Efficiency and the Growth of Short-Term Memory Span. *Journal of Experimental Child Psychology, 33, 386-404.*

Castles, A. & Coltheart M. (1996). Cognitive correlates of developmental surface dyslexia: A single case study. *Cognitive Neuropsychology, 13,* pp. 25-50.

Chi M. T .H. (1977). Age differences in memory span. *Journal of Experimental Child Psychology, 4,* pp. 559-572.

Chi M. T. H. (1978). Knowledge structures and memory development, *in* R.S. Siegler (Éd.), *Children's Thinking: What develops?* Hilldale N.J.: Lauwrence Erlbaum.

Chincotta D., Underwood G., Abd Ghani K., Papadopoulou E. & Wresinksi M (1999). Memory span for Arabic numerals and digit words: Evidence for a limited-capacity visuo-spatial storage system. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 2A,* pp. 325-351.

Colé, P. & Sprenger-Charolles, L. (1999).Traitement syllabique au cours de la reconnaissance de mots écrits chez des dyslexiques, lecteurs en retard et normo-lecteurs de 11 ans de différents niveaux d'expertise en lecture, *Revue de Neuropsychologie, 2-3,* 323-361.

Colette, F., Van der Linden, M. & Poncelet, M. (2000). Working memory, long-term memory, and language processing: Issues and future directions. *Brain and Language, 71, 46-51.*

Coltheart, M. (1978). Lexical access in simple reading tasks. In G. Underwood (Ed.), *Strategies* of Information Processing, (pp.151-216). London: Academic Press.

Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parellel-distributed processing approaches. *Psychological Review, 100*, pp. 589-608.

Coltheart, M., Rastle, K., Perry, C., Langdon, R., & Ziegler, J. (2001). DRC: A dual route cascaded model of visual word recognition and reading aloud. *Psychological Review*, *108 (1)*, pp. 204-256.

Conlin, A., Gathercole, S.E., Adams, J. (2005). Children's working memory: Investigating performance limitations in complex span tasks. *Journal of Experimental Child Psychology,* 90, pp. 303-317.

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

Content, A. (1985). Le développement de l'habileté d'analyse phonétique de la parole. *L'Année* Psychologique, *85*, pp. 73-99.

Conway A. & Engle R. (1994). Working memory and retrieval: A resource-dependent inhibition model. *Journal of experimental psychology, Vol. 123, No 4,* pp. 354-373.

Conway, A.R.A., Cowan, N., Bunting, M.F., Therriault, D.J. & Minkoff, S.R.B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence, 30,* pp. 133-163.

Conway, A.R., Kane, M.J. & Engle, R.W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Cognitive Sciences, 7(12),* pp. 547-552.

Cowan N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin, 104,* pp. 163-191.

Cowan N., Nugent L.D., Elliot E.M., Ponomarev I. & Saults J.S. (1999). The role of attention in the development of short term memory: Age differences in the verbal span of apprehension. *Child Development, 70 (5),* pp. 1082-1097.

Cowan, N., Towse, J.N., Hamilton, Z., Saults, J.S., Elliott, E.M., Lacey, J.F. & al. (2003). Children's working memory processes: A response timing analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 132,* pp. 113-132.

Critchley, M. (1970). *The dyslexic Child*. Thomas, Springfield, Illinois.

Cunningham, A.E. & Stanovitch, K.E. (1991). Tracking the unique effects of print exposure in childre: Association with vocabulary, general knowledge and spelling. *Journal of Educational Psychology, 83,* pp. 264-274.

Dade L.A., Zatorre R.J., Evans A.C. & Jones-Gottman M. (2001). Working memory in another dimension: functional imaging of human olfactory working memory. *Neuroimage, 14,* pp. 650-660.

Daneman, M. & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 19,* pp. 450-466.

Daneman, M. & Green, I. (1986). Individual differences in comprehending and producing words in context. *Journal of Memory and Language, 25,* pp. 1-18.

De Avila, E. (1974). *Children's transformations of visual information according to nonverbal syntactic rules.* Unpublished doctoral dissertation, York University.

Dehaene S. (2007). *Les Neurones de la Lecture*. Paris: Odile Jacob.

De Jong, P.F. (1998). Working memory deficits of reading disabled children. *Journal of Experimental Child Psychology, 70,* pp. 75-96.

De Ribaupierre A. & Bailleux C. (1994). Developmental change in a spatial task of attentional capacity : An essay toward an integration of two working memory models. *International Journal of Behavioural Development, 17,* pp. 5-35.

De Ribaupierre A. & Bailleux C. (2000). The development of working memory: Further note on the comparability of two models of working memory. *Journal of Experimental Child Psychology, 77,* pp. 110-127.

De Ribaupierre A., Lecerf, T. & Bailleux, C. (2000). Is encoding in a non verbal task necessarily non verbal ? *Current Psychology of Cognition,* 19, pp. 135- 170.

Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A., & Wilson, L. (1997). *The Visual Patterns Test: A new test of short-term visual recall.* Suffolk, England: Thames Valley Test Company.

Della Sala, S., Gray, C., Baddeley, A.D., Allemano, M. & Wilson, L. (1999). Pattern span: A tool for unwelding visuo-spatial memory. *Neuropsychologia, 37, 1189-1199.*

Dempster F.N. (1981). Memory span: Sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin, 89 (1),* pp. 63-100.

Diaz, S. (1974). *Cuicui scale: Technical manual multilingual assessment program.* Stockton Unified District, Stockton, CA.

Ehri, L.C., Nunes, S.R., Willows, D.M., Schuster, B.V., Yaghoub-Zadeh, Z., et Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helpes children learn to read : Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly, 36*, pp. 250-287.

Elbro, C. (1996). Early linguistic abilities and reading development: A review and a hypothesis about distinctness of phonological representations. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal, 8*, pp. 453–485.

Ellis, N. (1989). Reading development, dyslexia and phonological skills. *Irish Journal of Psychology, 10,* pp. 551-567.

Ellis, N. & Large, B. (1988). The early stages of reading: A longitudinal study. *Applied Cognitive Psychology, 2,* pp. 47-76.

Engle R.W. (1996). Working memory and retrieval: an inhibition-resource model, *in* J.T. Richardson, R.W. Engle, L. Hasher, R.H Logie, E.R. Stoltzfus, R.T. Zacks (Éds.). *Working memory and human cognition.* New York: Oxford University Press.

Engle R.W., Cantor J. & Carullo J.J. (1992). Individual differences in working memory and comprehension: A test of four hypotheses. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 18 (5),* pp. 972-992.

Engle R.W., Carrulo J.J & Collins K.W (1991). Individual Differences in Working Memory for Comprehension and Following Directions. Journal of Educational Research, 84, 253-262.

Engle, R.W., Tuholski, S.W., Laughlin, J.E., & Conway, A.R.A. (1999). Working memory, short term memory and general fluid intelligence: A latent variable approach. *Journal of Experimental Psychology: General, 128,* pp.309-331.

Ericsson K.A. & Kintsch W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review, 102 (2),* pp. 211-245.

Farah M.J., Hammond K.M., Levine D.N. & Calvanio R. (1988). Visual and spatial mental imagery: dissociable systems of representation. *Cognitive Psychology,20,* pp.439-462.

Faust M.E. & Gernbacher M.A. (1996). Cerebral mechanisms for suppression of inappropriate information during sentence comprehension, *Brain and Language, 53,* pp. 234-259.

Flavell, J.H., Beach, D.R. & Chinsky, J.M. (1966). Spontaneous verbal rehearsal in a memory task as a function of age. *Child Development,* 37, pp. 283-299.

Fletcher, J. (1985). Memory for verbal and nonverbal stimuli in learning disability subgroups: Analysis of selective reminding. *Journal of Experimental Child Psychology, 40,* pp. 244-259.

Fowler, A. E. (1991). How early phonological development might set the stage for phoneme awareness. In S. Brady & D. P. Shankweiler (Eds.), *Phonological processes in literacy: A tribute to Isabelle Y. Liberman* (pp. 97-118). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Friedman N.P. & Miyake A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent variable analysis. *Journal of Experimental Psychology, General, 133,* pp. 101-135.

Frith U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K.E. Patterson, J.C. Marshall & M. Coltheart (Eds.). *Surface Dyslexia: Cognitive and Neuropsychological Studies of Phonological Reading* (301-330). Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.

Fry, A.F. & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory and fluid intelligence in children. *Biological Psychology, 54 (1-3)*, pp. 1-34.

Fry, A.F., & Hale, S. (1996). Processing speed, working memory, and fluid intelligence: Evidence for a developmental cascade. *Psychological Science, 7,* pp. 237-241.

Gaonac'h D. & Larigauderie P. (2000). *Mémoire et Fonctionnement Cognitif.* Paris : Armand Colin.

Gathercole S.E. & Baddeley A.D. (1990). The Role of Phonological Memory in Vocabulary Acquisition: a New Study of Young Children Learning New Names. British Journal of Psychology, 81, 439-454.

Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1993a). Phonological working memory: a critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of Psychology of Education, 8(3),* pp. 259-272.

Gathercole S.E. & Baddeley A.D. (1993b). *Working memory and language.* Hove: Lauwrence Erlbaum Associates.

Gathercole S.E., Frankish C.R., Pickering S.J. & Peaker S.H. (1999). Phonotactic Influences on Serial Recall. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 25, 84-95.

Gathercole S.E. & Hitch G.J. (1993). Developmental changes in short-term memory: A revised working memory perspective. In A. Collins, S.E. Gathercole, M.A. Conway, & P.E. Morris (Eds.). *Theories of Memory* (pp. 189-210). Hove, England: Erlbaum.

Gathercole S.E. & Pickering S.J. (2000). Assessment of Working Memory in Six- and Seven-Year Old Children. *Journal of Educational Psychology, 92, 377-390.*

Gathercole S.E. (1995). The assessment of phonological memory skills in preschool children. *British Journal of Educational Psychology, 65,* pp. 155-164.

Gathercole S.E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences, 3 (11),* pp. 410-419.

Gathercole S.E., Pickering S.J., Ambridge B. & Wearing H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology, Vol.40, No.2, 177-190.*

Gathercole S.E., Willis C.S., Baddeley A.D. & Emslie H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory. *Memory, 2,* pp. 103-127.

Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1993). Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition? *European Journal of Psychology of Education, Vol. VIII, No.3,* pp. 259-272.

Gathercole, S.E., Alloway, T.P, Willis, C. & Adams, A.M. (2006). Working memory in children with learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology, 93,* pp. 265-281.

Gathercole, S.E., Willis, C. & Baddeley, A.D. (1991). Differentiating phonological memory and awareness of rhyme: Reading and vocabulary development in children. *British Journal of Psychology, 82,* pp. 387-406.

Gaux, C. & Gombert, J.E. (1999). La conscience syntaxique chez les préadolescents : question de méthode. *L'Année Psychologique, 99,* pp. 45-74.

Gavens, N. & Barrouillet, P. (2004). Delays of retention, processing efficiency, and attentional resources in working memory. *Journal of Memory and Language,* 51, pp. 644-657.

Gernsbacher, M.A., Varner, K.R. & Faust, M. (1990). Investigating differences in general comprehension skills. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 16,* pp.430-445.

Gillet P., Hommet C. & Billard C. (2000). *Neuropsychologie de l'enfant : Une introduction.* Marseille: Solal.

Glanzer M. (1972). "Storage mechanisms in recall", *in* G.H. Bower (Éd.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory,* New York, Academic Press, vol.5.

Goff, D.A., Pratt, C. & Ong, B. (2005). The relations between children's reading comprehension, working memory, language skills and components of reading decoding in a normal sample. *Reading and Writing, 18,* pp. 583-616.

Gombert J.E. & Colé P. (2000). Activités métalinguistiques, lecture et illettrisme. In M. Kail & M. Fayol (Eds.). *L'acquisition du langage. Le langage en développement au-delà de trois ans.* PUF : Psychologie et sciences de la pensée.

Gombert J.E. (2003). Implicit and explicit learning to read: Implication as for subtypes of dyslexia. *Current Psychology Letters: Behavior, Brain & Cognition, 10, Vol.1.*

Gombert J.E. (2003b). Implicit and explicit learning to read: Implication as for subtypes of dyslexia. *Current Psychology Letters: Behavior, Brain & Cognition, 10, Vol.1.*

Gombert, J.E. (2003a). L'apprentissage des codes grapho-phonologique et grapho-sémantique en lecture. In Romdhane, M.N., Gombert, J.E., Belajouza, M. (Eds), *L'apprentissage de la lecture* : perspectives comparatives. Rennes : PUR.

Goswami, U., & Bryant, P. E. (1990). Phonological skills and learning to read. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Gottardo, A., Stanovitch, K.E. & Siegel, L.S. (1996). The relationships between phonological sensitivity, syntactic processing, and verbal working memory in the reading performance of third grade children. *Journal of Experimental Child Psychology, 63,* pp. 563-582.

Gough P.B. & Tunmer W. (1986). Decoding, reading and reading disability. Remedial and Special Education, 7, 1, pp. 6-10.

Goulandris, N.K., & Snowling, M. (1991). Visual memory deficits: A plausible cause of developmental dyslexia ? Evidence from a single case study. *Cognitive Neuropsychology, 8*, 127-154.

Gould, J.H. & Glencross, D.J. (1990). Do children with a specific reading disability have a general serial-ordering deficit? *Neuropsychologia, 28,* pp. 271-278.

Grigorenko, E.L. (2005). A conservative meta-analysis of linkage and linkage-association studies of developmental dyslexia. *Scientific Studies of Reading, 9,* pp. 285-316.

Hale S., Bonik M.D. & Fry A.F. (1997). Verbal and spatial working memory in school age children: Developmental differences in susceptibility to interference. *Developmental Psychology, 33 (2),* pp. 364-371.

Halford G.S. (1993). *Children's understanding: The development of mental models*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Hall, J. W., Wilson, K., Humphreys, M.S., Tinzmann, M.B., & Boyer, P. (1983). Phonemic similarity effects in good and poor readers. *Memory & Cognition, 11,* 520-527.

Halliday, M.S., Hitch, G.J., Lennon, B & Pettipher, C. (1990). Verbal short-term memory in children: the role of the articulatory loop. *European Journal of Cognitive Psychology* 2 (1), pp.23-28.

Harris J.A., Miniussi C., Harris I.M. & Diamond M.E. (2002). Transient storage of a tactile memory trace in somatosensory cortex. *Journal of Neurosciences, 22,* pp.8720-8725.

Hayes, D.P. (1988). Speaking and writing: Distinct patterns of word choice. *Journal of Memory and Language, 27,* pp. 572-585.

Hebb D.O. (1949), *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, New York, Wiley et Sons (traduction française: Psycho-physiologie du comportement, Paris, PUF, 1958).

Hegarty M., Shah P. & Miyake A. (2000). Constraints on using the dual-task methodology to specify the degree of central executive involvement in cognitive tasks. *Memory and Cognition, 28 (3),* pp. 376-385.

Heilman, K. M., Voeller, K., & Alexander, A. W. (1996). Developmental dyslexia: A motor-articulatory feedback hypothesis. *Annals of Neurology, 39*, 407-412.

Henry L.A. & Millar S. (1991). Memory span increase with age: A test of two hypotheses. *Journal of Experimental Child Psychology, 51,* pp. 459-484.

Henry L.A. & Millar S. (1993). Why does memory span improve with age? A review of the evidence for two current hypotheses. *European Journal of Cognitive Psychology, 5,* p. 241-287.

Henry L.A., Turner J.E., Smith P.T. & Leather C. (2000). Modality effects and the development of the word length effect in children. *Memory, 8 (1),* p. 1-17.

Herdman, C.M. & LeFevre, J.-A. (1992). Individual differences in the efficiency of word recognition. *Journal of Educational Psychology, Vol. 84, No. 1,* pp. 95-102.

Hitch G.J. & Halliday M.S (1983). Working Memory in Children. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, 302, 324-340.*

Hitch G.J., Halliday M.S., Shaafstal A.M. & Shraagen J.M.C. (1988). Visual working memory in young children. *Memory & Cognition, 16, 120-132.*

Hitch G.J., Halliday, M.S., Dodd, A. & Littler, J.E. (1989). Development of rehearsal in short term memory: Differences between pictorial and spoken stimuli. *British Journal of Developmental Psychology,* 7, pp. 347-362.

Holmes, J.M. (1978). «Regression» and reading breakdown. In A. Carammazza & E.B. Zurif (Eds.). *Language Acquisition and Language Breakdown: Parallels and Divergence.* Baltimore, John Hopkins University Press.

Howard, D. & Best, W. (1996). Developmental phonological dyslexia: real word reading can be completely normal. *Cognitive Neuropsychology, 13 (6),* pp. 887-934.

Howard D. & Van der Lely H.K.J. (1995). Specific Language Impairment in Children is not due to a Short Term Memory Deficit. Journal of Speech and Hearing Research, 38(2), 466-472.

Hulme C. & Muir C. (1985). Developmental changes in speech rate and memory span: A causal relationship? *British Journal of Developmental Psychology, 3,* pp. 241-253.

Hulme C., Maughan S. & Brown G.D.A. (1991). Memory for Familiar and Unfamiliar Words: Evidence for a Long Term Memory Contribution to Short Term Memory Span. *Journal of Memory and Language, 30, 685-701.*

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

Hulme, C. & Roodenrys, S. (1995). Practitioner review: Verbal working memory development and its disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 36,* pp. 373-398.

Hulme, C., Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of short term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology, 38, 241-253.*

Hutton, U.M.Z. & Towse, J.N. (2001). Short-term memory and working memory as indices of children's cognitive skills. *Memory, 9 (4/5/6),* pp. 383-394.

James W. (1890). *The Principles of Psychology*, London, Macmillan and Co.

Jarvis H.L. & Gathercole S.E. (2003). Verbal and non-verbal working memory and achievement on national curriculum tests at 11 and 14 years of age. *Educational and Child Psychology, 20,* pp. 123-140.

Johnson J., Fabian V. & Pascual-Leone J. (1989). Quantitative hardware stages that constrain language development. *Human Development,* 32, pp.245-271.

Johnson P. (1982). The functional equivalence of imagery and movement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 34A,* pp. 349-365.

Jorm, A.F. (1983). Specific reading retardation and working memory: A review. *British Journal of Psychology, 74,* pp. 311-342.

Just M.A. & Carpenter P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review, 99 (1),* pp. 122-149.

Kane, M.J. & Engle, R.W. (2002). The role of prefrontal cortex in working memory capacity, executive attention, and general fluid intelligence: An individual differences perspective. *Psychonomic Bulletin & Review, 9,* pp. 637-671.

Kane, M.J., Hambrick, D.Z., Tuholski, S.W., Wilhelm, O., Payne, T.W., & Engle, R.W. (2004). The generality of working memory capacity: a latent variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General, 133,* pp. 189-217.

Katz, R.B., Shankweiler, D.P. & Liberman, I.Y. (1981). Memory for item order and phonetic recoding in the beginning reader. *Journal of Experimental Child Psychology, 32,* pp. 474-484.

Kaufman A.S. & Kaufman N.L. (1993). *K-ABC: Batterie pour l'examen psychologique de l'enfant.* Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

Kelter, S., Cohen, R., Engle, D., List, G. & Strohner, H. (1977). Verbal coding and visual memory in aphasics. *Neuropsychologia, 15,* pp. 51-60.

Kemps E., De Rammelaere S. & Desmet T. (2000). The development of working memory: Exploring the complementarily of two models. *Journal of Experimental Child Psychology, 77,* pp. 89-109.

Khomsi A. (2007). *BILO-2: Bilan Informatisé du Langage Oral, Cycle 2*. Paris : ECPA.

Khomsi A. (2007). *EC-2 : Evaluation des Contraintes, Cycle 2*. Paris : ECPA.

Khomsi, A. (1994). *IME : Identification des Mots Ecrits.* ECPA.

Khomsi, A. (2003). *BLI : Bilan de lecture informatisé*. Paris : ECPA.

Khomsi, A., Pasquet, F., Nanty, I. & Parbeau-Guéno, A. (2005). *Vitesse en Lecture.* ECPA.

Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P.J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K. & al. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD - a randomized controlled trial. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry, 44,* pp. 177-186.

Lacroix, F., Gaux, C. & Weil-Barais, A. (2007). Émergence des habiletés phonologiques chez le jeune enfant : Analyse des interventions des assistantes maternelles en situations d'interaction avec des enfants de deux à trois ans. *Psychologie Française, 52,* pp. 13-26.

Lawrence B.M., Myerson J. & Abrams R.A. (2004). Interference with spatial working memory: An eye movement is more than shift of attention. *Psychonomic Bulletin & Review, 11,* pp. 488-494.

Leather, C.V. & Henry, L.A. (1994). Working memory span and phonological awareness tasks as predictors of early reading ability. *Journal of Experimental Child Psychology, 58,* pp. 88-111.

Lecocq, P. (1991). Apprentissage de la lecture et dyslexie. Liège: Mardaga.

Lecoq, P., Casalis, S., Leuwers, C. & Watteau, N. (1996). *Apprentissage de la Lecture et Compréhension d'Enoncés.* Paris : Presses Universitaires du Septentrion.

Lefavrais, P. (2005). *Alouette-R. ECPA.*

Lehto J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 49A (1),* p. 29-50.

Liberman, I.Y. (1973). Segmentation of the spoken word and reading acquisition. *Bulletin of the Orton Society, 23,* pp.65-77.

Liberman, I.Y., Mann, V.A., Shankweiler, D.P. & Werfelman, M. (1982). Children's memory for recurring linguistic and non-linguistic material in relation to reading ability. *Cortex, 18,* pp. 367-375.

Liberman, I.Y., Shankweiler, D., Fischer, F.W. & Carter, B. (1974). Explicit syllable and phoneme segmentation in young child. *Journal of Experimental Child Psychology, 18,* pp. 201-212.

Livingstone, M., Rosen, G., Drislane, F., & Galaburda, A. (1991). Physiological and anatomical evidence for a magnocellular defect in developmental dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Science, 88,* pp. 7943-7947.

Lobley K.J., Baddeley A.D. & Gathercole S.E. (2005). Phonological similarity effects in verbal complex span. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 58A (8),* pp. 1462-1478.

Logie R.H. & Marchetti C. (1991). Visuo-spatial working memory: visual, spatial or central executive? *In* R.H. Logie & M. Denis (Éds.), *Mental images in human cognition,* pp. 105-115. Amsterdam: Elsevier.

Logie R.H. & Pearson D.G. (1997). The inner ear and the inner scribe of visuo-spatial working memory: evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology,* 9, pp.241-257.

Logie R.H. (1995). *Visuo-Spatial Working Memory.* Hove, England: Erlbaum.

Logie R.H., Della Sala S. & Wynn V. (2000). Visual similarity effects in immediate verbal serial recall. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 53A (3),* pp. 626-646.

Logie, R.H. (1986). Visuo-spatial processing in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology, 38A, 229-247.*

Lovergrove, W., Martin, F. & Slaghuis, W. (1986). The theoretical and experimental case for a visual deficit in specific reading disability. *Cognitive Neuropsychology, 3,* pp. 225-267.

Luciana M. & Nelson C.A. (1998). The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four- to eight-year-old children. *Neuropsychologia, 36 (3),* pp. 273-293.

Luck S.J. & Vogel E.K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature, 390,* pp. 279-281.

Macaruso, P., Locke, J.L., Smith, S.T. & Pwers, S. (1996). Short term memory and phonological coding in developmental dyslexia. *Journal of Neurolinguistics, 9,* pp.135-146.

Majerus S. (2002). *Exploration des interactions entre la mémoire à court terme verbale et les représentations en mémoire à long terme. Une approche neuropsychologique, développementale, et par neuro-imagerie fonctionnelle.* Thèse de doctorat non publiée, Université de Liège.

Majerus S. (2007). Verbal short-term memory and temporary activation of language representation: The importance of distinguishing item and order information, *in* A. Thorn & M. Page (Éds.), *Interactions between short-term and long-term memory in the verbal domain.* Ondon: Psychology Press.

Majerus S. (2007). La mémoire à court terme verbale et les interactions avec le langage. In G. Aubin, F. Coyette, P. Pradat-Diehl & C. Vallat-Azouvi (Éds.), *Neuropsychologie de la Mémoire de Travail,* pp.57-86. Marseille: Solal.

Majerus S., Van der Linden M. (2003). Long-term memory effects on verbal short-term memory: A replication study. *British Journal of Developmental Psychology, 21 (2),* pp. 303-310.

Majerus S., Van der Linden M., Poncelet M. & Metz-Lutz M.N. (2004). Can phonological and semantic STM be dissociated? Further evidence from Landau-Kleffner syndrome. *Cognitive Neuropsychology, 21 (5),* pp.491-512.

Manis, F.R., Seidenberg, M.S., Doi, L.M., McBridge-Chang, C. & Petersen, A. (1996). On the bases of two subtypes of developmental dyslexia. *Cognition, 58,* pp. 157-195.

Mann, V. A., & Liberman, I. Y. (1984). Phonological awareness and verbal short term memory: Can they presage early reading problems? *Journal of Learning Disabilities, 17*, pp. 592-599.

Mann, V. A., Liberman, I. Y, & Shankweiler, D. (1980). Children's memory for sentences and word strings in relation to reading ability. *Memory & Cognition, 8,* pp. 329-335.

Marshall, C.M., Snowling, M.J. & Bailey, P.J. (2001). Rapid auditory processing and phonological processing in normal readers and readers with dyslexia. *Journal of Speech, Hearing and Language Research, 44,* pp. 925-940.

Martin R.C., Shelton J.R. & Yaffee L.S. (1999). Language processing and working memory: Neuropsychological evidence for separate phonological and semantic capacities. *Journal of Memory and Language, 33,* pp. 83-111.

Martinet, C. & Valdois, S. (1999). L'apprentissage de l'orthographe d'usage et ses troubles dans la dyslexie développementale de surface. *L'Année Psychologique, 99 (4),* pp. 577-622.

McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A., & Monk, A. (1994). Learning to read: The role of short-term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology, 58,* pp.112–133.

McGilly, K. & Siegler, R.S. (1989). How children choose among serial recall strategies? *Child Development,* 60, pp. 172-182.

McNeil, A.M. & Johnston, R.S. (2004). Word length, phonemic, and visual similarity effects in poor and normal readers. *Memory and Cognition, 32,* pp. 687-695.

Meyler, A. & Breznitz, Z. (1998). Developmental assoctiations between verbal and visual short-term memory and the acquisition of decoding skills. *Reading and Writing, 10,* pp. 519-540.

Miles, T.R. (2006). *Fifty Years of Dyslexia Research.* Whurr, Chichester.

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

Milner B. (1966). Amnesia following operations on the temporal lobes, *in* C.W.M. Whitty & O.L. Zangwill (Éds.), *Amnesia* (pp. 109-133). London: Butterworths.

Miyake, A., Friedman, N., Rettinger, D.A., Shah, P. & Hegarty, M. (2001). How are visuo-spatial working memory, executive functioning, and spatial abilities related? A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*, pp. 621-640.

Monnier, C. & Ejarque, L. (2008). Origine de l'effet de longueur de mots en mémoire à court terme verbale chez l'enfant. *Psychologie Française,* 53, pp. 343-356.

Montgomery J.W. (1996). Sentence Comprehension and Working Memory in Children with Specific Language Impairment. Topics in Language Disorders, 17(1), 19-32.

Morais, J. (1991). Phonological awareness: a bridge between language and literacy. In D.J. Sawyer & B.J. Fox (Eds.). *Phonological Awareness in Reading: The Evolution of Current perspective* (p. 31-71). New York, Springer-Verlag.

Morais, J., Cary, L., Alegria, J. & Bertelson, P. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition, 7,* pp. 323-331.

Morra S., Moizo C. & Scopesi A. (1988). Working Memory (or the M operator) and the planning of children's drawings. *Journal of Experimental Child Psychology,* 46, pp. 41-73.

Morris N. & Jones D. (1990). Memory updating in working memory: The role of the central executive. *British Journal of Psychology, 81,* pp. 111-121.

Morris N. (1987). Exploring the visuo-spatial scratch pad. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 39A,* pp. 409-430.

Morton J. (1967). A singular lack of incidental learning. *Nature, 215*, 203-204.

Nation, K. & Snowling, M.J. (1998). Semantic processing and the development of word-recognition skills: Evidence from children with reading comprehension difficulties. *Journal of Memory and Language, 37,* pp. 85-101.

Nation, K., Adams, J.W., Bowyer-Crane, C.A. & Snowling, M.J. (1999). *Journal of Experimental Child Psychology, 73,* pp. 139-158.

Nicolson R. (1981). The relationship between memory span and processing speed, *in* M. Friedman J.P. Das & N. O'Connor (Éds.), *Intelligence and learning,* pp. 179-184. SI : Plenum Press.

Nicolson, R.I. , Fawcett, A. J., Dean, J. (2001). Developmental dyslexia: the cerebellar deficit hypothesis. TRENDS in Neurosciences. 24 (9), pp. 508-511.

Nittrouer, S. (1999). Do temporal processing deficits cause phonological processing problems? *Journal of Speech Language and Hearing Research, 42,* pp. 925-942.

Nocus, I. & Gombert, J.E. (1997). Conscience morphosyntaxique et apprentissage de la lecture. *Revue de Psychologie de l'Education, 2,* pp. 71-102.

Nocus, I. & Gombert, J.E. (1997). Conscience morphosyntaxique et apprentissage de la lecture. *Revue de Psychologie de l'Education, 2,* pp. 71-102.

Norman D. A. & Shallice T. (1980). Attention to action: Willed and automatic control of behavior, *in* R.J. Davidson, G.E. Schwartz & D. Shapiro (Éds.), *Consciousness and self-regulation, volume 4,* pp. 1-18. New York: Plenum.

Numminen, H., Service, E. & Ruoppila, I. (2002). Working memory, intelligence, and knowledge base in adult persons with intellectual disability. *Research in Developmental Disability, 23,* pp. 105-118.

O'Shaughnessy, T. & Swanson, H.L. (1998). Do immediate memory deficits in students with learning disabilities in reading reflect a developmental lag or deficit? A selective meta-analysis of the literature. *Learning Disability Quarterly, 21(2),* pp.123-148.

Oh S. & Kim M. (2004). The role of spatial memory in visual search efficiency. *Psychonomic Bulletin & Review, 11,* pp. 295-314.

Ostrosky-Solis, F., Ramirez, M. & Ardila, A. (2004). Effects of culture and education on neuropsychological testing: A preliminary study with indigenous and nonindidenous population. *Applied Neuropsychology, 11 (4),* pp. 186-193.

Palmer S. (2000b). Working memory: A developmental study of phonological recoding. *Memory, 8 (3),* pp. 179-193.

Palmer, S.E. (2000a). The retention of a visual encoding strategy in dyslexic teanagers. *Journal of Reading Research, 23,* pp. 28-40.

Pascual-Leone J.A. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's developmental stages. *Acta Psychologica, 32,* pp. 301-345.

Pascual-Leone J.A. (2000). Reflections on working memory: are the two models complementary? *Journal of Experimental Psychology, 77 (2),* pp. 138-154.

Paulesu, E., Frith, U., Snowling, M.J., Gallagher, A., Morton, J., Frackowiak, R. & al. (1996). Is developmental dyslexia a disconnection syndrom? Evidence from PET scanning. *Brain, 119,* pp. 143-157.

Pearson D.G. & Sahraie A. (2003). Oculomotor control and the maintenance of spatially and temporally distributed events in visuo-spatial working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 56A,* pp. 1089-1111.

Pearson D.G., Logie R.H. & Gilhooly K. (1999). Verbal representations and spatial manipulations during mental synthesis. *European Journal of Cognitive Psychology, 11,* pp. 295-314.

Pennington, B. & Olson, R. (2005). Genetics of dyslexia. In M.J. Snowling & C. Hulme (Eds.). *The Science of Reading: A Handbook.* Balckwell, Oxford. pp. 453-472.

Perfetti, C.A. (1985). *Reading ability*. New-York: Oxford University Press.

Peterson, L.R. & Peterson, M.J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology, 58,* pp. 193-198.

Petrill, S.A., Deater-Deckard, K., Schatsneider, C. & Davis, C. (2005). Measured environmental influences on early reading: Evidence from an adoption study. *Scientific Studies of Reading, 9,* pp. 237-260.

Pickering S.J. (2002). *Visuo-spatial memory and learning difficulties.* Communication orale au colloque « Développement cognitive et troubles des apprentissages : Evaluer, comprendre, rééduquer et prendre en charge », Strasbourg, France.

Pickering, S.J. & Gathercole, S.E. (2005). Working memory deficits in dyslexia: Are they located in the phonological loop, visuospatial sketchpad or central executive?

Pickering, S.J. (2006). Working memory in dyslexia. In T.P. Alloway & S.E. Gathercole (Eds.). *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders.* pp. 7-40.

Pickering, S.J., Gathercole, S.E. & Peaker, M. (1998). Verbal and visuo-spatial short-term memory in children: Evidence for common and distinct mechanisms. *Memory & Cognition, 26, 1117-1130.*

Pickering, S.J., Gathercole, S.E., Hall, M., Lloyd, S.A. (2001). Development of memory for pattern and path: further evidence for the fractionation of visual and spatial short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology: Human Experimental Psychology* 54 (A), pp. 397-420.

Poblano, A., Valadez, T.T., Arias, M.D., & Garcia Pedroza, F. (2000). Phonological and visuo-spatial memory alterations in dyslexic children. *Archives of Medical Research*, *31*, pp. 493-496.

Prabhakaran V., Narayanan K., Zhao Z. & Gabrieli J.D. (2000). Integration of diverse information in working memory within the frontal lobe. *Nature Neuroscience, 3,* pp. 85-89.

Pross, N., Gaonac'h, D., Gaux, C. (2008). Développement de la mémoire de travail: relations du centre executive avec la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial chez des enfants de CE1 et de CM2. *Psychologie Française,* 53, pp. 307-326.

Quinn J.G. (1994). Towards a clarification of spatial processing. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 47A,* pp. 465-480.

Rack, J. (1985). Orthographic and Phonemic coding in normal and dyslexic readers. *British Journal of Psychology, 76,* pp. 325-340.

Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S. & al. (2003a). Theories of developmental dyslexia: Insights from a multiple case of dyslexic adults. *Brain, 126,* pp. 1-25.

Ramus, F. & Szenkovits, G. (2008). What phonological deficit? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 61 (1),* pp. 129-141.

Ramus, F., White, S. & Frith, U. (2006). Response: Weighing the evidence between competing theories of dyslexia. *Journal Compilation,* pp. 265-268.

Ramus, F., Pidgeon, E. & Frith, U. (2003b). The relationship between motor control and phonology in dyslexic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 44(5),* pp.712-722.

Reis, A., Guerreiro, M. & Petersson, K.M. (2003). A sociodemographic and neuropsychological characterization of an illiterate population. *Applied Neuropsychology, Vol. 10, No. 4,* pp.191-204.

Roberts F.J., Hager L.D. & Heron C. (1994). Prefrontal cognitive processes: Working memory and inhibition in antisaccade task. *Journal of Experimental Psychology: General*, *123*, pp. 374-393.

Rodgers, B. (1983). The identification and prevalence of specific reading retardation. *British Journal of Educational Psychology, 53,* pp. 369-373.

Romani, C. & Stringer, M. (1994). Developmental dyslexia: A problem acquiring orthographic/ phonological information in the face of good visual memory and good short term memory. *Brain and Language, 47,* pp. 482-485.

Roodenrys S., Hulme C. & Brown G. (1993). The development of short-term memory span: separable effects of speech rate and long-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology, 56,* pp. 431-442.

Rutter, M. & Maughan, B. (2002). School effectiveness findings 1979-2002. *Journal of School Psychology, 40,* pp. 451-475.

Seigneuric, A., Ehrlich, M.F., Oakhill, J.V. & Yuill, N.M. (2000). Working memory resources and children's reading comprehension. *Reading & Writing, 13,* pp. 81-103.

Seron X. (2007). « La mémoire de travail : du modèle initial au buffer épisodique ». In G. Aubin, F. Coyette, P. Pradat-Diehl & C. Vallat-Azouvi (Éds.), *Neuropsychologie de la Mémoire de Travail,* pp. 13-33. Marseille: Solal.

Sévino O. (1998). Les fonctions exécutives chez l'enfant : développement, structure et évaluation. Thèse de doctorat de l'université de Genève (discipline psychologie), Genève, Suisse.

Seymour, P.H.K. (1997). Les fondations du développement orthographique et morphographique. In L. Rieben, M. Fayol & C.A. Perfetti (Eds.). *Des orthographes et leur acquisition.* Paris : Delachaux & Niestlé, pp. 385-403.

Seymour, P.H.K., Aro, M. & Erskine, J.M. (2003). Foundation literacy acquisition in european orthographies. *British Journal of Psychology, 94,* pp. 143-174.

Shah, P. & Miyake, A. (1996). The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: An individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology : General, 125,* pp. 4-27.

Shallice T. & Burgess P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain, 114,* pp. 727-741.

Shallice T. & Burgess P.W. (1993). Supervisory control of action and thought selection, *in* A. Baddeley & L. Weiskrantz (Éds.). *Attention: Selection, awareness and control,* pp. 171-187. Oxford: Oxford University Press.

Shallice T. & Butterworth B. (1977). Short-term memory impairment and spontaneous speech. Neuropychologia, 15, 729-735.

Shallice T. & Warrington E.K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 22,* pp. 261-273.

Shallice T. (1982). Specific impairment of planning. Phil. Trans. R., Soc. Lond. B. 298, pp.199-209.

Shallice T. (1988). From Neuropsychology to Mental Structure. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Shankweiler, D. (1999). Words to meanings. *Scientific Studies of Reading*, *3*, pp. 113-127.

Shankweiler, D. Crain, S., Brady, S. & Macaruso, P. (1992). Identifying the causes of reading disability. In P. Gough, L. Ehri & R. Treiman (Eds.). *Reading Acquisition.* Hillsdale, NJ: Erlbaum. pp. 275- 305.

Shankweiler, D., Liberman, I.Y., Mark, L.S., Fowler, C.A. & Fischer. F.W. (1979). The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5,* pp. 531-545.

Shaywitz, B.A., Shaywitz, S.E., Pugh, K.R., Menkl, W.E, Fulbright, R.K, Shudlarski, P. & al. (2002). Disruption of posterior brain systems for reading in children with developmental dyslexia. *Biological Psychiatry, 52,* pp.101-110.

Siegel, L.S. (1988). Evidence IQ scores are irrelevant to the definition and analysis of reading disability. Canadian Journal of Psychology, 42, 201-215.

Siegel, L.S. (1994). Working memory and reading: A life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development, 17, 109-124.*

Siegel, L.S., & Linder, B.A. (1984). Short-term memory processes in children with reading and arithmetic learning disabilities. *Developmental Psychology, 20*, pp. 200-207.

Siegel, L.S. & Ryan, E.B. (1988). Developme,t of grammatical sensitivity, phonological and short-term memory skills in normally achieving and learning disabled children. *Developmental Psychology, 24,* pp. 28-37.

Skoyles, J. & Skottun, B (2004). On the prevalence of magnocellular deficits in the visual system of non-dyslexic individuals. *Brain and Language, 88,* pp. 79-82.

Snowling M. J. & Caravolas M. (2007). Developmental dyslexia. In Gaskell M. G. *The Oxford handbook of psycholinguistics*. Oxford : Oxford University Press.

Snowling M., Chiat S. & Hulme C. (1991). Words, Nonwords and Phonological Processes: Some Comments on Gathercole, Willis, Emslie and Baddeley. Applied Psycholinguistics, 12, 369-373.

Snowling, M.J. (2000). *Dyslexia* (2nd edition). Blackwell, Oxford.

Soprano A.-M. & Chevrie-Muller, C. (2000). Evaluation des apprentissages scolaires: Lecture, orthographe, mathématiques. In C. Chevrie-Muller & J. Narbona (Eds.). *Le Langage de l'Enfant: Aspects Normaux et Pathologiques,* pp. 145-166.

Speidel G.E. (1989). Imitation: A Bootstrap for Learning to Speak? In G.E. Speidel & K.E. Nelson (Eds.), The Many Faces of Imitation in Language Learning (pp.151-179). New York: Springer Verlag.

Speidel G.E. (1993). Phonological Short Term Memory and Individual Differences in Learning to Speak: a Bilingual Case Study. First Language, 13, 69-91.

Sprenger-Charolles L. & Casalis S. (1996). *Lire. Lecture et écriture : Acquisition et troubles du développement.* Paris : PUF.

Sprenger-Charolles L., Colé P. Lacert, P., & Serniclaes W. (2000). On subtypes of developmental dyslexia : Evidence from processing time and accuracy scores. *Canadian Journal of Experimental Psychology, 54(2),* pp. 87-105.

Sprenger-Charolles, L. & Colé, P. (2003). *Apprentissage de la lecture et dyslexie : Des recherches aux implications pratiques*. Paris : Dunod.

Sprenger-Charolles, L., & Casalis, S. (1995). Reading and spelling acquisition in French first graders: Longitudinal evidence. Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal, 7, 39-63.

Squire L.R. & Zola S.M. (1998). Episodic memory, semantic memory, and amnesia. Hippocampus, 8, 205-211.

Stanovich, K., Cunningham, A., & Cramer, B. (1984). Assessing phonological awareness in kindergarten children: Issues of task comparability. *Journal of Experimental Child Psychology, 38*, pp.175–190.

Stanovitch, K.E., Cunningham, A.E. & Freeman, D.J. (1984). Intellignece, cognitive skills and early reading progress. *Reading Research Quarterly, 19,* pp. 278-303.

Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. & Gottardo, A. (1997). Converging evidence for phonological and surface subtypes of reading disability. *Journal of Educational Psychology, 89,* pp. 114-127.

Stanovich, K. E., & Siegel, L. S. (1994). Phenotypic performance profile of children with reading disabilities: A regression-based test of the phonological-core variable-difference model. *Journal* of Educational Psychology, 86, 24-53.

Stanovich, K.E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, *21*, 360-407.

Stanovitch, K.E. (1992). Speculations on the causes and consequences of individual differences in early reading acquisition. In P. Gough, L. Ehri & R. Treiman (Eds.). *Reading Acquisition.* Hillsdale, N.J: Erlbaum Associates (pp. 307-342).

Stanovitch, K.E., Nathan, R.G. & Valla-Rossi, M. (1986). Developmental changes in the cognitive correlates of reading ability and the developmental lag hypothesis. *Reading Research Quarterly, 11,* pp. 267-283.

Stein, J. & Talcott, J. (1999). Impaired neuronal timing in developmental dyslexia: the magnocellular hypothesis. *Dyslexia, 5,* pp. 59-77.

Stein, J., & Walsh, V. (1997). To see but not to read: The magnocellular theory of dyslexia. T*rends in Neurosciences, 20(4)*, pp. 147-152.

Stroop J. R. (1935). Studies of interference on serial verbal reaction. *Journal of Experimental Physiology, 18*, pp. 643-662.

Swan, D., & Goswami, U. (1997). Phonological awareness deficits in developmental dyslexia and the phonological representations hypothesis. *Journal of Experimental Child Psychology, 66*, pp.18-41.

Swanson, H.L. & Ashbaker, M.H. (2000). Working memory, short-term memory, speech rate, word recognition and reading comprehension in learning disabled readers: Does the executive system have a role? *Intelligence, 28(1),* pp. 1-30.

Swanson, H.L. & Berninger, V. (1995). The role of working memory in skilled and less skilled readers' comprehension. *Intelligence, 21,* pp. 83-108.

Swanson, H.L. & Sachse-Lee, C. (2000a). Mathematical problem solving and working in children with learning disabilities: Both executive and phonological processes are important. *Journal of Experimental Child Psychology, 79,* pp. 294-321.

Swanson, H.L. & Sachse-Lee, C. (2000b). A subgroup analysis of working memory in children with reading disabilities: Domain general or domain specific deficiency? *Journal of Learning Disabilities, 34,* pp. 249-263.

Swanson, H.L. (1993). Working memory in learning disability subgroups. *Journal of Experimental Child Psychology, 56,* pp. 87-114.

Swanson, H.L. (1999). What develops in working memory? A life span perspective. *A developmental Psychology, 35,* pp. 986-1000.

Swanson, H.L. (2006). Working memory and reading disabilities: Both phonological and executive processing deficits are important. In T.P. Alloway & S.E. Gathercole (Eds.). *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders.* pp. 59-88.

Swanson, H.L. (2008). Working memory and intelligence in children: What develops? *Journal of Educational Psychology, 100 (3),* pp. 581-602.

Swanson, H.L., Howard, C.B. & Saez, L. (2006). Do different components of working memory underlie different subgroups of reading disability? *Journal of Learning Disabilities, 39 (3),* pp. 252-269.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language, 9 (2),* pp. 182–198.

Tallal, P., Miller, S., & Fitch, R. H. (1993). Neurobiological basis of speech: A case for the pre-eminence of temporal processing. In P. Tallal, A. M. Galaburda, R. R. Llinas, & C. v. Euler (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Temporal information processing in the nervous system* (Vol. 682, pp. 27-47). New York: New York Academy of Sciences.

Tehan G. & Lalor D.M. (2000). Individual differences in memory span: The contribution of rehearsal, access to lexical memory, and output speed. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 53A (4),* pp. 1012-1038.

Tehan G., Hendry, L. & Kocinsky, D. (2001). Word length and phonological similarity effects in simple, complex and delayed serial recall tasks: Implications for working memory. *Memory, 9,* pp. 333-348.

Temple, C.M. & Marshall, J.C. (1983). A case study of developmental phonological dyslexia. *British Journal of Psychology, 74,* pp. 517-533.

Temple, C.M. (1997). *Developmental Cognitive Neuropsychology.* Hove, Psychology Press.

Thorn, A. S. C., & Gathercole, S. E. (2001). Language differences in verbal short-term memory do not exclusively originate in the process of subvocal rehearsal. *Psychonomic Bulletin & Review, 8,* 357-365.

Thorndyke, R. (1973). *Reading comprehension education in fifteen countries.* New York: Wiley.

Todor J.I. (1979). Developmental differences in motor task performance integration: A test of Pascual-Leone's theory of constructive operators. *Journal of Experimental Child Psychology,* 28, pp. 314-322.

Toms M., Morris N. & Foley P. (1994). Characteristics of visual interference with visuo-spatial working memory. *British Journal of Psychology, 80(4),* pp. 131-144.

Torgesen, J.K. (1978). Performance of reading disabled children on serial memory tasks: A selective review of recent research. *Reading Research Quarterly, 14,* pp. 57-87.

Towse J. N. & Hitch G.J. (1995). Is there a relationship between task demand and storage space in tests of working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 48A (1),* pp. 108-124.

Towse J.N., Hitch, G.J. & Hutton, U. (1998). A reevaluation of working memory capacity in children. *Journal of Memory and Language,* 39, pp. 195-217.

Towse J.N., Hitch, G.J. & Hutton, U. (2000). On the interpretation of working memory span in adults. *Memory and Cognition,* 28 (3), pp. 341-348.

Tulving E. (1995). Organisation of memory: Quo vadis? In Gazzaniga M.S. (Ed.), The cognitive neurosciences (pp.839-847). Cambridge, Mass: MIT Press.

Tunmer, W.E. & Hoover, W. (1992). Cognitive and linguistic factors in learning to read. In P.B. Gough, L.C. Ehri & R. Treiman (Eds.). *Reading Acquisition.* Hillsdale, N.J: Erlbaum (pp. 175-214).

Tunmer, W. E., Nesdale, A. R. & Wright, A. D. (1987). Syntactic awareness and reading acquisition. *British Journal of Developmental Psychology, 5,* pp. 25-34.

Tunmer, W.E. (1990). The role of language prediction skills in beginning reading. *New Zealand Journal of Educational Studies, 25,* pp. 95-114.

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, 53A (2),* pp. 457-478.

Turner M.L. & Engle R.W. (1989). Is working memory capacity task dependant? *Journal of Memory and Language, 28,* pp. 127-154.

Unsworth N. & Engle R. (2006). Simple and complex memory spans and their relation to fluid abilities: Evidence from list-length effects. *Journal of Memory and Language, 54,* pp. 68-80.

Unsworth N. & Engle R. (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, Vol. 133, No. 6,* pp. 1038-1066.

Valdois, S. (1993). Evaluation neuropsychologique des troubles de l'apprentissage de la lecture. *Rééduction Orthophonique, 31 (173),* pp. 33-45.

Valdois, S. (1996). A case study of developmental surface dyslexia and dysgraphia. *Brain and Cognition, 32,* pp. 229-231.

Valdois, S. (2000). Pathologies développementales de l'écrit. In M. Kail & M. Fayol (Eds.). *L'Acquisition du Langage* (pp. 247-278).

Vallar G. & Papagno C. (2003). Neuropsychological Impairments of Short-Term Memory. In A.D. Baddeley, M. D. Kopelman & B.A. Wilson (Eds.), *Handbook of memory disorders* (2nd ed., pp. 249-270). Chichester, UK: John Wiley & Sons.

Van der Linden M., Meulemans T., Seron X., Coyette F., Andrès P. & Prairial C. (2000). L'évaluation des fonctions exécutives, *in* X. Seron & M. Van der Linden (Éds.), *Traité de Neuropsychologie Clinique*, *Tome 1,* pp. 275-300. Marseille: Solal.

Vogel E.K., Woodman & Luck S.J. (2001). Storage of features, conjunctions, and objects in visual working memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 27,* pp. 92-114.

Vukovic, R.K. & Siegel, L. (2006). The role of working memory in specific reading comprehension difficulties. In T.P. Alloway & S.E. Gathercole. *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders* (pp. 89-112).

Wagner, R. K., Torgesen, J. K., and Rashotte, C. A. (1994). Development of reading related phonological processing abilities: New evidence of bi-directional causality from a latent variable longitudinal study. *Developmental Psychology, 30,* pp. 73-87.

Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Rashotte, C. A., Hecht, S.A., Barker, T.A., Burgess, S.R. & al. (1997). Changing relations between phonological processing abilities and word-level reading as children develop from beginning to skilled readers: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology, 33,* pp. 468-479.

Wagner, R.K. & Muse, A. (2006). Short-term memory in developmental dyslexia. In T.P. Alloway & S.E. Gathercole (Eds.). *Working Memory and Neurodevelopmental Disorders.* pp. 41-57.

Waters G.S. & Caplan D. (1996b). The capacity theory of sentence comprehension: Critique of Just and Carpenter (1992). *Psychological Review, 103 (4),* pp.761-772.

Waugh N. & Norman D.A. (1965). Primary Memory. *Psychological Review*, 72, pp. 89-104.

Weschler, D. (2003), french version (2005). *Weschler Intelligence Scale for Children - IV*. Paris: ECPA.

Wheeler M.E. & Treisman A.M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General, 131,* pp. 48-64.

Willis C.S. (1997). Working Memory and Children's Language Processing. Unpublished PhD thesis, Lancaster University, UK.

Willis, C.S. & Gathercole, S.E. (2001). Phonological short-term memory contributions to sentence processing in young children. *Memory, 9,* pp. 349-361.

Willows, D.M. & Ryan, E.B. (1986). The development of a grammatical sensitivity and its relation to earlu reading achievement. *Reading Research Quarterly, 21,* pp. 253-266.

Wilson, J.T.L., Scott, J.H. & Power K.G. (1987). Developmental differences in the span of visual memory for pattern. *British Journal of Developmental Psychology,* 45, pp. 249-255.

Wimmer, H. (1993). Characteristics of developmental dyslexia in a regular writing system. *Applied Psycholinguistics, 14,* pp. 1-33.

Woodman G.F. & Luck S.J. (2004). Visual search is slowed when visuo-spatial working memory is occupied. *Psychonomic Bulletin & Review, 11,* pp. 269-274.

Woodworth R.S. & Schlosberg H. (1964). *Experimental Psychology,* New York, Holt.

Yuzawa, M. (2001). Effects of word length on young children's memory performance. *Memory and Cognition,* 29, pp. 557- 564.

Zeffiro T., Eden G. (2001). Comment to Nicolson et al. The cerebellum and dyslexia: perpertrator or innocent bystander? *Trends in Neurosciences. 24 (9),* pp. 512-513.

Zhang D., Zhang X., Sun X., Li Z., Wang Z., He S. & Hu X. (2004). Cross-modal temporal order memory for auditory digits and visual locations: an fMRI study. *Human Brain Mapping, 22,* pp. 280-289.

LES ANNEXES

Sommaire des Annexes

Annexe I : La répartition des épreuves....p.329
I. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en GSM....p.329
II. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en CP....p.330
III. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en CE1....p.330
IV. Les épreuves administrées aux sujets présentant des troubles de la lecture....p.331

Annexe II : Les épreuves de mémoire....p.333
I. Les épreuves de mémoire de chiffres....p.333
II. Les épreuves de mémoire de mots....p.335
III. L'épreuve *M. Cacahuète*....p.338

Annexe III : Les épreuves de lecture....p.341
I. L'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs*....p.341
II. L'épreuve *Identification des Mots Écrits*....p.342

Annexe IV : L'épreuve de conscience phonologique....p.347

Annexe V : Les épreuves de langage oral....p.349
I. L'épreuve *Lexique en Réception*....p.349
II. L'épreuve *Lexique en Production*....p.350
III. L'épreuve *Compréhension Orale*....p.352
IV. L'épreuve *Production d'Énoncés*....p.354
V. L'épreuve *Répétition de Mots*....p.355

Annexe VI : Tableaux statistiques du chapitre IV : Comparaison des deux groupes de CP (T2 et T3) et des deux groupes de CE1 (T2 et T3)....p.357

Annexe VII : Tableaux statistiques du chapitre V : Analyses de corrélation appliquées aux scores de lecture et de mémoire des élèves de CP et de CE1 à T3....p.359

Annexe VIII : Tableaux statistiques du chapitre V : Analyses de corrélation appliquées aux scores aux épreuves d'identification des mots écrits....p.361

Annexes I

La répartition des épreuves

I. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en GSM

Temps d'Évaluation	**Effectif**	**Épreuves**
T1 (Octobre 2005) - GSM	32	- Mémoire de Mots - Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007)
T2 (juin 2006) - GSM	32	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985)
T3 (juin 2007) - CP	26	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985) - Identification des Mots Ecrits (Khomsi, 1994)

II. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en CP

Temps d'Évaluation	Effectif	Épreuves
T1 (Octobre 2005) - CP	49	- Mémoire de Mots - Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Lecture pour Apprentis Lecteurs (BILO-2, Khomsi, 2007) - Chimères (BILO-2, Khomsi, 2007) - Lexique en Réception (BILO-2, Khomsi, 2007) - Lexique en Production (BILO-2, Khomsi, 2007) - Compréhension Orale (BILO-2, Khomsi, 2007) - Production d'Énoncés (BILO-2, Khomsi, 2007) - Répétition de Mots (BILO-2, Khomsi, 2007)
T2 (juin 2006) - CP	49	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985) - Identification des Mots Écrits (Khomsi, 1994)
T3 (juin 2007) - CE1	32	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985) - Identification des Mots Ecrits (Khomsi, 1994)

III. Les épreuves administrées aux sujets tout-venant initialement en CE1

Temps d'Évaluation	Effectif	Épreuves
T1 (Octobre 2005) - CE1	44	- Mémoire de Mots - Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007)
T2 (juin 2006) - CE1	44	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985) - Identification des Mots Écrits (Khomsi, 1994)

IV. Les épreuves administrées aux sujets présentant des troubles de la lecture

Temps d'Évaluation	**Effectif**	**Épreuves**
Octobre 2007-Avril 2008 CE1	52	- Mémoire de Mots-Ordre Direct (BILO-2, Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Direct (WISC-IV, *version française*, 2005) - Mémoire de Mots-Ordre Inverse (adaptation de Khomsi, 2007) - Mémoire de Chiffres-Ordre Inverse (WISC-IV, *version française,* 2005) - M. Cacahuète (adaptation de Case, 1985) - Identification des Mots Écrits (BLI, Khomsi, 2003)

Annexes II

Les Epreuves de Mémoire

I. Les Epreuves de mémoire de chiffres (WISC-IV, version française, 2005)

1. L'épreuve Mémoire de Chiffres – Ordre Direct

1.1. La consigne :

Je vais te dire des chiffres. Ecoute bien attentivement, et quand j'aurais fini, tu les répéteras exactement comme moi.

Dire les chiffres au rythme d'un chiffre par seconde.

La répétition d'un item n'est pas autorisée. Si l'enfant demande de répéter, lui dire: **Essaie de répéter de ton mieux.**

Arrêt après deux notes 0 aux deux essais d'un même item.

1.2- La feuille de passation:

Mémoire de Chiffres – Ordre direct	Note d'essai	Note d'item
2 – 9	0 1	0 1 2
4 – 6	0 1	
3 - 8 – 6	0 1	0 1 2
6 - 1 – 2	0 1	
3 - 4 - 1 – 7	0 1	0 1 2
6 - 1 - 5 – 8	0 1	
8 - 4 - 2 - 3 – 9	0 1	0 1 2
5 - 2 - 1 - 8 – 6	0 1	
3 - 8 - 9 - 1 - 7 – 4	0 1	0 1 2
7 - 9 - 6 - 4 - 8 – 3	0 1	
5 - 1 - 7 - 4 - 2 - 3 – 8	0 1	0 1 2
9 - 8 - 5 - 2 - 1 - 6 – 3	0 1	
1 - 8 - 4 - 5 - 9 - 7 - 6 - 3	0 1	0 1 2
2 - 9 - 7 - 6 - 3 - 1 - 5 – 4	0 1	
5 - 3 - 8 - 7 - 1 - 2 - 4 - 6 – 9	0 1	0 1 2
4 - 2 - 6 - 9 - 1 - 7 - 8 - 3 – 5	0 1	
Note Finale =	Empan =	

2. L'épreuve Mémoire de Chiffres – Ordre Inverse

2.1. La consigne :

Essai 1 :

Maintenant, je vais encore te dire des chiffres, mais cette fois, quand j'aurai fini, tu les répéteras à l'envers. Par exemple, si je dis 8 – 2, que dois-tu répéter ?

- *Réponse correcte (2 – 8) :* C'est bien. *Administrer l'essai 2.*

- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis 8 – 2, donc pour les répéter à l'envers, tu aurais dû dire 2 – 8. Essayons à nouveau : 8 – 2.
- *Réponse correcte (2 – 8) :* C'est bien. *Administrer l'essai 2.*
- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis 8 – 2, donc tu dois le dire à l'envers, tu aurais dû dire 2 – 8. *Administrer l'essai 2.*

Essai 2 :

Essayons avec ces chiffres. Souviens toi que tu dois les répéter à l'envers : 5 – 6.
- *Réponse correcte (6 – 5) :* C'est bien. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*
- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis 5 – 6, donc pour les répéter à l'envers, tu aurais dû dire 6 – 5. Essayons à nouveau : 5 – 6.
- *Réponse correcte (6 – 5) :* C'est bien. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*
- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis 5 – 6, donc pour le dire à l'envers, tu aurais dû dire 6 – 5. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*

Dire les chiffres au rythme d'un chiffre par seconde.

La répétition d'un item n'est pas autorisée. Si l'enfant demande de répéter, lui dire: **Essaie de faire de ton mieux.** *L'examinateur n'a le droit de fournir de l'aide que pour* ***l'essai****.*

Arrêt après deux notes 0 aux deux essais d'un même item.

2.2- La feuille de passation :

Mémoire de Chiffres – Ordre inverse		Note d'essai	Note d'item
8 – 2		*Essai*	
5 – 6		*Essai*	
2 – 1		0 1	0 1 2
1 – 3		0 1	
3 – 5		0 1	0 1 2
6 – 4		0 1	
5 -7 – 4		0 1	0 1 2
2 - 5 – 9		0 1	
7 - 2 - 9 – 6		0 1	0 1 2
8 - 4 - 9 – 3		0 1	
4 - 1 - 3 - 5 – 7		0 1	0 1 2
9 - 7 - 8 - 5 – 2		0 1	
1 - 6 - 5 - 2 - 9 – 8		0 1	0 1 2
3 - 6 - 7 - 1 - 9 – 4		0 1	
8 - 5 - 9 - 2 - 3 - 4 – 6		0 1	0 1 2
4 - 5 - 7 - 9 - 2 - 8 – 1		0 1	
6 - 9 - 1 - 7 - 3 - 2 - 5 – 8		0 1	0 1 2
3 - 1 - 7 - 9 - 5 - 4 - 8 – 2		0 1	
Note Finale =	Empan =		

II. Les Epreuves de mémoire de mots

1. La planche des images



2. L'épreuve Mémoire de Mots – Ordre Direct (EC-2, Khomsi, 2007)

2.1- La consigne :

D'abord, s'accorder sur la dénomination des images.
Je vais te dire une série de mots pour t'indiquer les images que tu vas pointer du doigt. Toi, tu vas me montrer les images dans l'ordre dans lequel les mots ont été dits. Ecoute bien et fais bien attention.

Cacher les images lors de la présentation orale des séquences de mots puis les montrer pour le rappel.
Dire les mots au rythme d'un mot par seconde.
La répétition d'un item n'est pas autorisée. Si l'enfant demande de répéter, lui dire: **Essaie de faire de ton mieux.**
Passer toute l'épreuve.

2.2- La feuille de passation

Mémoire de Mots – Ordre direct	Note d'item
plume – bol	0 1
main – chat	0 1
plume - lune – main	0 1
bol - main – chat	0 1
plume - lune – bol	0 1
main - chat - plume – bol	0 1
plume - lune - bol – main	0 1
lune – chat - bol - main – plume	0 1
chat - main - bol – plume – lune	0 1
main – bol - lune - chat – plume	0 1
plume - bol - chat - lune – main	0 1
Note Finale =	Empan =

3. L'épreuve Mémoire de Mots – Ordre Inverse (Adaptation de l'épreuve Mémoire des Mots de l'EC-2, Khomsi, 2007)

3.1. La consigne :

Essai 1 :

Maintenant, je vais encore te dire des mots pour t'indiquer les images que tu vas pointer du doigt, mais cette fois, quand j'aurai fini, tu les montreras à l'envers. Par exemple, si je dis bol - main, que dois-tu me montrer ?

- *Réponse correcte (main – bol) :* C'est bien. *Administrer l'essai 2.*

- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis bol – main, donc pour les montrer à l'envers, tu aurais dû dire faire ça : *désigner la main puis lebol*. Essayons à nouveau : bol – main.

- *Réponse correcte (main - bol) :* C'est bien. *Administrer l'essai 2.*

- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis bol – main, donc tu dois me les montrer à l'envers, tu aurais dû faire : *désigner la main puis lebol*. *Administrer l'essai 2.*

Essai 2 :

Essayons avec ces mots. Souviens toi que tu dois me les montrer à l'envers : chat – lune.

- *Réponse correcte (lune – chat) :* C'est bien. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*

- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis chat – lune, donc pour les montrer à l'envers, tu aurais dû faire ça : *désigner la lune puis lechat*. Essayons à nouveau : chat – lune.

- *Réponse correcte (lune – chat) :* C'est bien. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*

- *Réponse incorrecte :* Ce n'est pas tout à fait juste. J'ai dis chat – lune, donc pour les montrer à l'envers, tu aurais dû faire : *désigner la lune puis le chat*. *Administrer l'essai 1 de l'item 1.*

Cacher les images lors de la présentation orale des séquences de mots puis les montrer pour le rappel.

Dire les mots au rythme d'un mot par seconde.

La répétition d'un item n'est pas autorisée. Si l'enfant demande de répéter, lui dire: **Essaie de faire de ton mieux.** *L'examinateur n'a le droit de fournir de l'aide que pour* ***l'essai****.*

Arrêt après deux notes 0 aux deux essais d'un même item.

2.2. La fiche de passation :

Mémoire de Mots – Ordre Inverse	Note d'essai	Note d'item
bol – main	*Essai*	
chat – lune	*Essai*	
plume – main	0 1	0 1 2
bol – chat	0 1	
bol - main – lune	0 1	0 1 2
chat - main – bol	0 1	
plume - main - chat – bol	0 1	0 1 2
lune - bol - chat – main	0 1	
plume - bol - main - chat – lune	0 1	0 1 2
Chat - lune - bol - plume – main	0 1	
Note Finale =	Empan =	

III. L'épreuve M. Cacahuète (Adaptation de l'épreuve Mr. Peanut, Case, 1985)

1. La consigne :

Je vais te montrer l'image d'un clown. Une partie de ce clown est coloriée en rouge. Ensuite, je vais te montrer le même clown mais sans la couleur rouge. Toi, tu vas me montrer quelle est la partie qui était coloriée. Regarde bien.

Essai 1 de l'item 1 : tu vois, là il y a une partie du clown qui est rouge. Regarde-la bien. *Cacher la planche de l'essai 1. Attendre deux secondes. Présenter la planche de désignation.* Tu peux me montrer sur cette image la partie du clown qui était coloriée ?

- *Réponse correcte :* C'est bien. *Continuer l'épreuve.*
- *Réponse incorrecte : Remontrer la planche de l'essai 1.* Ce n'est pas tout à fait juste. Tu vois, là c'est la bouche qui est coloriée donc tu dois me montrer la bouche ici (*désigner la bouche du clown de la planche de désignation).* Essayons un autre : *passer à l'essai 2. Continuer l'épreuve.*

Le temps de présentation des planches coloriées dépend du nombre de parties du corps coloriées : environ une seconde par partie du corps coloriée.
Présenter les planches coloriées puis les cacher et laisser un intervalle de temps de deux secondes avant de montrer la planche de désignation en noir et blanc.
La répétition d'un item n'est pas autorisée. Si l'enfant demande de répéter, lui dire: **Essaie de faire de ton mieux.** *L'examinateur n'a le droit de fournir de l'aide que pour* ***l'essai****.*

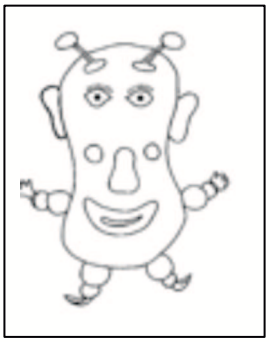
Arrêt après l'échec à 3 essais d'un même item.

2. La feuille de passation :

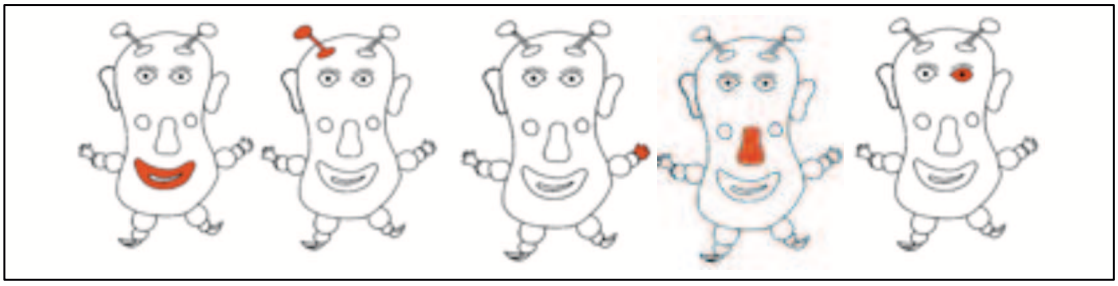
Item		Essai	Note d'essai	Note d'item
1.	1	Bouche	0 - 1	0 – 1
	2	antenne G	0 - 1	
	3	main D	0 - 1	
	4	Nez	0 - 1	
	5	œil D	0 - 1	
2.	1	oreille G – GR jambe D	0 - 1	0 – 1
	2	œil D – bouche	0 - 1	
	3	rond antenne D – joue G	0 - 1	
	4	PR jambe G – nez	0 - 1	
	5	GR bras G – soulier D	0 - 1	
3.	1	antenne D – joue G – GR jambe G	0 - 1	0 – 1
	2	oreille G – nez – PR bras D	0 - 1	
	3	main G – œil G – oreille D	0 - 1	
	4	bouche – antenne G – soulier D	0 - 1	
	5	PR bras D – PR jambe G – œil D	0 - 1	
4.	1	oreille G – œil G – joue D – bouche	0 - 1	0 – 1
	2	rond antenne D – PR jambe G – nez – GR bras D	0 - 1	
	3	main G – joue D – soulier D – rond antenne G	0 - 1	
	4	œil D – joue G – GR bras G –PR jambe D	0 - 1	
	5	oreille D – soulier D – GR bras G – nez	0 - 1	
5.	1	GR jambe G – joue G – PR bras D – nez – antenne D	0 - 1	0 – 1
	2	oreille D – bouche – soulier D - œil G – main G	0 - 1	
	3	soulier G – GR jambe D – nez – œil G – antenne D	0 - 1	
	4	main D – joue G – PR jambe G – œil D – oreille G	0 - 1	
	5	nez – main G – GR bras D – joue D – œil G	0 - 1	
Note totale =			Empan =	

3. Les planches :

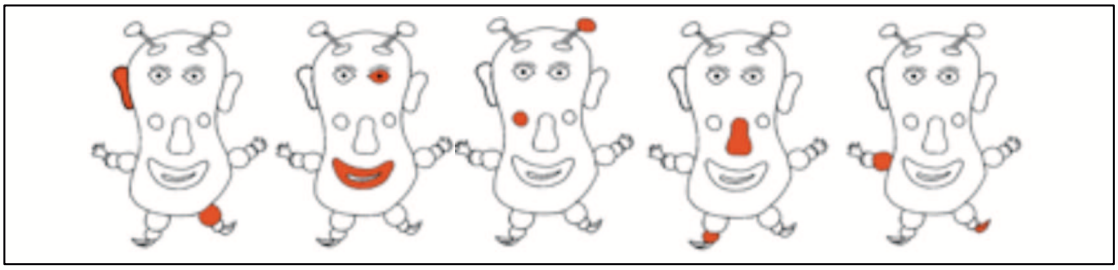
a. La planche de désignation



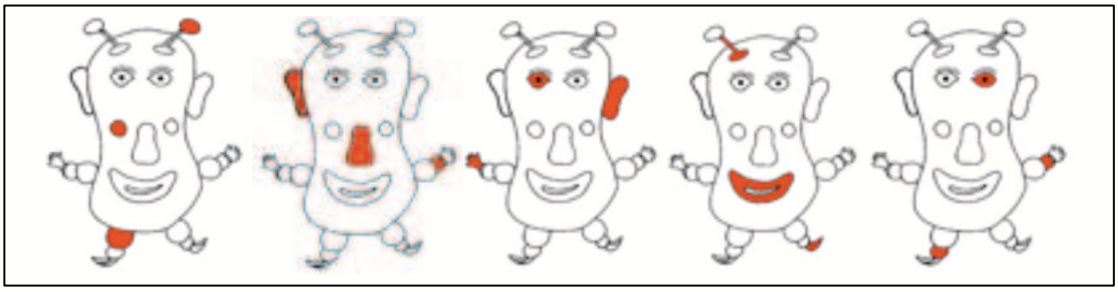
b. Les planches à une partie du corps coloriée



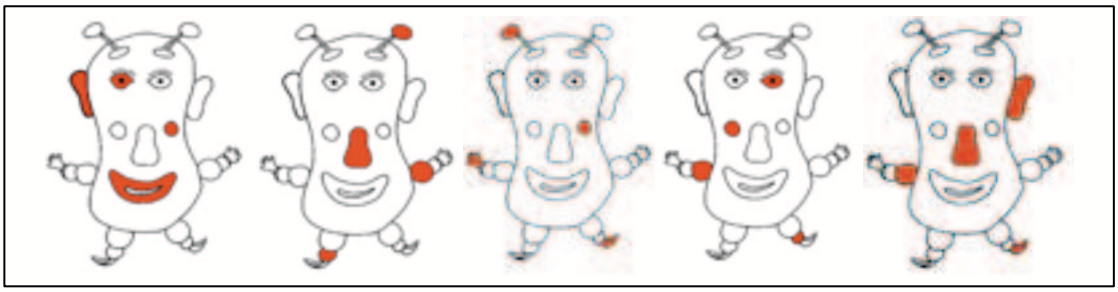
c. Les planches à deux parties du corps coloriées



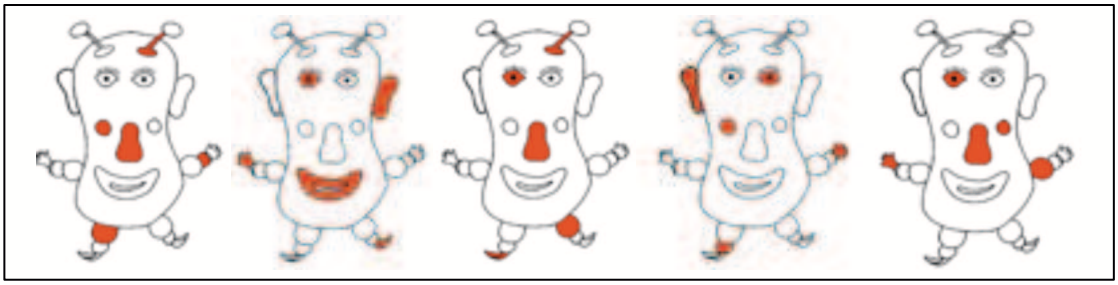
d. Les planches à trois parties du corps coloriées



e. Les planches à quatre parties du corps coloriées



f. Les planches à cinq parties du corps coloriées



Annexe III

Les épreuves de lecture

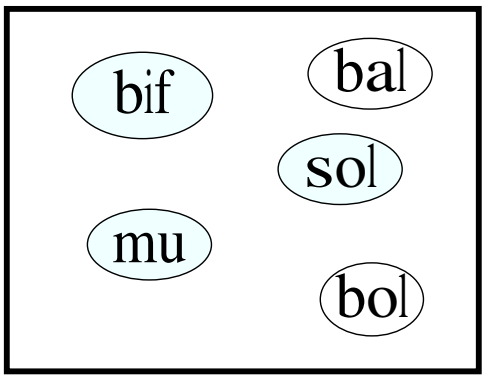
I- L'épreuve *Lecture pour Apprentis Lecteurs* (BILO-2, Khomsi, 2007)

1- La consigne:

L'épreuve commence par trois essais où l'examinateur donne à l'enfant les instructions suivantes: Clique sur un mot. Clique sur une lettre. Clique sur un chiffre. *Ensuite, l'épreuve commence. La consigne est* : Tu vas voir des lettres ou des mots écrits sur l'écran et tu vas cliquer sur les lettres ou les mots que tu entends.

2- Un exemple de planche :

Item cible : *bol*

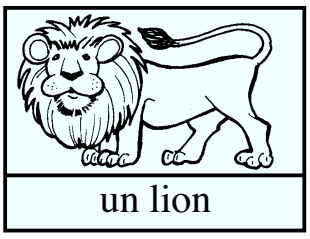


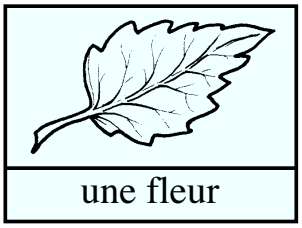
3- Les items :

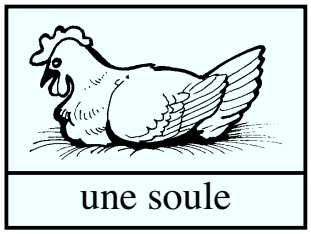
1 a	**11** os
2 m	**12** fil
3 i	**13** bol
4 s	**14** mur
5 pa	**15** clé
6 maman	**16** camion
7 maison	**17** petit
8 il	**18** rue
9 lu	**19** lapin
10 un	**20** grand

II- L'épreuve *Identification des Mots Ecrits* (Khomsi, 1994)

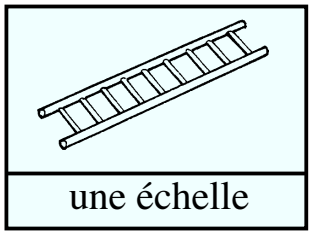
1- Les planches de présentation:


un lion

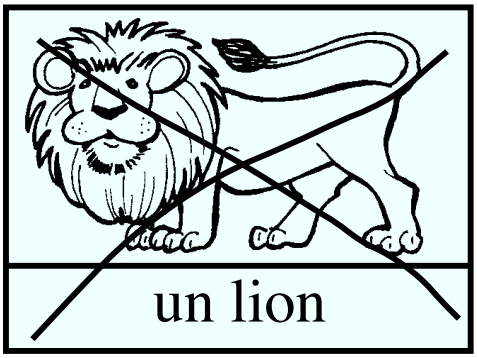

une fleur

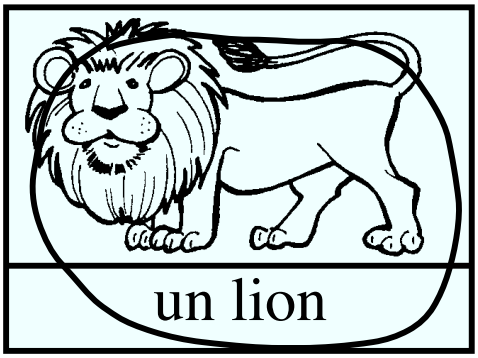

une soule


une mézon

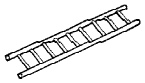
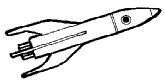
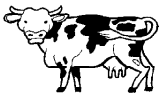
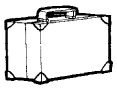
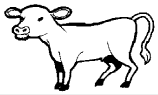
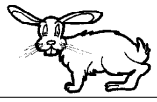
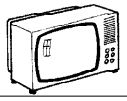
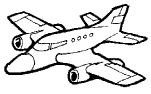
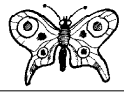
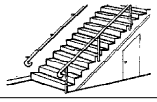
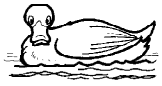

une échelle

2- Les planches de démonstration:





3- La feuille de passation:

 un lion	 une fleur	 une soule	 une échelle	 une mézon
 une fusée	 un chat	 une falise	 un lit	 un ver
 un œil	 un nuage	 un vo	 une guitare	 une écharpe
 un capeau	 un renard	 un indien	 des cenises	 un phare
 un nid	 un creillon	 une télérision	 un ours	 un lavion
 un aureiller	 un pain	 un imperméable	 un arpre	 une île
 une fourchette	 un garson	 un oiseau	 un papillon	 un téléfone
 un soleil	 un plat	 un escatier	un catre	 un canard
une assiette	une toildarénié	une poêle	une glace	un pint
une baleine	un robinet	un nouton	une raquette	un châto
une palle	un hibou	une fenêtre	une casrol	une montagne

Nom et Prénom :

Classe :

C :
PS :
PLE :
HP :
Tps :

N :

4- La consigne:

Présentation :

Sur votre feuille, il y a des dessins et, pour chaque dessin, une étiquette avec un mot écrit. Certains des mots qui sont écrits sur les étiquettes vont bien avec les dessins et d'autres pas. Certains des mots qui sont écrits sur les étiquettes sont bien écrits et d'autres ont des fautes. Quand les mots ont des fautes ou quand ils ne vont pas bien avec les étiquettes, vous barrez le tout avec deux grands traits, comme ça *(montrer avec l'exemple « lion »)*. Si les mots vont bien avec les images et s'ils n'ont pas de fautes, il faut les entourer avec un rond, comme ça *(montrer avec l'exemple « lion »)*.

• On va commencer avec cette image (montrer l'image « un lion »), qui se trouve en haut et à gauche et qui est entourée de rouge. Vous allez lire le mot qui est écrit et bien regarder l'image. Si le mot ne va pas bien avec l'image ou s'il y a une faute, vous barrez avec deux traits, comme ça *(montrer)* ; si le mot va bien avec l'image et s'il est bien écrit, s'il n'y a pas de fautes, vous entourez comme ça *(montrer).* Allez-y. *Vérifiez que tous les enfants ont produit une réponse. Ajouter :* ce qui est écrit, c'est « un lion » et l'image c'est aussi « un lion ». Si vous vous êtes trompés, vous pouvez corriger : vous barrez avec des petits traits et vous entourez la bonne réponse. *Ne rien dire d'autre.*

• On va regarder maintenant l'image qui est à côté *(montrer l'image « une fleur »),* comme celle-ci. Vous allez lire le mot qui est écrit et bien regarder l'image. Si le mot ne va pas bien avec l'image ou s'il y a une faute, vous barrez avec deux traits, comme tout à l'heure ; si le mot va bien avec l'image et s'il est bien écrit, s'il n'y a pas de fautes, vous l'entourez comme tout à l'heure. Allez-y. *Vérifiez que tous les enfants ont produit une réponse. Ajouter :* ce qui est écrit, c'est «une fleur» et l'image c'est «une feuille». Si vous vous êtes trompés, vous pouvez corriger. *Ne rien dire d'autre.*

• On va regarder maintenant l'image qui est à côté *(montrer l'image « une soule »),* comme celle-ci. Vous allez lire le mot qui est écrit et bien regarder l'image. Si le mot ne va pas bien avec l'image ou s'il y a une faute, vous barrez avec deux traits, comme tout à l'heure ; si le mot va bien avec l'image et s'il est bien écrit, s'il n'y a pas de fautes, vous l'entourez comme tout à l'heure. Allez-y. *Vérifiez que tous les enfants ont produit une réponse. Ajouter :* ce qui est écrit, c'est « une soule » et l'image c'est « une poule ». Si vous vous êtes trompés, vous pouvez corriger. *Ne rien dire d'autre.*

• On va regarder maintenant l'image qui est à côté *(montrer l'image « une échelle »),* comme celle-ci. Vous allez lire le mot qui est écrit et bien regarder l'image. Si le mot ne va pas bien avec l'image ou s'il y a une faute, vous barrez avec deux traits, comme tout à l'heure ; si le mot va bien avec l'image et s'il est bien écrit, s'il n'y a pas de fautes, vous l'entourez comme tout à l'heure. Allez-y. *Vérifiez que tous les enfants ont produit une réponse. Ajouter :* ce qui est écrit, c'est «une échelle» et l'image c'est «une échelle». Si vous vous êtes trompés, vous pouvez corriger. *Ne rien dire d'autre.*

• On va regarder maintenant l'image qui est à côté *(montrer l'image « une mézon »)*, comme celle-ci. Vous allez lire le mot qui est écrit et bien regarder l'image. Si le mot ne va pas bien avec l'image ou s'il y a une faute, vous barrez avec deux traits, comme tout à l'heure ; si le mot va bien avec l'image et s'il est bien écrit, s'il n'y a pas de fautes, vous l'entourez comme tout à l'heure. Allez-y. *Vérifiez que tous les enfants ont produit une réponse. Ajouter* : ce qui est écrit, c'est «une mézon», avec un « é » ([e]) et un « zèd » ([zed]). Est-ce que c'est bien comme ça que ça s'écrit ? Si vous vous êtes trompés, vous pouvez corriger. *Ne rien dire d'autre.*

Passation :

Quand la série de cinq items de démonstration est terminée, annoncer :

A partir de maintenant, vous allez travailler tout seuls. Vous avez des dessins, entourés de bleu, et, pour chaque dessin, une étiquette avec un mot écrit. Quand les mots ont des fautes ou quand ils ne vont pas bien avec les étiquettes, vous barrez le tout avec deux grands traits. Si les mots vont bien avec les images et s'ils n'ont pas de fautes, il faut les entourer avec un rond. Moi, je ne dirai plus rien. Quand vous avez fini, vous me donnez le cahier de passation.

Annexe IV

L'épreuve de Conscience Phonologique

L'épreuve *Chimères* (BILO-2, Khomsi, 2007)

1- La consigne:

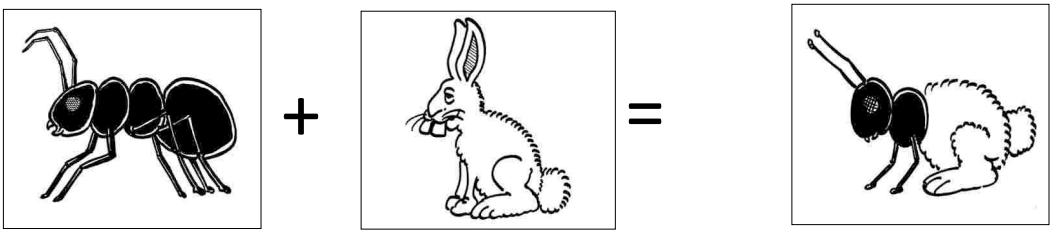
Cette épreuve est informatisée. *Elle comprend trois tâches différentes:*

Dénommer la première image et isoler la première syllabe de cette première image. Consigne : Tu dis le premier morceau et tu gardes le reste dans ta tête.

Dénommer la deuxième image et isoler la dernière syllabe de cette première image. Consigne : Tu gardes le début dans ta tête et tu dis le dernier morceau.

Assembler les deux syllabes pour nommer la chimère. Consigne: Tu mets les deux morceaux ensemble pour dire quel est cet animal étrange.

2- Un exemple de planche :



3- Les items:

Rang	Syllabe Initiale	Syllabe Finale	Assemblage
Essai	**four**mi	la**pin**	**fourpin**
1	**mou**ton	élé**phant**	**mouphant**
2	**hé**risson	cocci**nelle**	**hénelle**
3	**ca**nard	arai**gnée**	**cagnée**
4	**gi**rafe	écu**reuil**	**gireuil**
5	**cro**codile	che**val**	**croval**
6	**poi**sson	cre**vette**	**poivette**

Annexe V

Les épreuves de Langage Oral

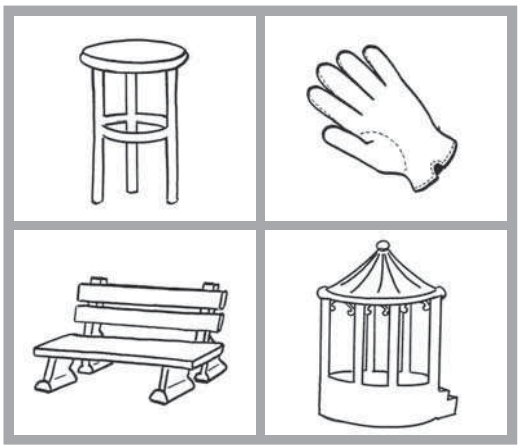
I- L'épreuve *Lexique en Réception*

1- La consigne:

L'enfant voit quatre images et entend un mot. Sa tâche consiste à cliquer sur l'image correspondant au mot entendu. La consigne est : Tu vas entendre un mot et voir quatre images ; tu cliques le plus vite possible sur l'image qui va avec le mot.
Le fait de cliquer sur l'image pour donner la réponse fait apparaître la planche suivante.

2- Un exemple d'item :

Item : *banc*



3- Les items :

Ordre	**Items**	**Image 1**	**Image 2**	**Image 3**	**Image** 4
1	bulles	balle de tennis	pull	polo	bulles
2	short	pantalon	short	porte	portière
3	page	page	papyrus	île	plage
4	banc	tabouret	gant	banc de jardin	kiosque
5	cheville	cheville	squelette	chenille	limace

6	clou	clown	fakir	vis	clou
7	biche	hutte	biche	niche	gazelle
8	louche	pince	libellule	louche	mouche
9	berceau	portique	berceau	landau	cerceau
10	moule	moule	poule	mouette	tarte
11	barque	barbe	chalutier	barque	moustache
12	volcan	volant	conducteur	oasis	volcan
13	pétale	pétale	pédale	échasse	jonquille
14	rayon	cadran solaire	crayons	palette	rayon
15	bûche	ruche	bourgeon	bûche	ruines
16	radeau	téléphérique	radeau	chaîne hi-fi	radio
17	pioche	poche	faucille	hamac	pioche
18	anguille	hippocampe	anguille	aiguille	dard
19	canif	labrador	caniche	boulier	canif
20	broche	broche	poulie	brosse	pied-de-biche
21	juge	luge	bobsleigh	juge	druide
22	borne	borne	catapulte	bride	cornes

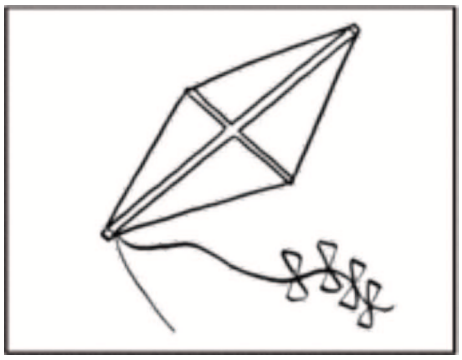
II - L'épreuve *Lexique en Production*

1- La consigne:

La tâche de l'enfant consiste à dénommer des images qui apparaissent sur l'écran. L'examinateur valide sa réponse en appuyant sur 0 ou 1 du pavé numérique (0: réponse incorrecte ; 1: réponse correcte). La consigne est : Tu vas voir une image. Tu dois dire ce que c'est ; ce qu'il fait. *Si nécessaire, reprendre :* Qu'est-ce que c'est ? Qu'est-ce qu'il (elle) fait ?

Chaque réponse, validée par 0 ou 1, provoque le passage à l'image suivante.

2- Exemples d'items:



Qu'est-ce que c'est?



Qu'est-ce qu'il fait?

3- Les items :

QQC		**QQF**	
Rang	**Réponses**	**Rang**	**Réponses**
1	parapluie	1	dormir
2	bougie	2	manger
3	arrosoir	3	boire
4	cerf-volant	4	lire
5	ananas	5	arroser
6	aquarium	6	applaudir
7	stylo	7	souffler
8	phare	8	cirer
9	niche	9	cueillir (cerises)
10	cadenas	10	tricoter
11	journal	11	réparer
12	planche (table) à repasser	12	éplucher
13	bibliothèque	13	balayer
14	balançoire	14	se coiffer, brosser
15	loupe	15	déchirer
16	domino	16	se regarder
17	libellule	17	se doucher
18	pince (épingle) à linge	18	repasser

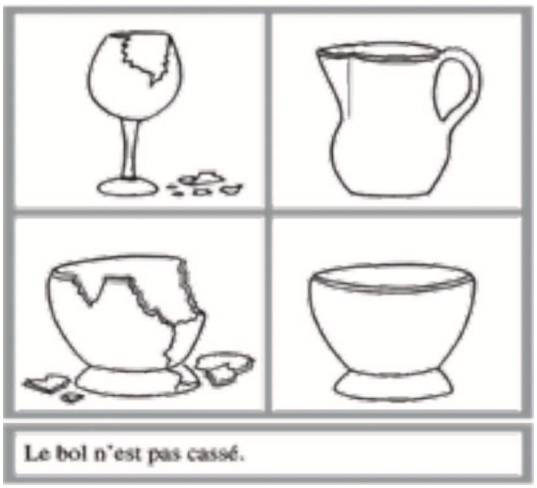
19	cocotte-minute	19	jongler
20	banc	20	bailler, s'étirer
21	chou-fleur	21	sauter
22	igloo	22	traire
23	évier	23	fouiller
24	aigle	24	ramer

III- L'épreuve *Compréhension Orale*

1- La consigne :

L'enfant voit quatre images et entend un énoncé. Sa tâche consiste à cliquer sur l'image qui correspond à l'énoncé entendu. L'épreuve est précédée de deux essais avec confirmation de la réponse. La consigne est : Tu vas entendre une phrase et voir quatre images ; tu cliques le plus vite possible sur l'image qui va avec la phrase.
Le fait de cliquer sur l'image pour donner la réponse fait apparaître la planche suivante.

2- Un exemple d'item :



3- Les items :

Ordre	**Type**	**Enoncé**	**RC**
1	Ig	Le chat est derrière la chaise	3
2	Ig	La fille est moins grande que le garçon	4
3	Ig	La petite fille le regarde	1
4	Ig	La voiture est poussée par le camion	2
5	Ig	Il regarde l'oiseau qui vole	3
6	Ig	Le vélo est contre le mur	4
7	If	Le chat dont j'ai tiré la queue m'a griffé	1
8	Ig	L'ours dort	2
9	Ig	Pierre va mettre sa veste	2
10	Ig	La voiture est entre les maisons	4
11	Ig	Quelques garçons ont des chapeaux	1
12	Ig	La petite fille lui brosse les cheveux	3
13	If	La petite fille est-elle tombée ?	3
14	Ig	Le chien est suivi par le chasseur	4
15	Ig	J'ai mangé tous les bonbons du paquet que la dame m'avait donné	1
16	If	L'oiseau a fait son nid	3
17	Ig	Qui est cette fille ?	2
18	Ig	Je mange les cerises que maman cueille	3
19	Ig	Marie est poussée par Pierre	4
20	Ig	Les enfants iront à l'école	1
21	If	Le facteur a apporté une lettre à Antoine qui l'a lue et l'a posée sur un coin de la table	4
22	Ig	Où est le pull que je viens de tricoter ?	2
23	Ig	J'aimerais bien aller dehors !	2
24	If	La fille à qui le garçon a tiré les cheveux a des lunettes	3
25	Ig	Sylvie range la vaisselle que son papa lave	2
26	If	Luc a lancé son ballon trop fort. Le carreau s'est cassé. Sa maman l'a grondé et puni.	1

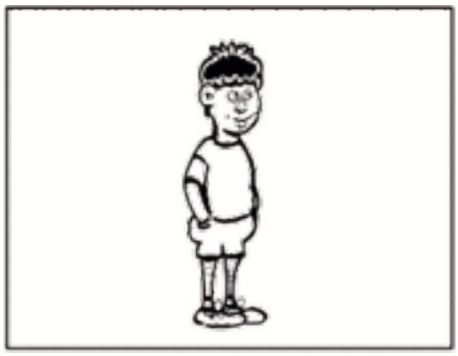
IV- L'épreuve *Production d'Enoncés*

1- La consigne :

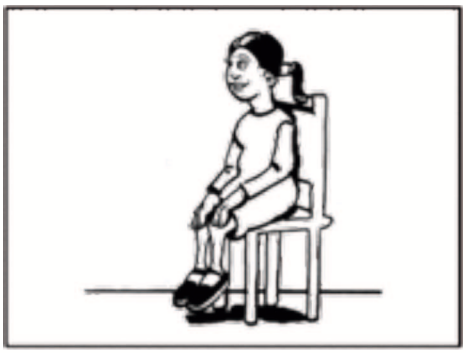
Dans cette épreuve, l'enfant voit une image et entend une phrase. Ensuite, il voit une autre image et il entend une amorce de phrase. La tâche de l'enfant consiste alors à compléter cette deuxième phrase. L'examinateur valide la réponse par 0, 1 ou 2 selon la complexité de la réponse. La consigne est : Tu vas entendre des phrases et voir des images ; tu vas continuer la phrase qui est commencée.
Chaque réponse, validée par 0, 1 ou 2, provoque le passage à l'item suivant.

2- Un exemple d'item :

Ici, le garçon est debout.



Là, la fille est... *assise.*



3- Les items :

Rang	**Amorce - Complément**
*01	Ici, c'est une maman qui fait la vaisselle là, c'est ... un papa.
*02	Ici, le chapeau de la dame est grand, là, le chapeau de la dame ... est petit.
1	Ici, le garçon est debout ; là, la fille... est assise. *2 points*
2	Ici, la fille a un chapeau ; là, les garçons ... ont un chapeau, des chapeaux ; en ont (aussi)
3	Ici, il y a un seul cheval ; là, il y a ... deux chevaux.
4	Ici, Pierre dit bonjour à la fille ; là, Pierre dit bonjour ... au garçon.

5 Ici le chat est devant la chaise ; là il est… derrière (la chaise).

6 Ici, Hélène donne à manger à la poupée ; là, elle donne à manger ...au chat.

7 Ici, le garçon va s'habiller ; là, le garçon ... (s') est habillé.

8 Ici, c'est un coiffeur ; là, c'est une ... coiffeuse.

9 Ici, Florence joue à la maîtresse ; là, François joue ... au maître.

10 Ici, Céline se coiffe ; là, elle ... est coiffée ; se fait coiffer.

11 Ici, le monsieur regarde le journal ; là, le monsieur regarde les ... journaux.

12 Ici, la fille dort ; là, les enfants ... dorment.

13 Ici, la fille a cueilli des fleurs ; là, les filles ... ont cueilli des fleurs.

14 Ici, je me lave les mains maintenant ; là, plus tard, ... je mangerai ; vais manger. (dîner) - *2 points si futur s.*

15 Ici, la petite fille cueille des cerises ; là, elle ... les (en) mange.

16 Ici, la poule a pondu un œuf ; là, la poule a pondu ... des (trois) œufs.

17 Ici, la dame va partir ; là, après, ... elle est partie.

18 Ici, le monsieur remplit la bouteille ; là il… la range.

19 Ici, le chien boit son lait ; là, les chiens ... boivent leur lait. *2 points*

20 Ici, je ris maintenant ; là, avant, ... je pleurais ; j'ai pleuré - *2 points si Imparfait*

V- L'épreuve *Répétition de Mots*

1- La consigne :

La tâche de l'enfant consiste à répéter des mots entendus. Une image est présentée en début d'épreuve. Elle sert à informer les sujets qu'ils devront répéter le mot entendu chaque fois que l'image apparaîtra. L'examinateur valide la réponse par 0 ou 1 (0: réponse phonologiquement incorrecte ; 1: réponse correcte). Il faut préciser ici que l'épreuve vise la phonologie et non l'articulation : pour la cotation, on ne note qu'une seule fois l'impact d'un trouble articulatoire sur la qualité des répétitions. La consigne est : Tu vas entendre un mot et voir cette image d'un monsieur qui parle. Chaque fois que tu vois cette image, tu répètes exactement ce que tu viens d'entendre. Chaque réponse, validée par 0 ou 1, provoque le passage à l'image suivante.

2- Les items :

1. bateau
2. chapeau
3. robot
4. sortie
5. biscuit
6. album
7. buffet
8. oiseau
9. aquarium
10. horloge
11. entonnoir
12. carafe
13. anorak
14. réservoir
15. calendrier
16. agenda
17. ordinateur
18. thermomètre
19. anniversaire
20. aubergine
21. locomotive
22. dictionnaire
23. cafetière
24. spectacle
25. tracteur
26. pneu
27. kiosque
28. éclipse
29. casque
30. hospitalisation
31. réfrigérateur
32. moissonneuse-batteuse

Annexe VI

Tableaux statistiques du chapitre I

Comparaison des deux groupes de CP (T2 et T3) et des deux groupes de CE1 (T2 et T3)

1. Comparaison des performances des deux groupes de CP (T2 et T3) :

	Moy CP-T2	Moy CP-T3	Valeur t	dl	p	N T2	N T3	ET T2	ET T3	Ratio F	P
MMD	6.86	6.19	1.36	73	0.18	49	26	2.02	2.00	1.02	0.98
MCD	**5.18**	**6.00**	**-2.32**	**73**	**0.02**	**49**	**26**	**1.54**	**1.26**	**1.48**	**0.30**
MMI	3.04	3.50	-1.58	73	0.12	49	26	1.12	1.33	1.43	0.29
MCI	4.94	4.92	0.05	73	0.96	49	26	1.23	1.20	1.06	0.90
M. Cacahuète	**7.80**	**9.27**	**-2.53**	**73**	**0.01**	**49**	**26**	**2.11**	**2.88**	**1.86**	**0.06**

Tableau A-VI-1. Tests-t pour échantillons indépendants appliqués aux notes globales des épreuves de mémoire du groupe de CP à T2 et du groupe de CP à T3.

	Moy CP-T2	Moy CP-T3	Valeur t	dl	p	N T2	N T3	ET T2	ET T3	Ratio F	P
E-MMD	4.37	4.15	1.21	73	0.23	49	26	0.67	0.83	1.56	0.18
E-MCD	**3.94**	**4.38**	**-2.08**	**73**	**0.04**	**49**	**26**	**0.92**	**0.80**	**1.32**	**0.46**
E-MMI	2.82	2.96	-0.74	73	0.46	49	26	0.83	0.77	1.16	0.70
E-MCI	2.76	2.69	0.34	73	0.74	49	26	0.78	0.74	1.12	0.78
E-M. Cacahuète	**1.47**	**1.85**	**-2.36**	**73**	**0.02**	**49**	**26**	**0.58**	**0.78**	**1.82**	**0.07**

Tableau A-VI-2. Tests-t pour échantillons indépendants appliqués aux notes d'empan aux épreuves de mémoire du groupe de CP à T2 et du groupe de CP à T3.

2. Comparaison des performances des deux groupes de CE1 (T2 et T3) :

	Moy CP-T2	Moy CP-T3	Valeur t	dl	p	N T2	N T3	ET T2	ET T3	Ratio F	p
MMD	**7.68**	**6.64**	**2.58**	**84**	**0.01**	**44**	**42**	**1.81**	**1.92**	**1.12**	**0.71**
MCD	6.36	5.95	1.18	84	0.24	44	42	1.93	1.21	2.55	0.00
MMI	3.48	3.38	0.36	84	0.72	44	42	1.34	1.15	1.36	0.32
MCI	5.30	5.10	0.75	84	0.46	44	42	1.32	1.14	1.34	0.35
M. Cacahuète	9.95	9.76	0.29	84	0.77	44	42	3.01	3.15	1.10	0.76

Tableau A-VI-3. Tests-t pour échantillons indépendants appliqués aux notes globales aux épreuves de mémoire du groupe de CE1 à T2 et du groupe de CE1 à T3.

	Moy CP-T2	Moy CP-T3	Valeur t	dl	p	N T2	N T3	ET T2	ET T3	Ratio F	p
E-MMD	**4.55**	**4.21**	**2.28**	**84**	**0.02**	**44**	**42**	**0.59**	**0.75**	**1.62**	**0.12**
E-MCD	4.55	4.36	0.94	84	0.35	44	42	1.04	0.79	1.74	0.08
E-MMI	3.11	2.95	0.93	84	0.36	44	42	0.92	0.66	1.94	0.04
E-MCI	3.00	2.81	1.14	84	0.26	44	42	0.84	0.71	1.40	0.28
E-M. Cacahuète	1.98	1.93	0.27	84	0.79	44	42	0.79	0.87	1.20	0.56

Tableau A-VI-4. Tests-t pour échantillons indépendants appliqués aux notes d'empan aux épreuves de mémoire du groupe de CE1 à T2 et du groupe de CE1 à T3.

Annexe VII

Tableaux statistiques du Chapitre V

Analyses de corrélation appliquées aux scores de lecture et de mémoire des élèves de CP et de CE1 à T3

1- Matrices de corrélations appliquées aux scores des élèves de CP à T3 :

	C-IME	**PS-IME**	**PLE-IME**	**HP-IME**	**N-IME**
C-IME	1,00				
PS-IME	-0,06	1,00			
PLE-IME	0,26	0,35	1,00		
HP-IME	-0,05	0,18	0,27	1,00	
N-IME	0,54**	0,47*	0,80**	0,58****	1,00

Tableau A-VII-1. Matrice carrée des corrélations simples entre les scores de lecture (*IME*) des élèves de CP à T3. * p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

	C IME	**PS IME**	**PLE IME**	**HP IME**	**N IME**
MMD	0,12	-0,16	0,22	0,06	0,14
MCD	0,10	-0,19	-0,13	-0,32	-0,20
MMI	0,17	-0,20	0,04	0,30	0,18
MCI	0,37	-0,20	0,33	0,20	0,36
M. Cacahuète	0,07	-0,11	-0,12	-0,06	-0,08

Tableau A-VII-2. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CP à T3 à l'épreuve de lecture et aux épreuves de mémoire. * p <.05.

2- Matrices de corrélations appliquées aux scores des élèves de CE1 à T3 :

	C-IME	**PS-IME**	**PLE-IME**	**HP-IME**	**N-IME**
C-IME	1,00				
PS-IME	0,18	1,00			
PLE-IME	-0,05	0,12	1,00		
HP-IME	0,03	-0,11	0,30	1,00	
N-IME	0,33*	0,32*	0,54***	0,70****	1,00

Tableau A-VII-3. Matrice carrée des corrélations simples entre les scores de lecture (*IME*) des élèves de CE1 à T3. * p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

	C IME	**PS IME**	**PLE IME**	**HP IME**	**N IME**
MMD	0,01	-0,09	-0,08	0,02	-0,00
MCD	0,15	0,16	0,21	-0,00	0,21
MMI	-0,05	-0,10	0,13	-0,03	-0,03
MCI	0,24	-0,06	0,18	0,36*	0,46**
M. Cacahuète	0,34*	0,03	-0,12	0,10	0,25

Tableau A-VII-4. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores des élèves de CE1 à T3 à l'épreuve de lecture et aux épreuves de mémoire.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

Annexe VIII

Tableaux statistiques du Chapitre V
Analyses de corrélation appliquées aux scores aux épreuves d'identification de mots écrits

1- Matrice carrée des corrélations simples appliquées aux scores des élèves de CP à T2 à l'épreuve *IME* :

	C-IME	**PS-IME**	**PLE-IME**	**HP-IME**	**N-IME**
C-IME	1,00				
PS-IME	0,49***	1,00			
PLE-IME	0,26	0,45**	1,00		
HP-IME	0,02	0,09	0,27	1,00	
N-IME	0,63****	0,63****	0,74****	0,39**	1,00

Tableau A-VIII-1. Matrice carrée des corrélations simples entre les scores de lecture (*IME*) des élèves de CP à T2. *p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

2- Matrice carrée des corrélations simples appliquées aux scores des élèves de CE1 à T2 à l'épreuve *IME*:

	C-IME	**PS-IME**	**PLE-IME**	**HP-IME**	**N-IME**
C-IME	1,00				
PS-IME	-0,03	1,00			
PLE-IME	0,12	-0,01	1,00		
HP-IME	0,02	0,16	0,48**	1,00	
N-IME	0,35*	0,29	0,74****	0,86****	1,00

Tableau A-VIII-2. Matrice carrée des corrélations simples entre les scores de lecture (*IME*) des élèves de CE1 à T2. *p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

3- Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* passée à T1 et les scores à l'épreuve *IME* passée à T2 aux élèves de CP :

	C-IME-T2	**PS-IME-T2**	**PLE-IME-T2**	**HP-IME-T2**	**N-IME--T2**
LAL-T1	0,43**	0,52***	0,48***	0,36*	0,60****

Tableau A-VIII-3. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* obtenus à T1 et les scores *IME* obtenus à T2 avec les élèves de CP à T1 et à T2.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.

4- Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores obtenus à T2 et les scores obtenus à T3 à l'épreuve *IME* avec les élèves initialement en CP:

	C-IME-T3	**PS-IME-T3**	**PLE-IME-T3**	**HP-IME-T3**	**N-IME-T3**
C-IME-T2	-0,24	-0,13	-0,03	0,04	-0,01
PS-IME-T2	-0,23	0,20	0,05	0,33*	0,17
PLE-IME-T2	0,02	0,24	0,48**	0,26	0,47**
HP-IME-T2	0,19	0,10	0,21	0,50***	0,50***
N-IME-T2	-0,10	0,05	0,16	0,28	0,27

Tableau A-VIII-4. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T2 et à T3 avec les élèves de CP à T2, de CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; *** p <.001 ; **** p <.0001.

5- Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* obtenus à T1 et les scores à l'épreuve *IME* obtenus à T3 avec les élèves initialement en CP:

	C-IME-T3	**PS-IME-T3**	**PLE-IME-T3**	**HP-IME-T3**	**N-IME-T3**
LAL-T1	-0,14	0,13	-0,04	0,36*	0,30

Tableau A-VIII-5. Matrice rectangulaire des corrélations simples entre les scores à l'épreuve *LAL* obtenus à T1 et les scores *IME* obtenus à T3 avec les élèves de CP à T1, de CE1 à T3.
* p <.05 ; ** p <.01 ; ***p <.001 ; **** p <.0001.