
***Fluctuations De La Mémoire De Travail
au cours de la Journée Scolaire :
Cas de la Déficience Sensorielle***

***Joumana AKIKI
Chef du Département de Psychopédagogie
Faculté de Pédagogie – Section II
Université Libanaise
jakiki@ul.edu.lb***

Résumé

Notre recherche étudie les fluctuations de la mémoire de travail (approche chronopsychologique) auprès de trois groupes d'élèves (déficients visuels, déficients auditifs et élèves sans déficience sensorielle), âgés entre 10 et 12 ans. Trois versions d'un test de mémoire de travail (« Mémoire des chiffres » du WISC IV-AR) ont été administrées à divers moments de la journée scolaire : 9h, 11h15 et 13h30. L'analyse de variance montre que la mémoire de travail ne varie pas en fonction de la variable temps. Mais il existe une différence significative entre les moyennes des groupes : les performances mnémoriques des élèves déficients visuels et des élèves sans déficience sensorielle sont supérieures à celles des élèves déficients auditifs, sauf pour la note additionnelle « Empan en mémoire des chiffres en ordre inverse » où aucune différence entre les groupes n'a été retenue.

Abstract

Our research studies the fluctuations of working memory (chronopsychological approach) with three groups of students (visually impaired, hearing impaired and students without sensory impairment), aged between 10 and 12 years. Three versions of a working memory test ("Digit span test" - WISC IV-AR) were administered at different times of the school day: 9h, 11h15 and 13h30. The analysis of variance shows that the working memory does not vary according to the time variable. But there is a significant difference between the averages of the groups: the

mnemonic performance of visually impaired students and students without sensory impairment is greater than those of the hearing impaired students, except for the additional note "Digit span backward" where no differences between the groups were noted.

Résumé en arabe

يتناول بحثنا موضوع تقلبات الذاكرة العاملة (نهج علم النفس الزمني المدرسي) لدى ثلاث مجموعات من المتعلمين (ذوي إعاقة بصرية، وإعاقة سمعية، ومن دون إعاقة حسية)، تتراوح أعمارهم بين ١٠ و ١٢ سنة. جرى تطبيق نماذج ثلاثة من اختبار "ذاكرة الأرقام" (مقياس وكسلر لذكاء الأطفال بطبعته الرابعة العربية)، في أوقات مختلفة خلال النهار الدراسي: ٩:٠٠، ١١:١٥ و ١٣:٣٠.

أظهر تحليل التباين أن الذاكرة العاملة لا تختلف تبعاً لمتغير الوقت بين المجموعات الثلاث. ولكن يوجد فرق ذو دلالة احصائية بين متوسطات كل مجموعة: ان أداء المتعلمين ذوي الإعاقة البصرية والذين هم من دون إعاقة حسية هو أفضل من أداء ذوي الإعاقة السمعية، باستثناء العلامة الاضافية الخاصة بـ "سعة ذاكرة الأرقام بالترتيب المعاكس"، حيث لم يلاحظ اي فرق بين مختلف المجموعات.

Mots-clés

Mémoire de travail, fluctuations, temps, déficience auditive, déficience visuelle.

Appelée auparavant mémoire à court terme, mémoire primaire, mémoire immédiate, mémoire élémentaire, ou encore mémoire temporaire, les chercheurs parlent actuellement de mémoire de travail (MDT) et mettent l'accent sur sa dimension active (Lemaire, 2006). « La mémoire de travail est la capacité à maintenir de manière active et consciente, l'information reçue, de pouvoir pratiquer sur cette information des manipulations ou des opérations et d'en produire un résultat. » (Wechsler, 2005, p.9). Il s'agit donc d'un système permettant le maintien temporaire et le traitement de l'information nécessaire à l'accomplissement des tâches cognitives complexes, telles que la

compréhension du langage, l'apprentissage, et le raisonnement. Les capacités de ce système sont limitées quant aux informations qu'il est possible d'encoder, maintenir et rappeler. Cette capacité tourne autour de sept plus ou moins deux (appelée par Miller (1956) le « chiffre magique », cité par Matlin, 2001) et serait invariable qu'il s'agisse de chiffres, de lettres, de mots, de nombres, d'images, etc. De plus, la durée de stockage limitée de cette mémoire constitue une deuxième contrainte : en dehors de la répétition, l'oubli survient au bout de 15 secondes.

Dans le cadre de notre recherche, nous nous intéressons à l'étude des fluctuations de la mémoire de travail à différents moments de la journée, et ceci dans le cas particulier de la déficience sensorielle, auditive ou visuelle. L'approche adoptée est celle de la chronopsychologie scolaire (Leconte-Lambert, 1995).

1- Recherches Antérieures

1-1 Mémoire et variations des performances

Les recherches en chronopsychologie se sont penchées sur l'étude des fluctuations de la mémoire (à court terme et à long terme) en fonction des divers moments de la journée.

L'efficacité en mémoire à court terme diminue au cours de la journée, tandis que la rétention à long terme est meilleure l'après-midi. Il existe une supériorité du matin sur le soir pour les rappels immédiats, les sujets utilisant davantage la répétition mentale le matin que l'après-midi ; et ce qui est appris l'après-midi ou le soir est mieux retenu que ce qui est appris le matin, les sujets ayant recours à un traitement sémantique qui facilite le rappel différé (Testu, 2000).

Ebbinghaus (1896, cité par Testu, 2008) étudie les variations périodiques des performances scolaires (26 classes de lycée) en ayant recours à trois épreuves, dont une épreuve de mémorisation de séries de chiffres. Les résultats montrent que la mémorisation est supérieure en début de matinée.

Les recherches expérimentales effectuées par Folkard (1977, cité par Testu, 2008) révèlent la supériorité des performances mnémoniques du

matin en rappel immédiat (mémoire à court terme) par rapport à celles de l'après-midi.

Testu et Clarisse (1999) montrent, à l'encontre des résultats de Folkard, que les scores des rappels sont dépendants de l'heure et du jour de présentation de l'information : ainsi, les meilleurs résultats sont retenus à 9h en comparaison avec ceux de 15h, qu'il s'agisse de rappel immédiat ou différé (une semaine plus tard), et ceci le lundi, mais surtout le jeudi.

La passation d'une épreuve de mémoire, menée par le chercheur auprès d'un échantillon d'élèves libanais (Akiki, 2013) du cycle primaire (n=239, classes de CM2, six groupes d'élèves), consistait à combler un manque de mots dans une série de 23 phrases afin de reconstituer une histoire écoutée une seule fois. Les résultats ont montré que les performances mnémoriques ne sont pas équivalentes entre les groupes dans les différentes situations expérimentales : heure d'écoute (soit à 9h30, soit à 12h50) et type de rappel (immédiat ou différé, une semaine plus tard au même moment). Les performances sont meilleures pour le rappel immédiat à 9h30 qu'à 12h50 ; le rappel différé donne de moins bons résultats, et ceci quel que soit le moment de l'écoute ou du rappel.

Une recherche effectuée en Iran par Esteki et Sadeghi (2010) avait pour objectif de déterminer l'efficacité de la mémoire à court terme (visuelle et auditive) de 104 élèves (52 garçons et 52 filles) au cours d'un rythme circadien, à différents moments de la journée (8h, 11h, 14h et 16h). Les résultats révèlent une différence en fonction du sexe, les garçons présentant une meilleure performance pour la mémoire à court terme visuelle ; par contre, les filles avaient de meilleures performances à 16h, et les garçons à 8h et 11h.

1-2 Mémoire de travail et déficience visuelle

Les recherches traitant des performances mnémoriques chez les déficients visuels mettent en évidence la supériorité des aveugles sur les voyants au niveau de certaines tâches (empan verbal, mémoire sérielle, perception supérieure de la parole dans une situation de résistance au bruit, discrimination de fréquence auditive, etc.).

Une étude de Swanson et Luxenberg (2000) explore la contribution de deux processus (phonologique et exécutif) au niveau des performances mnémoniques chez les enfants aveugles. Deux groupes d'enfants (aveugles et voyants) ont été soumis à des mesures de mémoire à court terme (MCT) et de mémoire de travail (MDT). Les résultats sont équivalents au niveau de la MDT pour les deux groupes ; par contre, les enfants aveugles montrent une supériorité au niveau de la MCT expliquée par le recours à la boucle phonologique.

Withhagen et al. (2013) comparent la MCT et la MDT chez deux groupes d'enfants (aveugles et voyants) âgés de 10 ans. La MCT est mesurée à travers des tâches d'empan de chiffres et de mots, et l'apprentissage de noms. La MDT est mesurée à partir de tâches d'empan de chiffres (à rebours) et d'écoute. Les résultats montrent la supériorité des aveugles au niveau des deux types de mémoire, et surtout dans les tâches verbales de la MDT.

Mais d'autres recherches ne le confirment pas pour le subtest de la mémoire des chiffres du WISC (Weyver et Markham, 1998).

Veispak, Boets et Ghesquiere (2013) étudient la relation entre la lecture, l'audition, la parole et le toucher chez un échantillon d'enfants et d'adultes néerlandais aveugles lisant le braille, comparés à des sujets voyants lisant en noir. Les lecteurs en braille ont des performances égales à celles des voyants au niveau de la conscience phonologique, de meilleurs résultats dans la MCT, et un rendement significativement plus faible au niveau de la récupération lexicale. Les deux groupes ne diffèrent pas quant à la perception de la parole ou du traitement auditif.

Viau (1999) s'intéresse au rôle du module tactile dans la MDT. 22 sujets déficients visuels, âgés de 18 à 60 ans, ont été répartis en deux groupes (les fonctionnellement aveugles et les fonctionnellement voyants). Ils ont exécuté une tâche d'empan tactile avec suppression articulatoire. Les résultats montrent que les sujets fonctionnellement aveugles possèdent un empan tactile spatial qui varie de 3 à 5, et qui serait analogue à l'empan visuel. La présentation visuelle de séquences de lettres serait plutôt de nature visuo-verbale que de nature visuo-spatiale. Le braille ne semble pas soumis aux mêmes structures cognitives que l'imprimé conventionnel (l'écriture en noir) ; il sollicite

d'abord les fonctions spatiales, puis dans un deuxième temps, les stimuli semblent être transférés aux fonctions verbales par l'intermédiaire de la boucle articulatoire. Ainsi, la MDT chez les personnes aveugles possède un module tactile spatial.

1-3 Mémoire de travail et déficience auditive

Nombreuses recherches relèvent un déficit du rappel immédiat chez les enfants sourds en comparaison avec des entendants du même âge, et ceci pour les stimuli linguistiques (chiffres, mots, etc.) ; par contre, leurs performances ne diffèrent pas de celles des entendants dans les tâches ayant recours à des stimuli non verbaux. Certaines montrent la supériorité des sourds dans un ensemble de tâches visuo-spatiales (mémoire des formes, attention visuelle, reconnaissance des visages, détection de mouvement, etc.).

Parasnis et al. (1996) étudient la contribution de la surdité au renforcement de la cognition visuo-spatiale indépendamment de la maîtrise de la langue des signes. Un groupe d'enfants sourds congénitaux (n=12), âgés de 10-12 ans, nés en Inde de parents entendants, et ne maîtrisant pas la langue des signes, et un autre groupe d'enfants entendants (n=12) ont été soumis à une tâche d'empan de chiffres et cinq autres tests mesurant les compétences visuo-spatiales. Le groupe des enfants sourds a montré un plus faible empan des chiffres que le groupe des entendants. Aucune différence n'a été relevée entre les deux groupes au niveau des tests des compétences visuo-spatiales. L'exposition précoce à la langue des signes serait un facteur contribuant à un développement différentiel des compétences visuo-spatiales chez les sourds.

Lopez-Crespo, Daza et Mendez-Lopez (2012) tentent de déterminer si les enfants déficients auditifs (sévères et profonds) ayant recours à divers modes de communication (espagnol oral, langue des signes espagnole ou LSE, ou les deux modes ensemble) présentent une meilleure mémoire visuelle. Les résultats révèlent que les enfants ayant recours à un seul mode (oral ou LSE) ont accompli la tâche de MDT visuelle avec des performances inférieures à celles des déficients auditifs bilingues et à celles du groupe contrôle d'enfants entendants.

Cattani, Clibbens et Perfect (2007) ont étudié les performances de la mémoire visuelle des formes (objets ou formes difficiles à décrire verbalement) chez des individus sourds de naissance (n=40) et entendants (n=51), ayant ou pas recours à la langue des signes. Les résultats sont meilleurs chez les personnes ayant recours aux signes, qu'elles soient sourdes ou entendants. Cette supériorité des performances serait liée aux compétences requises dans l'utilisation de la langue des signes, indépendamment du bagage linguistique.

McDaniel (1980) ne relève pas de différence dans la mémoire visuelle d'enfants sourds et entendants (test de formes géométriques abstraites en mouvement). Il ne retient pas non plus de déficit chez les sourds dans les tâches impliquant un ordre temporel.

Rudner, Andin et Rönnerberg (2009) s'intéressent au cas des personnes utilisant la langue des signes suédoise comme langue maternelle, soit parce qu'ils sont nés sourds, soit parce que leurs parents le sont. La langue des signes induit une réorganisation de l'hémisphère gauche chez ceux qui l'utilisent dès la naissance, et influence les processus de la mémoire de travail qui présente une architecture différente pour le langage signé et le langage parlé.

Boutla et al. (2004) avancent que la MCT chez les déficients auditifs est de l'ordre de 5 ± 1 (et non 7 ± 2 spécifique aux entendants) lors de l'usage de la langue des signes américaine (LSA) plutôt que l'anglais oral. Cette différence entre sourds et entendants ne peut être attribuée à des facteurs phonologiques, à la durée de présentation de l'item, ou à une réduction des habiletés mnémoniques chez les sourds, puisque cette infériorité est retenue même chez les entendants utilisant la LSA. Par contre, la MDT est comparable entre sourds congénitaux utilisant la LSA (n=50) et les entendants bilingues (n=20, enfants d'adultes sourds). Ce qui indique des capacités similaires chez les deux groupes au niveau du maintien et de la manipulation de l'information linguistique.

Stiles, McGregor et Bentler (2012) étudient l'influence de facteurs perturbants (bruit de fond) sur la MDT d'enfants âgés entre 6-9 ans et présentant une déficience auditive légère à modérée. Le test d'empan des chiffres montre des résultats identiques pour le groupe des déficients

auditifs et pour le groupe contrôle. Le bruit n'a pas influencé les performances des deux groupes. Une corrélation a été retenue entre la MDT et le vocabulaire : les enfants ayant la MDT la plus faible possèdent également le vocabulaire le moins riche.

Les résultats au test de mémoire des chiffres du WISC (AuBuchon, Pisoni et Kronenberger, 2015) d'un groupe de 23 déficients auditifs ayant subi un implant cochléaire ont été comparés à ceux d'un groupe contrôle. Ils montrent la supériorité des entendants, et ceci quelle que soit la modalité de passation du test, auditive ou visuelle (par le moyen de l'ordinateur).

2- Problématique de la Recherche

A partir de ce qui précède, nous remarquons que les recherches relatives à l'étude de la mémoire dans le cas de la déficience sensorielle n'ont pas retenu le facteur « temps » comme variable pouvant exercer une influence sur les fluctuations de la mémoire. D'où l'intérêt de notre recherche qui tente de répondre aux questions de base suivantes :

- Comment fluctue la mémoire de travail (MDT) en fonction de divers moments de la journée dans le cas de la déficience sensorielle, qu'elle soit auditive ou visuelle ?
- Y aurait-il une différence entre les performances mnémiques des déficients auditifs ayant recours au module visuel (lecture labiale avec ou sans gestes d'appui), les déficients visuels qui ont recours au module auditif, et les voyants utilisant à la fois les deux modalités (auditive et visuelle) pour capter l'information à traiter en MDT ?

Nos hypothèses se résument comme suit :

- La MDT présenterait un meilleur fonctionnement vers la mi-journée (à 11h15) plutôt qu'en début de matinée (à 9h), en raison des meilleures performances attentionnelles, qui se situent vers 11h-11h30 (d'après le profil classique établi en chronopsychologie).
- Les trois groupes de sujets (déficients visuels ; déficients auditifs ; sujets sans déficience sensorielle) présenteraient de moins bonnes performances au niveau de la MDT en début d'après-midi (13h30).

- Les performances mnémoniques des sujets sans déficience sensorielle et des déficients visuels (informations auditivo-verbales) seraient supérieures à celles des déficients auditifs ayant accès aux chiffres par l'intermédiaire de la lecture labiale avec ou sans appuis gestuels (informations visuo-spatiales).
- Les performances mnémoniques des déficients visuels seraient supérieures à celles des sujets sans déficience.

3- Méthodologie de la Recherche

3-1 Instrument de recherche utilisé

Notre choix a porté sur le subtest « Mémoire des chiffres » du WISC IV destiné aux sujets âgés de 6 à 16 ans, dans sa version arabe (WISC IV-AR, 2013). Il se compose de deux parties : répétition de chiffres en ordre direct et répétition de chiffres en ordre inverse. Il est conçu pour évaluer la mémoire auditive à court terme, les capacités de séquençage, l'attention et la concentration. La tâche de mémoire des chiffres en ordre direct (MCD) fait appel à la mémoire et à l'apprentissage « par cœur », à l'attention, à l'encodage et au traitement auditif. La tâche de mémoire des chiffres en ordre inverse (MCI) implique la mémoire de travail, la transformation de l'information, la manipulation mentale, et la représentation visuo-spatiale. Le passage de la tâche de répétition des chiffres en ordre sériel direct vers la répétition des chiffres en ordre sériel inverse exige de la flexibilité cognitive et de la vivacité intellectuelle ; par conséquent, la mémoire de travail est plus sollicitée en mémoire des chiffres en ordre inverse qu'en ordre direct, et reflète une performance plus complexe (Wechsler, 2005, pp.16-17).

La note brute totale correspond à la somme des notes aux items des deux parties du subtest. Quatre notes additionnelles peuvent être calculées : mémoire des chiffres en ordre direct (MCD) ; mémoire des chiffres en ordre indirect (MDI) ; empan en mémoire des chiffres en ordre direct (EMCD) ; et empan en mémoire des chiffres en ordre inverse (EMCI).

Notre échantillon comprend un groupe d'enfants déficients auditifs.

Le WISC-IV autorise le pointage et l'utilisation de gestes. La passation du subtest « Mémoire des chiffres » nécessite la connaissance de la langue des signes ou la dactylologie pour communiquer avec les enfants. La langue des signes n'étant pas unifiée encore entre les différentes institutions libanaises, nous avons eu recours à la lecture labiale, complétée par des appuis gestuels utilisés par les enfants des institutions, surtout que les déficients auditifs de notre échantillon se situent dans les catégories de déficience sévère ou profonde. Notons que les directives du WISC IV au sujet des déficients auditifs attirent l'attention sur la nécessité de prendre conscience de la possibilité d'existence de troubles ou de handicaps supplémentaires, tels des troubles du comportement, ou des troubles émotionnels, cognitifs, physiques ou des troubles d'apprentissage. Or, le choix de l'échantillon en a tenu compte, les sujets présentant tout autre trouble ou déficience ont été écartés.

Enfin, vu que ce subtest ne se porte pas à des répétitions au cours d'une même journée, voire d'une période rapprochée dans le temps, tel que l'exigent les recherches en chronopsychologie, deux versions (A et B) ont été établies par le chercheur, et ceci en ayant recours à des listes de stimuli différentes et respectant l'ordre fixe du nombre des chiffres du test de base (deux listes de 2, 3, 4, etc. chiffres, et ceci dans les deux parties du subtest, celle de l'ordre direct et celle de l'ordre inverse).

3-2 Participants

Trois institutions accueillant des élèves déficients visuels et auditifs ont été contactées : Institution Al-Hadi pour sourds, aveugles et troubles d'apprentissage - Beyrouth ; Ecole libanaise des sourds et aveugles - Baabda ; Institut Père Roberts pour jeunes sourds - Shailé. Le nombre de sujets dans la catégorie d'âge 10-11 ans étant très limité, nous avons élargi l'éventail et inclus les élèves de 12 ans. La classe n'a pas constitué un critère de choix, vu que les élèves en situation de déficience sensorielle peuvent se retrouver dans des classes ne correspondant pas à leur âge réel. Tous les sujets de ces trois institutions se situant dans la tranche d'âge choisie ont été rencontrés lors des passations.

D'autre part, une école de la région de Jounieh (Collège Central) a été contactée pour le choix du groupe des sujets ne présentant pas de

déficience sensorielle. Pour ce dernier groupe, les élèves appartenant aux trois catégories d'âge ont été retenus au hasard au niveau de différentes classes de 7^{ème} et 6^{ème}. Par conséquent, notre échantillon comprend trois groupes de sujets :

Tableau 1- Répartition des sujets de l'échantillon

<i>Présence ou absence de déficience sensorielle</i>	<i>Nombre</i>
<i>Déficience visuelle</i>	18 répartis comme suit : Cécité totale = 8 Cécité partielle = 10
<i>Déficience auditive</i>	18 répartis comme suit : Surdité sévère = 8 Surdité profonde = 10
<i>Absence de déficience sensorielle</i>	18
<i>Total</i>	54

Tableau 2- Caractéristiques de l'échantillon

<i>Echantillon</i>	<i>Modalité</i>	<i>Effectif</i>	<i>Pourcentage</i>
<i>Age</i>	10 ans	20	37.0
	11 ans	14	25.9
	12 ans	20	37.0
<i>Sexe</i>	Masculin	29	53.7
	Féminin	25	46.3
<i>Niveau scolaire</i>	11 ^{ème}	3	5.6
	9 ^{ème}	4	7.4
	8 ^{ème}	12	22.2
	7 ^{ème}	14	25.9
	6 ^{ème}	21	38.9
<i>Total</i>		54	100

3-3 Procédure expérimentale

Trois jours ont été choisis pour les passations du test : mardi, mercredi et jeudi ; lundi et vendredi ont été exclus car considérés comme étant des jours de moindres performances attentionnelles d'après les recherches en chronopsychologie scolaire (Testu, 2008). Trois passations au cours d'une seule journée ont été prévues pour chaque élève : 9h-9h15 ; 11h15-11h30 ; 13h30-13h45.

Tableau 3- Modalités de passation

<i>Jours de la semaine</i>	<i>Moment 1 9h-9h15</i>	<i>Moment 2 11h15-11h30</i>	<i>Moment 3 13h30-13h45</i>
<i>Mardi</i>	Subtest du WISC IV-Ar	Version A	Version B
<i>Mercredi</i>	Subtest du WISC IV-Ar	Version A	Version B
<i>Jeudi</i>	Subtest du WISC IV-Ar	Version A	Version B

Les passations ont eu lieu individuellement. Deux élèves étaient reçus l'un à la suite de l'autre au cours de ces 15 minutes, vu que la passation du test dure en moyenne entre 5 et 7 minutes au maximum.

Des collaborateurs ont effectué des passations en parallèle à celles du chercheur dans des salles adjacentes, sauf pour le groupe des déficients auditifs pour qui les passations ont été effectuées dans leur totalité par le chercheur lui-même. Trois séries de tests ont été annulées pour trois élèves déficients auditifs, vu leur difficulté de communication orale. Deux autres séries de tests n'ont pas été retenues à cause de l'absentéisme de deux élèves au cours de la dernière passation.

4- Analyse des Résultats

Nous présentons dans la partie suivante les résultats des trois groupes d'élèves en fonction des cinq notes obtenues pour les trois passations du test : note MCD (mémoire des chiffres – ordre direct) ; note MCI (mémoire des chiffres – ordre indirect) ; note brute totale ; note EMCD (empan en mémoire des chiffres en ordre direct) ; et note EMCI (empan en mémoire des chiffres en ordre inverse). Les données obtenues

lors des passations ont été soumises à des Anova sur mesures répétées réalisées à l'aide du logiciel SPSS (Version 20).

Les résultats de l'analyse de variance ne montrent pas de différence significative en fonction des divers moments de la journée, et ceci pour les cinq notes du test. Par contre, des différences significatives sont relevées au niveau des moyennes entre les groupes (*tests of between subjects effects*).

4-1 La mémoire des chiffres en ordre direct (MCD)

Tableau 4- Moyenne des scores bruts de la MCD en fonction des moments de la journée

<i>Modalité sensorielle</i>	<i>Moment de passation</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>
<i>Déficiência visuelle</i>	1	8.11	2.298
	2	8.27	2.697
	3	8.66	2.744
<i>Déficiência auditive</i>	1	5.33	1.328
	2	5.38	1.819
	3	5.44	1.504
<i>Absence de déficiência</i>	1	7.50	.924
	2	7.33	1.237
	3	7.72	1.227

La différence entre les moyennes des groupes pour les scores bruts de la MCD est significative : $F = 14.727$; $sig = .000$; Partial eta squared = .366.

Les comparaisons multiples montrent une différence significative au seuil 0.05 entre les moyennes des déficients visuels et des déficients auditifs (différence de moyenne = 2.96 ; $sig = .000$), ainsi qu'entre les

élèves sans déficience et les déficients auditifs (différence de moyenne = 2.13 ; sig = .001).

4-2 La mémoire des chiffres en ordre indirect (MCI)

Tableau 5- Moyenne des scores bruts de la MCI en fonction des moments de la journée

<i>Modalité sensorielle</i>	<i>Moment de passation</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>
<i>Déficience visuelle</i>	1	6.88	1.745
	2	7.38	2.355
	3	6.83	1.886
<i>Déficience auditive</i>	1	5.44	1.504
	2	5.88	2.220
	3	5.61	1.819
<i>Absence de déficience</i>	1	7.05	1.731
	2	6.66	1.910
	3	7.00	1.328

La différence entre les moyennes des groupes pour les scores bruts de la MCI est significative : $F = 3.998$; sig = .024 ; Partial eta squared = .136.

Les comparaisons multiples montrent une différence significative au seuil 0.05 entre les moyennes des déficients visuels et des déficients auditifs (différence de moyenne = 1.39 ; sig = .035), ainsi qu'entre les élèves sans déficience et les déficients auditifs (différence de moyenne = 1.26 ; sig = .024).

4-3 Note brute de la mémoire de travail

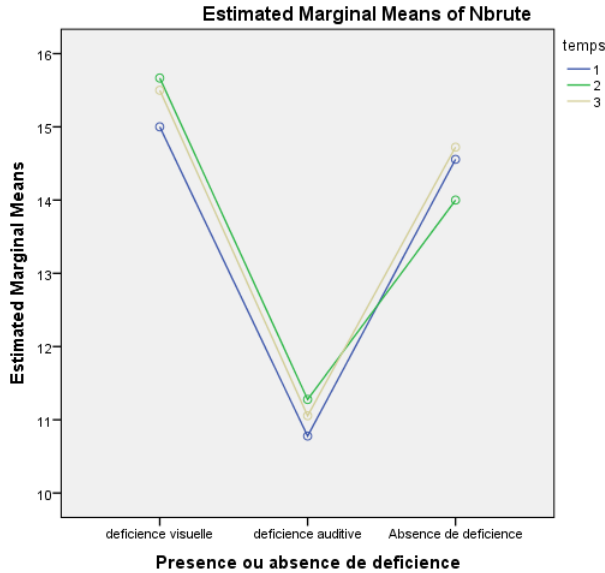
Tableau 6- Moyenne des notes brutes de la MDT en fonction des moments de la journée

<i>Modalité sensorielle</i>	<i>Moment de passation</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>
<i>Déficience visuelle</i>	1	15.00	3.678
	2	15.66	4.485
	3	15.50	3.400
<i>Déficience auditive</i>	1	10.77	2.487
	2	11.27	3.816
	3	11.05	2.940
<i>Absence de déficience</i>	1	14.55	1.977
	2	14.00	2.275
	3	14.72	2.024

La différence est significative entre les moyennes des notes brutes de la MDT : $F = 10.940$; $sig = .000$; Partial eta squared = .300.

Les comparaisons multiples montrent une différence significative au seuil 0.05 entre les moyennes des déficients visuels et des déficients auditifs (différence de moyenne = 4.35 ; $sig = .000$), ainsi qu'entre les élèves sans déficience et les déficients auditifs (différence de moyenne = 3.39 ; $sig = .003$).

Fig.1- Variations journalières des notes brutes de la MDT selon le moment de la journée et la modalité sensorielle



Remarque : Une analyse de variance (*one way anova*) a été effectuée après avoir transformé les notes brutes en notes standards pour la première passation basée sur le WISC IV-AR (2013) étalonné sur une population libanaise et saoudienne. Les résultats montrent une différence significative entre les trois groupes : $F = 13.560$; $sig = .000$

Les comparaisons multiples révèlent une différence significative au seuil 0.05 entre les moyennes des déficients visuels et des déficients auditifs (différence de moyenne = 4.33 ; $sig = .000$), ainsi qu'entre les élèves sans déficiance et les déficients auditifs (différence de moyenne = 3.83 ; $sig = .000$).

Les notes standards les plus élevées ont été obtenues par les élèves déficients visuels (16, 17 et 18) avec un minimum de 5 et un maximum de 18. Les notes des sourds varient entre un minimum de l'ordre de 1 et un maximum de 10. Enfin, pour les non déficients, le minimum est de l'ordre de 7 et le maximum de 14.

4-4 Empan en mémoire des chiffres en ordre direct (EMCD)

Tableau 7- Moyenne des scores bruts de l'EMCD en fonction des moments de la journée

<i>Modalité sensorielle</i>	<i>Moment de passation</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>
<i>Déficience visuelle</i>	1	5.55	1.381
	2	5.66	1.455
	3	5.72	1.487
<i>Déficience auditive</i>	1	4.11	.900
	2	4.00	.907
	3	4.16	.985
<i>Absence de déficience</i>	1	5.11	.676
	2	5.00	.594
	3	5.27	.752

La différence entre les moyennes des groupes pour les scores bruts de l'EMCD est significative : $F = 12.803$; $sig = .000$; Partial eta squared = .334.

Les comparaisons multiples montrent une différence significative au seuil 0.05 entre les moyennes des déficients visuels et des déficients auditifs (différence de moyenne = 1.56 ; $sig = .000$), ainsi qu'entre les élèves sans déficience et les déficients auditifs (différence de moyenne = 1.04 ; $sig = .005$).

4-5 Empan en mémoire des chiffres en ordre indirect (EMCI)

Tableau 8- Moyenne des scores bruts de l'EMCI en fonction des moments de la journée

<i>Modalité sensorielle</i>	<i>Moment de passation</i>	<i>Moyenne</i>	<i>Ecart type</i>
<i>Déficience visuelle</i>	1	3.88	1.132
	2	4.27	1.274
	3	3.61	.979
<i>Déficience auditive</i>	1	3.05	.998
	2	3.27	1.320
	3	3.33	1.188
<i>Absence de déficience</i>	1	3.94	1.110
	2	3.72	.958
	3	4.05	.873

Les résultats des comparaisons multiples ne montrent aucune différence significative entre les moyennes des déficients visuels, des déficients auditifs, et des élèves sans déficience sensorielle en ce qui concerne les scores bruts de l'EMCI.

A noter enfin qu'aucune différence significative n'a été retenue au niveau des résultats en fonction du sexe, de l'âge, et du niveau scolaire.

5- DISCUSSION DES RESULTATS

Nos deux premières hypothèses cherchaient à établir un rapport entre le pic du profil attentionnel retenu par les recherches antérieures vers 11h-11h30 (Testu, 2008) et les performances mnémoniques relatives à la mémoire de travail, vu que cette dernière exige de fortes capacités attentionnelles. Majerus (2014) note l'importance des capacités attentionnelles lors de la réalisation de tâches de mémoire exigeant le

maintien temporaire de l'information verbale (comme dans les tâches de mémoire à court terme), ou la manipulation, les doubles tâches, etc. (comme dans la mémoire de travail). L'attention sélective y est fortement impliquée.

Or nos résultats montrent que les performances mnémoniques ne sont pas supérieures à 11h15, tel que le postule notre hypothèse, et ne semblent pas diminuer en début d'après-midi à 13h30, et ceci chez les trois groupes de sujets de notre échantillon. Les capacités attentionnelles requises lors des tâches de mémorisation des chiffres, qu'elles soient en ordre sériel direct ou inverse, fonctionnent indépendamment du moment de la journée. La consigne « Ecoute bien attentivement » qui invite les sujets à se concentrer, et le temps requis pour la passation étant limité (5 minutes en moyenne), pourraient expliquer l'absence de chute de la concentration et l'absence de fluctuation des performances mnémoniques. Signalons également que les exigences cognitives requises pour ce test ne se limitent pas uniquement à l'attention.

Notre troisième hypothèse qui avance la supériorité des performances mnémoniques chez les élèves déficients visuels et les élèves ne présentant pas de déficience sensorielle par rapport aux élèves déficients auditifs est confirmée, et ceci en ce qui concerne la note brute obtenue au test, ainsi que pour les notes additionnelles, à l'exception de l'EMCI. Nos résultats vont dans le sens des résultats des recherches antérieures relevant un retard des sourds dans le rappel immédiat des stimuli linguistiques, qu'ils soient des chiffres ou des mots. Le subtest utilisé dans ses trois versions n'inclut pas des stimuli non verbaux pour lesquels les sourds présentent généralement de meilleures performances. Il se base sur un matériel verbal en présentation auditive qui bénéficie d'un accès direct à la composante phonologique de la MDT. La boucle phonologique est une mémoire active de l'information qui est propre au langage. Elle stocke un nombre limité d'informations sonores dans un laps de temps très bref. C'est dans ce module de la MDT que s'effectue le processus d'auto-répétition subvocale (répétition mentale des mots dans le registre phonologique) (Matlin, 2001). Les personnes voyantes utilisent les deux modalités, visuelle et auditive, pour capter l'information à traiter en MDT. Quant aux personnes aveugles, elles ont

recours à la seule modalité auditive. Qu'en est-il des personnes déficientes auditives ?

Nous savons que la compréhension de la parole n'est pas uniquement déterminée par la réception d'indices acoustiques présents au niveau du discours oral. Il existe une perception visuelle de la parole à travers la lecture labiale. Le labiolecteur est capable de retenir les éléments visuels informatifs de façon séquentielle en mémoire à court terme avant la combinaison intégrative avec les éléments issus du canal auditif (Virole, 2006). Il est connu que les personnes entendantes utilisent de façon inconsciente la lecture labiale qui favorise l'intelligibilité, surtout lorsque les conditions de transmission acoustique sont perturbées. Il semble que la lecture labiale et le discours entendu soient traités de la même façon dans la MCT. Mais la qualité des représentations du discours basée uniquement sur les aspects visuels peut différer de celle basée sur les données visuo-auditives (MacSweeney, 1998). La lecture labiale seule, sans information auditive, est rendue difficile ; la compréhension du message devient limitée. Ce qui désavantage les déficients auditifs. C'est pourquoi, les aides manuelles à la lecture labiale, comme le langage parlé complété ou LPC, améliorent la perception phonétique chez les sourds et suppléent le manque.

A noter également qu'aucune différence significative n'a été retenue entre les trois groupes en ce qui concerne l'empan en mémoire des chiffres en ordre inverse (EMCI). A ce niveau, la moyenne de l'empan des trois groupes se situe autour de 5 ± 1 (et non 7 ± 2 spécifique aux entendants). Les voyants et les déficients visuels de notre échantillon se situent dans la même limite que celle des sourds. Cette note additionnelle, qui reflète les capacités de la mémoire de travail plus sollicitée en mémoire des chiffres en ordre inverse qu'en ordre direct, met tous les sujets au même niveau.

Notre dernière hypothèse qui prévoit la supériorité des aveugles au niveau de la mémoire de travail par rapport aux voyants, expliquée par le recours à la boucle phonologique, n'a pas été validée. Le subtest utilisé a recours à une tâche de mémorisation des chiffres qui est maîtrisée par les enfants déficients visuels et par les voyants, vu la familiarité des chiffres au-delà de 7-8 ans. Ce qui ne met pas les voyants dans une situation

désavantageuse comme dans le cas de l'empan verbal. Signalons que nos résultats rejoignent d'autres recherches qui ne décèlent pas de différence au subtest « Mémoire des chiffres » du WISC IV entre déficients visuels et voyants (Wyver et Markham, 1998).

Pour conclure, nous pouvons avancer que malgré les limites de non représentativité de l'échantillon, l'originalité de notre recherche se situe au niveau de l'étude de la mémoire de travail dans le cadre de la déficience sensorielle, qu'elle soit visuelle ou auditive, et ceci en ayant recours à une approche chronopsychologique, approche non adoptée à notre connaissance dans les recherches antérieures. Cette étude comparative apporte des données qui enrichissent le domaine de la chronopsychologie scolaire et de l'éducation spécialisée, et incitent à s'orienter vers de nouvelles problématiques liées au domaine de la mémoire de travail au niveau des apprentissages scolaires.

Bibliographie

1. AuBuchon A., Pisoni D., Kronenberger W. (2015). Short-term and working memory impairments in early-implanted, long-term cochlear implant users are independent of audibility and speech production, *Ear & Hearing*, nov.-dec., 36(6), 733-737. DOI: 10.1097/AUD.000000000000189
2. Akiki J. (2013). Rythmes scolaires et fluctuations de la mémoire et de l'attention, *Recherches pédagogiques*, 23, 74-116.
3. Boutla M., Supalla T., Newport E.L., Bavelier D. (2004). Short-term memory span : insights from sign language. *Nature Neuroscience*, Sept, 7(9), 997-1002. www.nature.com/natureneuroscience. Publié online le 15 Août 2004. Consulté le 30/6/2016
4. Cattani A., Clibbens J., Perfect T.J. (2007). Visual memory for shapes in deaf signers and nonsigners and in hearing signers and nonsigners : atypical lateralization and enhancement. *Neuropsychology*, Jan, 21(3). www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17201534 Consulté le 16/10/2016
5. Esteki M., Sadeghi D. (2010). Comparison of short term memory efficiency (visual and audio) at circadian rhythm (chronopsychology). *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 5. Available online. Published by Elsevier Ltd : doi :10.1016/j.sbspro.2010.07.404. Consulté le 7/7/2016
6. Leconte-Lambert C. (1995). La chronopsychologie à l'école (pp.456-489). In Gaonac'h D. et Golder C. *Manuel de psychologie pour l'enseignement*. Paris : Hachette.
7. Lemaire P. (2006). *Psychologie cognitive*. Bruxelles : De Boeck et Larcier.
8. Lopez-Crespo G., Daza M.T., Mendez-Lopez M. (2012). Visual working memory in deaf children with diverse communication modes : improvement by differential outcomes. *Research in Developmental Disabilities*, Mar-Apr, 33(2), 362-8. www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22119682 Consulté le 16/12/2015

9. MacSweeney M. (1998). Short-term memory process and reading by deaf children. *ACFOSII, Surdité et accès   la langue  crite*, 28 Nov., 181-188. www.acfos.org/publication/ourarticles/pdf. Consulté le 4/4/2016
10. McDaniel E.D. (1980). Visual memory in the deaf. *American Annals of the Deaf*, Feb, 125(1), 17-20. www.muse.jhu.edu/journals/american_annals_of_the_deaf/summary/v125/125.1.mcdani... Consulté le 16/12/2015
11. Majerus S. (2014). L' valuation de la mémoire   court terme. In Seron X. et Van der Linden M. (Eds). *Trait  de neuropsychologie clinique*. Marseille : Solal (2^{ me}  d.).
12. Matlin M. (2001). *La cognition*. Bruxelles : De Boeck Universit  (4 me  d.). (Tr. A. Brossard)
13. Parasnis I., Samar V.J., Bettger J.G., Sathe K. (1996). Does deafness lead to enhancement of visual spatial cognition in children? Negative evidence from deaf nonsigners. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 1(2), 145-152. www.jdsde.oxfordjournals.org/deafness_and_visual_spatial_cognition.pdf Consulté le 16/12/2015
14. Rudner M., Andin J., R nnberg J. (2009). Working memory, deafness and sign language. *Scandinavian Journal of Psychology*, 50(5), 495-505. www.dx.doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00744.x. Consulté le 14/6/2015
15. Stiles D., McGregor K., Bentler R. (2012). Vocabulary and working memory in children fit with hearing aids. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55(1), 154-167. <http://eric.ed.gov> Consulté le 14/6/2015
16. Swanson H.L., Luxenberg D. (2000). Short-term memory and working memory in children with blindness : support for a domain general or domain specific system ? *Child Neuropsychology*, 15(3), 280-294. www.tandfonline.org Consulté le 16/6/2015
17. Testu F., Br chon G., Clarisse R., Fontaine R., Le Floc'h N. (2008). *Rythmes de vie et rythmes scolaires. Aspects chronobiologiques et chronopsychologiques*. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson SAS.
18. Testu F. (2000). *Chronopsychologie et rythmes scolaires*. Paris : Masson.
19. Testu F., Clarisse R. (1999). Time-of-day and day-of-week on mnemonic performance. *Chronobiol Int*, Jul., 16(4), 491-503.

20. Veispak I., Boets B., Ghesquiere P. (2013). Differential cognitive and perceptual correlates of print reading versus braille reading. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 372-385. <http://eric.ed.gov> Consulté le 17/6/2016
21. Viau R. (1999). *Le module tactile de la mémoire de travail et l'influence de la condition visuelle sur le développement*. Thèse présentée comme exigence partielle du doctorat en psychologie. Université du Québec, Montréal. www.mira.ca/en/r-amp-d/10/IMG/pdf/conditionvisuelleetmemoire.pdf Consulté le 16/12/2015
22. Virole B. (2006). *Psychologie de la surdité*. Bruxelles : De Boeck et Larcier (3^{ me}  d.).
23. Wechsler D. (2005). *WISC-IV. Manuel d'interprétation*. Paris: Ecpa.
24. WISC IV-AR. س م وكسلر لقياس الذكاء لدى الاطفال بطبعته الرابعة – العربية. دليل التطبيق والعلامات
25. NCS – Pearson Inc. (2003). LTE – Liban Tests Editions (2013).
26. Withhagen A., Kappers A., Vervloed M., Knoors H., Verhoeven L. (2013). Short-term memory and working memory in blind versus sighted children.
27. *Research in Developmental Disabilities*, July, 34(7), 2161-2172. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891422213001327, Consulté le 18/12/2015
28. Wyver S.R., Markham R. (1998). Do children with visual impairments demonstrate superior short-term memory, memory strategies, and metamemory ? *Journal of Visual Impairment and Blindness*, Nov., 92(11), 799-811. <http://www.afb.org/jvib> Consulté le 17/6/2016