

Mémoire à court terme verbale chez
l'enfant dyslexique :
nouvelle approche : modèle de Steve
MAJERUS

Coralie DURAND

Neuropsychologue

Les Airelles

(Grasse 06)



Quelques définitions...

Mémoire à court terme (MCT) :

Systeme permettant le stockage d'informations pendant un laps de temps très court (*Atkinson & Shiffrin, 1968*).

Mémoire de travail (MDT) :

Maintenir et manipuler temporairement une petite quantité (7 +/- 2 éléments) d'informations pendant la réalisation de tâches cognitives diverses (*calcul mental, raisonnement, compréhension de textes...*)

Des modèles ont été proposés dont le plus influent celui de la mémoire de travail de Baddeley (*Baddeley et Hitch, 1974, 1986, 2000*).

Modèle de BADDELEY (2000)

Un administrateur central «Chef d'orchestre»

Intervention de 2 systèmes
« esclaves » pour stocker
temporairement les infos.

Le calepin visuo-spatial

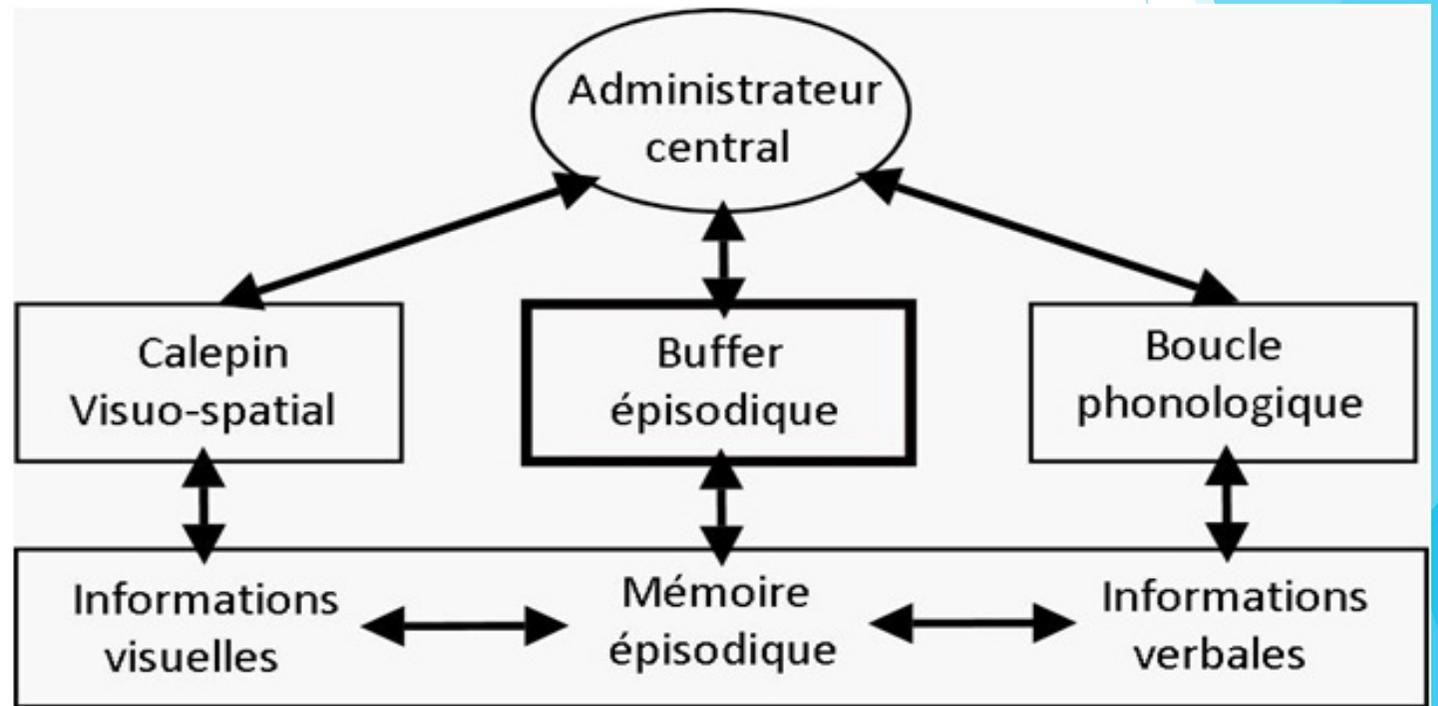
stocke les images mentales.

La boucle phonologique

stocke les éléments verbaux.

Le Buffer épisodique

Interface entre les systèmes
« esclaves » et la MLT



Comment évaluer les capacités de la MDT ?

Les différentes composantes de la mémoire de travail sont évaluées par des tâches spécifiques :

L'Administrateur Central est testé par des épreuves d'empans complexes par exemple les empans de répétition inverse...

Le Calepin visuo-spatial est testé par des épreuves de reconnaissances de patterns visuels ou blocs de Corsi par exemple.

La boucle phonologique est évaluée par des tâches d'empans simples : répétitions d'items.

Limites du modèle de BADDELEY

Dans son modèle Baddeley n'évoque pas la mémoire de l'ordre des items présentés lors de tâches d'empan.

Pourtant, les mesures les plus pures de la MCT verbale seraient celles qui maximisent la rétention de l'ordre sériel.

Elles seraient de meilleurs prédicteurs du niveau de développement du vocabulaire chez des enfants de 4 à 6 ans que les mesures maximisant la rétention de l'information «item».

(Majerus, Poncelet, Greffe & Van Der Linden, 2006)

La mémoire à court terme revisitée : le modèle de MAJERUS

Selon Majerus, les tâches d'empan classiques, rappel de chiffres ou de mots, recrutent des processus cognitifs plus complexes qu'en apparence.

D'après ses précédentes recherches, le modèle de la mémoire à court terme verbale de Majerus (2010) met en évidence 3 processus censés intervenir lors de ces tâches :

- L'activation temporaire du système langagier
- Le traitement de l'ordre sériel
- L'attention sélective

Les différentes erreurs traduisant des atteintes de 2 systèmes distincts.

Erreur de type item :

- Déficit du système langagier : 3-8-6 → 3-5-6

Erreur de type ordre sériel :

- Atteinte du système spécifique du traitement de l'ordre sériel : 3-8-6 → 8-3-6

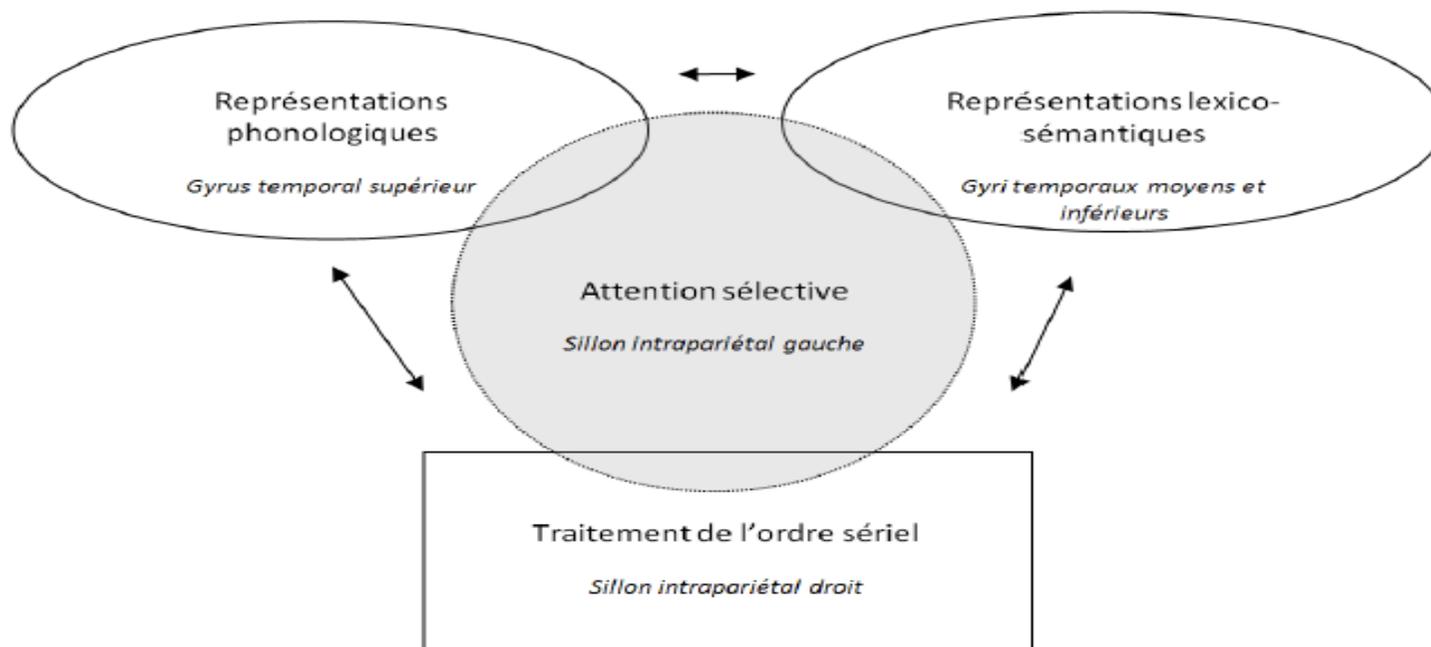
Modèle de MAJERUS :

Majerus et son équipe étudient l'aspect «**stockage**» de la composante verbale de la MDT. Ils ne s'intéressent pas aux traitements auxquels ces informations vont être soumises, la manipulation des informations.

D'où le terme :

Mémoire à court terme verbale et non pas Mémoire de travail verbale.

La mémoire à court terme verbale revisitée : Modèle de MAJERUS



Modèle A-O-STM (Attention, Order Short-term memory activation model) élaboré par Majerus et ses collaborateurs (2010)

Activation du système langagier (1)

Dans les tâches de MCT verbale les connaissances langagières au niveau phonologique et sémantique vont déterminer la quantité de mots correctement rappelés (*Majerus, 2010*).

Dépendance directe entre MCT verbale et connaissances langagières à LT :

Des éléments issus d'études de cas neuropsychologiques montrent le lien entre déficits langagiers et déficits de la MCT : cas de dysphasie par exemple.

Activation du système langagier (2)

Données en IRM fonctionnelle :

- **Les connaissances langagières sont fortement liées à la MCT verbale.**

Les régions du cerveau sous-tendant le traitement langagier (*régions temporales supérieures, moyennes et inférieures*) sont aussi recrutées lors de la réalisation de tâches de MCT verbal et vont rester actives pendant toute la phase de maintien du stimulus. (*Collette, 2001, cité par Majerus, 2010*)

- **L'activation temporaire des connaissances langagières doit être considérée comme une propriété fondamentale du fonctionnement de la MCT verbale.**

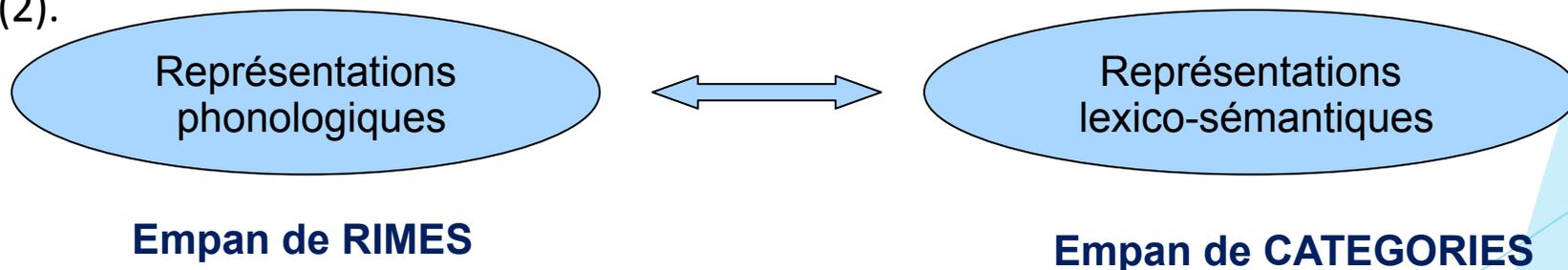
Des nouvelles tâches d'empan

Deux types d'empan sont proposés :

Ces tâches sont détaillées dans la partie expérimentale.

- **Empan de rimes**
- **Empan de catégories**

Majerus fait une distinction entre le rappel de l'information «**item**» via l'activation **des représentations phonologiques** (1) et le rappel de l'information «**item**» via l'activation des **représentations lexico-sémantiques** (2).



Traitement de l'ordre sériel (1)

Selon Majerus, il existerait un système spécifique chargé du traitement de **l'ordre sériel** (Majerus et al. 2006).

Exemple

Dans une tâche d'empan classique : **3-8-6**

Il faut se rappeler que **3** est en 1ère position, **8** en 2ème position et **6** en 3ème position d'où **l'importance de prendre en compte cette mémoire sérielle.**

Traitement de l'ordre sériel (2)

Les résultats de l'expérience de Majerus, Poncelet et Greffe 2006 montrent que les performances aux tâches mesurant la rétention de l'information «**ordre sériel**» à court terme sont mieux corrélées, au niveau de vocabulaire chez des enfants de 4 à 6 ans, que les performances aux tâches mesurant la rétention de l'information «item».

Les enfants qui ont de bonnes performances en rappel de **l'ordre sériel** sont aussi ceux qui ont un meilleur niveau de vocabulaire (*corrélation significative*)

Selon Gupta, les capacités à maintenir l'ordre des unités, et donc des phonèmes, seraient déterminantes dans l'apprentissage de nouveaux mots. (*Gupta, 2003*).

D'où l'importance de prendre en compte le traitement de l'ordre sériel en MCT lorsque l'on étudie le développement du langage chez l'enfant.

Traitement de l'ordre sériel (3)

L'expérience de Majerus et al (2007) :

L'expérience a mis en évidence un déficit spécifique du traitement de **l'ordre sériel** sans déficit de la mémoire de l'information «item» chez des enfants souffrants d'une microdélétion du chromosome 22q11.2 comparativement à des enfants sains.

Le traitement de l'ordre sériel est donc un système spécifique et doit être un facteur important à prendre en compte lors de l'étude de la MCT verbale.

- Majerus a donc imaginé une tâche d'empan spécifique ne mesurant que l'ordre sériel (la nature des items est déjà connue, seul l'ordre est à retenir). La tâche sera détaillée dans la partie expérimentale.

L'influence des facteurs attentionnels

Pour Baddeley (1974) :

Il y a peu d'influence des facteurs attentionnels dans de simples tâches d'empan classiques : maintien et restitution.

Pour Majerus et al. (2009) :

Ils ont montré que les tâches d'attention sélective auditive (détecter des mots cibles dans une séquence auditive de mots) permettaient d'expliquer plus de 30 % de la variance des performances dans une tâche de mémoire à court terme verbale.

Il existerait alors un système de focalisation attentionnelle qui dirigerait les ressources attentionnelles vers les différentes composantes du modèle.

La mémoire à court terme revisitée : Le modèle de MAJERUS

Toutes les études précédentes ont permis à Majerus et ses collaborateurs de mettre en place le modèle « **A-O-STM** » qui considère que la MCT émerge de l'interaction entre 3 systèmes distincts :

- La mémoire à long terme
- Le traitement de l'ordre sériel
- Les capacités attentionnelles

Dyslexie développementale

Trouble durable de l'apprentissage du langage écrit

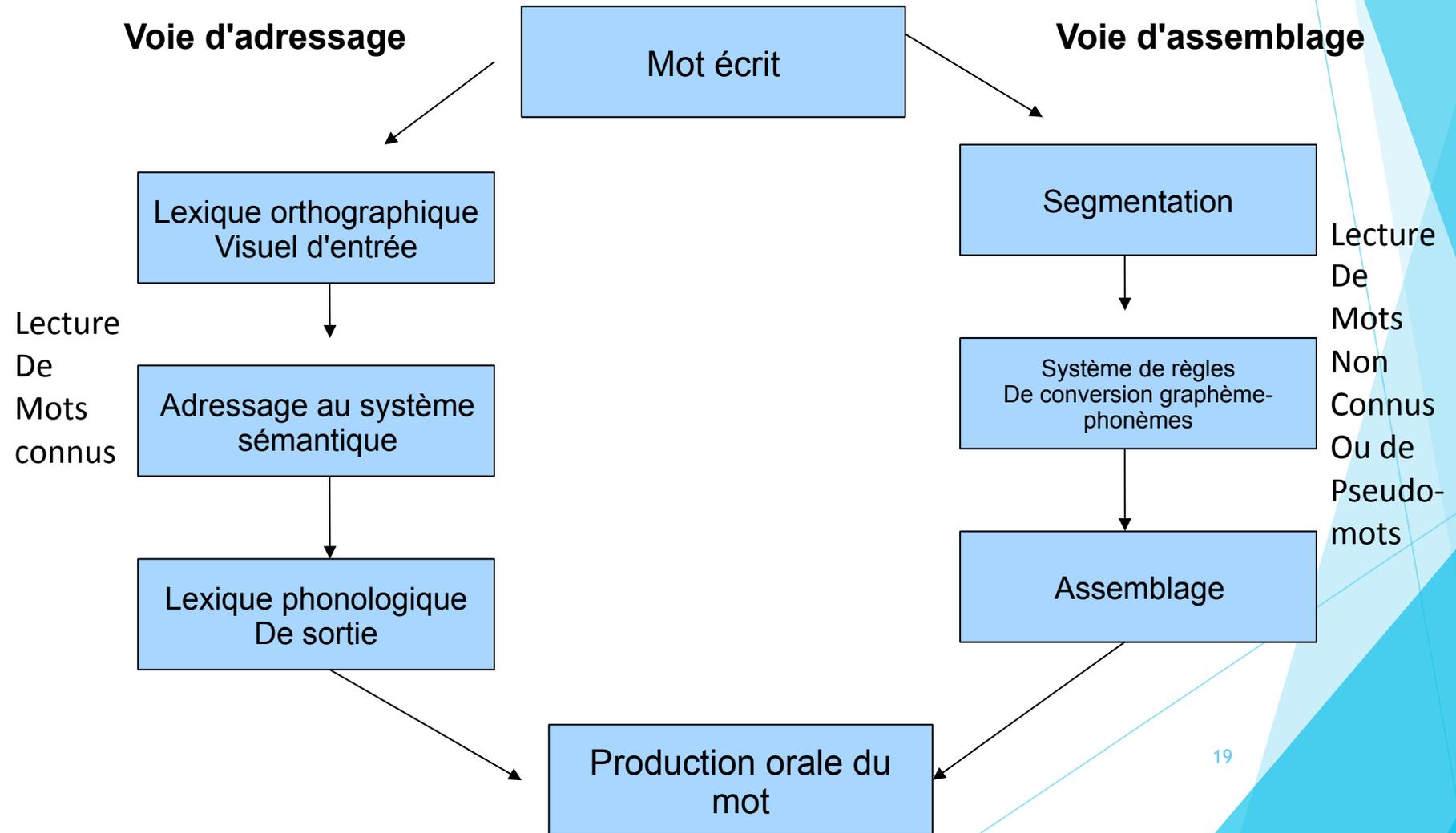
➤ Critères diagnostiques (OMS) :

- La note obtenue à une épreuve standardisée de lecture doit se situer à au – 2 ET en dessous du niveau attendu chez l'enfant compte tenu de son âge chrono et de son niveau d'intelligence générale.
- Retard de 24 mois en lecture après le début de l'apprentissage de la lecture.
- Trouble persistant et déficit concerne particulièrement la reconnaissance des mots.

➤ Des critères d'exclusion doivent être vérifiés :

- Eliminer une déficience intellectuelle (QI < 70).
- Les difficultés ne doivent pas être dues à des causes primaires sensorielles, ni à une lésion cérébrale, ni à des facteurs psychologiques ou environnementaux.

Modèle à 2 voies de lecture



Déficit MCT verbale et dyslexie

- Difficultés dans les voies d'assemblage et d'adressage.
- Difficultés en compréhension d'un texte lu.
- Difficultés pour retenir les tables de multiplication.
- Difficultés dans les tâches d'apprentissage par cœur (*poésie*) et apprentissage de leçons (*Ramus, 2005*).

But de l'étude

- Fournir un nouvel éclairage sur les déficits en MCT verbale chez les dyslexiques en mesurant de manière « pure » les différents processus et systèmes intervenant dans une tâche de MCT verbale.
- Apporter des arguments en faveur ou à l'encontre du modèle de Majerus (2010).

Hypothèses

- **Hypothèse 1 :**
Les dyslexiques auront de moins bonnes performances que les normo-lecteurs (*groupe contrôle*) dans les 3 tâches d'empan : **ordre sériel**, **empan de catégories** et **empan de rimes**.
- **Hypothèse 2 :**
Des dissociations devraient être observées entre les différents types d'empan chez les dyslexiques.
- **Hypothèse 3 :**
Une corrélation positive devait être observée entre les tâches d'empan et les performances aux tâches d'attention pour les deux populations.
- **Hypothèse 4 :**
Les difficultés en MLT observées chez certains dyslexiques devraient être en relation avec un déficit dans un ou plusieurs des systèmes de mémoire à court terme.

Population

9 enfants/adolescents dyslexiques (M = 159 mois)

11 enfants/adolescents normo-lecteurs (M = 158,8 mois)

N = 20

Matériel et procédure

➤ Tâche d'empan «ordre sériel»

Consignes ordre sériel : « Tu vas entendre des chiffres, tu devras les replacer dans l'ordre avec ces petits carrés en mousse qui sont devant toi. Attends bien que j'ai fini de dire tous les chiffres. Tu es prêt ? Attention, la tâche devient plus difficile, il va y avoir plus de chiffres que tout à l'heure, il faut que tu essaies d'en placer le plus possible dans l'ordre ».

Série de 3 à 9 items.

Exemple : 2-3-1



➤ Tâche d'empan de catégories

Consigne :

« Je vais te présenter des séries de mots de plus en plus longues. A la fin de chaque série, je vais te dire un nouveau mot. Tu dois alors juger si ce mot appartient à la même catégorie sémantique (à la même famille) qu'un des mots présentés dans la série. Si oui, tu dois me dire lequel. Les catégories sémantiques (les familles) qui seront utilisées se trouvent sur cette feuille et cette feuille te servira comme aide pendant les premiers essais. La taille de ces séries va augmenter petit à petit et nous passerons d'une longueur 1 à une longueur 7 ! La tâche sera donc de plus en plus difficile. Tu es prêt ? ».

Exemple longueur 2 :

Abeille-Bonnet
Coiffeur-crayon

cigale → **OUI**
lézard → **NON**

Exemple longueur 3 :

Grenouille-lavande-marmite
Crapaud-casserole-commode

Placard → **NON**
Assiette → **OUI**

1 point par bonne réponse : 44 points maximum

➤ **Empan de rimes :**

La consigne est la suivante : « Je vais te présenter des séries de mots de plus en plus longues. A la fin de chaque série, je vais te dire un nouveau mot. Tu dois alors juger si ce mot appartient à la même catégorie sémantique (à la même famille) qu'un des mots présentés dans la série. Si oui, tu dois me dire lequel. Les catégories sémantiques (les familles) qui seront utilisées se trouvent sur cette feuille et cette feuille te servira comme aide pendant les premiers essais. La taille de ces séries va augmenter petit à petit et nous passerons d'une longueur 1 à une longueur 7 ! La tâche sera donc de plus en plus difficile. Tu es prêt ? ».

Exemple Longueur 2 :

Bourse-Poulet
Palace-chaudron

Cachet → **OUI**
Clairière → **NON**

Exemple Longueur 3 :

Mannequin, bagage, gibier
Station, hall, index

Panneau → **NON**
Camion → **OUI**

1 point par bonne réponse : 44 points max

Tests neuropsychologiques

➤ Tâche d'attention auditive de la NEPSY :

Ce test permet de mesurer l'attention sélective et les capacités d'inhibition.

Matériel :

- Une boîte et des carrés en mousse rouges, jaunes, bleus et noirs.
- Une bande sonore présente des noms de couleur (rouge, bleu, jaune, noir) à raison d'un mot par seconde.

La tâche dure deux fois 3 minutes.

Partie A : La tâche mesure les capacités d'attention sélective.

Partie B : La tâche mesure en plus l'inhibition et la flexibilité mentale.

➤ Tâche de mémoire à long terme de la BEM 84 (*auditivo-verbales*) :

- Rappel d'une histoire courte.
- Rappel d'une liste de 12 mots.

Résultats (1)

Tâche ordre sériel :

performances des dyslexiques (M = 21,8 : ET = 5,6) sont significativement inférieures aux performances du groupe contrôle. (M = 29,5)

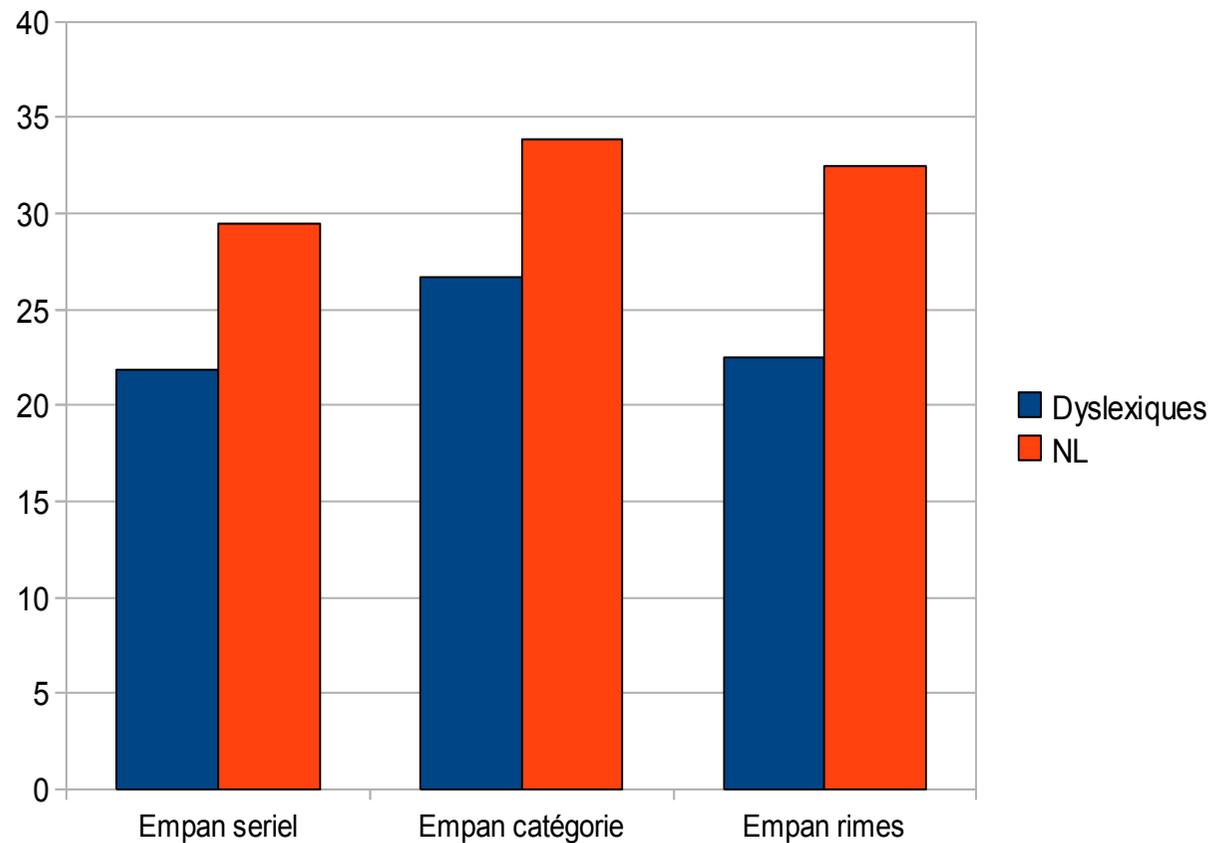
Tâche empan de catégories :

performances des dyslexiques (M = 26,7) sont significativement inférieures aux performances du groupe contrôle (M = 33,9).

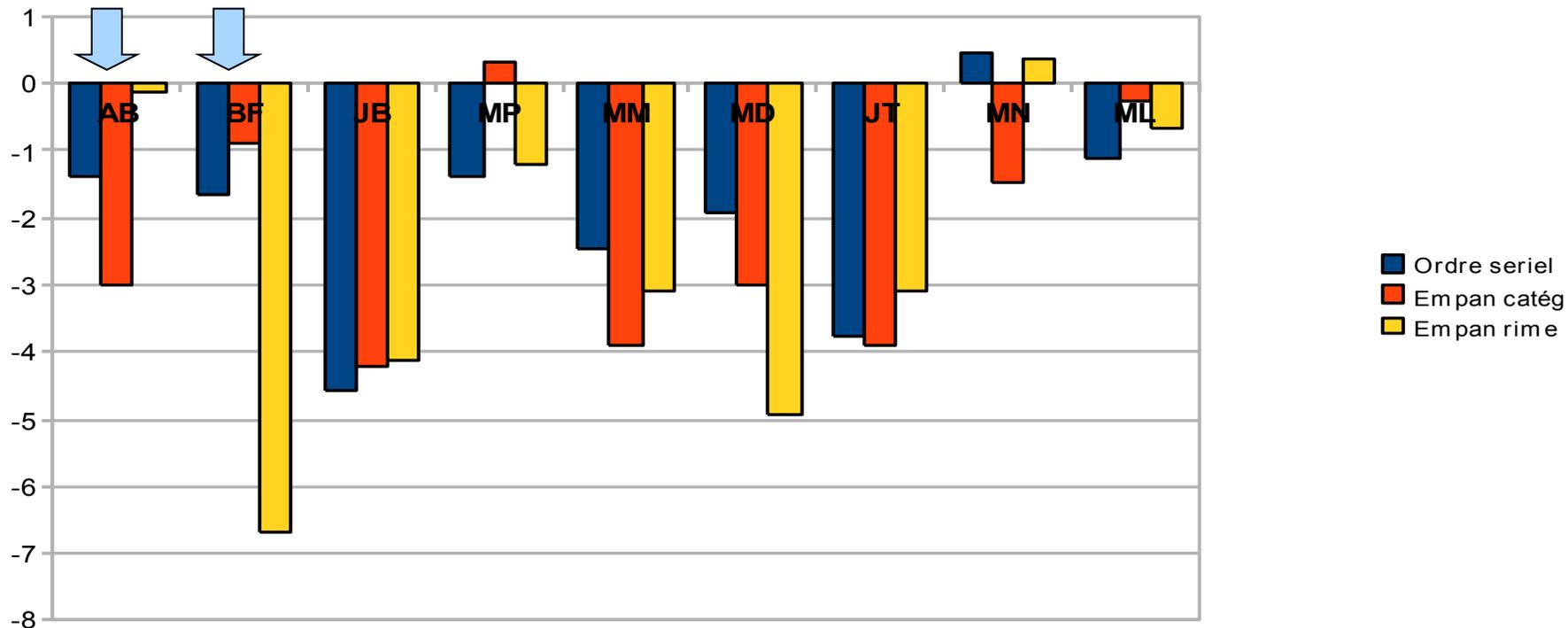
Tâche empan de rimes :

performances des dyslexiques (M = 22,5) sont significativement inférieures aux performances du groupe contrôle (M = 32,5).

Nombre de BR en fonction du type de tâches.



Résultats (2)



Performances en Z scores pour les 9 sujets dyslexiques dans les différentes tâches d'empan.

Les performances aux différentes tâches sont très hétérogènes. Seuls trois sujets (MP, MN et ML) ont des performances à l'ensemble des trois tâches quasiment dans la norme.

Pour la majorité des dyslexiques, les résultats sont très en-dessous du seuil pathologique (-2 ET à -6ET).

Il y a deux cas : **AB** et **BF** = Dissociation nette.

Résultats (3)

Corrélation entre les tâches de MCT et l'attention

- Corrélation non significative, chez les dyslexiques et chez les normo-lecteurs

Corrélation entre les tâches de MCT et les tâches de MLT

- Corrélation positive entre les tâches d'empan de catégorie et le rappel d'une histoire ($r = 0,73$).
- Corrélation positive entre les tâches d'empan de catégorie et le rappel d'une liste de mots ($r = 0,70$).

Conclusion

Dyslexiques déficitaires en tâches d'empan : Ordre sériel, empan de catégories et empan de rimes versus normo-lecteurs.

Dissociations entre les différentes tâches chez les dyslexiques : Double dissociation

AB et BF

AB : Déficit en empan de catégorie

BF : Déficit en empan de rimes

Double dissociation : Cas de AB et de BF

➤ Vient étayer l'hypothèse de Majerus et donc l'existence de systèmes différents

AB : déficit en tâche d'empan de catégorie vs tâche d'empan de rime dans la norme

→ Dissociation nette entre les performances en mémoire à court terme phonologique et mémoire à court terme lexico-sémantique

Les notes précises du WISC IV, révèle que la moins bonne performance de AB se retrouve au subtest **vocabulaire (8/19)** ce qui va dans le sens de **difficultés au niveau de l'interaction avec les connaissances langagières lorsqu'il s'agit de représentations lexico-sémantiques.**

AB a également de moins bon score en **mémoire narrative (-1,2 ET)** qu'en **mémoire d'une liste de mots (-0,6 ET).**

Hypothèse : AB aurait des difficultés lorsqu'il s'agit d'activer les représentations lexico-sémantiques et ne pourrait pas s'appuyer **sur le sens global d'une histoire et aura donc davantage de mal à la maintenir en mémoire puis à la restituer.**

Double dissociation : Cas de AB et de BF

BF a un score normal pour la tâche d'empan de catégorie mais a un score nettement pathologique pour la tâche d'empan phonologique.

En mémoire à long terme BF est en difficulté dans la tâche de rappel de la liste de mots et non pas dans celle du rappel de l'histoire

Hypothèse : BF serait en difficulté lorsqu'il s'agit **d'activer les représentations phonologiques, il aurait donc de plus grandes difficultés à mémoriser « par cœur »** : tables de multiplication, liste de mots etc.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre clairement en évidence la dichotomie entre mémoire à court terme phonologique (mesurée par l'empan de rimes) et la mémoire à court terme lexico-sémantique (mesurée par l'empan de catégorie). Notre étude montre également un lien entre la tâche d'empan de catégorie et tâche de MLT (épreuves de la BEM).

Notre étude (2010) n'a pas pu mettre en évidence l'existence d'un système de traitement de **l'ordre sériel** (*Pas de déficit isolé de ce système*).

Depuis, l'étude de Majerus (2012) a pu même mettre en évidence un déficit sévère en MCT pour **l'ordre sériel** chez des enfants dyslexiques par rapport à des normo-lecteurs.

Nous n'avons pas pu mettre en évidence de lien entre tâches de MCT et attention.

Perspectives :

- Piste permettant d'expliquer les difficultés de mémorisation à long terme, source de gêne dans les apprentissages scolaires, chez certains élèves dyslexiques
- Evolution des méthodes d'évaluation
- Mieux cibler la prise en charge des enfants dyslexiques compte tenu des déficits spécifiques de la MCT → Amélioration des capacités en MCT et par conséquent des capacités en MLT ...

Références bibliographiques

Martinez Perez, T., Majerus, S., & Poncelet, M. (2012). The contribution of short term memory for serial order to early reading acquisition : Evidence from a longitudinal study *Journal of Experimental Child Psychology*, *111*, 708-723

Majerus, S. (2012). L'évaluation de la mémoire à court terme. In X. Seron et M. Van Der Linden (Eds). *Traité de neuropsychologie clinique*. 2^{ème} édition. Marseille : Solal

Leclerc, A.L. & Majerus, S. (2010). Serial Order Short-Term Memory Predicts Vocabulary Development : Evidence from a longitudinal study. *Developmental Psychology*, *46*, 417-427.

Majerus, S. (2010). Les multiples déterminants de la mémoire à court terme verbale : Implications théoriques et évaluatives. *Développements*, *4*, 5-15.

Majerus, S. & Van Der Linden, M. (2003). The development of long-term memory effects on verbal short-term memory : A replication study. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*, 303-310

Majerus, S Van Der Linden, M., Poncelet, M., & Metz-Lutz, M.N (2004). Can phonological and semantic short-term memory be dissociated ? Further evidence Landau-Kleffner Syndrome. *Cognitive Neuropsychology*, *21*, 491-512

Majerus, S., Poncelet, M., Greffe, C., & Van Der Linden, M. (2006). Relations between vocabulary development and verbal short-term memory : the importance of short-term memory for serial order information. *Journal of Experimental Child Psychology*, *93*, 95-115