Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

Le déficit de mémoire de travail chez les enfants dysphasiques est-il ou non spécifique du langage ?

Christophe Parisse et Rachel Mollier

MODYCO, Université Paris X Nanterre
cparisse@u-paris10.fr

1 Introduction

Gathercole et Baddeley (1990) ont montré que les enfants ayant des troubles spécifiques du langage présentent également un trouble de la mémoire de travail auditivo-verbale, appelée aussi boucle phonologique. D'autres études plus récentes (voir en particulier Bishop et al., 1996; Dollaghan and Campbell, 1998) ont confirmé ces résultats. On constate également qu'il y une corrélation entre les performances en répétition de non-mots et la gravité du déficit chez les enfants ayant des troubles spécifiques du développement du langage (TSDL) (Botting and Conti Ramsden, 2001).

La question qui se pose alors est celle de la relation entre les deux déficits ? Le déficit de mémoire de travail est-il une conséquence des troubles phonologiques, lexicaux et syntaxiques observés chez certains enfants TDSL ou est-ce l'inverse ?

1.1 Mémoire de travail phonologique et troubles de langage

Il existe des arguments pour démontrer que les troubles de mémoire de travail préexistent aux troubles du langage. Bishop, North et Donlan (1996) ont montré que chez certains enfants souffrant de TDSL mais dont les troubles du langage s'étaient résolus au cours du temps, les difficultés en répétition de non-mots subsistent. Les faibles performances en mémoire de travail phonologique ne seraient pas alors une conséquence des troubles du langage. On peut également soulever le fait qu'une tâche de mémoire de travail verbale ne mesure pas seulement les capacités de stockage mais de nombreux autres aspects inhérents aux troubles langagiers dont les capacités de perception auditivo-phonologique, les capacités articulatoires et le niveau de développement phonologique, lexical et sémantique.

Pour étudier ces différents aspects Gathercole et Baddeley (1990) utilisent une expérimentation testant à la fois les capacités de mémoire phonologique, la vitesse d'articulation, l'encodage phonologique et les capacités d'analyse et de discrimination phonémiques. Cette étude a été reprise par Montgomery (1995) qui montre que des performances réduites en mémoire de travail phonologique ne serait pas liées à la vitesse d'articulation (et par extension à un effacement plus rapide de la trace mnésique) ou à un problème au niveau de l'encodage phonologique (même sensibilité à la similarité phonologique, ce qui montre que l'encodage se fait bien sur une base d'unités phonologiques). Ces conclusions sont en accord avec les résultats de Baddeley qui affirment que les enfants TDSL ont une capacité de stockage de l'information réduite. Toutefois, Montgomery, contrairement à Baddeley met en évidence des difficultés d'analyse et de discrimination phonémiques qui pourraient en partie expliquer les performances réduites des enfants TDSL.

Un autre facteur peut influencer les performances : le niveau lexical. Majerus, Vrancken et Van der Linden (2003) ont exploré cette question en mesurant les performances dans des tâches de mémoire de travail verbale pour des mots vs. des non-mots et pour des mots de fréquence phonotactique élevée vs. faible chez des enfants avec TDSL francophones de 8 à 12 ans, des enfants contrôles de même âge chronologique et des enfants appariés selon le niveau de vocabulaire. Les résultats des enfants avec TDSL sont plus faibles pour toutes les tâches. Ainsi, même lorsqu'ils ne peuvent s'aider des connaissances phonologiques préexistantes, (dans le cas des mots de fréquence phonotactique faible), il existe une différence entre les groupes, ce qui traduirait une limitation réelle des capacités de stockage et non le

Article available at http://www.linguistiquefrancaise.org or http://dx.doi.org/10.1051/cmlf08220

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

reflet de la contribution des représentations phonologiques sous-lexicales et lexicales en mémoire à long terme.

Sachant qu'il existe un trouble de rétention des informations auditivo-verbales chez l'enfant dysphasique phonologico-syntaxique, s'agit-il d'un déficit propre aux informations linguistiques ou s'agit-il de la manifestation d'un déficit plus général ? Pour tenter de répondre à cette question, il semble intéressant d'étudier les performances mnésiques des enfants dysphasiques concernant les secteurs non-verbaux ; en l'occurrence, les informations visuo-spatiales. En effet, même si la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial sont deux systèmes modélisés et reconnus comme distincts qui font partie de la mémoire de travail, les mécanismes neuronaux sous-jacents ne sont pas encore complétement compris et l'on peut penser que ces deux mémoires ont des propriétés en commun telles que les propriétés d'organisation des systèmes neuronaux par exemple. Il pourrait ainsi exister un trouble mnésique à court terme généralisé dans la dysphasie indépendamment de la nature de l'information à stocker.

1.2 Mémoire de travail visuo-spatiale chez l'enfant TSDL

Des études se sont attachées à étudier l'hypothèse que les limitations observées en mémoire de travail verbale chez les enfants avec des troubles spécifiques du langage s'étendent également au domaine visuo-spatial. Bavin, Wilson, Maruff et Sleeman (2005) conduisent une étude portant sur 21 enfants TDSL de 4 ans 6 mois à qui ils proposent six tâches de mémoire visuo-spatiales. La réponse est non verbale. Les résultats sont comparés à ceux d'enfants de même âge sans troubles du langage. Il ressort de cette étude que les performances des enfants TDSL en mémoire de travail visuo-spatiales sont significativement inférieures à celles des enfants contrôles. L'hypothèse selon laquelle on observerait un déficit de la mémoire de travail non spécifique au domaine langagier se trouve donc confirmée.

Hick, Botting et Conti-Ramsen (2005) étudient eux-aussi cette question et vont tenter de vérifier que ces résultats déficitaires en mémoire de travail visuo-spatiale ne sont pas dus à des difficultés de traitement de l'information visuo-spatiale. Ils soumettent à 9 enfants TDSL de moyenne d'âge de 3 ans 9 mois ainsi qu'à 9 enfants contrôles de même âge chronologique, une tâche de mémoire de travail verbale, une tâche de mémoire de travail visuo-spatiale ainsi qu'une tâche de traitement visuo-spatial. Ces enfants sont vus trois fois consécutives sur une durée d'un an. Ils constatent que les enfants avec TDSL ont des résultats déficitaires comparés au groupe contrôle pour la tâche de mémoire de travail verbale. Toutefois, leurs performances augmentent au long de l'étude et cette vitesse de développement est équivalente à celle du groupe contrôle. Ils n'observent pas de différence entre les deux groupes dans les tâches de traitement visuo-spatial (activité de construction avec des blocs) ce qui semble infirmer le fait que les faibles performances en mémoire de travail visuo-spatiale soient le reflet d'un traitement visuo-spatial déficitaire. Enfin, ils observent des performances déficitaires chez les enfants avec TDSL dans l'épreuve de mémoire visuo-spatiale. Ceci semble confirmer l'hypothèse d'un dysfonctionnement généralisé des systèmes de mémorisation à court terme.

Toutefois, contrairement aux résultats décrits précédemment, Archibald et Gathercole (2006) n'observent pas de différences quant aux performances en mémoire de travail auditivo-verbale et visuo-spatiale des enfants avec TDSL qu'ils ont testés par rapport à des enfants contrôles de même âge chronologique.

2 Hypothèses

La première question qui est posée dans cet article est de vérifier si, chez les enfants français, il existe un déficit des performances aux épreuves de mémoire de travail auditivo-verbale chez les enfants dysphasiques phonologico-syntaxiques, comparativement aux enfants sans troubles de même âge. Le maintien en boucle phonologique des informations auditivo-verbale se fait-il de la même façon chez l'enfant dysphasique phonologico-syntaxique que chez l'enfant sans trouble ?

La deuxième question est de vérifier si les différences de performances entre enfants contrôle et dysphasiques en mémoire de travail auditivo-verbale peuvent être imputables à un stock lexical réduit.

La troisième question est de savoir s'il existe un déficit des performances aux épreuves de mémoire de travail visuo-spatiale chez les enfants dysphasiques phonologiques comparativement aux enfants sans troubles.

3 Procédure

3.1 Sujets

La population d'enfants dysphasiques est composée d'enfants présentant une dysphasie phonologico-syntaxique diagnostiquée par un orthophoniste et /ou par le biais d'un centre référent du langage. Ce diagnostic implique que l'enfant n'a pas de retard mental, de trouble du comportement, ni de problème d'ordre neurologique, moteur, ou auditif.

Les enfants contrôles ont été sélectionnés de manière à permettre un appariement basé sur l'âge chronologique. Aucun enfant contrôle n'était ou n'avait été suivi en orthophonie afin d'éliminer un éventuel trouble du langage. Les enfants présentant des troubles visuels, auditifs ou moteurs diagnostiqués ont été exclus de l'étude.

Les sujets dysphasiques sont composés de dix enfants dysphasiques phonologico-syntaxique de 6 à 7 ans dont 8 garçons et 2 filles et de 7 enfants dysphasiques phonologico-syntaxique de 11 à 12 ans dont 5 garçons et 2 filles. Les sujets contrôles sont composés de trente enfants de 6 à 7 ans dont 13 filles et 17 garçons et de trente enfants de 11 à 12 ans dont 16 filles et 14 garçons.

3.2 Méthode

Les enfants ont passé l'ensemble des épreuves en une seule fois. La durée moyenne de passation complète est de 30 minutes. Les réponses aux épreuves de mémoire de travail ne sont pas soumises à une limitation temporelle. Les tâches présentées visuellement et auditivement sont alternées afin de réduire la lassitude de l'enfant.

3.2.1 Épreuves de mémoire de travail verbale

Ces épreuves sont destinées à tester la fonctionnalité des composants de la boucle phonologique. Afin de s'assurer du bon fonctionnement du mécanisme d'auto-répétition subvocale, censé être mis en évidence par une perturbation du fonctionnement de la boucle phonologique lors de l'articulation d'un élément non pertinent de manière itérative, une épreuve de rappel immédiat de non-mots avec suppression articulatoire et une épreuve sans suppression articulatoire seront utilisées.

Selon Gathercole et Baddeley (1989), la répétition de non-mots est une meilleure estimation du stockage que ne l'est l'empan de mots car les non-mots représentent un matériel fonctionnellement plus proche de celui qui correspond à l'apprentissage d'un vocabulaire nouveau. Toutefois, la performance en répétition de non-mots peut aussi être conditionnée par les connaissances lexicales du sujet (Majerus and Poncelet, 2005). C'est pourquoi on utilisera aussi une épreuve de répétition de syllabes de fréquence phonotactique rare en Français pour lesquelles les connaissances lexicales n'apportent pas d'aide à la répétition.

3.2.2 Épreuve de test de suppression articulatoire

Pour les deux épreuves, on dispose de 2 listes de 18 non-mots chacune qui respectent les règles morpho-phonologiques du Français. Chaque liste comprend 3 non-mots de 2 à 7 syllabes ; chaque non-mot de la première liste est apparié à un non-mot de la seconde liste sur le critère du nombre de phonèmes. L'expérimentateur présente les non-mots de la première liste oralement, dans l'ordre dans lequel ils apparaissent dans la liste. Le sujet a pour consigne de répéter chaque non-mot immédiatement après

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

l'avoir entendu, d'une façon aussi exacte que possible. Dans un second temps, on propose à l'enfant la seconde liste de non-mots, mais cette fois l'enfant doit répéter les items de manière itérative pendant que l'examinateur énonce la série de non-mots. Ensuite il doit répéter les mots comme dans la première épreuve. Pour ces deux épreuves, on code en utilisant une procédure de type empan progressif (voir ci-dessous).

3.2.3 Épreuve de répétitions de non-mots

L'épreuve de répétition de non-mots comprend 20 non-mots respectant les règles morpho-phonologiques de la langue française et dont on manipule la longueur ; cette liste est donc constituée de 5 non-mots de 2 syllabes, 5 non-mots de 3 syllabes, 5 non-mots de 4 syllabes et 5 non-mots de 5 syllabes. Le sujet a pour consigne de répéter chaque non-mot immédiatement après l'avoir entendu d'une façon aussi exacte que possible. Les répétitions sont transcrites phonologiquement. On considère qu'une réponse est correcte quand le non-mot est répété parfaitement. Toutefois, on ne considère pas les erreurs systématiques imputables à un trouble d'articulation comme des réponses fausses (/t/ systématiquement transformé en /k/ par exemple). On accorde 2 points pour un non-mot de 2 syllabes répété correctement, 3 point pour un non-mot de 3 syllabes, etc. On additionne ensuite le nombre de points afin d'obtenir le score final à cette épreuve, le score maximal étant de 70 points.

3.2.4 Épreuve de répétition de syllabes peu fréquentes

L'épreuve de répétition de syllabes contient 20 séries de syllabes dont 5 séries de 2 syllabes, 5 séries de 3 syllabes, 5 séries de 4 syllabes et 5 séries de 5 syllabes. Pour chaque sous-série, le nombre de phonèmes a été apparié à celui de la liste de non-mots ; par exemple, si dans la série de non-mots de 2 syllabes, il y a 3 non-mots composé de 5 phonèmes, on établira 3 items de 2 syllabes peu fréquentes composées de 5 phonèmes (dropu = 5 phonèmes ; sich / ouk = 5 phonèmes). La passation se fait de la même façon que pour les non-mots. On précise bien à l'enfant qu'il doit attendre que l'expérimentateur ait fini de parler avant de répéter. Les syllabes sont prononcées de manière clairement dissociée les unes des autres. L'enfant doit répéter les syllabes dans le même ordre que l'expérimentateur. La notation est la même que pour l'épreuve de répétition de non-mots vue plus haut.

3.2.5 Épreuves de mémoire de travail visuo-spatiale

Afin de tester le fonctionnement spécifique de cette mémoire, il faut que les épreuves présentées ne permettent pas aux informations d'être recodées verbalement, sinon la participation de la boucle phonologique entraînerait des résultats biaisés concernant le rappel des informations visuo-spatiales. Deux épreuves sont utilisées.

3.2.6 Blocs de Corsi

L'épreuve des blocs de Corsi qui consiste à mémoriser un matériel de nature spatiale sous forme de séquence de blocs. Le matériel est constitué de 9 cubes disposés sur une planche de façon non symétrique. Les faces dirigées vers l'examinateur sont numérotées de 1 à 9. Les items sont constitués de séries comportant 2 à 9 blocs. L'examinateur frappe sur les blocs au rythme de un par seconde. Lorsqu'il a fini de frapper la série, il le signifie à l'enfant qui doit alors pointer les cubes immédiatement dans le même ordre. Pour cette épreuve, la production de l'enfant étant gestuelle, il convient de vérifier que l'enfant n'a pas de trouble praxique qui puisse fausser les résultats. L'épreuve est codée selon une procédure d'empan progressif (voir ci-dessous).

3.2.7 Patterns visuels

L'épreuve des patterns visuels implique un traitement de nature visuelle reposant sur la mémorisation de configurations.Cette épreuve (Wilson et al., 1987) consiste à mémoriser un pattern constitué de cases

noires et blanches. Les patterns présentés comportent de 1 à 15 cases noires, ce qui définit 15 niveaux de difficulté. Un pattern est constitué d'un nombre pair de cases dont la moitié est blanche et l'autre moitié noire. Le pattern est présenté sur papier pendant 3 à 4 secondes. A l'issue de la présentation du pattern, on cache celui-ci à l'aide d'une page noire pendant 5 secondes puis on présente de nouveau le pattern, l'une des cases noircies précédemment étant manquante. On demande alors à l'enfant de désigner par pointage manuel cette case manquante.

Nous appelons « item » un pattern comprenant « x » cases noires manquantes. L'item de départ, de niveau 2, consiste à mémoriser puis à compléter un pattern constitué de 2 cases noires et de 2 cases blanches. L'item de niveau « x » consiste à mémoriser puis à compléter un pattern constitué de « x » cases noires et de « x » cases blanches. L'épreuve est codée selon une procédure d'empan progressif selon la valeur de « x » (voir ci-dessous).

3.2.8 Calcul de l'empan progressif

Les épreuves, hormis les épreuves de répétition de non-mots et de syllabes peu fréquentes en Français, sont présentées en empan progressif. Après avoir donné un exemple à l'enfant, un item (pour l'empan verbal) ou une série d'items (pour les empans visuel et spatial) de longueur croissante lui sont présentés en vue d'une mémorisation et d'une restitution dans l'ordre de présentation. L'expérimentateur prévient le sujet quand la longueur de l'item ou de la liste augmente. Si l'enfant échoue dans le rappel d'un item de niveau « x », on lui propose un second item de même niveau. S'il échoue de nouveau, il lui est proposé un troisième item de même niveau. S'il échoue une troisième fois, la passation est interrompue. S'il réussit, la passation reprend son cours normal et on lui propose une liste de niveau « x + 1 », c'est à dire constitué d'un élément supplémentaire. L'empan correspond au niveau de difficulté du dernier item ou de la dernière liste d'items réussis.

4 Résultats

4.1 Épreuves de répétition avec et sans suppression articulatoire.

Tableau n°1 : Résultats aux épreuves de répétition de non-mots avec et sans suppression articulatoire.

	contrôles		dysphasiques	
	sans suppression articulatoire	avec suppression articulatoire	sans suppression articulatoire	avec suppression articulatoire
6 à 7 ans	5,33	4,63	2,9	2,2
11 à 12 ans	6,55	5,9	3,71	3,57

Les enfants « grands contrôles » obtiennent de meilleures performances, $t(54) = 2,89$, $p = 0,005$, en répétition de non-mots en condition « sans suppression articulatoire » qu'en condition « avec suppression articulatoire ». C'est aussi le cas des enfants « petits contrôles », $t(58) = 2,93$, $p = 0,005$.

Il n'y a pas de différence significative quant aux performances des enfants « grands dysphasiques » et « petits dysphasiques » entre l'épreuve en condition « sans suppression articulatoire » et l'épreuve en condition « avec suppression articulatoire ».

Les observations sont en accord avec les résultats des études ultérieures qui montrent que chez les sujets normaux, l'articulation d'un élément sans signification domine le processus de contrôle articulatoire, éliminant le processus de répétition subvocale, ce qui empêche de maintenir le matériel dans l'unité de stockage phonologique. Par contre, cet effet ne se retrouve pas chez les enfants dysphasiques. Il est

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

possible que, comme les enfants dysphasiques ont une faible mémoire de travail, la suppression articulatoire ait un faible effet sur les performances en rappel.

4.2 Épreuve de répétition de non-mots

Tableau n°2 : Résultats à l'épreuve de répétition de non-mots.

	groupe contrôles	groupe dysphasiques
6 à 7 ans	43	12,8
11 à 12 ans	59,35	26,29

Les enfants « grands contrôles » obtiennent des performances supérieures aux enfants « petits contrôles » à l'épreuve de répétition de non-mots, $t(59) = 5,99$, $p < 0,0001$. Les enfants « grands dysphasiques » présentent des performances supérieures aux enfants « petits dysphasiques », $t(15) = 3,09$, $p = 0,01$. Dans les deux cas, ces résultats sont le reflet d'un développement des capacités de la boucle phonologique avec l'âge, tant chez les enfants « contrôles » que chez les enfants « dysphasiques ».

Les enfants « petits contrôles » présentent des performances supérieures aux enfants « petits dysphasiques » à cette épreuve de répétition de non-mots, $t(38) = 9,47$, $p < 0,0001$, et les enfants « grands contrôles » obtiennent de meilleurs résultats que les enfants « grands dysphasiques » à cette épreuve, $t(36) = 8,19$, $p < 0,0001$.

Ces résultats tendent à montrer que les enfants dysphasiques testés présentent un trouble de rétention à court terme des informations verbales comparativement aux enfants « contrôles » de même âge : cela confirme donc un déficit à ce niveau.

4.3 Épreuve de répétition de syllabes peu fréquentes

Tableau n°3 : Résultats à l'épreuve de répétition de syllabes peu fréquentes

	groupe contrôles	groupe dysphasiques
6 à 7 ans	14	3,8
11 à 12 ans	18,55	9,43

Les enfants contrôles de 11 à 12 ans obtiennent de meilleures performances à cette épreuve que celles des enfants contrôles de 6 à 7 ans, $t(59) = 2,90$, $p = 0,005$. Le même effet s'observe chez les enfants dysphasiques. Les « grands dysphasiques » obtiennent des résultats supérieurs à ceux des « petits dysphasiques » à cette épreuve de répétition de syllabes peu fréquentes, $t(15) = 3,38$, $p = 0,004$.

On constate un effet d'âge à cette épreuve tant pour le groupe des enfants contrôles que pour le groupe des enfants dysphasiques phonologico-syntaxique. On peut attribuer cette différence au développement de la mémoire de travail verbale dont les possibilités de rétention augmenteraient avec l'âge. Chez l'enfant dysphasique phonologico-syntaxique, on observe le même phénomène que chez l'enfant sans trouble ; les possibilités de rétention de la mémoire de travail verbale semblent se développer avec l'âge.

Les « grands contrôles » obtiennent de meilleurs résultats à l'épreuve de répétition de syllabes peu fréquentes que les « grands dysphasiques », $t(36) = 4,47$, $p < 0,0001$. De même, les « petits contrôles » obtiennent de meilleurs résultats que les « petits dysphasiques » à cette épreuve, $t(38) = 4,40$, $p < 0,0001$. Cette différence significative entre les deux groupes correspond à des possibilités de rétention à mémoire

de travail auditivo-verbale amoindries chez les enfants dysphasiques comparativement aux enfants contrôles. De plus, dans cette épreuve, les connaissances lexicales ne sont à priori pas mises en jeu. On ne peut donc imputer les meilleures performances des enfants « contrôles » à de meilleures connaissances lexicales ; la différence observée serait donc plutôt en lien avec une difficulté de rétention au niveau de la mémoire de travail auditivo-verbale.

4.4 Épreuve des blocs de Corsi

Tableau n°4 : Résultats à l'épreuve des blocs de Corsi

	contrôles	dysphasiques
6 à 7 ans	4,3	3,2
11 à 12 ans	5,39	3,86

Les enfants « contrôles » de 11 à 12 ans obtiennent de meilleures performances que ceux de 6 à 7 ans, $t(59) = 4,41$, $p < 0,0001$. Les enfants « dysphasiques » de 11 à 12 ans n'obtiennent pas significativement de meilleures performances à cette épreuve que les enfants « dysphasiques » de 6 à 7 ans ». Tout comme pour la mémoire de travail verbale, il y a un effet d'âge en mémoire spatiale pour les enfants « contrôles ». Par contre, cet effet d'âge n'apparaît pas chez les enfants dysphasiques phonologico-syntaxiques, même s'il y a une tendance, $t(15) = 2,03$, $p = 0,06$. Il semble donc qu'il y ait un trouble développemental chez les enfants dysphasiques.

La comparaison entre les enfants dysphasiques et contrôles montre que les « petits contrôles », $t(38) = 3,64$, $p = 0,0008$, comme les « grands contrôles », $t(36) = 3,75$, $p = 0,0006$ ont de meilleurs résultats à cette épreuve que les enfants dysphasiques.

4.5 Épreuve des patterns visuels

Tableau n°5 : Résultats à l'épreuve patterns visuels

	contrôles	dysphasiques
6 à 7 ans	6,03	4,7
11 à 12 ans	13,87	13,57

Il n'y a pas de différence significative entre les enfants « petits contrôles » et les enfants « petits dysphasiques à cette épreuve, $t(38) = 1,60$, $p = 0,11$, même si les dysphasiques ont en moyenne des performances un peu plus faibles. Il n'y a pas non plus de différences chez les enfants âgés contrôles ou dysphasiques, $t(36) = 0,44$, $p = 0,65$, et les performances moyennes sont presque équivalentes. Il y a par contre un effet développemental dans les deux populations, dysphasiques, $t(15) = 8,59$, $p < 0,0001$, ou contrôles, $t(59 = 15,69$, $p < 0,0001$.

5 Discussion

Les résultats ci-dessus donnent trois informations importantes. D'abord, l'existence d'un déficit de mémoire de travail verbale chez les enfants dysphasiques de langue française est confirmée. Ensuite, ce déficit ne peut pas être imputé à un manque de connaissances lexicales car les résultats sont les mêmes pour la répétition de non-mots (qui peut être facilitée par les connaissances lexicales) et la répétition de syllabes phonotactiquement peu-fréquentes. Enfin, les résultats en mémoire de travail visuo-spatiale sont

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

partagés. Une des deux épreuves (blocs de Corsi) montre une faiblesse chez les enfants dysphasiques tandis que la seconde (patterns visuels) ne montre pas de différence entre les groupes d'enfants.

5.1 Dysfonctionnement de l'encodage des informations séquentielles

L'information n'est pas nécessairement encodée de la même façon en mémoire de travail pour les différents types d'informations (présentation simultanée vs. séquentielle), l'encodage étant défini comme la transformation d'une information sensorielle en une représentation mnésique. Il est possible que l'épreuve des patterns visuels permette à l'enfant d'associer l'information en parallèle tandis que cette information est encodée séquentiellement dans le cas des blocs de Corsi et pour la répétition d'informations linguistiques. Dans le cas des épreuves visuo-spatiales, ces épreuves ne permettant pas de recodage verbal, l'information serait encodée sous forme d'image mentale. Or, pour les patterns visuels, cette image est donnée directement (l'enfant « calque » en quelque sorte le pattern en mémoire) alors que pour les blocs de Corsi, cette image mentale doit se construire peu à peu et se modifier en fonction des nouvelles informations (par exemple, l'enfant construit l'image mentale des deux premiers blocs tapés puis doit la modifier pour intégrer le bloc suivant tapé). Il en serait de même pour les informations auditivo-verbales : la représentation mnésique devrait se construire et se modifier en fonction des informations qui arrivent dans un ordre temporel. Ce n'est alors plus la capacité de stockage qui est à mettre en cause pour expliquer les performances déficitaires (puisque l'on voit que les enfants dysphasiques peuvent stocker autant d'informations que les enfants contrôles pour l'épreuve des « patterns), mais le processus d'encodage qui serait plus difficile pour les informations séquentielles et ainsi réduirait le nombre d'éléments stockés.

Ces résultats peuvent être mis en lien avec les travaux de Tallal (1990) qui montrent des difficultés à stocker l'information extérieure, surtout ci celle-ci se présente de manière séquentielle à une certaine vitesse. Ainsi, les enfants avec des troubles du langage auraient besoin de plus de temps pour traiter perceptuellement un stimulus. Cette vitesse de traitement ralentie peut être en rapport avec les difficultés d'encodage énoncées plus haut. Si l'information perceptive est traitée moins rapidement, l'enfant dysphasique ne pourra encoder les informations de façon satisfaisante puisque pendant le laps de temps nécessaire au traitement et à l'encodage de la première information, une autre information aura déjà été émise. La représentation mnésique ne correspondra pas à la représentation perceptive. Cette interprétation est en accord avec les recherches de Tallal qui montrent que quand un stimulus est présenté plus lentement, les enfants avec troubles du langage ont des performances en mémoire de travail égales à des enfants de même âge sans trouble. Elle implique l'existence d'un trouble en amont du système de mémoire. Il serait intéressant d'étudier cette vitesse de traitement plus spécifiquement chez les enfants dysphasiques phonologico-syntaxique afin de valider ou non cette interprétation.

5.2 Dysfonctionnement au niveau de la consolidation de la trace mnésique

Une seconde interprétation peut être proposée quant aux difficultés de rappel observées pour l'information séquentielle. L'information séquentielle pourrait être encodée normalement mais le problème se situerait au niveau du processus de consolidation. En effet, pour être maintenues en mémoire, les informations ont besoin d'être consolidées. Cette consolidation est assurée par le processus d'autorépétition subvocale pour les informations auditivo-verbales ; on peut alors supposer que ce mécanisme serait absent ou déficitaire chez l'enfant dysphasique phonologico-syntaxique. Cette interprétation suppose alors qu'il existerait également un mécanisme de rafraîchissement des informations visuo-spatiales présentées dans un ordre séquentiel. On peut également supposer que l'on n'observe pas de différence entre les groupes contrôles et dysphasiques à l'épreuve des patterns visuels car l'information ne serait pas rafraîchie de la même manière que pour les informations présentées séquentiellement ; un déficit de ce mécanisme de rafraîchissement n'aura donc pas d'effet sur les résultats. Cette interprétation suppose que la déficience est localisée au niveau du système de mémoire et non en amont.

Les résultats des groupes « dysphasiques » et « contrôles » dans les épreuves visuo-spatiales suivant les épreuves (blocs de Corsi et patterns visuels) pourraient être liés à un autre facteur que le mode de présentation. Les épreuves ne requièrent pas le même type de réponse ; en effet dans le cas des patterns visuels, on propose un pattern où une seule case manque, l'enfant doit donc effectuer une tâche de complétion avec la représentation perceptive sous les yeux. Dans l'épreuve des blocs de Corsi, il lui est demandé une tâche de rappel (l'enfant doit récupérer et redonner l'information en l'absence de l'équivalent perceptif). Les troubles observés pourraient être en lien avec le mode de réponse requis.

L'étude de Hick et al. (2005) sur la mémoire de travail visuo-spatiale irait dans ce sens. En effet, les enfants TDSL présentent des performances déficitaires à une épreuve de rappel d'informations visuo-spatiales présentées de façon simultanée (des requins apparaissent tous en même temps dans des cases puis disparaissent ; les enfants doivent pointer les cases où sont apparus les requins. Le nombre de cases et de requins augmente progressivement). Cette différence pourrait être liée, non au fait que l'enfant ait ou non la représentation perceptive sous les yeux pendant le rappel, mais au fait que la tâche implique ou non un rappel sériel. En effet, dans le cas des blocs de Corsi et de l 'épreuve de Hick, il est possible que l'enfant encode et stocke bien les localisations mais que la difficulté porte sur la restitution de l'ordre dans lequel apparaissent ces localisations. Dans le cas des patterns visuels, l'enfant n'a pas à restituer un ordre d'apparition des éléments. Il est possible que dans le cas de la tâche de Hick, l'enfant traite les informations les unes après les autres et non pas de façon globale comme cela semble être le cas pour l'épreuve des patterns visuels. Il y aurait donc bien dans ce cas un encodage séquentiel de l'information, comme pour l'épreuve des blocs de Corsi. Enfin, notons que l'étude de Hick a été conduite sur des enfants de 3,9 ans (il pourrait donc exister un effet d'âge) et sur une population d'enfants TDSL qui peut présenter des troubles phonologico-syntaxiques moins spécifiques que notre population, ce qui pourrait expliquer les observations contradictoires.

Il nous semblerait intéressant de proposer, dans une étude ultérieure, le même type d'épreuves (blocs de Corsi et patterns visuels), avec les deux modes de réponses pour chaque épreuve (rappel et complétion), afin de comparer les résultats.

5.3 Implications de ces interprétations sur le fonctionnement de la boucle phonologique

Les résultats montrent que l'effet de suppression articulatoire n'apparaît pas chez les enfants dysphasiques. Selon l'interprétation du trouble de mémoire de travail choisie, nous pouvons expliquer cette absence d'effet de deux manières.

5.3.1 Trouble de l'encodage séquentiel

Si les enfants dysphasiques présentent un trouble de l'encodage des informations séquentielles, le fait que l'on n'observe pas d'effet de suppression articulatoire ne veut pas dire que l'autorépétition subvocale est déficiente. En effet, on observe dans l'étude ci-dessus que, tant les enfants contrôles que les enfants dysphasiques peuvent retenir 2 à 3 éléments lorsque la boucle phonologique n'est plus opérationnelle (en condition de suppression articulatoire, selon Baddeley (2000). Ceci laisse supposer qu'il existerait une fonction de stockage supplémentaire. Toujours selon Baddeley (2000), celle-ci serait remplie par le buffer épisodique. Ainsi, cette composante serait opérationnelle chez les enfants dysphasiques phonologico-syntaxique et sa capacité serait équivalente à 2 / 3 éléments. Il n'apparaît alors pas de différence entre les épreuves sans suppression articulatoire pour laquelle l'autorépétition subvocale est mise en jeu et l'épreuve avec suppression articulatoire où les informations seraient stockées dans le « buffer », sans que cela soit imputable à un déficit de la répétition subvocale. C'est l'encodage déficient qui empêche « l'injection » de plus de 2/3 éléments en boucle phonologique.

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

5.3.2 Trouble de la consolidation

Par contre, l'hypothèse d'un déclin plus rapide de la trace mnésique pourrait aller dans le sens d'un dysfonctionnement de l'autorépétition subvocale. En effet, puisque l'on n'observe pas de différence entre les deux épreuves avec et sans suppression articulatoire, on peut penser que l'autorépétition n'est pas opérationnelle donc ne permet pas de rafraîchir l'information qui disparaît alors.

5.3.3 Limite liée au protocole expérimental

Un paramètre à prendre en compte concernant l'étude de cet effet concerne l'épreuve élaborée en vue d'étudier cet effet de suppression articulatoire. Nous avons proposé une liste de mots pour la condition sans et une liste différente pour la condition avec suppression articulatoire afin d'éviter un éventuel effet d'apprentissage. Or, même si nous avons contrôlé la complexité des non-mots dans les deux listes, nous pourrions supposer que la baisse des performances chez les enfants contrôles à l'épreuve avec suppression articulatoire puisse être due au fait que ces non-mots soient plus difficiles à retenir. Il aurait été intéressant de proposer la même liste pour les deux conditions avec un délai d'au moins une semaine entre les deux présentations.

5.4 Implications sur l'interprétation du développement des systèmes de mémoire de travail.

Les résultats de notre étude sont en accord avec ceux de Baddeley (2003) quant à la relation entre taille de l'empan verbal et âge chronologique (cet empan croissant avec l'âge jusque vers 11/ 12 ans). Ainsi, l'empan verbal des enfants dysphasiques phonologico-syntaxiques augmente entre l'âge de 6/7 ans et l'âge de 11/12 ans (en se basant sur les épreuves de répétitions de non-mots et de syllabes peu fréquentes) sans toutefois atteindre les performances des enfants contrôles même à 11/12 ans.

On peut se demander si l'accroissement de l'empan chez l'enfant dysphasique est développemental ou s'il est conditionné par le fait que ces enfants dysphasiques sont pris en charge depuis plusieurs années en orthophonie. En effet, même si nous savons que la mémoire de travail ne peut être travaillée en tant que telle, nous pouvons raisonnablement penser que la rééducation du langage travaille sur de l'information séquentielle (le langage en l'occurrence). Cela pourrait influer sur les capacités d'encodage ou de stockage de ce type d'informations.

Toutefois, la rééducation ne se répercute pas sur les performances de mémorisation visuo-spatiale (pour le matériel présenté séquentiellement) puisque l'on n'observe pas d'augmentation des performances entre 6/ 7 ans et 11/ 12 ans ; ainsi, la rééducation du langage aurait des répercussions spécifiquement sur les capacités de mémorisation du matériel séquentiel auditivo-verbal spécifiquement. Le développement du lexique, en lien avec la rééducation orthophonique, ne peut expliquer à lui seul l'augmentation des performances (nous faisons ici référence à l'aide apportées par les représentations lexicales à long terme pour la répétition auditivo-verbale à court terme). En effet, nous observons également cette augmentation des performances dans la répétition de syllabes peu fréquentes, épreuve pour laquelle les sujets ne peuvent s'aider de ces connaissances lexicales en mémoire à long terme.

6 Conclusion

Les résultats expérimentaux obtenus ci-dessus confirment la plupart des résultats de la littérature sur l'hypothèse d'un déficit verbal de la mémoire de travail chez les enfants dysphasiques de type phonologico-syntaxique. La partie la plus originale de l'étude, l'observation des performances en mémoire visuo-spatiale donne des résultats contrastés qui suggèrent des développements intéressants et d'autres études futures.

Les résultats sur le test des blocs de Corsi suggéreraient que les déficits en mémoire de travail ne sont pas spécifiques du langage. Malheureusement, les résultats sur les patterns visuels suggèrent l'inverse.

Toutefois, cette contradiction est extrêment intéressante. Elle incite à se poser des questions sur la nature des mécanismes mesurés dans les deux épreuves visuo-spatiales. Si les résultats sont confirmés dans des études ultérieures, ils suggèrent que ces mécanismes sont différents. Les blocs de Corsi correspondent à une présentation de type séquentiel où les timings des processus de mémorisation sont fondementaux. Les patterns visuels ne présentent pas ces caractéristiques. Or on sait que les problèmes de timing peuvent être importants chez les enfants dysphasiques. Par ailleurs, la séquentialité est une propriété fondamentale du langage. Si les enfants ont des difficultés pour séquencer les événements, ils auront nécessairement des problèmes de langage. Enfin, dans la mesure où les procédures blocs de Corsi et patterns visuels ne mesurent pas les mêmes performances sous-jacentes, cette contradiction laisse penser que les processus en défaut dans la mémoire de travail chez les enfants dysphasiques ne sont pas uniquement langagiers.

Enfin, les résultats ci-dessus montrent aussi des difficultés de développement chez les enfants dysphasiques. Il reste toutefois un important travail de recherche à faire pour déterminer si le développement de la mémoire de travail est conditionné par le développement du langage ou inversement.

Références bibliographiques

Archibald, Lisa M. D. and Gathercole, Susan E. 2006. Visuospatial immediate memory in Specific Language Impairment. Journal of Speech, Language, & Hearing Research, 49.675-93.

Baddeley, A.D. 2003. Working memory and language: An overview. Journal of Communication Disorders, 36.189-208.

Baddeley, Alan. 2000. The episodic buffer: A new component of working memory? Trends in Cognitive Sciences, 4.417-23.

Bavin, Edith L., Wilson, Peter H., Maruff, Paul and Sleeman, Felicity. 2005. Spatio-visual memory of children with specific language impairment: evidence for generalized processing problems. International journal of language communication disorders, 40.319-32.

Bishop, D.V.M., North, D. and Donlan, C. 1996. Nonword repetition as a behavioural marker for inherited language impairment : evidence from a twin study. . Journal of Child Psychology and Psychiatry, 36.1-13.

Botting, Nicola and Conti Ramsden, Gina. 2001. Non-word repetition and language development in children with specific language impairment (SLI). International journal of language communication disorders, 36.421-32.

Dollaghan, Chris and Campbell, Thomas F. 1998. Nonword repetition and child language impairment. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41.1136–46.

Gathercole, S. and Baddeley, A. 1989. Evaluation of the role of phonological STM in the development of vocabulary of children: A longitudinal study. Journal of Memory and Language, 28.200-13.

—. 1990. Phonological memory deficits in language disordered children: is there a causal connection? Journal of Memory and Language, 29.336-60.

Hick, Rachel, Botting, Nicola and Conti-Ramsden, Gina. 2005. Cognitive abilities in children with specific language impairment: consideration of visuo-spatial skills. International Journal Of Language & Communication Disorders, 40.137-49.

Majerus, S. and Poncelet, M. 2005. Mémoire à court terme verbale et développement lexical chez l'enfant normal et l'enfant avec troubles spécifiques du langage. Neuropsychologie de l'enfant et troubles du développement, ed. by C. Hommet, I. Jambaqué, C. Billard and P. Gillet, 205-19. Marseille: Solal

Majerus, S., Vrancken, G. and Van Der Linden, M. 2003. Perception and short-term memory for verbal information in children with specific language impairment: further evidence for impaired short-term memory capacities. Brain and Language, 87.160-61.

Montgomery, James W. 1995. Examination of phonological working memory in specifically language-impaired children. Applied Psycholinguistics, 16.355-78.

Tallal, P. 1990. Fine-grained discrimination deficits in language-learning impaired children are specific neither to the auditory modality nor to speech perception. Journal Of Speech And Hearing Research, 33.616-19.

Durand J. Habert B., Laks B. (éds.)
Congrès Mondial de Linguistique Française - CMLF'08
ISBN 978-2-7598-0358-3, Paris, 2008, Institut de Linguistique Française

Psycholinguistique, acquisition
DOI 10.1051/cmlf08220

Wilson, J. T. L., Scott, J. H. and G., Power K. 1987. Developmental differences in the span of visual memory for pattern. British Journal of Developmental Psychology, 5.249-55.