

Le développement de la mémoire de travail dans le syndrome de Down.

Dr. Annick Comblain, Université de Liège

Communication présentée dans le cadre du 3^{ième} colloque sur le syndrome du X-fragile

ABSTRACT

Depuis la fin des années soixante, un grand nombre d'études ont permis d'établir que l'empan de mémoire à court terme des déficients mentaux reste bien en-dessous du niveau attendu sur la base de leur âge mental et de leur âge chronologique. Les travaux de Mackenzie et Hulme (1987) et Hulme et Mackenzie (1992), par exemple, montrent que les capacités de mémoire à court terme verbale de ces sujets ne se développent pas à la même vitesse que d'autres indices cognitifs. Les résultats de ces études apportent des informations précieuses sur le développement de l'empan mnésique des déficients mentaux mais ne fournissent que peu d'informations sur le fonctionnement des diverses composantes de leur mémoire à court terme auditivo-verbale. Début des années nonante, des chercheurs (Hulme & MacKenzie, 1992) ont entrepris de pallier à ce manque et de décrire le fonctionnement de la mémoire à court terme auditivo-vocale d'un groupe de personnes trisomiques 21 et, par la même occasion, de mettre au point une technique visant à améliorer les capacités mnésiques de ces personnes.

INTRODUCTION

Le développement et le fonctionnement de la mémoire de travail (ou mémoire à court terme) chez la personne normale sont largement étudiés à l'heure actuelle. Par contre, peu de choses sont entreprises sur ce sujet dans le domaine de la déficience mentale et plus particulièrement de la trisomie 21.

Dans le modèle développé par Baddeley (1986), la mémoire de travail est constituée d'un système de contrôle attentionnel supervisant et coordonnant l'activité de deux systèmes "esclaves": 1] la boucle articulatoire (ou boucle phonologique), responsable de la manipulation de l'information verbale, et 2] le carnet de notes visuo-spatial, répertoriant et manipulant les images visuelles.

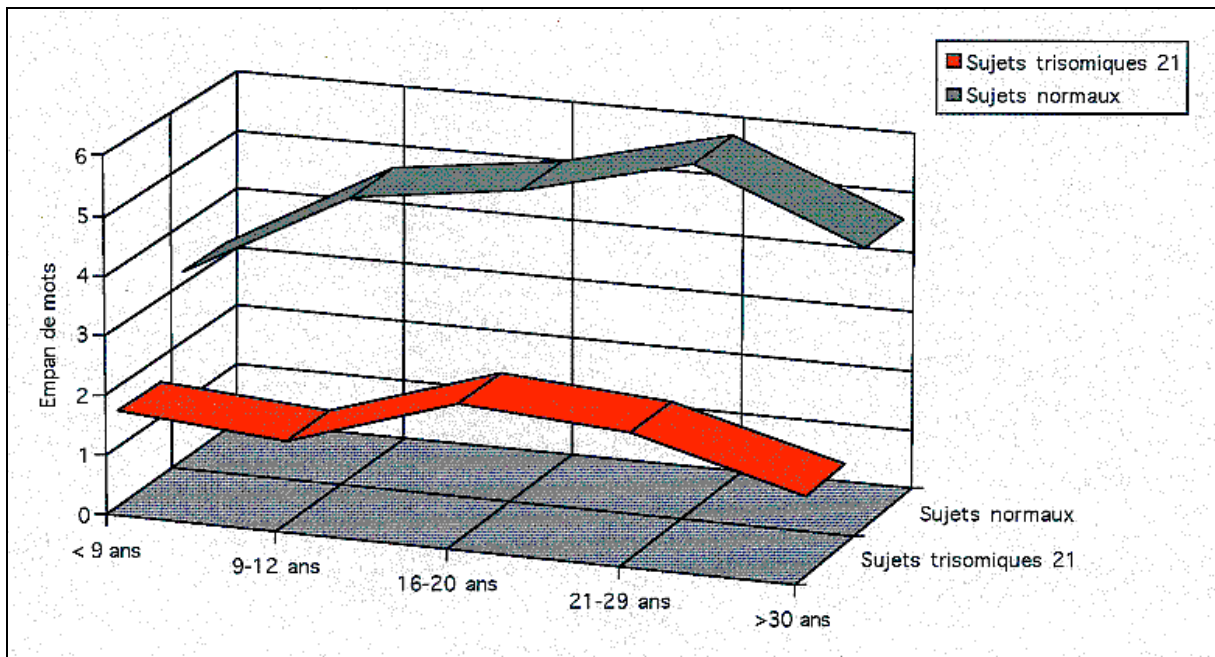
Pour notre propos, nous nous intéresserons exclusivement à la boucle articulatoire, à son fonctionnement et aux phénomènes qui en découlent. La boucle articulatoire comprend deux composantes: 1] le magasin phonologique capable de conserver une information verbale et 2] le processus de contrôle articulatoire basé sur le langage interne. Les traces mnésiques contenues dans le magasin phonologique s'effacent progressivement pour devenir irrécupérables après 1^{1/2} seconde à 2 secondes. Elles peuvent, cependant, être rafraîchies par un processus de "relecture" de la trace (processus de contrôle articulatoire) qui les renvoie dans le magasin phonologique. Ceci implique que le processus sous-tende une récapitulation subvocale. Ce processus est également capable de prendre

du matériel écrit et de le convertir en un code phonologique puis de l'enregistrer dans le magasin phonologique. La boucle articulatoire est soumise à l'influence de quelques effets déterminant la qualité du rappel: ^{1]} l'effet de similarité phonologique (le rappel d'une séquence d'items est d'autant plus faible que les items à rappeler sont phonologiquement proches), ^{2]} l'effet de longueur des mots (le rappel d'une séquence de mots est d'autant plus faible que les mots à rappeler sont longs -un sujet rappelle en moyenne plus de mots monosyllabiques que de mots polysyllabiques-), ^{3]} l'effet dit du "langage inattendu" (l'écoute d'un matériel verbal non pertinent lors de l'exécution d'une tâche d'empan mnésique diminue nettement la qualité du rappel), et ^{4]} l'effet de la suppression articulatoire (le fonctionnement de la boucle articulatoire est perturbé si, durant la tâche de mémorisation et de rappel, le sujet doit articuler répétitivement à haute voix un item non pertinent: élimination de l'effet de similarité phonologique et de langage inattendu en présentation visuelle des items, élimination de l'effet de longueur des mots en présentation visuelle et auditive).

La problématique générale de la mémoire à court terme chez les déficients mentaux

Le déficit de la mémoire auditive à court terme chez les déficients mentaux est bien connu (on verra notamment, Bilovsky & Share, 1965; Broadley & MacDonald, 1994; Broadley, MacDonald & Buckley, 1995; Comblain, 1996a; Marcell, Harvey, & Cothran, 1988; Mackenzie et Hulme, 1987; Hulme et Mackenzie, 1992; Marcell & Armstrong, 1982; Marcell & Weeks, 1988). McDade et Adler (1980) pointent les difficultés éprouvées par les sujets trisomiques 21 lors de la reproduction de séquences d'items et concluent que le déficit de mémoire à court terme auditivo-vocale chez les déficients mentaux est dû à des problèmes au niveau de la récupération de l'information plutôt qu'à des problèmes liés à son encodage. Marcell et Armstrong (1982) effectuent une étude comparative sur les capacités de mémoire à court terme visuelle et auditive d'enfants trisomiques 21, déficients mentaux non-trisomiques 21 et normaux. Ils constatent que les enfants trisomiques 21 et déficients mentaux d'autres étiologies ont des performances mnésiques inférieures à celles des enfants normaux. De plus, alors que ces derniers présentent un effet de modalité lors du rappel (le matériel présenté auditivement est mieux rappelé que le matériel présenté visuellement), les deux groupes de sujets déficients mentaux ne montrent pas cet effet de modalité. Une explication probable à l'absence d'effet de modalité serait l'inexpérience des déficients mentaux dans l'utilisation de stratégies de mémorisation permettant un accès rapide à l'information auditive.

Si les problèmes de mémoire à court terme des personnes retardées mentales sont souvent mentionnés, les caractéristiques de fonctionnement de leur mémoire ne sont que rarement abordées. Peu de choses sont d'ailleurs connues sur l'évolution de l'empan de mémoire à différents stades de développement chez les déficients mentaux (Hulme & Mackenzie, 1992). L'augmentation de l'empan de mémoire avec l'élévation de l'âge chronologique (et donc de l'âge mental) observée chez les enfants normaux ne l'est pas chez les déficients mentaux.



Hulme et Mackenzie (1992) pensent que l'augmentation de l'empan de mémoire chez l'enfant normal est liée à la capacité générale croissante à enregistrer, maintenir et manipuler les informations. Plusieurs phénomènes peuvent être à la base de cette amélioration des capacités de mémorisation (Hulme & Mackenzie, 1992): ^{1]} l'utilisation du processus de récapitulation subvocale, ^{2]} l'organisation du matériel à mémoriser, ^{3]} la vitesse du déclin de la trace, ^{4]} la vitesse d'identification des items et ^{5]} la vitesse d'articulation. Hulme et Mackenzie accordent une grande importance à la vitesse d'articulation et suggèrent, comme Baddeley et al. (1975), qu'elle est en grande partie responsable de l'augmentation de l'empan puisque qu'elle permet de récapituler un plus grand nombre d'items dans le même laps de temps.

[Le développement de l'empan de mémoire à court terme chez les personnes présentant un retard mental](#)

Mackenzie et Hulme (1987) et Hulme et Mackenzie (1992) ont effectué une étude longitudinale de 5 ans sur les capacités de mémoire à court terme auditivo-vocale d'enfants et d'adolescents retardés mentaux modérés et sévères trisomiques 21 et de différentes étiologies appariés sur la base de l'âge mental avec un groupe d'enfants normaux. Cette étude met en évidence le décalage croissant entre l'âge mental et la capacité de mémoire à court terme auditivo-vocale chez les déficients mentaux. Au terme de deux ans, on note une amélioration considérable des performances de mémoire à court terme dans le groupe d'enfants normaux ainsi qu'une élévation de l'âge mental parallèle à celle de l'âge chronologique (c'est-à-dire de 24 mois). Les deux groupes de sujets déficients mentaux montrent, quant à eux, un pattern de résultats différent: ^{1]} l'élévation de l'âge mental (de 6 mois environ) est cohérente avec leur vitesse d'apprentissage lente, ^{2]} aucune augmentation appréciable des

scores de mémoire auditive séquentielle n'est observée. Au terme de cinq ans, les enfants normaux continuent à montrer une augmentation régulière de l'âge mental parallèle à celle de l'âge chronologique ainsi qu'une amélioration des scores en mémoire auditive séquentielle. Chez les sujets déficients mentaux (des 2 groupes), il y a une augmentation régulière de l'âge mental (de 16 mois environ) et une amélioration significative des performances en mémoire à court terme. Cependant, cette dernière ne se fait pas à la vitesse attendue sur la base de l'âge mental. Au terme de cette étude, il apparaît que les capacités de mémoire à court terme des déficients mentaux modérés et sévères ne se développent pas à la même vitesse que d'autres indices cognitifs. Les résultats obtenus suggèrent également que les déficits de mémoire auditive puissent être décrits comme un trait commun aux handicapés mentaux modérés et sévères plutôt que spécifique aux trisomiques 21. La seule véritable différence observée entre le groupe de trisomiques 21 et celui des étiologies mixtes est la plus grande variabilité des empan de chiffres dans ce second groupe.

Le fonctionnement de la boucle articulatoire chez les personnes trisomiques 21

Hulme et Mackenzie (1992) ont également étudié le fonctionnement de la boucle articulatoire chez les déficients mentaux comparativement à des enfants normaux. Leurs données mettent clairement en évidence un effet de longueur des mots chez les enfants normaux mais pas chez les déficients mentaux et ce bien que ces derniers, comme les enfants normaux, mettent plus de temps à articuler des mots poly- que monosyllabiques. Les auteurs mettent en évidence un effet de similarité phonologique chez les enfants normaux et chez les déficients mentaux. Son ampleur est, cependant, moindre chez ces derniers que chez les enfants normaux. Notons également que les performances des enfants normaux sont supérieures à celles des sujets déficients mentaux tant pour les mots similaires que pour les mots dissimilaires phonologiquement. Selon eux, l'absence d'effet de longueur des mots ainsi que la faiblesse de l'effet de similarité phonologique chez les personnes trisomiques 21 pourrait, selon les auteurs, être expliqués par l'absence de récapitulation subvocale et par conséquent l'utilisation efficace de la boucle articulatoire.

Broadley, MacDonald et Buckley (1995) ainsi que Comblain (1996a,b) se sont également intéressés à l'effet de similarité phonologique et à l'effet de longueur des mots chez les sujets trisomiques 21. Contrairement à Hulme et Mackenzie (1992), ces auteurs (1995) mettent en évidence des effets de similarité phonologique **et** de longueur des mots significatifs chez des sujets trisomiques 21. Si l'on se base sur le modèle de fonctionnement de la mémoire de travail (Baddeley, 1986), la présence de ces deux effets reflète l'existence d'un magasin phonologique de même que celle d'un mécanisme de récapitulation subvocale permettant de stocker et de rappeler les items. Notons pour la clarté de l'exposé que les recherches menées ultérieurement par Gathercole et son équipe (1994) et par Comblain (1996a,b) montrent que la présence d'un effet de longueur des mots n'est pas incompatible avec l'absence de récapitulation subvocale. Nous n'entrerons cependant pas ici dans la polémique théorique à ce propos. Nous retiendrons juste les effets de longueur des mots et de similarité

phonologique sont présents chez les personnes trisomiques 21 et ce en l'absence tout processus de récapitulation efficace.

Les relations entre mémoire et langage.

Baddeley, Papagno et Vallar (1988) ont été les premiers à mettre en évidence les liens entre la mémoire phonologique à court terme et l'apprentissage de nouveaux mots. C'est l'étude approfondie de leur patiente cérébro-lésée italienne PV qui a permis d'objectiver ce lien. Deux tâches lui étaient proposées. La première consistait à rappeler des paires de mots italiens; la seconde à rappeler des paires de mots italiens/russes. PV n'ayant aucune connaissance du russe, les mots produits dans cette langue étaient assimilés à des non-mots. Les performances de PV étaient excellentes pour la première tâche. Par contre, elle était incapable de réaliser la seconde tâche. Ces résultats peuvent s'expliquer de la manière suivante. La première tâche (rappel de paires de mots italiens) est essentiellement basée sur un codage sémantique de l'information. Dans ce cas, la charge pesant sur la boucle phonologique est relativement faible. Ce qui explique sans doute les bonnes performances de PV. La seconde tâche (rappel de paires de mots italiens/russes), quant à elle impose un stockage temporaire de l'information à rappeler. Dès lors, l'empan de mémoire verbale limité de PV (2 ou 3 items) semble être un obstacle à la création d'un lien entre le matériel connu (les mots italiens) et le matériel inconnu (les mots russes). Par ailleurs, le fait que PV soit également incapable de répéter des non-mots polysyllabiques plaide en faveur de l'hypothèse selon laquelle la mémoire phonologique à court terme joue un rôle prépondérant dans la répétition de non-mots. Sur base de ces données, Baddeley et al. (1988) insistent sur l'importance de la mémoire phonologique à court terme dans l'apprentissage phonologique à long terme. Il est évident que ces résultats et les conclusions qui en découlent ont des implications importantes pour la compréhension du développement lexical chez les enfants.

Gathercole et Baddeley (1990b), se basant sur ces données, ont étudié les capacités mnésiques et lexicales d'enfants présentant un retard de langage. Ils remarquent que généralement les enfants présentant des troubles du langage oral ou écrit mais possédant néanmoins une intelligence normale ont des capacités mnésiques réduites. Leurs capacités à répéter des formes phonologiques non-familiales (comme celles des non-mots) sont sévèrement limitées. Selon eux, si la faiblesse des performances à l'épreuve de mémoire était le simple reflet des limitations au niveau des capacités langagières, les performances mnésiques de ces enfants devraient être identiques à celles d'enfants plus jeunes ne présentant pas de troubles du langage. Ce n'est cependant pas le cas. Gathercole et Baddeley (1990b, 1993) interprètent ces résultats comme l'indice d'une altération du fonctionnement de la mémoire phonologique à court terme.

L'hypothèse selon laquelle la composante phonologique de la mémoire de travail joue un rôle important dans l'acquisition du vocabulaire est également renforcée par les résultats d'une étude menée par Vallar et Papagno (1993) sur une jeune femme adulte atteinte du syndrome de Down (FF). FF parlait couramment trois langues : l'italien (sa langue maternelle), le français et l'anglais. Elle

maîtrisait chacune de ces langues suffisamment bien que pour en utiliser correctement les aspects morpho-syntaxiques. Son QI verbal était de 80 (WAIS), son QI non verbal de 63 et son QI global de 71. Le point intéressant dans l'étude de Vallar et Papagno pour le sujet qui nous occupe est que FF pouvait effectuer parfaitement des tâches d'association mots/mots et mots/non-mots. Selon les auteurs, les performances de FF confirment le lien étroit qui existe entre mémoire phonologique à court terme et acquisition du vocabulaire. Il est évident que FF est un cas exceptionnel de développement langagier dans le syndrome de Down. Rondal (1995) décrit un autre cas exceptionnel de trisomie 21, Françoise. Cette jeune femme francophone avait un QI verbal de 70 (WAIS), un QI non-verbal de 64 et un QI global de 65. En conclusion d'un examen détaillé de ses compétences linguistiques, Rondal écrit qu'elle présente "des capacités grammaticales avancées" (Rondal, 1995, p.168). La principale différence entre ces deux sujets exceptionnels est, d'une part, l'empan de mémoire phonologique à court terme (FF a un empan de mémoire phonologique à court terme normal et Françoise a un empan de 4 chiffres) et, d'autre part, le niveau lexical (même si nous n'avons pas d'informations précises sur le niveau lexical de FF, nous savons qu'elle parle couramment trois langues alors que Françoise n'en parle qu'une et que son niveau de compréhension lexicale est similaire à celui d'un enfant normal de 5 à 8 ans).

Comme nous l'avons déjà précisé, FF et Françoise sont des sujets trisomiques 21 exceptionnels et, de part leur exceptionnalité, elles ne sont donc pas représentatives de la population des personnes atteintes du syndrome de Down. Habituellement, les personnes trisomiques 21 dites "standards" ont des capacités mnésiques et langagières très limitées. Comme, on le sait déjà depuis la fin des années soixante, l'empan de mémoire à court terme des personnes trisomiques 21 est inférieur à ce que l'on peut attendre sur la base de leur âge mental et de leur âge chronologique. Jarrold et Baddeley (1997) parlent d'une atteinte sélective de la mémoire à court terme verbale chez les personnes atteintes du syndrome de Down. D'après ces auteurs, les performances limitées des personnes trisomiques 21 aux tâches de mémoire verbale ne résultent pas d'une supériorité générale de leurs capacités non-verbales ou de leurs difficultés auditives (qui pourraient influencer les performances aux tâches mnésiques). Ils affirment également que l'atteinte sélective de la mémoire verbale à court terme chez ces sujets peut avoir des "implications importantes sur le développement des savoir-faire langagiers dans cette population et pourrait, plus particulièrement, expliquer leur retard par rapport au développement de leurs capacités non-verbales" (Jarrold & Baddeley, 1997, p.102). Enfin, Jarrold et Baddeley (1997), à la fin de leur article, nous rappellent la relation établie par Gathercole et collaborateurs (1989, 1990a, 1992, 1993) entre mémoire à court terme verbale, âge mental verbal et connaissances lexicales chez les enfants en développement normal et ils se posent, à juste titre, la question de l'existence d'une telle relation chez les personnes atteintes du syndrome de Down. Cette question est non seulement d'un intérêt théorique mais également d'un intérêt pratique. D'un point de vue théorique, il est intéressant de cerner avec plus de précisions le fonctionnement mnésique des personnes retardées mentales en général. D'un point de vue pratique, il n'est pas dénué d'intérêt pour les psychologues et les logopèdes

de disposer d'informations sur le lien éventuel entre mémoire phonologique à court terme et langage chez les personnes trisomiques 21 et ce, dans l'optique d'ajuster les interventions thérapeutiques et rééducatives. Comblain (1996a, 1999, sous presse) a effectué une étude allant dans ce sens et mettant en évidence les liens entre lexique et mémoire à court terme chez 12 personnes trisomiques 21 standards. Les résultats obtenus avec des sujets trisomiques 21 semblent aller dans le sens de l'existence d'une relation entre les capacités de mémoire phonologique à court terme et les connaissances lexicales. Ses résultats confirment ceux obtenus par Gathercole et Baddeley (1989, 1990a,b; 1993) avec des enfants en développement normal et des enfants non-handicapés atteints d'un retard de langage suggérant que les capacités de mémoire phonologique à court terme des jeunes enfants influencent directement l'acquisition du vocabulaire et donc qu'un déficit de la mémoire phonologique à court terme peut être une des raisons principales d'un développement lexical limité.

Dans le groupe de personnes trisomiques 21 étudiées par Comblain (1996a, sous presse) les sujets dont les performances mnésiques sont les plus faibles sont également ceux dont les connaissances lexicales sont les plus faibles. Dans son étude, Comblain corrèle le niveau de connaissances lexicales avec différentes variables l'âge mental, "global" et non-verbal et différentes mesures de mémoire. Les résultats de ces analyses montrent que la mémoire phonologique à court terme constitue un excellent prédicteur des connaissances lexicales des sujets puisqu'elle explique 59.29% de la variance.

Il apparaît donc que dans l'état actuel de nos connaissances et sur base des données dont nous disposons, nous ne pouvons rejeter l'hypothèse selon laquelle la mémoire phonologique à court terme influence l'apprentissage lexical chez les personnes atteintes du syndrome de Down. Cependant, si la capacité de mémoire phonologique à court terme des sujets trisomiques 21 peut être considérée comme un indice de la capacité d'apprentissage lexical, nous pensons qu'il faut restreindre cet apprentissage à la forme phonologique des mots. Au stade actuel des recherches, il semble peu probable que les capacités mnésiques des sujets déterminent l'acquisition des caractéristiques sémantiques (des traits) associées aux mots.

En conclusion, on ne peut ignorer les résultats des nombreuses études concernant le lien étroit existant entre mémoire phonologique à court terme et acquisition du lexique. Cependant, davantage d'études devraient être menées sur le sujet afin de préciser la nature réelle de ce lien. En attendant la publication de telles études, il semble important d'essayer d'améliorer la mémoire phonologique à court terme des personnes atteintes du syndrome de Down puisque cette dernière semble avoir une influence positive sur l'acquisition et le développement de certains aspects langagiers.

L'ENTRAÎNEMENT DE LA RECAPITULATION SUBVOCALE.

Les capacités de mémoire à court terme auditivo-vocale sont, comme nous l'avons vu, très limitées chez les personnes trisomiques 21. Hulme et Mackenzie (1992), partant de l'idée selon laquelle les sujetstrisomiques 21 ne récapitulent pas le matériel verbal qui leur est présenté, pensent

qu'un entraînement de la récapitulation pourrait augmenter leur empan de mémoire. Ils affirment qu'outre à une augmentation de l'empan, on devrait également assister à une augmentation de la sensibilité des sujets à la similarité phonologique des items et à la longueur des mots. Dans cette perspective, vingt-quatre adolescents trisomiques 21 âgés de 13 ans 11 mois à 17 ans 11 mois à ont été entraînés à utiliser une stratégie de récapitulation subvocale dans des tâches de rappel de listes de chiffres. L'âge mental moyen des sujets, déterminé par une tâche verbale et trois tâches de performance de la WISC-R, était de 7 ans 9 mois. Leurs séances d'entraînement se sont étalées sur dix jours à raison d'une séance de dix minutes tous les jours. La tâche des sujets consistait à répéter des séquences de mots de plus en plus longues. Les résultats sont encourageants. Au terme de l'entraînement, l'empan des sujets a augmenté de manière significative. Conformément à leur hypothèse de départ, Hulme et Mackenzie notent également une augmentation de la taille de l'effet de similarité phonologique et de l'effet de longueur des mots. Ces deux effets dépendent, selon eux, de l'activité de récapitulation subvocale. Malheureusement, aucun suivi n'a été effectué et aucune information n'est donnée quant au maintien des performances mnésiques des sujets. Hulme et Mackenzie voient, ajuste titre, toute une série de prolongements possibles à leur recherche dont l'extension de l'entraînement à différentes tranches d'âges et à des sujets de niveau intellectuel différent. Ils mentionnent également la nécessité d'étudier le maintien à long-terme des bénéfices de ce type d'entraînement.

Broadley et MacDonald (1993) et Broadley, MacDonald et Buckley (1994) ont mené le même type d'entraînement avec des sujets trisomiques 21 âgés de 4 ans 3 mois à 17 ans 1 mois. Leurs résultats vont dans le même sens que ceux de Hulme et Mackenzie. L'entraînement de la récapitulation subvocale augmentent les performances mnésiques à court terme des sujets trisomiques 21 mais seulement au niveau des skills entraînés, en l'occurrence ici l'empan de mots courts familiers. Broadley et al. affirment que leurs sujets maintiennent leurs performances mnésiques jusqu'à huit mois après la fin de l'entraînement. La méthodologie employée nous semble peu fiable. L'utilisation abusive de ce que Broadley et al. (1993, 1994) appellent des "key workers" (instituteurs, éducateurs, etc.) pour entraîner les sujets pourrait introduire un biais considérable dans l'expérimentation. Aucune garantie n'est donnée que le plan expérimental est scrupuleusement respecté et que les "key workers" ne continuent pas à entraîner, consciemment ou inconsciemment, les sujets après la fin de la session d'entraînement. De plus, les pratiques des uns et des autres peuvent varier et cette variabilité engendrée par la multitude de "key workers" utilisés n'est pas contrôlée. Le fait que les sujets entraînés par des "key workers" affichent des performances supérieures à celles de sujets entraînés par les auteurs de l'article ne reflète-t-il pas plus l'empathie des "key workers" que la connaissance que les sujets ont de ces personnes et de la sécurité qu'elles leur inspirent ? Nous émettrons également des réserves sur le choix des sujets expérimentaux et contrôles. Les

premiers sont principalement issus de classes pour enfants atteints d'un retard mental léger à modéré; certains d'entre eux sont même en intégration dans l'enseignement ordinaire. Les seconds, les sujets contrôles, sont majoritairement issus de classes pour enfants atteints de retard mental modéré à sévère. Les progrès des uns et la stagnation des performances des autres n'est-elle pas plus le fait de la différence de niveau intellectuel au départ que de l'entraînement de la récapitulation subvocale ? Enfin, notons encore que les performances du groupe expérimental était, avant la session d'entraînement, supérieures à celles du groupe contrôle.

Les nombreux problèmes méthodologiques contenus dans les expériences de Broadiey et al. nous amènent à vérifier, avec plus de rigueur, si l'entraînement de la récapitulation subvocale permet d'augmenter l'empan auditivo-vocal de sujets trisomiques 21. Un suivi d'un an et demi permettra de confirmer ou d'infirmer la conclusion de Broadley et al. quant au maintien des performances après l'entraînement.

Notons enfin que selon Burger, Blackman et Tan (1973), les critères d'un entraînement efficace sont:

- 1] La participation active des sujets dans l'entraînement.
- 2] Une durée d'entraînement de plusieurs jours au moins.
- 3] Une analyse des composantes importantes de la tâche.
- 4] L'introduction systématique de stratégies pertinentes.
- 5] L'emploi de techniques d'estompage.
- 6] L'imprégnation des sujets de la valeur de la stratégie.

Ces six critères sont rencontrés par notre entraînement (voir Comblain 1994 et 1996a pour plus de détails). Les sujets y participent activement. L'entraînement dure plusieurs semaines et est décomposé en plusieurs étapes de difficulté croissante. Les sujets sont progressivement amenés à intérioriser la récapitulation. Enfin, l'utilité de la stratégie pour réussir "le jeu" proposé leur est expliquée.

Description de la procédure d'entraînement

La procédure d'entraînement proposée est en huit étapes. La méthode d'entraînement employée est inspirée de celle utilisée par Hulme et Mackenzie (1992) et partiellement de Broadley et MacDonald (1993). Cependant, en raison de contraintes pratiques, cet entraînement qui dure 8 semaines, ne s'effectue, comme dans les études précédentes, quotidiennement (à raison de 10 minutes par jours) mais bien de manière hebdomadaire (à raison d'une demi-heure par semaine). Vingt-quatre personnes trisomiques 21 ont été sélectionnées pour participer à cette étude. Douze constitueront le groupe expérimental et les douze autres, le groupe contrôle (non entraîné). Chacun de ces groupes est constitué de 4 enfants, 4 adolescents et 4 adultes.

Matériel

Le matériel d'entraînement est composé de septante images en couleurs (8,5 cm x 6,5 cm) réparties en cinq catégories sémantiques (animaux, fruits, légumes, meubles et jouets). Les images sont issues de La Nouvelle Imagerie (1990, Editions Fleurus). Chaque image est préalablement présentée au sujet dans une tâche de dénomination. Les items non connus font l'objet d'un apprentissage. Les mots illustrés sur les images sont uniquement utilisés lors de la phase d'entraînement de la récapitulation subvocale et diffèrent de ceux utilisés dans les phases de testing (pré-test et post-tests).

Procédure

La procédure d'entraînement comporte 8 étapes de difficulté croissante :

- **Etape 1 → Etape 4**: Présentation visuelle des items

* **Etape 1**: Utilisation d'images appartenant à une seule catégorie sémantique.

L'expérimentateur présente une première image au sujet en l'identifiant. Le sujet doit répéter le nom de l'item directement après l'expérimentateur.

Par exemple : Expérimentateur : fraise → Sujet : fraise

L'expérimentateur retourne alors l'image (de telle façon que le sujet ne voit plus l'illustration) et demande au sujet de nommer l'image qu'il vient de voir. Si le sujet échoue dans la tâche de rappel, on représente l'image encore une fois; s'il réussit, l'expérimentateur présente une nouvelle fois la première image et y ajoute une seconde (tout en les nommant).

Par exemple : Expérimentateur : fraise → Sujet : fraise / E : -fraise, poire → S : fraise, poire

L'expérimentateur retourne les deux images et le sujet doit les rappeler dans l'ordre de présentation. La procédure se poursuit de cette manière jusqu'à ce que le sujet ne puisse plus rappeler les séries d'images présentées. La même procédure est effectuée avec d'autres catégories sémantiques.

* **Etape 2:** Utilisation d'images appartenant à plusieurs catégories sémantiques. La procédure est identique à celle mise en oeuvre dans l'étape 1.

Par exemple : Expérimentateur : cerise → Sujet : cerise /E : cerise, lion → S : cerise, lion

N.B. : Dans ces deux étapes, l'expérimentateur passe en revue tous les items de la série avant d'en ajouter un nouveau. De cette manière, le sujet entend, à chaque ajout, le nom de tous les items de la série et a sous les yeux les images qui y correspondent.

* **Etape 3:** Utilisation d'images appartenant à une seule catégorie sémantique. L'expérimentateur présente une première image au sujet en l'identifiant. Le sujet doit répéter le nom de l'item directement après l'expérimentateur.

Par exemple : Expérimentateur .fraise → Sujet .fraise

L'expérimentateur retourne alors l'image (de telle façon que le sujet ne voit plus l'illustration) et demande au sujet de nommer l'image qu'il vient de voir. Si le sujet échoue dans la tâche de rappel, on présente l'image encore une fois; s'il réussit, l'expérimentateur présente une nouvelle image et la nomme.

Le sujet doit rappeler l'image ainsi que la précédente dans l'ordre de présentation. La procédure se poursuit de cette manière jusqu'à ce que le sujet ne puisse plus rappeler les séries d'images présentées. La même procédure est effectuée avec d'autres catégories sémantiques.

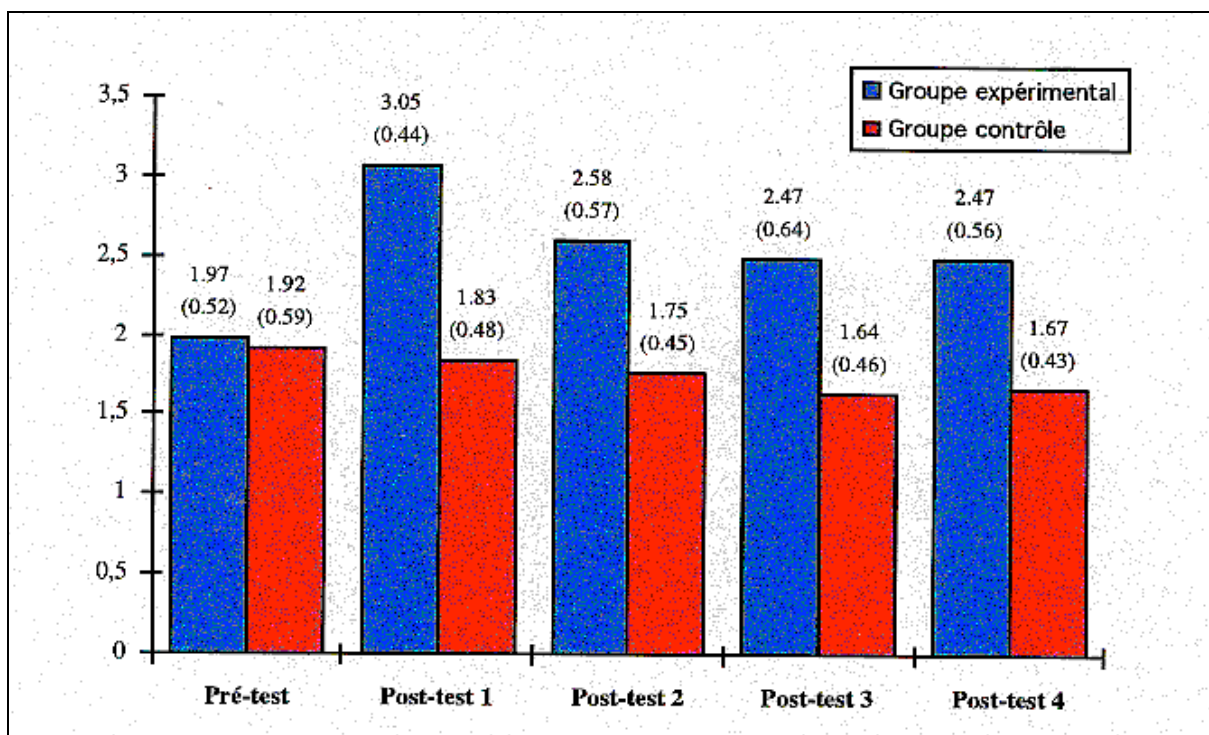
* **Etape 4:** Utilisation d'images appartenant à plusieurs catégories sémantiques. La procédure est identique à celle mise en oeuvre dans l'étape 3.

Par exemple : Expérimentateur : cerise → Sujet : cerise /E : lion → S : cerise, lion

N.B. : Dans ces deux étapes, l'expérimentateur ajoute un nouvel item à la série sans en rappeler les éléments précédents. De cette manière, le sujet doit maintenir en mémoire toute la série d'items présentés et y ajouter le dernier dont il vient de voir l'illustration.

- **Etape 5 → Etape 8:** Présentation auditive des items. La progression des exercices est la même que celle proposée lors de la présentation auditive. Afin d'aider les sujets dans le rappel des items, l'expérimentateur habitue le sujet à lever un doigt de la main chaque fois qu'il dit un mot et l'encourage à les répéter à haute voix puis à mi-voix.

Les résultats de cet entraînement peuvent être visualisés sur le graphique suivant. Il est intéressant de constater qu'au terme des 8 semaines d'entraînement, l'empan de mémoire des personnes trisomiques du groupe expérimental a atteint le niveau attendu en regard de leur âge mental.



L'analyse des résultats met en évidence une augmentation des capacités de mémoire à court terme auditivo-vocale chez les sujets trisomiques 21 ayant été soumis à l'entraînement de la récapitulation subvocale. Bien que les performances tendent à diminuer après l'arrêt de l'entraînement, elles restent significativement supérieures au niveau de départ (Pré-test). La présence d'un effet de longueur des mots lors du pré-test nous avait mené à envisager quatre directions possibles pour l'interprétation d'une éventuelle augmentation des performances après l'entraînement à la récapitulation:

- 1- La session d'entraînements effectuée, bien qu'ayant permis une augmentation des performances des sujets, n'a pas en réalité entraîné la récapitulation subvocale mais une autre composante de la mémoire de travail.
- 2- La session d'entraînements effectuée n'a rien entraîné du tout et ce sont plutôt les évaluations répétées qui ont favorisé une augmentation des performances.
- 3- Les sujets récapitulaient déjà et l'entraînement les a rendu plus performants dans cette tâche.
- 4- Comme Gathercole, Adams et Hitch (1994) le suggèrent, la présence de l'effet de longueur des mots n'est pas une condition suffisante pour conclure à l'utilisation de la stratégie de récapitulation subvocale. Et dès lors, l'entraînement a peut-être amené les sujets non récapitulateurs à récapituler.

La première et la troisième hypothèse nous semblent peu probable. En effet, lors du pré-test, les sujets ne montraient aucun indice visible d'utilisation de la récapitulation subvocale. Après les séances d'entraînement, la totalité des sujets exhibaient des comportements manifestes de

récapitulation (utilisation des doigts de la mains comme lors de l'entraînement ou mouvements clairs des lèvres). Ces comportements ne résultent, bien sûr, que d'observations. Le fait de n'avoir perçu aucun comportement visible de récapitulation chez les sujets lors du pré-test n'autorise pas à conclure à une non-utilisation de cette stratégie. Mais l'hypothèse selon laquelle les sujets auraient déjà intériorisé la stratégie de récapitulation subvocale et reviendraient à un niveau plus "primitif de récapitulation à voix haute après l'entraînement semble peu probable. Notons de plus que les sujets contrôles n'exhibent pas ce type de comportements.

En ce qui concerne la deuxième hypothèse, les performances du groupe contrôle sont là pour l'infirmier. En effet, les sujets contrôles ont été testés autant de fois que les sujets expérimentaux et ne montrent pas pour autant une amélioration de leurs performances. Il nous semble que la quatrième hypothèse, celle de Gathercole et al., est la plus plausible. Selon Hulme et Mackenzie (1992), l'effet de similarité phonologique et de l'effet de longueur des mots dépendent de la récapitulation subvocale et l'entraînement de la récapitulation devrait donc avoir comme conséquence l'augmentation de la taille de ces effets. C'est ce qui a été observé dans le groupe expérimental de sujets trisomiques 21 (cf. Comblain, 1994 et 1996a pour plus de détails). Directement après la session d'entraînements, la taille de ces deux effets s'est accrue et distinguée de celle observée dans le groupe de sujets trisomiques 21 contrôle. Par contre, au Post-test 2, la taille des effets est retournée à son niveau de départ pour ne plus se différencier de celles du groupe contrôle. On peut supposer qu'un tel phénomène est dû à un abandon progressif de la part des sujets trisomiques 21 de la stratégie de récapitulation subvocale.

Nous pensons que nos données confirment celles de Gathercole, Adams et Hitch (1994) et d'Henry (1991). Les effets de longueur des mots et de similarité phonologiques ne sont pas attribuables à la récapitulation subvocale. Tout d'abord (vois Section 10.1), les capacités mnésiques des sujets ne sont pas liées à leur vitesse d'articulation. Ensuite, les enfants normaux bien que voyant leurs performances mnésiques s'améliorer ne voient pas la taille de l'effet de similarité phonologique portant sur les mots et la taille de l'effet de longueur des mots augmenter de manière significative. Enfin, tous les groupes de sujets étudiés, tant trisomiques 21 que normaux, tant contrôle qu'expérimentaux, exhibent une effet de similarité phonologique ainsi qu'un effet de longueur des mots au Pré-test.

Le fait le plus important à noter au terme de cette série d'expériences est la possibilité d'améliorer de manière significative les performances mnésiques de sujets trisomiques 21. Huit semaines d'entraînement ont suffi pour que la totalité des sujets du groupe expérimental montrent des signes clairs d'utilisation de la récapitulation subvocale. Aucun indice de l'utilisation de cette stratégie n'était présent au pré-test. Au post-test 1, les quatre adolescents et deux adultes bougent les lèvres, les quatre enfants et deux adultes utilisent leurs doigts afin de faciliter le rappel. De tels comportements disparaissent cependant progressivement au post-test 2 et totalement aux post-tests 3 et 4. Le déclin des performances associé avec la disparition de l'utilisation claire d'une stratégie de récapitulation suggère que les sujets abandonnent cette stratégie ou l'utilisent de manière moins systématique plutôt

que de l'intérioriser en une récapitulation subvocale (c'est déjà ce que Kennedy et Miller, 1976, avaient mis en évidence l'abandon de cette stratégie après entraînement chez déjeunes enfants normaux ne l'utilisant pas encore utilisée spontanément). Des données récentes (Gathercole & Baddeley, 1993, et Gathercole, Adams & Hitch, 1994) suggèrent que les enfants normaux de 4 ans n'utilisent pas la récapitulation subvocale pendant les tâches d'empan auditif. Henry (1991) et Heffernan, Hitch et Halliday (1993) en arrivent à la même conclusion. Les jeunes enfants ne sont pas perturbés par la suppression articulatoire tout comme le sont les enfants plus âgés et les adultes et ce qui suppose qu'ils n'utilisent pas une stratégie de récapitulation subvocale. Les données disponibles sur les enfants normaux peuvent aider à interpréter les résultats que nous avons obtenus avec des individus trisomiques 21. L'âge mental moyen de nos sujets est de 3 ans 5 mois pour les enfants, 4 ans 4 mois pour les adolescents et 4 ans 3 mois pour les adultes. Si l'on considère que les enfants normaux de moins de 5 ans n'utilisent pas spontanément une stratégie de récapitulation subvocale durant les tâches de mémoire auditive, on peut dès lors supposer que les sujets trisomiques 21 dont l'âge mental est inférieur à 5 ans n'utilisent pas la récapitulation subvocale. S'ils le font à la suite d'une session entraînement à l'utilisation de cette stratégie, ils l'abandonnent dès que les entraînements cessent.

BIBLIOGRAPHIE

- Adams, M.-A., & Gathercole, S.E. (1995). Phonological working memory and speech production in preschool children. Journal of Speech and Hearing Research, 38, 403-414.
- Baddeley, A., Gathercole, S.E., & Papagno, C. (1998). The phonological loop as a language learning device. Psychological Review, 105 (1), 158-173.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. Oxford: OUP.
- Baddeley, A.D., Papagno, C., & Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. Journal of Memory and Language, 27, 586-595.
- Bilovsky, D., & Share, J. (1965). The Illinois Test of Psycholinguistic Abilities and Down's syndrome: An exploratory study. American Journal of Mental Deficiency, 70, 78-82.
- Broadley, I., & MacDonald, J. (1993). Teaching short-term memory skills to children with Down's syndrome. Down's Syndrome: Research and Practice, 1, 56-62.
- Broadley, I., MacDonald, J., & Buckley, S. (1994). Are children with Down's syndrome able to maintain skills learned from short-term memory training program ? Down's Syndrome: Research and Practice, 2, 116-122.
- Broadley, I., MacDonald, J., & Buckley, S. (1995). Working memory in children with Down's syndrome. Down's Syndrome: Research and Practice, 3, 3-8.
- Syndrome: Research and Practice, 2 (3), 123-126.
- Comblain, A. (1996a). Mémoire et langage dans le syndrome de Down. Thèse de Doctorat non publiée. Liège: Université de Liège.
- Comblain, A. (1996b). Le fonctionnement de la mémoire de travail dans le syndrome de Down:

- Implications pour le modèle de mémoire de travail. Approches Neuropsychologiques des Apprentissages de l'Enfant, 39-40, 137-147.
- Comblain, A (1999). The relevance of a nonword repetition task to assess Down syndrome subjects verbal short-term memory. Down Syndrome: Research and Practice, 6 (2), 76-84.
- Comblain, A. (1994). Working memory in Down's syndrome: Training the rehearsal strategy, Down
- Gathercole, S.E. & Adams, A.M. (1993). Phonological working memory in very young children. Developmental Psychology, 29(4), 770-778.
- Gathercole, S.E., Willis, C., Emslie, H., & Baddeley, A.D. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. Developmental Psychology, 28, 887-898.
- Haynes, C. (1982). Vocabulary acquisition problems in language disordered children. Unpublished M.Sc. thesis, Guys Hospital Medical School, University of London.
- Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). Working memory and severe learning difficulties. Hove: Lawrence Erlbaum.
- Jarrold, C. & Baddeley, A.D. (1997). Short-term memory for verbal and visuospatial information in Down's syndrome. Cognitive Neuropsychiatry, 2 (2), 101-122.
- Mackenzie, S. & Hulme, C. (1987). Memory span development in Down's syndrome, severely subnormal and typical subjects. Cognitive Neuropsychology, 4, 303-319.
- Marcell, M., & Weeks, S. (1988). Short-term memory difficulties and Down's syndrome. Journal of Mental Deficiency Research, 32, 153-162.
- Marcell, M.M. & Armstrong, V. (1982). Auditory and visual sequential memory of Down's syndrome and non-retarded children. American Journal of Mental Deficiency, 87, 86-95.
- Marcell, M.M., Harvey, C.F., & Cothran, L.P. (1988). An attempt to improve auditory short-term memory in Down syndrome individual through reducing distractions. Research in Developmental Disabilities, 9, 405-417.
- McDade, H.L., & Adler, S. (1980). Down's syndrome and short-term memory: a storage or retrieval deficit. American Journal of Mental Deficiency, 84, 561-567.
- Rondal, J.A. (1995). Exceptional language development in Down syndrome: Implications for the cognition-language relationship. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rondal, J.A., & Comblain, A. (1999). Current perspectives on developmental dysphasias. Journal of Neurolinguistics, 12, 181-212.
- Vallar, G., & Papagno, C. (1993). Preserved vocabulary acquisition in Down's syndrome: The role of phonological short-term memory. Cortex, 29, 467-483.