

**LE FONCTIONNEMENT DE LA MEMOIRE A  
COURT-TERME AUDITIVO-VOCAL DANS LE  
SYNDROME DE DOWN:  
IMPLICATIONS POUR LE MODELE DE MEMOIRE  
DE TRAVAIL.**

**Annick COMBLAIN\***

---

\* Docteur en logopédie  
Université de Liège, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education  
Laboratoire de Psycholinguistique, 5 (B32), B-4000 Liège (Belgique)  
e.mail: A.Comblain@ulg.ac.be

## **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. Par une série d'expériences, nous avons essayé de pallier à ce manque et de décrire le fonctionnement de la mémoire à court-terme auditivo-verbale d'un groupe de personnes trisomiques 21. Les données dont nous disposons mettent clairement en évidence la similitude de fonctionnement de la mémoire verbale à court-terme chez les sujets trisomiques 21 et les enfants normaux (présence d'un effet de similarité phonologique et d'un effet de longueur des mots). L'absence de corrélation significative entre la vitesse d'articulation et l'empan de mémoire chez les sujets trisomiques 21 (comme chez les enfants normaux de moins de 6 ans, voir Gathercole et al., 1993, 1994) remet en question un point essentiel du modèle de mémoire de travail (Baddeley, 1986).

Since the end of the sixties, number of studies have put in obviousness that the short-term memory span of mentally retarded subjects remains largely below the level expected regarding their mental age and their chronological age. Mackenzie and Hulme (1987) and Hulme and Mackenzie (1992), for example, showed that verbal short-term memory abilities of mentally retarded subjects do not develop at the same rate than other cognitives aspects. These results provide important information on the development of memory span in those subjects but do not provide information on the functioning of the different components of their verbal short-term memory. We conducted several experiments in order to supply with this deficit and to describe the functioning of the verbal short-term memory in a group of Down's syndrome subjects. Our data put in obviousness the similarity of verbal short-term memory's functioning in Down's syndrome subjects and in normal children (phonological similarity effect and word length effect). The absence of a significant correlation between articulation rate and memory span in Down's syndrome people (like in less than 6 years old normal children, see Gathercole et al., 1993, 1994) leads us to discuss a central point of the working memory model (Baddeley, 1986).

## 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. Le modèle de mémoire de travail décrit par Alan Baddeley (1986) constitue, à l'heure actuelle, un des modèles de référence pour les chercheurs étudiant le fonctionnement mnésique chez l'être humain. Les données du présent article ont été analysées et interprétées à la lumière de ce modèle. Il nous semble donc utile d'en rappeler brièvement les points essentiels (pour plus de détails, on verra Baddeley, 1986, 1992, 1996).

Le modèle de mémoire de travail proposé par Baddeley (1986) est constitué d'un système de contrôle attentionnel supervisant et coordonnant l'activité de deux systèmes "esclaves": <sup>1]</sup> la boucle articulatoire (ou boucle phonologique), responsable de la manipulation de l'information verbale, et <sup>2]</sup> 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: <sup>1]</sup> le magasin phonologique capable de conserver une information verbale et <sup>2]</sup> 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<sup>1/2</sup> 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: <sup>1]</sup> 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), <sup>2]</sup> 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-), <sup>3]</sup> 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 <sup>4]</sup> 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. Ils concluent, comme Rempel (1974), 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. Pour expliquer ce phénomène, Marcell et Armstrong supposent que la vitesse de dégradation de l'information est normale chez les sujets déficients mentaux, alors que la vitesse de lecture de l'information en mémoire échoïque est trop lente. Cette lenteur serait attribuable aux difficultés langagières des déficients mentaux ainsi qu'à leur plus grande distractibilité auditive que visuelle. Un dernier facteur explicatif possible 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 sujets trisomiques 21 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): <sup>1]</sup> l'utilisation du processus de récapitulation subvocale, <sup>2]</sup> l'organisation du matériel à mémoriser, <sup>3]</sup> la vitesse du déclin de la trace, <sup>4]</sup> la vitesse d'identification des items et <sup>5]</sup> 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. Cette interprétation est remise en question par un certain nombre d'auteurs (Henry, 1991a,b; Gathercole, Willis, Emslie & Baddeley, 1991; Gathercole, Adams & Hitch, 1994; Comblain, 1995, 1996a,b; Cowan, Day, Saults, Keller, Johnston, & Flores, 1992) qui, tout en admettant l'incapacité du jeune enfant à récapituler subvocalement, mettent en doute la conception courante du modèle de Baddeley liant vitesse d'articulation, récapitulation subvocale et empan de mémoire à court-terme. Les études développementales de Gathercole et al. montrent, en fait, qu'il n'existe aucun lien significatif entre la vitesse d'articulation d'enfants normaux âgés de 4 ans et leur empan de mémoire immédiate mesuré par la répétition de chiffres et de mots courts familiers. Par contre, empan de mémoire et vitesse d'articulation sont intimement liés chez l'adulte. Ces résultats sont en contradiction avec les

Mémoire et syndrome de Down

hypothèses de développement mnésiques énoncées par le modèle de mémoire de travail (cf. notamment, Hitch & Halliday, 1983; Hulme, Thomson & Muir, 1984).

### **Le développement de l'empan de mémoire à court-terme chez les personnes trisomiques 21**

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: <sup>1]</sup> l'élévation de l'âge mental (de 6 mois environ) est cohérente avec leur vitesse d'apprentissage lente, <sup>2]</sup> 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. Dans une première expérience, ils ont mesuré l'empan auditif de mots de différentes longueurs ainsi que la vitesse d'articulation de sujets déficients mentaux trisomiques 21 et non-trisomiques 21 appariés sur la base de l'âge mental avec un groupe d'enfants normaux. Les performances mnésiques des sujets déficients mentaux sont inférieures à celles des enfants normaux et leur vitesse d'articulation est plus élevée. L'analyse des résultats met 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. La relation entre vitesse d'articulation et empan mnésique mise en évidence par Baddeley et al. (1975) est observée chez les enfants normaux. Les enfants dont la vitesse d'articulation est la plus élevée sont aussi ceux qui possèdent l'empan de mémoire à court-terme auditivo-vocale le plus élevé. Dans les groupes de sujets déficients mentaux cette relation n'est pas observée et ceci malgré le fait que les sujets articulent plus vite les mots courts que les mots longs. Hulme et

Mémoire et syndrome de Down

Mackenzie justifient les différences entre enfants normaux et sujets déficients mentaux par la capacité inférieure de la boucle articulatoire de ces derniers. Ils expliquent l'aspect plat de la fonction liant vitesse d'articulation et empan de mémoire chez les sujets déficients mentaux par l'absence de récapitulation subvocale les empêchant d'utiliser efficacement la boucle articulatoire.

Dans une seconde expérience, Hulme et Mackenzie (1992) étudient l'effet de similarité phonologique. Comme prévu les performances des enfants normaux sont supérieures à celles des sujets déficients mentaux tant pour les mots similaires que pour les mots dissimilaires phonologiquement. 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. Hulme et Mackenzie veulent voir dans la sensible supériorité de l'effet de similarité phonologique chez les enfants normaux, une preuve de l'utilisation de la récapitulation subvocale et, par la même occasion, lient l'augmentation de l'effet de similarité phonologique à celle de la vitesse d'articulation. Par contre, ils attribuent l'effet de similarité phonologique présent chez les sujets déficients mentaux à un processus permettant la ré-identification des items au cours de la récapitulation subvocale, processus à propos duquel ils ne seront pas plus prolixes. Les conclusions de Hume et Mackenzie sont discutables d'autant plus que les analyses effectuées sont incomplètes. Il semble en fait que les performances des déficients mentaux et des enfants normaux soient qualitativement plus proches que ce que Hulme et Mackenzie veulent bien l'admettre. Leurs conclusions sont d'ailleurs nuancées et partiellement remises en questions par les récentes recherches effectuées dans le domaine (on verra notamment, Broadley, MacDonald & Buckley, 1995, et Comblain, 1996a).

Broadley, MacDonald et Buckley (1995) 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), Broadley et al. (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. Pour Broadley et al. ces résultats sont cohérents avec les données de Hulme, Silverster, Smith et Muir (1987), de Hitch, Halliday et Littler (1989) et de Hitch, Halliday, Schaafstel et Hefferman (1991) mettant en évidence un effet de longueur des mots chez de jeunes enfants normaux de 4 ans. Broadley et al. suggèrent que leurs résultats reflètent l'utilisation par les sujets trisomiques 21 d'un code phonologique. Ils considèrent que leur conclusion est renforcée par la présence d'un effet de similarité phonologique, tant en présentation auditive qu'en présentation visuelle des items. L'effet de similarité phonologique mis en évidence chez ces sujets trisomiques 21 n'augmente pas avec l'âge chronologique contrairement à ce que Hulme (1987) avait observé chez des enfants normaux.

Dans notre étude, nous avons réalisé une série d'expériences afin de mieux analyser le développement et le fonctionnement de la mémoire à court-terme auditivo-verbale dans le syndrome de Down. La première expérience vise à décrire l'évolution de l'empan de mémoire à court-terme

Mémoire et syndrome de Down

auditivo-vocale chez les personnes trisomiques 21 en fonction de l'âge mental et de l'âge chronologique et ce comparativement à des sujets normaux. Les deuxième et troisième expériences permettront de faire le point sur la présence ou non d'un effet de similarité phonologique et/ou de longueur des mots chez les sujets trisomiques 21 et de voir si, dans le cas de l'existence de ces effets, ils sont plus ou moins marqués selon l'âge mental et/ou l'âge chronologique des sujets. Enfin, la quatrième expérience essaiera de dégager le rapport existant entre vitesse d'articulation et empan de mémoire chez les personnes trisomiques 21. Cette dernière expérience est inspirée de celles effectuées par Gathercole, Adams et Hitch (1994) avec de jeunes enfants normaux; expériences mettant en évidence la présence d'un effet de longueur des mots important chez les jeunes enfants sans qu'il y ait pour autant de récapitulation subvocale ou de relation entre vitesse d'articulation et empan de mémoire.

## EXPERIENCES

### Expérience 1: Evolution des empan de chiffres et de mots chez les sujets trisomiques 21 et les enfants normaux.

#### SUJETS

- 1] Quarante-trois sujets trisomiques 21 âgés de 6 ans 10 mois à 41 ans 10 mois (moyenne 19 ans 8 mois) et d'âge mental compris entre 3 ans et 7 ans 8 mois (moyenne 4 ans 4 mois). L'âge mental a été calculé à l'aide des Echelles Différentielles d'Efficiency Intellectuelle (E.D.E.I. de Perron-Borelli & Misès, 1974).
- 2] Cinquante sujets normaux âgés de 3 ans 9 mois à 48 ans 1 mois (moyenne: 15 ans 11 mois).

#### EPREUVES

**Empan de chiffres:** Les chiffres de 1 à 9 ont été répartis aléatoirement en cinq groupes de 2 à 8 items (5 séries de 2 items, 5 séries de 3 items, etc.). Les séries sont lues au sujet (un item par seconde) dont la tâche est de répéter les chiffres dans l'ordre de présentation directement après les avoir entendus. Une série est considérée comme réussie lorsque le sujet répète correctement au moins trois groupes d'items sur cinq. L'empan de chiffres est déterminé par le nombre maximum de chiffres qu'un sujet est capable de répéter dans l'ordre de présentation directement après les avoir entendus.

**Empan de lettres:** La procédure est identique à la précédente. Les chiffres sont remplacés par des lettres (L, M, K, etc.).

**Empan de mots non-rimants (dissimilaires phonologiquement):** Listes de mots monosyllabiques non-rimants (par exemple: chien, tuile, jupe, etc.).

**Empan de mots rimants (similaires phonologiquement):** Listes de mots monosyllabiques rimants (par exemple: roi, quoi, poids, etc.).

**Empan de mots longs:** Listes de mots constitués de trois à quatre syllabes (par exemple: éducateur, anniversaire, photographie, etc.).

## RESULTATS

---

Insérer Tableaux 1a et 1b ici

---

Les performances des sujets trisomiques 21 aux cinq épreuves d'empan de mémoire à court-terme auditivo-vocale sont basses. Contrairement à celles des sujets normaux, elles ne semblent pas évoluer de manière importante avec l'augmentation de l'âge chronologique. Ces premières observations sont confirmées par une analyse de corrélation (indice produit-moment de Pearson) entre l'âge mental, l'âge chronologique et les mesures d'empan.

---

Insérer Tableaux 2a et 2b ici

---

L'analyse précédente permet de mettre en évidence trois faits intéressants concernant la progression de l'empan de mémoire à court-terme auditivo-vocal chez les sujets trisomiques 21:

1. Les performances des sujets trisomiques 21 ne dépassent, pour aucune des épreuves, celles des sujets normaux âgés de 3 ans à 7 ans 11 mois.
2. L'empan de mémoire des enfants normaux augmente avec l'élévation de l'âge chronologique, l'empan de mémoire des sujets trisomiques 21 n'augmente pas de manière significative avec l'élévation de l'âge chronologique.
3. L'augmentation des performances mnésiques de sujets trisomiques 21 est, pour toutes les tâches d'empan, fortement associée à celle de l'âge mental.

### **Expérience 2: Effet de similarité phonologique chez les sujets trisomiques 21.**

#### **SUJETS**

Quarante trois sujets trisomiques 21 (21 garçons et 22 filles) âgés de 6 ans 10 mois à 41 ans 10 mois (moyenne 19 ans 8 mois). L'âge mental des sujets (mesuré avec les E.D.E.I.) est compris entre 3 ans et 7 ans 8 mois (moyenne 4 ans 4 mois). Ces sujets trisomiques 21 ont été répartis en trois groupes; dans un premier temps selon leur âge chronologique uniquement et dans un second temps selon leur âge mental uniquement (voir infra).

#### **EPREUVES**

**Empan de mots non-rimants (dissimilaires phonologiquement).**

**Empan de mots rimants (similaires phonologiquement).**

#### **RESULTATS**

##### **Effet de similarité phonologique et élévation de l'âge chronologique**

Les sujets ont été répartis dans trois groupes d'âges chronologiques de la manière suivante:

- 11 enfants âgés de 6 ans 10 mois à 12 ans 10 mois (moyenne 9 ans 4 mois)



Mémoire et syndrome de Down

- 15 adolescents âgés de 14 ans 5 mois à 21 ans 8 mois (moyenne: 17 ans 7 mois)
- 17 adultes âgés de 22 ans 1 mois à 41 ans 10 mois (moyenne: 28 ans 7 mois)

Le Tableau 3 reprend l'empan moyen de mots rimants et de mots non-rimants pour chacun des trois groupes de sujets étudiés.

---

Insérer Tableau 3 ici

---

Une analyse de variance mixte avec le facteur intra-groupe "sous-groupe d'âge chronologique" à trois niveaux (enfant, adolescent, adulte) et le facteur inter-groupe "similarité phonologique" à deux niveaux (mots non-rimants, mots rimants) a été effectuée sur les données. En cas d'effet principal significatif des variables impliquées dans l'analyse et/ou d'interaction significative entre ces variables, des tests a-posteriori Newman-Keuls ont été réalisés afin de comparer les différentes moyennes entre elles. Le seuil de signification statistique accepté est  $p < 0.05$ .

Cette analyse permet de constater:

1. Qu'il n'y a pas d'effet principal de la variable "âge chronologique" [ $F(2,40) = 2.42$ ,  $p=0.1$ , NS]. Les performances des trois groupes peuvent être considérées comme statistiquement similaires. L'empan global moyen des enfants trisomiques 21 est de 1.36 items (déviations standard -DS-: 0.73), celui des adolescents de 1.93 (DS: 0.91) et celui des adultes de 1.71 (DS: 0.80).
2. Qu'il y a un effet principal de la variable "similarité phonologique" [ $F(1,40) = 68.86$ ,  $p < 0.0001$ ]. Les sujets rappellent globalement mieux les séquences de mots non-rimants (moyenne: 2.09, DS: 0.68) que les séquences de mots rimants (moyenne: 1.30, DS: 0.80).
3. Qu'il n'y a pas d'interaction significative entre les deux variables [ $F(2,40) = 2.47$ ,  $p=0.097$ , NS]. L'importance de la différence entre les deux types d'empans peut être considérée comme similaire dans les trois sous-groupes d'âges chronologiques. Si l'on se réfère au Tableau 3, on constate effectivement que l'empan de mots non-rimants est supérieur dans les trois sous-groupes de sujets à l'empan de mots rimants. Les différences entre les moyennes des deux types d'empans sont de 0.73 pour les enfants, 1.07 pour les adolescents et 0.59 pour les adultes.

#### **Effet de similarité phonologique et élévation de l'âge mental**

Les sujets ont été répartis dans trois groupes d'âges mentaux de la manière suivante:

- 19 sujets de 3 ans à 3 ans 11 mois d'âge mental (moyenne 3 ans 7 mois) = Groupe 1
- 12 sujets de 4 ans à 4 ans 11 mois d'âge mental (moyenne 4 ans 4 mois) = Groupe 2
- 12 sujets de plus de 5 d'âge mental (moyenne 5 ans 9 mois) = Groupe 3

Le Tableau 4 reprend l'empan moyen de mots rimants et de mots non-rimants pour chacun des trois groupes de sujets étudiés.

---

Insérer Tableau 4 ici

---

Une analyse de variance mixte avec le facteur intra-groupe "sous-groupe d'âge mental" à trois niveaux (Groupe 1, Groupe 2, Groupe 3) et le facteur inter-groupe "similarité phonologique" à deux

Mémoire et syndrome de Down

niveaux (mots non-rimants, mots rimants) a été effectuée sur les données. En cas d'effet principal significatif des variables impliquées dans l'analyse et/ou d'interaction significative entre ces variables, des tests a-posteriori Newman-Keuls ont été réalisés afin de comparer les différentes moyennes entre elles. Le seuil de signification statistique accepté est  $p < 0.05$ .

Cette analyse permet de constater:

1. Qu'il n'y a pas d'effet de la variable principale "sous-groupe d'âge mental" [ $F(2,40) = 0.89$ ,  $p = 0.42$ , NS]. Les sujets du Groupe 1 répètent en moyenne 1.55 mots (DS: 0.72), les sujets du Groupe 2 répètent 1.75 mots (DS: 1.03) et les sujets du groupe 3 répètent 1.88 mots (DS: 0.80). Les performances des trois sous-groupes sont statistiquement équivalentes.
2. Qu'il y a un effet principal de la variable "similarité phonologique" [ $F(1,40) = 73.58$ ,  $p < 0.0001$ ]. Les sujets répètent en moyenne plus de mots non-rimants (2.09, DS: 0.68) que de mots rimants (1.30, DS: 0.80).
3. Qu'il y a une interaction significative entre les variables "sous-groupe d'âge mental" et "similarité phonologique" [ $F(2,40) = 3.31$ ,  $p < 0.05$ ]. Les sujets du Groupe 2 répètent mieux les mots non-rimants que les sujets du Groupe 1 (Newman-Keuls,  $p < 0.01$ ). Les sujets du Groupe 3 ne diffèrent d'aucun des deux autres groupes pour la répétition de ce type de mots. Par contre, ils répètent significativement mieux les mots rimants que les deux autres groupes (Newman-Keuls,  $p < 0.05$ ). La comparaison des deux types d'empan au sein des trois sous-groupes permet de constater que chacun d'entre eux répète significativement mieux les mots non-rimants que les mots rimants (Newman-Keuls,  $p < 0.01$ ). Les différences entre les moyennes des deux types d'empan sont de 0.68 pour le Groupe 1, 1.16 pour le Groupe 2 et 0.59 pour le Groupe 3.

**En résumé:**

On peut conclure de cette seconde expérience que les sujets trisomiques 21 sont sensibles à l'effet de similarité phonologique et ce quel que soit l'âge chronologique ou l'âge mental des sujets testés. Ces données confirment celles de Hulme et Mackenzie (1992) et celles de Broadley, MacDonald et Buckley (1995). On constate également que, contrairement à ce qui est observé chez des enfants normaux, et conformément aux résultats antérieurs de Hulme et Mackenzie (1992), l'effet de similarité phonologique ne croît pas avec l'âge chronologique chez nos sujets trisomiques 21. On remarquera, en outre, que cette effet ne croît pas non plus avec l'âge mental des sujets.

**EXPERIENCE 3: Effet de longueur des mots chez les sujets trisomiques 21**

**SUJETS**

Les sujets sont ceux ayant participé à l'expérience 2 (voir supra).

## EPREUVES

### Empan de mots courts dissimilaires phonologiquement.

### Empan de mots longs.

## RESULTATS

### Effet de longueur des mots et élévation de l'âge chronologique

Les sujets ont été répartis dans trois groupes d'âges chronologiques (voir expérience 2, supra).

Le Tableau 5 reprend l'empan moyen de mots courts et de mots longs pour chacun des trois groupes de sujets étudiés.

---

Insérer Tableau 5 ici

---

Une analyse de variance mixte avec le facteur intra-groupe "sous-groupe d'âge chronologique" à trois niveaux (enfant, adolescent, adulte) et le facteur inter-groupe "longueur des mots" à deux niveaux (mots courts, mots longs) a été effectuée sur les données. En cas d'effet principal significatif des variables impliquées dans l'analyse et/ou d'interaction significative entre ces variables, des tests a-posteriori Newman-Keuls ont été réalisés afin de comparer les différentes moyennes entre elles. Le seuil de signification statistique accepté est  $p < 0.05$ .

Cette analyse permet de constater:

1. Qu'il y a un effet principal de la variable "sous-groupe d'âge chronologique" [ $F(2,40) = 6.16$ ,  $p < 0.005$ ]. L'empan moyen de mots est de 1.05 (DS: 0.90) dans le groupe d'enfants trisomiques 21, de 1.93 (DS: 0.78) dans le groupe d'adolescents et de 1.59 (DS: 0.96) dans le groupe d'adultes. Les enfants ont un empan moyen de mots inférieur à celui des adolescents et des adultes (Newman-Keuls,  $p < 0.05$ ). Les performances des adolescents et des adultes ne diffèrent pas significativement.
2. Qu'il y a un effet principal de la variable "longueur des mots" [ $F(1,40) = 122.7$ ,  $p < 0.0001$ ]. L'ensemble des sujets répètent plus de mots courts (moyenne 2.09, DS: 0.68) que de mots longs (moyenne 1.05, DS: 0.87).
3. Qu'il n'y a pas d'interaction significative entre les deux variables [ $F(2,40) = 2.45$ ,  $p = 0.098$ , NS]. L'ampleur de l'effet de longueur des mots est similaire dans les trois sous-groupes de sujets trisomiques 21.

### Effet de longueur des mots et élévation de l'âge mental

Les sujets ont été répartis dans trois groupes d'âges mentaux (voir expérience 2, supra).

Le Tableau 6 reprend l'empan moyen de mots courts et de mots longs pour chacun des trois groupes de sujets étudiés.

---

Insérer Tableau 6 ici

---

Une analyse de variance mixte avec le facteur intra-groupe "sous-groupe d'âge mental" à trois niveaux (Groupe 1, Groupe 2, Groupe 3) et le facteur inter-groupe "longueur des mots" à deux niveaux (mots courts, mots longs) a été effectuée sur les données. En cas d'effet principal significatif des variables impliquées dans l'analyse et/ou d'interaction significative entre ces variables, des tests a-posteriori Newman-Keuls ont été réalisés afin de comparer les différentes moyennes entre elles. Le seuil de signification statistique accepté est  $p < 0.05$ .

Cette analyse permet de constater:

1. Qu'il n'y a pas d'effet de la variable "sous-groupe d'âge mental" [ $F(2,40) = 1.03$ ,  $p = 0.36$ , NS]. Le Groupe 1 répète en moyenne 1.39 mots (DS: 0.95), le Groupe 2 en répète 1.71 (DS: 0.95) et le Groupe 3 restitue également 1.71 mots (DS: 0.91).
2. Qu'il y a un effet principal de la variable "longueur des mots" [ $F(1,40) = 106.55$ ,  $p < 0.0001$ ]. Le rappel de mots courts (2.09, DS: 0.68) est en moyenne supérieur au rappel de mots longs (1.05, DS: 0.87) ( $p < 0.01$ ) pour l'ensemble des sujets.
3. Qu'il n'y a pas d'interaction entre les deux variables étudiées [ $F(2,40) = 0.86$ ,  $p = 0.43$ , NS]. L'ampleur de l'effet de longueur des mots est statistiquement identique dans les trois sous-groupes de sujets.

#### **En résumé:**

Cette expérience a permis de mettre en évidence la sensibilité des sujets trisomiques 21 à la longueur des mots; et ce quel que soit leur âge chronologique et leur âge mental. Si ces données confirment celles obtenues par Broadley et al. en 1995, elles sont en contradiction avec celles de Hulme et Mackenzie (1992) qui ne mettaient en évidence aucun effet de longueur des mots chez leurs sujets retardés mentaux (tant trisomiques 21 que déficients mentaux d'autres étiologies).

## **EXPERIENCE 4: Relation entre empan de mémoire et vitesse d'articulation.**

### **SUJETS**

Quarante trois sujets trisomiques 21 (21 garçons et 22 filles) âgés de 6 ans 10 mois à 41 ans 10 mois (moyenne 19 ans 8 mois). L'âge mental des sujets a été calculé avec les Matrices Progressives Couleur de Raven (PCM, 1965) selon une procédure adoptée par Gathercole, Adams et Hitch (1994). Les scores bruts des sujets sont comparés aux scores moyens d'enfants normaux de 3 ans 6 mois à 11 ans (correspondant au percentile 50). Ainsi, la réussite d'un sujet trisomique 21 ayant obtenu la note brute de 14 au test des matrices correspond à celle d'un enfant de 5 ans se situant au percentile 50.

### **EPREUVES**

#### **Empan de chiffres.**

#### **Empan de mots courts familiers.**

#### **Empan de lettres.**

**Empan moyen:** moyenne entre l'empan de mots, l'empan de lettres et l'empan de chiffres.

**Vitesse d'articulation:** La vitesse d'articulation a été calculée selon la technique utilisée par Raine, Hulme, Chadderton et Bailey (1991). Elle consiste à faire répéter aux sujets dix fois consécutivement un mot polysyllabique. Raine et al. ont choisi le mot buttercup en raison de ses caractéristiques articulatoires (diversité des mouvements articulatoires impliqués et utilisation de trois types de sons: bilabial /b/, alvéolaire /t/ et vélaire /k/). Dans cette optique, nous avons choisi d'utiliser le mot bigoudi reprenant les mêmes caractéristiques articulatoires que le mot buttercup. La tâche des sujets est de le répéter 10 fois de suite aussi rapidement que possible. Le temps mis pour effectuer la tâche est chronométré. Le résultat obtenu est converti en nombre de mots par minute.

## RESULTATS

L'empan moyen de chiffres pour l'ensemble des sujets est de 2.33 (DS: 0.75), l'empan moyen de lettres de 1.67 (DS: 0.72), l'empan moyen de mots de 2.09 (DS: 0.68) et la moyenne de l'empan "moyen" est de 2.03 (DS: 0.63). La vitesse d'articulation moyenne est de 35.25 mots par minute (DS: 8.9). Le résultat moyen au test PCM est de 12.95 (DS: 4.83) ce qui correspond au percentile 50 pour des enfants normaux âgés de 4 ans 10 mois.

Des corrélations (indice produit-moment de Pearson) ont été effectuées entre les différentes mesures. Elles figurent au Tableau 7 (seuil de signification statistique accepté:  $p < 0.05$ ).

---

Insérer Tableau 7 ici

---

Les performances aux trois épreuves de mémoire sont corrélées entre elles (les valeurs de  $r$ , sont toutes significatives à  $p < 0.0001$ ). La corrélation entre la vitesse d'articulation et trois mesures d'empan sur quatre (l'empan de chiffres, l'empan de lettres et l'empan moyen) est significative ( $p < 0.05$ ). Empan de mots courts familiers et vitesse d'articulation ne sont pas corrélés. Il est important de constater que le niveau d'intelligence non-verbale est corrélé avec les performances d'empans des sujets, de même qu'il est corrélé avec la vitesse d'articulation des sujets (respectivement  $p < 0.0001$  et  $p < 0.01$ ).

Ces résultats semblent indiquer que les sujets trisomiques 21, non seulement présentent un effet de longueur des mots (cf. expérience 3), mais que leurs performances d'empan sont corrélées avec leur vitesse d'articulation. Conformément au modèle de mémoire de travail, on pourrait donc conclure à la présence d'une activité de récapitulation subvocale chez ces sujets. Cependant, deux faits expérimentaux précis nous amènent à approfondir les analyses. Le premier est l'absence attestée de récapitulation subvocale chez les sujets trisomiques 21 non entraînés à l'utilisation de cette stratégie (cf. Broadley et al. 1993, 1994; et Comblain, 1994, 1996a). Le second est l'absence de corrélation entre l'empan de chiffres et la vitesse d'articulation chez de jeunes enfants normaux de 3 ans (Gathercole & Adams, 1993 et Gathercole et al. 1994). Afin de nous aligner le plus possible sur les expériences de Gathercole et al. (1994), nous avons répartis les sujets dans quatre groupes d'âge mental non-verbal en fonction de leurs résultats aux Matrices Progressives Couleur de Raven.

- 13 sujets d'âge mental inférieur à 4 ans (moyenne: 3 ans 4 mois)

Mémoire et syndrome de Down

- 11 sujets d'âge mental compris entre 4 ans et 4 ans 11 mois (moyenne: 4 ans 8 mois)
- 10 sujets d'âge mental compris entre 5 ans et 5 ans 11 mois (moyenne: 5 ans 9 mois)
- 9 sujets d'âge mental supérieur à 6 ans (moyenne: 6 ans 11 mois)

De nouvelles corrélations (indice produit-moment de Pearson) ont été effectuées entre les différentes mesures. Elles figurent au Tableau 8 (seuil de signification statistique accepté:  $p < 0.05$ ).

---

Insérer Tableaux 8a,b,c,d ici

---

Dans les quatre groupes, on observe des corrélations croissantes entre les mesures d'empan. Ce n'est que dans le dernier groupe (niveau intellectuel non-verbal supérieur à 6 ans) que toutes les mesures d'empan sont hautement corrélées entre elles. Dans les trois autres groupes, seul l'empan moyen est corrélé avec les trois autres mesures, ce qui est prévisible si l'on considère que l'empan moyen constitue la moyenne des trois autres mesures d'empan. Ce n'est également que dans le dernier groupe qu'une corrélation significative est observée entre vitesse d'articulation et empan de mémoire. Empan de mots et vitesse d'articulation ne sont pas corrélés. Dans les trois autres groupes (de niveau intellectuel non-verbal inférieur à 4 ans, compris entre 4 et 5 ans, et compris entre 5 et 6 ans) on n'observe aucune association positive entre empan de mémoire et vitesse d'articulation. Tout comme dans l'analyse de corrélation globale (portant sur le groupe de 43 sujets), la vitesse d'articulation n'est corrélée qu'avec trois mesures d'empan (les chiffres, les lettres et l'empan moyen). L'absence de corrélation entre l'empan de mots courts et la vitesse d'articulation pourrait s'expliquer par le fait que les mots utilisés sont extrêmement familiers (chien, jupe, main, etc.) et sont donc articulés à la même vitesse par la totalité des sujets testés.

## DISCUSSION

Les quatre expériences précédentes décrivent les capacités et le fonctionnement de la mémoire à court-terme auditivo-vocale des personnes trisomiques 21. Tout comme celles de Bilovsky et Share (1965) et d'un grand nombre de chercheurs (cf. notamment, Broadley & MacDonald, 1994; Broadley, MacDonald & Buckley, 1995; Marcell, Harvey, & Cothran, 1988; Mackenzie & Hulme, 1987; Hulme & Mackenzie, 1992; Marcell & Armstrong, 1982; Marcell & Weeks, 1988) nos données mettent en évidence un déficit de la mémoire à court-terme auditivo-vocale chez les sujets trisomiques 21. Nos résultats ainsi que ceux de Broadley et al. (1995) plaident en faveur de l'intégrité des deux composantes de la boucle articulatoire telle qu'elle est modélisée par Baddeley (1986). Les sujets trisomiques 21 étudiés présentent un effet de similarité phonologique, indice du fonctionnement du magasin phonologique, et un effet de longueur des mots, indice (selon Baddeley, 1986) d'une utilisation de la récapitulation subvocale et d'une relation étroite en vitesse d'articulation et empan de mémoire. Cependant, l'examen attentif des résultats de nos quatre expériences sont, pour deux raisons au moins, en porte-à-faux avec le modèle de fonctionnement de la mémoire de travail tel qu'il est conceptualisé par Baddeley (1986). Premièrement, des données récentes en matière de retard

Mémoire et syndrome de Down

mental (cf. notamment, Broadley & MacDonald, 1993, Broadley, MacDonald & Buckley, 1994; Comblain, 1994, 1996a,b) permettent de penser que les sujets trisomiques 21 ne récapitulent pas spontanément. Un entraînement systématique s'étalant sur plusieurs semaines est nécessaire pour que les sujets trisomiques 21 puissent s'engager de manière efficace dans un processus de récapitulation subvocale. De plus, Comblain (1996,a,b) a mis en évidence l'existence d'un effet de longueur des mots chez des sujets trisomiques 21 avant que ceux-ci n'aient été entraînés à récapituler. Comblain constate également une amélioration significative des empan de mots courts et de mots longs après l'entraînement et ce sans que la taille de l'effet de longueur des mots ne soit modifiée. Ces données plaident en faveur d'une indépendance entre l'effet de longueur des mots et le processus de récapitulation subvocale (comme le suggère Gathercole et al., 1994). Deuxièmement, aucun lien entre vitesse d'articulation et empan n'a pu être mis en évidence chez les sujets de moins de 6 ans d'âge mental (cf. expérience 4).

Contrairement aux sujets de Hulme et Mackenzie (1992), nos sujets trisomiques 21 sont sensibles à la longueur des mots. Hulme et Mackenzie attribuent l'insensibilité de leurs sujets à la longueur des mots à une relation entre vitesse d'articulation et empan de mémoire moins forte que chez les sujets normaux. La faiblesse de cette relation refléterait, selon eux, l'absence de récapitulation cumulative subvocale chez les sujets retardés mentaux. La justification de Hulme et Mackenzie est acceptable si l'on admet, sans réserve, la relation entre empan de mémoire et vitesse d'articulation postulée par Baddeley, Thomson et Buchanan (1975); relation remise en question par les données développementales récentes (Gathercole & Adams, 1993; Gathercole et al. 1994; Gathercole, Adams & Hitch, 1994; Henry, 1991a,b) et des résultats de l'expérience 4. Selon Gathercole, Adams et Hitch (1994), l'effet de longueur des mots chez les enfants pourrait être dû à un délai dans le rappel de listes de mots longs et non à l'utilisation de la récapitulation subvocale. Cette hypothèse est basée sur l'indépendance de l'empan de mémoire et de la vitesse d'articulation observée chez des enfants de 4 ans et de 2 ans (voir respectivement, Gathercole, Adams & Hitch, 1994 et Gathercole et Adams, 1993). Les résultats des expériences 3 et 4 semblent également aller dans ce sens. Bien qu'un effet clair de longueur des mots ait été mis en évidence chez nos sujets trisomiques 21 (cf. expérience 3), aucune relation positive entre la vitesse d'articulation et l'empan de mémoire n'a pu être établie (cf. expérience 4) On peut supposer que chez les sujets trisomiques 21, comme chez les jeunes enfants normaux, il y a un accès direct des stimuli auditifs au magasin phonologique dans lequel ils sont maintenus jusqu'à effacement de la trace mnésique. Il semble que le magasin phonologique soit suffisant pour maintenir une certaine charge mnésique sans intervention de la récapitulation subvocale. La capacité du magasin phonologique est malheureusement relativement réduite chez les sujets trisomiques 21 dont l'empan de mots courts n'excède pas 3 unités. Les différences d'empan entre sujets normaux et déficients mentaux pourraient être expliquées par une variabilité dans la rapidité de disparition des traces.

Des recherches effectuées notamment par Monsell (1987) et Henry (1991a,b) ont permis d'expliquer les effets de similarité phonologique et de longueur des mots d'une manière alternative à celle proposée par Baddeley, Thomson et Buchanan (1975) et Hulme et Mackenzie (1992). L'effet de

longueur des mots serait un effet d'output: les mots longs, phonologiquement plus complexes que les mots courts, prennent plus de place dans le buffer d'output et sont, par conséquent, moins bien rappelés que les mots courts. Précisons que cette explication n'est valable que pour les listes de mots présentées auditivement et impliquant un rappel verbal, ce qui est le cas dans nos expériences. Lorsque le matériel à mémoriser est présenté visuellement, l'effet de longueur des mots n'apparaît clairement qu'après l'âge de 7 à 8 ans (Allik & Seigel, 1976, Hitch et Halliday, 1983). Ce décalage entre apparition de l'effet de longueur des mots en présentation visuelle ou auditive des items est expliqué par la nécessité de traduire les items en code verbal dans la boucle phonologique afin qu'ils puissent entrer dans le magasin phonologique. Selon Henry (1991), l'effet de longueur des mots est présent à tout âge pourvu que la présentation des items et le rappel soient entièrement verbaux. Nos données vont dans le sens de l'hypothèse d'Henry, puisque dans l'expérience 3, on note la présence d'un effet de longueur des mots chez les sujets trisomiques 21 ne se modifiant pas avec l'âge mental et/ou l'âge chronologique en condition de présentation et de rappel verbaux des items.

En ce qui concerne plus spécifiquement l'effet de similarité phonologique, Hulme (1984) et Hulme et Mackenzie (1992) ont montré qu'il augmente avec l'âge chronologique chez les sujets normaux. Nous n'obtenons pas ce phénomène chez les sujets trisomiques 21. L'effet de similarité phonologique reste stable aux différents âges étudiés. Nous avons repris les données de Hulme et Mackenzie (1992) et calculé la différence entre l'empan de mots rimants et l'empan de mots non-rimants dans les groupes de sujets qu'ils ont étudiés. Chez les enfants normaux, cette différence est de 0.70 à 5 ans 3 mois, de 0.80 à 5 ans 9 mois et de 0.98 à 6 ans 11 mois. Dans les groupes de sujets trisomiques 21 et de retardés mentaux d'étiologies diverses, elle est respectivement de 0.27 et 0.25 à 5 ans 3 mois, de 0.23 et 0.10 à 5 ans 9 mois et de 0.40 et 0.37 à 6 ans 11 mois. Il est vrai que la différence augmente progressivement dans le groupe de sujets normaux et non dans les deux groupes de déficients mentaux. Hulme et Mackenzie ne fournissent malheureusement aucune information sur le degré de signification statistique de l'augmentation de la taille de l'effet chez les enfants normaux. Ils attribuent d'emblée cette modification à l'élévation de la vitesse de parole. Cette conclusion est hâtive puisqu'aucune analyse de corrélation n'a été effectuée afin de mesurer le lien entre les deux variables. Enfin, il semble que les données développementales récentes sur l'enfant normal ainsi que nos données sur les trisomiques 21 (cf. expérience 4) quant au lien entre vitesse d'articulation, empan de mémoire et récapitulation subvocale permettent de remettre en question les conclusions de Hulme et Mackenzie. Si la différence de rappel entre les mots rimants et non-rimants augmente en termes absolu avec l'âge, en termes de proportions elle reste constante. La confusion entre les items rimants et non-rimants se ferait de la même manière et avec la même force à différents âges (Hulme & Tordoff, 1989).

Nos données semblent donc aller dans le sens de celles de Gathercole, Adams et Hitch (1994) et d'Henry (1991a,b). Les effets de longueur des mots et de similarité phonologique ne seraient pas attribuable à un mécanisme récapitulation subvocale opérationnel chez les personnes trisomiques 21. Les données de Gathercole et al. (1994) mettaient en évidence l'indépendance de l'empan de mémoire et de la vitesse d'articulation chez de jeunes enfants de moins de 4 ans. Chez nos sujet trisomiques 21



de moins de 6 ans d'âge mental cette absence de lien entre les deux variables est également observée. Baddeley, Thomson et Buchanan (1975) lient effet de longueur des mots, vitesse d'articulation et récapitulation subvocale. Les mots longs sont plus longs à articuler et à récapituler que des mots courts. Les sujets en rappellent donc moins. Or, il semble que les personnes trisomiques 21, tout comme les enfants normaux, n'utilisent pas de récapitulation subvocale pour maintenir le matériel présenté auditivement dans la boucle articulatoire et ce bien qu'un effet de longueur des mots puisse être observé dans les deux groupes. Tout comme Gathercole et al. (1994), nous pensons que la présence d'un effet de longueur des mots n'est pas une condition suffisante pour conclure à l'utilisation de la récapitulation subvocale. Des données autres que celles mettant en évidence l'absence de relation entre empan de mémoire à court-terme et vitesse d'articulation chez les jeunes enfants permettent d'arriver à cette conclusion (par exemple, les données sur l'utilisation de la récapitulation subvocale par les sujets trisomiques 21 fournies par Broadley et al., 1993, 1994 et celles de Comblain, 1994, 1996a,b).

En résumé, les quatre expériences qui viennent d'être décrites ont permis de mettre en évidence les points suivants:

1. L'empan de mémoire à court-terme auditivo-vocal des sujets trisomiques 21 est réduit par rapport à ce qu'il devrait être sur la base de l'âge chronologique et de l'âge mental (puisqu'il ne dépasse pas, et ce même à l'âge adulte, celui d'un enfant normal de 4 ans). L'élévation de cet empan n'est pas lié chez les trisomiques 21 comme c'est le cas chez les enfants normaux, à l'élévation en âge chronologique mais seulement à l'élévation de l'âge mental.
2. Les sujets trisomiques 21 sont sensibles à la similarité phonologique des items à rappeler ainsi qu'à leur longueur. Il semble cependant que, conformément aux hypothèses d'Henry (1991a,b) mais contrairement à ce qui est avancé par Hulme et Mackenzie (1992), la taille de ces effets n'augmente pas avec l'élévation en âge chronologique des sujets. Les expériences 2 et 3 montrent également l'indépendance de la taille de ces effets et de l'âge mental.
3. On peut conclure à une similitude de fonctionnement de la mémoire verbale à court-terme chez les sujets trisomiques 21 et les enfants normaux. La présence d'un effet de similarité phonologique et d'un effet de longueur des mots est là pour en témoigner. Ce type d'information peut s'avérer utile pour toute personne travaillant dans le domaine du retard mental puisqu'il fournit une opportunité de réflexion et de construction d'une approche éducative et rééducative adaptée à la lumière de ce qui est connu du développement et du fonctionnement de la mémoire auditivo-vocale à court-terme chez les enfants normaux.

## **BIBLIOGRAPHIE**

Allik, J.P., & Seigel, A.W. (1976). The use of the cumulative rehearsal strategy: a developmental study. *Journal of Experimental Child Psychology*, *21*, 316-327.

- Baddeley, A. (1996). The concept of working memory. In S.E. Gathercole (Ed.) Models of short-term memory (pp.1-27). Hove: Erlbaum Psychology Press.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. Science, 255, 556-559.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. Oxford: OUP.
- Baddeley, A., Thomson, N., & Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 14, 575-589.
- Bilovsky, D., & Share, J. (1965). The Illinois Test of Psycholinguistic Ability 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 programme? 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.
- Comblain, A. (1996a). Mémoire de travail et langage dans le syndrome de Down. Thèse de Doctorat. Université de Liège: Laboratoire de Psycholinguistique. Non Publié.
- Comblain, A. (1996b). Training the rehearsal strategy: Effects on the verbal short-term memory abilities in Down's syndrome people and normal children. (En préparation)
- Comblain, A. (1995). Short-term memory, articulation rate and subvocal rehearsal in Down's syndrome. Poster présenté au Meeting de la Société Belge de Psychologie, le 12 mai 1995, Louvain-la-Neuve (Belgique).
- Comblain, A. (1994). Working memory in Down's syndrome: Training the rehearsal strategy. Down's Syndrome: Research and Practice, 2, 123-126.
- Cowan, N., Day, L., Sauls, J.S., Keller, T.A., Johnson, T., & Flores, L. (1992). The role of verbal output time in the effects of words length on immediate memory. Journal of Memory and Language, 31, 1-17.
- Gathercole, S.E., & Adams, A.M. (1993). Phonological working memory in very young children. Developmental Psychology, 4, 770-778.
- Gathercole, S., Adams, A.M., Hitch, G. (1994). Do young children rehearse ? An individual-differences analysis. Memory and Cognition, 22 (2), 201-207.
- Gathercole, S., Willis, C., Emslie, H., & Baddeley, A. (1992). Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. Developmental Psychology, 28, 887-898..
- Henry, L.A. (1991a). The effects of word length and phonemic similarity in young children's short-term memory. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 43A, 35-52.
- Henry, L.A. (1991b). Development of auditory memory span in children. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 41A, 321-337.

- Hitch, G.J., & Halliday, M.S. (1983). Working memory in children. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B, 302, 325-340.
- Hitch, G.V., Halliday, M.S., & Littler, J. (1989). Item identification speed and rehearsal rate as predictor of memory in children. The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 41A, 321-337.
- Hitch, G.V., Halliday, M.S., Schaafstel, A.M., & Hefferman, T.M. (1991). Speech, "inner speech", and the development of short-term memory: Effects of picture-labelling on recall. Journal of Experimental Child Psychology, 51, 220-234.
- Hulme, C. (1987). Reading retardation. In J.R. Beech, & A.M. Colley Eds.), Cognitive approaches to reading. Chichester: Wiley.
- Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). Working memory and severe learning difficulties. Hove: Lawrence Erlbaum.
- Hulme, C., Silvester, J, Smith, S., & Muir, C. (1987). The effect of word-length on memory for pictures: Evidence for speech coding in young children. Journal of Experimental Child Psychology, 41, 61-75.
- Hulme, C., & Tordoff, V. (1989). Working Memory Development: The Effects of Speech Rate, Word Length, and Acoustic Similarity on Serial Recall. Journal of Experimental Child Psychology, 47, 72-87.
- Hulme, C. Thomson, N., Muir, C., & Lawrence, A. (1984). Speech rate and the development of short-term-memory. Journal of Experimental Child Psychology, 38, 241-253.
- Mackenzie, S. & Hulme, C. (1987). Memory span development in Down's syndrome, severely subnormal and normal subjects. Cognitive Neuropsychology, 4, 303-319.
- 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 attempts to improve audirotty short-term memory in Down syndrome individual through reducing distractions. Research in Developmental Disabilities, 9, 405-417.
- Marcell, M., & Weeks, S. (1988). Short-term memory difficulties and Down's syndrome. Journal of Mental Deficiency Research, 32, 153-162.
- 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.
- Monsell, S. (1987). On the relations between lexical input and output pathways for speech. I A. Allport, D. Mackay, W. Prinz, & E. Scheerer (Eds.), Language perception and production: Relations between listening, speaking, reading, and writing. London: Academic Press.
- Perron-Borelli, M. & Misès, R. (1974). Les Echelles Différentielles d'Efficiencce Intellectuelle (E.D.E.I.). Issy-les-Moulineaux: Editions scientifiques et psychologiques.
- Raine, A., Hulme, C., Chadderton, H., & Bailey, P. (1991). Verbal short-term memory span in speech disordered children: Implications for articulatory coding in short-term memory. Child Development, 62, 415-423.
- Raven, J. C. (1965). Raven's Coloured Progressive Matrices. London: Lewis.

Mémoire et syndrome de Down

Rempel, E.D. (1974). Psycholinguistic abilities of Down's syndrome children. In Proceedings of the Annual Meeting of the American Association on Mental Deficiency, Toronto.

**Tableau 1a.** Empan moyens de chiffres, de lettres, de mots courts familiers, de mots courts rimants et de mots longs chez les sujets trisomiques 21 en fonction de l'âge chronologique.

	Chiffres	Lettres	Mots courts	Mots rimants	Mots longs
< 9 ans	1.18	1.20	1.60	1.00	0.00
9 ans - 12 ans 11 mois	2.16	1.33	1.38	1.00	0.67
13 ans - 16 ans 11 mois	2.71	2.14	2.57	1.43	1.57
17 ans 20 ans 11 mois	2.57	2.14	2.29	1.29	1.29
21 ans 29 ans 11 mois	2.25	1.92	2.08	1.42	1.17
> 30 ans	1.83	1.67	2.00	1.50	1.17

**Tableau 1b.** Empan moyens de chiffres, de lettres, de mots courts familiers, de mots courts rimants et de mots longs chez les sujets normaux en fonction de l'âge chronologique.

	Chiffres	Lettres	Mots courts	Mots rimants	Mots longs
< 8 ans	3.73	2.13	3.19	2.50	2.25
8 ans - 12 ans 11 mois	5.91	4.64	4.73	4.09	3.55
16 ans 20 ans 11 mois	6.18	5.18	5.09	5.09	4.64
21 ans 29 ans 11 mois	5.36	5.63	5.82	5.27	4.45
> 40 ans	5.67	5.33	4.67	4.00	4.33

**Tableau 2a.** Corrélations entre l'âge chronologique et l'empan de mémoire à court-terme auditivo-verbal chez les sujets normaux.

Sujets normaux	Chiffres	Lettres	Mots courts	Mots rimants	Mots longs
Age chronologique	0.31**	0.53**	0.34**	0.41**	0.56**

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 2b.** Corrélations entre l'âge chronologique, l'âge mental et l'empan de mémoire à court-terme auditivo-verbal chez les sujets trisomiques 21.

Sujets trisomiques 21	Chiffres	Lettres	Mots courts	Mots rimants	Mots longs
Age chronologique	- 0.10	0.09	0.02	0.12	0.04
Age mental	0.67**	0.72**	0.51**	0.40**	0.35*

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 3.** Empan moyen de mots similaires et dissimilaires phonologiquement (déviations standard) chez les sujets trisomiques 21 selon le sous-groupe d'âge chronologique.

	Enfants 6;10 - 12;10 ans	Adolescents 14;5 - 21;8 ans	Adultes 22;1 - 41;10 ans
Empan de mots non-rimants	1.73 (0.47)	2.47 (0.52)	2.00 (0.79)
Empan de mots rimants	1.00 (0.77)	1.40 (0.91)	1.41 (0.71)

**Tableau 4.** Empan moyen de mots similaires et dissimilaires phonologiquement (déviations standard) chez les sujets trisomiques 21 selon le sous-groupe d'âge mental.

	Groupe 1 3;0 - 3;11 ans	Groupe 2 4;0 - 4;11 ans	Groupe 3 > 5;0 ans
Empan de mots non-rimants	1.89 (0.57)	2.33 (0.78)	2.17 (0.72)
Empan de mots rimants	1.21 (0.71)	1.17 (0.94)	1.58 (0.79)

**Tableau 5.** Empan moyen de mots courts et longs (déviations standard) chez les sujets trisomiques 21 selon le sous-groupe d'âge chronologique.

	Enfants 6;10 - 12;10 ans	Adolescents 14;5 - 21;8 ans	Adultes 22;1 - 41;10 ans
<b>Empan de mots courts</b>	1.73 (0.47)	2.47 (0.52)	2.00 (0.79)
<b>Empan de mots longs</b>	0.36 (0.67)	1.40 (0.63)	1.18 (0.95)

**Tableau 6.** Empan moyen de mots courts et longs (déviations standard) chez les sujets trisomiques 21 selon le sous-groupe d'âge mental.

	Groupe 1 3;0 - 3;11 ans	Groupe 2 4;0 - 4;11 ans	Groupe 3 > 5;0 ans
<b>Empan de mots courts</b>	1.89 (0.57)	2.33 (0.78)	2.17 (0.72)
<b>Empan de mots longs</b>	0.89 (0.99)	1.08 (0.67)	1.25 (0.87)

**Tableau 7.** Corrélations entre les performances des sujets trisomiques 21 aux épreuves d'empan de mémoire à court-terme, la vitesse d'articulation, l'intelligence non-verbale et l'âge chronologique.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Empan de chiffres	1.00						
2. Empan de mots	0.70**	1.00					
3. Empan de lettres	0.63**	0.63**	1.00				
4. Empan moyen	0.89**	0.88**	0.86**	1.00			
5. <b>Vitesse d'articulation</b>	<b>0.37*</b>	<b>0.21</b>	<b>0.31*</b>	<b>0.34*</b>	<b>1.00</b>		
6. Intelligence non-verbale	0.53**	0.41**	0.52**	0.56**	0.39**	1.00	
7. Age chronologique	- 0.1	0.02	0.09	0.004	- 0.16	- 0.22	1.00

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 8 a.** Corrélations entre les performances aux épreuves d'empan de mémoire à court-terme, la vitesse d'articulation, l'intelligence non-verbale et l'âge chronologique chez les sujets trisomiques 21 de moins de 4 ans d'âge mental.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Empan de chiffres	1.00						
2. Empan de mots	0.92**	1.00					
3. Empan de lettres	0.33	0.38	1.00				
4. Empan moyen	0.91**	0.93**	0.67**	1.00			
5. <b>Vitesse d'articulation</b>	<b>0.02</b>	<b>0.12</b>	<b>- 0.33</b>	<b>- 0.007</b>	<b>1.00</b>		
6. Intelligence non-verbale	0.22	0.26	0.70**	0.46	- 0.03	1.00	
7. Age chronologique	- 0.15	- 0.004	0.02	- 0.07	0.02	- 0.38	1.00

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 8 b.** Corrélations entre les performances aux épreuves d'empan de mémoire à court-terme, la vitesse d'articulation, l'intelligence non-verbale et l'âge chronologique chez les sujets trisomiques 21 de 4 ans à 4 ans 11 mois d'âge mental.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Empan de chiffres	1.00						
2. Empan de mots	0.52	1.00					
3. Empan de lettres	0.24	0.63*	1.00				
4. Empan moyen	0.75**	0.90**	0.74**	1.00			
5. <b>Vitesse d'articulation</b>	<b>0.21</b>	<b>- 0.11</b>	<b>0.16</b>	<b>0.10</b>	<b>1.00</b>		
6. Intelligence non-verbale	0.52	0.00	- 0.52	- 0.006	- 0.14	1.00	
7. Age chronologique	- 0.46	- 0.08	0.16	- 0.18	- 0.26	- 0.30	1.00

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 8 c.** Corrélations entre les performances aux épreuves d'empan de mémoire à court-terme, la vitesse d'articulation, l'intelligence non-verbale et l'âge chronologique chez les sujets trisomiques 21 de 5 ans à 5 ans 11 mois d'âge mental.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Empan de chiffres	1.00						
2. Empan de mots	0.36	1.00					
3. Empan de lettres	0.69*	0.61	1.00				
4. Empan moyen	0.80**	0.78**	0.92**	1.00			
5. <b>Vitesse d'articulation</b>	<b>- 0.05</b>	<b>- 0.37</b>	<b>- 0.27</b>	<b>- 0.28</b>	<b>1.00</b>		
6. Intelligence non-verbale	0.08	- 0.15	- 0.02	- 0.02	0.21	1.00	
7. Age chronologique	0.38	0.50	0.49	0.54	- 0.42	0.26	1.00

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$

**Tableau 8 d.** Corrélations entre les performances aux épreuves d'empan de mémoire à court-terme, la vitesse d'articulation, l'intelligence non-verbale et l'âge chronologique chez les sujets trisomiques 21 de plus de 6 ans d'âge mental.

	1	2	3	4	5	6	7
1. Empan de chiffres	1.00						
2. Empan de mots	0.68*	1.00					
3. Empan de lettres	0.86**	0.70*	1.00				
4. Empan moyen	0.94**	0.84**	0.98**	1.00			
5. <b>Vitesse d'articulation</b>	<b>0.85**</b>	<b>0.44</b>	<b>0.74*</b>	<b>0.77*</b>	<b>1.00</b>		
6. Intelligence non-verbale	0.72*	0.45	0.52	0.63	0.41	1.00	
7. Age chronologique	0.26	0.28	0.49	0.38	0.16	0.40	1.00

\* = significatif à  $p < 0.05$ , \*\* = significatif à  $p < 0.01$