

## RÉSUMÉ:

*Un entraînement à la planification séquentielle peut-il présenter un intérêt éducatif et rééducatif pour la production orale de l'enfant ? Cet entraînement doit-il concerner sélectivement la motricité phonatoire, ou peut-il, au contraire, impliquer des aspects plus généraux de représentation séquentielle ? Nous avons fait l'hypothèse qu'un entraînement de l'organisation séquentielle et temporelle centré sur différentes formes de motricité serait susceptible de développer les capacités requises dans la production orale de l'enfant.*

*Dans un cadre scolaire, nous avons proposé à 48 enfants de 9 ans, de classe de CE2, un entraînement à la maîtrise de l'organisation séquentielle et temporelle dans différentes conditions expérimentales : motricité phonatoire seule, motricité phonatoire et « proximale », motricité locomotrice. La comparaison entre un pré-test et un post-test à l'aide de nombreuses épreuves de langage, de motricité et de mémoire, met particulièrement en valeur les bénéfices pour le langage oral d'un entraînement phonatoire et « proximal » : aux effets constatés pour l'entraînement phonatoire seul (enrichissement syntaxique, allongement des énoncés, meilleure compréhension) s'ajoute une amélioration de la répétition, de la fluence et des capacités rythmiques. Il semble légitime de conclure qu'un entraînement à la planification motrice séquentielle renforce l'effet d'un entraînement à l'élaboration conceptuelle et verbale.*

## MOTS-CLÉS:

Langage - Mémoire - Motricité - Éducation - Enfant.

# ENTRAÎNEMENT DE LA MOTRICITÉ SÉQUENTIELLE ET PRODUCTION ORALE CHEZ L'ENFANT

par Annie MANSY-DANNAY, Alain GUERRIEN

## SUMMARY: Motor sequential training and oral language production in children.

*Does a training of sequential planning allow an educational or re-educational benefit for oral production of children ? Must this training concern specifically the phonation's motricity, or may it involve a more general level of sequential representation ? We hypothesized that a training of sequential and temporal organization, involving different kinds of motricity, could enhance capacities in oral production of children.*

*At school, we submitted to 48 nine years old children a training about sequential organisation ability, following several experimental designs : phonation's motricity only, phonation's motricity joined to "proximate" motricity, locomotor motricity. Comparisons between pre- and post-tests, using numerous verbal, motor and working memory's tasks, particularly exhibits that the training involving phonation's motricity joined to "proximate" motricity improves the oral language : to the effects produced by phonation's motor training (syntactic enhancement, lengthening of verbal sequences, better understanding), it adds beneficial effect on repetition, fluency and rhythmic capacities. We are allowed to conclude that to train motor sequential planning strengthens the effect due to the training of conceptual and verbal elaboration.*

## KEY-WORDS:

Language - Memory - Motricity - Education - Child.

Annie MANSY-DANNAY  
Maître de Conférences  
en Psychologie  
Université de Lille 2  
Institut d'Orthophonie  
Gabriel Decroix  
Faculté de Médecine  
59045 Lille CEDEX.  
UPRES EA 2453 « Temps,  
Emotions et Cognition » - Lille 3  
amansy@mailsc.univ-lille2.fr

Alain GUERRIEN  
Maître de Conférences  
en Psychologie  
Université Charles de Gaulle -  
Lille 3, BP149  
59653 Villeneuve d'Ascq, CEDEX  
UPRES EA 2453 « Temps,  
Emotions et Cognition »  
guerrien@univ-lille3.fr

## INTRODUCTION

La production orale peut être étudiée à différents niveaux, celui de l'organisation motrice et de ses liens avec l'architecture cognitive n'est pas le plus exploré. Pour expliquer la stabilité des conduites motrices, les théories cognitivistes ont élaboré le concept de programme moteur. Elaboré en Mémoire de Travail, stocké temporairement, le programme moteur est une représentation du but et des moyens d'y parvenir\*. Pour la motricité phonatoire, la production d'un discours fluide impose de tenir compte à la fois de ce qui sera dit ultérieurement et de ce qui est en cours d'exécution\*. Des séquences sont programmées à l'avance pendant que l'exécution des séquences déjà programmées se termine. Selon Rossi\*, l'anticipation de mots a lieu sur deux unités intonatives, alors que l'anticipation phonologique se fait sur une moyenne de six syllabes. Semjen\* suppose que plusieurs niveaux de représentation interviennent dans la phonation. Une organisation hiérarchique programmerait la parole de la phrase jusqu'au phonème, aboutissant en dernier lieu à la détermination d'une chaîne de cibles phonétiques. En parallèle se déroulerait un programme des caractéristiques prosodiques (rythme, intonation, accent).

Bourdin\* rappelle que la plupart des modèles de production langagière distinguent trois niveaux : les deux premiers sont relatifs à l'élaboration conceptuelle, puis linguistique, du message, le troisième concerne l'exécution de la production articulatoire. Bourdin souligne également que ces différents composants fonctionnent de manière, non pas linéaire, mais récursive, et qu'ils impliquent ainsi une sollicitation des différentes structures de la Mémoire de Travail. Il apparaît donc que dans les modèles de la motricité, comme dans ceux de la production langagière, une étape de planification, impliquant la Mémoire de Travail, préside à la réalisation séquentielle. La planification conceptuelle et linguistique peut-elle à elle seule piloter les systèmes exécutifs impliqués dans une réalisation motrice séquentielle ? Y a-t-il une autre étape de planification, de nature non-linguistique, où des représentations de l'ordre de la séquence seraient dérivées de patrons abstraits générés et/ou stockés en Mémoire de Travail ? Un entraînement à la planification séquentielle peut-il présenter un intérêt éducatif et rééducatif chez l'enfant ?

L'objectif de nos premiers travaux était de savoir si les difficultés dans la production orale des enfants sont spécifiques à la motricité phonatoire ou si elles sont reliées à des difficultés plus générales communes à d'autres formes de motricité. Nos résultats ayant confirmé la pertinence d'une telle mise en relation, notamment lorsque des contraintes temporelles s'exercent sur les productions motrices\*, nous nous sommes interrogés sur l'influence de différents types d'entraînement à la maîtrise de l'organisation séquentielle et temporelle, et sur l'implication de la mémoire dans la représentation séquentielle.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

Un entraînement à la constitution de représentations séquentielles a été effectué auprès de 48 enfants de 9 ans (30 filles et 18 garçons), scolarisés en classe de CE2 dans les écoles La Fontaine et Verhaeren de Villeneuve d'Ascq (59). La population scolaire dans ce secteur est diversifiée, en raison notamment de la présence de nombreuses familles d'origines géographiques variées. Les enfants ont été répartis en trois groupes équivalents, sur la base d'un pré-test constituant un bilan orthophonique complet. Ils ne présentaient ni trouble praxique, ni trouble d'articulation, tant pour des phonèmes isolés que pour des groupes d'articulation. Ainsi, les épreuves de praxies bucco-faciales, du pa-ta-ka et de répétition de syllabes complexes ont été réussies parfaitement par la quasi-totalité des enfants (seuls deux enfants ont obtenu un score un peu inférieur à celui des autres lors de la répétition de syllabes complexes). De plus, aucun d'entre eux ne manifestait de difficultés majeures d'acquisition du langage.

\*Semjen, 1994

\*Chanquoy et coll., 1990

\*2001

\*1994

\*1999

\*Mansy et coll., 2001

\*Tran, 2001

\*Rossi et Peter-Defare, 1998

### *L'entraînement*

Pour chaque groupe, la durée de l'entraînement a été fixée à 10 séances de 45 minutes réparties sur 3 mois. L'objectif principal était de déterminer quel type d'entraînement serait le mieux à même de permettre une diminution des erreurs de performance\*, en particulier syntagmatiques\*.

**Groupe MP (Motricité Phonatoire seule):** Au sein de ce groupe, l'entraînement ne dissociait pas les effets d'une aide à la planification conceptuelle et linguistique, des effets éventuels d'une facilitation spécifiquement liée à la motricité phonatoire. L'entraînement verbal était orienté vers l'organisation séquentielle de phonèmes, syllabes, mots, phrases, idées, et s'accompagnait d'un entraînement des praxies bucco-faciales (exemples d'exercices en tableau 1). L'aide à l'élaboration verbale était très présente dans les exercices, qui permettaient notamment une conscience phonémique et une conscience syllabique. Une attitude méta-phonologique pouvait ainsi être suscitée chez l'enfant, et ajouter ses bénéfices à ceux de l'entraînement séquentiel de motricité purement phonatoire.

#### **Jeu n° 4. Objectif: travail de la séquentialité au niveau des syllabes.**

Thème: Un matin, Fleur-de-lotus décide d'aller faire ses courses dans le tipi voisin. Soudain, elle retrouve sa liste de courses complètement grignotée par un castor. Elle appelle tous les indiens pour l'aider à reconstituer sa liste détruite.

Déroulement: Les enfants regardent un morceau de papier « grignoté » avec les syllabes « ba, la, si, cha, cou, ta, pi, fa ». L'adulte montre une syllabe à chaque enfant, qui doit en 20 secondes donner le maximum de mots contenant cette syllabe (en position initiale, médiane ou finale indifféremment). L'enfant ne doit pas répéter un mot qui a déjà été dit par un autre (ainsi, il est attentif aux productions des autres).

#### **Jeu n° 22. Objectif: travail de la séquentialité au niveau des phonèmes et des syllabes.**

Thème: Aigle-tout-puissant est malade, les indiens vont chez le grand sorcier, qui leur donne la recette de la potion guérisseuse tirée d'un grimoire.

Déroulement: Le texte de la « potion aux rhododendrons magiques », qui contient des omissions et des ajouts de phonèmes et de syllabes, des contaminations de phonèmes, des substitutions sourdes-sonores, est proposé aux enfants, et leur est lu tel qu'il est écrit. Ils doivent retrouver les 19 mots déformés et les corriger. Le début du texte est le suivant: « Brenez huit rhododrons magiques et mettez-les dans une marmamite. Ajoutez des épuchures de pommes de derre et des morceceaux de citouille. Ecrasez ensuite des sautetelles et des goquilles d'esgagot... »

**Tableau 1. Exemples d'exercices du groupe MP.**

**Groupe MPP (Motricité Phonatoire et « Proximale »):** Pour ce groupe a été ajouté à l'entraînement verbal et phonatoire, un entraînement de motricité dite proximale. L'ajout de cette forme de motricité devait permettre de savoir si l'exercice d'une planification séquentielle proprement motrice pouvait amener un bénéfice supplémentaire. L'entraînement comprenait des agencements de mouvements produits par différents effecteurs (bouche, langue, joues, membres) et des séquences de mouvements basées sur des séquences sonores ainsi que des reproductions de séquences rythmiques (exemples d'exercices en tableau 2).

**Jeu n° 5. Objectif: mettre en place une séquentialité aléatoire de mouvements en respectant un code sonore.**

Déroulement: A chaque signal sonore donné par l'adulte correspond un mouvement du corps. BOU: lever les bras, TA: s'accroupir, LO: lever la jambe, PI: lever les pouces.

L'enfant doit mémoriser la relation signal/mouvement. Dans une première phase d'apprentissage, l'enfant exécute le mouvement correspondant à la syllabe prononcée. Dans une seconde phase, l'enfant écoute la suite syllabique, la mémorise, la traduit en mouvements adéquats et l'exécute.

**Jeu n° 21. Objectif: travail de l'organisation séquentielle de la motricité.**

Thème: Sur la route de Tipi-City, les indiens entendent un bruit épouvantable et voient au loin un nuage noir qui s'approche d'eux à toute allure. Il s'agit de moustiques, de millions de moustiques qui arrivent droit sur eux... Au secours! Comment se défendre?

Déroulement: La moitié des enfants reste en compagnie de l'adulte, alors que les autres sortent de la salle. Les enfants accompagnés de l'adulte choisissent entre eux une suite de 5 ou 6 mouvements qu'ils apprennent à effectuer (exemple: sauter, se secouer, se gratter, se taper la joue, la jambe puis le bras). On demande au premier enfant sorti d'entrer dans la pièce: les 4 enfants lui apprennent la suite de mouvements, qu'il doit reproduire à son tour. Ensuite, ce sera à lui d'apprendre cet enchaînement au deuxième enfant, qui fera de même avec le suivant, et ainsi de suite.

**Tableau 2. Exemples d'exercices du groupe MPP.**

**Groupe ML (Motricité Locomotrice):** Ce groupe n'a pas bénéficié d'un entraînement verbal, de manière à lui conférer un statut de groupe-contrôle. Cependant, il a apporté une contribution à la problématique, dans la mesure où il permettait de savoir si un travail moteur purement séquentiel pouvait amener un avantage sur le plan phonatoire. Pour ce groupe, l'entraînement moteur a fait intervenir une motricité globale constituée de séries de pas coordonnés avec ou sans musique. Des supports visuel (par la démonstration) et auditif (par le comptage oral et une bande-son musicale) étaient employés au cours du travail effectué avec l'aide de l'adulte ou en autonomie. Nous décrivons en tableau 3 un exercice proposé:

1. Balancement du tronc, mains sur les hanches, de gauche à droite sur place
2. Déplacement latéral de 8 temps au total, selon deux pas aller-retour
3. Déplacements d'un pied-jambe à la fois, en alternance gauche-droite sur 8 temps également
4. Déplacements latéraux combinés de 6 temps aller et 6 temps retour :  
*Départ* sur jambe droite en équilibre avec jambe gauche croisée devant. *1er temps* : pose du pied gauche parallèlement au pied droit. *2ème temps* : pose du pied droit croisé devant. *3ème temps* : pose du pied gauche parallèlement au pied droit. *4ème temps* : pose du pied droit croisé derrière. *5ème temps* : pose du pied gauche parallèlement au pied droit. *6ème temps* : jambe droite croisée à gauche passant devant
5. Lancer de jambe latéral et croisé, mains sur les hanches pendant 4 temps : *1er temps* : lancer de jambe droite. *2ème temps* : retour-pose. *3ème temps* : lancer de jambe gauche. *4ème temps* : retour-pose.

**Tableau 3. Exemple d'exercice du groupe ML.**

Les enfants des deux premiers groupes étaient ainsi sensibilisés à l'aspect séquentiel du langage, pour leur permettre de mieux percevoir la nature des différents éléments organisés séquentiellement dans la parole (phonèmes, syllabes, mots ou phrases), leur nombre et leur ordre d'agencement. L'objectif était aussi d'augmenter les capacités de mémorisation de ces séquences, et d'améliorer la perception temporelle des différentes séquences de la parole (tempo, rythme et mélodie). Ce travail s'accompagnait d'une production séquentielle phonatoire.

Dans le deuxième groupe, les enfants étaient sollicités pour une production motrice séquentielle variée qui, en s'ajoutant à l'entraînement verbal, renforçait leur maîtrise séquentielle. Pour ces deux groupes, les exercices s'intégraient dans une histoire « En avant les p'tits indiens ».

L'entraînement de motricité locomotrice, tel qu'il a été effectué dans le troisième groupe, ressemblait à ce qui peut s'enseigner en cours d'Education Physique et Sportive. Son objectif était un travail séquentiel non-spécifique, portant sur des aspects généraux de la programmation motrice. Constitué de séries de pas de réalisation très simple, il amenait l'élève à mémoriser et à produire différents types de séquences, à partir des informations spatiales fournies par la démonstration, ou à partir de la verbalisation qui lui était associée.

#### *Les pré- et post-tests*

Ces trois groupes ont été formés sur la base d'un pré-test constitué par un bilan langagier, rythmique, mnésique et moteur. Ce bilan a été renouvelé en post-test à l'issue des entraînements. Sa composition était la suivante :

- **Epreuve de praxies bucco-faciales** : cette épreuve porte sur 15 praxies bucco-faciales élémentaires, dans le but de déceler tout trouble moteur pouvant altérer la qualité de l'articulation : tirer la langue, faire le tour de la bouche avec la langue, caresser le palais avec la langue d'avant en arrière etc...
- **Epreuves langagières** :
  - o **pataka\***.
  - o **répétition de syllabes complexes** : (fla, cha, pla, gla, tra, dra, kra, vra, spa, sta, ska, pra).
  - o **répétition de logatomes** : six logatomes de 2 ou 3 syllabes ont été créés afin d'évaluer la répétition d'une courte succession de syllabes sans le support du sens : pabeki, youzon, chanlu, brité, careu, muronfa. Les

\*Borel-Maisonny, 1986

erreurs commises ont été classées dans les catégories suivantes : élision de phonèmes et de syllabes, substitution de phonèmes par antériorisation, par confusion orale-nasale, par confusion sourde-sonore, ajout de phonèmes et de syllabes.

- **lecture de logatomes** : six logatomes de 2 ou 3 syllabes ont été créés : talou, pratozi, gucheu, bindalé, conru, draver. Cette épreuve nécessite l'utilisation d'une procédure d'assemblage. Les erreurs commises ont été classées dans les catégories suivantes : élision de graphèmes, substitution de graphèmes par contamination (anticipation ou persévération), par confusion visuelle, par confusion sourde-sonore, ajout et inversion de graphèmes.
- **répétition de mots difficiles** : les 5 premiers items sont tirés de l'épreuve « articulation » de la batterie prédictive d'Inizan et le dernier d'une phrase de Borel-Maisonny\* : Nabuchodonosor, excommunication, sardanapale, Constantinople, kiosque. Les erreurs commises ont été classées dans les catégories suivantes : élision ou ajout de syllabes et de phonèmes, inversion, substitution de phonèmes par contamination (anticipation ou persévération), par confusion orale-nasale, par confusion sourde-sonore, substitution de syllabes.
- **lecture de mots difficiles** : topinambour, familiarité, instabilité, désenchantement, irrévocablement, construction. Les items sont repris des mêmes épreuves que pour la répétition de mots difficiles. Les catégories d'erreurs concernant les graphèmes sont les mêmes que précédemment pour les phonèmes.
- **répétition de phrases** : les phrases sont les suivantes : « J'aimerais bien m'asseoir dans l'herbe mouillée toute fraîche »\*, « Pierre a fait un beau bateau de bois avec son canif pointu »\*, « Partiras-tu cet été au mois d'août chez ta marraine à la mer près de Marseille ? », « La chanson préférée de Marie est celle que sa maman lui chantait tous les soirs pour l'endormir quand elle était petite » (créées pour les besoins de l'étude). Pour chaque phrase, le nombre de segments correctement restitués a été comptabilisé, ainsi que le nombre de segments correctement restitués et bien placés dans la phrase (ordre correct).
- **lecture de phrases** : les phrases sont les suivantes : « Jean demande à son père de l'emmener voir les clowns au cirque »\*, « Mon oncle est allé acheter un journal illustré au kiosque » Terman-Merrill\*, « Cet après-midi, la maîtresse n'a pas distribué les cahiers de mathématiques aux élèves de CE2 », « Quelle bonne idée tu as eue de proposer à Kévin de venir au cinéma avec nous ce soir » (créées pour les besoins de l'étude). Ont été étudiées la rapidité de lecture, les erreurs de lectures, les reprises.
- **histoire en images** : nous avons utilisé « La chute dans la boue »\*. Ont été étudiées la longueur de l'énoncé, la fluence et la complexité syntaxique.
- **récit d'une histoire entendue** : nous avons utilisé « La poupée de Françoise »\*. Ont été étudiés la longueur de l'énoncé, la fluence et la complexité syntaxique, le nombre d'idées restituées et leur ordre.

\*1986

\*Borel-Maisonny, 1986

\*Terman-Merrill, 1965

\*Borel-Maisonny, 1986

\*1965

\*Chevrié-Muller et coll., 1981

\*Chevrié-Muller et coll., 1981

#### - Epreuves de mémoire :

- **Empan de chiffres** : il s'agit d'un rappel sériel immédiat de chiffres. Les séries proposées vont de 3 à 8 chiffres. Les séries de 3, 4 et 5 chiffres sont empruntées à Chevrié-Muller et coll\*.
- **Empan de mots** : il s'agit d'un rappel sériel immédiat de mots n'ayant aucun lien sémantique et phonologique. Les séries vont de 3 à 6 mots.
- **Empan de lecture** : nous nous sommes directement inspirés de l'étude de Daneman et Carpenter\*. Les phrases comportent 8 à 10 mots.

\*1981

\*1980

L'épreuve comporte 3 séries de 2 phrases, puis 3 séries de 3 phrases, puis 3 séries de 4, de 5 et de 6 phrases. Nous avons ajouté à la mesure d'empan une évaluation de la pertinence des réponses aux questions posées.

- **Epreuves motrices :**

- o **Epreuve de copie manuelle de rythmes** en tempo normal puis en tempo rapide\*
- o **Epreuve de comparaison de deux séquences rythmiques**
- o **Epreuve de copie de rythmes** avec différents effecteurs (main, pied, langue)
- o **Epreuve de copie manuelle de rythmes différée**
- o **Reproduction de séquences de une, deux, trois ou quatre positions corporelles**, à partir de représentations kinesthésiques : les sujets, amenés de manière passive à différentes positions corporelles, doivent les reproduire dans un ordre correct.
- o **Reproduction de 12 séquences de mouvements bilatéraux** impliquant les mains ou les pieds à partir d'instructions verbales (par exemple : **Gauche, Gauche, Droite**), incluant une pause (/) ou non.  
GD / G      D G G D      G D / D G D .....
- o **Epreuve de Mémoire de Travail** (groupe ML seulement). Les sujets reproduisent d'abord une séquence en sautant sur un pied (par exemple : G D G D D G). Ensuite, ils répondent à une question à propos de la séquence. Enfin, ils reproduisent la séquence à nouveau.

\*Stambak, 1960

## RÉSULTATS

Les principaux résultats, statistiquement significatifs, sont présentés pour chacun des groupes. Préalablement à toute étude des progrès réalisés dans chaque groupe, des comparaisons ont été faites pour vérifier l'équivalence des trois groupes sur la base du pré-test. Chaque groupe a été comparé aux deux autres sur 25 critères différents (certaines épreuves permettant une comparaison sur plusieurs critères), à l'aide d'une méthode statistique non-paramétrique (U de Mann-Whitney). Aucune différence significative n'a été relevée.

Pour mettre en évidence les progrès après entraînement, nous avons procédé à des comparaisons entre pré- et post-tests à l'aide du test du T de Wilcoxon. Cette méthode statistique non-paramétrique permet de classer les différences avant-après tout en tenant compte du sens de ces différences, et de décider si l'opposition entre progressions (T+) et régressions (T-) est statistiquement concluante. Ainsi, lorsque les régressions sont beaucoup moins fréquentes que les progressions, la somme de ces régressions tend à devenir très faible, par comparaison avec la somme des progressions. C'est ce total des régressions (T-) qui est dans ce cas confronté aux valeurs de la table de référence de Wilcoxon.

Pour le **groupe MP** (tableau 4), on constate que les progressions sont significatives essentiellement sur des épreuves d'élaboration verbale (génération de phrases) : complexité syntaxique, longueur moyenne des énoncés, fluence, réponses aux questions. Un travail séquentiel verbal concernant l'organisation des éléments langagiers et des mouvements phonatoires permettrait donc des progrès langagiers appréciables. Cet entraînement pourrait, de plus, être utile à la maîtrise d'une capacité cognitive séquentielle plus générale, dans la mesure où la reproduction de séquences rythmiques est améliorée.

<p><b>lecture de phrases</b> (temps, T=12.5 N=15, p&lt;.01)  <b>histoire en images</b> (longueur, T=14 N=15, p&lt;.01)  <b>histoire en images</b> (complexité syntaxique, T=17 N=14, p&lt;.05)  <b>reproduction de séquences rythmiques</b> (tempo normal, T=19 N=14, p&lt;.05)  <b>reproduction différée de séquences rythmiques</b> (T=6 N=9, p&lt;.05)</p>
---

**Tableau 4. Epreuves montrant un progrès statistiquement significatif pour le groupe MP.**

Pour le **groupe MPP** (tableau 5), les résultats déjà observés pour le premier groupe sont encore plus nets. Les capacités à répéter des phrases et à produire des récits s'améliorent, de même que la fluence verbale. Notons particulièrement une augmentation très significative du nombre de segments correctement restitués et bien placés dans la phrase. Notons aussi l'amélioration de la lecture des logatomes. Les capacités à reproduire des séquences rythmiques progressent, et tous les effecteurs sont concernés. L'ajout d'une motricité proximale à la motricité phonatoire et à l'entraînement verbal permet un gain plus important des capacités séquentielles.

<b>lecture de phrases</b>	(temps, T=7.5 N=16, p<.01)
<b>histoire en images</b>	(complexité syntaxique, T=22.5 N=15, p<.05)
<b>histoire en images</b>	(fluence verbale, T=15 N=15, p<.01)
<b>lecture de logatomes</b>	(T=0 N=6, p<.05)
<b>répétition de phrases</b>	(segments restitués, T=6.5 N=16, p<.01)
<b>répétition de phrases</b>	(ordre correct, segments restitués bien placés, T=0 N=15, p<.01)
<b>récit d'une histoire entendue</b>	(fluence verbale, T=28 N=16, p<.05)
<b>empan de chiffres</b>	(T=7 N=10, p<.05)
<b>reproduction de séquences rythmiques</b>	(tempo normal, T=6 N=12, p<.01)
<b>reproduction de séquences rythmiques avec différents effecteurs</b>	(T=15 N=13, p<.05)
<b>reproduction de séquences de mouvements bilatéraux</b>	(pieds, T=11 N=15, p<.01)

**Tableau 5. Epreuves montrant un progrès statistiquement significatif pour le groupe MPP.**

Pour le **groupe ML** (tableau 6), le progrès verbal concerne significativement la répétition de phrases pour le nombre total de segments restitués. Le temps de lecture de phrases s'améliore également, en raison probablement de la part due à la production orale. La sollicitation de la composante verbale de la Mémoire de Travail entraîne une augmentation significative des empan de mots et de lecture. Les capacités à reproduire et à comparer des séquences rythmiques sont également améliorées. Ces progrès traduisent une meilleure mémorisation de l'ordre.

<b>lecture de phrases</b>	(temps, T=8 N=17, p<.01)
<b>répétition de phrases</b>	(segments restitués, T=18.5 N=16, p<.01)
<b>empan de mots</b>	(T=0 N=7, p<.05)
<b>empan de lecture</b>	(T=5 N=9, p<.05)
<b>reproduction de séquences rythmiques</b>	(tempo rapide, T=9.5 N=14, p<.01)
<b>comparaison de séquences rythmiques</b>	(T=3.5 N=9, p<.05)

**Tableau 6. Epreuves montrant un progrès statistiquement significatif pour le groupe ML.**

## DISCUSSION

Les progrès significatifs observés sont récapitulés dans le tableau 7.



Epreuves	MP	MPP	ML
lecture de phrases (temps)	**	**	**
histoire en images (longueur)	**		
histoire en images (complexité syntaxique)	*	*	
histoire en images (fluence verbale)		**	
lecture de logatomes		*	
répétition de phrases (segments restitués)		**	**
répétition de phrases (ordre correct)		**	
récit d'une histoire entendue (fluence verbale)		*	
empan de chiffres		*	
empan de mots			*
empan de lecture			*
reproduction de séquences rythmiques (tempo normal)	*	**	
reproduction de séquences rythmiques (tempo rapide)	**		
reproduction séquences rythmiques - différents effecteurs		*	
reproduction séquences de mouvements bilatéraux (pieds)		**	
reproduction différée de séquences rythmiques	*		
comparaison de séquences rythmiques			*

**Tableau 7. Récapitulatif des progrès significatifs (\*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$ ) observés après entraînement pour les groupes Motricité Phonatoire (MP), Motricité Phonatoire et Proximale (MPP) et Motricité Locomotrice (ML).**

Au regard des résultats des deux premiers groupes (MP et MPP), un travail séquentiel verbal permettrait différents progrès langagiers :

- un *enrichissement syntaxique*,
- un *allongement des énoncés*,
- une *meilleure compréhension*,
- une *meilleure qualité du langage écrit*.

Mettant l'accent sur la notion d'ordre, l'entraînement permet une prise de conscience et un renforcement de la place des graphèmes et des syllabes au sein des mots. Une analyse complémentaire des erreurs commises montre que les erreurs d'élosion, d'ajout, d'inversion et de contamination sont amoindries tant en lecture qu'en écriture.

Un travail séquentiel moteur proximal, associé au travail verbal, permettrait d'ajouter d'autres progrès à ceux qui ont été décrits précédemment :

- une *amélioration de la répétition* : se concentrant sur l'agencement des unités langagières des rythmes et des mouvements, l'enfant progresse dans le repérage du nombre, de la nature et de l'ordre des éléments constituant les différentes séquences. La répétition de la parole est alors de meilleure qualité, et l'on peut espérer des répercussions sur le langage spontané,
- une *amélioration de la fluence* : le travail séquentiel moteur favorise la constitution de programmes moteurs. Ainsi, les mouvements bucco-linguo-faciaux peuvent s'enchaîner plus rapidement. Les débits de parole et de lecture sont alors plus élevés et plus fluides,
- une *amélioration des capacités rythmiques* : les contraintes temporelles imposées dans l'entraînement permettent ce progrès.

L'ajout, à un entraînement verbal et phonatoire, d'un entraînement de motricité dite proximale a donc permis des progrès plus nombreux. Il semble légitime de conclure qu'un entraînement à la planification motrice séquentielle renforce l'effet d'un entraînement à l'élaboration conceptuelle et verbale.

Le groupe ML améliore ses capacités de mémoire, alors que ce n'est pas le cas pour les deux autres. Les enfants dans ce groupe se sont entraînés pendant plusieurs heures à produire des séquences motrices, à l'aide d'indices verbaux donnés par l'expérimentateur lui-même lorsqu'il faisait la démonstration de la séquence. Les séquences étaient

constituées de pas très simples, dont la charge en mémoire était très légère, contrastant avec la charge requise pour la séquence elle-même. Ainsi, l'amélioration de la composante verbale de la Mémoire de Travail peut être considérée comme une conséquence de l'utilisation stratégique de la répétition verbale pour le guidage de l'exécution motrice. Dans les groupes MP et MPP, les éléments composant les séquences n'avaient pas cette simplicité. L'entraînement concernait la séquence elle-même, et ses composantes verbales. Par contraste, on peut considérer que l'entraînement dans le groupe ML était purement séquentiel.

Un travail moteur purement séquentiel ne semble pas entraîner des bénéfices importants sur le plan phonatoire. L'entraînement, non spécifique, à la planification motrice séquentielle ne semble pas permettre à lui seul un progrès de la motricité phonatoire. Complètement indépendant des effecteurs concernés, il permet plutôt des progrès dans la mémorisation de l'ordre.

## CONCLUSION

En résumé, les résultats autorisent, pour les performances de langage, les conclusions suivantes :

- un travail séquentiel verbal est plus efficace qu'un travail séquentiel moteur général,
- un travail verbal et moteur est plus efficace qu'un travail séquentiel verbal seul.

Exercer les représentations séquentielles dans des contextes moteurs variés permet donc effectivement des gains significatifs dans la motricité phonatoire. L'étape de production motrice, souvent présentée dans les modèles de la production orale comme une simple exécution de l'élaboration conceptuelle et verbale, semble présenter une organisation plus complexe, notamment dans les liens qu'elle entretient probablement avec la Mémoire de Travail, qui, à la fois, stocke les organisations séquentielles déjà rencontrées, et permet de générer de l'ordre dans une production qui n'est pas une simple reproduction.

Dans chacun des trois groupes, il y a une légère amélioration (non significative) de la capacité à reproduire des positions corporelles. Des auteurs comme Smyth et Pendleton\* ont suggéré l'existence d'un troisième sous-système de la Mémoire de Travail, dédié à la mémorisation de la configuration du mouvement. Nous nous demandons, comme ces auteurs, si ce sous-système, en lien avec le processeur central, peut expliquer la capacité à mémoriser l'ordre d'une séquence. Dans notre étude, nous trouvons des arguments pour affirmer que l'ordre est pris en charge au moins en partie par la boucle articulatoire, et qu'un travail séquentiel moteur, dans la mesure où il s'accompagne d'un fonctionnement de la Mémoire de Travail, est de nature à améliorer les capacités à produire des restitutions ordonnées.

Les effets liés à la mémorisation d'éléments disposés en séries ont été largement décrits, mais les processus sous-jacents à la mémorisation de l'ordre demeurent mal expliqués. Peut-on imaginer des prises en charge multiples de l'ordre, chacune de ces prises en charge ayant sa spécificité et ses contraintes ? Des prises en charge de l'ordre par le calepin visuo-spatial et par la boucle phonologique ont-elles la même efficacité pour la reproduction immédiate d'une séquence ? La reproduction différée est-elle possible sans intervention de la boucle phonologique ? Ce sont quelques unes des questions qui guideront nos travaux ultérieurs. Nous nous intéresserons également à une meilleure compréhension de ces processus séquentiels auprès de différentes populations d'enfants et d'adultes. Nos travaux concernent actuellement la rééducation orthophonique d'enfants présentant des dyslexies et des dysphasies. Des travaux préliminaires auprès d'adultes présentant des déficiences intellectuelles ayant validé l'hypothèse de difficultés multiples dans la reproduction de séquences verbales et motrices, reliées à une moindre capacité de la Mémoire de Travail, nous utiliserons la même démarche éducative et rééducative auprès d'enfants déficients intellectuels.

\*1989, 1990

Un entraînement de l'organisation séquentielle et temporelle des différentes formes de motricité est susceptible de développer les capacités requises dans la production orale de l'enfant, et pourrait contribuer à une remédiation transdisciplinaire à l'école, en collaboration avec une approche orthophonique.

*Note : Nous remercions Alix de Coatpont et Pauline Coevoët (orthophonistes), pour leur contribution déterminante aux entraînements, ainsi qu'à la constitution du livret « En avant les p'tits indiens ».*

## BIBLIOGRAPHIE

- BOREL-MAISONNY, S. (1986). *Langage oral et écrit*. Tome 2 : Epreuves sensorielles et tests de langage. Neuchâtel, Paris : Delachaux-Niestlé.
- BOURDIN, B. (1999). Mémoire de Travail et production langagière : comparaison de l'oral et de l'écrit chez les adultes et les enfants. *L'Année Psychologique*, 99, 123-148.
- CHANQUOY, L., FOULIN, J.N., FAYOL, M. (1990). Temporal management of short text writing by children and adults. *Cahiers de Psychologie Cognitive, European Bulletin of Cognitive Psychology*, 5, 513-540.
- CHEVRIÉ-MULLER, C., SIMON, A.M., DECANTE, P. (1981). *Epreuve pour l'examen du langage*. Paris : Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- DANEMAN, M., CARPENTER, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19, 450-466.
- MANSY, A., HAMARD, M.L., FOURCHARD, F., MARCHOIS, P., GUERRIEN, A. (2001). Capacités motrices et capacités langagières d'enfants de 5 à 8 ans : leurs interrelations. *Revue Française de Linguistique appliquée*, VI-1, 7-20.
- ROSSI, M. (2001). Les lapsus et la production de la parole. *Psychologie Française*, 46, 27-41.
- ROSSI, M., PETER-DEFARE, E. (1998). *Les lapsus ou comment notre fourche a langué*. Paris : PUF.
- SEMJEN, A. (1994). Qu'y a-t-il de programmé dans les activités motrices ? Les avatars du programme moteur. *Science et Motricité*, 23, 48-57.
- SMYTH, M.M., PENDLETON, L.R. (1989). Working memory for movements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 235-250.
- SMYTH, M.M., PENDLETON, L.R. (1990). Space and movement in Working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42 A, 291-304.
- STAMBAK, M. (1960). Trois épreuves de rythme. In : *Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant*. Neuchâtel, Paris : Delachaux-Niestlé.
- TERMAN, L.M., MERRILL, M.D., CESSÉLIN, F. (1965). *Echelle de développement mental de Terman-Merrill*, adaptation française par Cesselin F. Paris : EAP.
- TRAN, T.M. (2001). Les accidents de la parole dans le langage ordinaire et aphasique : du normal au pathologique. *Revue Française de Linguistique appliquée*, VI-1, 35-46.