

Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche
« Médecine et techniques médicales »

Année Universitaire 2009/2010

Mémoire pour l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste

**APPORTS D'UN ENTRAINEMENT DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL
SUR LES PERFORMANCES DES ADOLESCENTS DYSORTHOGRAPHIQUES**

Présenté par

Emmanuelle NENY

Née le 19/01/1987

Présidente du Jury : **Madame CALVARIN Suzanne,**
Orthophoniste, chargée de cours à l'école
d'orthophonie de Nantes.

Directeur de Mémoire : **Monsieur BERNOUSSI Mohamed,**
Professeur, chargé de cours à l'école
d'orthophonie de Nantes.

Membre du Jury : **Madame MILCENT-POTEREAU Marie-Noëlle,**
Orthophoniste.

« Par délibération du Conseil en date du 7 mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation ».

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS **Erreur ! Signet non défini.**

INTRODUCTION..... 5

Chapitre I : PARTIE THEORIQUE 8

LA PRODUCTION DE LANGAGE ECRIT ET LES TROUBLES DYSORTHOGRAPHIQUES 9

1. LES DIFFERENCES ENTRE LANGAGE ORAL ET LANGAGE ECRIT 9

1.1. La différence en terme de charge cognitive, en modalité orale et en modalité écrite 9

1.2. Les différences concernant la production de langage oral et la production de langage écrit..... 10

2. L'ECRIT : LA PRODUCTION ECRITE ET L'ORTHOGRAPHE 12

2.1. L'acte de production écrite 12

2.2. L'orthographe 13

3. MODELES DEVELOPPEMENTAUX ET EXPERTISE DANS LE DOMAINE DU LANGAGE ECRIT..... 14

3.1. La production écrite chez l'expert : Alamargot et Chanquoy , 2001 14

3.2. Modèle développemental de la production écrite : Berninger et Swanson, 1994. 15

3.3. Les processus orthographiques chez l'expert..... 17

3.4. L'entrée dans l'écrit, l'accès au principe phonographique, le traitement des morphogrammes et logogrammes 19

4. LES TROUBLES DYSORTHOGRAPHIQUES 20

4.1. Généralités 20

4.2. Les types d'erreurs..... 22

4.3. Dysorthographe phonologique..... 23

4.4. Dysorthographe de surface 23

4.5. Dysorthographe grammaticale..... 24

LA MEMOIRE DE TRAVAIL 25

1.	LE MODELE DE BADDELEY (1986).....	26
1.1.	L'administrateur central.....	26
1.2.	La boucle phonologique.....	28
1.3.	Le calepin visuo-spatial.....	28
2.	LE MODELE D'ANDERSON : LA THEORIE ACT (Adaptative Control of Thought) (1993). 30	
2.1.	La notion d'activation :.....	30
2.2.	La théorie ACT (Adaptative Control of Thought) d'Anderson :.....	30
3.	LA THEORIE NEO-PIAGETIENNE DES OPERATEURS CONSTRUCTIFS DE PASCUAL-LEONE (1970).....	33
4.	ATTENTION, CONTROLE ET GESTION DES RESSOURCES.....	37
	LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LES ACTIVITES COGNITIVES.....	40
1.	LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LA LECTURE ET LA COMPREHENSION DE TEXTES	
	40	
2.	LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LES ACTIVITES DE RAISONNEMENT ET DE RESOLUTION DE PROBLEME.....	42
3.	LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LA PRODUCTION ECRITE.....	43
4.	LA MEMOIRE DE TRAVAIL ET LA PRODUCTION ORTHOGRAPHIQUE.....	44
5.	CONSTATS EFFECTUES SUITE A DES EXPERIENCES ET PERMETTANT UNE DESCRIPTION DES PERFORMANCES SELON LES POPULATIONS.....	48
	Chapitre II : PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES.....	52
	Chapitre III : EXPERIMENTATION.....	56
	POPULATION TESTEE.....	57
1.	POPULATION CIBLE.....	58
2.	POPULATION TEMOIN.....	59

LES BILANS INITIAUX ET FINAUX	61
1. EVALUATION DU NIVEAU DE DEVELOPPEMENT COGNITIF	61
1.1. Description de la recherche de F. Orsini-Bouichou	62
1.2. Présentation et explication du jeu individuel à dominante représentative	63
1.3. La cotation des résultats.....	67
1.4. Les résultats obtenus par F. Orsini-Bouichou sur les sujets tout-venant.	69
1.5. Les résultats concernant la tranche d'âge à laquelle appartient notre population ...	70
1.6. Conclusion de la recherche de F Orsini-Bouichou :	71
Les opérateurs comme système de production des régularités, témoins du développement cognitif.....	71
2. EVALUATION DES PERFORMANCES ORTHOGRAPHIQUES	76
2.1. Description du test	76
2.2. Les performances évaluées	77
2.3. Précisions sur la cotation de certaines erreurs	78
3. ESTIMATION DES CAPACITES DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL : EPREUVE D'EMPAN ENVERS.....	79
ENTRAINEMENT : DESCRIPTION DE L'ELABORATION.....	81
PRESENTATION DES RESULTATS.....	87
1. RÉSULTATS AU TEST D'ÉVALUATION DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF : LE JEU INDIVIDUEL À DOMINANTE REPRÉSENTATIVE D'ORSINI-BOUICHOU	87
1.1. Analyse individuelle des résultats.....	87
1.2. Analyse comparative des résultats	96
1.2.1. Analyse comparative : adolescents dysorthographiques / adolescents tout- venant.....	97
1.2.2. Analyse comparative : population cible / population témoin	106
1.2.3. Analyse comparative : adolescents cibles / adolescents tout-venant et adolescents témoins / adolescents tout-venant	111
2. RESULTATS AU TEST D'EVALUATION DES PERFORMANCES ORTHOGRAPHIQUES : CHRONODICTEES	119
2.1. Analyse individuelle	120

2.2. Analyse comparative.....	126
3. EMPANS ENVERS DES SUJETS.....	130
Chapitre IV : DISCUSSION DES RESULTATS.....	132
VALIDATION DES HYPOTHESES.....	133
1. HYPOTHESE CONCERNANT UNE AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL GRACE A L'ENTRAÎNEMENT.....	133
2. HYPOTHESE CONCERNANT LES EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LE DEVELOPPEMENT COGNITIF.....	134
3. HYPOTHESE CONCERNANT LES EFFETS DE L'ENTRAINEMENT SUR LES PERFORMANCES EN ORTHOGRAPHE.....	134
DISCUSSION DES ASPECTS METHODOLOGIQUES	135
1. POPULATION.....	135
2. REPRESENTATIVITE DES POPULATIONS	137
3. METHODES D'EVALUATIONS DES PERFORMANCES.....	137
APPORTS PERSONNELS ET LIENS AVEC LA PRATIQUE ORTHOPHONIQUE.....	138
CONCLUSION	140
BIBLIOGRAPHIE	142
ANNEXES	143
ANNEXE I	144
ANNEXE II.....	161
ANNEXE III	167
ANNEXE IV	191
ANNEXE V.....	192
ANNEXE VI.....	207

INTRODUCTION

Dans notre société, la production écrite et l'orthographe tiennent une place très importante puisqu'elles sont souvent considérées comme un indicateur du niveau socioculturel. Aussi, elles sont souvent utilisées comme un outil de sélection.

Dans la littérature, beaucoup plus d'ouvrages traitent de la lecture que de la production écrite. Ces deux activités, bien différentes, mériteraient pourtant un intérêt égal de la part des auteurs.

Lorsque l'on s'intéresse aux études réalisées sur la mémoire de travail, composante nécessaire dans les activités cognitives complexes, les auteurs accordent alors une importance plus conséquente à la production écrite.

La production de langage écrit est tributaire de connaissances que le sujet acquiert de manière explicite et stocke en mémoire à long terme.

Lorsque l'on produit du langage écrit, il faut réussir à coordonner : l'élaboration du plan rédactionnel, le geste moteur, la récupération de la forme orthographique des mots, l'accès au sens et un traitement syntaxique efficient.

D'autre part, nous pensons qu'il est essentiel de porter attention au développement cognitif d'un sujet, lorsqu'on étudie son approche de la production écrite.

En effet, pour pouvoir aborder l'application des règles « arbitraires » du langage écrit, le sujet doit en premier lieu accéder à une représentation de classes¹ (classes concernant la nature grammaticale, la fonction syntaxique...), puis, il doit accéder à une représentation des relations qui coordonnent ces classes. L'élaboration de ces représentations est complexe en situation de langage écrit, alors que dans le langage oral, elle se fait de façon implicite et les

¹ En référence à la notion de classe définie par J. Piaget.

liens syntaxiques ne sont pas toujours audibles. A l'écrit, toutes ces relations doivent être systématiquement symbolisées par l'application des marques morphosyntaxiques.

La coordination de ces divers processus représente un coût cognitif important. C'est ici que les rôles de l'attention et de la mémoire de travail prennent toute leur importance.

La mémoire de travail assure le maintien de l'information : en situation de dictée ou en situation de production écrite spontanée, le maintien des informations sémantiques au travers des unités linguistiques est nécessaire, aussi bien avant, que pendant la production. D'autre part, la mémoire de travail permet d'effectuer des traitements sur les informations stockées. Ces deux activités, effectuées en parallèle, nécessitent d'importantes ressources attentionnelles et une juste répartition de celles-ci.

Baddeley, qui a proposé un modèle de la mémoire de travail reconnu dans toute la littérature, a lui-même affirmé que la distinction entre système mnésique et système attentionnel est malaisée. En effet, la mise à jour des informations en mémoire de travail est un processus qui, en soi, est contrôlé directement par l'attention sélective. La mémoire de travail a donc un rôle incontestable dans le contrôle du foyer attentionnel, et elle est une composante centrale du traitement contrôlé, c'est-à-dire de l'attention.

La mémoire de travail est une composante importante dans les activités de lecture, d'écriture et de raisonnement, ainsi que dans le processus d'apprentissage. Les troubles concernant ces trois activités cognitives sont connus, au sein de la pratique orthophonique, comme étant des troubles souvent associés. Nous avons donc dirigé notre recherche sur la composante reconnue comme indispensable dans ces trois activités : la mémoire de travail. Nous nous sommes également intéressés à l'attention, fonction cognitive peu dissociable de la mémoire de travail.

Cette réflexion nous amène à l'hypothèse suivante :

Proposer un entraînement régulier de la mémoire de travail, en parallèle à une rééducation orthophonique « classique », permettra aux adolescents, en ce qui concerne le traitement de l'information, d'améliorer leurs capacités en mémoire de travail et leurs compétences en

terme d'allocations des ressources attentionnelles. Ces capacités leur seront bénéfiques dans plusieurs domaines :

- elles favoriseront le développement cognitif des sujets,
- elles soulageront le coût cognitif existant en production de langage écrit, et permettront une amélioration des performances orthographiques des sujets.

Pour vérifier la pertinence de notre raisonnement, nous avons sélectionné six adolescents dysorthographiques. Nous avons proposé à quatre d'entre eux un entraînement de la mémoire de travail. Trois épreuves, concernant l'évaluation du développement cognitif, l'évaluation des performances orthographiques et l'estimation des capacités de la mémoire de travail, ont été proposées avant et après l'entraînement. D'autre part, les deux autres adolescents, ont été soumis aux mêmes épreuves, à intervalle égal, sans bénéficier de l'entraînement de la mémoire de travail. Ils représentent la population contrôle.

Nous avons donc pu évaluer et comparer les résultats ainsi que les progrès des adolescents.

Quant à nos recherches théoriques, elles se sont axées sur la production de langage écrit, sur les complexités que révèle cette activité, ainsi que sur les troubles concernant son apprentissage.

D'autre part, nous avons étudié le fonctionnement de la mémoire de travail grâce aux théories de différents auteurs (Baddeley, Anderson et Pascual-Leone).

Enfin, la dernière partie a été consacrée au rôle de la mémoire de travail au sein d'activités cognitives complexes telles que le raisonnement, la compréhension et la production de langage écrit.

Chapitre I

PARTIE THEORIQUE

LA PRODUCTION DE LANGAGE ECRIT ET LES TROUBLES DYSORTHOGRAPHIQUES

1. LES DIFFERENCES ENTRE LANGAGE ORAL ET LANGAGE ECRIT

Nous allons voir dans ce premier temps en quoi le langage écrit est considérablement différent du langage oral.

1.1. La différence en terme de charge cognitive, en modalité orale et en modalité écrite

Nous allons présenter pour commencer, l'expérience de Fayol et de ses collaborateurs, qui ont voulu comparer les performances, en production orale et en production écrite, des adultes et des enfants. Il est demandé aux sujets de mémoriser et de rappeler une liste de mots, dans le même ordre qu'elle leur est présentée. L'expérience consiste donc à comparer le rappel en modalité orale et le rappel en modalité écrite.

Chez l'adulte, les deux modalités ne font pas varier les performances. En revanche chez les enfants, les performances sont toujours plus élevées à l'oral qu'à l'écrit.

L'interprétation de cette expérience consiste à dire que la charge cognitive à l'écrit est plus importante que celle nécessaire au rappel à l'oral. Effectivement, l'écrit nécessite des ressources attentionnelles plus élevées. La mémoire de travail est donc plus rapidement saturée et le rappel moins efficace. Chez l'enfant, les performances sont réduites car l'écrit est encore une activité très coûteuse. Chez l'adulte, celle-ci s'est automatisée, ce qui explique des performances égales dans les deux modalités.

Ce constat nous mène à nous demander quels sont les paramètres qui varient en modalité orale et en modalité écrite quant à l'acquisition et à la production de langage.

1.2. Les différences concernant la production de langage oral et la production de langage écrit

Pour distinguer l'oral de l'écrit, nous pouvons évoquer six principales différences énoncées par Martlew et Rubin dans les années 1980. Ces différences révèlent les difficultés qui peuvent être attribuées à la production de langage écrit.

- Tout d'abord, le langage oral est acquis beaucoup plus tôt et plus vite par l'enfant. Son apprentissage est implicite, et nécessite beaucoup moins d'effort que l'apprentissage du langage écrit. En effet, lorsque l'enfant apprend à produire et comprendre du langage oral, il n'a pas forcément conscience de la structure formelle de la langue et des règles qu'il applique. Nous pouvons qualifier cette différence de « biophysiological² » : alors que l'apprentissage du langage oral ne nécessite qu'une immersion dans un milieu humain (dans des conditions habituelles), celui du langage écrit requiert une intervention spécifique du milieu (scolaire le plus souvent) afin d'apporter l'enseignement explicite nécessaire.
- Une autre différence pourrait être qualifiée de contextuelle : une situation de production de langage oral se fait en général à plusieurs, dans un contexte social, sous forme d'échanges. Le feed-back auditif³ permet une autocorrection spontanée et rapide. Les réponses verbales, gestuelles, de l'interlocuteur servent également de feed-back correcteur. En revanche, à l'écrit, le sujet est seul face à ce qu'il produit. Il devra donc assurer en autonomie l'ensemble des tâches associées à la production écrite, bien qu'elles soient plus élaborées et qu'elles nécessitent un niveau de contrôle élevé.

² « bio- » : du grec *bios* (vie), qui se réfère aussi à la biologie ; « *physiologique* » : qui appartient à la science qui traite des fonctions des organes chez les êtres vivants.

Grâce à des capacités biologiques et physiologiques qu'il possède par nature, l'enfant peut acquérir, sans apprentissage explicite, le langage oral (à condition qu'il soit plongé dans un milieu humain).

³ La perception auditive qu'a un sujet de ce qu'il a produit oralement.

- La troisième différence se place sur le plan rythmique. Le rythme de production orale est nettement supérieur au rythme de production écrite. L'écrit requiert du temps car l'effort physique est plus important : les mouvements nécessaires à la formation des lettres pour qu'elles soient réalisées dans leurs formes conventionnelles sont des mouvements extrêmement fins et précis. Afin d'orthographier correctement les mots, le sujet devra combiner ces lettres selon les conventions, souvent arbitraires, du langage écrit.
- La différence normative concerne les rapports entre la représentation phonologique et la représentation graphique de la langue. En effet, et particulièrement en français, l'irrégularité orthographique et la non-correspondance systématique entre un phonème et un graphème génèrent un obstacle à la transcription et à la segmentation de la chaîne parlée. Les exemples les plus communs sont : les distinctions au niveau graphique n'entraînant aucune distinction au niveau phonologique (par exemple : « sceau », « saut », « sot », qui ont la même forme phonologique, les particularités graphémiques permettent une distinction sémantique) ; et à l'inverse, un graphème pouvant générer plusieurs formes phonologiques (par exemple : le graphème « ille » prononcé différemment dans les mots « tranquille » et « chenille », les graphèmes « s », « c », « g » dont la valeur phonémique change selon l'environnement graphémique).
D'autre part, la norme concernant la syntaxe à l'écrit, est beaucoup plus rigoureuse que celle attribuée à l'oral.
Quant à la morphologie, elle se manifestera davantage à l'écrit qu'à l'oral, révélant sa richesse et sa redondance.
- La cinquième différence se situe sur le plan perceptif. La perception de l'écrit permet une segmentation claire et immédiate du discours : les phrases sont délimitées par une majuscule et un point, les unités linguistiques sont séparées par des blancs.
A l'inverse, le langage oral s'inscrit dans une continuité sonore. Il faut effectuer un traitement du flux sonore pour le segmenter et accéder au sens. Les pauses et l'intonation sont une aide importante à la compréhension du message. Mais, c'est lors du passage à l'écrit que le traitement est beaucoup plus fin, car il s'agit d'identifier chacune des unités linguistiques.

- La dernière différence concerne le fait que l'apprentissage de l'écrit vient après l'apprentissage du langage oral. C'est le même outil « langage », pouvant véhiculer les mêmes messages, mais dans un code différent. Cette distinction implique que le système de traitement du langage écrit doit s'intégrer au système de traitement, déjà existant, du langage oral.

2. L'ECRIT : LA PRODUCTION ECRITE ET L'ORTHOGRAPHE

Lorsque l'on parle de langage écrit, on considère deux versants : la production écrite qui consiste en une organisation puis en une transcription d'idées, et l'orthographe qui consiste en la production des mots selon une séquence de lettres bien précise. Il nous a semblé essentiel d'explicitier ces deux processus. En effet, notre population d'étude (des adolescents), sera de plus en plus sollicitée sur ces deux plans dans le cadre scolaire. Chacun de ces deux versants représente une charge cognitive importante, il était donc impossible de négliger l'un des deux.

2.1. L'acte de production écrite

La production écrite est une activité très complexe. Plusieurs considérations de cette tâche peuvent en témoigner.

Comme nous l'avons dit précédemment, la production écrite se fait, la plupart du temps, de façon autonome. A l'écrit, le rédacteur est seul juge du fond et de la forme de sa production.

D'autre part, l'écriture nécessite la mise en œuvre d'activités de diverses natures (graphomotrice, linguistique et métalinguistique, conceptuelle...) qui interagissent parallèlement ou séquentiellement. Ces activités devront s'organiser selon le contexte dans lequel s'inscrit la tâche (c'est-à-dire les particularités concernant la consigne, l'objectif du rédacteur, le type de texte, le destinataire éventuel, etc.).

Enfin, la capacité de la mémoire de travail, limitée par définition, induit une capacité restreinte dans le traitement de l'information, ce qui représente une contrainte considérable dans la gestion et le déroulement de ces activités.

2.2. L'orthographe

L'orthographe est la manière de combiner conventionnellement les lettres pour former les mots. L'orthographe dépend inmanquablement de l'acte moteur de l'écriture, lui-même tributaire de capacités sensori-motrices particulières, de l'apprentissage, de la personnalité de l'individu, de son entraînement, de son assurance, du but et des modalités dans lesquelles l'acte graphique est réalisé.

L'orthographe est dépendante de l'écriture et l'écriture de l'orthographe. En effet, une écriture peu soignée, illisible, raturée, réduit les capacités du sujet à se fixer mentalement une image claire de l'orthographe lexicale des mots.

De la même façon, un individu qui hésite sur chaque mot, qui possède un stock orthographique réduit, qui ne maîtrise pas automatiquement la correspondance phonographémique ou les règles de grammaire (...) écrira plus lentement et plus maladroitement. Dans ces cas-là, la production est souvent hachée et raturée.

Ces deux remarques peuvent entraîner un cercle vicieux entravant la fixation en mémoire de l'orthographe lexicale des mots.

L'orthographe est un terme général qui regroupe plusieurs catégories :

- L'orthographe phonético-graphique concerne la correspondance entre l'enchaînement des phonèmes du langage oral et celui des graphèmes de la langue écrite.
- L'orthographe lexicale correspond à l'orthographe particulière de chaque mot (par exemple : l'orthographe lexicale du mot « maison » a pour particularité l'utilisation de la graphie « ai » pour le son [e]).
- L'orthographe lexicale comprend une sous-catégorie : l'orthographe d'usage. Ce sont les lois qui régissent l'usage des lettres à valeurs phonémiques multiples. Ces lois

concernent l'environnement graphique (par exemple : entre deux voyelles, la graphie « s » se lira [z], et la graphie « ss » se lira [s]...).

- Et enfin, la dernière catégorie est celle de l'orthographe grammaticale dont les règles morpho-syntaxiques régissent les accords entre les mots. Cette orthographe grammaticale est considérablement tributaire des connaissances du sujet concernant le genre, le nombre, les natures des mots, leurs fonctions, les temps, les modes, etc. Mais, elle dépend surtout de la capacité du sujet à reconnaître et établir les liens qui unissent les mots d'une phrase et à les faire exister par l'application des marques morphosyntaxiques.

Nous avons ensuite voulu décrire, au sein de ces deux versants du langage écrit, quelles étaient les caractéristiques concernant les experts d'une part et les novices d'autre part. Et enfin, nous avons choisi de décrire la population à laquelle nous nous sommes intéressés au cours de notre recherche : les sujets présentant des troubles de type dysorthographique.

3. MODELES DEVELOPPEMENTAUX ET EXPERTISE DANS LE DOMAINE DU LANGAGE ECRIT

3.1. La production écrite chez l'expert : Alamargot et Chanquoy , 2001

La production écrite, chez l'expert, a été décrite par ces auteurs selon différents niveaux de traitement :

- La première étape est la récupération et l'élaboration des idées. Elle consiste à rechercher, en mémoire à long terme (MLT) ou dans l'environnement, des informations qui soient pertinentes et appropriées à la tâche à réaliser. Le processus mis en jeu est le processus de *planification*, qui permettra également l'organisation des idées récupérées, afin d'établir un plan rédactionnel.

- La seconde étape est la mise en texte proprement dite. Elle concerne la traduction des idées en mots et en phrases. Le processus de *formulation* impliqué dans cette tâche, engendrera, en rapport avec les connaissances linguistiques du sujet, des choix sur les plans lexical, sémantique et syntaxique.
- La troisième étape est rattachée au processus d'*exécution* graphomotrice. Elle consiste donc à transcrire sous forme graphique le message et elle implique la mise en œuvre de programmes moteurs fins et précis.
- Et enfin, le dernier niveau de traitement concerne le *contrôle*, la relecture. Le processus de révision consiste à effectuer une vérification du contenu, du sens, et de la forme (la calligraphie, la ponctuation et bien sûr, l'orthographe).

Ces étapes de traitement ne s'organisent pas forcément selon l'ordre linéaire dans lequel elles sont décrites. En effet, nous pouvons facilement imaginer, au cours de la production, des reconsidérations ponctuelles concernant la formulation ou le choix des idées. Ces processus sont donc interactifs chez l'expert.

3.2. Modèle développemental de la production écrite : Berninger et Swanson, 1994

Les processus rédactionnels décrits précédemment (formulation, transcription, planification et révision) ne sont pas totalement opérationnels au début de l'apprentissage du langage écrit. Ils sont d'abord contraints par la connaissance métacognitive du sujet sur ces différents processus, puis par l'empan en mémoire de travail qui est un facteur prépondérant quant à la gestion des différents processus. Selon ces auteurs, la capacité de la mémoire de travail serait le principal indicateur de la progression des compétences rédactionnelles chez l'apprenti.

Le modèle présenté et validé empiriquement par Berninger et Swanson propose un développement des processus rédactionnels en trois étapes.

- l'apparition progressive des processus rédactionnels et des opérations qui s'y rattachent.

La formulation est le premier processus opérant chez les enfants en début de primaire. Ces jeunes scripteurs sont en effet capables de récupérer des idées en mémoire à long terme et de les transcrire. En revanche, ils ne sont pas en mesure de planifier ces idées et de juger de la qualité de leur production.

Pour les auteurs, le processus de formulation englobe deux opérations distinctes : la génération de texte (qui a pour rôle de transformer les idées en représentations linguistiques dans la mémoire de travail) et la transcription. Au cours du développement, la transcription apparaît avant la génération de texte. Ainsi, l'enfant maîtrise d'abord la graphie des lettres, puis, il génère ses premières formes écrites en allant progressivement du mot au texte.

Le processus de révision d'abord, et le processus de planification ensuite, n'apparaissent que très progressivement. Ils n'agissent, en premier lieu, qu'indépendamment l'un de l'autre.

- La complexification des fonctions des processus rédactionnels.

Les opérations concernant le processus de formulation se développent de plus en plus. La transcription s'automatise et la génération de textes s'appuie sur des plans de textes, développés et stockés en mémoire à long terme.

Le processus de révision s'étend du mot au paragraphe, tandis que la planification reste dans un fonctionnement indépendant des autres processus, en intervenant surtout avant la rédaction.

- L'importance grandissante de la mémoire de travail et du contrôle métacognitif sur l'écrit au bénéfice de la complexification des processus rédactionnels.

Cette dernière étape concerne les capacités rédactionnelles des enfants de 11-12 ans, en début de collège.

En premier lieu, les rôles des processus rédactionnels se complexifient et deviennent de plus en plus opérants, à n'importe quel moment. Puis, par l'entraînement, tous les processus rédactionnels peuvent entrer en interaction de plus en plus souvent, en étant de plus en plus efficaces. Par exemple, le processus de planification intervient toujours préalablement à la formulation, mais il peut dorénavant interagir avec les autres processus, et ce, tout au long de la rédaction.

La mémoire de travail a donc un rôle prépondérant dans la gestion procédurale de l'activité. La prédisposition des processus à devenir interactifs dépendra essentiellement de la capacité de la mémoire de travail. En effet, cette dernière est la seule composante du système en relation avec tous les processus et toutes les opérations. C'est elle qui permet d'atteindre l'expertise rédactionnelle, par l'intermédiaire de l'interaction entre les processus.

3.3. Les processus orthographiques chez l'expert

Pour orthographier les mots, le scripteur disposerait de deux voies de traitement. Ces deux voies décrivent deux procédures indépendantes mais pouvant fonctionner en parallèle.

La voie lexicale correspond à la *procédure d'adressage*, appelée aussi *procédure lexicale directe* ou encore *procédure sémantique*. Elle est effective lorsque le sujet produit un mot familier.

Dans ce cas-là, le scripteur récupère directement, dans un *lexique orthographique* (ou *lexique graphémique*), les informations relatives à la forme orthographique du mot en question. La fonction du lexique orthographique est de coder la structure des mots écrits.

Dans une situation de production spontanée, la récupération dans le *lexique orthographique* se fait sur la base de l'information provenant préalablement du *système sémantique* (système de représentation de la signification des mots).

En revanche, en situation de dictée, la récupération de l'information dans le lexique orthographique s'effectue suite à :

- l'activation de la forme phonologique du mot dans le *lexique phonologique d'entrée* (système permettant la reconnaissance des mots à l'oral),
- puis à son activation dans le système sémantique.

Certains auteurs suggèrent qu'il existerait une voie supplémentaire, une *voie lexicale non sémantique*, qui permettrait de récupérer directement l'orthographe du mot, à partir de sa forme phonologique, activée dans le lexique phonologique d'entrée.

Quelque soit la situation, le modèle expose la participation d'une autre composante : la *mémoire tampon orthographique* (ou *graphémique*). Celle-ci a pour rôle de stocker temporairement (pendant le temps nécessaire à la programmation et à la réalisation motrice) la représentation orthographique du mot issue du lexique orthographique.

La voie phonologique correspond, elle, à la *procédure d'assemblage*, appelée aussi *procédure extra-lexicale* ou encore *procédure indirecte*. Elle est utilisée lorsque le sujet doit produire des stimuli non familiers sur le plan orthographique.

Dans ce cas-là, le sujet analyse d'abord les propriétés acoustiques et phonologiques du stimulus pour le segmenter en phonèmes. Puis, sur la base de ses connaissances sur les correspondances phonèmes/graphèmes, il assemble les graphèmes dans la mémoire tampon orthographique en vue de la réalisation motrice. Le modèle stipule que cette opération, coûteuse en temps, exige, avant la procédure d'assemblage, que la représentation phonologique du stimulus soit maintenue dans une *mémoire tampon phonologique*.

On peut cependant rencontrer des situations intermédiaires mêlant à la fois une procédure d'adressage et d'assemblage.

En effet, il est possible de produire une unité linguistique non familière en se référant partiellement à un mot disponible en mémoire à long terme (disponible dans le lexique orthographique). Le mot connu est segmenté afin de conserver la (ou les) partie(s) commune(s) à l'unité à construire. Le reste de l'item fait ensuite l'objet d'un traitement par assemblage.

3.4. L'entrée dans l'écrit, l'accès au principe phonographique, le traitement des morphogrammes et logogrammes

M. BESSE a étudié en 2001 les écritures inventées des jeunes enfants afin d'évaluer différents niveaux de conceptualisation du langage écrit.

Le premier niveau de conceptualisation repose sur *les préoccupations visuo-graphiques* : le sujet travaille sa représentation du système graphique sans la mettre en rapport avec la chaîne sonore.

On trouve les écritures mimographiques⁴ qui visent à ressembler le plus possible aux caractéristiques externes de l'écriture : lettres, ronds, boucles (...), et à respecter la disposition sur l'espace de la feuille.

Le second type d'écriture que l'on trouve est sémiographique⁵ : l'enfant prend en compte le sens et la représentation qu'il a de l'objet, pour les lier à la forme écrite. L'écriture sémiographique comprend les écritures logographiques et idéographiques. Dans l'écriture logographique⁶, l'enfant fait varier ses séries graphiques, chacune correspondant à une unité signifiante bien précise du langage, mais, les variations ne sont liées qu'à l'appréhension (physique, affective) que l'enfant a de l'objet. Dans l'écriture idéographique⁷, l'enfant associe sa série graphique à une idée, une catégorie sémantique : deux signifiants, différents dans leurs formes verbales, et correspondant au même signifié, seront produits avec une même série.

Le second niveau de conceptualisation correspond à *l'accès au principe phonographique*. L'enfant travaille, de plus en plus, les relations entre la chaîne sonore et les marques graphiques. Tout d'abord, il s'attache à distinguer les mots en évaluant leurs durées dans la chaîne sonore, puis à les découper en segments (souvent en syllabes) pour les produire à l'écrit. Il est capable de synthétiser la chaîne sonore et découvre l'ordre temporel qui régit la forme sonore de tous les mots et de leurs formes écrites.

⁴ « mimographique » : du grec *mimos* (mime) et du grec *graphein* (écrire), qui vise à imiter l'écriture.

⁵ « sémiographique » : du grec *sêmeion* (signe) et du grec *graphein* (écrire), symbole écrit qui substitue un élément défini.

⁶ « logographique » : du grec *logos* (parole, discours, et plus largement mot) et du grec *graphein* (écrire), symbole écrit qui représente une unité de la langue.

⁷ « idéographique » : du grec *idea* (idée) et du grec *graphein* (écrire), symbole écrit qui représente une notion, une idée.

Et enfin, l'enfant découvre que les différentes graphies permettent la transcription écrite de tous les sons qui existent dans la langue et dans les mots : les phonèmes.

Le dernier niveau de conceptualisation concerne *le traitement des morphogrammes et des logogrammes*.

L'enfant est alors confronté au conventionnalisme de l'orthographe et il est amené à traiter les différents principes régissant l'utilisation des graphies (orthographe d'usage, grammaire, conjugaison). Il est amené à traiter la morphologie, l'orthographe lexicale des mots et à les stocker en mémoire de façon efficace. En effet, une bonne fixation en mémoire de l'orthographe des mots permet une récupération opérante, qui optimise leurs productions, mais également la production de mots de la même famille.

4. LES TROUBLES DYSORTHOGRAPHIQUES

Les sujets présentant des troubles dysorthographiques ont, nous le comprenons par le terme que l'on emploie pour les décrire, des difficultés dans le domaine de l'orthographe. Cependant, nous avons constaté à plusieurs reprises, lors de nos stages, que ces sujets présentaient, suite à l'effort que demande la production orthographique, une réduction considérable de l'intelligibilité de leur discours écrit (structures syntaxiques mal construites, césures de phrases manquantes ou inadaptées...).

Dans cette partie, nous allons nous intéresser à leurs difficultés concernant l'acquisition et la production orthographique.

4.1. Généralités

L'orthographe relève de deux domaines d'activité tous deux liés à la transcription de la parole et donc liés à la phonologie : la lecture et l'écriture. La lecture consiste en une reconnaissance des mots et l'écriture en une récupération en mémoire des séquences de lettres qui forment les

mots. Ces deux domaines sont en effet fortement liés mais ils présentent des différences conséquentes. Voyons lesquelles :

- En lecture, les mots sont écrits, inscrits de façon permanente et leurs caractéristiques sont directement accessibles à la perception. En revanche, en écriture, seules les unités sonores sont perceptibles : elles sont moins concrètes, plus éphémères. Il est nécessaire de maintenir en mémoire une représentation phonologique du mot la plus nette possible, afin d'isoler, d'identifier et de discriminer les phonèmes.
- En lecture, la quantité de lettres donne souvent lieu à une quantité plus réduite de sons. En revanche, en écriture, on note souvent le processus inverse : un nombre de sons donne souvent lieu à une suite graphique comprenant un nombre de graphèmes plus important. La difficulté est donc de savoir quelle configuration graphique est celle qui correspond à la norme.
- En lecture, il est parfois possible d'identifier un mot en ayant accès à un nombre réduit d'indices le concernant. En écriture, il est nécessaire de séquencer toutes les lettres dans un ordre bien précis.

La charge attentionnelle est donc plus importante dans la situation d'écriture que dans la situation de lecture.

La dysorthographe est souvent qualifiée comme une conséquence de la dyslexie. Ces deux troubles ont un dénominateur commun : la difficulté d'analyser les sons du langage oral, ce qui entraîne une difficulté à établir les liens entre phonèmes et graphèmes. Ces deux processus sont la clé de l'entrée dans le langage écrit et lorsqu'ils sont déficitaires, l'apprenti scripteur se trouve considérablement en difficulté pour la suite de l'apprentissage : l'assimilation du code conventionnel, l'enrichissement du stock lexical orthographique, la disponibilité cognitive nécessaire à établir les accords grammaticaux (qui exigent une identification de la nature et de la fonction des mots et des règles gouvernant les accords).

Dans le cadre de la production orthographique, plusieurs sources potentielles de difficultés peuvent être envisagées :

- Chez l'enfant, le lexique orthographique n'est que partiellement constitué et consolidé, les représentations lexicales peuvent être erronées ou tout simplement imprécises, ce qui constitue un obstacle à la transcription.

- La lenteur et l'inattention peuvent être des facteurs entravant les processus d'accès au lexique orthographique.
- Les mémoires temporaires (phonologique et graphémique) sont limitées quant au nombre, à la taille et à la durée de stockage des informations.
- Enfin, les processus périphériques assurant la sortie motrice sont, par leur coût cognitif et attentionnel, une contrainte supplémentaire.

4.2. Les types d'erreurs

- Les erreurs phonétiques.

Lors de la relecture du mot, la forme phonologique de celui-ci n'est pas respectée. Ces erreurs consistent en des substitutions, des omissions, des modifications de l'ordre conventionnel des lettres. Ces erreurs sont fréquentes chez les débutants et sont caractéristiques de la dysorthographie phonologique. Les capacités en terme de conscience phonologique et de conscience phonémique sont essentielles afin de stocker entièrement et correctement la forme phonologique du mot, pour ensuite mettre en place le processus d'individuation des phonèmes, et le processus de transcription phono-graphémique. Ces erreurs sont aussi la conséquence d'une méconnaissance ou d'une difficulté d'application des règles d'orthographe d'usage.

- Les erreurs phonétiquement acceptables.

Lors de la relecture, on retrouve la forme phonologique du mot, mais l'orthographe conventionnelle n'est pas respectée. Ces erreurs reposent souvent sur une faiblesse des connaissances lexicales ou bien sur une difficulté d'accès à celles-ci. Ce type d'erreurs est très fréquent et caractéristique d'une dysorthographie de surface.

- Les erreurs de segmentation.

Ce sont toutes les erreurs portant sur une mauvaise identification des unités linguistiques : plusieurs mots sont écrits en un seul ; un mot est segmenté en plusieurs parties, à tort. Les capacités de segmentation font également appel aux connaissances lexicales permettant l'identification de chaque unité linguistique.

- Les erreurs morphologiques.

Elles portent sur les connaissances morphologiques dérivationnelles et sont aussi appelées erreurs de non dérivation. Elles résultent soit d'une méconnaissance de la morphologie de dérivation, soit d'une absence de son exploitation.

Il existe aussi des erreurs de dérivation dites positives : le principe de dérivation est utilisé à l'excès et entraîne des erreurs.

La dérivation est une procédure à acquérir et à automatiser. Cependant, ces erreurs rendent compte également des difficultés de l'enfant à comprendre le système de la langue, au travers des connaissances morpho-lexicales.

- Les erreurs d'accords grammaticaux.

Ces erreurs concernent les difficultés dans le domaine de la morphologie flexionnelle. Elles regroupent toutes les erreurs d'accords en genre et en nombre, les erreurs de conjugaison, et se révèlent le plus souvent par des omissions ou des substitutions. Elles sont dues soit à une méconnaissance des règles d'accords soit à une difficulté de leur mise en œuvre lorsque la charge cognitive est trop importante.

4.3. Dysorthographe phonologique

La dysorthographe phonologique est caractérisée par une atteinte de la voie phonologique d'assemblage. L'orthographe lexicale des mots familiers est conservée, la voie d'adressage est donc efficiente. La procédure d'assemblage phono-graphémique étant touchée, les difficultés des sujets porteront essentiellement sur la dictée de mots longs peu fréquents et lors de l'écriture de pseudo-mots. Les erreurs produites sont souvent non phonologiquement plausibles.

4.4. Dysorthographe de surface

La dysorthographe de surface est définie par une atteinte de la voie lexicale d'adressage. La conséquence directe de cette atteinte correspond à une altération du lexique orthographique de sortie. En revanche, la voie d'assemblage est efficiente, ce qui entraîne le plus souvent des erreurs phonologiquement plausibles : la forme phonologique du mot est donc respectée mais son orthographe lexicale ne l'est pas.

4.5. Dysorthographe grammaticale

La dysorthographe grammaticale se révèle par des erreurs qui concernent les aspects morpho-syntaxiques de la phrase, en situation de dictée ou en situation de production spontanée.

Cette partie concernant la production de langage écrit nous permet de prendre conscience de l'ensemble des traitements que cette activité implique. Ils sont multiples et de natures très différentes.

Les parties théoriques qui suivent vont s'intéresser à la notion de mémoire de travail. C'est un concept qui est souvent utilisé dans le domaine de l'orthophonie. Cette composante du système mnésique est une mémoire à court terme permettant de maintenir volontairement des informations qui, sinon, seraient rapidement perdues, afin d'effectuer des traitements sur celles-ci.

La mémoire de travail a un rôle fondamental dans les activités cognitives complexes et dans leur apprentissage. Elle permet également de mettre en place des processus de rappel, d'inhibition, de flexibilité mentale ; autrement dit, elle permettrait de contrôler l'attention dans le but de contrôler l'action.

Dans un premier temps, nous nous attacherons à définir ce qu'est la mémoire de travail, en nous appuyant sur les théories de différents auteurs. Nous nous intéresserons par la même occasion à l'attention et au contrôle des ressources attentionnelles.

Puis, la dernière partie théorique sera consacrée au rôle de la mémoire de travail dans les grandes activités cognitives telles que le raisonnement, la lecture et la production de langage écrit.

LA MEMOIRE DE TRAVAIL

La mémoire de travail a été étudiée depuis déjà de nombreuses années, mais n'a pas encore révélé toutes ses particularités. En effet, même si plusieurs de ses composants ont été identifiés puis explorés, d'autres sont encore sources de recherches et de discordes entre les auteurs.

Nous commencerons par décrire le modèle qui a servi de référence théorique à de nombreux auteurs, même s'il a également été critiqué : le modèle des « systèmes esclaves » de Baddeley. Il est issu des travaux et du texte fondateur (provisoire car relatif à des données incomplètes) réalisés par Baddeley et Hitch en 1974.

Puis, nous nous intéresserons à deux autres théories, moins connues, mais qui nous ont semblé particulièrement intéressantes par rapport à notre problématique.

En effet, la théorie ACT (Adaptative Control of Thought)⁸ d'Anderson permet une explication concernant les interrelations entre mémoire à court terme et mémoire à long terme, en terme d'activation. Cette notion d'activation apparaît autour des années 60, au même moment que l'émergence des modèles sériels⁹. Plus précisément, Anderson a cherché à caractériser la nature des liens entre mémoire de travail, mémoire à long terme déclarative et mémoire à long terme procédurale. Il aide à différencier l'activité mentale experte de l'activité mentale novice et il permet une explication des étapes successives correspondant au processus d'apprentissage. Pour nous, cette théorie a fait écho à l'apprentissage des règles morphosyntaxiques. Elles sont, en premier lieu, acquises de façon explicite puis stockées en mémoire déclarative. L'apprentissage, l'automatisation de ces règles consiste en une procéduralisation¹⁰ de ces « productions ».

⁸ « *Adaptative Control of Thought* » : « contrôle adaptatif de la pensée » (notre traduction)

⁹ Les modèles sériels conçoivent la mémoire comme composée de plusieurs magasins stockant l'information (« multi-store models »). Cette approche traite des flux d'informations au sein des différents magasins. La succession des différents états de l'information dans les différents magasins conduit ainsi à l'idée d'étapes successives. (« multi-stage models »).

¹⁰ Procéduralisation : mise en procédure. La procédure a pour particularité de se mettre en place de façon automatique.

Enfin, la troisième théorie s'inscrit davantage dans un contexte cognitif développemental : il s'agit de la théorie néo-piagétienne des opérateurs constructifs de Pascual-Leone. Celle-ci permet d'introduire dans des interprétations fondamentalement piagétienne, des données et des hypothèses relevant des théories du traitement de l'information. Cette théorie fait également écho à notre problématique : en effet, le développement cognitif et le développement de la mémoire de travail (« opérateur M ») paraissent tout à fait indissociables et tributaires l'un de l'autre. Cette théorie permet une approche plus globale, ainsi qu'une explication du fonctionnement des apprentissages.

1. LE MODELE DE BADDELEY (1986)

La définition que fait Alan Baddeley de la mémoire de travail est la suivante :

« La mémoire de travail est un système de maintien temporaire et de manipulation de l'information, nécessaire pour réaliser des activités cognitives complexes, telles que la compréhension, l'apprentissage et le raisonnement. »

Il décrit la mémoire de travail comme un système faisant intervenir, d'une part, un administrateur central et d'autre part, deux systèmes esclaves : la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial.

L'administrateur a pour rôle de sélectionner, coordonner et contrôler les opérations de traitement. Les systèmes esclaves assurent le stockage des informations : la boucle phonologique stocke les informations de nature verbale et le calepin visuo-spatial stocke les informations visuelles et spatiales.

1.1. L'administrateur central

L'administrateur central est le composant crucial de la mémoire de travail. Il est responsable de la sélection, de l'exécution des traitements et donc du contrôle de l'attention. Baddeley a incorporé dans son étude sur l'administrateur central le modèle de Norman et Shallice qui permet d'expliquer le rôle de l'attention dans le contrôle de l'action.

Selon Norman et Shallice, la plupart des processus cognitifs peut être initiée sans contrôle attentionnel. Des schémas préexistants (automatisés au cours des expériences du sujet) sont activés par les priorités internes et par les indices environnementaux pour permettre au processus cognitif de se dérouler sans intervention délibérée de l'attention.

Cependant, quand un plan d'action défini doit être modifié, quand une activité peu maîtrisée doit être effectuée ou encore quand des réponses habituellement fortes doivent être inhibées, l'intervention de l'attention est nécessaire. Le *mécanisme de résolution de conflit* et le *Système Attentionnel de Supervision* (SAS) ont pour rôle de contrôler l'action.

Lorsque deux activités se déroulent en même temps et se trouvent en compétition, le mécanisme de résolution de conflits permet d'inhiber les programmes d'action non prioritaires. Ce mécanisme de résolution de conflits est semi-automatique. Il est nommé *gestionnaire des priorités de déroulement*. Il est composé d'un ensemble de règles élémentaires, élaborées au sein du système. Il s'applique à des activités rodées ayant fait l'objet d'un apprentissage, et s'écoulant donc de façon relativement automatique.

Le SAS est, lui, capable d'interrompre les comportements en cours ou d'inhiber les comportements habituels. Il intervient dans les situations particulières citées précédemment, lorsque les tâches impliquent une planification. Ses compétences concernent la manipulation systématique des probabilités d'occurrence des activités en question, afin d'élaborer un (nouveau) plan d'action plus probable, plus adéquat. Le SAS est de capacité limitée.

Suite à de nombreuses études menées en neuropsychologie, il a été reconnu que le terme d'administrateur central regroupe en fait un ensemble de fonctions de contrôle appelées plus communément « fonctions exécutives ». L'administrateur central ne serait donc pas un système unitaire, mais, comme le souligne Baddeley, ce terme permet d'englober toutes les caractéristiques attentionnelles concernant la mémoire de travail.

1.2. La boucle phonologique

La boucle phonologique (ou articulatoire) est l'un des deux systèmes esclave de la mémoire de travail présentée par Alan Baddeley.

Elle consiste en une unité de stockage phonologique à court terme. L'auto-répétition sub-vocale (ou répétition mentale) est le processus de contrôle de la boucle phonologique reposant sur le langage intérieur : elle permet un stockage efficace et plus long. En effet, si ce processus ne se met pas en place les informations sont soumises à un oubli très rapide.

Ce système est sollicité pour toutes les informations de nature verbale : qu'elles apparaissent en modalité orale ou en modalité écrite. En présentation écrite, les informations perçues visuellement sont donc soumises à un processus de transformation donnant lieu à une représentation de type phonétique, permettant par la suite, l'accès au processus d'auto-répétition articulatoire.

Des expériences ont permis de prouver que la boucle phonologique joue un rôle important dans l'apprentissage de la lecture, dans la compréhension du langage et dans l'acquisition du vocabulaire.

Notons que deux des caractéristiques les plus surprenantes concernant les enfants ayant des troubles spécifiques dans l'apprentissage de la lecture (malgré une intelligence normale et un milieu socio-culturel favorable) sont la détérioration de leur empan mnésique et leurs difficultés dans le traitement métaphonologique.

Cependant, aucune conclusion valable n'a pu être tirée de ces constats : l'apprentissage de la lecture améliore les performances de l'empan mnésique et de la conscience phonologique, et que ceux-ci contribuent à leur tour aux progrès en lecture.

1.3. Le calepin visuo-spatial

Le calepin visuo-spatial est le second système esclave du modèle présenté par Alan Baddeley. Son rôle concerne la formation, le stockage et la manipulation d'images mentales. Quant à sa structure fonctionnelle, on trouve dans la littérature deux hypothèses :

- La première hypothèse suppose un fonctionnement différent de celui de la boucle articulatoire : le processus de rafraîchissement permettant le stockage efficace des informations visuo-spatiales, serait pris en charge par l'administrateur central. (Toms, Morris, Foley, 1994)
- La seconde hypothèse est celle de Baddeley lui-même, qui propose un stockage passif de l'information visuo-spatiale auquel pourrait s'ajouter un mécanisme actif de rafraîchissement spécialisé pour ce type d'informations.

Suite à de nombreuses expériences, l'image mentale elle-même révèle deux composantes bien distinctes. La première composante est de nature visuelle et la seconde est de nature spatiale. Elles s'appuient toutes les deux sur des structures cérébrales différentes. Ces deux composantes sont donc séparées au niveau anatomique, mais coordonnées au sein de la mémoire de travail.

La nature du processus de rafraîchissement, dans le cas du calepin visuo-spatial reste encore peu précise. Toutes les hypothèses émises par de nombreux auteurs sont encore peu établies, et souvent contredites.

Nous noterons, comme le souligne Van der Linden, que des stimuli visuels verbalisables (dénommbles) peuvent être mémorisés via le processus d'auto-répétition sub-vocale de la boucle phonologique. Ceci permet ainsi un processus de rafraîchissement efficace, et ce par l'intermédiaire de la verbalisation de ces stimuli, explicite ou le plus souvent implicite.

Le modèle exposé par Alan Baddeley est majoritairement reconnu et il reste le modèle de référence lorsque l'on évoque la notion de mémoire de travail dans la littérature.

Cependant, le modèle d'Anderson nous a paru très intéressant, quant aux parallèles réalisables avec les processus relatifs à la production orthographique. En effet, lors de cette activité, le sujet fait sans cesse appel à des connaissances ayant nécessité un apprentissage explicite. Ces connaissances sont appelées connaissances « déclaratives ».

Nous allons voir ce que le modèle ACT nous apporte sur les liens complexes existant entre mémoire de travail et mémoire à long terme, et sur l'apprentissage en lui-même.

2. LE MODELE D'ANDERSON : LA THEORIE ACT (Adaptative Control of Thought) (1993)

Présentons tout d'abord la notion d'activation, apparue dans les années 60-70.

2.1. La notion d'activation :

La mémoire est un réseau comprenant une grande quantité d'unités élémentaires de représentations, connectées entre elles. Ces unités sont appelées les « nœuds » du réseau sémantique.

Le fonctionnement de la mémoire est défini en terme d'activation des nœuds. Leurs connexions respectives sont elles aussi activées et l'activation est ensuite diffusée aux nœuds voisins. Cette diffusion va décroissante en fonction de la distance parcourue au sein du réseau.

2.2. La théorie ACT (Adaptative Control of Thought)¹¹ d'Anderson :

Afin de comprendre le fonctionnement du système de mémoire décrit par Anderson, il faut en premier lieu, expliquer le « système de production » de Newell et Simon (1972) auquel il fait référence.

Le système de production est un ensemble de règles dont l'exécution dépend de la mise en œuvre d'un processeur cyclique.

Ce processeur exploite deux structures de la mémoire : la mémoire à long terme (qui contient les règles, « les productions ») et la mémoire de travail (qui contient une représentation symbolique de l'état du monde courant).

¹¹ « *Adaptative Control of Thought* » : « contrôle adaptatif de la pensée » (notre traduction)

Les « productions » sont les règles qui déterminent les conditions devant être remplies, pour donner comme réponse, une action.

L'action est donc exécutée quand toutes les conditions contenues dans la règle sont remplies dans l'état actuel du système, c'est-à-dire dans l'état du monde courant.

Les cycles de production comportent donc deux phases :

- La reconnaissance : c'est l'activité qui consiste à retrouver en mémoire à long terme les règles dont les conditions sont satisfaites dans le contenu de la mémoire de travail.
- L'action : après le choix d'une règle, il y a exécution de l'action correspondante, ce qui entraîne une modification de l'état du système dans la mémoire de travail. Un nouveau cycle peut alors recommencer.

Pour Anderson, chaque unité cognitive est constituée d'un noeud auquel sont affectés une série d'éléments.

Il émet le postulat d'une mémoire de travail pouvant élaborer une copie transitoire d'une unité cognitive. Cette copie est donc source d'activation, activation qui se diffuse ensuite au sein du réseau de la mémoire à long terme.

Anderson définit la mémoire de travail comme *“la quantité de mémoire déclarative à laquelle le sujet peut accéder de manière rapide et fiable”*.

Ce modèle décrit trois composantes du système cognitif : la mémoire à long terme (MLT) déclarative, la mémoire à long terme (MLT) procédurale et la mémoire de travail :

- *La MLT déclarative*

C'est un réseau de concepts connectés entre eux. Les informations qui y figurent ne sont pas liées à une situation spécifique (comme le sont les éléments de la mémoire sémantique) et peuvent être traduites verbalement. Les différents nœuds de ce réseau peuvent atteindre un niveau d'activation variable. Ce niveau d'activation déterminera, par la suite, la probabilité qu'il soit utilisé dans une règle de production.

- *La MLT procédurale*

Elle est constituée d'un stock d'actions potentielles emmagasinées sous forme de règles de production. L'application de chaque règle est donc automatique lorsque la situation adéquate se présente par l'intermédiaire de la mémoire de travail.

- *La mémoire de travail*

Elle permet une représentation de l'état du monde actuel. Elle récupère dans la mémoire déclarative des informations factuelles en fonction des besoins de l'activité mentale en cours. Cette récupération permet ensuite un appariement du contenu de la mémoire de travail et des conditions de mise en œuvre des règles de production dans la mémoire procédurale.

Nous avons vu que pour des situations familières, l'action est déclenchée automatiquement : on parle dans ce cas-là d'expertise. Le modèle ACT a pour avantage de pouvoir décrire également le fonctionnement du novice et les étapes décrivant l'apprentissage :

- *L'étape déclarative*

Les instructions données au sujet relatives à une habileté particulière sont stockées comme un ensemble de faits dans la mémoire déclarative. Ces informations sont comparables à des instructions que l'on peut trouver dans un manuel explicatif, elles sont riches et adaptables à chaque situation.

Elles ont cependant des inconvénients majeurs quand elles doivent être récupérées et stockées dans la mémoire de travail. Tout d'abord, elles sont coûteuses en temps : il faut retrouver l'information, l'interpréter et la relier à d'autres connaissances. Puis, elles sont surtout coûteuses en espace de travail : il faut stocker toutes les informations importantes pour pouvoir les utiliser simultanément, stocker les résultats intermédiaires qui pourront peut-être être réutilisés ultérieurement, conserver ces informations et en même temps, en rechercher et en récupérer d'autres.

Grâce au maintien des informations en mémoire de travail sous forme verbale, les informations stockées vont donner lieu à des actions appelées « procédures interprétatives générales » et non à des exécutions de procédures.

- L'étape de compilation des connaissances

Lorsque les actions ou séquences d'actions ont abouti favorablement et ce, de façon répétée, il y a procéduralisation : les actions sont compilées sous forme de procédures spécifiques. Elles pourront donc être récupérées automatiquement sans qu'il y ait référence aux connaissances déclaratives et aux procédures interprétatives. Ce mécanisme de transformation des connaissances déclaratives en connaissances procédurales implique une étape de transition qu'Anderson appelle « la compilation des connaissances ».

- L'étape de réglage procédural

Cette étape, typiquement procédurale, vise à régler les connaissances en vue d'améliorer la précision de l'application des procédures et d'augmenter leur vitesse d'exécution. Ce réglage comprend des généralisations (application d'une même procédure à des situations différentes) et des discriminations (introduction de conditions d'exécution plus fines : l'action est ainsi diversifiée en fonction des caractéristiques des situations).

3. LA THEORIE NEO-PIAGETIENNE DES OPERATEURS CONSTRUCTIFS DE PASCUAL-LEONE (1970)

La prise en compte de contraintes d'attention et de mémoire dans certaines activités cognitives, a conduit certains auteurs comme Pascual-Leone, à introduire dans le courant de pensée piagétien des hypothèses relevant des théories du traitement de l'information.

Pour rendre compte des transformations impliquées dans le développement génétique d'un « métasujet » (sujet susceptible de transformations), Pascual-Leone distingue deux composantes : le système subjectif et le système métaconstructif (la seconde est celle qui concerne directement notre propos, cependant afin d'en comprendre le fonctionnement, nous avons tenu à décrire ces deux systèmes) :

- Le système subjectif

Il se définit par un répertoire de schèmes symboliques, qui sont le résultat des apprentissages du sujet. Le schème est ainsi défini : « c'est une unité comportementale, un ensemble ordonné de réactions, susceptibles d'être transférées d'une situation à une autre par assimilation de la seconde à la première ».

Le répertoire de schèmes du métasujet comprend les schèmes cognitifs (schèmes figuratifs, opératifs et exécutifs), les schèmes affectifs et les schèmes personnels (en référence aux valeurs et aux croyances propres du sujet, qui peuvent introduire des biais personnels dans les stratégies cognitives).

Au niveau fonctionnel, les trois schèmes cognitifs sont définis de la sorte :

- les schèmes figuratifs

Ils ont pour fonction la représentation des faits, des états et des significations. Ce sont des représentations internes relatives à des informations familières. Celles-ci pourront faire référence à des configurations perceptives reconnues, à des contenus de pensée ou à des conditions concrètes de déclenchement d'autres schèmes.

- les schèmes opératifs

Leur fonction concerne la transformation des schèmes figuratifs dans le but de générer de nouveaux objets mentaux.

- les schèmes exécutifs

Ils assurent la fonction de contrôle des opérations qui permettent de passer d'un état figuratif à un autre. Ils sont, en quelque sorte, des « programmes de calculs » qui, dans une situation donnée, déterminent l'activation ou non des schèmes figuratifs et opératifs.

- Le système métaconstructif

Il est en interaction avec le système subjectif. Il agit sur les schèmes précédemment décrits pour les synthétiser de façon à produire des schèmes de réalisation de problème. Ils sont alors appelés des « super-schèmes ».

Dans ce système métaconstructif, Pascual-Leone parle d'un opérateur M (encore appelé espace M de traitement), qui peut être considéré comme une forme de mémoire de travail.

L'opérateur M est une « réserve d'énergie mentale » qui permet d'activer des schèmes qui ne sont pas directement activés par les caractéristiques de la situation, mais qui sont pertinents pour la résolution d'un problème. Pour une tâche donnée, l'espace M est distribué entre les schèmes figuratifs et opératifs pertinents et ce, sous le contrôle des schèmes exécutifs.

Cet espace M correspond donc au nombre maximal de schèmes que le sujet peut activer pour une même opération mentale dans le cadre de la tâche donnée. L'espace M augmente avec l'âge, et il constitue, selon Pascual-Leone, une caractéristique majeure de chaque stade de développement.

Selon Pascual-Leone, l'apprentissage est assuré par deux autres opérateurs : l'opérateur C et l'opérateur L.

L'opérateur C concerne le mode d'apprentissage le plus simple, celui qui s'effectue directement sur les contenus. Il s'agit de l'incorporation d'une nouvelle propriété à un schème ou de l'assimilation d'un schème faiblement activé par un schème fortement activé. Dans la théorie de Piaget, ce mode d'apprentissage concerne la « différenciation des schèmes sous l'effet de l'expérience ».

L'opérateur L, en revanche, permet la coordination de schèmes déjà co-activés ou activés de façon séquentielle. Cet opérateur permet l'apprentissage, la construction de structures logiques nouvelles et la formation de « super-schèmes », par coordination des schèmes.

Pascual-Leone différencie deux sous-opérateurs : LC et LM.

L'opérateur LC permet la fusion graduelle de schèmes qui s'appliquent fréquemment et simultanément. Cette fusion est la conséquence de la pratique répétée de la simultanéité de leur activation et du fonctionnement de cette pratique.

Les apprentissages résultant de la mise en œuvre de cet opérateur sont fortement liés à l'expérience immédiate. Ils sont donc lents, continus, cumulatifs et implicites. D'autre part, l'activation des schèmes qui sont issus de cet apprentissage est unidirectionnelle. Cela signifie qu'elle ne peut avoir lieu qu'à partir d'un point de départ donné et unique. Les structures ainsi

construites sont donc fortement liées à leur contexte de formation, et sont difficilement utilisables en dehors de celui-ci.

L'opérateur LM suppose lui, la mise en œuvre de l'espace M de traitement, qui assure une coordination rapide des schèmes pertinents. L'opérateur LM s'intéresse à des schèmes co-activés ou fonctionnant conjointement et permet, sous l'effet d'un effort mental, leur synthèse. Les connaissances qui en résultent sont dites « rationnelles », alors que les connaissances issues de LC sont dites « expérientielles ». Voici comment s'effectue un apprentissage LM :

- en premier lieu le schème dangereux (issu d'un apprentissage LC et fortement lié au contexte) est déclenché.
- dans un second temps, il y a inhibition du schème initial (sous le contrôle des schèmes exécutifs) et activation des schèmes figuratifs pertinents (suite à un effort mental dépendant de la capacité de l'espace M).

Les situations de conflits cognitifs (conflits entre schèmes fortement activés et incompatibles entre eux) sont propices à la mise en place d'un apprentissage LM.

L'activation des schèmes qui sont issus de ces apprentissages est, contrairement aux précédents, bidirectionnelle, c'est-à-dire qu'elle peut avoir lieu à n'importe quel moment.

Les apprentissages qui en sont issus sont rapides et peuvent dépendre de stratégies conscientes car la coordination des schèmes est réalisée à travers l'effort mental. Ceci les rend par conséquent relativement indépendants du contexte où ils s'appliquent, et donc facilement applicables dans d'autres contextes.

Cette théorie permet de lier les notions de développement de la mémoire de travail et de développement cognitif. Le développement des capacités cognitives dépendra des capacités d'attention mentale (« espace M ») du sujet.

Nous avons maintenant voulu décrire brièvement les notions attachées à celle de l'attention.

4. ATTENTION, CONTROLE ET GESTION DES RESSOURCES

L'attention a pour fonction de traiter, d'organiser et d'acquérir des informations qui influenceront par la suite nos comportements.

L'attention ne peut être dissociée des fonctions exécutives car ces dernières participent à la mise en œuvre, la poursuite, l'arrêt d'une tâche et au passage d'une activité à l'autre.

Trois fonctions exécutives spécifiques : la flexibilité mentale (capacité à changer de tâche, de stratégie mentale, d'opération cognitive), la mise à jour des informations et l'inhibition d'une réponse automatique, sont nécessairement impliquées dans le contrôle de l'attention.

Le contrôle attentionnel est défini selon l'intensité attentionnelle et la sélectivité attentionnelle.

L'intensité attentionnelle fait référence à l'état d'alerte, l'état de vigilance et l'attention soutenue. L'alerte correspond à l'état d'activation cérébrale générale. La vigilance est la capacité à maintenir un niveau suffisant d'efficacité attentionnelle, au cours de tâches monotones de longue durée, permettant la détection d'évènements qui ne se produisent que ponctuellement.

Et enfin, l'attention soutenue est la capacité à maintenir sa concentration pour une période de temps donnée qui dépend des caractéristiques individuelles. Elle intervient lors de situations où le flux d'informations à traiter est dense. C'est un traitement actif et continu.

La sélectivité de l'orientation attentionnelle concerne l'aptitude à sélectionner un élément au sein d'une situation perceptive et à le traiter de façon approfondie. Posner parle en 1980 de faisceau attentionnel : traitement approfondi des stimuli soumis à ce faisceau, et ce, au détriment des autres.

L'attention partagée correspond en revanche, à la capacité à traiter simultanément deux ou plusieurs catégories d'informations pertinentes ; cette capacité dépend, au niveau de l'intensité attentionnelle, de l'état de vigilance et des processus cognitifs du contrôle de

l'attention. Le raisonnement, la résolution de problèmes, la lecture et l'écriture dépendent particulièrement des capacités en attention partagée¹².

La notion de contrôle est une notion essentielle car elle va de pair avec la notion de tâche. Elle est souvent associée aux notions de gestion de ressources et de charge mentale.

On considère que le sujet dispose de ressources mentales, et que ces ressources sont affectées aux différentes tâches. Ce qui est visé dans l'allocation des ressources est la diminution de la charge mentale. Elle est gérée par l'administrateur central, au sein de la mémoire de travail.

La notion de gestion des ressources a été révisée par Jean-François Richard :

En effet, il considère qu'elle donne l'idée que le contrôle est seulement du côté de l'action et des fonctions exécutives. Pour lui, le contrôle a deux autres composantes, au moins aussi importantes : l'orientation de la prise d'informations et la sélection de l'information pertinente. Ces deux notions sont, nous l'avons vu précédemment, présentes dans la définition de l'attention qui concerne aussi bien la gestion des activités multiples que la focalisation dans la prise d'informations.

Pour justifier sa position, il s'appuie sur la notion de but. En effet, les buts jouent un rôle essentiel dans la définition d'une situation et en particulier dans les situations de tâches multiples, qui comportent très souvent au moins une tâche principale et une tâche secondaire. Il préfère donc les termes de « hiérarchie de buts » et de « gestion des buts » pour définir le contrôle de l'attention.

(Il est aisé, par la suite, d'établir le lien entre attention et intention. En effet, les caractéristiques de l'attention du sujet dépendront essentiellement de ses intentions.)

Il nous importe peu de savoir quel serait le juste terme entre « gestion des ressources » et « gestion des buts ». Le second semble plus approprié quant aux activités de la vie

¹² Louise Bérubé dans « Terminologie de neuropsychologie et de neurologie du comportement »

quotidienne. Toujours est-il que l'attention devra, quelles que soient les tâches, être efficiente pour chacune d'entre elles afin d'atteindre le ou les « buts ».

La mémoire de travail et l'attention sont donc deux notions difficilement séparables et qui agissent de manière conjointe. Les capacités en mémoire de travail dépendent des capacités attentionnelles disponibles. Les capacités attentionnelles allouées aux activités cognitives faisant intervenir la mémoire de travail, dépendront elles-mêmes de cette dernière, et prioritairement de l'administrateur central pour ce qui est de la gestion, du contrôle et de la coordination des ressources. L'opérationnalité des systèmes-esclaves aura aussi de l'importance pour ce qui concerne le stockage.

La mémoire de travail est une composante très complexe du système cognitif, qui ne revêt pas toujours les mêmes fonctions selon les auteurs. Les liens entre mémoire de travail et attention sont subtils mais indéniables.

Dans la partie suivante, nous allons nous pencher sur le rôle de la mémoire de travail au sein d'activités cognitives complexes, et entre autre, la production de langage écrit.

LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LES ACTIVITES COGNITIVES

La mémoire de travail contribuant à la mise en œuvre de traitements cognitifs est donc un objet d'étude important pour les auteurs s'intéressant à l'analyse des activités mentales complexes.

Les activités les plus concernées par ces recherches sont :

- la lecture et la compréhension de texte
- la résolution de problèmes
- la production écrite

Dans chacune de ces activités, les capacités de la mémoire de travail et la répartition des ressources attentionnelles sont fondamentales.

1. LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LA LECTURE ET LA COMPREHENSION DE TEXTES

La capacité à comprendre un texte lu consiste en la construction d'une représentation cognitive, ayant la particularité de coordonner l'information perceptive et l'information issue des connaissances générales (présentes en mémoire permanente).

L'information perceptive nécessite la mise en œuvre des processus de traitement concernant la lecture : déchiffrage et analyse du message linguistique. Les représentations prennent successivement plusieurs formes : graphémiques/phonologiques, lexicales, syntaxiques, sémantiques à un niveau local (phrase) et global (texte).

L'analyse du message exige la mise en œuvre d'un ensemble d'opérations mnésiques permettant l'activation des processus décrits ci-dessus, et le stockage des représentations issues de ces traitements.

La plupart des modèles de la compréhension soulignent le caractère discontinu du traitement du langage et la nécessité d'une gestion du stockage temporaire assurant la distribution de l'information dans le temps. On parle alors de cycles de traitement (Kintsch et Van Dijk, 1978), chaque cycle correspondant au traitement d'un bloc d'information (Fayol parle d' « unité de traitement »).

Le stockage temporaire permet l'accumulation des informations au cours du texte.

Les frontières textuelles (fin de phrases, fin de paragraphe...) fournissent l'opportunité d'un traitement d'ordre supérieur (d'une fin de cycle de traitement) qui permet l'aménagement, la modification du contenu du stockage temporaire : opération de maintien sélectif des représentations utiles pour la suite du traitement et opération de désactivation des représentations qui ne sont plus pertinentes.

Le stockage temporaire de l'information dans la compréhension de texte ne peut donc être considéré comme une capacité de stockage passif : il fait entièrement partie du système de traitement.

C'est pour cela que la notion de mémoire de travail est très utilisée (Jarvella ; Kintsch et Van Dijk ; Britton, Glynn et Smith ; Baddeley ; Carpenter et Just) dans l'explication de l'activité de compréhension de texte (intriquant à la fois les aspects de stockage et de traitement), elle permet de désigner le dispositif de traitement utilisé pour la compréhension de textes.

La présence en mémoire de travail d'une représentation donnée doit donc être considérée comme le résultat des traitements réalisés (ou en cours de réalisation), et le maintien de cette représentation doit être considéré comme un stockage nécessaire, en vue des traitements à venir.

La mémoire de travail ayant une capacité d'intervention limitée, des opérations de contrôle sont nécessaires pour assurer la distribution de sa capacité aux différentes interventions : le maintien, la manipulation, et le contrôle lui-même.

Van Dijk et Kintsch, et Carpenter et Just proposent deux types de facteurs susceptibles d'intervenir dans la mise en œuvre de stratégies de gestion de ressources :

- La structure organisationnelle du texte, qui, en déterminant des endroits privilégiés pour l'accomplissement de certains processus, va contribuer à l'évolution du contenu de la mémoire de travail en fonction de la progression du lecteur dans le texte.
- La capacité de mémoire de travail du lecteur, qui contribue à l'établissement de stratégies adaptées à ses propres limitations.

2. LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LES ACTIVITES DE RAISONNEMENT ET DE RESOLUTION DE PROBLEME

De nombreux auteurs admettent que l'activité de résolution de problème dépend dans une large mesure des activités mnésiques.

Richard, en 1982, relève deux types d'activités mnésiques impliquées dans la résolution de problèmes :

- La recherche en mémoire à long terme des connaissances, des règles d'action utilisées pour la résolution : par exemple, des propriétés d'objets, des relations, des règles générales de déduction...
- Le stockage momentané des informations nécessaires pour les traitements ultérieurs, comme par exemple certaines données du problème ou des résultats intermédiaires déjà calculés.

Les capacités en mémoire de travail sont nécessaires afin de pouvoir se représenter le problème, ainsi que le but et les sous-buts à atteindre. Voici, toujours selon Richard, quels peuvent être les effets résultant de la limitation des capacités en mémoire de travail :

- des effets sur la compréhension de l'énoncé, l'activité de lecture faisant elle-même appel à la mémoire de travail.
- des effets sur la prise en considération des données. Les limitations en terme de mémoire de travail peuvent conduire à des défauts de prise en compte de certaines données (oubli de résultats antérieurs, restriction des possibles à considérer...). Le manque de sélection dans le maintien des informations entraîne ce type d'effet car la capacité mnésique se trouve rapidement dépassée.

- des effets sur le contrôle de l'exécution. Lorsque le problème est complexe et que des sous-buts doivent être réalisés dans un certain ordre afin d'atteindre le but principal, les limitations de la mémoire de travail peuvent conduire à la perte de ce contrôle.

D'autre part, la structure de l'énoncé du problème a son importance : si les données sont énoncées selon l'ordre de traitement nécessaire à la résolution, cette dernière sera plus abordable. En revanche, si les données sont présentées dans le désordre, suivant l'évolution de structures syntaxiques complexes, ou encore que des données inutiles sont incorporées à l'énoncé du problème, la résolution sera plus difficile.

De nombreuses théories du raisonnement suggèrent que les capacités de traitement représentent la source majeure des erreurs de raisonnement (Braine, 1990 ; Johnson-Laird et Byrne, 1991).

Baddeley et Hitch (1974), ont réalisé une expérience visant à étudier l'effet de la charge en mémoire de travail sur la réalisation d'un raisonnement : ce dernier consiste à juger de la véracité de phrases décrivant l'ordre d'apparition de deux lettres de l'alphabet, présentées ultérieurement, tout en mémorisant une série de 6 chiffres. Ils ont ainsi pu montrer (par rapport aux situations contrôles) qu'il y avait, soit allongement du temps de réaction pour effectuer le jugement, soit détérioration du rappel des chiffres. Il y avait donc un défaut dans l'affectation des ressources de la mémoire de travail.

3. LA MEMOIRE DE TRAVAIL DANS LA PRODUCTION ECRITE

Les processus rédactionnels décrits dans la partie théorique précédente nécessitent tous l'intervention de la mémoire de travail.

Nous pouvons maintenant décrire quelles composantes sont impliquées pour quels processus.

Le processus de planification (Hayes et Gradowl Nash, 1996) est en liaison avec le calepin visuo-spatial. Ce dernier intervient de façon à maintenir temporairement le plan que le rédacteur est en train de manipuler. L'activité de planification est, d'autre part, une activité de

haut niveau impliquant une activité métacognitive importante. L'administrateur central est donc fortement sollicité.

Le processus de formulation, la mise en texte, met en jeu les fonctions attentionnelles de l'administrateur central (Levelt 1989, Fayol 1991, 1997). En effet, la sélection des unités lexicales, la construction des structures syntaxiques et l'accès à des représentations orthographiques représentent un effort cognitif important. D'autre part, les représentations phonologiques des constituants d'une phrase doivent être stockées temporairement pendant le traitement syntaxique, la boucle articulatoire a donc elle aussi un rôle majeur.

Le processus d'exécution grapho-motrice comprend deux phases : la programmation et l'exécution musculaire. Seule la programmation nécessite quelques ressources de la part de l'administrateur central (Kellogg, 1996).

Lorsque les processus d'exécution et de formulation sont actifs de façon simultanée, l'administrateur central est davantage sollicité (Brown, Mc Donald, Brown et Carr, 1988), devant assurer la mise en place de l'ensemble des processus : formulation, exécution et application des processus orthographiques (orthographe lexicale et grammaticale).

Enfin, le processus de contrôle procède en une évaluation du texte (lecture) et en une détection et correction des erreurs (édition) (Scardamalia et Bereiter, 1986). La lecture fait intervenir les processus de compréhension de texte et par conséquent sollicite à la fois la boucle articulatoire et l'administrateur central. L'édition impose des contraintes supplémentaires, dirigées essentiellement vers l'administrateur central : vérification de l'orthographe lexicale et de l'orthographe grammaticale des mots.

4. LA MEMOIRE DE TRAVAIL ET LA PRODUCTION ORTHOGRAPHIQUE

La première étape, en situation de production orthographique, est la reconnaissance des mots. A partir d'un flux sonore continu (situation de dictée), le sujet procède, grâce à ses capacités méta-lexicales, à la *segmentation* de la chaîne parlée en unités linguistiques différenciées. Il

identifie et isole chaque mot. En situation de production spontanée, il effectue la même activité à partir des phrases élaborées mentalement, grâce au processus de formulation.

Pour la production du mot en lui-même, nous avons vu que deux procédures existent.

La production du mot au travers de la *procédure d'adressage* est la moins coûteuse en terme de charge cognitive.

En situation de dictée, la forme phonologique du mot qui entre dans le lexique phonologique d'entrée est tout de suite reconnue. L'information transite immédiatement par le système sémantique, avant d'atteindre le lexique orthographique, dans lequel est puisée l'information recherchée : la séquence graphémique du mot.

En situation de production spontanée, l'information n'est pas activée dans le lexique phonologique d'entrée, l'activation se fait directement dans le système sémantique, puis, elle suit le même parcours.

La séquence orthographique est donc rappelée puis stockée dans la mémoire tampon orthographique (ou mémoire tampon graphémique), en vue de la production.

Le maintien temporaire de cette information doit être efficace.

La *procédure d'assemblage*, en revanche, nécessite le maintien d'un plus grand nombre d'informations, et le traitement de l'information est plus conséquent.

Cette procédure consiste en la transcription séquentielle des phonèmes en graphèmes d'un mot entendu (situation de dictée) ou d'une forme phonologique activable au sein du système sémantique (situation de production spontanée), n'ayant aucune entrée dans le lexique orthographique.

La représentation phonologique du mot doit donc être stockée de façon opérante dans la mémoire tampon phonologique pendant toute la durée de la transcription. A partir des connaissances du sujet sur les correspondances grapho-phonémiques, chaque phonème sera traité, puis associé à un graphème. La mémoire tampon orthographique aura ensuite pour rôle de maintenir chaque graphème issu du processus de transcription. Les graphèmes devront être stockés encore une fois de façon opérante et séquentielle.

Le stockage de l'ordre des graphèmes ou de l'ordre des phonèmes, selon la mémoire tampon en question, ainsi que l'organisation séquentielle des traitements phono-graphémiques, détermineront la qualité de la production orthographique finale.

Dans la littérature, les auteurs ne font pas référence à une nécessité de la mémoire de travail dans ces procédures d'adressage et d'assemblage. On peut cependant penser qu'elle pourrait intervenir lorsqu'un rafraîchissement est nécessaire au sein des mémoires tampons phonologique et graphémique (par exemple dans le cas d'une procédure de transcodage trop longue).

L'attention sera de toute façon sollicitée afin que le traitement de conversion phonographémique ait lieu de façon séquentielle et efficace.

En lecture, il est établi que la mémoire de travail a un rôle important dans le déchiffrement grapho-phonémique. Nous pouvons donc supposer qu'elle a le même rôle dans le processus de transcription phono-graphémique.

D'autre part, en situation de dictée, il semble essentiel que la boucle phonologique mette en place le processus de répétition mentale afin que la phrase, ou le segment de phrase, puisse être maintenu en mémoire durant la production.

Si la mémoire de travail ne représente aucun rôle (ou un rôle minime) lors de la mise en œuvre des procédures d'adressage et d'assemblage, elle assure la mise en place d'*un raisonnement logique et conscient sur la syntaxe*.

Ce raisonnement consiste à analyser les classes grammaticales auxquelles appartiennent les mots, les fonctions qu'ils occupent au sein de la phrase, et enfin, à établir les liens qui unissent ces mots. Une fois cette élaboration abstraite réalisée, le sujet peut alors, grâce à ses connaissances sur les règles morphosyntaxiques, faire exister les liens syntaxiques par l'accord.

L'application des marques morphosyntaxiques est une procédure qui s'automatise avec le temps, tout comme l'élaboration des liens grammaticaux qui, par l'expérience, devient de plus en plus facile.

Nous avons assimilé l'apprentissage des règles morphosyntaxiques à la théorie ACT d'Anderson, décrite dans la partie précédente¹³.

¹³ cf : p. 30

En effet, les règles morphosyntaxiques sont des informations disponibles chez le sujet sous un mode déclaratif : les instructions concernant l'application d'une règle sont données de façon explicite par quelqu'un d'extérieur (livre, professeur...). Ainsi, elles sont stockées telles quelles, en mémoire déclarative. Puis, par l'entraînement, elles feront l'objet d'une procéduralisation, comme l'entend Anderson.

Le « système de production » de Newell et Simon auquel fait référence Anderson, correspond aussi au système de production des règles morphosyntaxiques.

Dans un cycle, il existe la phase de reconnaissance pendant laquelle la mémoire de travail assimile son contenu à une « règle de production » présente en mémoire à long terme. Lorsqu'il y a correspondance entre contenu de la mémoire de travail et conditions d'application de la règle, celle-ci est produite par l'intermédiaire d'une action (dans notre propos, la marque morphosyntaxique est alors ajoutée au(x) mot(s) concerné(s)).

En situation de dictée, les contenus linguistiques sont normalement lus au sujet, préalablement à la dictée. Cette pré-lecture permet au sujet d'avoir accès au sens de ce qu'il va produire et ainsi de débiter une analyse mentale des liens syntaxiques gouvernant les phrases.

Si cette étape est ignorée, comme le font bien souvent les enfants et les adolescents, la représentation des liens syntaxiques et l'application des marques morpho-syntaxiques devront avoir lieu au cours de la production elle-même, ce qui ne fera qu'augmenter la charge en mémoire de travail.

5. CONSTATS EFFECTUES SUITE A DES EXPERIENCES ET PERMETTANT UNE DESCRIPTION DES PERFORMANCES SELON LES POPULATIONS

Il a souvent été montré que les enfants ayant des difficultés dans les domaines du langage écrit et des activités arithmétiques, présentaient des capacités réduites en mémoire de travail : leur empan de mémoire de travail est plus faible que celui des enfants « normaux ».

Nous avons récolté un ensemble de recherches menées par les auteurs sur différentes populations. Nous avons essayé de les regrouper afin d'en extraire des conclusions.

Voici quelques expériences concernant les capacités des sujets à faible et à fort empan :

Pour Whitney, Ritchie et Clark (1991), dans une situation de compréhension de texte, l'établissement des stratégies de traitement résulterait d'une interaction entre les facteurs textuels, les connaissances du sujet et ses capacités en mémoire de travail.

Les sujets à faible empan seraient confrontés, lors de la compréhension de textes, à ***un problème de « balance », entre l'utilisation de la mémoire de travail pour construire une représentation de l'idée principale et l'utilisation de la mémoire de travail pour connecter les phrases successives du texte.***

Engle, Cantor et Carullo (1992) ont mis au point une épreuve semblable à un test d'empan de lecture : plusieurs phrases sont présentées au sujet, ainsi que des mots isolés, indépendants des phrases à lire et à comprendre.

Deux versions ont été aménagées : dans la première version (version « rappel »), chaque phrase présentée est suivie d'un mot qui doit être mémorisé ; dans la deuxième version (version « traitement seul »), les phrases sont également suivies d'un mot, mais il ne doit pas être mémorisé.

Concernant la compréhension des phrases, les résultats sont les mêmes chez les sujets à fort empan et chez les sujets à faible empan, quelque soit la version de l'expérience.

Pour ce qui est du rappel, les sujets à fort empan sont plus performants que les autres. La différence entre les deux populations se situe sur le temps de lecture du mot à rappeler (version « rappel »). Les sujets à fort empan passent plus de temps sur ces mots et ce temps augmente lors de la progression de l'épreuve, au fur et à mesure que la charge augmente.

Engle, Cantor et Carullo concluent que les sujets à fort empan sont davantage capables de faire des ajustements dans l'allocation des ressources que les sujets à faible empan, en fonction de la tâche à réaliser, et notamment en ce qui concerne les aspects stockage et traitement.

Ces deux expériences semblent prouver que les sujets ayant un empan réduit ont plus de difficultés à gérer et contrôler la répartition des ressources au sein de la mémoire de travail afin de mener à bien une ou plusieurs tâches.

Le lien entre les performances en mémoire de travail et la compréhension en lecture a été étudié de manière approfondie. Ce lien a souvent pu être confirmé mais les auteurs ont des difficultés à s'accorder sur sa nature. Nous avons recensé les conclusions de certains auteurs au sujet de ce lien.

D'autres liens, en particulier entre les activités arithmétiques, les activités de résolutions de problèmes et la mémoire de travail, ont également été mis en évidence. Nous verrons dans un second temps les conclusions données par certains auteurs à ce sujet.

Voici quelques expériences révélant les capacités et difficultés spécifiques à ces populations :

Performances des bons et des mauvais lecteurs :

Chez les mauvais lecteurs, Bauer (1977) a montré que les déficits d'empan peuvent être réduits par l'induction de stratégie (l'autorépétition). Suite à ces résultats, il en conclut que *les difficultés des mauvais lecteurs sont du à un déficit de l'utilisation spontanée de*

L'autorépétition ou un déficit de l'utilisation rapide et efficace de l'autorépétition, et non d'un déficit du processus d'autorépétition lui-même.

Drewnoski et Cohen (1980-1983) montrent que les mauvais lecteurs présentent également des déficits de mémoire dans des tâches impliquant fortement l'administrateur central. ***Les difficultés des mauvais lecteurs sont donc, pour ces auteurs, liées à des facteurs plus fondamentaux, relevant du contrôle des activités cognitives.***

Katz, Shankweiler et Liberman (1981) ont montré que la différence entre de bons lecteurs et de mauvais lecteurs (pour des enfants de 7 ans) portait surtout sur la mémorisation d'items « recodables » (dénommbables), alors qu'elle était très faible pour des items non recodables (dessins abstraits sans signification).

Ces observations mènent les auteurs à considérer que les difficultés de lecture relèvent de troubles spécifiques concernant la boucle articulatoire.

Mann (1984) a montré qu'il existait une corrélation entre les performances en lecture et performances en rappel sériel de mots présentés à l'oral. En revanche, il n'a pas constaté de corrélation entre performances en lecture et performances de mémoire visuo-spatiale. ***Il en a conclu que les déficits concernaient la boucle articulatoire.***

Performances des enfants présentant des difficultés de résolution de problème et des enfants présentant des difficultés en lecture :

Hitch (1978) a montré que la mémoire de travail était impliquée dans l'exécution de problème arithmétique. Il a précisé que, dans les activités de résolution de problème, c'était surtout la composante visuo-spatiale de la mémoire de travail qui était impliquée.

Fletcher (1985) a montré que les enfants présentant des troubles de la lecture ont uniquement un déficit dans la mémoire d'items verbaux, alors que les enfants présentant des troubles des activités arithmétique ont uniquement un déficit dans la mémoire d'items non verbaux.

Ces dissociations, entre tâches verbales et non verbales n'ont pas toujours été confirmées. En effet, Siegel et Linder (1984) ont prouvé que ***les enfants présentant un trouble des activités***

arithmétiques avaient des performances déficientes dans les tâches de mémoire visuelle ; par contre, les enfants présentant des troubles de la lecture ont des déficits à la fois dans les tâches de mémoire auditives et visuelles. Ces observations ont été confirmées par les expériences de Siegel et Ryan (1989) effectuées sur les mêmes populations et utilisant des tâches qui relèvent directement de la mémoire de travail.

Ceci conduit à mettre en avant l'hypothèse d'un rôle important de l'administrateur central.

Swanson, Ashbaker et Lee (1996) ont cherché à neutraliser la composante mémoire à court terme afin d'objectiver les résultats concernant la mémoire de travail. La différence entre les enfants normaux et les enfants présentant des difficultés scolaires est présente : les enfants normaux sont plus performants que les autres, et ce d'autant plus lorsque les tâches de mémoire de travail présentent des contraintes fortes quant à l'articulation maintien/traitement des informations. *Les auteurs concluent, eux aussi, à un effet d'une composante centrale, qui entrerait en jeu de manière très globale dans les activités cognitives impliquant la mémoire de travail.*

Suite à ces constatations, il semble évident qu'une composante « mémoire de travail » soit bien présente au sein des troubles de ces différentes populations. Et d'autre part, il semble également qu'un sujet à fort empan soit plus apte à maîtriser et à contrôler les processus ayant lieu au sein de sa mémoire de travail lors de la réalisation d'activités cognitives.

Chapitre II

PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Suite aux considérations faites précédemment sur la mémoire de travail, il semble que, dans le modèle de Baddeley, un traitement efficace des informations, associé à un bon stockage, soit indispensable pour que des processus cognitifs puissent se mettre en place. En effet, plusieurs auteurs ont pu prouver et expliquer l'importance du rôle de la mémoire de travail dans les activités cognitives complexes telles que la lecture et la compréhension de texte, la production écrite et le raisonnement.

L'administrateur central, gérant les flux d'attention déployés au sein de la mémoire de travail, se révèle être un élément primordial en ce qui concerne ce stockage et ce traitement.

En effet, le traitement de l'information est possible grâce à l'attention ; il dépend de la quantité de capacités attentionnelles déployées, du contrôle de celles-ci, ainsi que de leur bonne distribution.

Dans le modèle décrit par Anderson, il semble que les capacités d'apprentissage dépendent de l'aisance du sujet à mettre en lien une (ou des) information(s) présente(s) en mémoire de travail, à d'autres, stockées en mémoire à long terme déclarative. Cette aisance permet par l'expérience la procéduralisation des « productions » qui découlent de ces liens. L'élaboration des « procédures interprétatives générales » est complètement dépendante des capacités attentionnelles en mémoire de travail : stockage et manipulation des données récupérées, confrontation à celles déjà présentes, stockage des conséquences tirées de cette dernière, sélection des informations à maintenir, etc.

Ce modèle présente un intérêt certain pour notre étude car, en situation de production écrite, la référence à des données présentes en mémoire déclarative (les règles morphosyntaxiques, par exemple), et la compilation sous forme de procédures spécifiques des « procédures interprétatives générales » (procéduralisation de l'application de ces règles), est précisément le but de la rééducation orthophonique des sujets étudiés.

Les adolescents que nous allons étudier sont dyslexiques-dysorthographiques. Leur demande auprès de leur orthophoniste concerne la production écrite et l'amélioration de leurs performances en orthographe.

La rééducation engagée avec ces patients porte à la fois sur une augmentation de leur lexique orthographique et, surtout, sur une compréhension et une automatisation de l'application des règles morphosyntaxiques (catégorisation et compréhension concernant la nature et la

fonction des mots dans une phrase, dans le but d'une compréhension et d'une élaboration en autonomie des relations syntaxiques, permettant, enfin, l'application des règles morphosyntaxiques).

Aucun test concernant leurs capacités de raisonnement logico-mathématique n'a été réalisé au cours de leur suivi.

Une relation de co-morbidité entre les troubles du langage écrit (lecture et écriture) et les troubles du raisonnement logico-mathématique est fréquemment établie dans la pratique orthophonique, les définissant comme des troubles souvent associés. Nos lectures bibliographiques montrent que, bien des recherches en psychologie cognitive et en neuropsychologie, exploitent la notion de mémoire de travail pour rendre compte de ces trois activités cognitives.

Aussi, la théorie de Pascual-Leone témoigne du lien qui existe entre le développement de la mémoire de travail (de « l'espace mental M ») et le développement cognitif. En effet, selon lui, la disponibilité quantitative de M définit le nombre de schèmes activables dans une situation mentale. La puissance de M croît linéairement en fonction de l'âge, et c'est elle qui témoigne d'une évolution dans le développement cognitif.

Nous émettons alors l'hypothèse suivante :

Un entraînement de la mémoire de travail, portant sur l'application de règles, et effectué parallèlement à la rééducation orthophonique « classique », peut améliorer les performances des adolescents dysorthographiques.

En proposant cet entraînement spécifique, nous espérons pouvoir augmenter les capacités des sujets en terme de mémoire de travail, et ainsi, leur permettre dans d'autres situations, d'améliorer leurs performances.

En situation de production écrite, nous espérons favoriser leurs capacités en terme d'allocation des ressources, permettant ainsi un soulagement en terme de charge cognitive. Notre attente concerne une optimisation de l'utilisation et de l'application des notions

acquises au cours des séances de rééducation (en particulier celles concernant la morphosyntaxe : catégorisation, élaboration des relations syntaxiques...).

D'autre part, nous avons souhaité observer les conséquences sur leur développement cognitif. Nous espérons voir apparaître dans leurs comportements, des productions plus élaborées témoignant de la mise en œuvre d'opérateurs plus complexes combinant plusieurs schèmes.

Le but est donc de créer un entraînement qui sollicite et développe les capacités de la mémoire de travail, les capacités attentionnelles du sujet et le contrôle de celles-ci, tant sur le versant qualitatif que sélectif.

Il stimulera les processus de stockage et de rappel de l'information, ainsi que le traitement spécifique d'une ou plusieurs informations par leur mise en relation avec une règle présente en mémoire déclarative. Le sujet devra donc aussi avoir recours au processus d'attention partagée.

Chapitre III

EXPERIMENTATION

POPULATION TESTEE

Six adolescents d'environ 13 ans ont été testés. Tous bénéficient actuellement d'une prise en charge orthophonique.

Quatre d'entre eux ont suivi l'entraînement de la mémoire de travail en parallèle à leur rééducation orthophonique « classique ». Ils représentent la *population cible*. Ceux-ci ont été testés avant et après l'entraînement.

L'intervalle de temps entre les premiers et les seconds tests est en moyenne de 10 semaines, une légère différence apparaît entre les quatre adolescents. L'entraînement devait, initialement, s'étendre sur une même durée pour chacun des adolescents. Mais l'absentéisme, ponctuel ou répétitif de certains d'entre eux, a empêché le respect de cette durée d'entraînement, et a par conséquent gêné le respect de l'intervalle de temps entre les tests initiaux et les tests finaux.

Les deux autres adolescents ont suivi une rééducation orthophonique « classique », mais n'ont pas participé à l'entraînement. Ils représentent la *population témoin*. Ils ont été testés de la même façon que les sujets cibles, avec un intervalle de 10 semaines entre les tests initiaux et finaux. Un septième adolescent, sélectionné pour participer aux tests sans suivre l'entraînement, s'est malheureusement retiré juste avant la passation des tests finaux.

Nous allons présenter les six adolescents en précisant à quelle population ils appartiennent, et nous décrirons brièvement les axes de rééducation mis en place par leurs orthophonistes respectives. Les prénoms des sujets ont été modifiés dans un souci de confidentialité.

Nous nous sommes attachés à présenter les adolescents et leurs résultats en suivant toujours le même ordre de présentation : les résultats des sujets ciblés par la recherche (par leur participation à l'entraînement) apparaîtront toujours en premier, et ceux des deux sujets « contrôles » n'apparaîtront qu'après.

1. POPULATION CIBLE

Killian

Né le 17.12.1996

Killian, âgé de 13 ans lors de notre première rencontre, est actuellement scolarisé en 5^{ème}. Il a redoublé la classe de CP. Il bénéficie par la suite d'une prise en charge orthophonique pour des difficultés d'apprentissage du langage écrit. En 2006, Killian a suivi des séances d'orthoptie. En décembre de la même année, alors que Killian est en CM1, la prise en charge orthophonique s'oriente sur le versant production du langage écrit. L'hypothèse d'une dyslexie-dysorthographe mixte est confirmée en octobre 2008, à son entrée en 6^{ème}. Des interruptions ont lieu au cours de cette même année, avec des périodes de rééducation durant un ou deux trimestres.

La prise en charge orthophonique porte actuellement sur l'orthographe lexicale et sur l'orthographe grammaticale.

Tom

Né le 25.08.1996

Tom, âgé de 13 ans 4 mois au moment des tests initiaux, est scolarisé en 4^{ème}. Au CP et au CE1, un bégaiement, une lenteur importante en lecture et un graphisme difficile sont signalés aux parents. Il consulte pour la première fois en mars 2005, alors qu'il est en CE2. La prise en charge orthophonique commence donc en mai 2005, ainsi qu'une rééducation orthoptique, qui elle, se termine au début de l'année 2006. L'hypothèse d'une dyslexie mixte est émise.

En CM2, en 2007, les objectifs de la rééducation orthophonique se dirigent vers une augmentation du stock orthographique et une approche de l'orthographe grammaticale au travers d'un système de codes.

Une seule interruption a lieu dans le suivi de Tom : de décembre 2007 à septembre 2008.

Yannick

Né le 26.07.1996

Yannick est âgé de 13 ans 5 mois lors de notre première rencontre.

Le diagnostic de dyslexie-dysorthographe mixte est posé en 2007, au début de son année de 6^{ème}.

Aucune prise en charge n'est mise en place pendant l'école primaire. Il semble qu'un soutien important de sa mère ait permis à Yannick une adaptation au niveau scolaire attendu à son âge. Cependant, lors de la demande de bilan en 2007, la mère dit se sentir désemparée et avoir besoin « d'aide ».

La rééducation, dirigée initialement sur la compréhension en lecture, porte aujourd'hui sur l'accroissement de son stock orthographique, sur une sensibilisation à la morphologie dérivationnelle et sur la mise en œuvre d'une analyse syntaxique et grammaticale.

Damien

Né le 09.11.1996

Damien, âgé de 13 ans 2 mois, est scolarisé en 5^{ème} lors du passage des tests initiaux.

Il consulte pour la première fois en juillet 2005, à l'âge de 8 ans 8 mois, il est alors en CE2. Il bénéficie d'une prise en charge orthoptique en octobre 2005, et d'une prise en charge orthophonique à partir de novembre 2005, lors du redoublement de la classe de CE2. La rééducation porte sur ses difficultés d'apprentissage du langage écrit. L'hypothèse d'une dyslexie visuo-attentionnelle est alors émise.

D'autre part, il est mis en évidence que Damien a des difficultés (de type exécutif) à contrôler le traitement des informations, qu'elles soient présentées en modalité auditive ou visuelle. Il est fatigable et l'attention soutenue est peu mobilisable.

La prise en charge porte actuellement sur une augmentation du stock orthographique, ainsi que sur l'analyse et l'application des règles morphosyntaxiques.

2. POPULATION TEMOIN

Nicolas

Né le 31.11.1996

Nicolas, âgé de 13 ans 3 mois lors de notre première rencontre, est scolarisé en 4^{ème}. Il consulte pour la première fois en Juin 2005, à la fin de son année de CE2. Le diagnostic de

dyslexie est posé en Octobre 2005, à son entrée au CM1. Il a toujours été suivi, une seule pause dans la prise en charge a eu lieu : durant le second trimestre de son année de 6^{ème}. Suite à cette pause, la prise en charge s'est focalisée sur la production de langage écrit, sur un accroissement du stock orthographique ainsi que sur la compréhension et l'utilisation, à bon escient, des règles morphosyntaxiques.

Fabien

Né le 9.01.1997

Lors du passage des tests initiaux, Fabien, âgé de 13 ans 2 mois, est scolarisé en 4^{ème}. Sa première consultation a lieu à la fin de son année de CP, en 2003 : ses parents s'inquiètent de ses difficultés en lecture. La prise en charge commence dès son entrée en CE1 et se poursuit toujours. L'hypothèse d'une dyslexie mixte est émise en janvier 2005, au cours de son année de CE2. Depuis la classe de CM1, la prise en charge se focalise de plus en plus sur l'orthographe lexicale, ainsi que sur la compréhension des classes grammaticales. Encore aujourd'hui, la rééducation porte essentiellement sur ces deux grands axes : accroissement du stock orthographique, analyse des rapports syntaxiques et usage des marques morphosyntaxiques.

LES BILANS INITIAUX ET FINAUX

Nous avons utilisé un bilan composé de trois épreuves nous permettant l'évaluation des performances des adolescents. La population cible a été testée à 10 semaines d'intervalle, avant et après l'entraînement. La population témoin a elle aussi effectué les deux bilans, à intervalle de temps égal.

Les épreuves utilisées sont donc les mêmes pour tous les sujets, à savoir :

- un test évaluant le niveau de développement cognitif,
- un test évaluant le niveau de production orthographique en langage écrit,
- et un test évaluant les capacités en mémoire de travail.

Nous allons décrire chacune de ces épreuves, leur mode de passation, ainsi que les processus qu'ils permettent d'évaluer. Tous ces tests sont effectués dans les mêmes conditions et de façon individuelle.

1. EVALUATION DU NIVEAU DE DEVELOPPEMENT COGNITIF

La méthode utilisée pour évaluer le niveau de développement cognitif des adolescents est une méthode peu connue, dont le support matériel a inspiré celui utilisé pour l'entraînement.

Cette méthode est le fruit d'une étude publiée en 1982¹⁴ et réalisée à Aix en Provence, par Francine Orsini-Bouichou (professeur à l'Université de Provence au laboratoire de psychologie de l'enfant et de psychologie génétique). Le but est de mettre en évidence des formes originales de l'activité de l'enfant et de l'adolescent tout-venant.

¹⁴ « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », F. ORSINI-BOUICHOU, Ed. CNRS.

Nous allons tout d'abord décrire dans quel cadre et dans quel but la recherche de F. Orsini-Bouichou s'est inscrite. Puis, nous nous intéresserons plus particulièrement au jeu individuel à dominante représentative, et à une situation en particulier : la situation « d'origine » que nous avons utilisée comme épreuve pour notre recherche. Nous décrirons ensuite brièvement la façon dont s'effectue la cotation des résultats. Enfin, nous nous intéresserons aux résultats qu'Orsini-Bouichou a obtenus, et à la conclusion qu'elle a tirée des régularités, en tant que représentantes de la mise en œuvre d'opérateurs cognitifs.

1.1. Description de la recherche de F. Orsini-Bouichou

S'inspirant fortement de la notion de « schèmes » de J. Piaget, F. Orsini-Bouichou utilise le terme de « régularités », pouvant s'approcher également des concepts de « patterns de comportements » ou encore de « réseaux de comportements ».

La recherche de ces régularités est effectuée lors d'activités diverses, proposées dans des situations expérimentales respectant toujours un cadre peu contraignant. L'apparition de ces ensembles de comportements chez les sujets ne résulte pas de la consigne qui leur est donnée, ni même de stimuli particuliers au cours de l'expérience elle-même. Cette particularité a donc permis de définir les régularités de comportements comme étant des activités spontanées.

Les régularités sont des catégories de comportements faisant appel à une structure cognitive particulière : un opérateur. Elles sont le résultat de coordinations de schèmes d'action plus ou moins complexes selon l'âge. Chaque régularité est dominante dans une tranche d'âge précise.

Ces catégories se déterminent elles-mêmes par une règle ou un ensemble de règles que le sujet est capable d'imaginer seul spontanément, et d'appliquer dans le temps.

Les catégories de régularités sont des indicateurs du développement cognitif. Plusieurs productions régulières ont été regroupées en catégories de régularités car elles représentaient la manifestation d'un même opérateur cognitif, d'une même structure de pensée.

Il a ainsi pu être décelé au terme des expériences, quatre catégories de régularités pour l'enfant de 3 à 8,6 ans¹⁵, et une cinquième correspondant au niveau de pensée de l'adolescent de 12 et 13 ans.

F. Orsini-Bouichou a imaginé différentes situations de « jeu » (en individuel ou à deux) afin d'explorer les productions des enfants, de généraliser les résultats et d'en conclure l'existence de régularités distinctes dans leur complexité et dans leur âge d'apparition.

Les quatre situations expérimentales retenues pour sa recherche sont les suivantes :

- jeux individuels de libres combinaisons d'objets, à dominante représentative (les objets sont cachés au fur et à mesure des productions, la pensée doit donc anticiper) ;
- jeux individuels de libres combinaisons d'objets à dominante perceptive (tous les objets sont perçus visuellement et ce, tout au long du jeu) ;
- jeux à deux de libres covariations d'objets, à dominante représentative ;
- jeux à deux de libres covariations d'objets, à dominante perceptive.

Chacune de ces situations a prouvé l'existence de comportements réguliers de plus en plus complexes selon l'âge. Il a ensuite été possible de lier entre eux les différents niveaux de comportements réguliers de chacune des situations, et d'évaluer leurs ressemblances comme étant la mise en œuvre d'un même opérateur.

Nous ne détaillerons qu'une seule des quatre situations, celle utilisée pour tester les enfants : le jeu individuel à dominante représentative. Cette situation a été choisie pour sa facilité de réalisation (par rapport à la technique et aux consignes à donner aux sujets), ainsi que pour la netteté et la richesse des résultats recueillis chez les adolescents tout-venant.

1.2. Présentation et explication du jeu individuel à dominante représentative

Le dispositif est composé d'une boîte en bois, sous forme de plumier, divisée en 24 cases égales. D'une longueur d'environ 30 cm, le plumier est disposé de façon horizontale face au

¹⁵ 8,6 ans : 8 ans, 6 mois

sujet. Il possède un couvercle pouvant glisser le long du boîtier, recouvrant ainsi les cases et leur contenu.

D'autre part, le sujet dispose d'une boîte tout à fait quelconque posée à côté de lui et contenant des objets dont nous allons spécifier la nature et le nombre.

Une situation d'origine A1 et cinq situations de généralisation A2, A3, A4, A5 et A6, fondées sur le même schéma logique, ont été imaginées par F. Orsini-Bouichou afin de prouver qu'une généralisation des catégories de régularités était possible.

Nous ne décrivons que la situation que nous avons choisie pour tester les adolescents, toujours pour la netteté des résultats obtenus : la situation d'origine A1.

Celle-ci propose au sujet 50 objets, répartis de façon égale en deux classes distinctes. Le mode de différenciation de ces deux classes est bichromatique (25 boules blanches et 25 boules rouges). *Nous avons utilisé les couleurs bleu et rouge.*

Description de la population testée par Orsini-Bouichou :

La situation d'origine A1 a été proposée à sept groupes d'enfants d'âges différents : 3,6 ans (3 ans, 6 mois), 4,6 ans, 5,6 ans, 7,6 ans, 8,6 ans, 12,6 ans et 13,6 ans (chaque groupe comptant 30 enfants : 15 filles et 15 garçons).

Procédé et modalités de passation :

Nous avons suivi le procédé de passation décrit par F. Orsini-Bouichou.

En italique apparaîtront nos annotations personnelles.

Le sujet doit placer un à un dans le plumier, les objets mêlés au hasard dans une boîte quelconque. Au fur et à mesure qu'il remplit une case, il fait glisser le couvercle sur celle-ci, de façon à remplir celle qui suit.

Ce dispositif définit la caractéristique « représentative » du jeu car le sujet n'a jamais accès visuellement à ce qu'il a produit. Il doit donc s'en faire une représentation mentale.

On lui demande ensuite de reproduire exactement ce qu'il vient de faire. Cette demande permet d'induire, pour les remplissages suivants, la mise en œuvre de la part du sujet, d'une stratégie lui permettant le rappel de toute la séquence de couleurs. Cette stratégie correspond à l'activation d'un opérateur, permettant l'élaboration de schèmes d'action stables et, si le développement cognitif le permet, l'élaboration d'une coordination de schèmes d'action.

Nous décrivons dans un premier temps les 8 étapes réalisées lors de la recherche menée par F. Orsini-Bouichou. Puis, en italique, apparaîtront les quelques modifications que nous avons apporté :

1^{ère} étape : Essai préalable de familiarisation avec le matériel. L'expérimentateur présente le boîtier, ses cases et son couvercle, et la boîte contenant les objets à mettre dans le boîtier. Il ne nomme pas les différences entre les objets. Le sujet essaie de mettre les objets un par un, en faisant fonctionner le couvercle.

2^{ème} étape : Epreuve de production (appelée a). L'expérimentateur demande à l'enfant de recommencer, précisant qu'il faudra mettre un seul objet par case et qu'il choisira les objets comme il le souhaite. Le sujet remplit le boîtier en faisant fonctionner le couvercle.

3^{ème} étape : Epreuve de reproduction (appelée b). L'expérimentateur fournit au sujet un autre boîtier vide et demande à l'enfant de refaire la même chose que dans le précédent, « de mettre les boules pareil ».

4^{ème} étape : Epreuve de verbalisation (appelée c). L'expérimentateur demande alors à l'enfant de lui expliquer verbalement ce qu'il vient de faire et comment il a procédé.

5^{ème} étape : Epreuve de nouvelle production (appelée d1). L'expérimentateur demande à l'enfant de faire quelque chose de différent, « comme il n'a pas encore fait ».

6^{ème} étape : Epreuve de verbalisation (appelée c1). L'expérimentateur demande de nouveau au sujet de quelle manière il a procédé.

7^{ème} étape : S'alternent alors trois épreuves de nouvelles productions avec trois épreuves de verbalisations : d2, c2, d3, c3, d4, c4 (toutes identiques à d1 et c1).

8^{ème} étape : Trois épreuves de nouvelles productions (appelées d5, d6, d7) se succèdent à nouveau. Elles diffèrent de d1 car l'expérimentateur ne demande pas au sujet de produire dans le boîtier, mais lui demande de produire une explication verbale de ce qu'il aurait pu faire d'autre, « de différent ».

Pour notre expérimentation, n'ayant qu'un seul plumier à notre disposition, nous avons utilisé, pour l'épreuve de reproduction, une feuille blanche sur laquelle figuraient plusieurs tableaux d'une seule ligne et de 24 colonnes symbolisant les 24 cases du plumier. On a donné aux sujets des feutres correspondant aux couleurs des boules : ils reproduisaient ainsi dans les tableaux les séquences produites auparavant dans le boîtier, lesquelles pouvaient être conservées à l'intérieur du boîtier et être utilisées pour une éventuelle vérification.

La 1^{ère} étape (essai préalable) s'est souvent déroulée de façon informelle puisque nous avons tout simplement laissé le sujet libre de toucher ou non au boîtier pendant que nous le présentions.

Nous avons ensuite suivi le protocole en faisant la 2^{nde} étape a (production), la 3^{ème}, b (reproduction) et la 4^{ème} étape c (verbalisation). Ces trois étapes de familiarisation sont censées informer implicitement le sujet sur la tâche à réaliser, on ne s'attend donc pas à ce qu'il produise une réponse révélant une régularité, sa production initiale pouvant être un placement tout à fait aléatoire des boules (il ne sait pas encore qu'il va devoir reproduire la même chose sur la feuille...).

Cependant les sujets que nous testons sont des adolescents, et aucun d'entre eux, nous le verrons, ne produira à cette première étape, une réponse dépendant totalement du hasard.

Puis, nous avons poursuivi avec les étapes d1, c1, d2, c2, d3, c3, d4 et c4, mais en conservant l'étape de reproduction (b) entre les étapes d et c, grâce au système de la feuille et des feutres de couleur. Nous pourrions les appeler b1, b2, b3 et b4.

Enfin, nous avons terminé par les trois étapes de verbalisation d5, d6 et d7.

Au total, les adolescents participant à notre étude ont donc produit 8 réponses, tout comme les enfants ayant participé à l'étude de F. Orsini-Bouichou.

1.3. La cotation des résultats

Description des cotations définies par les expérimentateurs suite à des sondages¹⁶.

Nous allons décrire dans leur ordre de complexité les six catégories de productions retenues pour le jeu individuel à dominante représentative :

- *Régularité I : la catégorie U (Uniformité).*

La série est constituée d'éléments identiques (même couleur). Le sujet répète de proche en proche et à chaque fois ponctuellement, le schème de placement du même objet de même couleur.

- *Régularité II : la catégorie Asé (Alternance symétrique élémentaire).*

La série est constituée d'une alternance régulière de deux éléments de couleurs différentes. L'enfant tient compte simultanément de deux objets et cherche à établir une différence minimale entre les deux. Cette catégorie est notée Asé 1/1 et correspond donc à cette alternance systématique : « 1 blanche / 1 rouge / 1 blanche / 1 rouge... ». C'est une relation de couple.

- *Régularité III : la catégorie Asf (Alternance symétrique de familles ou famille d'alternance symétrique).*

La série est constituée d'une alternance régulière entre deux blocs d'éléments égaux en nombres mais de couleurs différentes. C'est en fait la même relation de couple que dans Asé, mais qui est appliquée de façon plus large. Elle est notée Asf 2/2 pour une série correspondant à « 2 rouges / 2 blanches / 2rouges / 2 blanches... » ; ou Asf 3/3 pour la série : « 3 rouges / 3 blanches / 3 rouges... ».

La plupart du temps, les sujets qui se placent dans cette régularité ont déjà produit, dans une série précédente, Asé 1/1. Ils construisent alors Asf 2/2 dans une nouvelle série, puis

¹⁶ « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », F. Orsini-Bouichou.

Asf 3/3 dans une autre, puis Asf 4/4, etc. Ils augmentent progressivement le nombre de termes dans les deux couleurs, et souvent ils augmentent de 1 à chaque nouvelle série. Notons que cette loi de progression, croissante d'une unité à chaque fois, n'est jamais verbalisée par les sujets.

- *Régularité IV : la catégorie Ac (Alternance complexe).*

La série est constituée d'une alternance de deux blocs d'éléments, différenciés par leurs couleurs et leurs nombres d'éléments. Le sujet abandonne enfin l'effet de symétrie simple entre les deux blocs d'éléments qui alternent. Il conserve cependant l'alternance systématique et régulière. Ces productions sont notées Ac 2/3 pour une série composée de : « 2 blanches / 3 rouges / 2 blanches / 3 rouges... » ; ou encore Ac 4/3 pour la série : « 4 rouges / 3 blanches / 4 rouges / 3 blanches... ».

Les sujets commencent souvent par de petits nombres et continuent avec des nombres plus élevés, sans qu'un intervalle spécifique entre deux séries (comme l'intervalle d'une unité dans les Asf) ne soit respecté.

- *Régularité V : les catégories AA (Alternance d'Alternances ou Alternance à deux degrés) et les catégories AO (Alternances Ordonnées).*

Catégorie AA : La série est composée d'une alternance régulière de deux groupes d'éléments, chacun d'eux étant lui-même composé de deux groupes d'éléments. Autrement dit, les alternances pratiquées antérieurement d'une série sur l'autre sont maintenant réunies dans une seule et même série, et alternent régulièrement. Elles sont notées par exemple : AA (Ac 3/4, Asf 2/2) pour la production « 3 rouges / 4 blanches / 2 rouges / 2 blanches / 3 rouges / 4 blanches / 2 rouges / 2 blanches... ».

Catégorie AO : La série est composée d'une succession de groupes d'éléments qui alternent par la couleur mais leurs nombres d'éléments varient régulièrement. On peut trouver, entre deux groupes d'éléments, des variations du nombre d'éléments selon un ordre croissant ou selon un ordre décroissant. Une même série peut contenir soit un ordre toujours croissant (lorsque l'on considère les groupes d'éléments deux à deux), soit toujours décroissant, soit les deux.

Voici des exemples de séries relevant de cette catégorie :

« 1 rouge / 2 blanches, puis 3 rouges / 4 blanches, puis 5 rouges / 6 blanches, etc. » (ordre régulier toujours croissant).

Ou encore : « 1 rouge / 4 blanches, puis 2 rouges / 3 blanches, puis 3 rouges / 2 blanches, etc. » (ordres opposés).

Peuvent apparaître également des séries appelées à ordre croisé : « 2 rouges / 3 blanches, puis 3 rouges / 4 blanches, puis 4 rouges / 5 blanches, etc. »

1.4. Les résultats obtenus par F. Orsini-Bouichou sur les sujets tout-venant.

Voici l'évolution chronologique de l'apparition des régularités selon l'âge des sujets :

Chez les enfants de 3,6 et 4,6 ans, la régularité I (U) domine largement. Ces sujets se plaisent à maintenir 24 fois un choix exclusif.

Les comportements des 4,6 ans divergent de ceux des 3,6 ans, quant à leur capacité à répondre à la consigne de « faire différent » d'une série sur l'autre. En effet, les 4,6 ans répondront souvent en faisant alterner la couleur entre deux séries U. Cette alternance de couleur inter-séries n'est cependant jamais verbalisée par les sujets la produisant.

La régularité II correspondant aux alternances symétriques élémentaires (Asé) est dominante à partir de 5,6 ans. Nous pouvons la voir apparaître à partir de 4,6 ans, mais elle reste dominée par la régularité I (U).

Cette régularité II est analysée comme étant la contraction au sein d'une même série de l'alternance de couleur inter-séries décrite précédemment chez les enfants de 4,6 ans.

Les familles d'alternances symétriques (Asf, régularité III) prédominent très fortement à 7,6 ans, après avoir égalé le niveau de production des Asé (II) à 5,6 ans.

Rappelons que ces productions suivent une progression inter-séries respectant l'augmentation itérative du motif initial à chaque fois (Asf 2/2 puis Asf 3/3...).

Cette production est fortement assimilable à la production Asé, respectant une même logique d'opposition, mais les schèmes utilisés se révèlent, à chaque fois, de plus en plus larges.

Chez les 5,6 ans, sur l'ensemble des épreuves, il a été vérifié dans 65 % des cas, que la succession des Asf 2/2, 3/3, 4/4 (etc.) est introduite par une série Asé 1/1. Cette relation d'antériorité est vérifiée dans 83 % des cas chez les sujets de 7,6 ans.

Les alternances complexes (Ac), décrivant la régularité IV, prennent une importance grandissante à 7,6 ans, et encore davantage à 8,6 ans. Les sujets produisent des Ac à partir de l'âge où ils excellent dans les Asf. Les structures des séries deviennent, dans les Ac, beaucoup plus mobiles et plus denses.

Dans les Asf, les sujets optaient, d'une série à l'autre, pour une variation globale portant sur le nombre. Avec les Ac, les sujets contractent, au sein d'une même série, les variations qu'ils produisaient antérieurement entre deux séries. Ainsi, Ac 2/3 résulterait des Asf 2/2 et Asf 3/3. Cette relation d'implication entre les régularités Ac et Asf se vérifie pour 85 % des sujets âgés de 7,6 ans.

La régularité V, concernant les alternances au second degré (AA : alternance d'alternances et AO : alternances ordonnées), apparaît chez les adolescents de 12,6 et 13,6 ans. Elles sont en rivalité avec les Ac et parfois les dominent.

Là encore, nous pouvons constater que ces productions (les plus élaborées) témoignent de la capacité des sujets à contracter les alternances pratiquées antérieurement (Asé, Asf et Ac) au sein d'une seule et même série, au sein d'un projet unique.

1.5. Les résultats concernant la tranche d'âge à laquelle appartient notre population

	<i>U</i> (en%) Régularité I	<i>Asé</i> (en%) Régularité II	<i>Asf</i> (en%) Régularité III	<i>Ac</i> (en%) Régularité IV	<i>AA</i> (en%) Régularité V	<i>AO</i> (en%) Régularité V
13,6 ans	5,1	7,8	14,3	26,7	19,3	31,8
12,6 ans	0,9	5,5	16,9	28,3	17,4	31,0

Tableau 1 : pourcentages de régularités produites selon les différentes catégories de régularités, dans les tranches d'âges qui nous intéressent pour notre étude (12,6 et 13,6 ans), dans la situation d'origine A1 (a, d1, ... d7)¹⁷ :

¹⁷ Données tirées de « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », p.64, F. Orsini-Bouichou

Notons que les pourcentages des catégories AA (alternance d'alternances) et AO (alternances ordonnées) sont nuls dans les autres tranches d'âge. Seule AA apparaît à 7,6 et 5,6 ans, mais dans une proportion quasi nulle, soit 0,6 et 0,7 %.

Les adolescents que nous testerons sont âgés de 13 à 13,5 ans¹⁸, les comportements réguliers attendus dans leurs productions devraient donc faire partie, pour la majorité d'entre eux, des catégories de régularités suivantes :

- Alternance d'Alternances (AA)
- Alternances Complexes (Ac)
- Alternances Ordonnées (AO)

1.6. Conclusion de la recherche de F Orsini-Bouichou :

Les opérateurs comme système de production des régularités, témoins du développement cognitif

« Les régularités sont des catégories de comportements, qui, exprimant des règles communes à une tranche d'âge, par classe de situations, dévoilent la régulation des activités de cet âge et les moyens d'action dont le sujet dispose sur le milieu. Ces régularités dues à des coordinations entre schèmes d'action, une fois constituées, peuvent être définies par leurs caractéristiques structurales. Analysées à l'intérieur d'une même situation, elles sont décrites en termes de fonctions au sens mathématique. »

« On peut les reconnaître aux traits suivants :

- ensemble de comportements plus ou moins élémentaires, dont l'apparition et le déroulement revêtent un caractère spontané en ce sens qu'ils ne sont pas directement provoqués par des stimuli particuliers ou par une consigne ;
- système de schèmes d'action invariant, maintenu sous une forme stable et répétitive pour une situation donnée ;
- transposable et généralisable, pour un âge donné à des situations voisines, mais aussi à des situations sensiblement différentes ;

¹⁸ « de 13 à 13,5 ans » : de 13 ans, 0 mois à 13 ans, 5 mois

- hiérarchiquement distribué *au cours du développement de l'enfant selon un ordre séquentiel.* »¹⁹

REGULARITE I

Jeux individuels à dominante représentative : Uniformité (U)

[*Jeux individuels à dominante perceptive* : Alignement Unidirectionnel

Jeux à plusieurs à dominante représentative : Couple Couleur (CC), Constance primitive (C1)

Jeux à plusieurs à dominante perceptive : Constance Primitive (C1 et Cs)]

Au niveau du développement cognitif, ces types de réponses correspondent à une relation d'itération. Avant de classer un objet parmi d'autres, il faut pouvoir le caractériser par rapport à son identique. C'est la relation « faire pareil ».

Concernant l'opérateur en jeu dans ce genre de productions, nous pourrions le nommer « itérateur » ou encore « répétiteur ». La constance de ces régularités démontre le fonctionnement d'un système auto-régulateur permettant un rétro-contrôle sur la stabilité du schème sollicité. Ce schème d'action est unique et primitif mais il témoigne néanmoins d'une certaine capacité à inhiber tous les autres.

Nous pouvons mettre en relation l'utilisation de cet opérateur à un stade connu du développement cognitif : le stade préopérateur²⁰. Le sujet agit sur les objets et les organise de façon très sommaire grâce à des schèmes très rigides.

REGULARITE II

Jeux individuels à dominante représentative : Alternance symétrique élémentaire (Asé)

[*Jeux individuels à dominante perceptive* : Formes intermédiaires : Lignes brisées comprenant des Asé et Asf

Jeux à plusieurs à dominante représentative : Constance différenciée (C2)

Jeux à plusieurs à dominante perceptive : Constance différenciée (C2)]

¹⁹ « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », p.29, F. Orsini-Bouichou.

²⁰ En référence aux stades de développement cognitif décrits dans la théorie de J. Piaget.

Au niveau du développement cognitif, l'enfant acquiert la relation ponctuelle de couple et la fait exister par l'opposition qu'il crée entre les deux termes de ce couple. L'enfant « classe » un objet « x », en l'opposant de proche en proche à ce qui n'est pas « x ». Il établit la relation « pareil / pas pareil ».

Encore une fois, le sujet réitère, réaffirme la relation établie. Des comportements d'auto-correction confirment l'existence d'une programmation mentale préalable. L'opérateur témoigne donc de la mise en œuvre d'un système auto-régulateur qui contrôle le bon déroulement des schèmes visant à répéter l'opposition.

Ce niveau de productions correspond lui aussi au stade préopératoire²¹. Il est néanmoins plus évolué que le précédent car le sujet est capable de différencier deux objets et d'ordonner cette différenciation.

REGULARITE III

***Jeux individuels à dominante représentative* : Famille d'Alternance Symétrique (Asf)**

[*Jeux individuels à dominante perceptive* : Figures Composées spécifiques : Figures Fermées Symétriques

Jeux à plusieurs à dominante représentative : Covariations Conformes C+ avec relation horizontale seulement

Jeux à plusieurs à dominante perceptive : Covariations Conformes C+ avec relation horizontale seulement]

Au niveau du développement cognitif, la relation ponctuelle de couple est dépassée pour être appliquée de façon plus large : le sujet établit une relation horizontale entre deux termes.

Cette relation horizontale apparaît grâce à un opérateur élémentaire visant à conserver la constance de cette relation horizontale, assurant ainsi la permanence d'une certaine configuration des éléments. Nous pouvons parler d'un invariant configurationnel.

En effet, dans les « familles d'alternances symétriques » et dans les « figures fermées symétriques », il s'agit de constructions progressives respectant la constance des effets de symétrie.

Ces productions font appel à un stade intermédiaire entre le stade préopératoire et le stade des opérations concrètes²². Le sujet est cette fois capable d'appréhender la propriété des objets. La

²¹ En référence aux stades de développement cognitif décrits dans la théorie de J. Piaget.

²² En référence aux stades de développement cognitif décrits dans la théorie de J. Piaget.

relation abstraite est en train de se construire, mais reste limitée. En effet, le sujet a encore besoin d'un support figural pour identifier la propriété de l'objet.

REGULARITE IV

Jeux individuels à dominante représentative : Alternances Complexes (Ac)

[*Jeux individuels à dominante perceptive* : Figures combinées synthétiques respectant des rapports de symétries complexes

Jeux à plusieurs à dominante représentative : Compensation (Cp) et Addition évoluée (A'')

Jeux à plusieurs à dominante perceptive : Covariations conformes C+ avec relation verticale]

Au niveau du développement cognitif, le sujet échappe au caractère unidimensionnel de la fonction établie en III. Il s'agit d'une composition d'opérations, d'une composition de fonctions jusqu'ici impossible. Alors qu'auparavant la constance était régie par un seul opérateur, à ce stade, deux opérateurs peuvent agir de façon coordonnée.

Le sujet pratique un système de transformation qui dépend de ces deux opérateurs, ceci permettant, entre les termes concernés, la reconnaissance et le maintien d'un invariant notionnel. Ces systèmes de transformations permettent de créer des couples de plus en plus nombreux.

Ce sont des comportements qui témoignent d'un degré élevé d'abstraction de la part du sujet. La régularité IV est contemporaine au stade des opérations concrètes²³ : le sujet peut établir, reconnaître et se représenter plusieurs relations à la fois. Il accède donc aux représentations abstraites mais celles-ci sont toujours tributaires de la concrétude du support.

REGULARITE V

Jeux individuels à dominante représentative : Alternance d'Alternances (AA) et Alternances Ordonnées (AO)

[Seules la première et la troisième situation ont été proposées aux adolescents de 12,6 ans et 13,6 ans, mais nous pouvons cependant imaginer quelles auraient pu être leurs réponses dans les deux autres situations :

²³ En référence aux stades de développement cognitif décrits dans la théorie de J. Piaget.

Jeux individuels à dominante perceptive : Il est possible d'imaginer, au sein de figures présentant plusieurs rapports symétriques complexes, d'autres rapports entre les parties, tout aussi complexes, mais asymétriques.

Jeux à plusieurs à dominante représentative : Multiplication (M)

Jeux à plusieurs à dominante perceptive : Il est possible d'imaginer des formes d'inversions critères plus complexes et plus abstraites que les précédentes.]

Au niveau du développement cognitif, le sujet est capable d'appréhender de façon synchrone et ordonnée plusieurs relations qui s'enchevêtrent et se complètent. Il crée des relations de relations. Il s'agit là aussi, d'une composition de fonctions, mais la capacité d'abstraction du sujet, encore plus élevée que dans le stade précédent, permet d'accéder à des représentations de représentations.

Les opérateurs peuvent désormais se combiner à souhait. Cette régularité témoigne des capacités résultant de l'accès au stade des opérations formelles²⁴ : le sujet ne cherche plus de réponse immédiate mais construit des systèmes de réponses.

²⁴ En référence aux stades de développement cognitif décrits dans la théorie de J. Piaget.

2. EVALUATION DES PERFORMANCES ORTHOGRAPHIQUES

2.1. Description du test

Pour évaluer le niveau de production écrite des sujets, nous avons utilisé le test d'évaluation des performances orthographiques « Chronodictées », créé par Corinne ALBERTI, Brigitte BENEATH et Corinne BOUTARD. Ce test propose une évaluation pour les niveaux scolaires du CE1 à la troisième.

Il se compose, pour les adolescents du collège, de deux dictées (A et B) de huit phrases et de 186 syllabes chacune. Ces deux dictées sont donc appariées en longueur mais également par rapport aux difficultés orthographiques rencontrées.

Ces deux dictées ont été ainsi créées afin d'objectiver une progression des performances orthographiques en évitant un effet d'apprentissage (ne pas proposer les mêmes phrases, mais proposer des phrases dans lesquelles les difficultés orthographiques sont similaires et donc comparables). Le second objectif de ce test est d'évaluer les éventuels impacts d'un facteur temporel. Ainsi, la dictée B est proposée au sujet par l'intermédiaire d'un enregistrement, imposant un rythme de passation.

Au départ, nous ne souhaitons pas utiliser cette modalité de passation car elle n'entrait pas dans le champ de notre recherche. Cependant, afin de pouvoir utiliser les données normatives et l'étalonnage concernant les résultats de la dictée B, nous avons été obligé de respecter cette contrainte temporelle.

(Nous notons, dès lors, que cette contrainte entraînera certainement, par rapport à la dictée A, une charge cognitive plus importante en mémoire de travail. Nous aurons l'occasion d'en reparler plus tard.)

Ne disposant pas du CD d'enregistrement, nous avons dicté oralement les phrases de la dictée B en respectant les temps précisés dans le livret de présentation de « Chronodictées »²⁵.

²⁵ « Chronodictées », p.23 du livret de présentation.

Nous avons donc utilisé la dictée A pour évaluer les performances orthographiques des sujets avant l'entraînement de la mémoire de travail, puis la dictée B à la fin de ce dernier.

Pour les sujets n'ayant pas bénéficié de l'entraînement (les sujets contrôles), nous rappelons que les passations des dictées A et B se sont effectuées à un intervalle de temps égal à celui des passations des adolescents entraînés.

2.2. Les performances évaluées

« Chronodictées » permet d'évaluer les performances des sujets dans les divers versants de l'orthographe :

- L'orthographe phonétique.

Elle dépend principalement de la conscience phonologique et des compétences phonético-graphiques. L'orthographe phonétique est respectée lorsque l'enchaînement des graphèmes du mot écrit correspond, suite à une traduction grapho-phonémique, à l'enchaînement des phonèmes du mot lorsqu'il est prononcé à l'oral.

- L'orthographe lexicale.

Elle dépend à la fois des capacités métalexicales du sujet (soit de sa capacité à isoler un mot et à l'identifier comme un élément du lexique), du développement de son stock orthographique (qui permet le rappel de la séquence de graphèmes, particulière à un mot donné), de ses connaissances concernant les règles d'orthographe d'usage, et de ses capacités à les appliquer.

- L'orthographe morphosyntaxique.

Celle-ci dépend, bien sûr, des connaissances du sujet sur les règles d'accords, sur les marques morphologiques symbolisant ces accords et sur leurs conditions d'application. Une autre composante, tout à fait nécessaire au respect de l'orthographe morphosyntaxique est la conscience syntaxique, c'est-à-dire la capacité à effectuer un raisonnement conscient sur la syntaxe.

Deux autres versants de la production écrite, étroitement liés, sont également étudiés dans ces épreuves. Il s'agit de la segmentation et de l'omission de mots.

Les capacités de segmentation dépendent des capacités métalexicales du sujet, déjà décrites ci-dessus. La capacité métasémantique, définie par GOMBERT J.E. comme « *la capacité à la fois à reconnaître le système de la langue comme un code conventionnel et arbitraire, et de manipuler les mots, ou les éléments de taille supérieure aux mots, sans que les réalités auxquelles ils réfèrent s'en trouve automatiquement affectées* » semble elle aussi nécessaire. L'omission de mots peut également se produire suite à une chute attentionnelle, en effet, ces erreurs sont communément appelées « erreurs d'inattention ».

2.3. Précisions sur la cotation de certaines erreurs

- En orthographe phonétique, les erreurs d'accents entre « é » et « è » ne seront pas comptabilisées, compte tenu des controverses liées aux différences de prononciation selon les régions. Ainsi, seules les omissions d'accents seront comptabilisées parmi les erreurs d'orthographe phonétique.
- Toute erreur de segmentation entraînant une fusion entre deux mots ou une scission de mot, en deux ou plusieurs parties, sera cotée à la fois dans la colonne « segmentation » et dans la colonne « orthographe lexicale » (le mot ne constituant plus une entité lexicale identifiable comme telle).
- Toutes les omissions de mots entraîneront elles aussi une erreur en orthographe lexicale. Si le mot omis porte un accord, une erreur sera également comptabilisée dans la catégorie « orthographe morphosyntaxique ».
- Enfin, si plusieurs fautes de même catégorie apparaissent au sein d'un même mot, un seul point sera comptabilisé dans cette catégorie d'erreur.

3. ESTIMATION DES CAPACITES DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL : EPREUVE D'EMPAN ENVERS

La mesure de l'empan mnésique envers est une tâche simple de mémoire de travail. C'est un test rapide et facile à réaliser.

Ce sont les orthophonistes, rencontrées lors de nos stages, qui nous ont présenté cette épreuve issue de l'ODEDYS (Outil de DEpistage des DYSlexies). L'inconvénient de ce test est que son étalonnage est réalisé chez les enfants allant jusqu'à 11 ans, ce qui ne correspond pas à l'âge de notre population.

Lors de nos recherches bibliographiques, nous avons lu à plusieurs reprises que la norme correspondait à une différence de un à deux chiffres entre l'empan endroit et l'empan envers²⁶. Nous nous sommes donc appuyé sur ces données pour tester les adolescents.

L'épreuve d'empan envers permet l'exploration des performances de la mémoire de travail : le maintien des données, et la réalisation, en parallèle, d'une activité mentale sur ces mêmes données.

Dans cette épreuve, une séquence de chiffres est présentée oralement au sujet. Le rythme de présentation est de un « mot-chiffre » par seconde. Une fois la séquence donnée entièrement, le sujet doit la rappeler exactement dans l'ordre inverse.

(Le procédé est exactement le même pour l'épreuve d'empan endroit. La différence concerne la restitution de la séquence de chiffres qui doit se faire exactement dans le même ordre.)

L'épreuve débute avec une séquence de deux chiffres, et pourra atteindre une longueur de huit chiffres. Quand le sujet est capable de rappeler correctement deux séquences d'une même longueur, l'épreuve se poursuit avec une séquence comptant un chiffre supplémentaire.

²⁶ L'empan endroit mesure les capacités de stockage à court terme (le sujet maintient l'information et la reproduit de façon non transformée). L'empan endroit est normalement supérieur à l'empan envers de un à deux chiffres.

L'épreuve s'arrête quand le sujet échoue à deux séquences successives.

L'empan du sujet correspondra au nombre de chiffres de la séquence la plus longue non échouée.

On considère comme normal un empan envers de 4 ou 5 chiffres.

ENTRAÎNEMENT : DESCRIPTION DE L'ÉLABORATION

L'entraînement (Voir annexe I) a été imaginé à partir du même matériel que celui utilisé pour le test d'évaluation du développement cognitif (F. Orsini Bouichou).

Nous avons donc utilisé le boîtier et son couvercle, ainsi que des boules de quatre couleurs différentes (rouges, bleues, jaunes et vertes).

Le déroulement est simple : l'expérimentateur place une séquence de boules dans le boîtier, lesquelles sont ensuite recouvertes par le couvercle.

Le sujet a accès visuellement aux boules durant le remplissage réalisé par l'expérimentateur. Celui-ci est rapide, les boules étant préparées à l'avance et conservées hors de la vue du sujet. Ce dernier dispose d'une durée supplémentaire d'accès visuel correspondant à la relecture silencieuse de l'item par l'expérimentateur (au rythme de 1 boule par seconde) après laquelle le couvercle est actionné pour le cacher.

Le sujet doit donc mémoriser la séquence, puis effectuer mentalement un traitement sur cette dernière. Ce traitement consiste à l'application d'une règle préalablement expliquée au sujet. Ensuite, il doit placer dans les cases du boîtier la séquence modifiée suite à l'application de la règle.

L'entraînement conçu a pour but de stimuler l'ensemble des composantes de la mémoire de travail, selon le modèle décrit par Baddeley.

Ainsi, l'objectif visé est de stimuler prioritairement l'administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. Par ce biais, les fonctions de stockage, de maintien de l'information (stockage effectué parallèlement et séquentiellement à un traitement de l'information en question) et de rappel de l'information seront sollicitées.

En stimulant l'administrateur central, nous stimulerons le système attentionnel. En effet, il contrôle l'attention sélective permettant l'activation des informations pertinentes et l'inhibition de celles qui ne le sont pas. C'est également lui qui permettra la planification et la mise en œuvre des traitements à effectuer. En effet, la récupération de la règle en mémoire déclarative et son application aux données stockées seront sous le contrôle de l'administrateur central. Enfin, les capacités de celui-ci révéleront les dispositions du sujet en terme d'attention soutenue.

Le calepin visuo-spatial est stimulé directement par l'information entrant dans le système. Le support matériel est linéaire et les objets sont de simples boules de couleur. Dès lors, le processus de maintien spécifique aux informations visuelles et spatiales se met en place.

Cependant, lors de la création de cet entraînement, il nous semblait que le processus de boucle d'auto-répétition sub-vocale (processus actif de rafraîchissement de la boucle phonologique) entrerait en jeu pour assurer lui aussi le maintien des informations, bien qu'elles soient visuelles.

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique de ce mémoire, Van der Linden indiquait qu'un recodage phonologique d'informations visuelles verbalisables (dénommbables) avait lieu afin d'activer le processus de rafraîchissement de la boucle phonologique.

Afin de nous assurer que cette supposition soit juste, nous avons proposé un seul entraînement à des personnes de notre entourage (3 adultes, 1 enfant et 2 adolescents, présentant ou non des difficultés scolaires).

Après cet essai, nous avons demandé à ces personnes de nous expliquer comment elles procédaient. Effectivement, elles ont répondu que pour garder la séquence en mémoire, elles tentaient de la visualiser mentalement. Cependant, absolument toutes avaient besoin de sub-vocaliser, dans l'ordre, le nom des couleurs de chaque boule.

Nous avons réitéré ces questions pour des items dans lesquels deux ou plusieurs boules de même couleur se suivent. Deux stratégies apparaissent : certaines personnes, pour une séquence comprenant trois boules bleues, se répètent « trois bleues », et d'autres se répètent « bleue, bleue, bleue ».

Nous en avons donc conclu que notre entraînement stimulait à la fois le calepin visuo-spatial et la boucle phonologique.

Le traitement de l'information dans notre entraînement consiste en l'application d'une règle, expliquée au préalable au sujet. Nous avons souhaité que cette explication soit la plus claire possible. Afin que les sujets la comprennent et puissent se la représenter facilement, nous avons proposé à la fois un support verbal et un support visuel pour chacune des règles.

Le support verbal consiste en une verbalisation de la règle, toujours la plus simple et la plus compréhensible possible. Le support visuel est un dessin explicatif de la règle, représentant les modifications à effectuer. Ces deux modalités ont été adoptées dans le but de faciliter l'intégration de la règle en mémoire déclarative.

Six entraînements ont été créés et répartis sur six séances d'orthophonie. Pour chaque entraînement, deux règles sont travaillées par le sujet.

Nous avons choisi de proposer deux règles différentes au sein d'un même entraînement afin de solliciter la flexibilité mentale et les mécanismes d'inhibition du sujet. Cette particularité a pour fonction de stimuler la focalisation de l'attention (soit le processus d'attention sélective).

La progression des règles a été construite selon un ordre croissant de complexité :

Le 1^{er} entraînement, même s'il stimule déjà la mémoire de travail, revendique davantage une prise de conscience (de la part de l'adolescent) des processus à mettre en jeu au cours des entraînements et une sensibilisation concernant les types d'informations susceptibles d'être traités :

- la première règle consiste en un simple rappel.
- la deuxième consiste, au sein d'items simples, à la prise d'information à la fois du caractère « couleur » et du caractère « nombre de boules dans chaque couleur ». Le traitement porte sur les informations « couleur » qui doivent être modifiées au gré du sujet.

Le 2^{ème} entraînement concerne à chaque fois le traitement d'une information bien définie, demandant une réponse tout aussi précise :

- la première règle consiste à traiter la seule information « bleu », avec comme résultat du traitement : « rouge ».

- la deuxième consiste à traiter la seule information « rouge », avec comme résultat du traitement : « bleu ».

Le 3^{ème} entraînement représente un traitement particulier, en effet, soit l'information à traiter comprend deux informations précises, soit le résultat du traitement est constitué de deux informations précises :

- la première règle requiert le traitement de deux informations liées entre elles : « jaune » et « deux boules » ; avec comme résultat une seule information : « bleu ».
- la seconde nécessite le traitement de la seule information « bleu », mais avec comme réponse deux informations liées : « jaune » et « deux boules ».

Le 4^{ème} entraînement concerne des règles demandant, chaque fois, deux traitements distincts :

- la première règle consiste à traiter d'une part l'information « bleu » et d'autre part l'information « rouge », ce sont des traitements inverses dans le sens où les réponses respectives à ces deux traitements sont « rouge » et « bleu ».
- les traitements de la deuxième règle sont identiques, une seule information diffère, et elle concerne le résultat du traitement de l'information « rouge » qui devient « vert ».

Dans le 5^{ème} et le 6^{ème} entraînement, nous avons voulu que les traitements effectués soient multiples et d'ordre supérieur. Les sujets vont devoir à la fois traiter les informations « couleur » (en les modifiant à leur gré), et traiter l'information « nombre de boules dans chaque couleur » en effectuant un calcul arithmétique sur ce nombre :

- la première règle du 5^{ème} entraînement consiste à traiter l'information « couleur » et à effectuer l'opération (+1) sur l'information « nombre de boules dans chaque couleur ».
- la deuxième règle du 5^{ème} entraînement consiste à traiter l'information « couleur » et à effectuer l'opération (-1) sur l'information « nombre de boules dans chaque couleur ».
- la première règle du 6^{ème} entraînement consiste à traiter l'information « couleur » et à effectuer l'opération ($\times 2$) sur l'information « nombre de boules dans chaque couleur ».
- la deuxième règle du 6^{ème} entraînement consiste à traiter l'information « couleur » et à effectuer l'opération ($\div 2$) sur l'information « nombre de boules dans chaque couleur ».

Lors d'une séance d'orthophonie, le sujet travaille donc deux règles. L'entraînement a lieu chaque fois, en début de séance, durant 10 à 15 min. Cette durée a été adoptée en accord avec les orthophonistes et les parents des adolescents. Elle permet de définir chaque entraînement comme étant une tâche d'attention soutenue.

Pour chacune des règles composant un entraînement, plusieurs boîtiers sont remplis par l'expérimentateur et le sujet. Le nombre de boîtier varie selon les entraînements. Effectivement, en fonction de la complexité de la règle, la durée de remplissage des boîtiers diffèrait. Le premier entraînement a donc fait l'objet de trois remplissages, le second aussi, mais nous avons dépassé le temps imparti. C'est pourquoi, au cours des entraînements suivants, nous avons opté pour le remplissage de deux boîtiers seulement.

Les items à traiter et les réponses attendues dans le 6^{ème} entraînement comptaient, à chaque fois, un nombre de boules très important : un item occupant parfois entièrement l'espace du boîtier. Quatre boîtiers ont donc été remplis pour chaque règle du 6^{ème} entraînement.

Pour ce qui est de la longueur des items au sein d'une même règle, ils sont en général de plus en plus longs. Cette progression va d'une faible sollicitation de la mémoire de travail (qui permet de parachever la fixation de la règle en mémoire déclarative) vers une stimulation de plus en plus forte.

Avant de commencer chaque entraînement, nous avons spécifié aux adolescents les modalités de celui-ci, ainsi que son déroulement. Puis, nous lui avons présenté la première règle.

Afin d'optimiser l'apprentissage de la règle travaillée, un support verbal et un support visuel sont proposés au sujet.

Le support verbal correspond à la consigne que nous donnons oralement au sujet. Le support visuel est un dessin, très simple, expliquant les modifications qu'induit la règle (Voir annexe II).

Lors de l'explication de la règle, nous avons désigné les informations sur le support visuel en même temps que nous les produisons oralement. La règle pouvait être répétée oralement deux ou trois fois avant le début du remplissage des boîtiers.

Le support visuel reste à disposition du sujet au début du remplissage, puis, il est supprimé.

Pour les deux premiers entraînements (remplissage de trois boîtiers pour chaque règle), le support visuel est retiré avant le commencement du remplissage du deuxième boîtier.

Pour le 3^{ème} et le 4^{ème} entraînement (remplissage de deux boîtiers pour chaque règle), il est retiré après la réalisation du deuxième item du premier boîtier.

Pour le 5^{ème} entraînement (remplissage de deux boîtiers pour chaque règle), le support visuel est supprimé après le premier item du premier boîtier.

Et enfin, pour le 6^{ème} entraînement (remplissage de quatre boîtiers), il est retiré avant le commencement du remplissage du deuxième boîtier.

PRESENTATION DES RESULTATS

1. RÉSULTATS AU TEST D'ÉVALUATION DU DÉVELOPPEMENT COGNITIF : LE JEU INDIVIDUEL À DOMINANTE REPRÉSENTATIVE D'ORSINI-BOUICHOU

Rappel :

Population cible : adolescents dysorthographiques ayant suivi l'entraînement de la mémoire de travail.

Population témoin : adolescents dysorthographiques n'ayant pas suivi l'entraînement de la mémoire de travail.

Dans une première partie, nous avons répertorié les productions réalisées par l'ensemble de notre population d'étude au jeu individuel à dominante représentative.

Puis, dans une seconde partie, nous avons réalisé une analyse comparative des résultats.

1.1. Analyse individuelle des résultats

Afin de rendre la lecture des résultats plus lisible, nous les avons présentés sous forme de tableaux. Nous y avons recensé les catégories de comportements produites et le niveau de régularité (I, II, III, IV, V) auquel celles-ci font référence.

Il est donc possible de comparer pour chaque sujet, les catégories de comportement²⁷ et les régularités produites²⁸, avant et après l'entraînement de la mémoire de travail (Voir annexe III).

²⁷ U (Uniformité) ; Asé (Alternance symétrique élémentaire) ; Asf (Alternance symétrique de familles) ; Ac (Alternance complexe) ; AA (Alternance d'Alternances) ; et AO (Alternances Ordonnées).

²⁸ Rég. I (Régularité I) ; Rég. II (Régularité II) ; Rég. III (Régularité III) ; Rég. IV (Régularité IV) ; et Rég. V (Régularité V)

Apparaissent en premier lieu les résultats des 4 sujets cibles, et ensuite, les résultats des 2 adolescents témoins n'ayant pas participé à l'entraînement.

Nous constatons que les productions sont, pour chaque adolescent, plus évoluées lors de la seconde passation. La cause d'une telle évolution peut concerner le développement cognitif normal de l'adolescent, durant l'intervalle de temps séparant les tests initiaux des tests finaux.

KILLIAN (sujet cible)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asé 1/1	II
2^{ème} production (d1)	Asf 2/2	III
3^{ème} production (d2)	Ac 4/2	IV
4^{ème} production (d3)	Ac 2/1	IV
5^{ème} production (d4)	Asf 4/4	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	Ac (1 / Asf 2/2) ²⁹	IV
7^{ème} production (verbale) (d6)	AA [Asé 1/1, Ac 2/1]	V
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 5/5	III

Tableau 2 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, AVANT l'entraînement de la mémoire de travail.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	U	I
2^{ème} production (d1)	Asf 2/2	III
3^{ème} production (d2)	AA [Asé 1/1, Asf 2/2]	V
4^{ème} production (d3)	AA [Asé 1/1/1, Asf 2/2]	V
5^{ème} production (d4)	Ac 3/2 (avec inversion des couleurs d'une fois sur l'autre)	IV
6^{ème} production (verbale) (d5)	AA [Asé 1/1/1, Ac 2/1]	V
7^{ème} production (verbale) (d6)	AA [Ac 2/1, Ac 1/2]	V
8^{ème} production (verbale) (d7)	AO (3, 2, 1, 3, 2, 1)	V

Tableau 3 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, APRES l'entraînement de la mémoire de travail.

²⁹ Ac « de niveau supérieur » car Killian introduit dans un des deux groupes d'éléments une alternance : Asf.

TOM (sujet cible)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asé 1/1	II
2^{ème} production (d1)	Asé 1/1 (inversion par rapport à la série précédente)	II
3^{ème} production (d2)	U	I
4^{ème} production (d3)	U (inversion par rapport à la série précédente)	I
5^{ème} production (d4)	Asf 2/2	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	Asf 4/4	III
7^{ème} production (verbale) (d6)	Asf 5/5	III
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 10/10	III

Tableau 4 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, AVANT l'entraînement de la mémoire de travail.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asé 1/1	II
2^{ème} production (d1)	Ac 1/2	IV
3^{ème} production (d2)	Asf 4/4	III
4^{ème} production (d3)	Asf 6/6	III
5^{ème} production (d4)	Asf 8/8	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	U	I
7^{ème} production (verbale) (d6)	Ac 8/6	IV
8^{ème} production (verbale) (d7)	AA [Asf 4/4, Asf 3/3]	V

Tableau 5 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, APRES l'entraînement de la mémoire de travail.

YANNICK (sujet cible)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asé 1/1	II
2^{ème} production (d1)	Asf 2/2	III
3^{ème} production (d2)	Asf 2/2 (inversion par rapport à la série précédente)	III
4^{ème} production (d3)	Asf 12/12	III
5^{ème} production (d4)	Asf 3/3	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	Asf 4/4	III
7^{ème} production (verbale) (d6)	U	I
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 6/6	III

Tableau 6 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, AVANT l'entraînement de la mémoire de travail.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asf 2/2	III
2^{ème} production (d1)	Asf 4/4	III
3^{ème} production (d2)	Asé 1/1	II
4^{ème} production (d3)	AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf 3/3, Asf 4/4...]	V
5^{ème} production (d4)	Ac 3/2	IV
6^{ème} production (verbale) (d5)	Ac 4/5	IV
7^{ème} production (verbale) (d6)	Ac 4/1	IV
8^{ème} production (verbale) (d7)	Ac 4/6	IV

Tableau 7 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, APRES l'entraînement de la mémoire de travail.

DAMIEN (sujet cible)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asf 2/2	III
2^{ème} production (d1)	Ac 2/1	IV
3^{ème} production (d2)	AA [Asé 1/1, Asf 2/2]	V
4^{ème} production (d3)	Asé 1/1	II
5^{ème} production (d4)	U	I
6^{ème} production (verbale) (d5)	U (inversion par rapport à la série précédente)	I
7^{ème} production (verbale) (d6)	AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf 3/3, Asf 4/4...]	V
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 6/6	III

Tableau 8 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, AVANT l'entraînement de la mémoire de travail.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	U	I
2^{ème} production (d1)	Ac 1/2	IV
3^{ème} production (d2)	Asf 6/6	III
4^{ème} production (d3)	Asf 2/2	III
5^{ème} production (d4)	AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf 3/3, Asf 4/4...]	V
6^{ème} production (verbale) (d5)	AO (1, 2, 3, 4, 5, 6...)	V
7^{ème} production (verbale) (d6)	AA et AO [Ac 2/1, Ac 4/2, Ac 8/4...]	V
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 12/12	III

Tableau 9 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d'Orsini Bouichou, APRES l'entraînement de la mémoire de travail.

NICOLAS (sujet témoin)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asé 1/1	II
2^{ème} production (d1)	Asé 1/1 (inversion par rapport à la série précédente)	II
3^{ème} production (d2)	U	I
4^{ème} production (d3)	U (changement de couleur par rapport à la série d2)	I
5^{ème} production (d4)	Asf 2/2	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	Asf 4/4	III
7^{ème} production (verbale) (d6)	Asf 3/3	III
8^{ème} production (verbale) (d7)	Ac 2/3	IV

Tableau 10 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d’Orsini Bouichou, à la première passation.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	U	I
2^{ème} production (d1)	U (changement de couleur par rapport à la série a)	I
3^{ème} production (d2)	Asf 2/2	III
4^{ème} production (d3)	Asé 1/1	II
5^{ème} production (d4)	Asf 4/4	III
6^{ème} production (verbale) (d5)	Ac 1/2	IV
7^{ème} production (verbale) (d6)	Ac 1/4	IV
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 12/12	III

Tableau 11 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d’Orsini Bouichou, à la seconde passation.

FABIEN (sujet témoin)

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	U	I
2^{ème} production (d1)	Asé 1/1	II
3^{ème} production (d2)	Asf 2/2	III
4^{ème} production (d3)	Asf 3/3	III
5^{ème} production (d4)	Ac 1/2	IV
6^{ème} production (verbale) (d5)	Ac 1/3	IV
7^{ème} production (verbale) (d6)	Asé 1/1 (inversion par rapport à la série d1)	II
8^{ème} production (verbale) (d7)	Asf 8/8	III

Tableau 12 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d’Orsini Bouichou, à la première passation.

	Catégorie	Régularité
1^{ère} production (a)	Asf 2/2	III
2^{ème} production (d1)	U	I
3^{ème} production (d2)	Asé 1/1	II
4^{ème} production (d3)	Asf 6/6	III
5^{ème} production (d4)	AA [Asf 2/2, Asé 1/1]	V
6^{ème} production (verbale) (d5)	Ac 2/4	IV
7^{ème} production (verbale) (d6)	U (changement de couleur par rapport à la série d1)	I
8^{ème} production (verbale) (d7)	Ac 1/2	IV

Tableau 13 : Régularités produites au jeu individuel à dominante représentative d’Orsini Bouichou, à la seconde passation.

Nous avons calculé, en fonction des catégories de régularités, les productions de chaque adolescent en terme de pourcentage afin d'effectuer ce tableau récapitulatif.

(L'alternance de gras et d'italique a pour seul but une facilitation de la lecture des résultats)

		U Rég. I (en%)	Asé Rég. II (en%)	Asf Rég. III (en%)	Ac Rég. IV (en%)	AA Rég. V (en%)	AO Rég. V (en%)
1^{ère} Passation	Killian	0	12,5	37,5	37,5	12,5	0
	Tom	25	25	50	0	0	0
	<i>Yannick</i>	<i>12,5</i>	<i>12,5</i>	<i>75</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
	<i>Damien</i>	<i>25</i>	<i>12,5</i>	<i>25</i>	<i>0</i>	<i>18,75</i>	<i>6,25</i>
	Nicolas	25	25	37,5	12,5	0	0
	Fabien	12,5	25	37,5	25	0	0
2^{nde} Passation	Killian	12,5	0	12,5	12,5	50	12,5
	Tom	12,5	12,5	37,5	25	12,5	0
	<i>Yannick</i>	<i>0</i>	<i>12,5</i>	<i>25</i>	<i>50</i>	<i>6,25</i>	<i>6,25</i>
	<i>Damien</i>	<i>12,5</i>	<i>0</i>	<i>37,5</i>	<i>12,5</i>	<i>12,5</i>	<i>25</i>
	Nicolas	25	12,5	37,5	25	0	0
	Fabien	25	12,5	25	25	12,5	0

Tableau 14 : récapitulatif des catégories de régularités produites (en %) par les sujets participant à notre étude, à la première et à la seconde passation

1.2. Analyse comparative des résultats

Nous allons comparer les productions des adolescents dysorthographiques aux productions des adolescents tout-venant du même âge. Dans cette première partie, nous nous intéresserons aux seuls résultats de l'ensemble de notre population d'étude concernant la première passation.

Puis, nous tenterons d'évaluer leur niveau de développement cognitif en comparant leurs productions à celles d'enfants plus jeunes.

Dans une seconde partie, nous chercherons à analyser et à comparer les productions des adolescents dysorthographiques ayant suivi l'entraînement, aux productions de ceux qui n'y ont pas participé.

Et enfin, dans une dernière partie, nous chercherons à comparer :

- dans un premier temps, les productions de notre population cible (celle produites après l'entraînement de la mémoire de travail) aux productions des adolescents tout-venant,
- et dans un deuxième temps, les productions de notre population témoin (celles de la seconde passation) aux productions des adolescents tout-venant.

Ainsi, nous espérons pouvoir évaluer les effets de l'entraînement de la mémoire de travail.

1.2.1. Analyse comparative : adolescents dysorthographiques / adolescents tout-venant

Nous avons calculé les pourcentages moyens de la production des adolescents dysorthographiques que nous avons testés, en fonction des catégories de régularité :

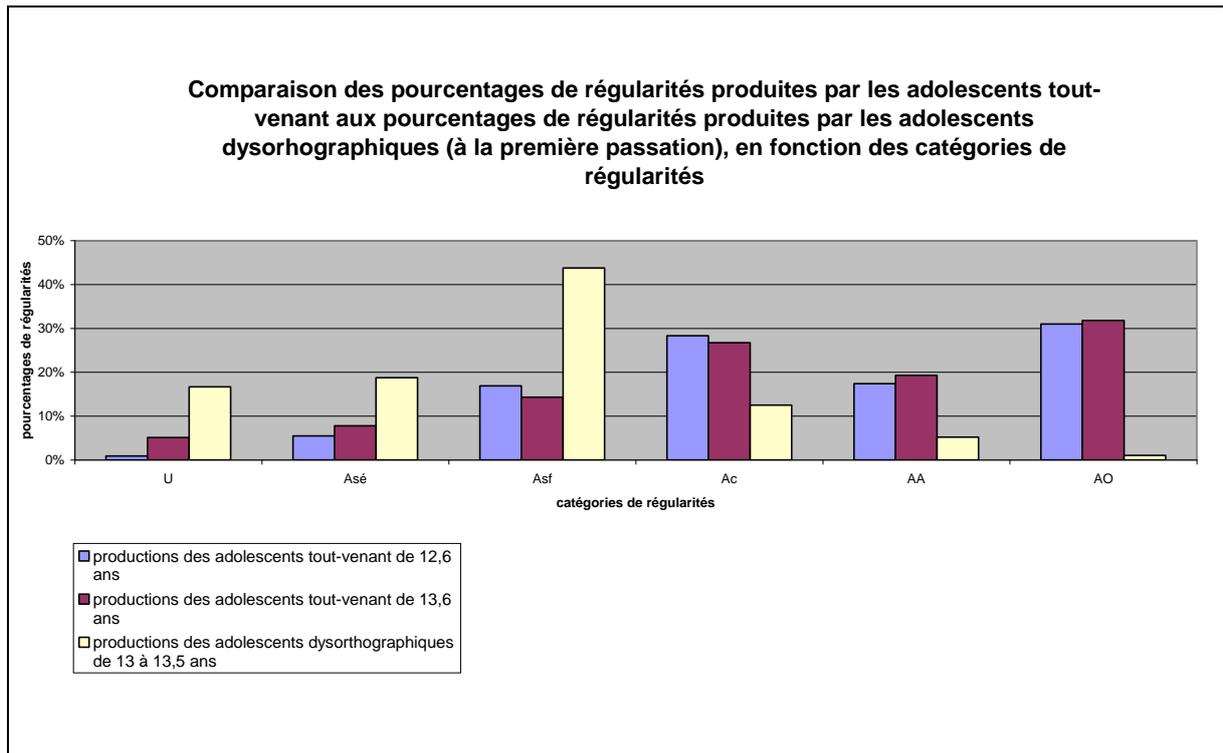
	Adolescents tout-venant ³⁰		Adolescents dysorthographiques 13,0 ans – 13, 5 ans
	12,6 ans	13,6 ans	
U (Rég. I) (production en %)	0,9	5,1	16,66
Asé (Rég. II) (production en %)	5,5	7,8	18,75
Asf (Rég. III) (production en %)	16,9	14,3	43,75
Ac (Rég. IV) (production en %)	28,3	26,7	12,5
AA (Rég. V) (production en %)	17,4	19,3	5,2
AO (Rég. V) (production en %)	31,0	31,8	1,04

Tableau 15 : comparaison des pourcentages de productions des sujets tout-venant aux pourcentages de productions des sujets dysorthographiques à la première passation (population cible et population témoin)

Voici les mêmes résultats présentés sous forme d'histogramme afin qu'ils soient plus lisibles :

(Sur les histogrammes, la couleur blanche sera toujours attribuée aux productions des adolescents dysorthographiques)

³⁰ Données tirées de « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », F. Orsini-Bouichou, p.64



Nous constatons, dès lors, que les sujets présentant des troubles de type dysorthographique, ont des comportements réguliers beaucoup moins élaborés que les adolescents tout-venant. Ils présentent donc des difficultés à se représenter des relations complexes et à les faire exister au travers de coordinations de schèmes.

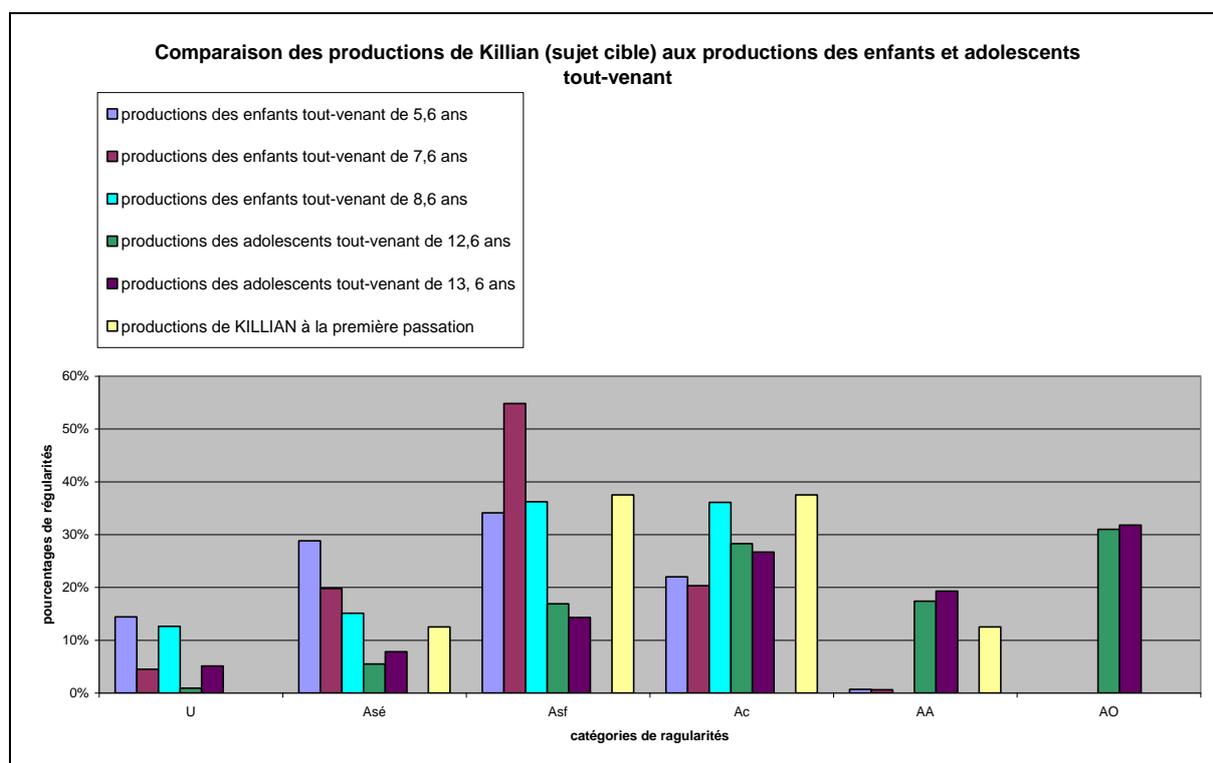
En effet, alors que les adolescents tout-venant produisent en majorité des catégories de régularités telles que Ac, AO et AA (Régularités IV et V), les adolescents dysorthographiques produisent en majorité des catégories primitives telles que Asf, Asé et U (Régularités III, II et I).

Ce constat nous permet de les situer à un niveau de développement cognitif inférieur à celui attendu pour leur âge. Effectivement, les catégories qu'ils produisent semblent se rapprocher de celles que produisent des enfants plus jeunes.

Nous avons choisi de réaliser des histogrammes comparant les productions individuelles des adolescents que nous avons testé à celles d'enfants et d'adolescents tout-venant (5,6 ans, 7,6

ans, 8,6 ans, 12,6 ans et 13,6 ans)³¹. Ainsi, nous pourrions établir un profil pour chaque sujet dysorthographique.

KILLIAN (sujet cible)

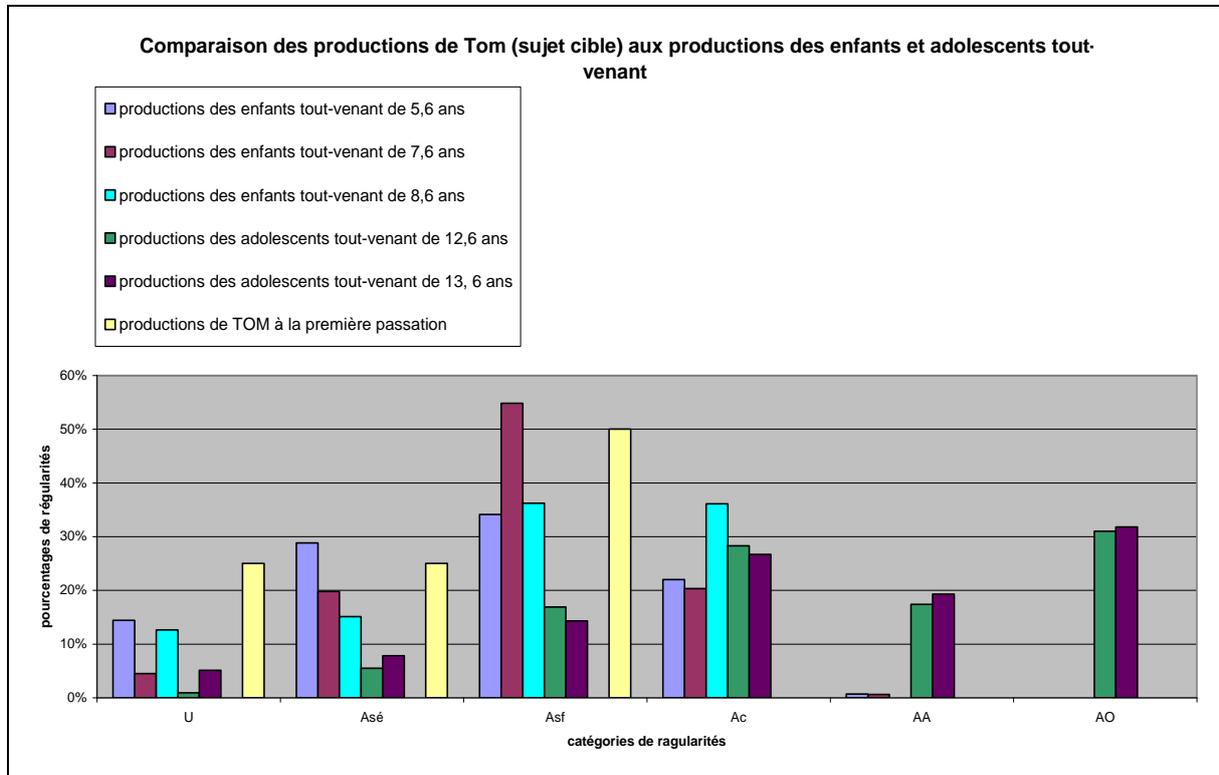


Le profil de Killian se rapproche fortement de celui des enfants de 8,6 ans : les catégories Asf et Ac sont les productions dominantes. Nous voyons que Killian se situe à un niveau intermédiaire : entre les enfants de 8,6 ans et les adolescents ; en effet, il produit une majorité de régularités III et IV, mais il a également accès à des productions plus élaborées appartenant à la régularité V (AA).

³¹ Données tirées de « L'intelligence de l'enfant, ontogénèse des invariants », F. Orsini-Bouichou, p.64

TOM

(sujet cible)



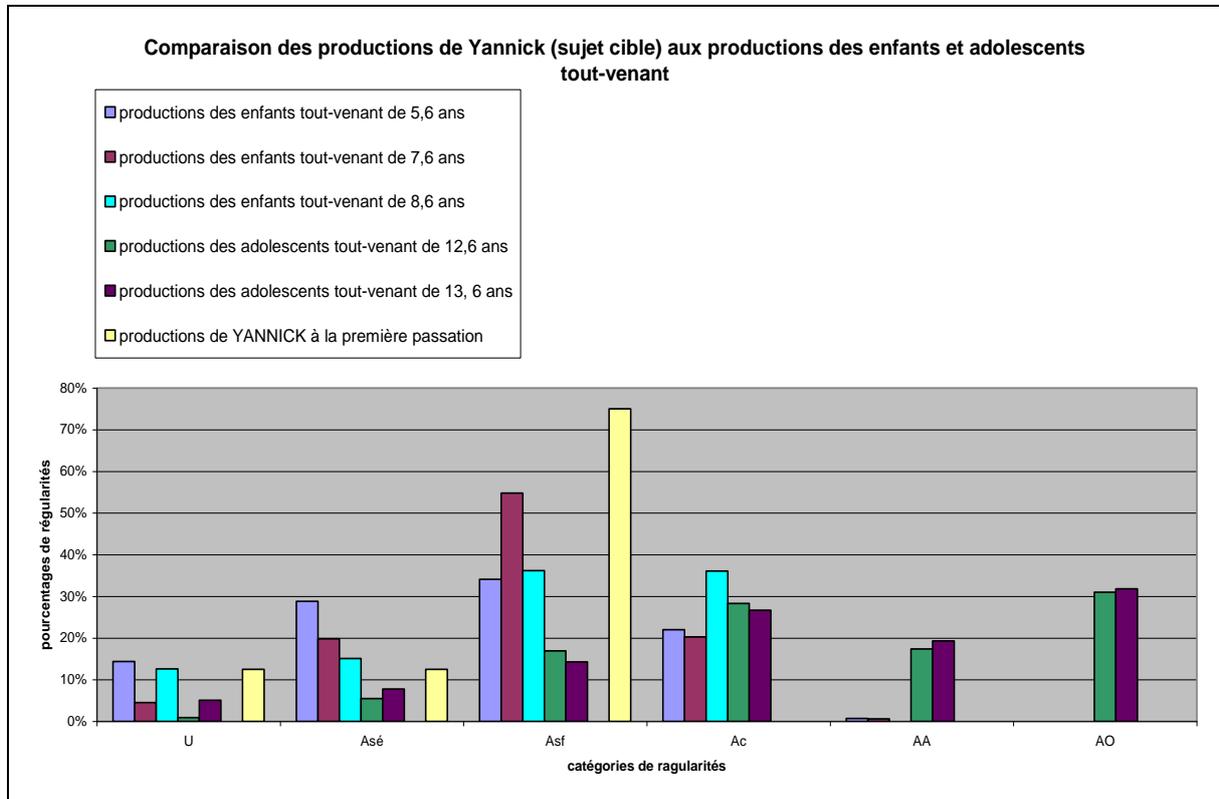
Le profil de Tom n'est pas représentatif d'une tranche d'âge en particulier, mais la dominance flagrante de la catégorie Asf le rapproche du profil des enfants de 7,6 ans. Cependant, ces derniers, nous le voyons sur l'histogramme, produisent quelques régularités de type Ac, alors que Tom n'y parvient pas.

Ces constats nous mènent à penser que Tom ne peut échapper à des productions répétitives et primitives, qui n'entraînent que des variations minimales d'une série à l'autre.

Nous le situons entre 5,6 ans et 7,6 ans.

YANNICK

(sujet cible)

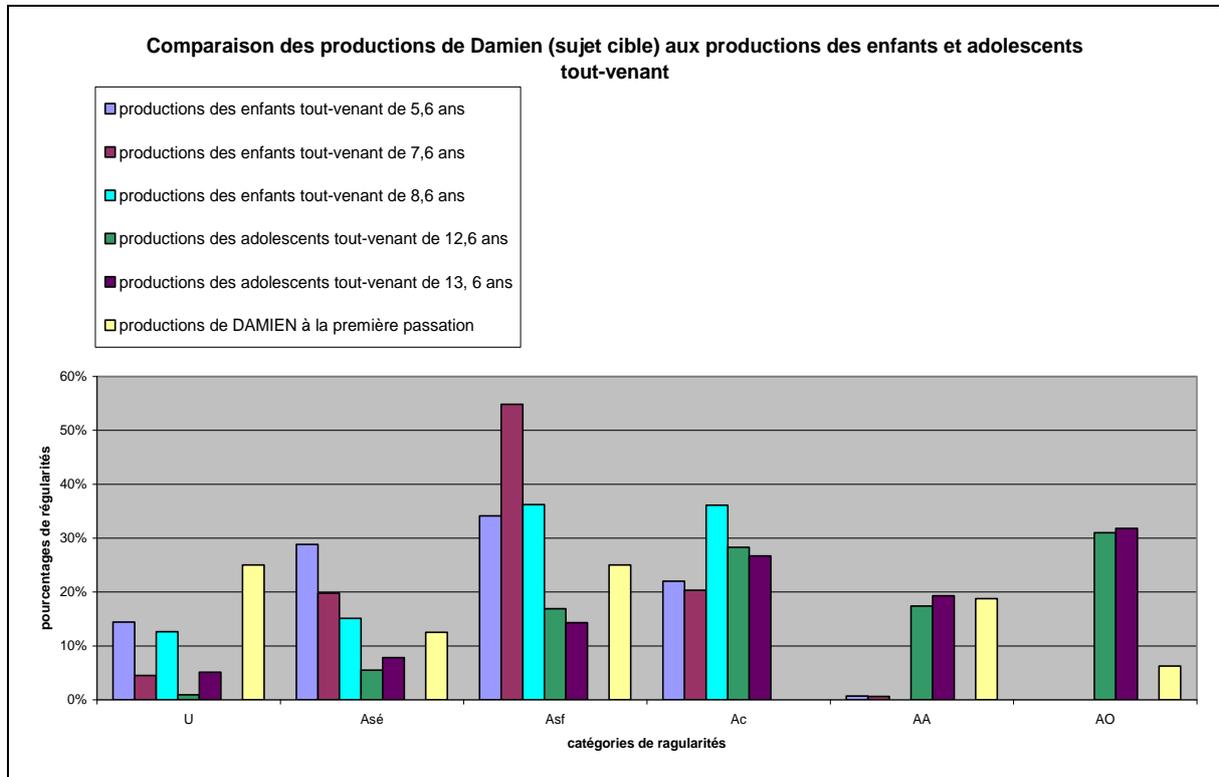


Les remarques faites précédemment peuvent également être attribuées à Yannick, qui décrit le même profil que Tom, avec la catégorie de type Asf comme dominante écrasante.

La catégorie Ac ne fait pas encore partie de sa logique de production. Les schèmes qu'il utilise varient entre deux séries, il apporte à ses productions de faibles variations, mais ces derniers ne peuvent pas encore être coordonnés au sein d'une même série, c'est-à-dire au sein d'un projet unique.

DAMIEN

(sujet cible)

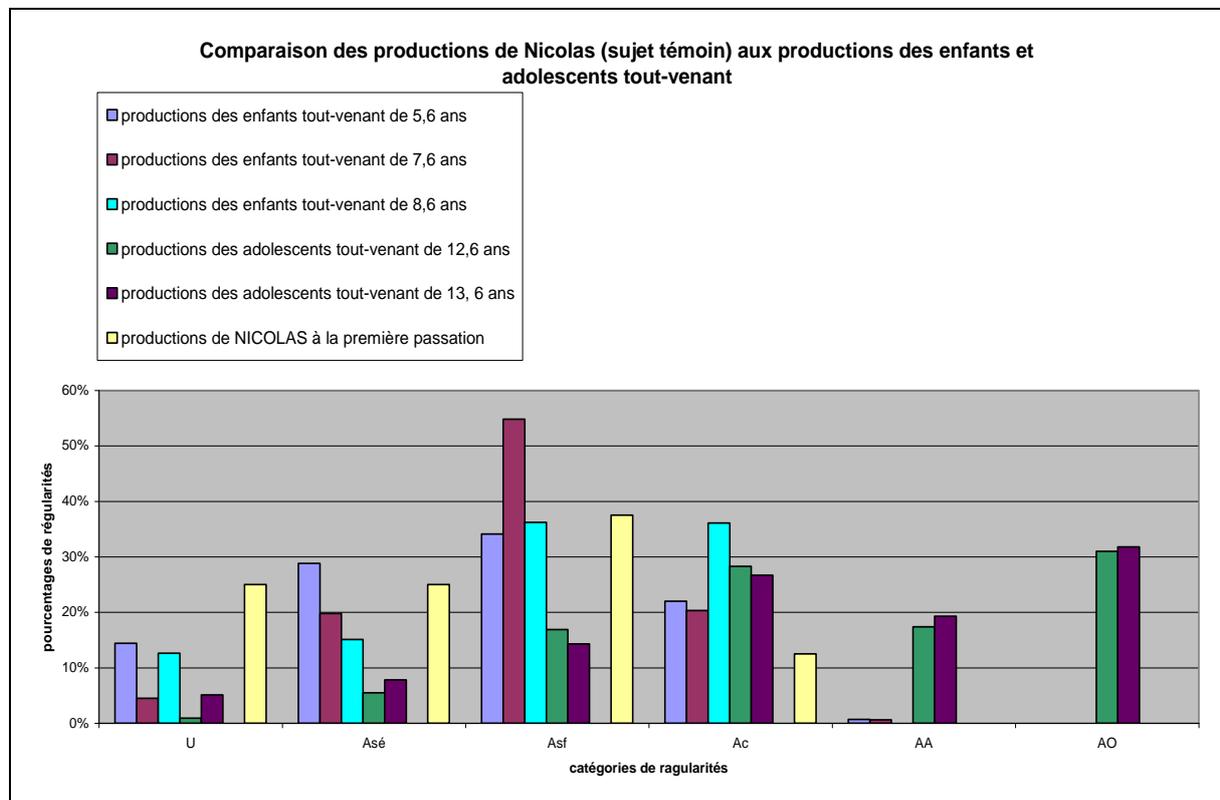


Les productions de Damien sont plus proches de celles des sujets tout-venant de son âge, malgré une dominance toujours située dans les catégories Asf et U. Il prouve cependant ses capacités à élaborer des réponses complexes, faisant appel à des coordinations de représentations de schèmes (AO et surtout AA).

Nous pouvons donc considérer que son niveau se situe entre celui des enfants de 8,6 ans et celui des adolescents.

NICOLAS

(sujet témoin)

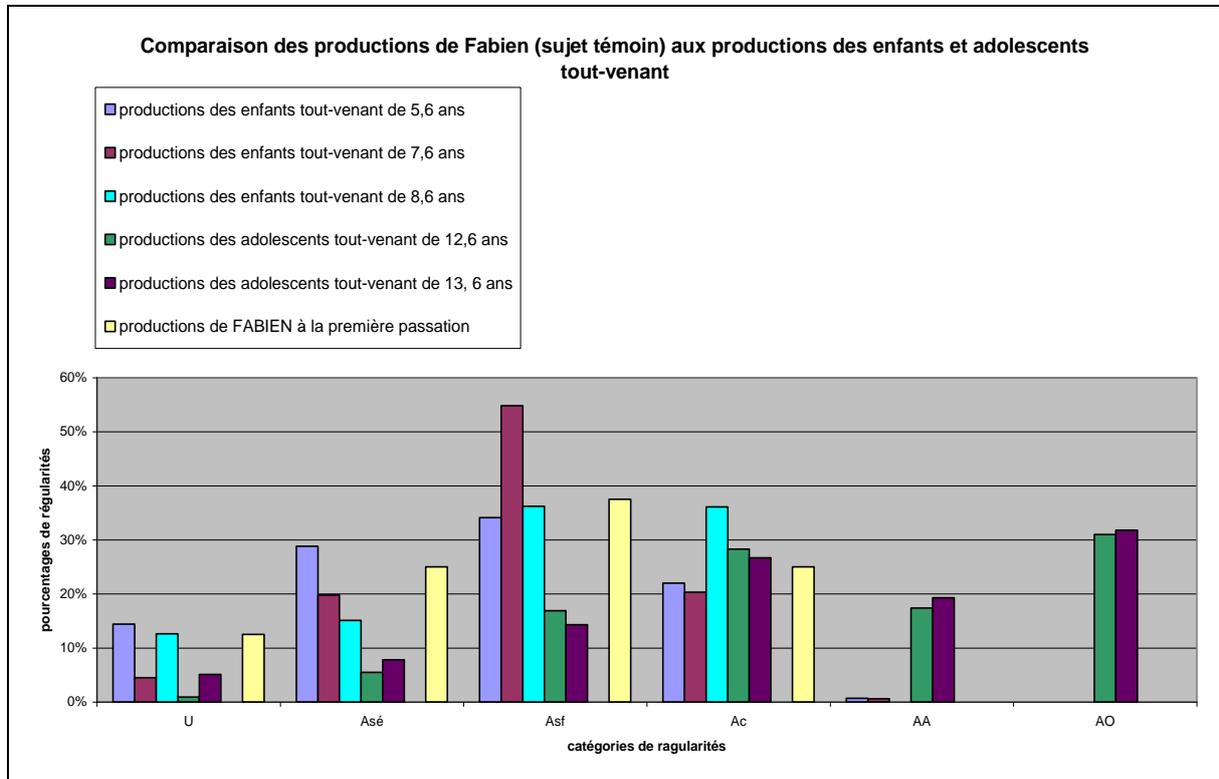


Nicolas, comme Tom et Yannick, produit en majorité des comportements de type Asf, son profil se rapproche donc de celui des enfants de 5,6 et 7,6 ans. Ce sont les régularités primitives (U, Asé, Asf) qui restent les plus utilisées. Cependant, la catégorie Ac commence à émerger et on peut donc penser que le niveau de Nicolas est supérieur à celui de Tom et Yannick : il montre sa capacité à sortir occasionnellement de la répétitivité et de la relation de symétrie.

Nous le rapprochons donc du niveau des enfants de 7,6 ans.

FABIEN

(sujet témoin)



Fabien décrit un niveau de production similaire à celui des enfants de 7,6 ans. Asf reste la catégorie dominante, mais dans une proportion moins grande que chez les enfants de 7,6 ans. La catégorie Ac prend de l'importance par rapport à la catégorie Asf.

Ces constats nous permettent de situer le niveau de Fabien entre celui des enfants de 7,6 ans et celui des enfants de 8,6 ans.

Conclusion :

Seuls Killian et Damien ont accès à la régularité V (catégories AA et AO), mais l'ensemble de leurs productions révèle un niveau toujours inférieur à celui des adolescents tout-venant.

Yannick et Tom ont un niveau très bas, puisqu'ils ne produisent aucune des trois catégories dominantes chez les adolescents tout-venant : Ac, AA et AO (Régularité IV et V). Chez les sujets très jeunes (3,6 ans et 4,6 ans) la catégorie prépondérante est U (Régularité I), ce qui n'est pas le cas chez Yannick et Tom. Nous les situons donc à un niveau correspondant à peu près à celui des enfants de 5,6 ans à 7,6 ans, car la catégorie de régularité largement dominante est celle des Asf (Régularité III).

Enfin, Fabien et Nicolas présentent un niveau intermédiaire, se rapprochant de celui des enfants de 7,6 ans. Ils commencent à produire des comportements de type Ac (Régularité IV), mais la production de catégorie de régularité Asf (Régularité III) reste plus élevée.

Les adolescents que nous avons testés n'effectuent, en majorité, que de faibles transformations d'une série sur l'autre. La catégorie Asf reste pour tous nos sujets une catégorie relativement dominante.

Leurs capacités à combiner les schèmes et à concevoir une coordination de schèmes sont très inférieures à celles des adolescents de leur âge.

Il semble qu'ils ont des difficultés à se détacher de la monotonie qu'implique l'utilisation réitérée d'opérateurs simples ; comme si leur « énergie mentale » était insuffisante pour aller contre celle-ci, en vue de représentations mentales plus élaborées, plus diversifiées, conduisant à une diversité de réponses conséquente.

Même si certains adolescents dysorthographiques tendent à se rapprocher du profil décrit par les adolescents de leur âge, l'ensemble de notre population se situe à un niveau inférieur à celui attendu pour leur âge.

1.2.2. Analyse comparative : population cible / population témoin

Cette partie a pour principal objectif la détection ou non d'un effet de l'entraînement sur le développement cognitif des adolescents dysorthographiques.

Dans un premier temps, nous avons calculé et recensé les pourcentages de productions de régularités, dans les deux populations, en fonction des catégories de régularité.

Le premier tableau fait l'inventaire des pourcentages de productions à la première passation, et le second répertorie ceux de la deuxième passation :

	Adolescents dysorthographiques cibles	Adolescents dysorthographiques témoins
Production de U (Rég. I)	15,62 %	18,75 %
Production d'Asé (Rég. II)	15,62 %	25 %
Production d'Asf (Rég. III)	46,87 %	37,5 %
Production d'Ac (Rég. IV)	9,37 %	18,75 %
Production d'AA (Rég. V)	7,81 %	0 %
Production d'AO (Rég. V)	1,56 %	0 %

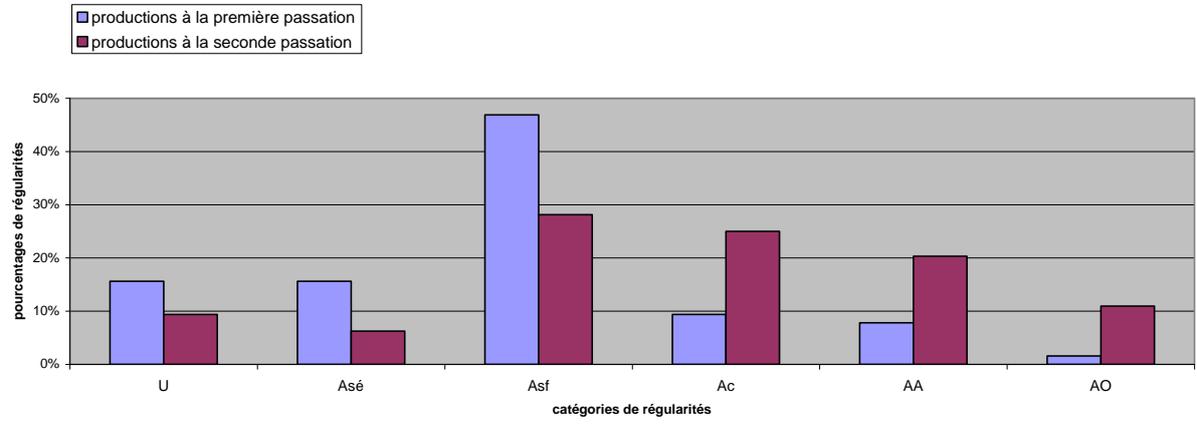
Tableau 16 : comparaison des catégories produites à la première passation par les sujets dysorthographiques cibles (en %) aux catégories produites par les sujets dysorthographiques témoins (en %).

	Adolescents dysorthographiques cibles	Adolescents dysorthographiques témoins
Production de U (Rég. I)	9,37 %	25 %
Production d' Asé (Rég. II)	6,25 %	12,5 %
Production d' Asf (Rég. III)	28,12 %	31,25 %
Production d' Ac (Rég. IV)	25 %	25 %
Production d' AA (Rég. V)	20,31 %	6,25 %
Production d' AO (Rég. V)	10,93 %	0 %

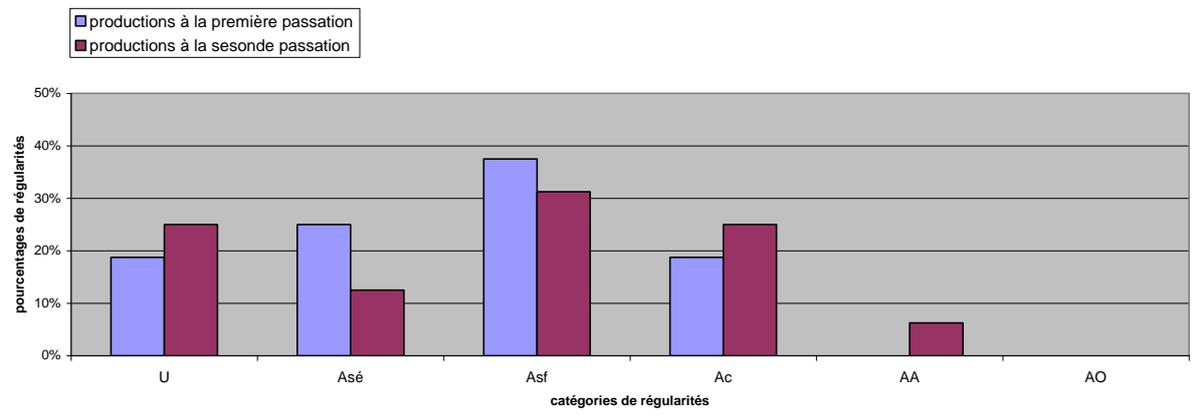
Tableau 17 : comparaison des catégories produites à la seconde passation par les sujets dysorthographiques ayant suivi l'entraînement (en %) aux catégories produites par les sujets dysorthographiques témoins, n'ayant pas participé à l'entraînement (en %).

A partir de ces données, nous avons réalisé un histogramme pour chaque population, permettant une comparaison (plus visuelle) de l'évolution des productions entre la première et la seconde passation :

Pourcentages de productions de régularités de la population cible , en fonction des catégories de régularités



Pourcentages de productions de régularités de la population témoin , en fonction des catégories de régularités



Notre premier constat concerne les productions inventoriées lors de la première passation, chez les adolescents cibles et chez les adolescents témoins. Effectivement, nous pouvons constater que les régularités produites par les adolescents cibles sont réparties sur les six catégories de régularités, alors que les régularités que produisent les adolescents témoins sont distribuées sur seulement quatre de ces catégories, excluant ainsi des productions appartenant aux catégories de la régularité V (AA et AO).

Cette constatation est pertinente car si nous voulons comparer l'évolution des productions de régularités entre la première et la seconde passation, en fonction de la population, il est souhaitable que les productions de la première passation soient équitables dans les deux populations, ce qui n'est pas le cas.

Nous avons donc calculé l'évolution en pourcentage (augmentation ou diminution) des régularités produites dans chaque catégorie, pour chacune des deux populations.

	Evolution (en %) des productions de la population cible	Evolution (en %) des productions de la population témoin
Catégorie U (Rég. I)	- 6,25	+ 6,25
Catégorie Asé (Rég. II)	- 9,37	- 12,5
Catégorie Asf (Rég. III)	-18,75	- 6,25
Catégorie Ac (Rég. IV)	+ 15,63	+ 6,25
Catégorie AA (Rég. V)	+ 12,5	+ 6,25
Catégorie AO (Rég. V)	+ 9,37	0

Tableau : Evolution des productions entre la première et la seconde passation, en fonction des populations

Nous savons que les catégories AA et AO appartiennent à la même régularité V. Si l'on souhaite établir un score par régularité, l'augmentation en pourcentage de productions de régularité V est de 21,87% pour la population cible, alors qu'elle n'est que de 6,25% pour la population témoin. Quant à la régularité IV, l'augmentation en pourcentage de productions est de 15,63% pour la population cible, contre 6,25% pour la population témoin.

Il semble que les sujets de la population cible soient, lors de la seconde passation, davantage disposés à produire des comportements réguliers plus élaborés (productions correspondant davantage aux productions des sujets tout-venant de leur âge). Même si la population témoin augmente sa production de régularités évoluées (IV, V), elle ne le fait pas dans la même proportion. En effet, le pourcentage d'augmentation de la population cible représente plus du double de celui de la population contrôle.

Ces constats nous permettent de dire que l'entraînement de la mémoire de travail proposé aux adolescents de la population cible a favorisé, de leur part, la production de catégories de comportements plus évoluées, leur conférant ainsi l'accès à des représentations de schèmes plus élaborés ainsi qu'à des coordinations plus complexes de schèmes.

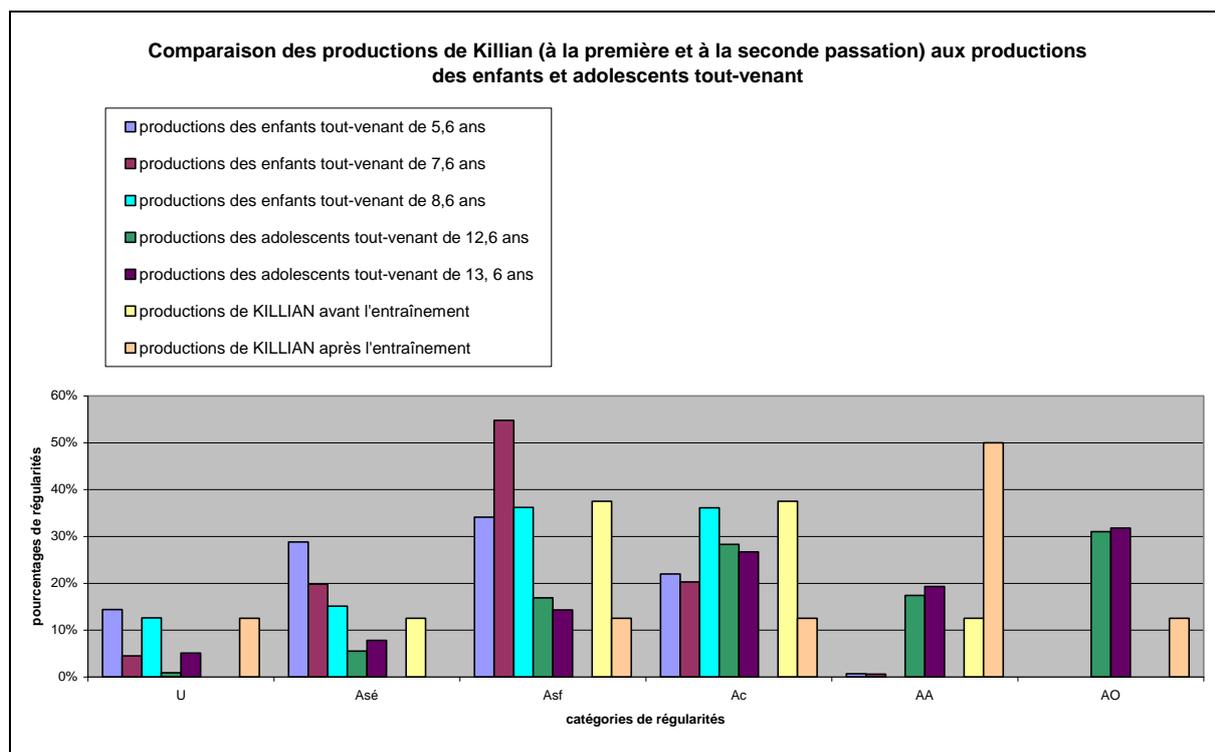
1.2.3. Analyse comparative : adolescents cibles / adolescents tout-venant et adolescents témoins / adolescents tout-venant

Pour conclure cette partie concernant l'évaluation du développement cognitif, nous avons souhaité évaluer l'ensemble des données exposées précédemment, et nous avons à nouveau voulu analyser les profils des adolescents testés par rapport à ceux des enfants et adolescents tout-venant :

- nous avons examiné l'évolution de chaque adolescent dysorthographique,
- nous avons tenté d'établir leur profil respectif correspondant à la seconde passation, en comparant leurs productions à celles des sujets tout-venant,
- et enfin, nous avons comparé l'évolution des deux populations testées, tout en confrontant le profil de chacune à celui des adolescents de même âge.

KILLIAN

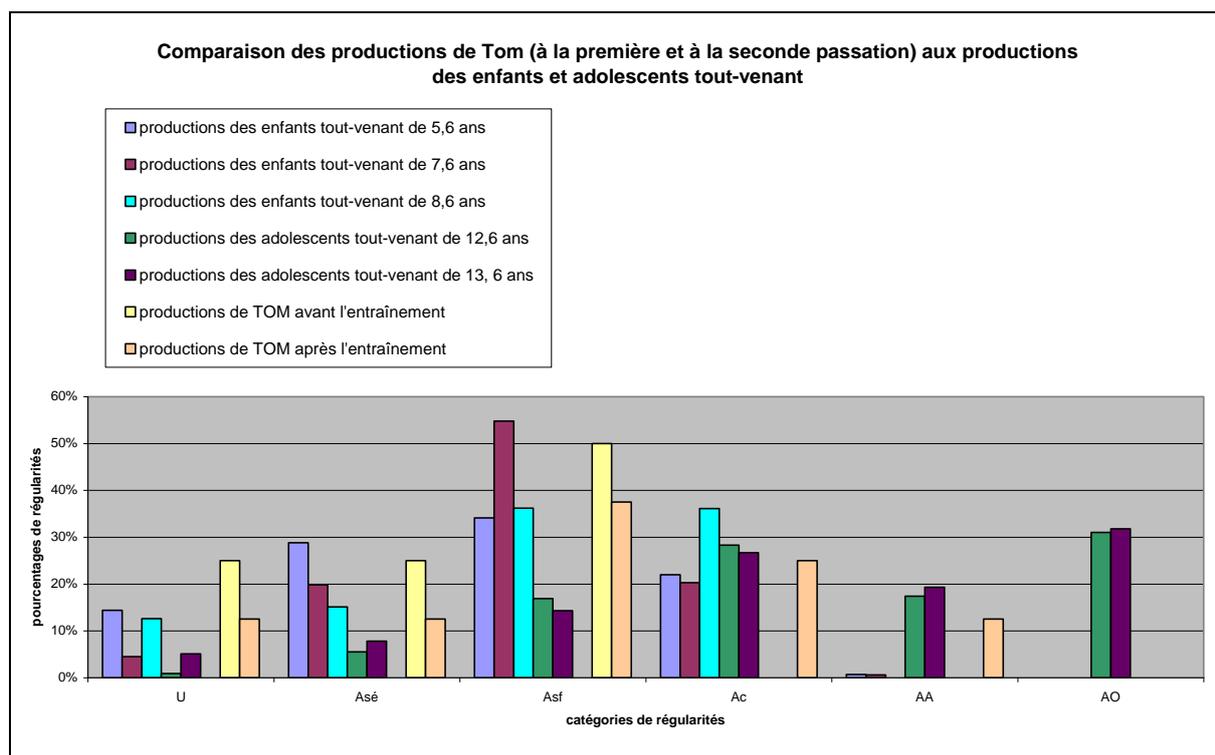
(sujet cible)



Les comportements de Killian se sont modifiés en faveur des catégories de régularités les plus évoluées : la catégorie AO (Régularité V) qui n’existait pas lors de la première passation, apparaît maintenant dans une proportion égale à la production des catégories Ac, Asf et U (Régularité IV, III et II). C’est dorénavant la catégorie AA (régularité V) qui prédomine de manière écrasante.

Considérant la proportion de production de régularité V après l’entraînement (catégories AA et AO), nous pouvons dire que Killian a atteint un niveau de développement cognitif plus ou moins égal à celui des adolescents de son âge.

TOM (sujet cible)



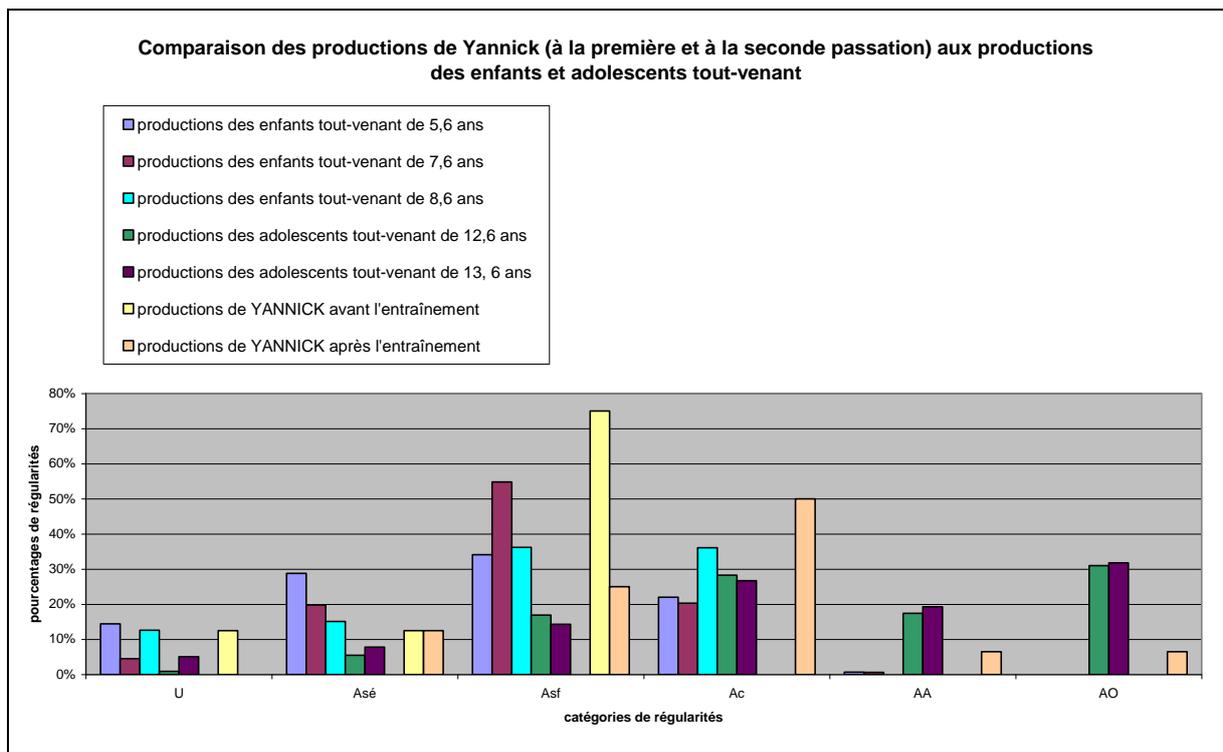
Tom, qui ne produisait, avant l’entraînement, aucune des trois catégories de comportements les plus complexes (dominantes chez les adolescents tout-venant de son âge), a dorénavant accès aux catégories Ac et AA.

Nous notons toujours une prédominance du comportement de type Asf, auquel Tom avait déjà du mal à échapper lors de la première passation. Cependant, nous pouvons constater que ses comportements peuvent maintenant être plus élaborés que ceux des enfants de 8,6 ans, qui eux, ne peuvent encore accéder aux catégories de comportements de la régularité V.

Désormais, nous pouvons le situer à un niveau de développement cognitif intermédiaire, s'apparentant maintenant beaucoup plus à celui des adolescents de son âge.

YANNICK

(sujet cible)



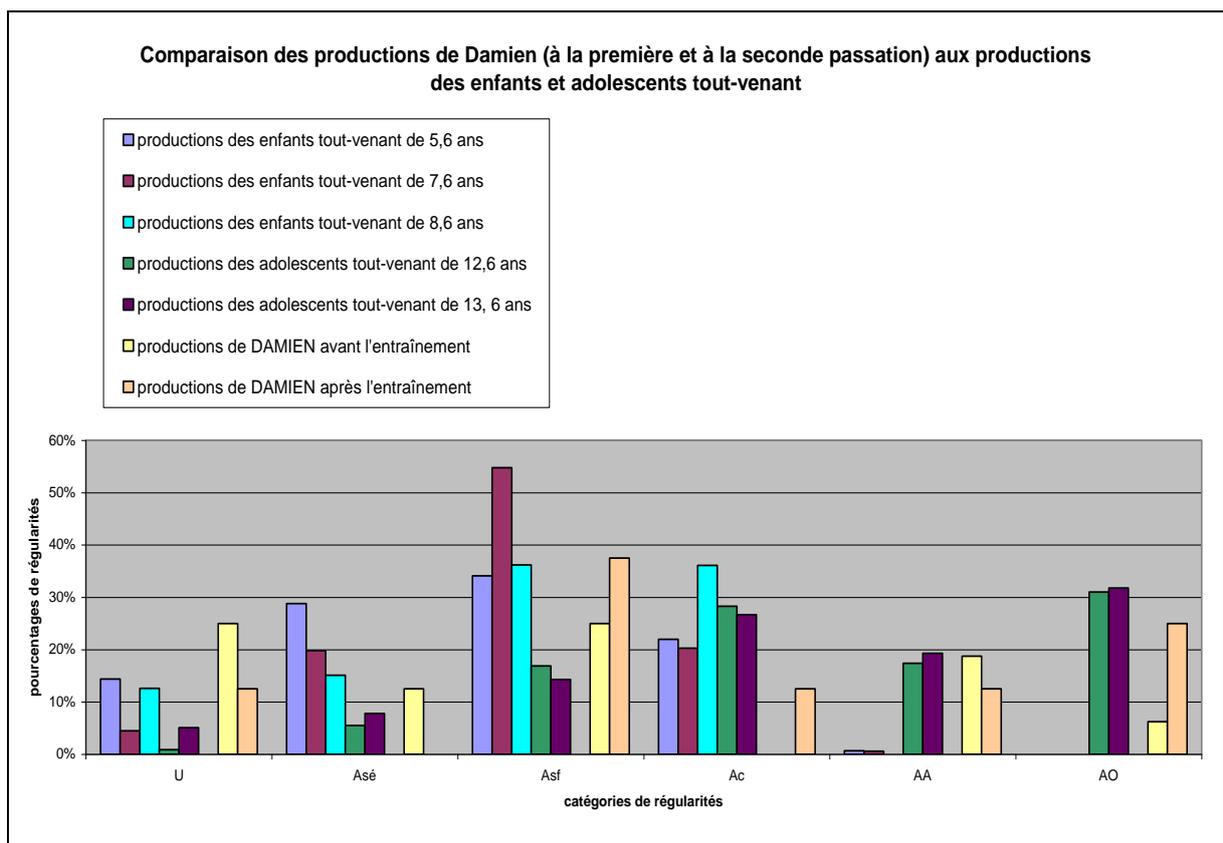
Yannick, lui aussi, avait de grandes difficultés à échapper à la monotonie qu'engendrait l'usage répétitif d'un comportement assez rigide : Asf. Effectivement, pour son âge, cette « persévération » dans l'application d'un même schème, faiblement transformé d'une série à l'autre, pose question. A la seconde passation, Yannick dévoile ses capacités de diversification des réponses possibles. Il prouve sa capacité à sortir de la monotonie, à

coordonner des schèmes au sein d'un même projet, et à accéder à la représentation de ces coordinations.

Alors que son niveau ne pouvait dépasser celui des enfants de 7,6 ans avant l'entraînement, nous pouvons maintenant le situer à un niveau intermédiaire : la catégorie Ac est dominante, et les comportements de type AA et AO émergent dans une proportion faible mais égale. Les productions de Yannick se rapprochent beaucoup plus de celles des adolescents tout-venant de son âge.

DAMIEN

(sujet cible)



Damien avait déjà accès avant l'entraînement, aux deux catégories de comportements de la régularité V (AA et AO). Cependant, Asf et U étaient dominantes et les comportements de type Ac n'existaient pas encore.

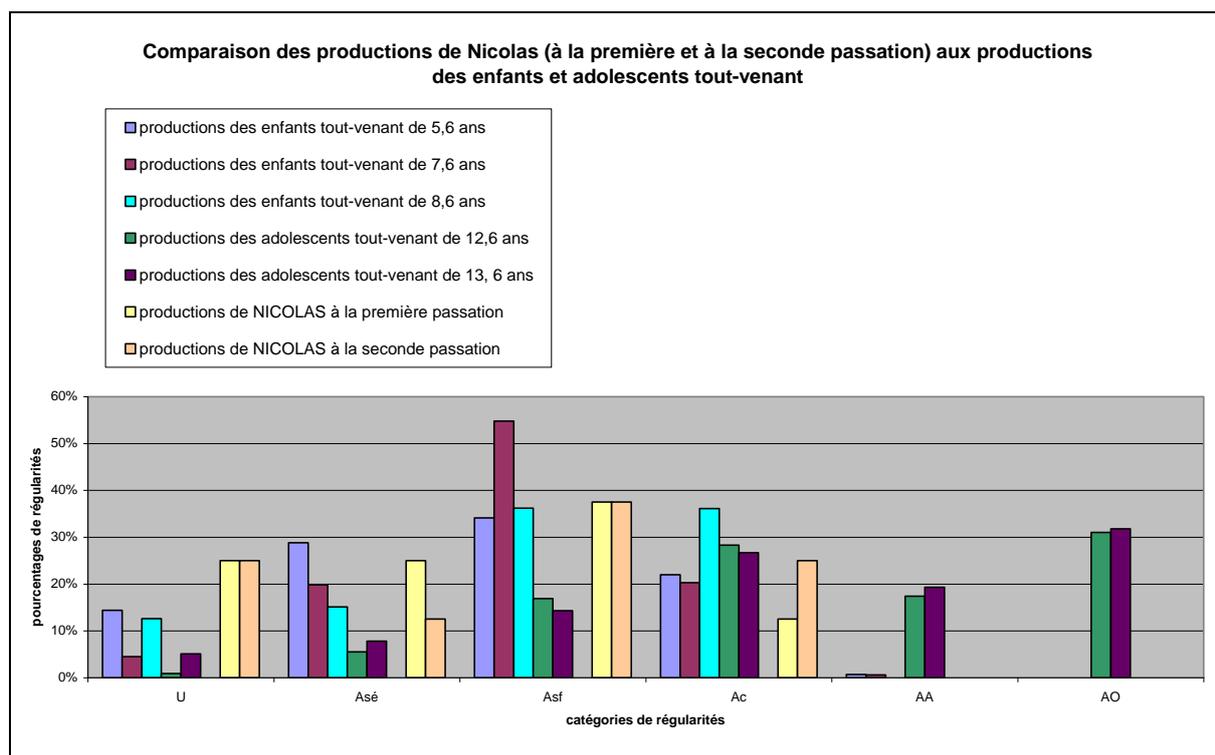
La production de régularités primitives telles que U et Asé a diminué, voire disparue (Asé). La production de régularité III est aussi importante que la production de régularité V (catégories AA et AO réunies).

La proportion de production de régularités V a augmenté après l'entraînement et la catégorie Ac est apparue.

Damien reste à un niveau intermédiaire, mais encore plus proche de celui des adolescents de son âge : Asf est un comportement toujours présent, mais les catégories dominantes chez les adolescents tout-venant (Ac : Rég IV ; AA et AO : Rég. V), se sont dorénavant développées.

NICOLAS

(sujet témoin)



Lors de la seconde passation, les productions de Nicolas sont assez similaires à celles répertoriées à la première passation.

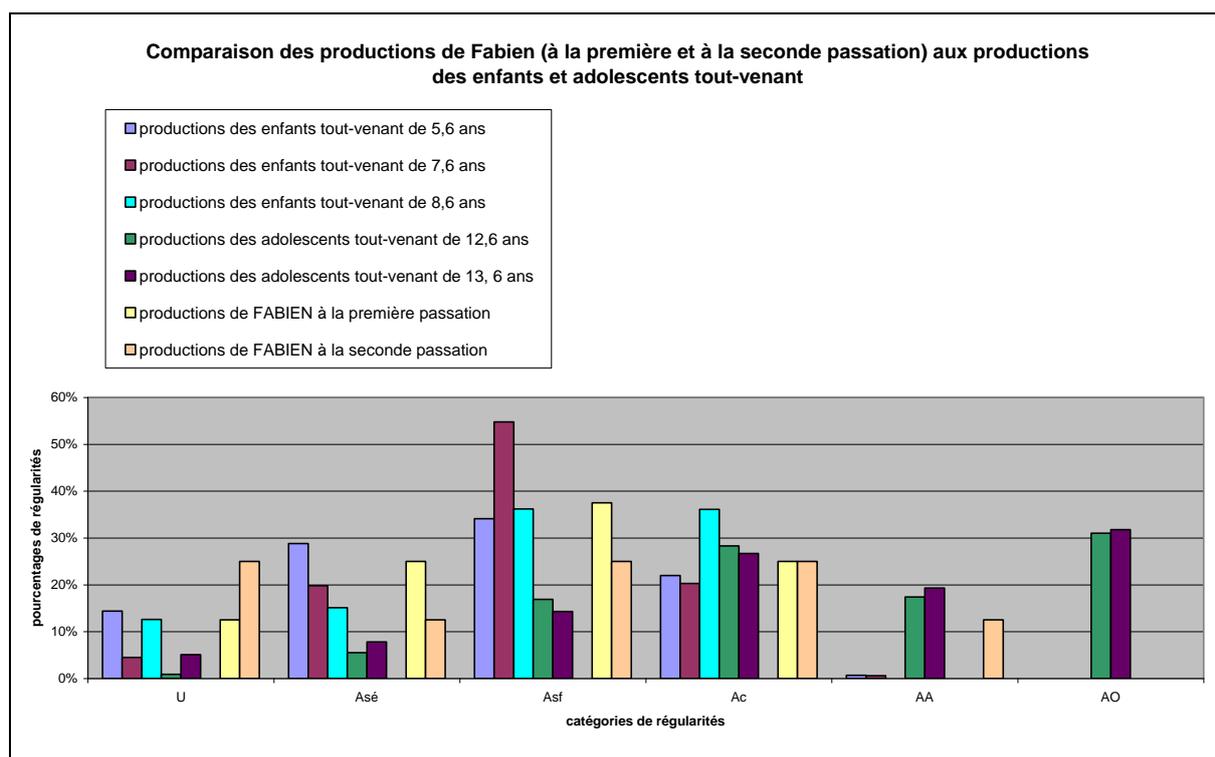
L'évolution que nous constatons concerne une diminution de la proportion de catégories Asé, en faveur d'une proportion plus importante de production de comportements Ac.

Les régularités primitives disparaissent pour laisser place à des régularités plus évoluées révélant une meilleure disposition à davantage coordonner les schèmes.

On comprend que l'évolution tend à rejoindre le profil des enfants de 8,6 ans. Cependant, Nicolas est encore éloigné du niveau des adolescents de son âge car les catégories de comportements AA et AO de la régularité V ne sont lui pas encore accessibles par la pensée.

FABIEN

(sujet témoin)



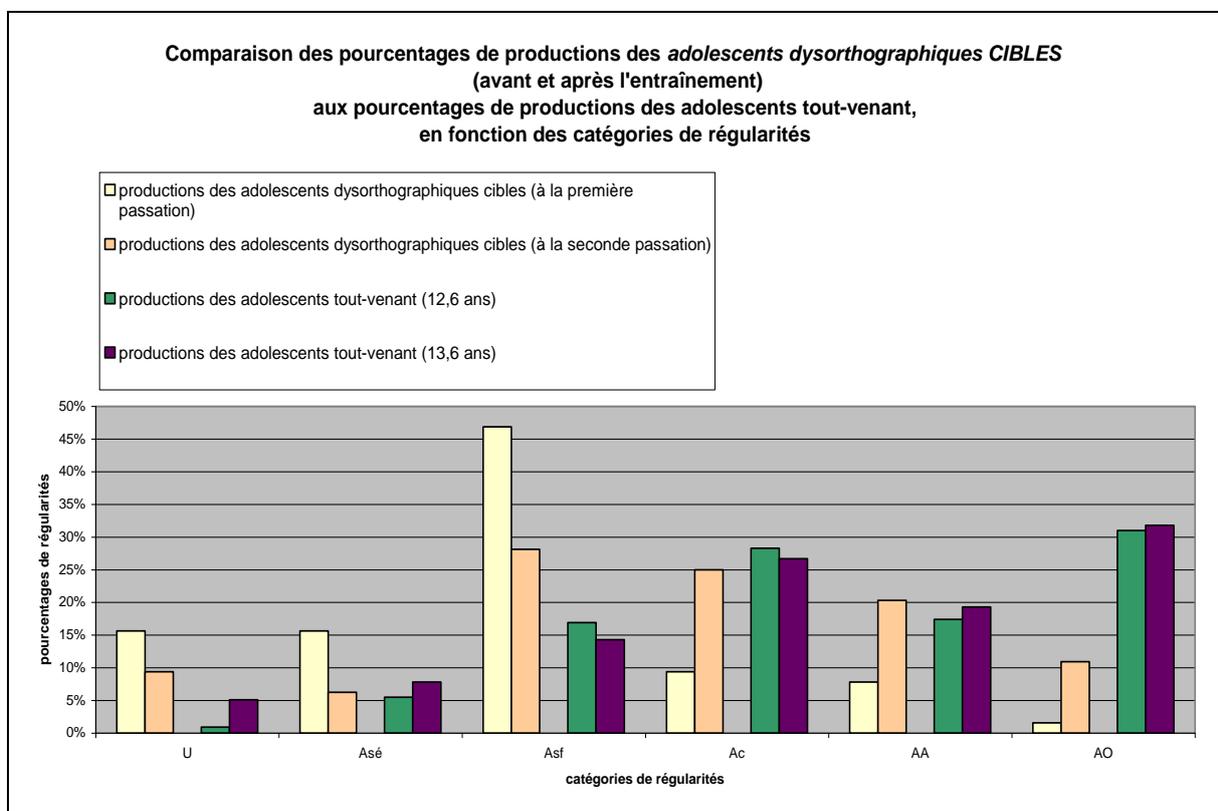
Chez Fabien, l'évolution de ses productions semble, elle aussi, assez linéaire. Alors qu'à la première passation, nous avons situé son niveau de développement cognitif entre celui des enfants de 7,6 ans et de 8,6 ans, nous voyons qu'il a maintenant atteint le niveau des enfants de 8,6 ans et qu'il l'a même dépassé.

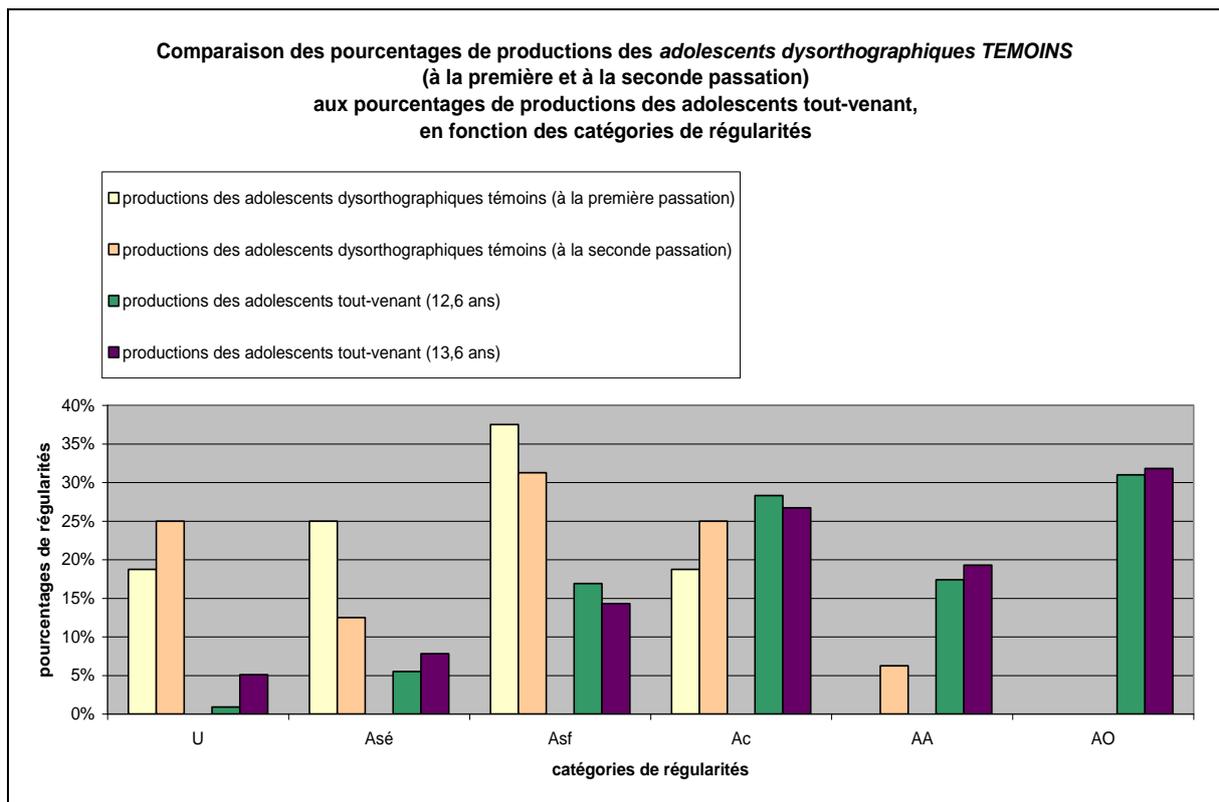
Effectivement, il accède désormais aux comportements de type AA, nécessitant la représentation d'un système de réponse, caractéristique des productions des adolescents.

Nous pouvons donc le situer à un niveau de développement cognitif intermédiaire à celui des enfants de 8,6 ans et à celui des adolescents de son âge.

Pour conclure, nous avons réalisé deux histogrammes récapitulatifs, présentant à la fois l'évolution de la production des adolescents dysorthographiques cibles et témoins, ainsi que les productions des adolescents tout-venant du même âge, inventoriées par Orsini-Bouichou :

- le premier compare les pourcentages de productions de la population cible (première et seconde passation) aux pourcentages de productions des adolescents tout-venant,
- le second compare les pourcentages de productions de la population témoin (première et seconde passation) aux pourcentages de productions des adolescents tout-venant.





Grâce à ces deux histogrammes, nous constatons effectivement que les productions des sujets cibles, après avoir participé à l'entraînement de la mémoire de travail, se rapprochent davantage des productions des adolescents tout-venant du même âge.

En revanche, les productions des adolescents témoins, qui eux n'ont pas participé à l'entraînement, sont beaucoup moins proches des résultats énoncés par F. Orsini-Bouichou quant aux productions des adolescents tout-venant.

Ces histogrammes nous permettent également d'observer qu'entre la première et la seconde passation, l'évolution des productions des sujets entraînés concernant les catégories dominantes chez les adolescents tout-venant (Ac, AA et AO), est plus importante que celle des adolescents n'ayant pas participé à l'entraînement.

Nous pensons que l'entraînement de la mémoire de travail a permis aux adolescents cibles d'augmenter leurs capacités de représentations et de manipulations mentales. En effet, l'utilisation et la coordination d'opérateurs plus complexes, au sein de plusieurs séries, semblent plus aisées, plus efficaces à la seconde passation du jeu à dominante représentative.

2. RESULTATS AU TEST D'EVALUATION DES PERFORMANCES ORTHOGRAPHIQUES : CHRONODICTEES

Comme dans la partie précédente, il nous a semblé que la lecture des résultats individuels serait plus aisée si nous les présentions sous forme de tableaux.

Nous en avons donc créé un pour chaque sujet, dans lequel nous avons reporté les résultats aux dictées A et B (Voir annexe IV et V).

Dans « Chronodictées », les références à la norme sont précisées en fonction du niveau de scolarisation.

Nos sujets, même s'ils ont presque le même âge, ne sont pas tous scolarisés dans la même classe : Yannick, Tom, Nicolas et Fabien sont en 4^{ème}, Killian et Damien sont en 5^{ème}. Les normes ne sont donc pas les mêmes en fonction des sujets mais les performances sont toutes décrites en terme d'écart-type. Cette observation nous a conforté dans l'idée de présenter les résultats sous forme de tableaux individuels.

Nous nous intéresserons surtout aux totaux généraux, afin d'évaluer la performance générale de chacun des sujets. Dans un deuxième temps, nous analyserons les résultats des sujets concernant l'orthographe morphosyntaxique. Celle-ci apparaît comme une activité nécessitant prioritairement les capacités de la mémoire de travail, car elle fait appel à des capacités à la fois de catégorisation, d'élaboration de relation et de recours à des connaissances présentes en mémoire à long terme, au cours de la production.

2.1. Analyse individuelle

KILLIAN, sujet cible (en 5^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	37	11,9	- 3,53 E.T. ³²	28	12,4	- 2,05 E.T.
Orthographe LEXICALE	26	5,9	- 5,28 E.T.	28	6	- 5,36 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	10	0,8	- 15,3 E.T.	4	0,4	- 6 E.T.
OMISSION	3	0,1	- 7,25 E.T.	2	0,1	- 4,75 E.T.
SEGMENTATION	2	0,2	- 3,6 E.T.	3	0,2	- 5,6 E.T.
TOTAL GENERAL	78	18,9	- 5,68 E.T.	65	19,1	- 4,02 E.T.

Tableau 18 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (avant l'entraînement) et B (après l'entraînement)

Les performances de Killian ont considérablement évolué : ses scores généraux décrivent une évolution de +1,66 E.T.

Ses performances en orthographe morphosyntaxique ont, elles aussi, évolué, avec une augmentation de +1,48 E.T.

³² E.T. : Ecart-Type.

TOM, sujet cible (en 4^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	27	10,6	- 2,68 E.T.	29	10,9	- 2,7 E.T.
Orthographe LEXICALE	16	4,9	- 2,84 E.T.	19	5,4	- 3,09 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	5	0,6	- 6,28 E.T.	5	0,2	- 8 E.T.
OMISSION	0	0,1	0 E.T.	0	0,1	0 E.T.
SEGMENTATION	0	0,2	0 E.T.	1	0,2	- 2 E.T.
TOTAL GENERAL	48	16,4	- 3,22 E.T.	54	16,9	- 3,43 E.T.

Tableau 19 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (avant l'entraînement) et B (après l'entraînement)

Les performances de Tom sont réduites lorsque l'on compare la seconde dictée à la première : ses scores généraux subissent une diminution de -0,21 E.T.

En orthographe morphosyntaxique, ses performances ont également régressé : on note une diminution de - 0,02 E.T.

YANNICK, sujet cible (en 4^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	21	10,6	- 1,7 E.T.	14	10,9	- 0,46 E.T.
Orthographe LEXICALE	14	4,9	- 2,33 E.T.	10	5,4	- 1,04 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	3	0,6	- 3,42 E.T.	2	0,2	- 3 E.T.
OMISSION	3	0,1	- 9,66 E.T.	0	0,1	0 E.T.
SEGMENTATION	1	0,2	- 1,6 E.T.	2	0,2	- 4,5 E.T.
TOTAL GENERAL	<i>42</i>	<i>16,4</i>	- 2,61 E.T.	<i>28</i>	<i>16,9</i>	- 1,02 E.T.

Tableau 20 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (avant l'entraînement) et B (après l'entraînement)

Les scores de Yannick révèlent une évolution positive entre la dictée A et la dictée B : l'écart-type a évolué de +1,59 E.T.

En orthographe morphosyntaxique également, les erreurs sont beaucoup moins nombreuses : l'écart à la norme est réduit de +1,24 E.T.

DAMIEN, sujet cible (en 5^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	24	11,9	- 1,7 E.T.	29	12,4	- 2,18 E.T.
Orthographe LEXICALE	15	5,9	- 2,39 E.T.	11	6	- 1,21 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	3	0,8	-3,66 E.T.	6	0,4	- 9,33 E.T.
OMISSION	1	0,1	- 2,25 E.T.	0	0,1	0 E.T.
SEGMENTATION	0	0,2	0 E.T.	2	0,2	- 3,6 E.T.
TOTAL GENERAL	43	18,9	- 2,31 E.T.	48	19,1	- 2,53 E.T.

Tableau 21 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (avant l'entraînement) et B (après l'entraînement)

Les performances générales de Damien sont moins bonnes lors de la seconde dictée : il existe une différence de -0,22 E.T.

En orthographe morphosyntaxique également, on note une différence de -0,48 E.T.

NICOLAS, sujet témoin (en 4^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	25	10,6	- 2,36 E.T.	30	10,9	- 2,85 E.T.
Orthographe LEXICALE	6	4,9	- 0,28 E.T.	10	5,4	- 1,04 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	7	0,6	- 9,14 E.T.	6	0,2	- 9,66 E.T.
OMISSION	0	0,1	0 E.T.	0	0,1	0 E.T.
SEGMENTATION	2	0,2	- 3,6 E.T.	3	0,2	- 7 E.T.
TOTAL GENERAL	40	16,4	- 2,4 E.T.	49	16,9	- 2,97 E.T.

Tableau 22 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (première passation) et B (seconde passation)

Les performances orthographiques générales de Nicolas ont régressé à la seconde passation : nous pouvons observer une diminution de -0,57 E.T.

Nous notons le même phénomène en orthographe morphosyntaxique, avec une baisse de -0,49 E.T.

FABIEN, sujet témoin (en 4^{ème})

	DICTEE A			DICTEE B		
	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme	Nombre d'erreurs produites	Moyenne (nombre d'erreurs)	Ecart à la norme
Orthographe MORPHOSYNTAXIQUE	28	10,6	- 2,85 E.T.	31	10,9	- 3 E.T.
Orthographe LEXICALE	18	4,9	- 3,36 E.T.	20	5,4	- 3,31 E.T.
Orthographe PHONETIQUE	3	0,6	- 3,42 E.T.	4	0,2	- 6,33 E.T.
OMISSION	1	0,1	- 3 E.T.	0	0,1	0 E.T.
SEGMENTATION	1	0,2	- 1,6 E.T.	3	0,2	- 7 E.T.
TOTAL GENERAL	<i>51</i>	<i>16,4</i>	- 3,53 E.T.	<i>58</i>	<i>16,9</i>	- 3,8 E.T.

Tableau 23 : tableau comparatif des résultats aux dictées A (première passation) et B (seconde passation)

Chez Fabien, les performances générales chutent également de la première à la seconde dictée, avec une différence de -0,27 E.T.

L'orthographe syntaxique subit aussi une chute au niveau des performances : la baisse entre les deux dictées est de 0,15 E.T.

2.2. Analyse comparative

Nous avons répertorié les résultats énoncés précédemment au sein d'un tableau dans le but de comparer les évolutions de chacun des sujets :

	Adolescents cibles				Adolescents témoins	
	Killian	Tom	Yannick	Damien	Nicolas	Fabien
Evolution des performances en Orthographe morphosyntaxique	+1,48 E.T.	-0,02 E.T.	+1,24 E.T.	-0,48 E.T.	-0,49 E.T.	-0,15 E.T.
Evolution des performances générales en Orthographe	+1,66 E.T.	-0,21 E.T.	+1,59 E.T.	-0,22 E.T.	-0,57 E.T.	-0,27 E.T.

Tableau 24 : Evolution des performances de la population cible et de la population témoin

Nous constatons que deux des sujets de notre population d'étude ont progressé et que les performances des quatre autres ont diminué.

La contrainte temporelle peut être la cause de la régression de certains des sujets, bien qu'en comparant les deux passations, il ne nous a pas semblé que nous pénalisions les adolescents lors de la dictée B.

Cependant, ils étaient informés de la contrainte : nous leur avons expliqué qu'ils devraient suivre le rythme de dictée, et que nous n'attendrions pas qu'ils aient fini leurs productions pour continuer. Le fait de savoir cela peut les avoir, en quelque sorte, perturbés : leur attention peut s'être focalisée davantage sur la quantité que sur la qualité de la production (peur d'oublier des morceaux de phrases ou des mots). Notons que cette contrainte augmente fortement les risques de saturation de la mémoire de travail.

Dès lors, il nous paraît essentiel d'analyser les différences que l'on peut répertorier quant aux particularités de chaque sujet (assiduité, comportement, passation des tests).

Il faut noter que Damien et Tom, absents à plusieurs de leurs séances d'orthophonie, et parfois même plusieurs fois de suite, n'ont pas amélioré leurs performances en orthographe.

D'autre part, pour ces deux adolescents (contrairement aux quatre autres), les conditions de passation de la dictée B ont été modifiées par rapport à celles de la dictée A. Pour des raisons d'organisation et de disponibilité indépendantes de notre volonté, ils n'ont pas pu effectuer la dictée B dans le bureau de l'orthophoniste qui les suivait (comme ils l'avaient fait pour la dictée A), nous avons dû emprunter le bureau d'une autre orthophoniste, travaillant dans le même cabinet.

Nous pensons que ce changement, associé à l'ajout d'une contrainte temporelle, a pu perturber les adolescents. En effet, nous avons remarqué quelques comportements que nous n'avions pas notés durant la première passation.

Pour Tom, nous avons remarqué une agitation sur sa chaise et une posture inadaptée pour écrire : il était agité (les jambes continuellement en mouvement), assis de travers sur sa chaise, sa calligraphie en est très déformée et raturée.

Pour Damien, nous avons remarqué de longs moments d'observation du bureau : le bureau lui-même et tout ce qui s'y trouvait, les placards et leurs contenus, bref, une exploration qui nous semblait être une attitude peu compatible avec la situation de dictée qui nécessite une attention soutenue.

En revanche, Killian, Yannick, Nicolas et Fabien ont été assidus à leurs séances (mises à part pendant les deux semaines de vacances ; pendant ces deux semaines-ci, aucun des six

adolescents ne bénéficiait de séance d'orthophonie). Ils ont donc assisté à leur séance de manière régulière.

Comme nous l'avons dit précédemment, ces quatre adolescents ont effectué la dictée A et la dictée B dans les mêmes conditions, c'est-à-dire dans les bureaux de leur orthophoniste respective.

Nous espérons observer des résultats comparables au sein de la population cible. Ce n'est pas le cas puisque deux des adolescents ont progressé (Yannick et Killian), et les deux autres ont régressé (Damien et Tom).

Afin de comparer cette population à la population témoin, pour évaluer un éventuel effet de l'entraînement de la mémoire de travail, nous avons choisi d'isoler les deux adolescents ayant progressé.

Nous avons donc comparé les adolescents n'ayant pas fait de progrès en orthographe, en les distinguant par leur population d'appartenance :

	Population cible (Damien et Tom)	Population témoin (Nicolas et Fabien)
Evolution moyenne des performances en orthographe morphosyntaxique	-0,25 E.T.	-0,32 E.T
Evolution moyenne des performances générales en orthographe	-0,21 E.T.	-0,42 E.T.

Tableau 25 : Comparaison de l'évolution moyenne des performances, chez les sujets n'ayant pas progressé entre la dictée A et la dictée B

Nous espérons observer une différence entre les adolescents entraînés et les adolescents non-entraînés, même s'ils n'avaient pas augmenté leurs performances. Nous pensons qu'en terme de performances générales, la différence entre les deux populations est significative puisque la diminution moyenne des performances des sujets cibles correspond à la moitié de celle des sujets qui n'ont pas été entraînés. En revanche, en terme d'évolution en orthographe morphosyntaxique (activité fortement dépendante des capacités en mémoire de travail), la différence entre les deux groupes est très faible (-0,25 E.T. pour la population cible et -0,32 E.T. pour la population témoin).

Ces résultats ne sont pas suffisamment marqués pour pouvoir conclure que l'entraînement soit une cause de l'évolution des sujets (évolution plus favorable chez les sujets cibles que chez les sujets témoins).

3. EMPANS ENVERS DES SUJETS

Pour finir, nous allons comparer l'empan envers des sujets cibles (avant et après l'entraînement) et des sujets témoins (première et deuxième passation). L'analyse de ces résultats sera beaucoup plus courte, étant donnée la simplicité du test et la clarté des résultats obtenus (Voir annexe VI).

	Population cible				Population témoin	
	Killian	Tom	Yannick	Damien	Nicolas	Fabien
Empan envers à la PREMIERE passation	2	3	7	5	3	4
Empan envers à la SECONDE passation	5	4	6	7	3	4

Tableau 26 : Empans envers des sujets cibles et des sujets témoins

Au sein de la population cible, tous les sujets ont augmenté leur empan envers, ce qui signifie que les capacités de mémorisation et de manipulation de l'information, au sein de la mémoire de travail, sont plus efficaces à la seconde passation. Seul Yannick a légèrement régressé, mais un empan de 7 chiffres est déjà un score considérablement élevé. A ce stade de

développement de la mémoire de travail, un chiffre en moins au score d'empan envers n'est pas vraiment significatif.

Par contre, nous notons que les sujets de la population témoin n'ont pas augmenté leurs scores.

Les sujets ayant participé à l'entraînement de la mémoire de travail ont, en majorité augmenté leurs scores au test d'empan envers. Les performances en mémoire de travail des sujets contrôles n'ont pas évolué entre la première et la seconde passation, alors que l'intervalle entre les deux était le même pour tous les sujets (entraînés et non-entraînés). Ceci nous permet de dire que l'entraînement a eu un effet positif sur les capacités de la mémoire de travail des sujets.

D'autre part, ce test s'effectue dans une modalité verbale : il sollicite donc prioritairement la boucle phonologique et l'administrateur central. Ces constats tendent à nous convaincre que l'hypothèse d'une sollicitation de la boucle phonologique par l'entraînement conçu était valable.

Nous pouvons donc penser que l'entraînement de la mémoire de travail a bien eu l'effet attendu, c'est-à-dire une augmentation des capacités spécifiques de maintien temporaire, et de manipulations mentales d'informations.

Chapitre IV

DISCUSSION DES RESULTATS

VALIDATION DES HYPOTHESES

1. HYPOTHESE CONCERNANT UNE AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE LA MEMOIRE DE TRAVAIL GRACE A L'ENTRAÎNEMENT

Nous supposons, sur l'épreuve d'empan envers, une augmentation du score des sujets ayant participé à l'entraînement.

Les résultats que nous avons obtenus tendent à valider notre hypothèse, compte tenu du contraste opposant les résultats des sujets cibles et des sujets témoins.

Sur les quatre sujets cibles, Killian a augmenté son empan de 3 chiffres, Tom, de 1 chiffre, et Damien de 2 chiffres (alors que son empan initial était déjà de 5 chiffres). Seul l'empan de Yannick a réduit à la seconde passation, de 1 chiffre. Comme nous l'avons spécifié dans la partie précédente, son score initial était cependant supérieur à la norme (7 chiffres), et son score final le situe toujours au-dessus de la norme.

Quant à la population témoin, les résultats recueillis montrent que leurs scores n'ont pas évolué entre la première et la seconde passation.

Ces résultats tendent à prouver que l'entraînement a stimulé et optimisé les capacités de la mémoire de travail (ainsi que la boucle phonologique, le test d'empan envers présentant des données en modalité verbale).

2. HYPOTHESE CONCERNANT LES EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LE DEVELOPPEMENT COGNITIF

Nous pensions observer, chez les sujets ayant participé à l'entraînement, une augmentation de leurs capacités à utiliser des opérateurs cognitifs plus complexes, entraînant des comportements réguliers plus élaborés.

Nos résultats vont dans le sens d'une validation de l'hypothèse, car les sujets cibles présentent, en moyenne, une augmentation de leurs productions de régularités Ac, AA et AO (les catégories de régularités les plus évoluées), supérieure à celle des sujets témoins :

- nous relevons une différence de + 9,38 % entre les pourcentages de productions de régularités IV (catégorie Ac) de la population témoin et de la population cible (à la seconde passation).
- nous comptons une différence de + 12,87 % entre les pourcentages de productions de régularités V (catégories AA et AO) de la population témoin et de la population cible (à la seconde passation).

3. HYPOTHESE CONCERNANT LES EFFETS DE L'ENTRAÎNEMENT SUR LES PERFORMANCES EN ORTHOGRAPHE

Nous supposons que l'entraînement permettrait un soulagement de la charge cognitive pesant sur l'acte de production écrite, au travers d'une diminution de l'effort mental à coordonner stockage et traitement des informations.

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente, la moitié de la population cible a amélioré ses performances à la dictée B, et l'autre moitié décrit une évolution inverse. Les performances de la population témoin se sont, elles aussi, dégradées.

Nous avons attribué cette baisse des performances à la contrainte temporelle caractérisant la seconde dictée.

L'évolution positive de deux des sujets cibles (Killian et Yannick), lorsque nous la comparons à celle des sujets témoins, tend à valider notre hypothèse.

Au sein du reste de la population cible, les performances orthographiques ont diminuées, mais dans une moindre proportion que celles des sujets témoins. Cependant, la différence entre les résultats des deux populations n'est pas suffisamment significative pour objectiver une divergence liée à la participation à l'entraînement de la mémoire de travail.

Etant donné que les résultats au sein de la population cible ne sont pas uniformes, et qu'une différence entre l'évolution des deux populations n'est pas objectivable, cette hypothèse n'a pu être validée.

DISCUSSION DES ASPECTS METHODOLOGIQUES

Certains des aspects méthodologiques tendent à remettre en cause la validation des hypothèses. En effet, ils introduisent au sein des résultats de nombreux biais, ce qui caractérise notre recherche d'« étude clinique », et non de « recherche expérimentale statistique ».

1. POPULATION

Afin de respecter nos critères d'inclusion fixés au départ, il a été très difficile de trouver notre population d'étude.

Nous avons sélectionné des adolescents dyslexiques-dysorthographiques de même âge : l'écart maximal est de cinq mois. Le but était de pouvoir les comparer entre eux, mais aussi de pouvoir comparer leurs productions au jeu individuel à dominante représentative aux productions des sujets tout-venant.

Les troubles de type dysorthographique étant la plupart du temps liés à une dyslexie antérieure, nous avons souhaité étudier des sujets dyslexiques-dysorthographiques, mais ayant atteint en lecture un niveau comparable à la norme. Ceci nous permet d'objectiver leurs troubles essentiellement sur le versant de la production de langage écrit. Chez tous les sujets sélectionnés, seule une lenteur en lecture persiste : le déchiffrage et la compréhension sont satisfaisants.

D'autre part, nous avons sélectionné des sujets chez qui, aucune suspicion ou détection de troubles dans le domaine du raisonnement logico-mathématique n'avait été émise.

Nous avons sélectionné notre population en évaluant leurs difficultés en orthographe, de sorte qu'elles soient plus ou moins similaires. Cependant, nous avons noté chez Killian (sujet cible) et Nicolas (sujet témoin), des difficultés plus importantes en orthographe phonétique. On peut alors se demander dans quelle mesure ces difficultés, en situation de dictée, augmentent la charge cognitive et favorisent la saturation de la mémoire de travail, par rapport aux autres sujets.

Enfin, nous avons souhaité sélectionner des adolescents suivis par la même orthophoniste, afin que la prise en charge effectuée parallèlement à l'entraînement soit comparable entre tous les sujets. Cela n'a pas été possible : peu d'orthophonistes avaient plusieurs adolescents du même âge entrant dans nos critères d'inclusion. Seuls Tom et Damien sont deux adolescents suivis par la même orthophoniste. Les quatre autres sujets sont donc suivis par différentes orthophonistes.

Cette remarque a une grande importance surtout lorsque l'on évalue l'évolution des performances orthographiques : il est d'autant plus difficile de distinguer les effets de la prise en charge des effets de l'entraînement.

2. REPRESENTATIVITE DES POPULATIONS

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une étude clinique, nous ne pourrions donc pas généraliser les résultats à un plus grand nombre de sujets.

D'autre part, nous avons bien conscience que les résultats concernant les deux sujets témoins sont peu représentatifs lorsqu'il s'agit de les comparer aux résultats des quatre sujets cibles : le nombre de sujets témoins étant insuffisant.

3. METHODES D'EVALUATION DES PERFORMANCES

Le test concernant la mémoire de travail est un test permettant seulement une estimation des performances en mémoire de travail. Afin d'évaluer plus précisément quelles sont les conséquences de l'entraînement, il aurait fallu administrer au sujet une batterie de tests plus performants, mais également plus longs, évaluant chacune des composantes de la mémoire de travail.

Nous avons choisi cette épreuve car elle est couramment utilisée pour observer l'aspect général des capacités de la mémoire de travail, et aussi parce qu'elle est très simple et très rapide.

Pour l'exploration du développement cognitif, le délai entre les tests initiaux et finaux n'est que de 10 semaines en moyenne. Cette période est courte et nous avons pu remarquer que certains sujets, surtout les sujets témoins, se rappelaient des consignes et du procédé de passation. Nous pouvons donc nous interroger sur un éventuel effet d'apprentissage. Cependant, les délais imposés dans le cadre de notre travail ne nous ont pas permis d'envisager le protocole différemment.

D'autre part, pour la population cible, nous pouvons nous interroger sur un autre effet d'apprentissage, dû à une pratique récurrente du boîtier lors de l'entraînement, même si les objets utilisés pour celui-ci sont différents : deux fois plus de boules et de couleurs. Aussi, le

protocole de l'entraînement et celui du jeu individuel à dominante représentative diffèrent beaucoup. Comme nous l'avons précisé précédemment, les sujets cibles se rappelaient beaucoup moins du protocole de passation du jeu de F. Orsini-Bouichou, que les sujets témoins. Nous pouvons attribuer la raison de cet « oubli », au fait qu'ils aient utilisé le boîtier pendant 10 semaines à d'autres fins.

Concernant la méthode d'évaluation des performances en orthographe, nous avons déjà expliqué les conditions de passations pour les différents sujets. Seules celles de Damien et Tom ont dû être modifiées lors de la passation de la dictée B : le lieu de passation initial (le bureau de l'orthophoniste qui les prend en charge) n'a pu être utilisé pour la passation de la seconde dictée car il était déjà occupé. Une autre orthophoniste du cabinet nous a aimablement prêté son bureau pour faire passer la dictée à ces deux sujets (individuellement).

APPORTS PERSONNELS ET LIENS AVEC LA PRATIQUE ORTHOPHONIQUE

Ce mémoire nous a permis, à travers nos lectures, de prendre conscience de l'importance que prend la mémoire de travail dans les activités cognitives complexes. Il nous a également permis de prouver que ses capacités pouvaient évoluer, et par conséquent, améliorer les performances des sujets dans d'autres domaines.

Pour notre pratique future, cela nous conforte dans l'idée d'adopter une démarche poussant le patient à solliciter sa mémoire de travail et à raisonner à travers des représentations mentales.

Cependant, nous avons rapidement pris conscience du côté rébarbatif de notre entraînement. Il faudrait l'adapter pour le rendre plus ludique et plus attrayant aux yeux des patients. Le support matériel, par contre, leur a beaucoup plu.

D'autre part, ce mémoire nous a sensibilisé sur l'importance de l'évaluation en orthophonie, et entre autre du lien pouvant exister entre le niveau de développement cognitif et le niveau de production en langage écrit.

Nous pensons qu'une évaluation des performances dans le domaine logico-mathématique pourrait certainement éclaircir le thérapeute sur les difficultés (éventuelles) du patient, et sur les liens que celles-ci peuvent entretenir avec ses difficultés en langage écrit.

En effet, l'analyse grammaticale consiste en un raisonnement logique sur la syntaxe, à travers la perception de classes grammaticales et de relations existant entre ces classes.

Dans certains cas, une rééducation logico-mathématique sollicitant l'intégration de ces concepts, les représentations mentales et la mémoire de travail, pourrait être bénéfique.

Enfin, nous pensons que pour solliciter chez les patients une motivation à progresser en orthographe, il faut les sensibiliser et les stimuler à travers la production écrite et le versant ludique qu'elle peut revêtir. Effectivement, les adolescents que nous avons rencontrés semblaient avoir du mal à s'investir dans la rééducation orthophonique.

Avec cette population, nous pensons donc qu'il faut s'attacher à travailler l'orthographe de manière ludique, en sollicitant l'imagination des adolescents, leurs centres d'intérêts, à travers des jeux de production écrite.

CONCLUSION

Notre recherche avait pour objectif d'observer si un entraînement de la mémoire de travail, pouvait en augmenter les capacités, et par conséquent, améliorer les performances des adolescents dysorthographiques dans divers domaines.

Pour cela, nous avons proposé à quatre adolescents dysorthographiques, un entraînement de la mémoire de travail en parallèle à leur rééducation orthophonique.

Nous les avons soumis, avant et après l'entraînement, à trois épreuves : évaluation du développement cognitif, évaluation des performances orthographiques et estimation des capacités de la mémoire de travail.

Les résultats et l'évolution des adolescents entraînés ont été comparés à ceux d'une population témoin : deux adolescents dysorthographiques, suivis eux aussi en orthophonie, mais n'ayant pas participé à l'entraînement.

Suite à l'entraînement, nous observons au sein de la population cible un développement des capacités de la mémoire de travail, alors que nous ne constatons aucune évolution de celles-ci chez les sujets contrôles.

D'autre part, au jeu individuel à dominante représentative³³ (outil d'évaluation du développement cognitif), les deux populations ont augmenté le degré d'élaboration de leurs productions. Cependant, les productions des adolescents ayant participé à l'entraînement de la mémoire de travail décrivent une amélioration beaucoup plus marquée.

En revanche, une amélioration des performances orthographiques n'a pu être vérifiée. Seuls deux des adolescents de la population cible ont progressé. Les deux autres montrent des performances réduites par rapport à la première dictée, constat que l'on peut également attribuer aux deux adolescents de la population témoin.

³³ cf : F. Orsini-Bouichou

Même si cette réduction est plus importante chez les sujets témoins que chez les sujets ayant participé à l'entraînement, la différence entre les deux populations n'est pas assez significative. Notre hypothèse d'une amélioration des performances orthographiques ne peut donc être validée.

Cette recherche montre l'importance de s'intéresser à la mémoire de travail dans la pratique orthophonique. En effet, le développement de ses capacités ouvre la possibilité d'une élaboration de la pensée à travers une structuration cognitive, permettant la manipulation de représentations mentales et l'accès à une coordination de schèmes toujours plus opérante.

BIBLIOGRAPHIE

Baddeley, A. (1992) *La mémoire humaine théorie et pratique*, Ed. Presses Universitaires de Grenoble.

Chanquoy, L. & Negro, I. (2004) *Psychologie du développement*, Ed. Hachette Supérieur.

Cordier, F. & Gaonac'h, D. (2004) *Apprentissage et mémoire*, Ed. Armand Colin.

Deldime, R. & Vermeulen, S. (2004) *Le développement psychologique de l'enfant*, Ed. De Boeck & Belin.

De Maistre, M. (1970) *Dyslexie Dysorthographe*, Ed. Editions Universitaires

Gaonac'h, D. & Larigauderie, P. (2000) *Mémoire et fonctionnement cognitif : la mémoire de travail*, Ed. Armand Colin.

Orsini-Bouichou, F. (1982) *L'intelligence de l'enfant ontogénèse des invariants*, Ed. Centre National de Recherche Scientifique (CNRS).

Piaget, J. & Inhelder, B. (1955) *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*, Ed. Presses Universitaires de France.

Soprano, A.M. & Narbona, J. (2009) *La mémoire de l'enfant*, Ed. Masson.

Zesiger, P. (1995) *ECRIRE : Approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, Ed. Presses Universitaires de France.

ANNEXES

Description de l'entraînement

Certaines informations feront l'objet à la fois d'un traitement et d'un rappel. Parfois, il faudra traiter l'information « couleur » et rappeler l'information « nombre de boules dans la couleur », par moment, ce sera l'inverse, et parfois, il faudra traiter deux informations de nature différente (attention partagée).

Voici la consigne de départ que nous avons donnée à tous les adolescents :

« Nous jouerons à chaque fois l'un après l'autre. Je vais d'abord remplir le boîtier, puis je cacherai ce que j'ai fait, et ce sera à toi de jouer en respectant la règle que je t'aurai donnée. »

Avant de commencer la description de l'ensemble des entraînements et des items qui les composent, précisons quelles « abréviations » nous avons utilisées pour plus de facilité :

R : symbolise 1 boule Rouge

B : symbolise 1 boule Bleue

V : symbolise 1 boule Verte

J : symbolise 1 boule Jaune

La séquence de lettres initiale représente la suite de boules que l'expérimentateur place dans le boîtier, puis qu'il cache à l'aide du couvercle.

? : symbolise l'activation du couvercle et l'attente de la réponse du sujet.

***** : symbolise l'attente du placement d'1 boule de la part du sujet.

****** : symbolise la réponse attendue, qui comprend 2 boules.

(etc.)

1^{er} entraînement :

(Remplissage de trois boîtiers pour chacune des deux règles)

1^{ère} règle (règle n°1) :

« Tu dois faire exactement comme moi. »

1^{er} boîtier :

B R ? * *

- 2 informations à rappeler

B V R ? * * *

- 3 informations à rappeler

R B V ? * * *

- 3 informations à rappeler

J V B R ? * * * *

- 4 informations à rappeler

2^{ème} boîtier :

B B R V ? * * * *

- 4 informations à rappeler dont 2 sont liées entre elles (en italique) (*B, 2 boules* ; R ; V)

R V R ? * * *

- 3 informations à rappeler (R ; V ; R)

V V J R J ? * * * * *

- 5 informations à rappeler dont 2 sont liées entre elles (*V, 2 boules* ; J ; R ; J)

3^{ème} boîtier :

V R J B V B ? * * * * * *

- 6 informations à rappeler (V ; R ; J ; B ; V ; B)

J J R B V J ? * * * * * *

- 6 informations à rappeler dont 2 sont liées entre elles (*J, 2 boules* ; R ; B ; V ; J)

2^{ème} règle (règle n°2) :

« Tu dois faire la même chose que moi, tu respectes ce que je fais, mais pour chaque couleur, tu dois changer de couleur. »

Dans cette règle, le nombre de boule est un critère essentiel à traiter et à rappeler car la structure de l’item doit être respectée, seul le critère « couleur » doit être traité et modifié. Nous considérons pour cette règle que les deux critères (« couleur » et « nombre de boules ») représentent chacun et pour chaque couleur, une information à part entière.

1^{er} boîtier :

B ? *

- 1 information à traiter (B) associée à 1 information à rappeler (1 boule)

R R ? **

- 1 information à traiter (R) associée à 1 information à rappeler (2 boules)

V V V ? ***

- 1 information à traiter (V) associée à 1 information à rappeler (3 boules)

J J J J J J ? *****

- 1 information à traiter (J) associée à 1 information à rappeler (6 boules)

2^{ème} boîtier :

B B V ? ***

- 2 informations à traiter (B ; V) associées respectivement à 2 informations à rappeler (2 boules ; 1 boule)

J R R ? ***

- 2 informations à traiter (J ; R) associées respectivement à 2 informations à rappeler (1 boule ; 2 boules)

V B ? **

- 2 informations à traiter (V ; B) associées respectivement à 2 informations à rappeler (1 boule ; 1 boule)

R R J J ? *****

- 2 informations à traiter (R ; J) associées respectivement à 2 informations à rappeler (2 boules ; 2 boules)

3^{ème} boîtier :

B V V B V V ? * * * * *

- 2 x {2 informations à traiter (B ; V) associées respectivement à 2 informations à rappeler (1 boule ; 2 boules)}

OU

- 4 informations à traiter (B ; V ; B ; V) associées respectivement à 4 informations à rappeler (1 boule ; 2 boules ; 1 boule ; 2 boules)

R V V J J J ? * * * * *

- 3 informations à traiter (R ; V ; J) associées respectivement à 3 informations à rappeler (1 boule ; 2 boules ; 3 boules)

2^{ème} entraînement :

(Remplissage de trois boîtiers pour chacune des deux règles)

1^{ère} règle (règle n°3) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, à chaque fois que je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge. C'est la seule règle que tu as à respecter. »

1^{er} boîtier :

B ? *

- 1 informations à traiter

R ? *

- 1 information à rappeler, cette information doit être inhibée car elle est présente dans la règle, mais il n'est pas demandé d'appliquer la règle inverse.

B J ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

J B ? * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter

B B J ? * * *

- 1 information à traiter (B) associée à 1 information à rappeler (2 boules) ; 1 information à rappeler

V B V ? * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler (notons que les deux informations à rappeler sont les mêmes)

2^{ème} boîtier :

B V ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

B R ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler et à inhiber

B R R B ? * * * *

- 1 information à traiter ; 2 informations associées à rappeler (R, 2 boules) dont 1 des deux doit être inhibée (R) ; 1 information à traiter

B J B V ? * * * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

3^{ème} boîtier :

B B B V R B ? * * * * *

- 1 information à traiter (B) associée à 1 information à rappeler (3 boules) ; 2 informations à rappeler (V ; R) dont 1 est à inhiber (R) ; et 1 information à traiter

B R J B B R ? * * * * *

- 1 information à traiter (B) ; 2 informations à rappeler (R ; J) dont 1 est à inhiber (R) ; 1 information à traiter (B) associée à 1 information à rappeler (2 boules) ; et 1 information à rappeler et à inhiber (R)

2^{ème} règle (règle n°4) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule bleue. C'est la seule règle que tu as à respecter. »

Lors du passage à cette règle le sujet doit faire preuve de flexibilité mentale. Dans la règle précédente, on lui demandait de traiter l'information B et d'inhiber l'information R. Maintenant, on lui demande l'inverse : R est une information à traiter et B est à inhiber.

1^{er} boîtier :

R ? *

- 1 information à traiter

B ? *

- 1 information à rappeler et à inhiber (cette information est à inhiber, au même titre que la couleur R était à inhiber dans la règle précédente)

R J ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

V R ? * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter

J R R ? * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter (R) associée à 1 information à rappeler (2 boules)

V R V ? * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler (notons que les deux informations à rappeler sont les mêmes)

2^{ème} boîtier :

R V ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

R B ? * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler et à inhiber

R B R B ? * * * *

- 1 informations à traiter ; 1 information à rappeler et à inhiber ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler et à inhiber

R B B R ? * * * *

- 1 information à traiter ; 2 informations liées entre elles à rappeler (B, 2 boules) dont 1 est à inhiber (B) ; 1 information à traiter

3^{ème} boîtier :

R B B R R R ? * * * * * *

- 1 information à traiter ; 2 informations liées entre elles à rappeler (B, 2 boules) dont 1 est à inhiber (B) ; 1 information à traiter (R) associée à 1 information à rappeler (3 boules)

V R J B B R ? * * * * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 2 informations liées entre elles (B, 2 boules) à rappeler dont 1 à inhiber (B) ; 1 information à traiter

3^{ème} entraînement :

(Remplissage de deux boîtiers pour chacune des deux règles)

Dans cette règle, le nombre de boule a toujours de l'importance car il fait partie des conditions d'application de la règle, il faut 2 boules jaunes pour effectuer un traitement qui donnera comme résultat une seule boule (bleue en l'occurrence). La structure de l'item doit donc être correctement mémorisée car l'application de la règle va la modifier. On prendra donc en compte le critère « couleur » et le critère « nombre de boules ».

1^{ère} règle (règle n°5) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai deux boules jaunes qui se suivent, toi, tu devras mettre une seule boule bleue. »

1^{er} boîtier :

J J ? *

- 2 informations associées entre elles (J, 2 boules) qui conduisent à un traitement

J ? *

- 2 informations associées (J, 1 boule) qui donne lieu à un rappel simple (J est une information qui active la règle, on peut donc considérer qu'il y a inhibition de la règle et redirection de l'attention vers le processus de rappel)

J J V ? * *

- 2 informations associées (J, 2 boules) qui donnent lieu à un traitement ; 2 informations associées (V, 1 boule) qui donnent lieu à un rappel.

J J J ? * *

- 2 informations (J, 3 boules).

Grâce au principe de cardinalité, les sujets doivent effectuer une manipulation des informations pour pouvoir effectuer un traitement, soit :

- 4 informations (J, 2 boules, J, 1 boule) dont 2 associées entre elles (J, 2 boules) font l'objet du traitement et 2 associées entre elles (J, 1 boule) font l'objet d'un rappel ;
- ou bien, 4 informations (J, 1 boule, J, 2 boules) dont 2 associées entre elles font l'objet d'un rappel (J, 1 boule) et 2 associées entre elles (J, 2 boules) font l'objet du traitement.

R J J V B ? * * * *

- 2 informations associées à rappeler (R, 1 boule) ; 2 informations associées à traiter (J, 2 boules) ; 2 informations associées à rappeler (V, 1 boule) ; 2 informations associées à rappeler (B, 1 boule) et à inhiber pour que la règle inverse ne soit pas appliquée (comme dans les règles précédentes)

2^{ème} boîtier :

B J J V R ? * * * * *

- 2 informations associées entre elles (B, 1 boule) à rappeler et à inhiber ; 2 informations (J, 2 boules) à traiter ; 4 informations associées 2 à 2 à rappeler (V, 1 boule ; R, 1 boule)

R V J J J B R ? * * * * * *

- 4 informations associées 2 à 2 à rappeler (R, 1 boule ; V, 1 boule) ;
- 2 informations (J, 3 boules) qui subiront dans un premier temps un traitement, dans le but de modifier la structure : ce qui donnera 4 informations (J, 2 boules ; J, 1 boule ; ou l'inverse³⁴) dont 2 informations sont à traiter (J, 2 boules) et 2 informations sont à rappeler (J, 1 boule) ;
- 2 informations à rappeler et à inhiber (B, 1 boule) ;
- et 2 informations à rappeler (R, 1 boule)

2^{ème} règle (règle n°6) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre deux boules jaunes. »

1^{er} boîtier :

B ? * *

- 1 information à traiter

B B ? * * * *

- 2 informations à traiter

³⁴ Voir le quatrième item du premier boîtier de la même règle.

J B R ? * * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler

La première information à rappeler (J) peut créer une interférence lors de la restitution de la réponse car le traitement (de la boule bleue) donne lieu à la production de deux boules jaunes, donc de même couleur que cette information à rappeler.

B V J ? * * * *

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 1 information à rappeler

2^{ème} boîtier :

J J R B ? * * * * *

- 2 informations liées entre elles à inhiber et à rappeler (J, 2 boules) (informations présentes dans la règle) ; 1 information à rappeler (R) ; 1 information à traiter.

V B R J B V ? * * * * * * * *

- 1 information à rappeler ; 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 1 information à rappeler (pouvant à nouveau faire interférence) ; 1 information à traiter et 1 information à rappeler.

4^{ème} entraînement :

(Remplissage de deux boîtiers pour chacune des deux règles)

1^{ère} règle (règle n°7) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge, et, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule bleue. »

1^{er} boîtier :

B ? *

- 1 information à traiter

R ? *

- 1 information à traiter

R B ? **

- 2 informations à traiter, mais 2 traitements différents ($R \rightarrow B$; $B \rightarrow R$)

B R B R ? ****

- 4 informations à traiter (alternance des deux traitements : $B \rightarrow R$; $R \rightarrow B$; $B \rightarrow R$; $R \rightarrow B$)

R B J R ? ****

- 2 informations à traiter (R, B, donc deux traitements différents) ; 1 information à rappeler ; 1 information à traiter

2^{ème} boîtier :

B V B R R J ? ****

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 2 informations à traiter (traitements différents : $B \rightarrow R$; $R \rightarrow B$) dont l'une des deux (R) est associée à 1 information à rappeler (2 boules) ; OU, 3 informations à traiter (le traitement de la première est différent de celui des deux dernières) ; et 1 information à rappeler.

R J R B V R ? ****

- 1 information à traiter ; 1 information à rappeler ; 2 informations à traiter (traitements différents) ; 1 information à rappeler ; et 1 information à traiter.

2^{ème} règle (règle n°8) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge, et, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule verte. »

Lors du passage à cette règle le sujet doit faire preuve de flexibilité mentale. On lui demande d'effectuer le même traitement que précédemment sur les boules bleues, en revanche, le traitement de la règle précédente, effectué sur les boules rouges, doit être inhibé et remplacé par un traitement nouveau.

1^{er} boîtier :

B R ? * *

- 1 information à traiter (B) ; 1 information (R) à inhiber mais à traiter (explication : la réponse de la règle précédente : B, doit être inhibée)

R B B ? * *

- 1 information à inhiber mais à traiter (R) ; 1 information à traiter (B) associée à une information à rappeler (2 boules)

V B J R ? * * * *

- 1 information (V) à inhiber (pour ne pas appliquer la règle inverse : $V \rightarrow R$) et à rappeler ; une information à traiter (B) ; 1 information à rappeler (J) ; et 1 information à inhiber mais à traiter (R)

B V R ? * * *

- 1 information à traiter (B) ; 1 information à inhiber et à rappeler (V) ; et 1 information à inhiber mais à traiter (R)

L'information « V » peut créer une interférence avec le traitement de la boule rouge qui la suit.

2^{ème} boîtier :

B R ? * *

- 1 information à traiter (B) ; et 1 information à inhiber mais à traiter (R)

J R V B ? * * * *

- 1 information à rappeler (J) ; 1 information à inhiber mais à traiter (R) ; 1 information à inhiber et à rappeler (V) ; et 1 information à traiter (B)

R J B R V R ? * * * * *

- 1 information à inhiber mais à traiter (R) ; 1 information à rappeler (J) ; 1 information à traiter (B) ; 1 information à inhiber mais à traiter (R) ; 1 information à inhiber et à rappeler (V) ; et 1 information à inhiber mais à traiter (R)

Dans les deux derniers entraînements, il faudra traiter à la fois l'information « couleur » et l'information « nombre de boules ».

5^{ème} entraînement :

(Remplissage de deux boîtiers pour chacune des deux règles)

1^{ère} règle (règle n°9) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre une boule de plus que moi. »

1^{er} boîtier :

R J ? * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (R, 1 boule ; J, 1 boule)

B B R R ? * * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 2 boules ; R, 2 boules)

V V J ? * * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 2 boules ; J, 1 boule)

2^{ème} boîtier :

V J R R ? * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 1 boule ; J, 1 boules ; R, 2 boules)

V V J B B ? * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 2 boules ; J, 1 boule ; B, 2 boules)

2^{ème} règle (règle n°10) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre une boule de moins que moi. »

1^{er} boîtier :

J J B B ? * *

- 4 informations à traiter, toujours associées 2 à 2 (J, 2 boules ; B, 2 boules)

J R R ? *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (J, 1 boule ; R, 2 boules)

V V J J J R R R ? * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 2 boules ; J, 3 boules ; R, 3 boules)

2^{ème} boîtier :

V V J R R R ? * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 2 boules ; J, 1 boule ; R, 3 boules)

B B B B V V V R R ? * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 4 boules ; V, 3 boules ; R, 2 boules)

6^{ème} entraînement :

(Remplissage de quatre boîtiers pour chacune des deux règles)

1^{ère} règle (règle n°11) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre le double de boules que moi. »

1^{er} boîtier :

R B ? * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (R, 1 boule ; B, 1 boule)

B B V ? * * * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 2 boules ; V, 1 boule)

J V R ? * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (J, 1 boule ; V, 1 boule ; R, 1 boule)

2^{ème} boîtier :

V J ? * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 1 boule ; J, 1 boule)

B J J V V V ? * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 1 boule ; J, 2 boules ; V, 3 boules)

3^{ème} boîtier :

B J J R ? * * * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 1 boule ; J, 2 boules ; R, 1 boule)

R R V R ? * * * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (R, 2 boules ; V, 1 boule ; R, 1 boule)

4^{ème} boîtier :

B B B B V V R ? * * * * * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 4 boules ; V, 2 boules ; R, 1 boule)

2^{ème} règle (règle n°12) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer la couleur et, dans chaque couleur, tu devras mettre la moitié de boules que moi. »

1^{er} boîtier :

B B R R ? * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 2 boules ; R, 2 boules)

J J J J V V V V B B ? * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (J, 4 boules ; V, 4 boules ; B, 2 boules)

2^{ème} boîtier :

R R V V V V V V ? * * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (R, 2 boules ; V, 6 boules)

B B B B J J J ? * * * * ou * * * * *

- 4 informations à traiter, associées 2 à 2 (B, 4 boules ; J, 3 boules)

Il est impossible de faire la moitié de 3, quand les adolescents le notaient, nous leur disions de faire « ce qu'ils pensaient être le plus juste ».

3^{ème} boîtier :

J J J J B B B B B B B B V V ? * * * * * * *

- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (J, 4 boules ; B, 8 boules ; V, 2 boules)

4^{ème} boîtier :

V V V V V V V V R R R R R R J J ? * * * * * * * *

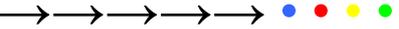
- 6 informations à traiter, associées 2 à 2 (V, 8 boules ; R, 6 boules ; J, 2 boules)

Les supports visuels

1^{er} entraînement :

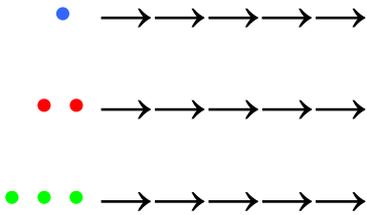
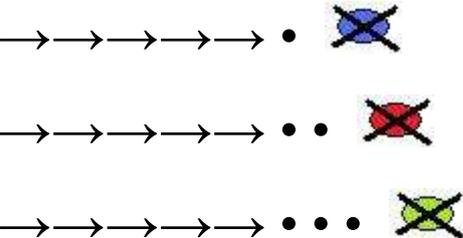
1^{ère} règle (règle n°1) :

« Tu dois faire exactement comme moi. »

MOI	TOI
	

2^{ème} règle (règle n°2) :

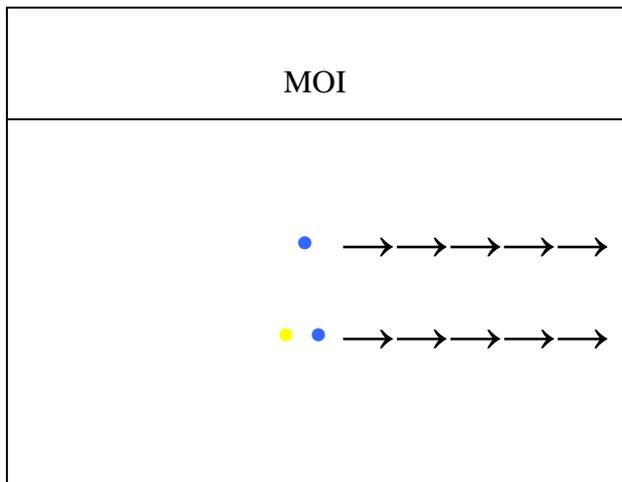
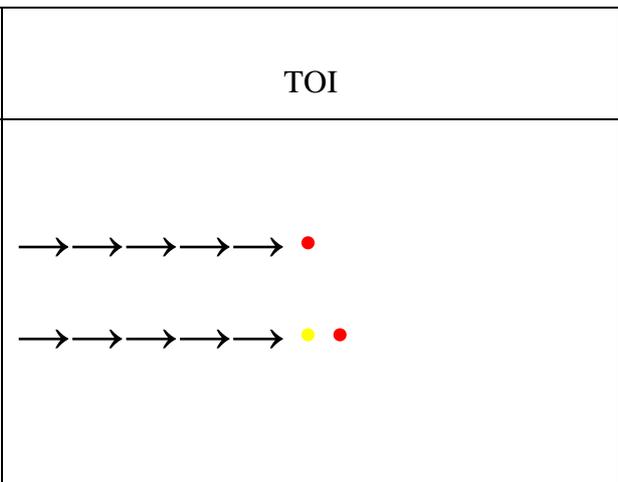
« Tu dois faire la même chose que moi, tu respectes ce que je fais, mais pour chaque couleur, tu dois changer de couleur. »

MOI	TOI
	

2^{ème} entraînement :

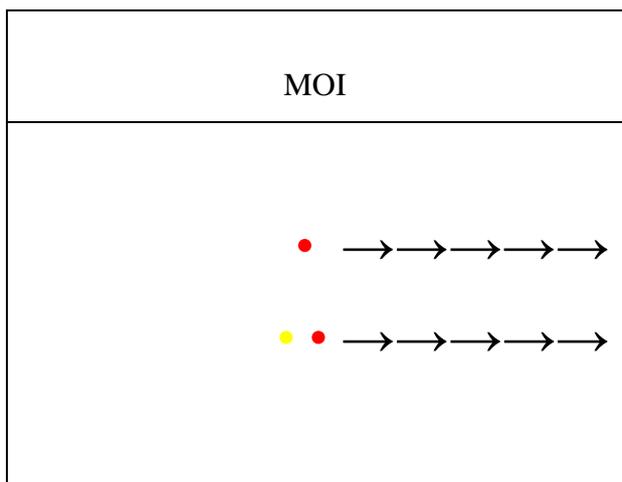
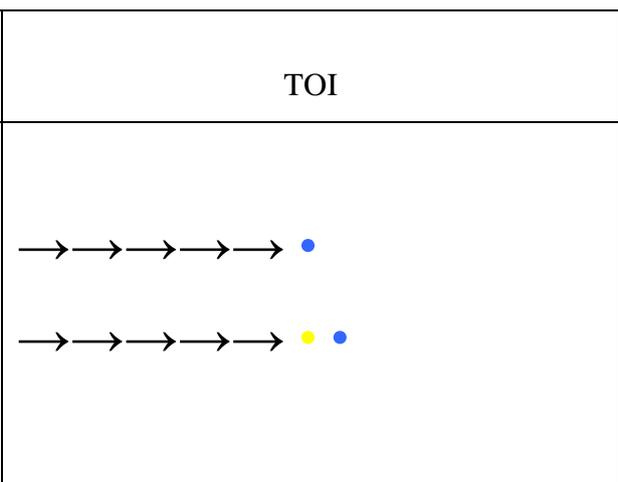
1^{ère} règle (règle n°3) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, à chaque fois que je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge. C'est la seule règle que tu as à respecter. »

MOI	TOI
	

2^{ème} règle (règle n°4) :

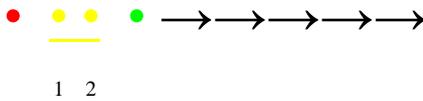
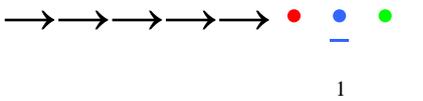
« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule bleue. C'est la seule règle que tu as à respecter. »

MOI	TOI
	

3^{ème} entraînement :

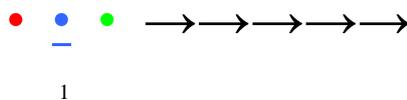
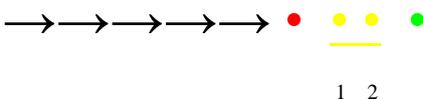
1^{ère} règle (règle n°5) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand que je mettrai deux boules jaunes qui se suivent, toi, tu devras mettre une seule boule bleue. »

MOI	TOI
 1 2	 1

2^{ème} règle (règle n°6) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand que je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre deux boules jaunes. »

MOI	TOI
 1	 1 2

4^{ème} entraînement :

1^{ère} règle (règle n°7) :

« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge, et, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule bleue. »

MOI	TOI
• →→→→→	→→→→→ •
• →→→→→	→→→→→ •
• • →→→→→	→→→→→ • •
• • →→→→→	→→→→→ • •

2^{ème} règle (règle n°8) :

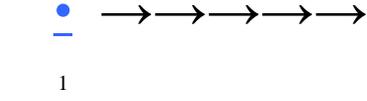
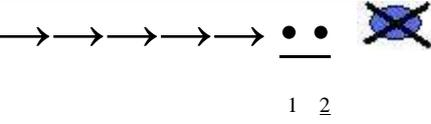
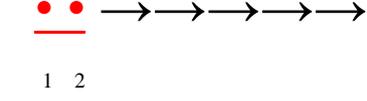
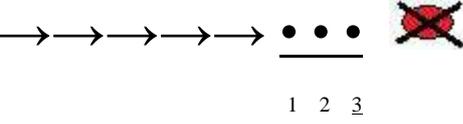
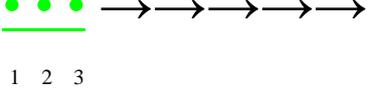
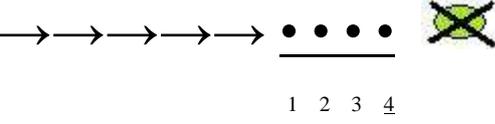
« Tu vas devoir faire la même chose que moi, mais, quand je mettrai une boule bleue, toi, tu devras mettre une boule rouge, et, quand je mettrai une boule rouge, toi, tu devras mettre une boule verte. »

MOI	TOI
• →→→→→	→→→→→ •
• →→→→→	→→→→→ •
• • →→→→→	→→→→→ • •
• • →→→→→	→→→→→ • •

5^{ème} entraînement :

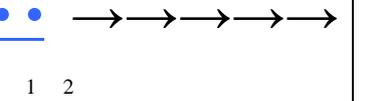
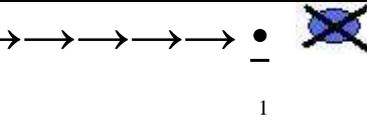
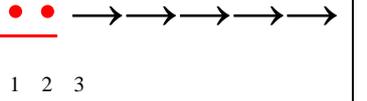
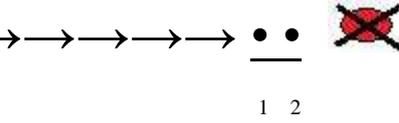
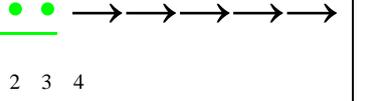
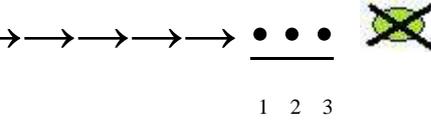
1^{ère} règle (règle n°9) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre une boule de plus que moi. »

MOI	TOI
	
	
	

2^{ème} règle (règle n°10) :

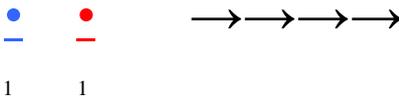
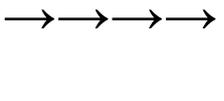
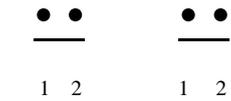
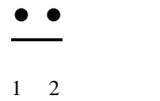
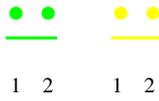
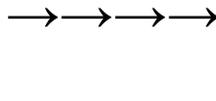
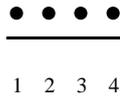
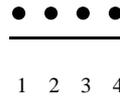
« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre une boule de moins que moi. »

MOI	TOI
	
	
	

6^{ème} entraînement :

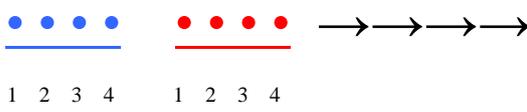
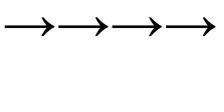
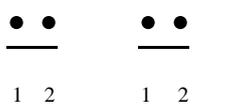
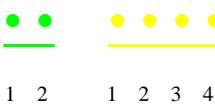
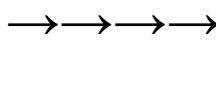
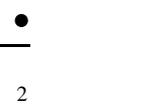
1^{ère} règle (règle n°11) :

« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer les couleurs, et, dans chaque couleur, tu devras mettre le double de boules que moi. »

MOI		TOI	
			
			
			
			

2^{ème} règle (règle n°12) :

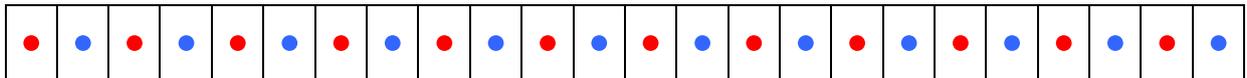
« Tu vas devoir respecter ce que je fais, mais, tu vas devoir changer la couleur et, dans chaque couleur, tu devras mettre la moitié de boules que moi. »

MOI		TOI	
			
			
			
			

KILLIAN
Evaluation du développement cognitif
(test AVANT l'entraînement)

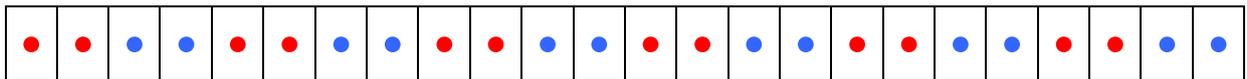
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



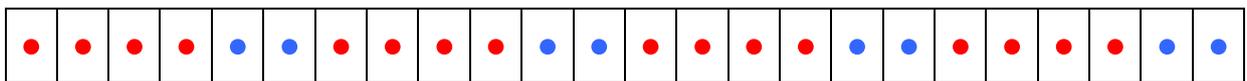
➤ Asé 1/1, Régularité II

d1 :



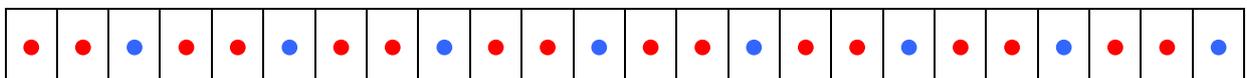
➤ Asf 2/2, Régularité III

d2 :



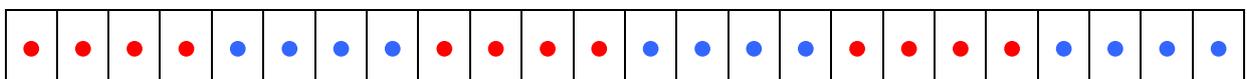
➤ Ac 4/2, Régularité IV

d3 :



➤ Ac 2/1, Régularité IV

d4 :

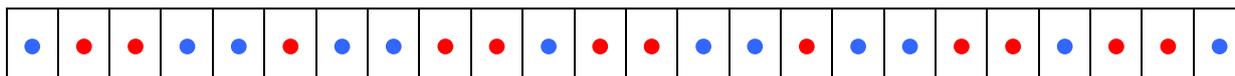


➤ Asf 4/4, Régularité III

Description des productions d5, d6 et d7 :

d5 :

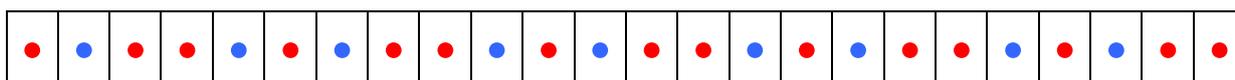
« Je fais 1, (...) 2, 2, (...) 1, (...) 2, 2, (...) 1, (...) 2, 2, (...) en changeant à chaque fois la couleur »



- Ac (1 / Asf 2/2), Régularité IV
- Nous pouvons considérer cette Ac comme une Alternance Complexe « de niveau supérieur » car, parmi les deux groupes d'éléments, il en est un qui révèle à lui seul, une production régulière (Asf 2/2, régularité III).
- Elle n'a pas été cotée comme une AA [Ac (1 / Asf 2/2), Ac (1 / Asf 2/2)], car la différence entre les deux Ac (les couleurs se trouvent inversées) ne fait pas partie du projet de Killian. En effet, il ne fait que changer la couleur de proche en proche, lorsqu'il change le nombre de boules.

d6 :

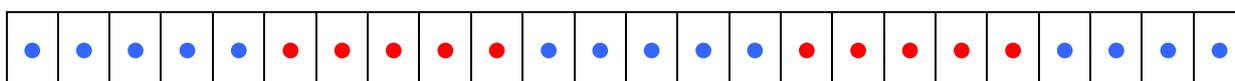
« Je fais rouge, bleu, (...) rouge, rouge, (...) bleu, (...) et puis je recommence, rouge, bleu, (...) rouge, rouge, (...) bleu »



- AA [Asé 1/1, Ac 2/1], Régularité V

d7 :

Killian dit ne plus avoir d'idées avant de proposer : « si ! J'aurais pu faire aussi 5 bleues, 5 rouges, 5 bleues, 5 rouges... »

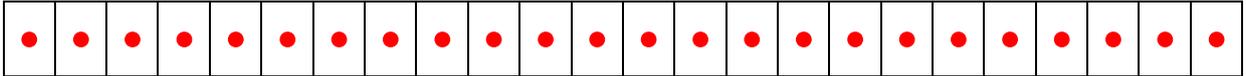


- Asf 5/5, Régularité III

KILLIAN
Evaluation du développement cognitif
(test APRES l'entraînement)

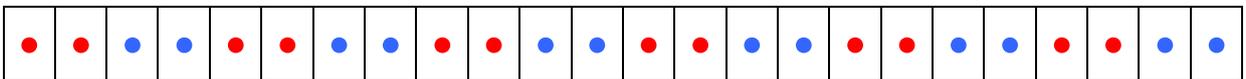
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



➤ U, Régularité I

d1 :



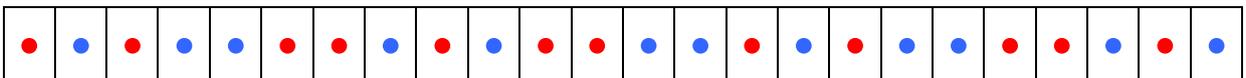
➤ Asf 2/2, Régularité III

d2 :



➤ AA [Asé 1/1, Asf 2/2], Régularité V

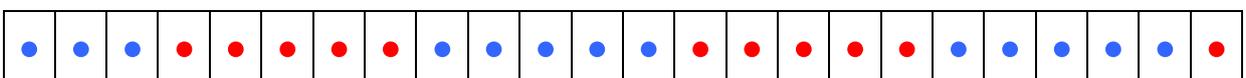
d3 :



➤ AA [Asé 1/1/1, Asf 2/2], Régularité V

Killian décrit cette structure : « 1,1,1,2,2, (...) 1,1,1,2,2, etc » et dit qu'il change de couleur à chaque fois.

d4 :

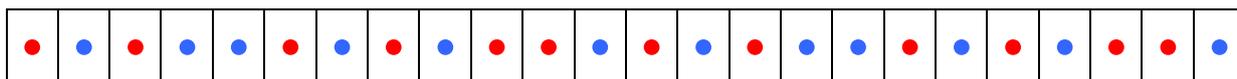


➤ Ac 3/2 (avec inversion des couleurs à chaque nouvelle Ac), Régularité IV

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

« J'aurais pu faire rouge, bleu, rouge, (...) bleu, bleu, rouge, et puis je recommence en changeant la couleur » (*demande de précision*) « et bien je recommence et ça fait bleu, rouge, bleu, (...) rouge, rouge, bleu, et après ça refait comme au début : rouge bleu, rouge... »

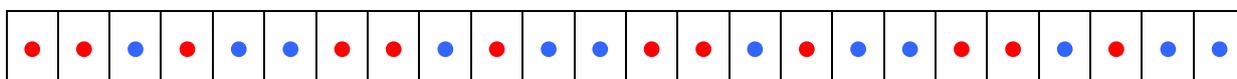


➤ AA [Asé 1/1/1 / Ac 2/1], Régularité V

d6 :

Killian ne trouve plus d'idées. Nous l'encourageons à continuer.

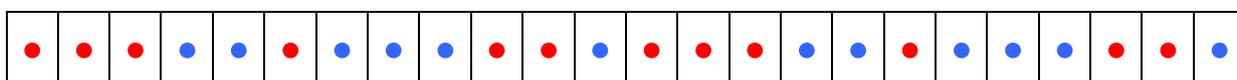
« J'aurais pu faire 2 rouges, 1 bleue, (...) 1 rouge, 2 bleues, (...) et puis je recommence, mais c'est un peu facile... »



➤ AA [Ac 2/1, Ac 1/2], Régularité V

d7 :

« J'aurais pu faire aussi 3 rouges, 2 bleues, 1 rouge, (...) 3 bleues, 2 rouges, 1 bleue, et ainsi de suite... Et puis j'aurais pu faire l'inverse aussi : 1, 2, 3, 1, 2, 3... »

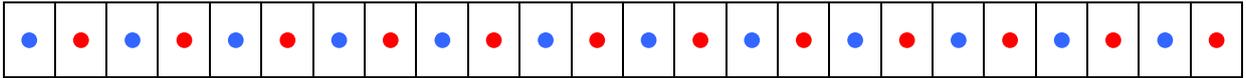


➤ AO, Régularité V

TOM
Evaluation du développement cognitif
(test AVANT l'entraînement)

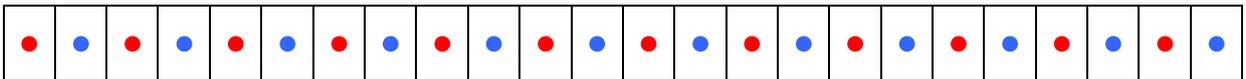
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



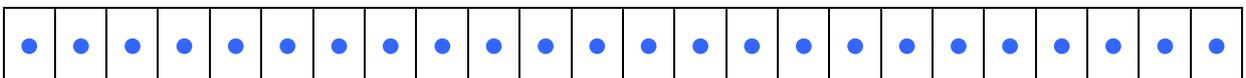
➤ Asé 1/1, Régularité II

d1 :



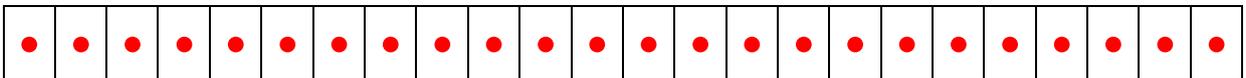
➤ Asé 1/1, Régularité II

d2 :



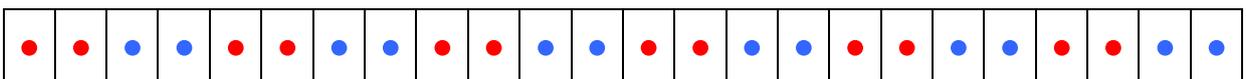
➤ U, Régularité I

d3 :



➤ U, Régularité I

d4 :

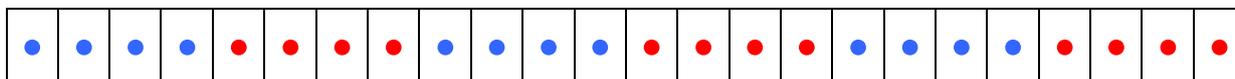


➤ Asf 2/2, Régularité III

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

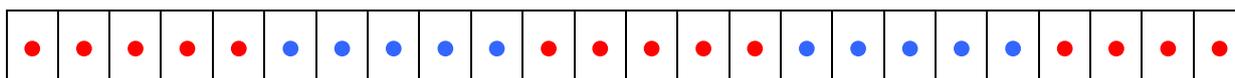
« Je peux faire 4 bleues, 4 rouges, 4 bleues, 4 rouges, etc. »



➤ Asf 4/4, Régularité III

d6 :

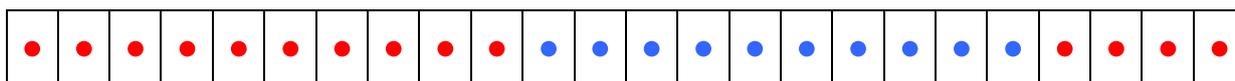
« Je peux faire aussi 5 rouges, 5 bleues, 5 rouges, 5 bleues... »



➤ Asf 5/5, Régularité III

d7 :

« Je peux faire pareil mais avec 10 » (*demande de précision*) « toujours pareil, 10 d'une couleur, 10 de l'autre et ainsi de suite »

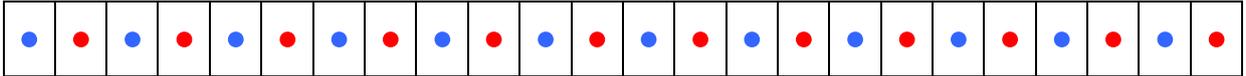


➤ Asf 10/10, Régularité III

TOM
Evaluation du développement cognitif
(test APRES l'entraînement)

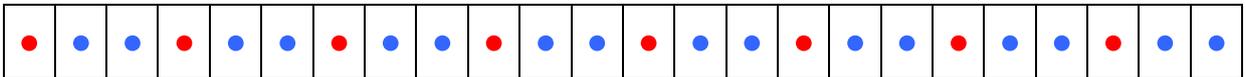
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



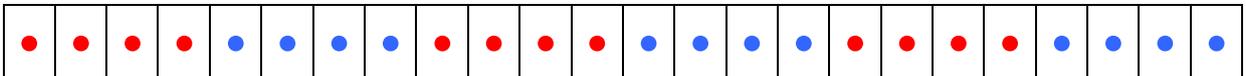
➤ Asé 1/1, Régularité II

d1 :



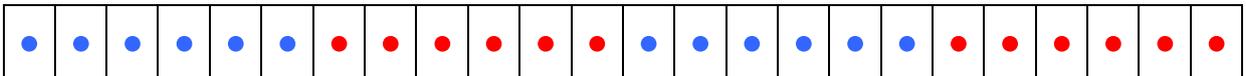
➤ Ac 1/2, Régularité IV

d2 :



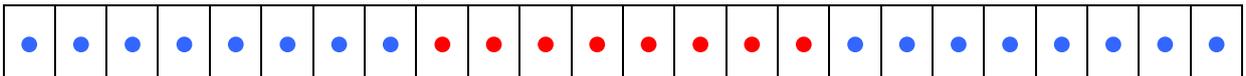
➤ Asf 4/4, Régularité III

d3 :



➤ Asf 6/6, Régularité III

d4 :

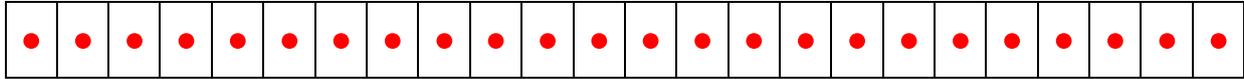


➤ Asf 8/8, Régularité III

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

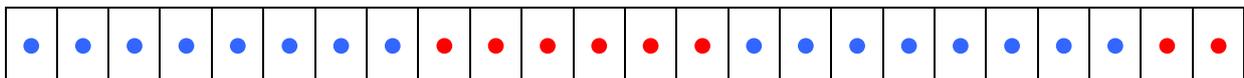
« J'aurais pu faire tout rouge ou tout bleu »



➤ U, Régularité I

d6 :

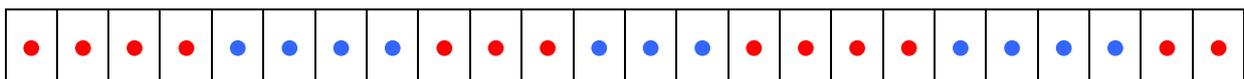
« J'aurais pu faire 8 bleues, 6 rouges, 8 bleues, 6 rouges, enfin j'aurais pas pu refaire 6 à la fin parce qu'il n'y a pas assez de cases, (...) ça aurait fait deux à la fin »



➤ Ac 8/6, Régularité IV

d7 :

« J'aurais pu faire 4 rouges, 4 bleues, 3 rouges, 3 bleues, et encore 4 rouges, 4 bleues, 3 rouges, 3 bleues »

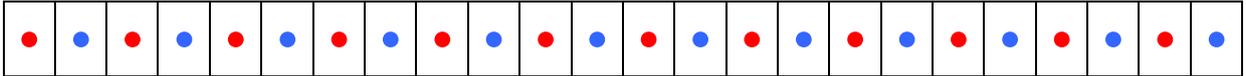


➤ AA [Asf 4/4, Asf 3/3], Régularité V

YANNICK
Evaluation du développement cognitif
(test AVANT l'entraînement)

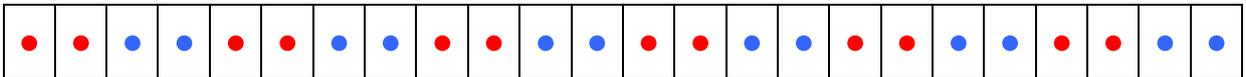
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



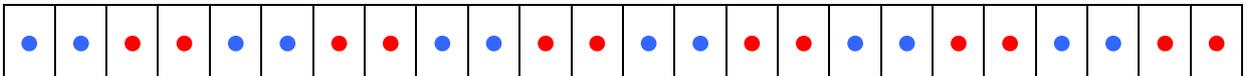
➤ Asé 1/1, Régularité II

d1 :



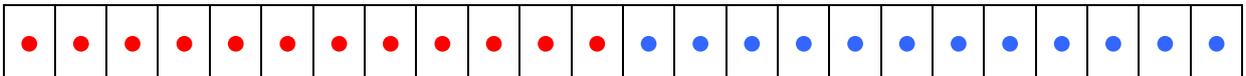
➤ Asf 2/2, Régularité III

d2 :



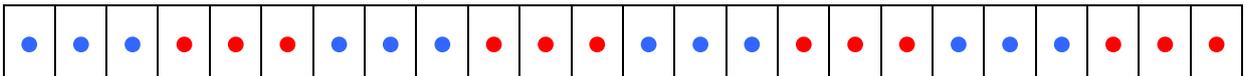
➤ Asf 2/2, Régularité III

d3 :



➤ Asf 12/12, Régularité III

d4 :

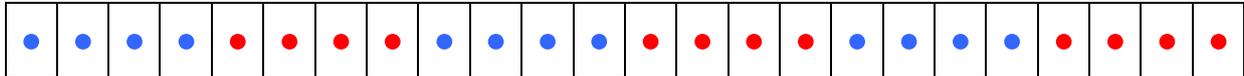


➤ Asf 3/3, Régularité III

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

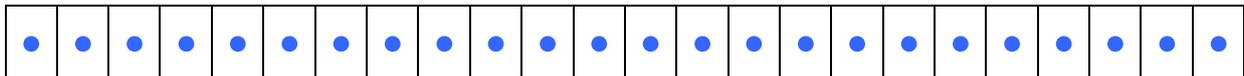
« Je peux faire 4 bleues, 4 rouges, 4 bleues, 4 rouges, etc. »



➤ Asf 4/4, Régularité III

d6 :

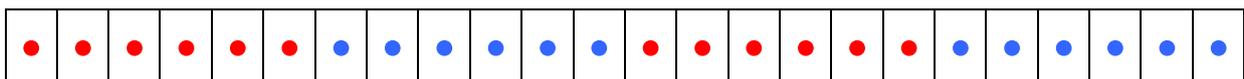
« J'aurais pu faire tout de la même couleur »



➤ U, Régularité I

d7 :

« Je peux faire aussi 6 rouges, 6 bleues, 6 rouges, 6 bleues, ou l'inverse en commençant par bleu »

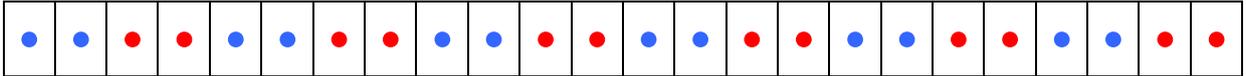


➤ Asf 6/6, Régularité III

YANNICK
Evaluation du développement cognitif
(test APRES l'entraînement)

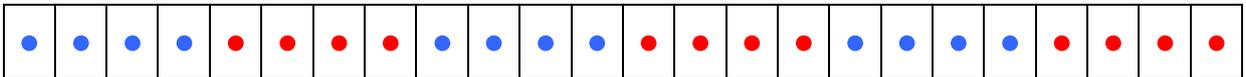
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



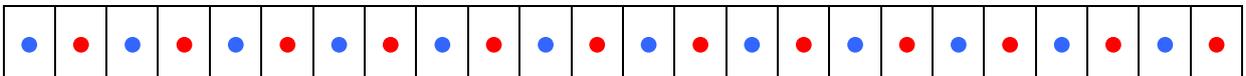
➤ Asf 2/2, Régularité III

d1 :



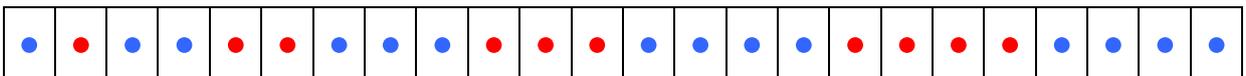
➤ Asf 4/4, Régularité III

d2 :



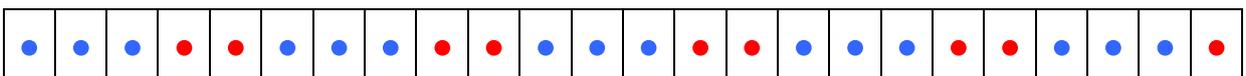
➤ Asé 1/1, Régularité II

d3 :



➤ AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf3/3, Asf 4/4...], Régularité V Yannick explique qu'il voulait augmenter de 1 à chaque fois.

d4 :

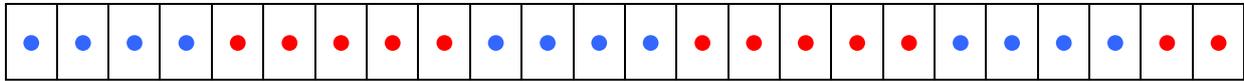


➤ Ac 3/2, Régularité IV

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

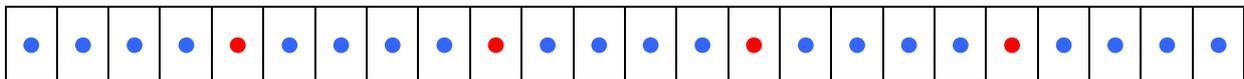
« Je peux faire 4 bleues, 5 rouges, 4 bleues, 5 rouges, etc. »



➤ Ac 4/5, Régularité IV

d6 :

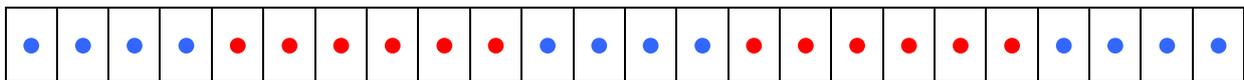
« On peut faire 4 bleues, 1 rouge, 4 bleues, 1 rouge »



➤ Ac 4/1, Régularité IV

d7 :

« On peut faire 4 bleues, 6 rouges, 4 bleues, 6 rouges »

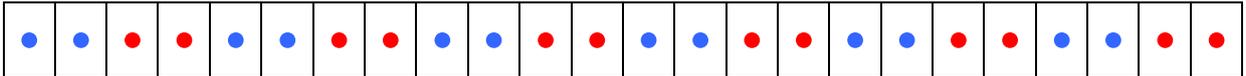


➤ Ac 4/6, Régularité IV

DAMIEN
Evaluation du développement cognitif
(test AVANT l'entraînement)

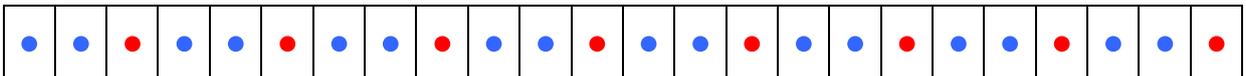
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



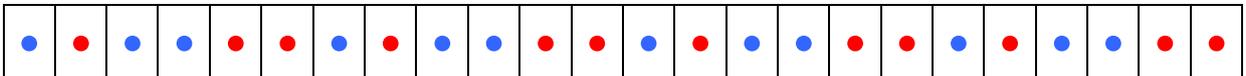
➤ Asf 2/2, Régularité III

d1 :



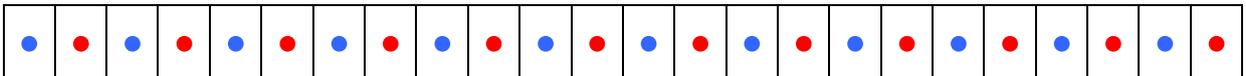
➤ Ac 2/1, Régularité IV

d2 :



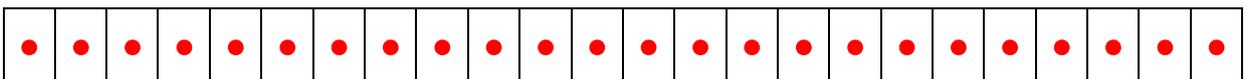
➤ AA [Asé 1/1, Asf 2/2], Régularité V

d3 :



➤ Asé 1/1, Régularité II

d4 :

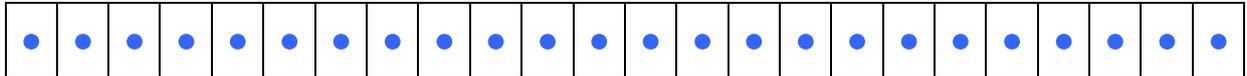


➤ U, Régularité I

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

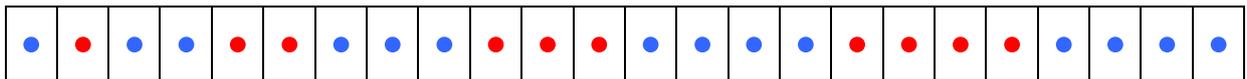
« On peut faire aussi tout bleu »



➤ U, Régularité I

d6 :

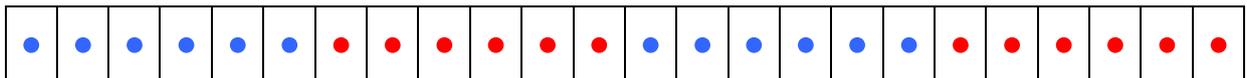
« On peut faire 1 bleu, 1 rouge, 2 bleues, 2 rouges, 3 bleues, 3 rouges, comme ça en augmentant jusqu'au bout »



➤ AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf 3/3, Asf 4/4...], Régularité V

d7 :

« On peut faire 6 bleues, 6 rouges, 6 bleues, 6 rouges »

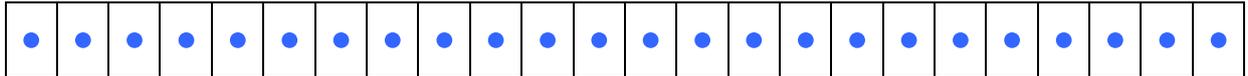


➤ Asf 6/6, Régularité III

DAMIEN
Evaluation du développement cognitif
(test APRES l'entraînement)

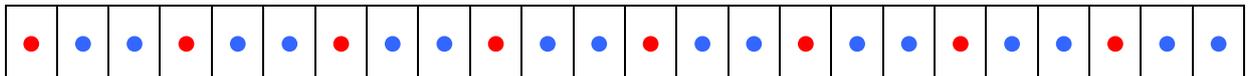
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



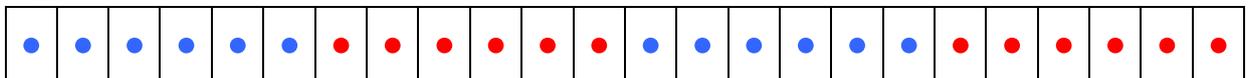
➤ U, Régularité I

d1 :



➤ Ac 1/2, Régularité IV

d2 :



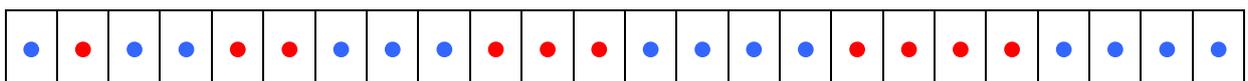
➤ Asf 6/6, Régularité III

d3 :



➤ Asf 2/2, Régularité III

d4 :

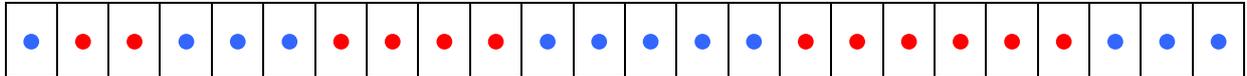


➤ AA et AO [Asé 1/1, Asf 2/2, Asf 3/3, Asf 4/4...], Régularité V

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

« Je peux faire 1 bleue, 2 rouges, 3 bleues, 4 rouges, 5 bleues, 6 rouges, etc. »



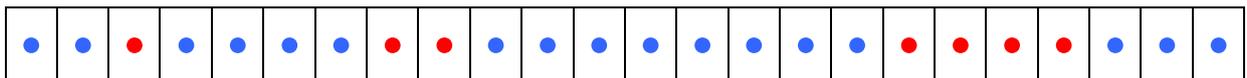
➤ AO (ordre croissant), Régularité V

d6 :

« On peut faire 2 bleues, 1 rouge, 4 bleues, 2 rouges, 8 bleues, 4 rouges, comme ça à chaque fois, en divisant et en multipliant »

(demande de précision)

« Quand on passe des bleues aux rouges, on divise par deux, et quand on passe des rouges aux bleues, on multiplie par deux »

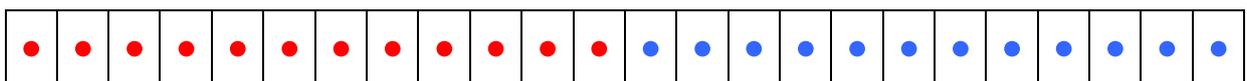


➤ AA et AO [(Ac 2/1), (x2)= (Ac 4/2), (x2)= (Ac 8/4)...], Régularité V

d7 :

Damien dit ne plus avoir d'idées, nous l'encourageons à en trouver une dernière :

« On peut faire la moitié d'une couleur et l'autre moitié de l'autre couleur »

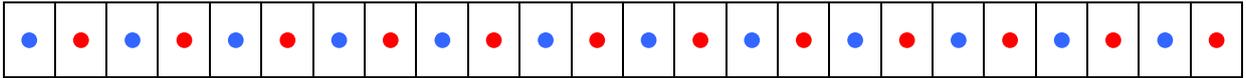


➤ Asf 12/12, Régularité III

NICOLAS
Evaluation du développement cognitif
(première passation)

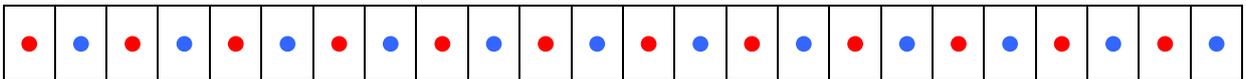
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



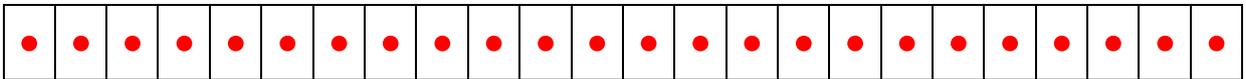
➤ Asé 1/1, Régularité II

d1 :



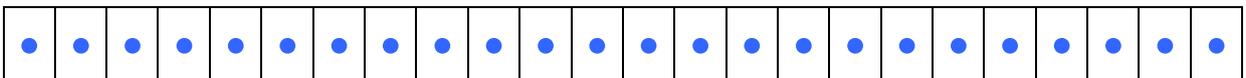
➤ Asé 1/1, Régularité II

d2 :



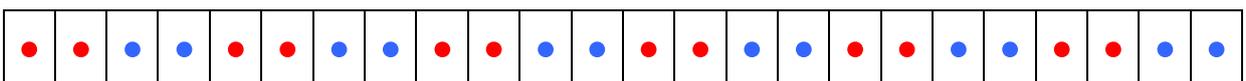
➤ U, Régularité I

d3 :



➤ U, Régularité I

d4 :

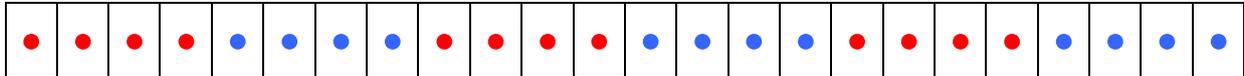


➤ Asf 2/2, Régularité III

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

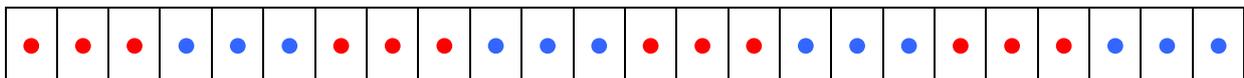
« On peut faire 4 rouges, 4 bleues, 4 rouges, 4 bleues (...) jusqu'à la fin »



➤ Asf 4/4, Régularité III

d6 :

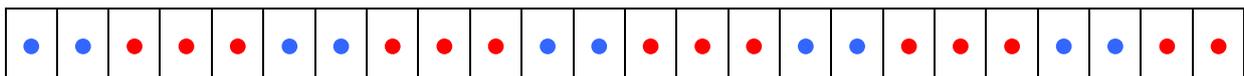
« On peut faire pareil mais avec 3 (...) 3 rouges, 3 bleues, 3 rouges, 3 bleues (...) »



➤ Asf 3/3, Régularité III

d7 :

« On peut faire 2 bleues, 3 rouges, 2 bleues, 3 rouges, comme ça jusqu'à la fin »

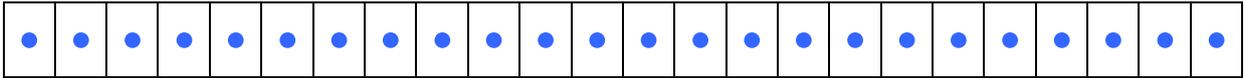


➤ Ac 2/3, Régularité IV

NICOLAS
Evaluation du développement cognitif
(seconde passation)

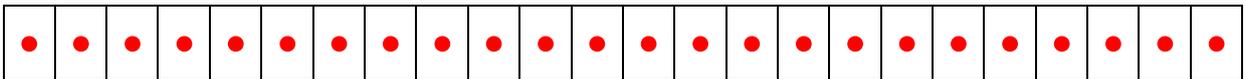
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



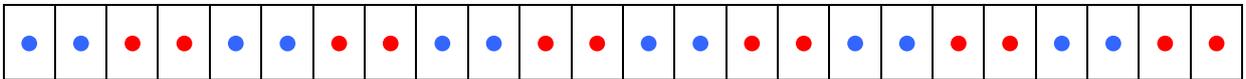
➤ U, Régularité I

d1 :



➤ U, Régularité I

d2 :



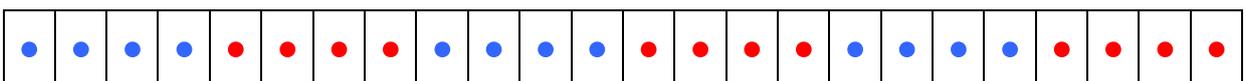
➤ Asf 2/2, Régularité III

d3 :



➤ Asé 1/1, Régularité II

d4 :

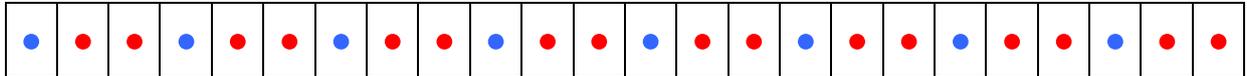


➤ Asf 4/4, Régularité III

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

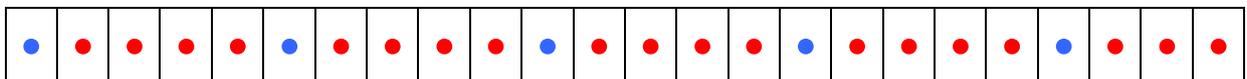
« Je peux faire 1 bleue, 2 rouges, 1 bleue, 2 rouges, 1 bleue, 2 rouges, etc. »



➤ Ac 1/2, Régularité IV

d6 :

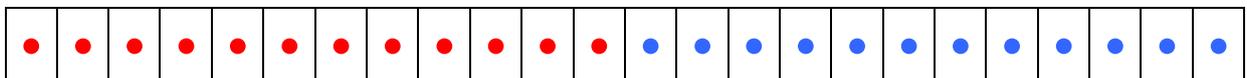
« Je peux faire aussi 1 bleue, 4 rouges, 1 bleue, 4 rouges jusqu'au bout »



➤ Ac 1/4, Régularité IV

d7 :

« On peut faire aussi la moitié en rouge et l'autre moitié en bleu, ça fait 12 et 12, je crois... »

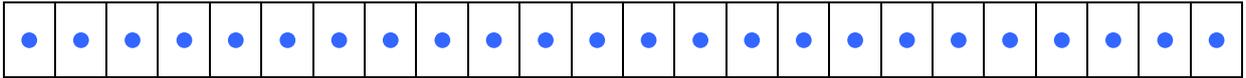


➤ Asf 12/12, Régularité III

FABIEN
Evaluation du développement cognitif
(première passation)

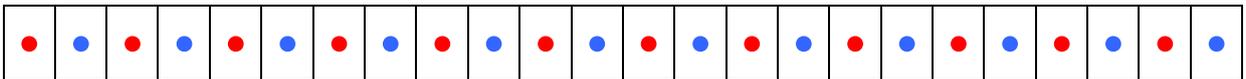
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



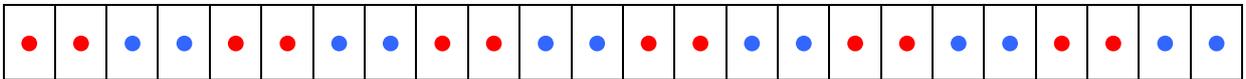
➤ U, Régularité I

d1 :



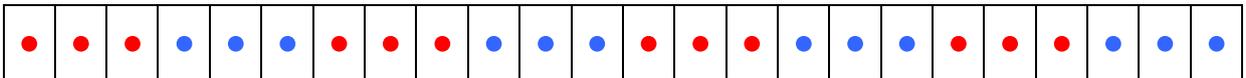
➤ Asé 1/1, Régularité II

d2 :



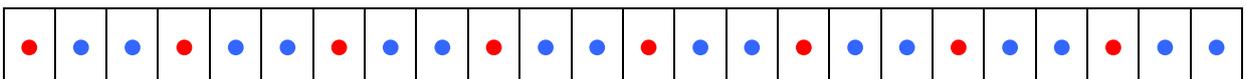
➤ Asf 2/2, Régularité III

d3 :



➤ Asf 3/3, Régularité III

d4 :

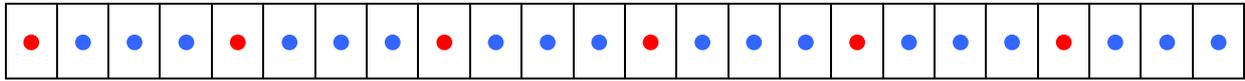


➤ Ac 1/2, Régularité IV

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

« Je peux faire 1 rouge, 3 bleues, 1 rouge, 3 bleues (...) jusqu'à la fin, en recommençant tout le temps »



➤ Ac 1/3, Régularité IV

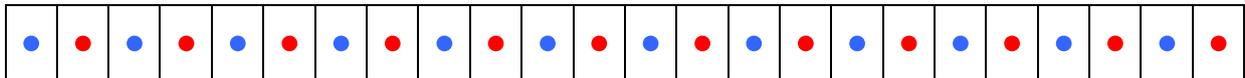
d6 :

Nicolas dit ne plus avoir d'idée, nous l'encourageons à chercher encore :

« J'aurais pu faire une de chaque couleur comme tout à l'heure, mais en commençant par bleu cette fois »

(demande de précision)

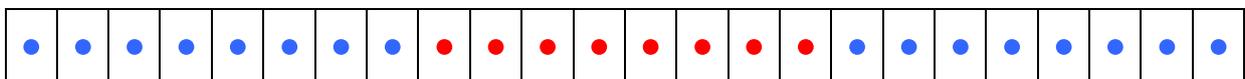
« et bien faire : 1 bleue, 1 rouge, 1 bleue, 1 rouge, 1 bleue, 1 rouge... »



➤ Asé 1/1, Régularité I

d7 :

« On peut faire aussi 8 bleues, 8 rouges, 8 bleues, 8 rouges, jusqu'à la fin »

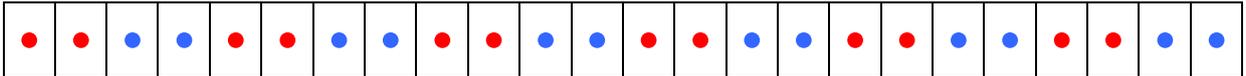


➤ Asf 8/8, Régularité III

FABIEN
Evaluation du développement cognitif
(seconde passation)

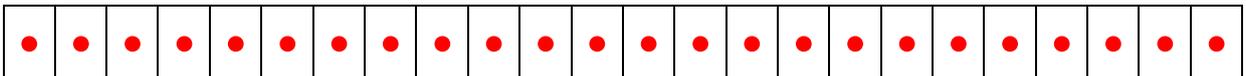
Description des productions a, d1, d2, d3 et d4 :

a :



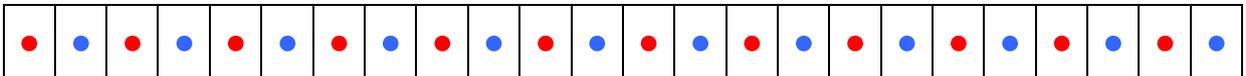
➤ Asf 2/2, Régularité III

d1 :



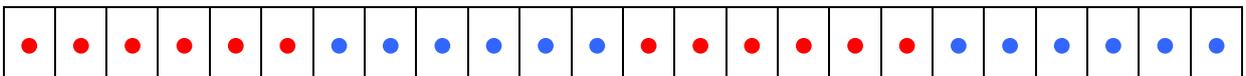
➤ U, Régularité I

d2 :



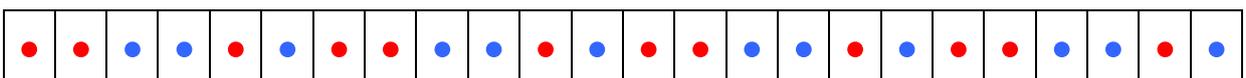
➤ Asé 1/1, Régularité II

d3 :



➤ Asf 6/6, Régularité III

d4 :



➤ AA [Asf 2/2, Asé 1/1], Régularité V

Description des productions d5, d6, d7 et d8 :

d5 :

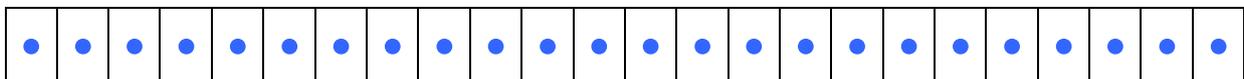
« Je peux faire 2 bleues, 4 rouges, 2 bleues, 4 rouges, 2 bleues, 4 rouges, etc. »



➤ Ac 2/4, Régularité IV

d6 :

« Je peux aussi faire tout bleu »

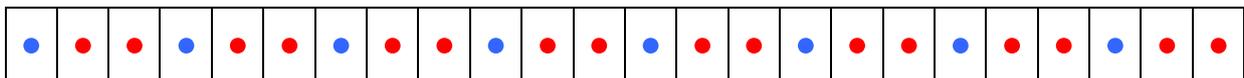


➤ U, Régularité I

d7 :

Fabien a besoin d'être encouragé pour trouver une dernière idée :

« J'aurais pu faire 1 bleue, 2 rouges, 1 bleue, 2 rouges, 1 bleue, 2 rouges en continuant jusqu'au bout »



➤ Ac 1/2, Régularité IV

ANNEXE IV

DICTEE A

1. Cinq hommes de la plantation / ont résisté à l'attaque / des redoutables pirates.
2. En fouillant cette côte abritée, / on a trouvé les bateaux / disparus après l'orage.
3. Cachés dans la savane, / nous observerons des éléphants / qui suivent le fleuve.
4. C'est autour des salons d'informatique / que les curieux s'appellent et se pressent / avec envie.
5. Voraces, / les dindons se disputèrent alors les miettes de pain / qu'on avait jetées au loin, / dans un pré.
6. Je ne saurais regarder de près / ces rongeurs effrontés que sont les rats / sans tressaillir de peur.
7. Vingt bandits impitoyables / tenaient le siège / devant les remparts d'une ville / qu'ils maintenaient affamée.
8. Dès que nous eûmes maîtrisé cet incendie, / un groupe d'habitants sinistrés reparut, / pleurant en silence.

DICTEE B

1. Les horribles sorcières ont fabriqué, / à l'aide d'une potion sucrée, / cette bouteille de poison.
2. En approchant des eaux vertes du lac, / on a alors dérangé les crocodiles.
3. Réunis dans la cour, / nous répèterons les danses / qui ouvrent le festival.
4. C'est en été / que les feux de brousse / se développent et s'étendent / jusqu'au milieu des collines.
5. Egarés dans la tempête, / les randonneurs se retrouvèrent soudain / en face des pistes / qu'on avait aménagées.
6. Désormais, / je ne pourrais me passer / de ces merveilles de génie / que sont les ordinateurs.
7. Sans faiblir, / trois grands loups impatients / suivaient depuis une heure / les traces d'une chèvre / qu'ils sentaient effrayée.
8. Après que nous eûmes rejoint cet îlot, / une bande de dauphins bleus apparut, / jouant dans l'océan.

ANNEXE V

KILLIAN Evaluation des performances orthographiques Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
hommes	homme				×	
plantation	plantastion	×		×		
ont	on				×	
résisté	resister	×			×	
à	a				×	
redoutables	redoutable				×	
pirates	pirate				×	
fouillant	fouient	×		×	×	
abritée	abriter				×	
(on) a	(on) na		×		×(homophones)	
trouvé	trouver				×	
disparus	disparu				×	
après	aprè			×		
l'orage	l'auraje			×		
cachés	cache				×	
éléphants	helephants	×		×		
suivent	suive				×	
d'informatique	informatique			×		×
s'appellent	s'appelle				×	
se	ce				×	
pressent	prèsse			×	×	
voraces	vorasse			×	×	
dindons	dindos	×				
se	ce				×	
disputèrent	disputère				×	
miettes	miètes			×		
qu'on	con		×		×(homophones on/ont)	
avait	avai				×	
jetées	jeuter			×	×	
pré	prèt			×		
saurais	saurai				×	
regarder	regardez				×	
près	prèt			×		
rongeurs	rongeur				×	
effrontés	effroter	×			×	
tressaillir	trèsaire	×		×		

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
bandits	bendi			×	×	
impitoyables	hipitoyable	×		×	×	
tenaient	tenai				×	
siège	siege	×				
remparts	renpars			×		
ils	il				×	
maintenaient	minteuner			×	×	
affamée	affamer				×	
dès	des			×		
eûmes	ume			×	×	
maîtrisé	métriser			×	×	
cet				×		×
incendie	insendi			×		
d'habitants	d'abitant			×	×	
sinistrés	scinictrer	×		×	×	
reparut				×		×
pleurant	pleurent				×	
silence	cilence			×		
TOTAUX		10	2	26	37	3
TOTAL GENERAL		78				

KILLIAN
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
horribles	auribles			×		
ont	on				×	
fabriqué	fabiqué	×				
à	a				×	
l'aide	l'aid			×		
d'une	une			×		×
potion	posion			×		
sucrée	sucré				×	
poison	poissons	×			×	
approchant	approchent				×	
eaux	eaus			×		
vertes	verte				×	

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
dérangé	dérengré			×		
réunis	réuni				×	
cour	cours			×		
répèterons	rèpètrons			×		
ouvrent	ouve	×			×	
festival	fesstivale			×		
feux	feus			×		
développent	dévlope			×	×	
s'étendent	s'ettende			×	×	
jusqu'au	jusquo		×	×		
collines	colines			×		
égarés	égaré				×	
tempête	tempète			×		
randonneurs	randoneurs			×		
retrovèrent	retrovèr				×	
qu'on	con		×	×	×(homophones)	
avait	navée		×		×	
aménagées	aménagée				×	
désormais	désormer			×		
pourrais	pourer			×	×	
ces				×		×
merveilles	meveille	×			×	
génie	jaini			×		
sont	son				×	
sans	sens			×		
faiblir	féblire			×		
impatients	impassien			×	×	
suivaient	suivée				×	
ils	il				×	
sentaient	sentait				×	
effrayée	éfrèyé			×	×	
après	apprée			×		
eûmes	hume			×	×	
rejoint	rejoin				×	
îlot	îlo			×		
dauphins	dauphin				×	
bleus	bleu				×	
jouant	jouent				×	
TOTAUX		4	3	28	28	2
TOTAL GENERAL		65				

TOM
Evaluation des performances orthographiques
Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
ont	on				×	
résisté	résister				×	
redoutables	redoutable				×	
abritée	abriter			×	×	
bateaux	bateau				×	
disparus	disparu				×	
cachés	cacher				×	
observerons	obeseveront	×		×	×	
curieux	qurieux			×		
s'appellent	s'appele	×		×	×	
pressent	presse				×	
voraces	vorace				×	
miettes	miètte			×	×	
jetées	jetté			×	×	
loin	long	×		×		
pré	près			×		
ces	ses				×	
rongeurs	rongeur				×	
effrontés	éffronte	×			×	
rats	rat				×	
tressaillir	tréssallir	×		×		
vingt	vinght			×		
bandits	bendits			×		
impitoyables	inpitoillable			×	×	
tenaient	tener				×	
remparts	renpart			×	×	
ils	il				×	
maintenaient	maintener				×	
affamée	affamer				×	
dès	dés			×		
maîtrisé	mètrisé			×		
cet	cette				×	
incendie	inscendi			×		
d'habitants	d'habitant				×	
sinistrés	sinistré				×	
reparut	reparue				×	
TOTAUX		5	0	16	27	0
TOTAL GENERAL				48		

TOM
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
horribles	orible			×	×	
sorcières	sorcière				×	
à	a				×	
sucrée	sucré				×	
bouteille	boutelle	×		×		
vertes	verte				×	
dérangé	déragé	×				
crocodiles	crocodilles	×		×		
réunis	réunie				×	
danses	dance			×	×	
brousse	brouce			×		
s'étendent	s'ettdent	×		×		
jusqu'au milieu	jusquaux millieu		×	×	×	
égarés	égarait				×	
tempête	tempète			×		
randonneurs	rendoneures			×		
retrouvèrent	retrouvert				×	
soudain	soudains			×		
pistes	piste				×	
qu'on	qu'ont				×	
aménagées	aménagé				×	
désormais	désormé			×		
ces	ses				×	
merveilles	merveille				×	
génie	génis			×		
ordinateurs	ordinateur				×	
faiblir	féblir			×		
grands	grand				×	
loups	loup				×	
impatients	impatient				×	
suivaient	suivait				×	
traces	trace				×	
sentaient	sentait				×	
effrayée	efraillait	×		×	×	
rejoint	rejouin			×	×	
cet	cette				×	

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
îlot	ilo			×		
dauphins	daufin			×	×	
bleus	bleu				×	
apparut	apparus				×	
jouant	jouent				×	
l'océan	l'ausséent			×		
TOTAUX		5	1	19	29	0
TOTAL GENERAL		54				

YANNICK
Evaluation des performances orthographiques
Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
résisté	résister				×	
fouillant	fouiant	×		×		
abritée	abriter				×	
trouvé	trouver				×	
bateaux	bateaus			×		
disparus	disparut				×	
cachés	cache				×	
d'informatique	informatique			×		×
s'appellent	s'appelle				×	
pressent	presse				×	
voraces	vorace				×	
miettes	miête			×	×	
jetées	jeter				×	
pré	prés			×		
ne				×		×
rongeurs	rongeur				×	
effrontés	éfronté			×	×	
tressaillir	trésahir	×		×		
vingt	vinght			×		
bandits	bandis			×		
tenaient	tener				×	
siège	siege	×				
remparts	rempart				×	
qu'ils	qui		×	×	×	×
maintenaient	maintener				×	
affamée	affamer				×	
eûmes	umes			×		
maîtrisé	maîtriser				×	
cet	cette				×	
incendie	incendis			×		
sinistrés	cinistrer			×	×	
reparut	reparu				×	
TOTAUX		3	1	14	21	3
TOTAL GENERAL		42				

YANNICK
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
d'une	d'un	×				
bouteille	bouteilles				×	
vertes	verte				×	
danses	dances			×		
ouvrent	ouvre				×	
c'est	cet		×	×	×	
s'étendent	cetendent	×	×	×		
égarés	égarer				×	
randonneurs	rendoneurs			×		
soudain	soudains			×		
aménagées	aménager				×	
merveilles	merveille				×	
génie	génis			×		
ordinateurs	ordinateur				×	
faiblir	féblir			×		
suivaient	suivés				×	
effrayée	effrayé			×	×	
eûmes	ûmes			×		
rejoint	rejoins				×	
cet	cette				×	
îlot	îlos			×		
bleus	bleu				×	
apparut	apparus				×	
TOTAUX		2	2	10	14	0
TOTAL GENERAL		28				

DAMIEN
Evaluation des performances orthographiques
Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
cing	cinqs			×		
ont	on				×	
redoutables	redoutable				×	
pirates	pirate				×	
fouillant	fouillent				×	
abritée	abrité				×	
trouvé	trouver				×	
bateaux	bateau				×	
disparus	disparut				×	
cachés	caché				×	
observerons	obseverons	×				
d'informatique	informatiques			×	×	×
s'appellent	s'appellent			×		
voraces	vorasse			×	×	
jetées	jetter			×	×	
pré	près			×		
saurais	sauré				×	
rongeurs	rongeur				×	
effrontés	éfronter			×	×	
tressaillir	trésaillir	×		×		
bandits	bandis			×		
tenaient	tené				×	
remparts	rampart			×	×	
ils	il				×	
maintenaient	mintener			×	×	
affamée	affamé				×	
eûmes	sûmes	×		×		
maîtrisé	métriser			×	×	
cet	cette				×	
incendie	incendi			×		
d'habitants	d'abiten			×	×	
sinistrés	sinistrer				×	
TOTAUX		3	0	15	24	1
TOTAL GENERAL				43		

DAMIEN
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
horribles	orribles			×		
sorcières	sorcière				×	
fabriqué	fabriquer				×	
à	a				×	
eaux	eau				×	
vertes	verts	×				
dérangé	derangé	×				
crocodiles	crocodile				×	
ouvrent	ouvre				×	
c'est	ces		×	×	×	
feux	feu				×	
développent	développe				×	
s'étendent	s'étende				×	
jusqu'au	j'usquau		×	×		
égarés	égaré				×	
randonneurs	rendoneurs			×	×	
retrouvèrent	retrouvère				×	
pistes	piste				×	
aménagées	ammenagé			×	×	
désormais	désormé			×		
pourrais	pourrai				×	
passer	passait				×	
merveilles	merveille				×	
impatients	impatien			×	×	
suivaient	suiwier	×			×	
ils	il				×	
sentaient	sentai				×	
effrayée	efraier			×	×	
eûmes	ûmes			×		
rejoint	regoins	×		×	×	
cet	cette				×	
îlot	îlo			×		
dauphins	dauphi	×			×	
bleus	blau	×			×	
apparus	apparu				×	
jouant	jouent				×	
TOTAUX		6	2	11	29	0
TOTAL GENERAL		48				

NICOLAS
Evaluation des performances orthographiques
Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
hommes	homme				×	
pirates	pirate				×	
fouillant	fouiant	×				
abritée	abriter			×	×	
trouvé	trouver				×	
disparus	disparu				×	
cachés	caché				×	
éléphants	elephants	×				
suivent	suive				×	
d'informatique	d'informatiques				×	
s'appellent	sappelle		×	×	×	
pressent	prèse	×		×	×	
voraces	vorase	×		×	×	
avait	avai				×	
jetées	jete				×	
saurais	saurai				×	
regarder	regardé				×	
près	prèt			×		
effrontés	et frottés	×	×	×		
rats	rat				×	
tressaillir	trésaillir	×				
impitoyables	impitoyable				×	
tenaient	tenait				×	
siège	siege	×				
maintenaient	maintener				×	
affamée	affamer				×	
eûmes	eûme				×	
maîtrisé	maîtriser				×	
d'habitants	d'habitant				×	
sinistrés	sinistré				×	
reparut	reparuent				×	
TOTAUX		7	2	6	25	0
TOTAL GENERAL		40				

NICOLAS
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
horribles	horrible				×	
sorcières	sorcière				×	
ont	on				×	
fabriqué	fabriquer				×	
l'aide	laide		×	×		
sucrée	sucré				×	
poison	poisons				×	
vertes	verte				×	
dérangé	déranger				×	
crocodiles	crocodile				×	
réunis	réunit				×	
répèterons	repèterons	×				
danses	danse				×	
ouvrent	ouve	×			×	
C'est	cet		×	×	×	
brousse	brouse	×		×		
développent	développe			×	×	
s'étendent	s'étende				×	
jusqu'au milieu	jusquau milieu		×	×		
égarés	égarer				×	
retrouvèrent	retouvèrent	×				
pistes	piste				×	
aménagées	aménager	×			×	
merveilles	merveille				×	
génie	geni	×		×		
faiblir	féblir			×		
impatients	impassient			×	×	
ils	il				×	
sentaient	sentait				×	
effrayée	effrayer				×	
eûmes	eûme				×	
rejoint	rejoins				×	
cet	cette				×	
îlot	ilos			×	×	
bleus	bleu				×	
apparut	apparue				×	
jouant	jouants				×	
TOTAUX		6	3	10	30	0
TOTAL GENERAL		49				

FABIEN
Evaluation des performances orthographiques
Dictée A

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
plantation	plantassion			×		
résisté	résisster			×	×	
redoutables	redoutable				×	
pirates	pirate				×	
fouillant	fouyant			×		
abritée	abritter			×	×	
trouvé	trouver				×	
disparus	disparut				×	
cachés	catcher				×	
observerons	observeront				×	
suivent	suive				×	
d'informatique	informatiques			×	×	×
s'appellent	s'appelle	×		×	×	
pressent	presse				×	
voraces	vorasse			×	×	
miettes	miètes			×		
jetées	jeté				×	
au loin	auloint		×	×		
pré	près			×		
saurais	saurai				×	
rongeurs	rongeur				×	
effrontés	efronter	×		×	×	
tressaillir	tréssaillirent			×	×	
peur	peurs				×	
impitoyables	inpitoiables	×		×		
bandits	bandit				×	
tenaient	tenais				×	
remparts	rempare			×	×	
ils	il				×	
maintenaient	mintener			×	×	
affamée	affammer			×	×	
eûmes	ume			×	×	
maîtrisé	métrisé			×		
d'habitants	d'habitant				×	
sinistrés	sinistré				×	
TOTAUX		3	1	18	28	1
TOTAL GENERAL				51		

FABIEN
Evaluation des performances orthographiques
Dictée B

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
ont	on				×	
potion	posion	×		×		
eaux	eau				×	
vertes	verte				×	
dérangé	derangé	×				
réunis	réuni				×	
cour	cours			×		
festival	festivale			×		
feux	feu				×	
se	ce				×	
s'étendent	settende		×	×	×	
au	aux				×	
milieu	milieux				×	
collines	coline			×	×	
égarés	égaré				×	
tempête	tempête			×		
randonneurs	rendoneur			×	×	
soudain	sous daim		×	×		
pistes	piste				×	
avait	avais				×	
aménagées	ammenagé	×		×	×	
désormais	désormé			×		
pourrais	pourrai				×	
passer	passé				×	
ces	ses				×	
merveilles	merveille				×	
génie	jénis			×	×	
ordinateurs	ordinateur				×	
faiblir	féblir			×		
impatients	impaciant			×	×	
traces	trasses			×		
chèvre	chèvres				×	
qu'ils	qui		×	×	×	
sentaient	sentait				×	
effrayée	efrayé	×		×	×	
eûmes	ume			×	×	
rejoint	rejoin				×	
cet	cette				×	
îlot	îlo			×		
dauphins	daufin			×	×	

Mot de la dictée	Production du sujet	Erreur phonétique	Erreur de segmentation	Erreur d'orthographe lexicale et d'usage	Erreur d'orthographe morpho-syntaxique	Omission du mot
bleus	bleu				×	
l'océan	l'océant			×		
TOTAUX		4	3	20	31	0
TOTAL GENERAL		58				

Performances des adolescents cibles et témoins
aux épreuves d'empan endroit et envers

<p><u>Killian</u> (sujet cible) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 6 Empan endroit : 7 Empan envers : 2 Empan envers : 5</p>	<p><u>Tom</u> (sujet cible) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 6 Empan endroit : 6 Empan envers : 3 Empan envers : 4</p>
<p><u>Yannick</u> (sujet cible) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 8 Empan endroit : 8 Empan envers : 7 Empan envers : 6</p>	<p><u>Damien</u> (sujet cible) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 8 Empan endroit : 8 Empan envers : 5 Empan envers : 7</p>
<p><u>Nicolas</u> (sujet témoin) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 6 Empan endroit : 6 Empan envers : 3 Empan envers : 3</p>	<p><u>Fabien</u> (sujet témoin) :</p> <p>1^{ère} passation : 2^{ème} passation :</p> <p>Empan endroit : 5 Empan endroit : 6 Empan envers : 4 Empan envers : 4</p>

APPORTS D'UN ENTRAÎNEMENT DE LA MÉMOIRE DE TRAVAIL SUR LES PERFORMANCES DES ADOLESCENTS DYSORTHOGRAPHIQUES

NENY Emmanuelle
Mémoire d'orthophonie – Nantes – Septembre 2010

MEMBRES DU JURY :

Madame CALVARIN Suzanne
Monsieur BERNOUSSI Mohamed
Madame MILCENT-POTEREAU Marie-Noëlle

RESUME :

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre d'une étude clinique. Notre recherche a pour objectif de mettre en évidence les apports d'un entraînement régulier de la mémoire de travail sur les performances des adolescents dysorthographiques. Nous souhaitons savoir si celui-ci permettait une amélioration des performances orthographiques ainsi que l'accès à un niveau de développement cognitif supérieur.

Nous avons donc réalisé un entraînement spécifique de la mémoire de travail, à l'aide d'un matériel original. Ne connaissant pas le niveau de langage oral des sujets testés, nous avons préféré l'utilisation d'un matériel non verbal.

Nous avons effectué ces entraînements auprès de quatre adolescents dysorthographiques, au début de chacune de leurs séances d'orthophonie. Afin d'évaluer les effets de l'entraînement, nous avons réalisé un bilan initial et un bilan final. Les bilans se composent d'une épreuve d'empan envers, d'une épreuve évaluant les performances orthographiques et d'un jeu individuel à dominante représentative estimant un niveau de développement cognitif. Ceux-ci nous ont permis d'objectiver l'évolution des adolescents et de la comparer à celle de deux adolescents dysorthographiques (suivis en orthophonie) n'ayant pas participé à l'entraînement de la mémoire de travail.

A la suite de l'entraînement, seuls deux des adolescents ayant suivi l'entraînement ont amélioré leurs performances orthographiques de façon significative. Néanmoins, le niveau de développement cognitif des adolescents ayant participé à l'entraînement a évolué, leur permettant ainsi l'accès à des représentations mentales plus élaborées.

MOTS-CLES :

Orthophonie – Langage écrit – Dysorthographie – Adolescents (13 ans / 13 ans ½) –
Mémoire de travail – Développement cognitif