



Université Toulouse III
Faculté de Médecine Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

Essai de rééducation des troubles de l'écriture par la technique de la lettre cible

Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Psychomotricien

Marie BLANCHARD

- Juin 2015 -

Sommaire

INTRODUCTION.....	4
PARTIE THEORIQUE	6
PARTIE 1 : L'ECRITURE D'UN POINT DE VUE NEUROPSYCHOLOGIQUE	6
1. 1 – UNE ACTIVITE MOTRICE STABLE	6
1. 1. 1 – <i>L'invariance des effecteurs</i>	6
1. 1. 2 – <i>L'invariance spatiale</i>	7
1. 1. 3 – <i>Les invariants temporels</i>	7
1. 1. 4 – <i>Loi puissance 2/3</i>	9
1. 2 – LES MODELES NEUROPSYCHOLOGIQUES.....	9
1. 2. 1 – <i>Le diagramme de Camarazza et al. (1987)</i>	10
1. 2. 2 – <i>Le modèle d'Ellis (1988)</i>	11
1. 2. 3 – <i>Le modèle de Van Galen (1991)</i>	12
1. 3 – L'EFFET DE CONTEXTE	14
1. 3. 1 – <i>Les effets de position</i>	15
1. 3. 2 – <i>Les effets de fréquence</i>	16
1. 3. 3 – <i>Les effets de longueur et de complexité des graphèmes</i>	16
1. 3. 4 – <i>Les effets liés au type d'écriture et de production</i>	18
PARTIE 2 : L'ACQUISITION DE LA STABILITE DANS L'ECRITURE	19
2. 1 – EVOLUTION DES ASPECTS STATIQUES ET DYNAMIQUES DE L'ECRITURE	19
2. 2 – L'UNITE DE BASE DU PROGRAMME MOTEUR.....	20
2. 2. 1 – <i>La taille de l'unité de base du programme moteur</i>	20
2. 2. 2 – <i>L'augmentation de la taille de l'unité de base du programme moteur</i>	22
2. 3 – LE CONTROLE DES MOUVEMENTS DANS L'ECRITURE.....	24
2. 3. 1 – <i>Deux modes de contrôle des mouvements</i>	24
2. 3. 2 – <i>Du contrôle rétroactif au contrôle proactif</i>	26
2. 4 – LA PERSONNALISATION DE L'ECRITURE	27
2. 4. 1 – <i>Evolution de l'écriture de 7 à 11 ans</i>	27
2. 4. 2 – <i>Personnalisation de l'écriture à partir de 11 ans</i>	28
PARTIE 3 : TROUBLES DE L'ECRITURE CHEZ L'ENFANT	30
3. 1 – CARACTERISTIQUES DES TROUBLES DE L'ECRITURE.....	30
3. 1. 1 – <i>Manque de lisibilité</i>	30
3. 1. 2 – <i>Fréquence d'inscription</i>	31
3. 2 – CLASSIFICATION DES DYSGRAPHIES	32
3. 2. 1 – <i>Définitions</i>	32
3. 2. 2 – <i>Classifications</i>	33

3. 3 – ORIGINE DES TROUBLES DE L'ECRITURE	35
3. 3. 1 – Déficit de la programmation motrice ou de l'exécution du geste	35
3. 3. 2 – Limitation de la gestion des contraintes	36
3. 4 – DONNEES EPIDEMIOLOGIQUES	37
3. 4. 1 – Prévalence des troubles de l'écriture.....	37
3. 4. 2 – Evolution des troubles de l'écriture	37
3. 5 – DYSGRAPHIE ET TROUBLES ASSOCIES.....	38
3. 5. 1 – Dysgraphie et Trouble d'acquisition de la coordination.....	38
3. 5. 2 – Dysgraphie et Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité.....	40
3. 6 – CONSEQUENCES DES TROUBLES DE L'ECRITURE.....	41
CONCLUSION DE LA PARTIE THEORIQUE.....	42
PARTIE PRATIQUE.....	43
PARTIE 1 : DEMARCHE D'EVALUATION DE LA DYSGRAPHIE.....	44
1. 1 – ECHELLE D'EVALUATION RAPIDE DE L'ECRITURE CHEZ L'ENFANT (BHK)	44
1. 2 – EVALUATION DES FACTEURS ENDOGENES	45
1. 2. 1 – Facteurs endogènes.....	45
1. 2. 2 – Méthodes d'évaluation	46
PARTIE 2 : TECHNIQUE DE LA LETTRE CIBLE	47
2. 1 – PRINCIPES GENERAUX	47
2. 1. 1 – Auto-instruction.....	47
2. 1. 2 – Choix de la lettre cible	48
2. 1. 3 – Entraînement moteur.....	49
2. 2 – EN PRATIQUE	51
2. 2. 1 – Fréquence de l'entraînement	51
2. 2. 2 – Auto-instruction.....	51
2. 2. 3 – Support	52
PARTIE 3 : PRESENTATION DES ENFANTS	52
3. 1 – PRESENTATION DE CLEMENT	52
3. 1. 1 – Anamnèse	52
3. 1. 2 – Evaluation de la dysgraphie.....	54
3. 2 – PRESENTATION D'ARTHUR	56
3. 2. 1 – Anamnèse	56
3. 2. 2 – Evaluation de la dysgraphie.....	57
3. 3 – TRAVAIL DE L'ECRITURE AVEC LA TECHNIQUE DE LA LETTRE CIBLE.....	56

PARTIE 4 : RESULTATS	62
4. 1 – EVOLUTION DE LA QUALITE DE L’ECRITURE ET DES FACTEURS ENDOGENES	62
4. 1. 1 – <i>Clément</i>	62
4. 1. 2 – <i>Arthur</i>	66
4. 2 – COMPARAISON DES EFFETS DE LA TECHNIQUE DE LA LETTRE CIBLE CHEZ CLEMENT ET ARTHUR.....	69
4. 2. 1 – <i>Amélioration de la qualité et de la vitesse de production</i>	69
4. 2. 2 – <i>Amélioration des facteurs 1 et 2 de Sage (2010)</i>	70
4. 2. 3 – <i>Augmentation du nombre de lettres retouchées</i>	73
4. 2. 4 – <i>Evolution de la qualité des lettres cibles</i>	74
4. 2. 5 – <i>Amélioration des performances au Thurstone</i>	74
 PARTIE 5 : DISCUSSION	 75
5. 1 – AUGMENTATION DES CAPACITES ATTENTIONNELLES OU ABAISSEMENT DU NIVEAU DE CONTRAINTES	75
5. 2 – AUGMENTATION DU NOMBRE DE LETTRES RETOUCHEES	77
5. 3 – AUGMENTATION DE LA VITESSE D’INSCRIPTION	77
5. 4 – EFFICACITE DE LA TECHNIQUE DE LA LETTRE CIBLE	78
5. 5 – GENERALISATION DES EFFETS DE LA TECHNIQUE DE LA LETTRE CIBLE	79
 CONCLUSION	 80
 BIBLIOGRAPHIE	 82

Introduction

L'écriture manuscrite « par des traces visibles, permet la transmission de notre pensée ou de notre langage et la communication avec les autres, en dehors de notre présence » (Auzias et Ajuriaguerra, 1986). Au même titre que le langage oral, l'écriture est un outil de communication, reconnu pour véhiculer une information, organiser sa pensée ou encore mémoriser un contenu. Si les supports numériques sont de plus en plus utilisés pour transmettre des écrits, il n'en reste pas moins que l'écriture manuscrite a une grande importance dans le cursus scolaire. Elle est non seulement utilisée à des fins de communication, d'évaluation mais également d'organisation et de production de la pensée.

L'apprentissage de l'écriture manuscrite est un processus long et complexe. Il s'agit d'un apprentissage moteur concernant la formation des lettres et d'un apprentissage cognitif concernant la gestion d'un ensemble de contraintes, telles que les règles syntaxiques, l'organisation d'un texte, ou encore la réponse à une consigne (Plane, 2006). Avant d'acquérir une écriture automatisée qui libère suffisamment de ressources attentionnelles pour organiser sa pensée, plusieurs années d'apprentissage sont donc nécessaires.

Face à un processus aussi complexe et coûteux, un certain nombre d'enfants scolarisés présentent des difficultés d'acquisition de l'écriture. Environ 10% d'entre eux sont d'ailleurs dysgraphiques, c'est-à-dire que la qualité de leur écriture est nettement inférieure à ce qui est attendu pour leur âge (Albaret et *al.*, 2013). En général, leurs productions écrites manquent de lisibilité, de stabilité, de fluidité et de vitesse. Certaines lettres isolées peuvent être écrites correctement, mais produites à l'intérieur des mots, elles sont déformées. Pour ces enfants, il est plus difficile de finir les travaux scolaires à temps. Ils sont souvent moins bien notés et se retrouvent fréquemment en situation d'échec (Fayol et Miret, 2005).

Les troubles de l'écriture sont rarement des troubles isolés. Ils sont rencontrés dans un certain nombre de populations cliniques, comme le trouble d'acquisition de la coordination (TAC) ou le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H).

C'est dans ce cadre et au début de mon stage d'initiation thérapeutique de troisième année que je rencontre deux jeunes garçons dysgraphiques en prise en charge individuelle une fois par semaine. Clément a 10 ans, est scolarisé en CM1 et présente des troubles de l'écriture associés à un TAC. Arthur a 7 ans et est scolarisé en CE1. Ses troubles de l'écriture sont associés à un TDA/H. Face à leur dysgraphie et à leurs troubles associés, je me suis interrogée sur une méthode de rééducation pouvant les aider à améliorer la qualité de leur écriture. J'ai choisi d'utiliser la technique de la lettre cible, qui associe l'auto-instruction et l'entraînement à la réalisation motrice de lettres dans un contexte variable, au sein de mots connus des enfants. Aussi, il m'a paru intéressant d'employer une même technique de rééducation afin de comparer son efficacité selon le trouble associé des enfants, et de pouvoir analyser plus précisément les domaines ciblés par la technique.

Dans une première partie théorique, je présenterai les caractéristiques extrêmement stables de l'écriture et les modèles expliquant ses mécanismes sous jacents. Je détaillerai ensuite les différents effets de contexte pouvant modifier les aspects de la production écrite ainsi que les phénomènes qui participent à son automatisation. Puis j'aborderai les troubles de l'écriture chez les enfants, leurs caractéristiques, leurs classifications ainsi que leurs conséquences.

Dans une deuxième partie pratique, je présenterai la démarche d'évaluation et de prise en charge des troubles de l'écriture que j'ai abordée avec Clément et Arthur. La technique de la lettre cible, issue du cadre théorique précédent, sera développée. Par la suite je comparerai les résultats des enfants obtenus après 7 semaines de rééducation ciblée sur l'écriture et je discuterai des évolutions observées.

Partie Théorique

Partie 1 : L'écriture d'un point de vue neuropsychologique

1. 1 – Une activité motrice stable

L'écriture est une habileté motrice complexe, issue de plusieurs années d'apprentissage. A la fin de cette longue période d'acquisition, notre écriture revêt des caractéristiques extrêmement stables et propres à chacun. De nombreuses recherches se sont intéressées à l'invariance de ces paramètres relevant des domaines spatial, temporel et cinématique (Zesiger, 1995).

1. 1. 1 – L'invariance des effecteurs

L'invariance des effecteurs est, pour l'écriture, l'existence d'une constance dans la forme des lettres, leur inclinaison, dans l'allure générale de la trace graphique ainsi que dans le mouvement quelque soit la partie du corps ou l'instrument scripteur utilisé par le sujet pour écrire (Maarse et *al.*, 1993).

En effet, des études sur l'écriture ont mis en évidence des similitudes entre la trace graphique laissée sur différents supports ou produites par différents effecteurs. Ainsi, on a pu noter des ressemblances dans la forme des lettres écrites sur un papier ou sur un tableau vertical. Pourtant, ces deux types de productions n'impliquent pas les mêmes muscles, le premier nécessitant un contrôle fin des mouvements des doigts et du pouce, le deuxième faisant appel à un contrôle plus important des muscles du bras (Wing, 2000). Ce phénomène également appelé « équivalence motrice » est aussi retrouvé lorsqu'on écrit avec sa main non dominante, son pied ou encore en formant des lettres en conduisant une voiture dans le sable (Serratrice et Habib, 1993 ; in Albaret et *al.*, 2013). De plus, la similitude dans la trace écrite est d'autant plus grande si l'effecteur est ipsilatéral à la main dominante (Wright, 1990 ; in Albaret et *al.*, 2013).

1. 1. 2 – L'invariance spatiale

L'invariance spatiale fait référence au maintien des rapports géométriques de l'écriture sous des conditions variables d'exécution comme la taille ou la vitesse de production. Les études menées sur l'invariance des effecteurs illustrent qualitativement cette homothétie spatiale. Des analyses quantitatives sur les caractéristiques de forme et de taille de l'écriture confirment quant à elles, le principe global d'invariance spatiale (Wright, 1993 ; in Zesiger, 1995 ; Rogers et Found, 1996). Toutefois, la structure spatiale de l'écriture peut être modifiée sous certaines contraintes de production. En effet, lorsque la vitesse ou la taille de l'écriture augmentent, la courbure des traits tend à diminuer. Nous produisons donc des traits plus droits. De même, lorsque la taille de l'écriture augmente, les lettres augmentent plus en hauteur qu'en largeur (Wright, 1993 ; in Zesiger, 1995). Ces variations restent toutefois très légères, ne remettant pas en question la présence d'une homothétie spatiale dans l'écriture.

1. 1. 3 – Les invariants temporels

Les invariants temporels renvoient aux phénomènes d'isochronie et d'homothétie temporelle.

- **Isochronie**

A la fin du 19^{ème} siècle, Binet et Courtier (in Zesiger, 1995) notent qu'il existe une relation directe entre la taille d'une figure graphique et sa vitesse d'exécution. En ce qui concerne l'écriture, la durée de production d'un mot serait constante et ce, malgré sa taille. Ceci se traduirait par une augmentation de la vitesse de production du mot, proportionnelle à l'augmentation de la taille des lettres qui le composent.

Cette constante de l'écriture, également appelée isochronie, peut être représentée par la fonction suivante :

$$V = kL^{\beta}$$

V est la vitesse d'écriture, L la taille des lettres, k un paramètre constant, et β tend vers 1 pour une compensation parfaite de la taille de l'écriture par la vitesse.

Si les études confirment ce modèle mathématique, elles le nuancent également. En effet, la durée de production des mots de même longueur est constante pour des lettres comprises entre 2,5 mm et 10 mm (Thomassen et Teulings, 1985 ; in Zesiger, 1995). Au-delà de cette taille, le temps de production du mot s'allonge. Ainsi, pour une augmentation de la taille des lettres de 150%, la durée de production augmente de 7% (Wright, 1993 ; in Zesiger, 1995). Ce changement dans le temps est léger mais systématique lorsque la taille des lettres devient trop importante. Ceci va dans le sens d'une isochronie au sens large, à savoir la tendance à ne pas augmenter son temps de production dans les mêmes proportions que l'augmentation de la taille des mots (Zesiger, 1995).

La tendance à l'isochronie se retrouve également en imagerie mentale. Un sujet met autant de temps à se représenter son geste graphique malgré une augmentation de la taille de la phrase à produire mentalement (Decety et Michel, 1989). Enfin, ce principe n'est pas spécifique à l'écriture. Il a été retrouvé dans d'autres classes de mouvements de motricité manuelle comme la préhension ou le pointage (Benoît et Soppelsa, 1996).

Au vu de ces résultats, le principe d'isochronie pourrait être l'expression d'un mécanisme cognitif qui vise à modifier le moins de paramètres possibles lors de la production d'un même mouvement. Il maintiendrait la durée du mouvement constante quand la taille de celui-ci augmente (Zesiger, 1995).

- **Homothétie temporelle**

La production d'un mot est une activité complexe qui peut être décomposée en différents traits sur la base de critères géométriques (courbes, droites) ou cinématiques (accélérations...). La production du même mot à des vitesses différentes révèle que la durée de production de chaque sous unité est globalement proportionnelle à la durée totale d'écriture du mot. Autrement dit, la durée relative de chaque trait dans un mot est constante. Toutefois, l'homothétie temporelle est remise en cause dans certaines études selon le type de traitement des données (Zesiger, 1995).

1. 1. 4 – Loi puissance 2/3

Cette loi stipule que tous les tracés (dont l'écriture fait partie) respectent une règle qui associe la courbure de la trajectoire avec la vitesse tangentielle du mouvement selon un rapport de deux tiers. Plus clairement, la vitesse lors du tracé d'une courbe diminuerait tandis qu'elle augmenterait lors du tracé de droites (Viviani et Flash, 1995). Ce phénomène a pu être largement vérifié dans la production de tracés simples. Toutefois, son application à l'écriture est à nuancer étant donné les contraintes spécifiques de cette dernière, comme les mouvements de translation gauche-droite, la présence de points de rebroussements, ou encore la variabilité de la taille des lettres (Zesiger, 1995).

L'ensemble des invariances (spatiales, des effecteurs, isochronie, homothétie) rendent compte de la grande stabilité de l'écriture chez les adultes. Ce phénomène peut être en partie expliqué par la théorie des schémas de Schmidt (1975) qui postule l'existence d'un programme moteur généralisé. Des classes générales de mouvements seraient élaborées au niveau central, stockées en mémoire et activées chaque fois qu'un même type de mouvement est nécessaire à l'action. Le programme comprendrait les invariants, l'ordre des mouvements ou encore divers paramètres comme la durée du mouvement ou les groupes musculaires à solliciter (Albaret et *al.*, 2013). En ce qui concerne l'écriture, ce modèle pourrait expliquer la stabilité de la trace écrite selon les effecteurs utilisés, l'homothétie spatiale ou encore l'isochronie. Toutefois, la stabilité de l'écriture n'est pas totale et plus complexe, étant donné qu'elle peut être perturbée sous certaines conditions. Ainsi, il sera plus difficile de respecter les rapports géométriques au sein de l'écriture lorsqu'une grande contrainte de vitesse est appliquée ou de respecter l'isochronie parfaite lorsque la taille des lettres dépasse 10 mm.

1. 2 – Les modèles neuropsychologiques

Les modèles neuropsychologiques de l'écriture ont été conçus à partir de l'observation clinique de patients cérébrolésés. L'analyse des déficits et des compétences préservées dans des doubles dissociations ont permis de mieux comprendre les mécanismes impliqués. Il est à noter que ces modèles ne sont valables que pour les adultes qui possèdent une écriture automatisée, les enfants étant soumis aux contraintes développementales et d'apprentissage.

1. 2. 1 – Le diagramme de Camarazza et al. (1987)

En amont du geste moteur, l'écriture est soumise à des processus orthographiques et linguistiques. En effet, pour écrire correctement, il faut être capable de générer la forme orthographique de mots familiers et de sélectionner la bonne séquence de lettres, phonologiquement plausible, lorsqu'on entend des mots qui ne sont pas familiers ou qui n'existent pas (les pseudo-mots). Aussi, l'étude de patients cérébrolésés a conduit à générer l'hypothèse de l'existence d'une double voie de traitement des mots (Camarazza et al, 1987). En effet, alors que des patients cérébrolésés perdent la capacité à orthographier des mots connus et conservent la production des pseudo-mots, d'autres sont incapables d'écrire des mots inconnus alors que les mots familiers ne posent pas de problème.

- **Voie lexicale**

Cette première porte d'entrée dans la production d'un mot est sollicitée lorsqu'un sujet entend ou voit un mot qu'il connaît et dont il possède une représentation. Elle met en jeu une mémoire dans laquelle sont stockées les formes orthographiques, phonologiques et sémantiques des mots que le sujet est capable de reconnaître auditivement et visuellement.

- **Voie phonologique (ou sous lexicale)**

Si le sujet est confronté à des mots qui ne lui sont pas familiers, la voie phonologique lui permet de transcrire les phonèmes contenus dans les mots en graphèmes (lettres ou ensemble de lettres qui traduisent à l'écrit un phonème), par un système de conversion grapho-phonémique.

La voie lexicale et la voie phonologique convergent alors toutes les deux vers le 'buffer graphémique'. Cette composante de mémoire de travail fait le lien entre les composantes linguistiques (en amont) et motrices (en aval) du système de production écrite.

1. 2. 2 – Le modèle d’Ellis (1988)

Le modèle d’Ellis décrit les différentes voies neurologiques ascendantes et descendantes intervenant dans la production du langage oral et du langage écrit. La parole ou l’écriture sollicitent notamment les voies descendantes indirectes (Albaret et *al.*, 2013). Plus spécifiquement, au niveau de l’écriture, différents modules sont activés après la reconnaissance visuelle ou auditive d’un mot :

- **Module graphémique**

Ce système conserve des représentations abstraites des graphèmes issus d’une voie lexicale ou phonologique et précise les lettres et leur organisation pour leur production. Il contient donc des chaînes de lettres stockées sous une forme abstraite et indépendante de leur forme de sortie (majuscule, minuscule, scripte, cursive...).

- **Module allographique**

Il stocke les codes allographiques qui correspondent aux différentes formes d’un graphème. Il permet donc de sélectionner l’allographe, c’est-à-dire le style d’écriture de la lettre requise selon le contexte (majuscule, minuscule, scripte, cursive, spécificité de chaque scripteur...).

- **Patron grapho-moteur**

Ce module garde en mémoire la représentation motrice des lettres. Il permet après la sélection de l’allographe de réaliser les mouvements grâce aux indications de la forme des lettres, d’orientation spatiale, de la taille des traits et des séquences des lettres.

L’activation successive des différents modules permet ainsi de produire de l’écriture. Il est à noter que chaque niveau peut être atteint séparément et entraîne des troubles spécifiques de la production de l’écriture. Ainsi, une étude a montré que des enfants TDA/H dysgraphiques font souvent le même type d’erreurs : ajout de lettres aux mots, substitutions,

transpositions ou encore omissions. Ce type d'erreurs laisse penser à un dysfonctionnement spécifique du tampon graphémique (Adi-Japha et *al.*, 2007).

1. 2. 3 – Le modèle de Van Galen (1991)

Van Galen développe dans son modèle les niveaux post-graphémiques intervenant dans le contrôle moteur de l'écriture spontanée.

- **Postulats**

Il construit ce modèle à partir de 5 hypothèses (in Kaiser, 2009) :

- L'écriture est le produit de différents modules spécifiques qui traitent l'information indépendamment des autres.
- Ces modules sont hiérarchisés : les résultats du traitement d'un module sont transmis au module suivant.
- Les unités traitées diminuent de taille en fonction de leur niveau dans la hiérarchie : la taille des unités de niveau inférieur diminue par rapport à celles de niveau supérieur.
- Tous les modules travaillent en parallèle suite à une première activation des modules de niveau supérieur.
- Les modules de mémoire de travail facilitent une transition des informations avant l'acte d'écrire.

- **Processus sériels et parallèles**

Le modèle de Van Galen précise que les processus impliqués dans l'écriture sont sériels et parallèles. Pour lui, les informations linguistiques et motrices sont traitées simultanément. La figure 1 représente le modèle de la production de l'écriture selon Van Galen (1991). La colonne de gauche rend compte des modules intervenant dans le contrôle moteur, celle du milieu présente les unités linguistiques et celle de droite les différents types de mémoires sollicités.

Modules de traitement

Taille de l'unité

Buffer de stockage

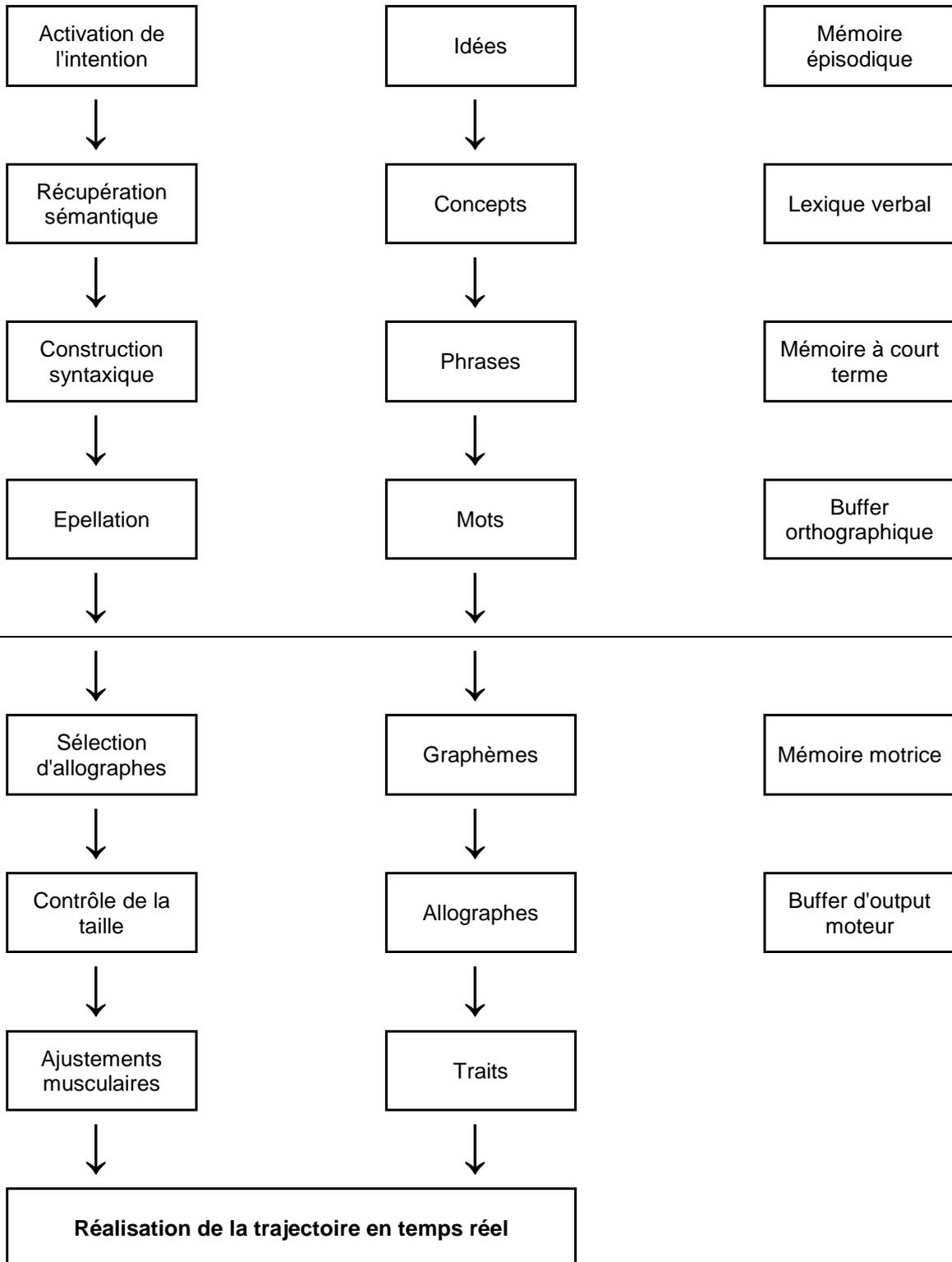


Figure 1 : Modèle de l'écriture manuelle selon Van Galen (1991), in Albaret et al. (2013).

Le contrôle moteur dans l'écriture débute après le traitement linguistique par la « sélection d'allographes ». Ce module active la mobilisation du programme moteur d'une lettre selon le style d'écriture voulu (cursive, majuscule...). Le stock allographique appartient à la mémoire à long terme. Le module « contrôle de la taille » intervient ensuite pour la sélection de la taille de production de la lettre ainsi que sa vitesse de production. Enfin, le module « ajustements musculaires » correspond à l'activation des groupes musculaires recrutés pour écrire (Van Galen, 1991 ; in Albaret et *al.*, 2013).

La production de l'écriture dépend également de l'intégration visuomotrice. Celle-ci guide la forme spatiale de la réponse et résulte de l'association de la coordination oculo-manuelle et de la visuoconstruction (Benoit et Soppelsa, 1996). Enfin, le tonus est un élément indispensable dans le processus d'écriture puisqu'il permet au sujet d'adapter sa posture et de tenir correctement son outil scripteur.

Si le modèle de Van Galen rend compte des processus impliqués dans la production de l'écriture, du cortex jusqu'au recrutement des muscles, il ne précise pas le rôle des feed-back sensoriels. En effet, les feed-back sensoriels ne sont pas des conditions indispensables à la production d'écriture à partir du moment où celle-ci est automatisée et rapide. Ceci reste vrai pour les adultes, toutefois les enfants s'appuient beaucoup sur les informations visuelles pour acquérir le geste complexe de l'écriture, avant de s'en affranchir progressivement (Albaret et *al.* 2013).

1. 3 – L'effet de contexte

Les modèles neuropsychologiques détaillent les différents modules qui s'activent pour produire de l'écriture. Cette production est relativement stable et hautement reproductible. Ceci étant, divers facteurs comme la place des lettres dans le mot, la fréquence des groupes de lettres ou encore la longueur des mots peuvent modifier certains aspects de la production.

1. 3. 1 – Les effets de position

Le tracé d'un mot implique la production de chaque lettre qui le compose dans le bon ordre, dans la bonne forme et dans la bonne taille. Or, le tracé de chaque lettre dépend lui-même du contexte qui l'entoure.

Plusieurs recherches ont mis en évidence que la forme d'une même lettre et sa vitesse de production pouvaient dépendre de sa place dans le mot (Wing *et al.*, 1983 ; Greer et Green, 1983 ; in Zesiger, 1995). Thomassen et Schomaker (1986) montrent que la durée et la forme des lettres dépendent de la lettre suivante (effet d'anticipation) et dans une moindre mesure de la lettre précédente (« after effect ») (in Zesiger, 1995).

Orliaguet et Boë (1990) confirment cet effet d'anticipation sur la lettre « l », en comparant les temps de production des digrammes « ll » et « ln » (in Kandel et Perret, 2014). Ils précisent que pour tracer le « n » dans le digramme « ln » il est nécessaire de faire appel au programme moteur du « n », de changer la forme ainsi que la taille du tracé par rapport au « l » (le « n » est en moyenne deux fois plus petit que le « l »). Au contraire, pour tracer le « l » du digramme « ll », le programme moteur est immédiatement disponible et la taille et la forme de la lettre ne changent pas. Il apparaît donc plus coûteux en ressources cognitives d'écrire « ln » que « ll ». Aussi, ces auteurs montrent que la durée de production du trait descendant du premier « l » est plus longue lors du tracé de « ln » par rapport au tracé de « ll ». Il en est de même lors du tracé de « le » (Boë *et al.*, 1991 ; in Kandel and Perret, 2014). En revanche, la durée de production du trait ascendant du « l » est invariante, quelque soit la lettre qui le suit. L'« after effect » étudié dans la production de « ll » et de « nl » semble quant à lui affecter tout autant la durée de la production du trait ascendant que du trait descendant du deuxième « l ». Ainsi, la vitesse de production d'une lettre dépend de la lettre qui la suit et de la lettre qui la précède.

De plus, il apparaît que pour une même lettre, la vitesse d'écriture augmente lorsqu'elle est placée en fin de mot (Zesiger, 1995). Ce phénomène peut être expliqué par les modèles neuropsychologiques présentés précédemment. En effet, le tampon graphémique se réduit d'une unité à chaque fois qu'un graphème est produit. La production d'une lettre libère donc une charge attentionnelle facilitant l'écriture de la fin des mots (Van Galen, 1990 ; in Zesiger, 1995).

1. 3. 2 – Les effets de fréquence

Aux effets de position de la lettre dans un mot s'ajoutent les effets de la fréquence lexicale. En effet, la durée d'initiation et de production de lettres, de digrammes (ensemble de 2 lettres), de trigrammes ou de mots est d'autant plus rapide qu'ils sont fréquemment rencontrés.

Ainsi, Zesiger (1990) montre que la durée de production des mots de 6 lettres est plus rapide chez l'adulte que celle de pseudo-mots, alors qu'ils commencent par les mêmes trigrammes. La familiarité des mots influence donc la vitesse d'écriture. De plus, le temps de production des trigrammes en début de pseudo-mots est d'autant plus rapide que le trigramme final est fréquent, et inversement (in Zesiger et *al.*, 1993). L'effet de la fréquence lexicale permettrait au scripteur entraîné de traiter comme une seule unité des groupes de lettres fréquemment utilisés (Benoît et Soppelsa, 1996), d'où la diminution du temps de production de la première partie du mot (à relier à l'effet d'anticipation).

1. 3. 3 – Les effets de longueur et de complexité des graphèmes

- **Effets de longueur**

La longueur des mots (en nombre de lettres) induirait une augmentation de leur durée de production ainsi qu'une augmentation de l'espace inter-mots (Van Galen, 1986, in Zesiger, 1995). Elle provoquerait également une réduction de la taille des lettres et de la pression.

- **Complexité des graphèmes**

La complexité graphémique (nombre de lettres qui compose un graphème) génère quant à elle une augmentation du temps de préparation et d'exécution du mouvement graphique. Les mots contenant des graphèmes complexes (« ou » ou « ch », dans « tour » ou « poche ») sont traités plus lentement que des mots constitués de graphèmes simples (« a », « b », « r », « i », dans « abri »). Ce résultat a été démontré pour des mots composés du même nombre de lettres et du même nombre de graphèmes (Pérez, 2014).

Dans leur étude, Kandel et Spinelli (2010) proposent à des participants de copier des mots contenant :

- soit des graphèmes simples : comme « a » dans « clavier »
- soit des graphèmes complexes de 2 lettres : comme « ai » dans « prairie »
- soit des graphèmes complexes de 3 lettres : comme « ain » dans « plainte »

Tous ces mots partagent la lettre « a » à la même position. L'analyse des temps de production des « a » montre que chez tous les participants, la durée d'écriture d'une même lettre dans un graphème simple est moins importante que celle dans un graphème complexe de 2 lettres ou encore dans un graphème composé de 3 lettres. La complexité graphémique influence donc le temps de mouvement dans la production d'écriture.

Une hiérarchisation des graphèmes de base du français (Catach et *al.*, 1995 ; in Pérez, 2014), présentée dans le tableau 1, a été proposée selon leur complexité (nombre de lettres), leur contexte d'utilisation (en lien avec les règles orthographiques) et la consistance des conversions phono-graphémiques (relations phonèmes, graphèmes).

Tableau 1 : Classification des graphèmes de base du français en fonction de leur degré de complexité orthographique selon Catach et *al.* (1995)

Difficulté	Caractéristiques	Graphèmes
1	Graphèmes simples acontextuels consistants	a-i-u-p-b-t-d-f-v-l-r-m-n
2	Graphèmes complexes acontextuels consistants	eu-ou-on-un-oi-oin-ch-gn
3	Graphèmes simples acontextuels inconsistants	é-è-o-ï-y
4	Graphèmes complexes acontextuels inconsistants	ai-au-eau-an-en-in-il(l)-qu
5	Graphèmes simples contextuels inconsistants	e-g-s-c-ç-z-j-x
6	Graphèmes complexes contextuels inconsistants	gu-ss-ge

La complexité graphémique est donc une variable qui exerce un effet sur la production d'écriture. Elle s'ajoute aux effets de position et de fréquence. Elle influence fortement l'écriture manuscrite, notamment au cours de la phase d'apprentissage (Pérez, 2014).

1. 3. 4 – Les effets liés au type d'écriture et de production

- **Type d'écriture**

Le type d'écriture utilisé (majuscule, minuscule, scripte, cursive) peut influencer la vitesse d'écriture. Les études rapportent cependant des résultats contradictoires. L'écriture de lettres scriptes isolées serait plus rapide que celle de lettres cursives alors que la production de mots en cursif serait tout aussi efficace que la production en script (Newman, 1980 ; in Zesiger, 1995). De plus, la production de phrases en lettres cursives serait plus rapide que celles en lettres scriptes ou majuscules. Même si ces résultats divergent, il se pourrait que ce soit la familiarité des scripteurs avec un style d'écriture qui influence le plus la vitesse d'écriture.

- **Contexte de production**

Le type d'exercice proposé (dictée, copie de texte, écriture spontanée) a lui aussi un effet sur la qualité et la vitesse de l'écriture (Albaret et *al.*, 2013). Si la dictée et la copie de texte font appel à des structures cognitives communes comme la mémoire à long terme, la mémoire à court terme, et la mémoire de travail (Pérez et *al.*, 2012) ; l'écriture spontanée sollicite en plus des processus de composition. Pour les écrivains experts, le geste graphique automatisé est réalisé simultanément à l'organisation de la production du texte. Or, plus les activités métacognitives sont efficaces, plus la fréquence d'inscription est importante et inversement, plus la vitesse d'écriture est importante, plus la génération d'idée est efficace (Albaret et *al.*, 2013). La production de compositions difficiles limite ainsi la fréquence d'inscription.

Les consignes associées à la tâche d'écriture (écrire le plus vite possible, à vitesse normale, le mieux possible) influencent également l'écriture. Des déformations et des simplifications de la trace graphique sont notamment engendrées par une écriture soumise à des contraintes de rapidité (Sage, 2010). Le stress et l'émotivité peuvent aussi générer des modifications de la vitesse et de la qualité des productions. Le contrôle graphomoteur, l'organisation de l'espace graphique et la précision seraient sous tendus par une certaine stabilité émotionnelle et affective (Ajuriaguerra et *al.*, 1971).

Dans tous les cas, l'écriture est une activité stable chez l'adulte qui dépend de nombreux facteurs. Les invariants comme les effecteurs, l'isochronie ou encore l'homothétie spatiale assurent la stabilité de l'écriture. D'autres facteurs comme le style d'écriture, la familiarité des mots ou la complexité et la place des lettres induisent quant à eux des variations dans la production. Toutefois, ces variations sont constantes dans un même contexte.

Le caractère invariant de l'écriture a été montré auprès de la population adulte qui a automatisé son écriture. Aussi, on peut se demander comment chez l'enfant, l'écriture se met en place, et tend vers cette automatisation, assurée par sa stabilité.

Partie 2 : L'acquisition de la stabilité dans l'écriture

L'évolution de l'écriture est un phénomène discontinu, long et complexe, qui tend vers une grande stabilité de l'écriture. Des processus comme l'augmentation de la taille du programme moteur, le passage d'un contrôle rétroactif à un contrôle proactif et la personnalisation de l'écriture participent à l'automatisation de l'écriture.

2. 1 – Evolution des aspects statiques et dynamiques de l'écriture

Avec l'apprentissage, l'écriture évolue à la fois sur le plan statique (forme et taille des lettres, agencement dans l'espace) et cinématique (durée d'initiation, vitesse d'écriture, temps des pauses).

De manière générale, l'apprentissage de l'écriture se déroule dès la 3^{ème} année de vie. Par le gribouillage, l'enfant apprend à maîtriser un outil scripteur et les formes de base requises pour l'écriture.

Vers 6-7 ans, il peut former les lettres et les associer les unes aux autres en mots. A cet âge, la production de l'écriture se fait trait par trait. Elle est lente, de grande taille et nécessite de nombreuses pauses (Zesiger, 2003). Grâce au contrôle de la vision, l'enfant peut corriger l'amplitude et l'orientation de son mouvement en cours de production (Albaret et *al.*, 2013).

Entre 7 et 9 ans, la taille du tracé diminue progressivement, de même que la durée de production, le nombre et la durée des pauses. En copie, le nombre d'allers et retours au

modèle diminue et l'alignement des lettres est mieux respecté. Le mouvement d'écriture devient plus fluide, la vitesse et la qualité de production augmentent.

Vers 9 ans, une régression dans la vitesse de production est observée, pouvant s'expliquer par une augmentation de l'application de l'enfant sur la qualité de son écriture (Vinter et Zesiger, 2007).

A partir de 10 ans, la variabilité de l'écriture pour un même enfant tend à diminuer. Les mouvements deviennent automatisés et le contrôle de plus en plus proactif.

Enfin, à partir de 11 ans, l'écriture se personnalise, et continue d'augmenter en vitesse de production et stabilité.

2. 2 – L'unité de base du programme moteur

Le programme moteur de l'écriture contient des informations comme la taille de la lettre à produire, sa forme et l'ordre dans lesquels les traits doivent être exécutés. La connaissance de la taille de l'unité de base du programme moteur, et son augmentation au cours de l'apprentissage de l'écriture, permettent de comprendre un des facteurs qui favorise la stabilité de l'écriture.

2. 2. 1 – La taille de l'unité de base du programme moteur

Les auteurs se sont depuis longtemps penchés sur la taille et la nature de l'unité de base du programme moteur : s'agit-il du trait, d'un groupe de traits, de la lettre, de digrammes, de trigrammes ou encore de graphèmes ?

- **Le temps de réaction, indice du temps de sélection du programme moteur**

Afin de déterminer quelle est la taille de l'unité de base du programme moteur, les chercheurs se sont appuyés sur le temps de réaction entre l'apparition du stimulus (modèle à copier) et la production, comme indicateur des processus de programmation sous jacents. En effet, le modèle du « rappel des sous programmes » (Sternberg et *al.*, 1978 ; in Zesiger, 1995) stipule que lors de la production d'une séquence motrice quelconque, seule la première unité est entièrement programmée avant l'exécution du mouvement. Les unités suivantes sont quant à elles partiellement programmées avant la production et finissent de l'être au cours du

mouvement. Le temps de réaction avant la production rend ainsi compte du temps de programmation de la première unité à produire et de la taille de la séquence.

Dans leur étude de 1983 qui cherche à définir l'unité de base du programme moteur entre le trait, un groupe de traits, une lettre ou un groupe de lettres, Teulings, Thomassen et Van Galen s'appuient sur plusieurs autres paradigmes du temps de réaction:

- Le temps de réaction et le temps de mouvement sont plus longs lorsque deux unités différentes sont programmées que lorsqu'il s'agit de la production répétée de la même unité (Klapp et Wyatt, 1976).
- Le temps de réaction diminue lorsque le sujet a reçu avant le stimulus un pré-indicage de l'unité de base (Zelaznik et *al.*, 1982). Si la lettre est l'unité de base, les auteurs s'attendent à ce que le temps de réaction des sujets diminue lorsqu'on leur montre la première ou la deuxième lettre qu'ils doivent écrire et non lorsqu'on leur montre une seule partie du trait à tracer.

- **La lettre comme unité de base du programme moteur**

Teulings et ses collaborateurs (1983) proposent à 13 sujets d'écrire 16 digrammes à partir de quatre lettres commençant par le même trait : « e », « u », « j » et « n ».

La paire de lettres à produire qui est présentée aux participants marque le stimulus de départ. Les digrammes sont soit des paires de lettres identiques (« ee »), soit des paires de lettres différentes (« eu », « ej »...). Avant la présentation du stimulus de départ, les sujets reçoivent un stimulus de pré-indicage. Il s'agit de prévisualiser toute l'information, à savoir la paire à produire (par exemple « ej »), la première ou la deuxième lettre de la paire (« e - » ou « - j »), ou encore de n'avoir aucun indice concernant le digramme à produire (« - - »).

Les résultats montrent que le temps de réaction passe de 376 ms dans la condition de prévisualisation totale, à 405 et 408 ms avec la prévisualisation de la première ou de la deuxième lettre, et à 478 ms sans indice. Or, comme dans toutes les conditions, le premier trait à produire est le même, ces résultats indiquent que les sujets n'utilisent pas la stratégie de produire ce trait avant d'avoir programmé au moins une lettre.

De plus, le temps de réaction pour produire des digrammes composés de lettres identiques est plus court que pour produire des digrammes de lettres différentes. Ceci appuie l'hypothèse de l'activation d'un seul programme moteur répété deux fois dans le premier cas, et le rappel de deux programmes moteurs différents dans le deuxième cas.

Cette recherche montre donc que la taille de l'unité de base du programme moteur chez l'adulte serait de l'ordre de la lettre. Cette hypothèse a depuis été corroborée par d'autres travaux. Notamment ceux de Portier, Van Galen et Meulenbroek (1990) (in Albaret et *al.*, 2013) qui montrent que le temps de réaction diminue significativement avec la prévisualisation d'une lettre entière contrairement à la prévisualisation des courbes et des traits qui la composent.

2. 2. 2 – L'augmentation de la taille de l'unité de base du programme moteur

Si la lettre est l'unité de base du programme moteur chez l'adulte comme l'ont montré les études précédentes, qu'en est-il chez l'enfant ?

- **Evolution de l'empan de transcription**

Une étude dédiée à l'évolution de l'empan de transcription (nombre d'unités écrites sans recours au modèle) dans une tâche de copie, auprès d'élèves en Cours Préparatoire (CP), montre que la taille de l'unité de base du programme moteur évolue au cours de l'apprentissage (Préteur et Telleria-Jauregui, 1986 ; in Albaret et *al.*, 2013). En effet, en début d'année les élèves copient des morceaux de lettres, trait par trait. Au fil de leur apprentissage de l'écriture, ils copient lettre par lettre, la taille des traits devenant de plus en plus importante. En fin d'année de CP, ils sont capables de copier des petits mots entiers sans jeter de coups d'œil au modèle. En parallèle de l'augmentation de l'empan de transcription, la taille de l'unité du programme moteur passerait ainsi du trait à la lettre.

- **Evolution de l'unité du programme moteur**

Une étude plus récente de Lambert et Espéret (2002) a tenté de préciser ce phénomène. Les enfants de CP doivent copier un mot qui leur est présenté sur un écran et qui s'efface dès qu'ils commencent à écrire. Ils ont la possibilité de revoir le modèle en appuyant sur un bouton. Les auteurs mesurent alors la vitesse de copie, la localisation des appels au modèle ainsi que leur durée. Ils appuient leur analyse sur les hypothèses suivantes :

- Si l'unité de base du programme moteur est la lettre, les retours au modèle se font entre la production de deux lettres plutôt qu'en cours de production d'une lettre.

- Avec l'apprentissage, le nombre d'appels au modèle et la durée passée sur le modèle diminuent.

Le nombre d'appels du modèle en cours de production d'une lettre passe de 20,9% en octobre, à 6,8% en janvier et 4,3% en mai. Ainsi, les élèves de CP interrompent de moins en moins leur production lorsqu'ils sont en train d'écrire une lettre au fil de leur apprentissage. Ce résultat confirme l'hypothèse que la lettre deviendrait rapidement l'unité de base du programme moteur pour l'écriture.

Les auteurs remarquent également que l'empan de copie (mesuré avec le nombre d'appels au modèle) diminue en cours d'année de même que la durée de consultation du modèle, allant dans le sens d'une automatisation des processus d'encodage et de copie.

- **Variations de la taille de l'unité de base du programme moteur**

La taille de l'unité de base du programme moteur semble donc passer du trait à la lettre en cours d'apprentissage de l'écriture. Il est à noter qu'elle peut également varier selon la nature de la tâche (copie, dictée, composition), le degré de familiarité des graphèmes ou encore de la complexité et de la place des lettres dans le mot (Zesiger, 1995 ; Albaret et *al.*, 2013).

Ainsi, le temps de réaction diminue avec le degré de familiarité des graphèmes (Van Galen, 1991 ; in Kaiser, 2009). Il est également plus court en tâche de copie de mots que de pseudo-mots, pourtant composés des mêmes lettres (Zesiger et *al.*, 1993).

Enfin, une étude plus récente s'est intéressée à l'influence de la structure graphémique des mots sur le temps de programmation lors de l'apprentissage de l'écriture (Kandel et *al.*, 2006). L'analyse s'est portée auprès de 34 enfants âgés de 6 ans 3 mois à 7 ans 2 mois en cours d'acquisition de l'écriture. Les enfants devaient écrire des mots de deux syllabes, tous constitués de 7 lettres. Les syllabes composées d'un ou plusieurs phonèmes correspondent à l'unité phonétique prononcée dans une seule émission de voix. Les graphèmes, constitués de une à 3 lettres, traduisent à l'écrit un phonème. Dans le premier cas, la première syllabe des mots était constituée de 2 graphèmes (« ch » et « an » dans « chanson »). Dans le deuxième cas, la première syllabe était constituée de 4 graphèmes (« c », « r », « i », « s » dans « cristal »). Les analyses, portant sur la durée des mouvements et les pics de vitesse d'écriture lors de la copie, montrent que les enfants traitent la première syllabe des mots graphème par graphème, tandis qu'ils traitent la deuxième syllabe des mots comme une syllabe. De plus, ils

programment en entier le premier graphème avant de commencer la production. Ils poursuivent la programmation des autres graphèmes de la première syllabe en cours de production. Enfin, la programmation de la deuxième syllabe comme un tout, se déroule lors de la production de la 5^{ème} lettre du mot. Cette étude met en lien ces capacités de programmation avec les capacités de lecture des enfants. Elle montre ainsi que lorsque les enfants maîtrisent les règles de conversion entre les phonèmes et les graphèmes, ils peuvent utiliser le graphème ou la syllabe comme unité de base du programme moteur.

Ainsi, l'unité de base du programme moteur semble évoluer avec l'apprentissage de l'écriture, passant du trait à la lettre. Toutefois, selon l'entraînement du scripteur, sa familiarité avec certains graphèmes ou certaines syllabes, son aisance en lecture, la taille de l'unité du programme moteur peut passer de la lettre au graphème ou à la syllabe, même chez les enfants en cours d'apprentissage.

2. 3 – Le contrôle des mouvements dans l'écriture

Dans la production de l'écriture, il est possible de distinguer, entre autres, deux types de contraintes : celles propres à l'allographe (donc à la forme de la lettre) et celles relatives à l'agencement de ces formes dans l'espace graphique (l'alignement des lettres, le parallélisme des lignes). Ces contraintes sont soumises à deux grands modes de contrôle des mouvements : un contrôle rétroactif et un contrôle proactif. Aussi, l'acquisition de l'écriture et son automatisation semblent liées à une transition d'un mode de contrôle essentiellement rétroactif à un mode de contrôle plus proactif.

2. 3. 1 – Deux modes de contrôle des mouvements

De manière générale, il existe deux grands types de contrôle des mouvements, intervenant dans la production d'écriture.

- **Contrôle rétroactif**

Il s'agit d'un contrôle en boucle fermée. Le contrôle du mouvement s'effectue en cours de production grâce aux feedback sensoriels, notamment visuels et kinesthésiques. La durée des mouvements doit être suffisamment importante (supérieure à 100 ms) pour qu'ils puissent être modifiés en temps réel (Albaret et *al.*, 2013).

Dans la production d'écriture chez l'adulte, le contrôle rétroactif serait mineur, et interviendrait essentiellement pour répondre aux contraintes d'agencement spatial. Une étude portant sur le rôle de la vision dans l'écriture a précisé ce phénomène. Smyth et Silvers (1987) ont demandé à des adultes d'écrire des phrases dans 6 conditions différentes : 3 avec la vision et 3 sans la vision. Dans chacune de ces modalités, les sujets ont pour consigne :

- soit d'écrire
- soit d'écrire en répétant continuellement « bla »
- soit d'écrire en comptant de 1 à 5 de manière répétée.

En l'absence du feedback visuel, les auteurs notent qu'il y a une augmentation significative d'erreurs d'orientation des lignes par rapport à la page, et d'erreurs portant spécifiquement sur la position du point du « i » et sur la position de la barre horizontale du « t ». Ces erreurs ne sont pas affectées par l'addition d'une tâche secondaire. Ils notent également des erreurs dans la forme des lettres (additions ou omissions de traits) ou dans la séquence des lettres dans un mot (additions ou omissions) qui sont majorées en présence de la tâche secondaire.

Le contrôle visuel dans l'écriture chez l'adulte aurait donc deux grandes fonctions (Zesiger, 1995) :

- Une fonction exproprioceptive, impliquée dans le contrôle spatial de l'agencement des lettres et des mots.
- Une fonction proprioceptive, impliquée dans le contrôle des séquences des traits formant le graphème.

L'absence de feed-back visuel affecterait également d'autres aspects de l'écriture comme une augmentation du temps de réaction, de la taille des lettres, et de la pression du stylo sur la feuille (Van Doorn et Keuss, 1992 ; in Chartrel et Vinter, 2006).

- **Contrôle proactif**

Il s'agit d'un contrôle en boucle ouverte. Le contrôle est basé sur l'entière programmation du mouvement. Une fois lancée, la production du mouvement ne peut pas être modifiée par des informations venant des systèmes sensoriels. Dans l'écriture, la représentation interne du programme moteur participe au contrôle proactif et par conséquent à son automatisation. En effet, ce type de contrôle est uniquement appliqué à des mouvements rapides qui ne peuvent être corrigés en cours de production par des feed-back sensoriels (Albaret et *al.*, 2013).

Le contrôle de l'écriture chez l'adulte est essentiellement proactif. Il est garant de la production de la bonne forme des lettres, peu sensible au contrôle visuel. Toutefois, celui-ci, même s'il n'est pas central, participe au bon agencement spatial de la trace écrite.

2. 3. 2 – Du contrôle rétroactif au contrôle proactif

Au début de l'apprentissage de l'écriture, les enfants produisent les lettres trait par trait, suffisamment lentement pour pouvoir corriger leur mouvement en cours d'exécution. Ils utilisent un mode de contrôle essentiellement rétroactif. Ils sont par conséquent très dépendants de la vision. Avec l'acquisition de l'écriture, la production devient plus rapide ce qui ne laisse pas le temps au système sensoriel de contrôler le déroulement de l'écriture. Ils peuvent alors se fier aux programmes moteurs, en s'affranchissant progressivement des feed-back sensoriels. Ce phénomène participe à l'automatisation de l'écriture, à son gain de vitesse et à sa stabilité (Albaret et *al.*, 2013).

Ainsi, l'absence de vision en situation de production d'écriture entraîne des effets plus importants chez les jeunes enfants que chez des enfants plus âgés ou encore des adultes. Des enfants de 8 ans, 9 ans, 10 ans et des jeunes adultes ont dû reproduire des lettres dans 3 conditions différentes (Chartrel et Vinter, 2006):

- une condition visuelle normale
- une condition sans vision de la main ni de la trace écrite
- une condition les yeux fermés

Les variables comme le temps de mouvement, la distance parcourue (c'est-à-dire la longueur de la lettre), la vitesse, la pression et la fluidité du mouvement ont été étudiées pour chaque groupe d'âge dans chacune des conditions. Les résultats montrent que chez les adultes, seule la pression subit une modification en l'absence d'information visuelle. Les autres variables restent constantes dans toutes les conditions étudiées. Les mouvements des enfants subissent quant à eux des modifications bien plus importantes en l'absence de feed-back visuel. Les auteurs notent une augmentation de la longueur de la trace, de la vitesse, de la pression, et de la fluidité, d'autant plus que les enfants sont jeunes.

Sans vision, les enfants ont davantage recours aux informations proprioceptives (en augmentant la pression) et kinesthésiques (en augmentant la taille de la trace) que les adultes. Les enfants de 8 ans se montrent particulièrement dépendants de ces processus rétroactifs pour le contrôle de leurs performances. Les enfants de 9 et 10 ans recherchent moins d'informations kinesthésiques en l'absence de vision reflétant de l'efficacité croissante des processus proactifs dans la formation des trajectoires.

Ainsi, l'acquisition de l'écriture implique le passage d'un contrôle rétroactif, indispensable à l'agencement spatial de la trace sur l'espace graphique, à une stratégie de contrôle proactif, garante de la production stable des allographes et basée sur une représentation interne du programme moteur.

2. 4 – La personnalisation de l'écriture

L'écriture nécessite de longues années d'apprentissage au cours desquelles la lisibilité et la vitesse de production connaissent d'importantes améliorations de façon discontinue. Pour que la production écrite soit moins coûteuse et réponde aux contraintes croissantes de vitesse et d'efficacité du milieu, un phénomène de personnalisation de l'écriture est observé à partir de l'âge de 10 -12 ans.

2. 4. 1 – Evolution de l'écriture de 7 à 11 ans

L'écriture des élèves entre leur première année d'apprentissage et la fin de l'école primaire subit de nombreux changements. Cette évolution est un phénomène discontinu qui correspond à des périodes où le changement de stratégie, comme le passage d'un contrôle

rétroactif à un contrôle plus proactif, entraîne une perturbation dans la lisibilité, dans la vitesse de production de l'écriture ou dans les deux, avant de s'avérer plus efficace par la suite (Albaret et *al.*, 2013).

De manière générale, entre 7 et 11 ans, l'amélioration de la production écrite porte sur :

- La diminution de la taille des lettres
- L'alignement des lettres sur la ligne
- L'espace des lettres et des mots
- La fluidité du mouvement
- La stabilité de la forme des lettres
- Des liens plus réguliers entre les lettres
- La régularité de la trace écrite

Ces améliorations se déroulent parallèlement au développement de la motricité digitale. En effet, des mouvements plus fins des doigts sont requis pour écrire plus petit, pour aligner les lettres et les mots ou encore assurer plus de stabilité et de régularité dans le geste graphique (Kaiser, 2009).

2. 4. 2 – Personnalisation de l'écriture à partir de 11 ans

Après le CM2, une personnalisation de l'écriture est observée (Hamstar-Bletz et Blöte, 1990 ; in Albaret et *al.*, 2013).

- **Modifications dans l'écriture**

Les scripteurs adoptent progressivement une écriture mixte, mélangeant des lettres cursives et des lettres scriptes. Par exemple en troisième, 53% des élèves utilisent une écriture mixte alors qu'ils ne sont que 36% en cinquième (Graham et *al.*, 1998). De plus, les détails inutiles à la reconnaissance des lettres sont peu à peu supprimés (comme la boucle du « r »). Il y a également une simplification ou une disparition des liaisons entre les lettres. On observe un changement de sens de rotation de certaines lettres comme le « m » qui se transforme en une succession de « u » (Albaret et *al.*, 2013). Au total, le scripteur s'affranchit des règles calligraphiques enfantines, il s'autorise plus de libertés et simplifie son écriture (Sage, 2010).

- **Écriture mixte et vitesse d'écriture**

Graham et ses collaborateurs (1998) ont étudié l'impact du style d'écriture (cursif, scripte, mixte majoritairement scripte ou mixte majoritairement cursif) sur la vitesse et la lisibilité des productions. Pour cela, ils ont proposé trois tâches d'écriture à 600 élèves scolarisés du CM1 à la troisième :

- une tâche de copie, où il faut recopier le plus vite possible un paragraphe pendant une minute et 30 secondes.
- une tâche narrative, où il faut compléter une phrase à trous et poursuivre l'histoire pendant 5 minutes.
- une tâche descriptive, où il faut compléter une phrase à trous et expliquer le sujet pendant 5 minutes.

Les auteurs remarquent que quelque soit la tâche d'écriture demandée et le niveau scolaire, les élèves utilisent majoritairement le même style d'écriture. Le style d'écriture n'influence pas la lisibilité de la production mais a un impact important sur sa vitesse. En effet, pour la tâche de copie, une écriture mixte majoritairement scripte est plus rapide qu'une écriture cursive pure (+19 lettres par minute) ou scripte pure (+16 lettres par minute). Il en est de même pour une écriture mixte majoritairement cursive qui est plus rapide qu'une écriture cursive pure (+13 lettres par minute) ou scripte pure (+10 lettres par minute). Dans tous les cas et quelque soit le niveau scolaire, une écriture mixte est plus rapide qu'une écriture cursive ou scripte. Ceci pourrait être expliqué par le fait que les étudiants qui utilisent une écriture mixte peuvent, selon le contexte et les contraintes de l'écriture, sélectionner l'allographe qu'ils sont capables d'écrire le plus efficacement possible (Graham et *al.*, 1998).

- **Une réponse aux contraintes de la production écrite**

Ces changements responsables d'une personnalisation de l'écriture semblent répondre aux exigences croissantes de la production. En effet, l'écriture des jeunes scripteurs est lente et très coûteuse en énergie. L'écriture personnalisée répondrait à un « compromis optimal entre les contraintes liées au but de l'écriture (la communication d'une information), la lisibilité et les contraintes (la vitesse d'écriture) permettant de réaliser la tâche avec un coût optimal » (Sage, 2010). Elle permettrait de libérer des ressources attentionnelles au profit des fonctions métacognitives qui s'occupent de la génération d'idées, de l'organisation d'un

contenu et enfin de la construction d'un texte (Flowers et Hayes, 1996 ; in Albaret et *al.*, 2013).

Il est également à noter que les enfants qui développent une bonne maîtrise de l'écriture développent plus vite une personnalisation de l'écriture que les faibles scripteurs.

Partie 3 : Troubles de l'écriture chez l'enfant

Les premières observations des troubles de l'écriture ont été faites auprès de patients cérébrolésés. Suite à une atteinte neurologique importante, ces derniers peuvent manifester un trouble spécifique de l'écriture, appelé « agraphie » (Siéroff, 2004). Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons spécifiquement aux difficultés que certains enfants présentent dans la production d'écriture, sans lésion associée. Il s'agit plus communément des troubles de l'écriture regroupés sous les termes de « dysgraphie » ou de « faible écriture manuelle ».

3. 1 – Caractéristiques des troubles de l'écriture

De nombreuses études se sont intéressées aux différences de la production écrite des bons et des mauvais scripteurs. Une des principales caractéristiques de l'écriture des enfants dysgraphiques est son manque de lisibilité (Smits-Engelman et *al.*, 2001). Aussi, des facteurs variés sont à l'origine de la dégradation de la qualité de l'écriture.

3. 1. 1 – Manque de lisibilité

La plupart des études s'intéressant à l'écriture des mauvais scripteurs rapporte les caractéristiques suivantes (Albaret et *al.*, 2013) :

- une réduction de l'espace entre les lettres d'un mot
- une réduction de l'espace entre les mots
- un défaut d'inclinaison et d'alignement des lettres et des mots sur la ligne horizontale
- une déformation des lettres
- une variation dans la taille des lettres
- des irrégularités cinématiques (plus d'accélération et de pics de vitesse)

Dans leur étude, Rosenblum, Dvorkin et Weiss (2006) mettent en évidence des variabilités dans la production d'enfants dysgraphiques tant au niveau de la formation des lettres, que dans le nombre et la durée moyenne des levers de crayon. Pour cela, ils ont demandé à des enfants âgés de 8 à 9 ans, scolarisés en CE2, de copier un petit texte de 107 caractères sur une tablette graphique. Les enfants sont préalablement divisés en deux groupes : un groupe de 14 mauvais scripteurs (évalués avec des tests étalonnés) et un groupe de bons scripteurs. Les deux groupes sont homogènes en termes d'âge, de sexe, et de niveau socio-économique. Les auteurs relèvent des différences significatives dans les productions entre les deux groupes. Les enfants dysgraphiques présentent notamment :

- un défaut d'alignement des lettres
- des angles aigus dans la formation des lettres et entre les lettres
- un nombre élevé de retours en arrière pour corriger ou compléter le tracé
- un plus grand nombre de levers de crayons
- une durée moyenne plus importante des levers de crayon

De nombreux facteurs concernant la formation des lettres, leur disposition spatiale, la continuité de la trace, les retouches des lettres, une mauvaise organisation de la page ou encore le nombre de levers de crayons influencent la qualité de la production écrite. Un certain nombre d'entre eux sont instables et sont retrouvés dans l'écriture des enfants dysgraphiques.

3. 1. 2 – Fréquence d'inscription

En ce qui concerne la vitesse d'écriture, les études ne rapportent pas de différences significatives entre les bons scripteurs et les mauvais scripteurs (Hamstra-Bletz et Blöte, 1993 ; in Albaret et *al.*, 2013). Toutefois, une diminution de la fréquence d'inscription chez les enfants dysgraphiques présentant un trouble de l'acquisition de la coordination peut être rencontrée (Volman et *al.*, 2006).

3. 2 – Classification des dysgraphies

3. 2. 1 – Définitions

D'un point de vue développemental, les difficultés d'écriture manuelle chez l'enfant pouvant persister à l'âge adulte sont appelées « dysgraphies ».

- **Dysgraphie selon Ajuriaguerra**

Ajuriaguerra, en 1964, définit la dysgraphie d'un enfant de la manière suivante : « la qualité de l'écriture est déficiente, alors qu'aucun déficit neurologique ou intellectuel n'explique cette différence ». L'analyse des productions de 144 enfants dysgraphiques l'amène à distinguer 5 types de dysgraphies : lenteur et précision, raideur, relâchement graphique, impulsivité, maladresse (in Zesiger, 1995). Toutefois, cette première définition, applicable à partir de 7 ans, reste relativement imprécise. Les études postérieures sur les caractéristiques des troubles de l'écriture ont tenté de préciser le trouble.

- **Trouble de l'expression écrite selon les classifications internationales**

Les difficultés d'écriture n'existent pas en tant que trouble spécifique dans les classifications internationales (DSMV, CIM 10). Elles mentionnent les troubles orthographiques et syntaxiques sous le terme de « Trouble de l'expression écrite ». L'écriture illisible est quant à elle citée en association avec le trouble d'acquisition de la coordination (Albaret, 1995).

- **Trouble de l'apprentissage de la graphomotricité**

Aujourd'hui, certains auteurs proposent de définir un trouble de l'apprentissage de la graphomotricité selon les trois critères suivants (Albaret et *al.*, 2013):

- Les productions écrites, évaluées par des tests étalonnés mesurant la qualité et la fréquence d'inscription, sont nettement en dessous du niveau attendu du sujet compte tenu de son âge, de sa classe, de son niveau intellectuel ou encore de son

développement psychomoteur, et ce, malgré un enseignement approprié. L'écriture peut être lente, illisible, raturée, irrégulière ; le geste peut manquer de fluidité et de régularité.

- Le trouble de l'écriture a un impact significatif sur la scolarité ou les activités de la vie quotidienne faisant appel à l'écriture.
- Il n'est pas dû à une affection médicale générale, ni à un trouble de l'acquisition de la coordination.

3. 2. 2 – Classifications

Les troubles de l'écriture chez les enfant dysgraphiques sont de natures variées comme le montrent les études sur les caractéristiques de l'écriture (Rosenblum et *al.*, 2006 ; Albaret et *al.*, 2013). Plusieurs classifications tentent de rendre compte de la variabilité des dysgraphies, selon les perturbations qu'elles entraînent, leurs caractéristiques cinématiques ou encore les déficits associés.

- **Classification de Gaddes et Edgell (1994)**

A partir des différents troubles graphomoteurs rencontrés, Gaddes et Edgell (in Albaret, 1995) distinguent 4 types de dysgraphies :

- *Altération de l'écriture* : l'écriture est tremblante, les lettres sont déformées, retouchées, les liaisons entre les lettres sont absentes ou les lettres se cognent (télescopage), la taille des lettres est inadaptée (micrographie par exemple)
- *Troubles spatiaux* : il y a une mauvaise organisation de la page, les lettres ne sont pas correctement alignées, les espaces entre les mots et les lettres sont réduits, la marge est absente, les lignes sont irrégulières
- *Troubles syntaxiques* : difficultés grammaticales rencontrées à l'écrit alors que l'expression orale est correcte
- *Répugnance à écrire*

Les deux premiers types de dysgraphies (altération de l'écriture, troubles spatiaux) renvoient spécifiquement à des composantes motrices du trouble de l'écriture.

- **Classification de Mojet (1991)**

L'analyse des variables cinématiques de l'écriture (accélérations, nombre de levers de crayon, temps entre deux mots ou deux lettres) au sein d'une revue de travaux a permis à Mojet de déterminer quatre grands profils de scripteurs (in Charles et *al.* 2003) :

- *Le type A* : le scripteur exerce une faible pression sur le crayon, produisant une écriture plutôt régulière, peu déformée et de petite taille. La distance horizontale inter-trait est constante. Le tracé est rapide et fluide, grâce au faible nombre de pauses et d'arrêts au cours de la production.
- *Le type B* : le scripteur exerce une pression moyenne sur le crayon, produisant une écriture plutôt régulière, peu déformée et de taille moyenne. Le tracé est lent, avec de nombreux temps de pauses en cours de production et peu de variations dans l'accélération et la décélération. La production manque d'aisance et de rythme.
- *Le type C* : le scripteur produit une écriture avec des lettres déformées et de grande taille. Le tracé est rapide, sans pauses ni arrêts. Le rythme de production est régulier mais un certain manque de contrôle est retrouvé.
- *Le type D* : le scripteur exerce une pression importante sur le crayon, produisant une écriture large, irrégulière, avec des lettres déformées. Le tracé est particulièrement lent, avec un nombre de pauses et d'arrêts importants (pouvant dépasser 2 secondes). Le rythme de la production est très irrégulier. Un manque de régulation du mouvement est rencontré, à l'origine d'une fatigue importante.

- **Classification de Sandler et *al.* (1992)**

Les auteurs ont étudié les caractéristiques de l'écriture d'un groupe de 99 enfants dysgraphiques, âgés de 9 à 15 ans, en comparaison avec les caractéristiques de l'écriture d'un groupe de 63 enfants contrôles. Ils ont inclus dans leur analyse un certain nombre de facteurs endogènes comme la motricité fine, les compétences visuo-spatiales ou encore l'attention et la mémoire. Leur étude fait ressortir quatre types de dysgraphies associées à des compétences et des déficits particuliers :

- *Dysgraphie associée à un trouble du langage et un trouble de la motricité fine* : le trouble de l'écriture s'accompagne d'une dysorthographe, d'un retard d'apprentissage

dans la lecture et d'une perturbation de la mémoire immédiate. Une agnosie digitale, des syncinésies d'imitation ainsi que des difficultés aux tests d'imitation de gestes peuvent être rencontrées.

- *Dysgraphie avec déficits visuospatiaux* : le trouble de l'écriture se caractérise par des lettres mal formées et un défaut d'organisation spatiale (espaces et marges irréguliers, défaut d'horizontalité des lignes). Les épreuves visuospatiales sont échouées tandis que celles de lecture et d'orthographe sont dans la moyenne.
- *Dysgraphie avec troubles de l'attention et de la mémoire* : le trouble de l'écriture s'accompagne d'une altération de la lecture, de la phonation et de l'orthographe. Les épreuves de mémoire visuelle sont inférieures à la moyenne. De l'inattention et de l'impulsivité sont fréquemment rencontrées.
- *Dysgraphies avec troubles séquentiels* : Le trouble de l'écriture se caractérise par un manque d'automatisation. Il est accompagné d'une altération de l'orthographe et de dyscalculie. Une agnosie digitale et un trouble des mouvements séquentiels des doigts sont observés. Au WISC, le quotient intellectuel de performance est supérieur au quotient intellectuel verbal.

Il est à noter que cette étude ne précise ni la nature, ni l'étiologie des comorbidités rencontrées dans les différents groupes (Albaret et *al.*, 2013).

3. 3 – Origine des troubles de l'écriture

Les classifications des dysgraphies sont très diverses. Elles illustrent la variabilité des formes d'expression du trouble de l'écriture. Aussi, d'autres auteurs se sont intéressés à l'origine des difficultés d'écriture.

3. 3. 1 – Déficit de la programmation motrice ou de l'exécution du geste

Dans ce cadre, Zesiger (2003) demande à 43 enfants dysgraphiques, âgés entre 8 et 12 ans, de produire de manière répétée le même mot. L'écriture est réalisée sur table graphique, dans des conditions variées de taille et de vitesse. L'analyse des productions porte sur la durée, la longueur, la vitesse moyenne et maximale, la dysfluence et des indices de variabilité

spatiale et temporelle. Les résultats de cette étude confirment que les troubles de l'écriture, dans leur expression, sont hétérogènes. Cette recherche montre que l'origine des difficultés des enfants peut s'expliquer :

- soit par un déficit touchant les étapes de la programmation motrice
- soit par un déficit touchant les processus d'exécution motrice
- soit par un déficit affectant simultanément ces deux niveaux

En effet, un certain nombre des productions des enfants dysgraphiques est caractérisé par une discontinuité du mouvement, de longues pauses et une utilisation accrue du feedback visuel. Cette lenteur et cette dysfluence renvoient à des difficultés propres à la programmation motrice. D'autres productions sont quant à elles caractérisées par une irrégularité et une variabilité spatiales, temporelles et cinématiques. Cette variabilité des performances renvoie à des difficultés dans l'exécution motrice. La dysgraphie s'expliquerait donc par des troubles de la programmation motrice et/ou de la réalisation du geste (Sage, 2010).

3. 3. 2 – Limitation de la gestion des contraintes

L'écriture résulte de l'interaction d'un grand nombre de contraintes, propres à chaque individu, à la tâche ou encore à l'environnement (Olive et Piolat, 2005). Pour produire un texte, l'enfant doit faire face à des contraintes d'ordre linguistique (règles syntaxiques, place des mots dans la phrase, règles sémantiques), métacognitives (la production écrite est cognitivement coûteuse, ainsi que l'organisation des textes), thématiques (respect d'une consigne), ou encore motrices (Plane, 2006). Or, un lot de ressources cognitives unique permet de traiter l'ensemble de ces contraintes. C'est pourquoi chez les jeunes rédacteurs, les difficultés de production sont particulièrement importantes. Des ressources limitées en mémoire de travail ne leur permettent pas de prendre en compte simultanément plusieurs contraintes. Avec l'expérience, une meilleure gestion de ces ressources favorise la maîtrise de la production de textes (Olive et Piolat, 2005). De cette manière, un certain nombre de troubles de l'écriture pourrait être l'expression d'une surcharge attentionnelle et d'une incapacité à gérer l'ensemble des contraintes qui sollicitent, entre autres, la mémoire de travail.

3. 4 – Données épidémiologiques

3. 4. 1 – Prévalence des troubles de l'écriture

La prévalence des troubles de l'écriture varie selon l'âge des enfants, le genre ou encore le système de scolarisation (Kaiser, 2009). De manière générale, les études indiquent que 5 à 25% des enfants scolarisés à l'école primaire présentent des troubles de l'écriture (Albaret et *al.*, 2013).

L'analyse des productions écrites de 125 enfants, âgés entre 7 et 10 ans, scolarisés en CM1 et en CM2, a permis de préciser cette prévalence (Smits-Engelsman et *al.*, 2001). Tous les enfants ont été évalués à l'aide de l'échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant (BHK) et d'un questionnaire pour les enseignants (SCT). Selon la note totale de dégradation obtenue au BHK, les élèves sont qualifiés de « bons scripteurs » (moins de 19 points), de « faibles scripteurs » (entre 20 et 28 points) ou de « dysgraphiques » (plus de 29 points). Les résultats montrent qu'au sein de cette population d'enfants, 67% sont de bons scripteurs, 27% sont de faibles scripteurs et 6% d'entre eux sont dysgraphiques.

Aussi, la proportion de garçons faibles scripteurs est environ trois fois plus importante que celle des filles. Cette observation est à mettre en lien avec les moins bonnes compétences des garçons en motricité fine ou de leur plus grande prévalence dans un certains nombre de troubles du développement pouvant affecter l'écriture (Albaret et *al.*, 2013). Enfin, la proportion d'enfants dysgraphiques ne serait pas plus importante au sein des gauchers que des droitiers.

3. 4. 2 – Evolution des troubles de l'écriture

L'analyse de l'évolution des troubles de l'écriture montre que la prévalence des difficultés a tendance à diminuer avec l'âge des enfants (Marr et Cermak, 2003 ; Kaiser, 2009).

En effet, sur 93 enfants scolarisés en grande section de maternelle et évalués avec l'échelle SCRIPT (copie de lettres), 20% sont identifiés comme des mauvais scripteurs. 15

mois plus tard, l'évaluation réalisée sur les mêmes enfants, alors scolarisés en CP, montre qu'ils ne sont plus que 8,6% à être identifiés comme des mauvais scripteurs. Cette étude fait apparaître qu'un certain nombre de difficultés d'écriture s'améliorent avec l'âge. Les mauvais et les moyens scripteurs ont d'ailleurs une marge de progression plus importante au SCRIPT que les bons scripteurs dont le score reste relativement stable (Marr et Cermak, 2003).

Les travaux de Kaiser (2009) confirment cette évolution. L'étude identifie 13% d'enfants faibles scripteurs en CP, alors qu'ils ne sont que 7% l'année suivante, en CE1. Il est à noter que les enfants qui améliorent spontanément leur écriture ont de bonnes capacités de motricité fine, d'intégration visuomotrice, de perception, d'attention ou encore de lecture.

La prévalence des troubles de l'écriture est donc variable selon l'âge des enfants, le genre ou encore la méthode d'investigation. Ceci étant, à la fin de l'école primaire, entre 6 et 8 % des enfants scolarisés présentent des difficultés d'écriture persistantes (Kaiser, 2009).

3. 5 – Dysgraphie et Troubles associés

Les troubles de l'écriture sont rarement des troubles isolés. Ils sont rencontrés dans un certain nombre de populations cliniques comme la trisomie 21, les troubles du spectre autistique, ou encore l'épilepsie. L'association avec des troubles développementaux comme le trouble d'acquisition de la coordination (TAC) ou le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) est très fréquente (Albaret et *al.*, 2013).

3. 5. 1 – Dysgraphie et Trouble d'acquisition de la coordination

- **Définition**

L'association de la dysgraphie et du trouble d'acquisition de la coordination est fréquente. Des difficultés en écriture sont d'ailleurs mentionnées dans la description du trouble :

« Les performances dans les activités quotidiennes nécessitant une bonne coordination motrice sont nettement au dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet et de son niveau intellectuel (mesuré par des tests). Cela peut se traduire par des retards importants dans les étapes du développement psychomoteur, par le fait de laisser tomber des

objets, par de la « maladresse », de mauvaises performances sportives ou une mauvaise écriture. » (DSM-IV)

- **Prévalence**

La proportion d'enfants TAC au sein d'une population de faibles scripteurs varie entre 10% et 90% selon les études. Ainsi, Kaiser (2009) identifie 10% d'enfants TAC dans un échantillon de 40 faibles scripteurs âgés de 8 ans. Smits-Engelsman et *al.* (2001) relèvent quant à eux 25% d'enfants présentant un TAC léger (< au 15^{ème} centile au M-ABC) parmi 12 enfants faibles scripteurs âgés entre 6 et 11 ans. La proportion s'élève à 90% dans l'étude de Volman (2006) qui évalue 26 enfants TAC dans une population de 29 faibles scripteurs.

De la même manière, parmi 15 enfants diagnostiqués TAC et scolarisés en CE1 et en CE2, plus de la moitié présente des troubles de l'écriture (Goldberg-Stern et Weintraub, 2005 ; in Kaiser, 2009).

Malgré des proportions variables selon les études, l'association du trouble de l'écriture et du trouble de l'acquisition de la coordination reste importante.

- **Particularités de l'écriture chez les enfants TAC**

La lenteur et une lisibilité plus faible sont fréquemment rencontrées chez les enfants TAC. Une étude portant sur un groupe de 20 enfants TAC, âgés entre et 7 et 10 ans, décrit en plus de la lenteur et du manque de lisibilité une mauvaise organisation spatiale, un plus grand nombre de lettres corrigées et une pression sur le crayon plus faible (Rosenblum et Livneh-Zirinski, 2008 ; in Albaret et *al.* 2013). Pour ces auteurs, la lenteur est inhérente au trouble d'acquisition de la coordination.

Une analyse de la fluidité et de la qualité globale de six lettres cursives isolées dans une tâche de copie et de dictée d'un enfant TAC scolarisée en CP a été réalisée en comparaison avec des enfants de GSM et de CP (Jolly et *al.*, 2010). Cette étude rapporte un nombre plus élevé de levers de crayon et une longueur plus grande des lettres en copie, ainsi qu'un nombre de mouvements lents plus élevés en dictée. Les auteurs suspectent un défaut d'automatisation des lettres, un défaut de mémoire procédurale et un retard dans l'élaboration du programme moteur des lettres chez cette enfant.

3. 5. 2 – Dysgraphie et Trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité

- **Définition**

La symptomatologie du TDA/H, décrite dans le DSM-IV, est constituée de trois signes majeurs qui sont : l'hyperactivité, l'inattention et l'impulsivité. Selon la combinaison et l'intensité de ces trois symptômes, plusieurs formes de TDA/H sont identifiées. Les différents troubles associés au TDA/H apparaissent avant l'âge de 7 ans, durent au moins 6 mois et interfèrent significativement avec le domaine scolaire et les activités de la vie quotidienne.

- **Particularités de l'écriture chez les enfants TDA/H**

La comparaison de 20 enfants TDA/H âgés entre 11 et 13 ans avec un groupe témoin a permis de caractériser plus précisément les troubles de l'écriture rencontrés chez ces enfants (Adi-Japha et *al.*, 2007). Globalement, la taille des lettres est plus large, l'écriture est plus haute pour les longs mots, plus de lettres sont ambiguës, retouchées, simplifiées et la pression exercée sur le crayon est plus importante. De nombreuses omissions, substitutions, additions ou transpositions sont retrouvées dans les productions des enfants TDA/H, illustrant un défaut de programmation motrice au niveau du buffer graphémique.

Aussi, les enfants TDA/H sous influence de méthylphénidate améliorent significativement les aspects qualitatifs de leur écriture, tels que la lisibilité, l'alignement des lettres, l'espace entre les mots ou encore l'uniformité de la production (Tucha et Lange, 2004). Ces observations laissent supposer que l'amélioration de l'écriture est due à une augmentation des processus attentionnels, et que par conséquent le trouble attentionnel est à l'origine du trouble de l'écriture. Toutefois, l'amélioration de la qualité de l'écriture se fait au détriment de la qualité des mouvements. Ceux-ci sont moins fluides et plus saccadés sous l'influence de méthylphénidate. Les auteurs suggèrent que l'amélioration de l'attention entraîne une augmentation du contrôle rétroactif, peu compatible avec l'automatisation de l'écriture.

3. 6 – Conséquences des troubles de l'écriture

Les conséquences de la dysgraphie sont multiples. Plusieurs auteurs montrent que les troubles de l'écriture influencent la réussite scolaire des enfants pour deux raisons.

D'une part, l'écriture est le moyen principal d'évaluation des connaissances acquises par les élèves. Or, tout au long de la scolarité, les enseignants ont tendance à accorder, à contenu équivalent, de meilleures notes aux travaux bien écrits par rapport aux copies manquant de lisibilité (Hugues et *al.*, 1983 ; in Engel-Yeger et *al.*, 2009).

D'autre part, les enfants dysgraphiques ont plus de difficultés à faire face aux contraintes appliquées dans la production d'un texte. Par conséquent, leurs productions, plus coûteuses, sont plus courtes et souvent de moins bonne qualité (Fayol et Miret, 2005 ; in Albaret et *al.*, 2013).

Enfin, les enfants dysgraphiques sont conscients de leurs limites dans le domaine de l'écriture et perçoivent de manière précise leurs difficultés (Engel-Yeger et *al.*, 2009). Ils ont tendance à exprimer plus de fatigue et de douleurs physiques que les autres enfants. Ils ont également plus de difficultés à réaliser leur travail scolaire.

Bien que peu d'études aient été réalisées dans ce domaine, les observations suggèrent l'installation probable de troubles réactionnels à la dysgraphie. Ainsi, une baisse de l'estime de soi, de l'anxiété ou encore une dépression sont à surveiller chez ces enfants (Albaret et *al.*, 2013).

Conclusion de la partie théorique

L'écriture est une habileté complexe qui revêt des caractéristiques extrêmement stables à l'issue de plusieurs années d'apprentissage. La production écrite est soumise à de nombreuses contraintes. La place des lettres dans le mot, la fréquence des mots, la vitesse d'écriture ou encore la complexité du texte à composer sont autant de facteurs qui peuvent influencer la qualité de la production. Aussi, un certain nombre d'enfants présentent des difficultés d'écriture, allant d'une écriture illisible à un refus d'écrire. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons plus particulièrement aux dysgraphies caractérisées par une écriture instable, qui se dégrade avec la surcharge attentionnelle. Ce type de trouble de l'écriture est notamment rencontré dans le trouble d'acquisition de la coordination ou le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité. La dysgraphie peut avoir des conséquences importantes sur le parcours scolaire des enfants et sur l'estime qu'ils ont d'eux-mêmes. Il paraît donc nécessaire de proposer une rééducation adaptée à ces enfants, visant à améliorer la qualité de leur écriture tout en favorisant son automatisation, afin de limiter le coût des contraintes associées à la production écrite.

Partie Pratique

Introduction

Au début de mon stage d'initiation thérapeutique de troisième année, je rencontre deux jeunes garçons dysgraphiques. Clément a 10 ans et présente un trouble de l'écriture associé à un trouble d'acquisition de la coordination. Il est scolarisé en CM1. Arthur a 7 ans, est en CE1, et manifeste une dysgraphie associée à un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité. Ces deux garçons aux profils bien différents ont débuté une prise en charge individuelle en psychomotricité, une fois par semaine, au mois de septembre 2014.

Pour Clément et Arthur, l'écriture est une tâche contraignante, coûteuse, et repoussante. L'école pointe d'ailleurs du doigt leur réticence à prendre les leçons par écrit ainsi que la mauvaise qualité de leurs productions.

Aussi, il m'a semblé intéressant d'analyser plus précisément les caractéristiques de leurs troubles de l'écriture, et à partir de là, d'enrayer leur dysgraphie en employant une technique commune : la technique de la lettre cible.

L'objectif de ma prise en charge du trouble de l'écriture est de participer à l'amélioration de la qualité de leur écriture et de favoriser son automatisation. De plus, je me suis intéressée au degré d'efficacité de la technique employée selon le trouble associé à la dysgraphie.

Après avoir présenté ma démarche d'évaluation de la dysgraphie dans le cadre de ce mémoire, la technique de la lettre cible administrée auprès d'Arthur et de Clément sera détaillée, puis l'évolution et la comparaison des résultats de ces prises en charge seront développées et discutées.

Partie 1 : Démarche d'évaluation de la dysgraphie

Les caractéristiques des dysgraphies sont multiples et ont des formes d'expression variées. Afin de décrire au mieux les productions écrites de Clément et d'Arthur, j'ai choisi de leur faire passer l'échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant (Charles et *al.*, 2003). De plus, sachant qu'un certain nombre de facteurs comme la dextérité manuelle, les compétences visuospatiales, ou encore visuoconstructives peuvent influencer l'écriture (Kaiser, 2009), j'ai également évalué Clément et Arthur dans ces différents domaines.

1. 1 – Echelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant (BHK)

Comme développé précédemment, la dysgraphie est « une incapacité significative à obtenir les résultats habituellement requis à un âge donné, indépendamment du niveau intellectuel » (Charles et *al.*, 2003), et ce, malgré un enseignement de l'écriture approprié.

L'échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant (BHK) constitue actuellement un des moyens les plus appropriés pour analyser la qualité de l'écriture (Charles, Soppelsa, Albaret, 2003). Initialement conçu par Hamstra-Bletz et *al.* (1987), le BHK est inspiré des échelles D et E d'Ajuriaguerra et *al.* (1964). Il permet de dépister précocement les dysgraphies chez des enfants scolarisés du CP au CM2.

L'évaluation consiste à récupérer un échantillon d'écriture de 5 minutes. L'enfant doit copier un texte avec son écriture habituelle (même qualité et même vitesse), sur une feuille blanche, au crayon à papier. Les 5 premières phrases du texte sont composées de mots monosyllabiques fréquemment rencontrés au CP. Progressivement, le texte se complexifie.

L'analyse de la qualité de l'écriture porte sur les 13 critères suivants :

- Critère 1 : écriture grande
- Critère 2 : inclinaison de la marge vers la droite
- Critère 3 : lignes non planes
- Critère 4 : mots serrés
- Critère 5 : écriture chaotique
- Critère 6 : liens interrompus entre les lettres
- Critère 7 : télescopages

- Critère 8 : variation dans la hauteur des lettres troncs
- Critère 9 : hauteur relative incorrecte
- Critère 10 : distorsion des lettres
- Critère 11 : formes de lettres ambiguës
- Critère 12 : lettres retouchées
- Critère 13 : hésitations et tremblements

Un score compris entre 0 et 5 est attribué à chaque critère. Les deux premiers items sont étudiés sur l'ensemble du texte recopié. L'analyse des items suivants porte uniquement sur le premier paragraphe. L'addition des scores génère une note totale de dégradation. Plus celle-ci est élevée, plus les difficultés d'écriture sont importantes. Si les résultats de l'évaluation sont inférieurs à -2 DS, une dysgraphie est établie. Si les résultats sont compris entre -1 DS et -2 DS, des troubles de l'écriture sont suspectés. Enfin, si les résultats sont supérieurs à -1 DS, la qualité de l'écriture est conforme à ce qui est attendu pour le niveau de la classe de l'enfant.

La vitesse d'écriture est évaluée grâce au nombre total de caractères écrits pendant 5 minutes.

Dans le cadre du mémoire, j'ai évalué Clément et Arthur avec un BHK avant de commencer ma prise en charge ciblée sur leur dysgraphie. Afin de mesurer et de comparer la progression de la qualité de leur écriture après 7 séances de rééducation avec la technique de la lettre cible, j'ai de nouveau évalué, lors d'un retest, l'écriture des garçons avec le BHK.

1. 2 – Evaluation des facteurs endogènes

1. 2. 1 – Facteurs endogènes

Un certain nombre d'habiletés comme la motricité manuelle, la visuoperception, l'attention ou encore le langage sont sollicités pour écrire (Kaiser, 2009). Aussi, il m'a semblé intéressant de procéder à une évaluation, chez Arthur et Clément, d'un certain nombre de facteurs endogènes pouvant avoir une influence sur la qualité de l'écriture.

Dans le cadre de mes prises en charge, j'ai choisi d'évaluer la motricité fine, les capacités visuoperceptives et les capacités visuoconstructives des enfants. J'ai procédé, comme pour le BHK, à une évaluation avant la mise en place du protocole de rééducation ciblé sur l'écriture et après celui-ci. L'objectif du retest est d'étudier si l'évolution de la qualité de l'écriture est associée à une progression des compétences dans un ou plusieurs de ces domaines.

1. 2. 2 – Méthodes d'évaluation

- **Dextérité manuelle**

La dextérité manuelle est « la capacité à faire habilement et de façon contrôlée des manipulations avec le bras et la main sur des objets relativement gros » (Albaret et Soppelsa, 2007). J'ai choisi de l'évaluer avec les items portant sur la dextérité manuelle de la batterie d'évaluation des mouvements chez l'enfant (M-ABC). Trois types d'épreuves sont proposés : un déplacement de chevilles pour chaque main, une épreuve de coordination bimanuelle asymétrique et un tracé entre 2 lignes. Ces items sont différents selon les classes d'âge.

Pour les 7-8 ans, avec qui j'ai évalué Arthur, il s'agit de :

- placer 12 chevilles sur une planchette
- enfiler un lacet dans une réglette de bois trouée
- réaliser le trajet de la fleur

Pour les 9-10 ans, avec qui j'ai évalué Clément, il s'agit de :

- déplacer 12 chevilles sur une planchette
- visser 3 écrous sur un boulon
- réaliser le trajet de la fleur

Pour chaque item, j'ai proposé à Clément et Arthur de réaliser 2 essais, afin de comparer plus précisément leur évolution dans ce domaine.

- **Visuoconstruction**

Il s'agit de la capacité à dessiner ou à reproduire des figures simples ou complexes d'après un modèle. J'ai évalué ce facteur chez Arthur et Clément à l'aide de la figure

complexe de Rey A. Cette épreuve consiste à recopier d'après un modèle un ensemble de formes géométriques sans signification évidente. Les enfants doivent ensuite reproduire la figure de mémoire.

- **Visuoperception et discrimination visuelle**

La visuoperception est la capacité à distinguer par la vue l'orientation spatiale des objets, par rapport à soi ou à l'environnement. Aussi, le test des formes identiques de L. L. Thurstone évalue certaines capacités de perception visuelle et spatiale (Albaret et Rohrbach, 1991). Il consiste à trouver parmi 6 images la seule qui est identique au modèle. L'épreuve est composée de 60 problèmes et dure 4 minutes. Sont notés le nombre total de réponses ainsi que le nombre d'erreurs. L'intérêt de ce test est reconnu dans l'examen d'enfants présentant des difficultés scolaires, comme Clément et Arthur.

Partie 2 : Technique de la lettre cible

Après avoir évalué les caractéristiques de l'écriture de Clément et d'Arthur avec le BHK ainsi que les facteurs endogènes présentés précédemment, j'ai choisi d'appliquer la méthode de la lettre cible en prise en charge auprès de ces deux enfants. Cette technique associe l'auto-instruction et l'entraînement moteur dans le but d'améliorer la qualité de l'écriture des enfants dysgraphiques.

2. 1 – Principes généraux

2. 1. 1 – Auto-instruction

La technique de la lettre cible est une technique de rééducation de l'écriture qui s'inspire des capacités des enfants à agir sur leur production et donc à améliorer la qualité de leur écriture pour peu qu'on leur apporte une information pertinente (Albaret et *al.*, 2013).

En effet, en utilisant l'auto-instruction, Jongmans (2003) montre que des enfants dysgraphiques sont capables d'améliorer significativement la qualité de leur écriture. La

méthode de rééducation qu'il applique s'inspire des techniques cognitives comme la guidance verbale ou la méthode CO-OP. Le principe est le suivant : après chaque exercice d'écriture, l'enfant doit identifier et indiquer quelles sont ses meilleures productions et sur quels points il doit porter son attention la fois d'après. L'adulte peut apporter à l'enfant des informations sur sa posture ou l'inclinaison de la feuille, mais lui-seul décide des points qu'il souhaite améliorer dans son écriture. L'étude porte sur 7 enfants dysgraphiques, âgés en moyenne de 7 ans. Ils ont appliqué cette méthode pendant 3 mois, 2 fois par semaine. Les résultats montrent que la qualité de l'écriture de tous ces enfants augmente significativement. Trois d'entre eux ne sont même plus considérés comme dysgraphiques à l'issue de l'étude.

La technique de la lettre cible utilise de la même manière l'auto-instruction. Elle permet aux enfants, en étant actif dans l'analyse de leur production écrite, d'améliorer la qualité de leur écriture.

2. 1. 2 – Choix de la lettre cible

L'idée est d'entraîner l'enfant à produire des organisations motrices qu'il a le plus de chances de rencontrer, en partant des erreurs qu'il produit et en variant le contexte de production. Pour cela, il convient de choisir une lettre cible dans la production des enfants qui est particulièrement déformée, et d'entraîner sa production en association avec d'autres lettres.

Dans un premier temps, il est nécessaire d'analyser la production écrite de chaque lettre, utilisée à l'intérieur d'un mot. En effet, on sait que le contexte de production d'une lettre peut entraîner une variabilité de production, et qu'une lettre écrite isolément est rarement déformée (Albaret et *al.*, 2013).

L'analyse conduit à choisir une ou plusieurs lettres cibles qui sont particulièrement déformées dans les productions des enfants. Dans le cas d'Arthur et de Clément, et dans un souci de reproductibilité de la méthode, j'ai choisi de travailler sur les mêmes lettres cibles : le « a », le « s », et le « o ». Ces 3 lettres font d'ailleurs partie des 10 lettres les plus fréquemment utilisées (tableau 2) dans la langue française (New et *al.*, 2001).

Tableau 2 : Lettres les plus fréquentes retrouvées dans les mots français (New et al., 2001)

Lettre	Fréquence %	Lettre	Fréquence %
e	13,754	t	6,699
s	7,8	r	6,216
a	7,265	u	5,697
i	7,027	l	5,438
n	6,671	o	5,095

2. 1. 3 – Entraînement moteur

- **Place de la lettre cible à l'intérieur des mots**

Le travail consiste ensuite à produire la lettre cible en association avec une autre lettre, dans les mots de deux lettres les plus fréquents de la langue française et les plus adaptés au niveau scolaire et graphique de l'enfant. Comme le contexte de production d'une lettre influence sa formation, on choisit d'abord un mot où la lettre cible est placée en première position puis un mot où la lettre cible est placée en deuxième position.

Quand ce travail d'intégration est acquis, l'enfant est amené à produire des mots de 3, 4 ou 5 lettres contenant la lettre cible. De la même manière, on propose d'abord d'écrire un mot où la lettre cible est placée en première position, puis des mots où elle est placée deuxième, troisième, quatrième puis cinquième position (tableaux 3, 4 et 5).

- **Choix des mots travaillés**

Parmi la liste de mots établie en fonction de leur fréquence dans la langue française et de leur âge d'acquisition, il convient de choisir les mots les plus pertinents suivant le niveau et l'intérêt de l'enfant. Il semble important que ce que l'enfant écrit, ait du sens pour lui, afin que la fonction première de l'écriture qui est la communication soit présente.

Les données de Lachaux (2007) m'ont permis d'établir des listes de mots de 2 à 5 lettres, contenant la lettre cible « a », « o », ou « s » aux différentes positions requises. Lors du travail de l'écriture avec Clément et Arthur, j'ai utilisé uniquement des mots attenants à ces listes (tableaux 3, 4 et 5).

Tableau 3 : Liste de mots contenant la lettre cible « a » les plus fréquemment rencontrés à 7 ans (Lachaux, 2007)

Mots de 2 lettres a1	ai / ah / an / as / au
Mots de 2 lettres a2	ça / fa / ha / la / ma / sa / ta / va
Mots de 3 lettres a1	ado / âge / air / âme / ami / âne / ans / arc / aux
Mots de 3 lettres a2	bal / bas / car / eau / lac / mai / mal / par / pas / rat / sac / vas
Mots de 3 lettres a3	ira / hua / mua / nia / osa / pua / tua
Mots de 4 lettres a1	abri / aide / aile / aime / airs / allô / amis / août / arcs / aube / auto / avec / avez
Mots de 4 lettres a2	bain / café / dans / date / faim / fait / faux / gare / haut / lait / main / mais / page / pain / paix
Mots de 4 lettres a3	beau / bras / chat / clan / drap / gras / iras / jean / ouah / peau / plat / vrai
Mots de 4 lettres a4	cela / cria / dira / fera / fuma / gela / joua / lava / pesa / plia / posa
Mots de 5 lettres a1	adore / aime / allez / amies / année / après / arbre / armée / aussi / autre / avant / avion
Mots de 5 lettres a2	bains / calme / carré / carte / danse / faire / gants / jambe / jaune / large / mange / matin / parle
Mots de 5 lettres a3	beaux / blanc / chant / chaud / clair / crabe / grand / nuage / piano / plage / quand
Mots de 5 lettres a4	bilan / diras / essai / feras / final / idéal / jouas / liras / moral / noyau
Mots de 5 lettres a5	boira / calma / colla / coupa / donna / entra / ferma / monta / pensa / piqua

Tableau 4 : Liste de mots contenant la lettre cible « o » les plus fréquemment rencontrés à 7 ans (Lachaux, 2007)

Mots de 2 lettres o1	oh / on / or / os / ou
Mots de 2 lettres o2	do / go / ho
Mots de 3 lettres o1	oie / ohé / ont / osa / ose / oui
Mots de 3 lettres o2	bon / coq / cou / dos / moi / mot / mou / nom / non / nos / fou
Mots de 3 lettres o3	ado / duo / géo / pro
Mots de 4 lettres o1	œil / œuf / ogre / oies / onze / ouah / ours / ovni
Mots de 4 lettres o2	août / bois / donc / doux / fois / joli / joue / jour / loin / long / mois / noir / nous / pour
Mots de 4 lettres o3	choc / chou / clou / croc / flou / gros / lion / paon / pion / prof
Mots de 4 lettres o4	auto / ciao / dico / judo / kilo / légo
Mots de 5 lettres o1	océan / odeur / œufs / offre / ombre / oncle / orage / ouais / oubli / ouest / outil
Mots de 5 lettres o2	boire / douce / force / forêt / homme / jouer / jours / loups / monde / notre / porte / poule
Mots de 5 lettres o3	adore / alors / amour / blond / chose / clous / clown / crois / drôle / irons / lions
Mots de 5 lettres o4	autos / avion / bijou / bisou / envoi / galop / héros / jeton / motos / vélos
Mots de 5 lettres o5	bravo / cacao / frigo / météo / métro / micro / piano / radio

Tableau 5 : Liste de mots contenant la lettre cible « s » les plus fréquemment rencontrés à 7 ans (Lachaux, 2007)

Mots de 2 lettres s1	sa / se / si / su
Mots de 2 lettres s2	as / es / os
Mots de 3 lettres s1	sac / sec / sel / six / ski / soi / son / sud / sur
Mots de 3 lettres s2	est / osa / ose / psy
Mots de 3 lettres s3	ans / bas / bus / ces / des / dis / dos / ils / les / mes / nos / pas
Mots de 4 lettres s1	sage / sait / sang / sauf / saut / sens / sept / soif / soir / sont / surf
Mots de 4 lettres s2	osai / oses / oser / issu

Mots de 4 lettres s3	base / bise / dise / dose / mise / pèse / pose
Mots de 4 lettres s4	amis / bois / bons / bras / dors / fais / gros / mais / mois / mots / nous / plus
Mots de 5 lettres s1	salon / salut / sapin / sauce / savon / singe / sœur / sourd / soupe / sucre
Mots de 5 lettres s2	astre / isole / oscar / osent / osier
Mots de 5 lettres s3	fusée / fusil / juste / laser / peser / piste / poser / poster
Mots de 5 lettres s4	bouse / cause / chose / cousu / crise / frise / ouest / ourse / pause
Mots de 5 lettres s5	aimes / avons / cafés / chefs / coins / corps / diras / elles / finis / jours / longs / mains

2. 2 – En pratique

2. 2. 1 – Fréquence de l'entraînement

J'ai appliqué la technique de la lettre cible pendant 7 séances, une fois par semaine. La même lettre cible était travaillée au sein de la même séance, mais j'alternais de lettre entre les séances. L'écriture étant une activité très coûteuse, le temps de travail sur la technique n'excédait pas 15 minutes par séance.

2. 2. 2 – Auto-instruction

Dans la pratique, je proposais à Clément et à Arthur d'écrire au moins trois fois un même mot (de 2, 3, 4 ou 5 lettres selon l'avancement de chacun) où la lettre cible était placée en première position. A chaque fois, je leur demandais de prendre position sur la qualité de leur production, ou la façon de faire pour améliorer celle-ci. De mon côté, je pouvais apporter des informations sur leur manière de procéder (sens des lettres, appui, position).

Avant d'écrire un nouveau mot, j'invitais Arthur et Clément à me dire précisément ce qu'ils comptaient améliorer dans l'écriture du mot et comment ils allaient y parvenir. Lorsque les quatre mots étaient écrits, je leur proposais d'entourer en rouge le mot « le plus beau » et en bleu le mot jugé « le plus moche ». Cette étape leur permettait de faire le point sur leurs quatre productions et de prendre conscience des difficultés et des améliorations principales (figure 6).

Lorsque cette tâche était finie, le même type de travail était engagé avec un mot dont la lettre cible était placée en deuxième position et ainsi de suite.

3. 1. 2 – Evaluation de la dysgraphie

- **Bilan psychomoteur d'évolution : septembre 2014**

Un bilan psychomoteur d'évolution est réalisé en septembre 2014 avant de démarrer le suivi individuel en psychomotricité. Clément est alors âgé de 9 ans et 10 mois. Une latéralité manuelle homogène est retrouvée à droite. Le niveau moteur évalué avec l'échelle de développement psychomoteur de Lincoln-Oseretsky met en évidence un niveau inférieur à la moyenne (65 points, DS = -2,5). Les résultats sont toujours en faveur d'un trouble d'acquisition de la coordination. Des difficultés majeures apparaissent concernant le contrôle et la précision (Facteur 1), les activités manuelles grossières (Facteur 8) et les activités sollicitant l'alternance des membres (Facteur 3). La connaissance droite-gauche sur soi est en cours d'acquisition, ce qui marque un retard compte tenu de son âge. Aucune difficulté pratique n'est identifiée. Une dysgraphie sévère est repérée. La note qualitative au BHK est de 27 points (DS = -4,8) et la fréquence d'inscription est de 128 signes (DS = -1,3). Enfin, Clément montre de bonnes capacités d'attention visuelle, auditive, divisée et d'adaptation à l'interférence.

Clément a 10 ans et 2 mois lorsque je l'évalue en janvier 2015. Il est en classe de CM1 et présente toujours d'importantes réticences pour produire des travaux à l'écrit. Je le rencontre en séance une fois par semaine depuis le mois d'octobre. J'axe à ce moment là ma prise en charge sur la motricité manuelle et digitale, le repérage spatial et des exercices de graphisme. Avant le mois de janvier, je n'ai pas travaillé directement l'écriture, ne me sentant pas encore assez à l'aise dans ce domaine. Lors du bilan Clément se montre très participant et coopérant pour chacune des épreuves.

- **Evaluation de l'écriture : BHK**

Le crayon est tenu entre l'index et le majeur, les doigts sont peu mobiles. La main droite est positionnée sous la ligne d'écriture et la main gauche maintient activement la feuille. Des syncinésies buco-faciales (notamment des mouvements de bouche) se manifestent dès que Clément écrit. Il repose à plusieurs reprises son menton sur la table lors de la copie du texte. La feuille est positionnée loin devant lui. Son bras droit est presque tendu pendant qu'il

écrit. Le trait est particulièrement appuyé. Il se plaint d'ailleurs de douleurs au bras, au poignet et à la main à la fin de l'épreuve. Le tracé est discontinu. Clément copie mot à mot. Son écriture est caractérisée par une macrographie majeure (taille moyenne de l'écriture : 10 mm). Plusieurs lettres sont retouchées, de nombreuses lettres sont dansantes. L'écriture est particulièrement chaotique (figure 5, partie A). Le score total de dégradation s'établit à 25 points (DS = - 3,9), attestant d'une dysgraphie sévère. La vitesse d'inscription est de 137 caractères en 5 minutes (DS = -1,1).

- **Evaluation de la motricité manuelle**

Au facteur de dextérité manuelle du M-ABC, Clément obtient une note totale de dégradation de 7, inférieure au 5^{ème} centile de son groupe d'âge. Les items « changer les chevilles de rangée » et « visser les écrous sur les boulons » semblent particulièrement difficiles pour lui.

- **Evaluation de la visuoconstruction**

La copie de la figure de Rey A est correcte pour son âge (30 points, DS = 0). Il semble à l'aise dans cette épreuve, est précis mais pénalisé par quelques oublis. Il réalise une construction de type III (Contour global, Centile 35 de son groupe d'âge). La mémoire est plus efficiente (22 points, DS = 0,7).

- **Evaluation de la visuoperception et de la discrimination visuelle**

L'évaluation du Thurstone révèle des performances visuoperceptives dans la moyenne faible par rapport à ce qui est attendu pour son âge (19 points, DS = -1,1). L'épreuve chronométrée semble particulièrement anxiogène pour lui. Il se précipite, analyse 33 lignes, et fait 14 erreurs.

impulsivité dans le groupe, ainsi que de ses difficultés de comportement à l'école, une prise en charge individuelle en psychomotricité lui est proposée depuis septembre 2014.

En novembre 2014, le diagnostic de trouble de l'attention avec hyperactivité est posé.

A l'école, le passage à l'écrit est un obstacle qui pose problème depuis le CP. Malgré un niveau insuffisant en lecture et en écriture, un passage en CE1 est proposé à Arthur. Intégré dans une classe à 2 niveaux (CP-CE1), il continue de suivre les enseignements du CP pour consolider ses apprentissages et suit parfois des leçons données en CE1.

3. 2. 2 – Evaluation de la dysgraphie

- **Bilan psychomoteur d'évolution : septembre 2014**

Un bilan psychomoteur d'évolution est réalisé en septembre 2014 avant de démarrer le suivi individuel en psychomotricité. Arthur est alors âgé de 7 ans et scolarisé en CE1. Une latéralité manuelle homogène est retrouvée à droite. Le niveau moteur évalué avec le M-ABC met en évidence un niveau correct pour son âge (4,5 points ; supérieur au centile 15). Arthur présente une impulsivité sévère tant sur le plan moteur que cognitif et émotionnel. Cette impulsivité est confirmée par les labyrinthes de PORTEUS (Note Q = 73, significative à partir de 29). Sur le plan attentionnel, les résultats aux épreuves de la TEA-Ch mettent en évidence une attention sélective déficitaire (Centile 30). Arthur est plus performant lorsque la tâche se complexifie. Il se situe dans la normale faible de son groupe d'âge en situation de double tâche (Centile 40). Un trouble de l'attention auditive est révélé (Centile 18). Il réagit de manière adaptée à l'interférence (Centile 50). Arthur présente des difficultés praxiques idéomotrices, de même qu'un trouble visuo-constructif. La connaissance droite-gauche sur soi est en cours d'acquisition. Une dysgraphie limite est repérée. La note qualitative au BHK est de 27 points (DS = -1,8) et la fréquence d'inscription est de 69 signes (DS = -1,2).

Arthur a 7 ans et 5 mois lorsque je l'évalue en janvier 2015. Il est en classe de CE1 et manifeste d'importantes réticences pour écrire. Sa maman nous rapporte qu'il commence juste à s'intéresser à la lecture.

Je le rencontre en séance une fois par semaine depuis le mois d'octobre. J'axe à ce moment là ma prise en charge sur le travail de l'attention sélective, de l'attention auditive, de l'impulsivité, et de l'inhibition. Comme pour Clément, je n'ai pas abordé le travail de l'écriture avant le mois de janvier. En situation de bilan, Arthur se montre très coopérant sur les épreuves motrices. Les épreuves d'écriture, de visuoconstruction et de discrimination perceptivo-visuelle sont en revanche beaucoup plus coûteuses pour lui.

- **Evaluation de l'écriture : BHK**

La tenue du crayon se fait à l'aide d'une prise tripodique correcte. Toutefois, les doigts sont positionnés sur la mine. La main gauche est active dans le maintien de la feuille. Arthur écrit en posant sa tête sur son bras gauche et copie lettre à lettre. La trace est discontinue et très appuyée, amenant à des tremblements. Des omissions et des inversions de lettres sont fréquentes. Le sens de production de certaines lettres troncs (« a », « o ») est inversé. Tous les mots ne sont pas séparés. L'écriture est caractérisée par des lettres dansantes, des mots serrés, des télescopes entre les lettres, une distorsion des lettres et de nombreuses ambiguïtés dans la production (figure 7, partie A). Le score total de dégradation s'établit à 30 (DS = -2,2). La vitesse d'inscription est de 60 caractères en 5 minutes (DS = -1,5) attestant d'une certaine lenteur graphique. Celle-ci est toutefois à modérer étant donné les nombreux arrêts dans la production dus à une fuite de l'exercice.

- **Evaluation de la motricité manuelle**

Au facteur de dextérité manuelle du M-ABC, Arthur obtient une note totale de dégradation de 1,5 ; supérieure au 15^{ème} centile de son groupe d'âge. Son impulsivité parasite le tracé de la fleur.

- **Evaluation de la visuoconstruction**

La copie de la figure de Rey A est déficitaire pour son âge (10 points, DS = -2,4). Il a tendance à détourner son attention de l'exercice pour finir plus vite. Il réalise une construction de type IV (Détails sur fond confus, Centile 10 de son groupe d'âge). La mémoire est moins effondrée (8 points, DS = -1,1). Il dessine des éléments présents sur la figure initiale qu'il n'a pourtant pas produits en copie, montrant qu'il est sensible à l'apprentissage.

- **Evaluation de la visuoperception et de la discrimination visuelle**

L'évaluation du Thurstone révèle des performances visuoperceptives dans la moyenne faible de ce qui est attendu pour son âge (12 points, DS = -1,1). Il est à noter que sur les 20 lignes analysées, Arthur fait 8 erreurs. Il tente de fuir l'exercice en s'évadant dans des associations d'idées.

3. 3 – Travail de l'écriture avec la technique de la lettre cible

Après avoir évalué les troubles de l'écriture de Clément et d'Arthur, j'ai mis en place la technique de la lettre cible auprès de ces deux enfants. Si Clément s'est investi très rapidement et facilement dans cette prise en charge, Arthur a eu plus de difficultés à porter un regard critique sur ses productions et à accepter le travail autour de l'écriture.

- **Pour Clément**

Clément s'est rapidement saisi de la technique pour améliorer la qualité de son écriture. A chaque séance, 3 à 6 mots différents étaient travaillés. Lors des premières séances, il pouvait choisir le mot qu'il préférait ou qu'il aimait le moins parmi ceux qu'il avait écrits mais avait du mal à exprimer pourquoi. Je lui montrais alors quel mot je préférais, en lui expliquant quelles en étaient les raisons (taille des lettres, appui, continuité du tracé...).

Je lui précisais aussi qu'il pouvait avoir d'autres préférences que moi, pour des raisons différentes. Mon but était de développer son esprit d'analyse sur sa propre écriture et sa volonté d'améliorer sa qualité, quels que soient ses critères.

Rapidement, il choisit de faire attention à la taille de son écriture et à appuyer moins fort (figure 2). Avant d'écrire chaque mot, je lui demandais de verbaliser sur quoi il allait porter son attention.

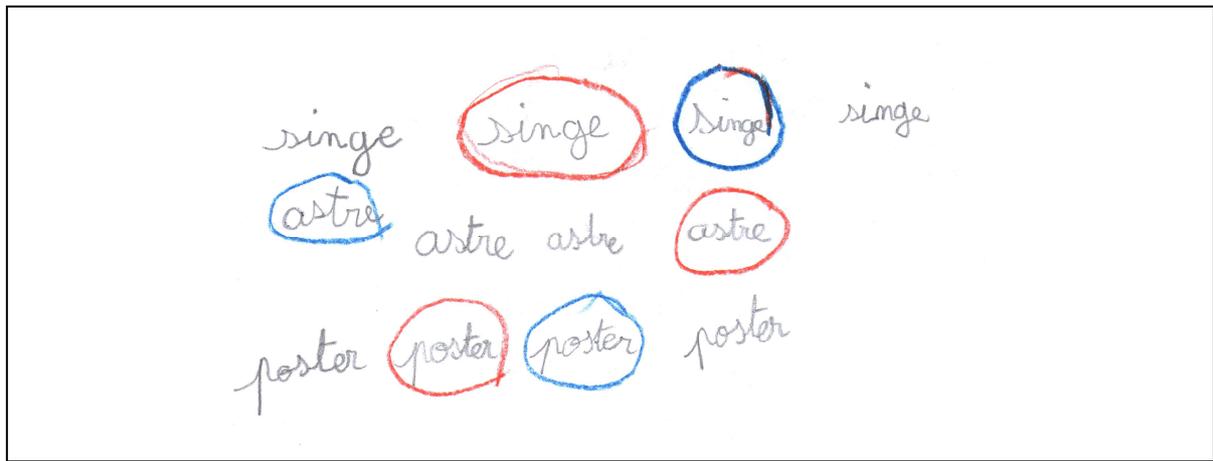


Figure 2 : Travail de la lettre cible « s » dans des mots de 4 lettres par Clément, sur feuille blanche

Ici, la lettre cible « s » est travaillée dans des mots de 5 lettres sur feuille blanche (séance 5). On voit que cette lettre est peu déformée en première position dans le mot « singe », alors qu'elle est dansante en deuxième position lorsque Clément écrit pour la première fois « astre » (figure 2). Au cours de cette séance, il entoure en rouge « le mot le plus beau ». Pour le mot « singe », son choix se porte sur celui où la trace est la plus claire, donc où il a appuyé le moins fort. Pour le mot « le plus moche », le choix se porte sur celui où la taille relative des lettres n'est pas respectée (« s » et « g » de la même taille).

Progressivement, Clément parvient à avoir une analyse assez juste de la qualité de sa production. Le changement de support (feuille blanche, petits carreaux, grands carreaux, papier ligné, tableau) l'amène à faire attention à d'autres critères, comme écrire droit, respecter les tailles relatives des lettres, les interlignes (figure 3).

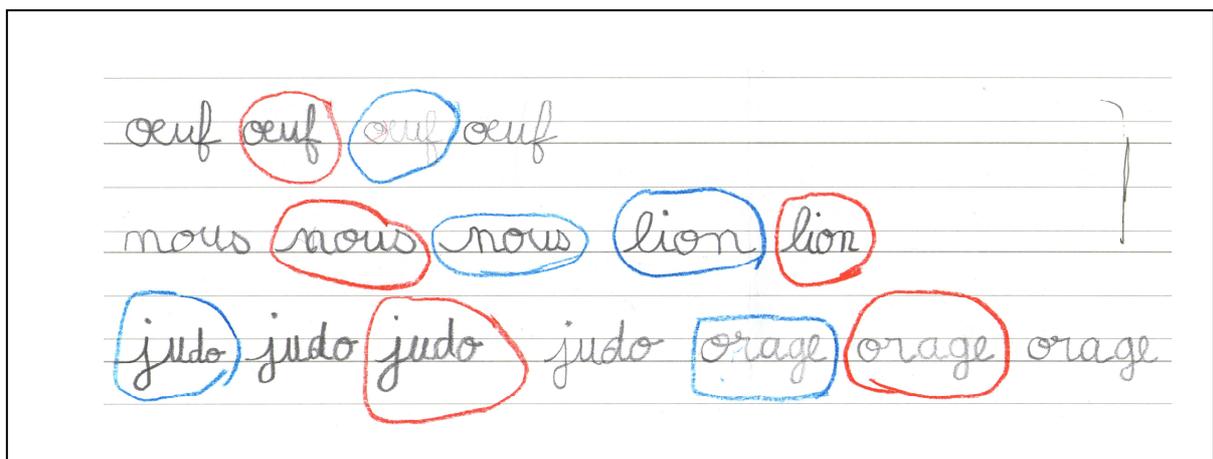


Figure 3 : Travail de la lettre cible « o » dans des mots de 4 et 5 lettres par Clément, sur papier ligné

De mon côté, j'essaie de lui apporter des informations qu'il ne verbalise pas en l'imitant afin qu'il repère par lui-même les anomalies. Il a ainsi tendance à écrire en posant sa tête sur le bureau, la feuille éloignée de lui. Les liens entre les lettres ne sont pas toujours respectés ni repérés.

Il est à noter que Clément se montre très sensible aux encouragements et qu'une motivation croissante apparaît au fil des séances dans ces exercices d'écriture.

- **Pour Arthur**

L'application de la technique de la lettre cible auprès d'Arthur a été beaucoup plus laborieuse qu'avec Clément. Arthur a toujours montré de la réticence voire de l'opposition pour travailler l'écriture. Il a fallu reprendre avec lui plusieurs fois l'importance de ce travail, lui expliquer que l'apprentissage de l'écriture était coûteux au début, mais qu'avec de l'entraînement cela devenait de plus en plus facile. De plus, Arthur a beaucoup de mal à accepter les remarques. Lors des premières séances, il entourait tous les mots écrits en bleu en disant que pour lui, ils étaient tous très bien, pour pouvoir passer à autre chose le plus rapidement possible. M'entendre lui dire à mon tour quel mot j'aimais le moins et pourquoi, lui était parfois intolérable. Selon la fluctuation de sa motivation entre les séances, entre 2 et 4 mots ont pu être travaillés à chaque fois (figure 4).

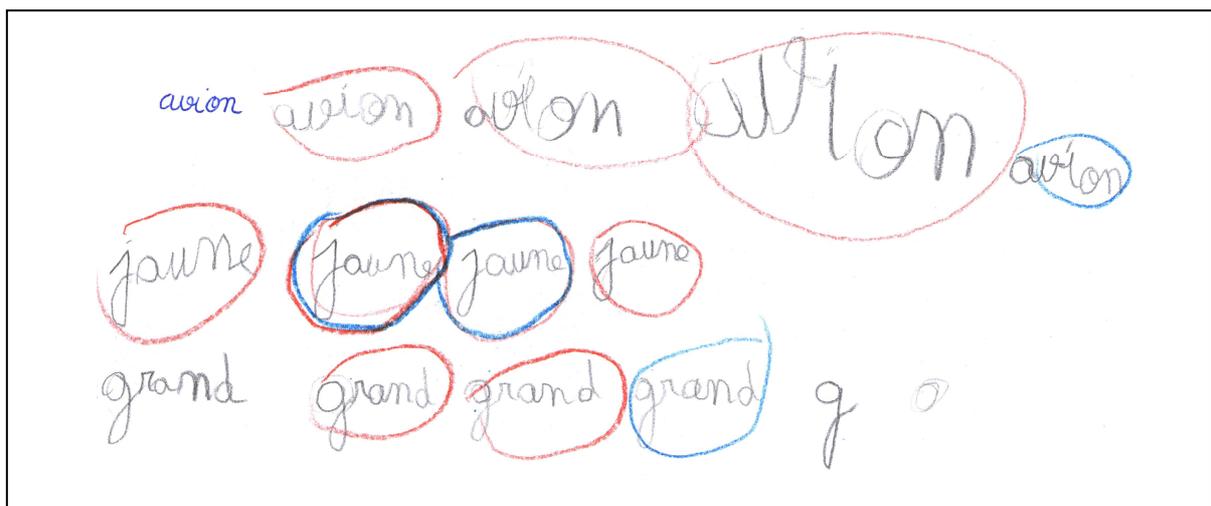


Figure 4 : Travail de la lettre cible « a » dans des mots de 5 lettres par Arthur, sur feuille blanche

Ici la lettre cible « a » a été travaillée (séance 6). Arthur me précise avant d'écrire qu'il va faire attention à mieux tenir son crayon (doigts plus éloignés de la mine) et à se tenir droit. Il a toujours des difficultés à anticiper un travail sur sa production, comme respecter les interlignes, les espaces entre les mots, entre les lettres, faire moins de retouches. En revanche, une fois que les quatre mots sont écrits, il peut critiquer ses productions. Dans le cas de « avion », il préfère en bleu celui qui est écrit en plus petit (figure 3). Par contre, il ne réalise pas de distinction entre les autres mots, les entourant tous en rouge. Pour le mot « grand », il réussit à porter son attention sur la taille du « g » par rapport aux autres lettres troncs lors de sa production, et choisit d'entourer en bleu le mot où le « g » est le mieux réalisé.

De mon côté, je dois à chaque fois beaucoup encourager Arthur lors de ces exercices, et le féliciter de s'investir dans ce travail. Afin qu'il puisse tolérer cet exercice et y trouver une certaine gratification, j'essaie de lui montrer que ce qu'il écrit est bien, mais qu'en faisant attention à certaines choses c'est encore mieux, plutôt que de pointer ce qui ne va pas.

Partie 4 : Résultats

La même technique de rééducation de l'écriture a été appliquée auprès des deux enfants pour améliorer la qualité de leur écriture. Toutefois, ces enfants se sont comportés différemment en séance et présentent des troubles associés différents. On peut donc s'attendre à ce que les résultats de la réévaluation montrent que Clément et Arthur n'ont pas progressé de la même manière.

4. 1 – Evolution de la qualité de l'écriture et des facteurs endogènes

4. 1. 1 – Clément

- **BHK**

Lors du retest en avril 2014 (partie B, figure 5), Clément tient toujours son crayon entre l'index et le majeur. Les doigts manquent de mobilité. En revanche le tracé paraît plus

fluide. Il copie mot à mot. Il se tient droit, la feuille près de lui. Des syncinésies buco faciales sont toujours présentes. A la fin de l'exercice, il se plaint d'avoir mal entre le pouce et l'index, mais pas au bras.

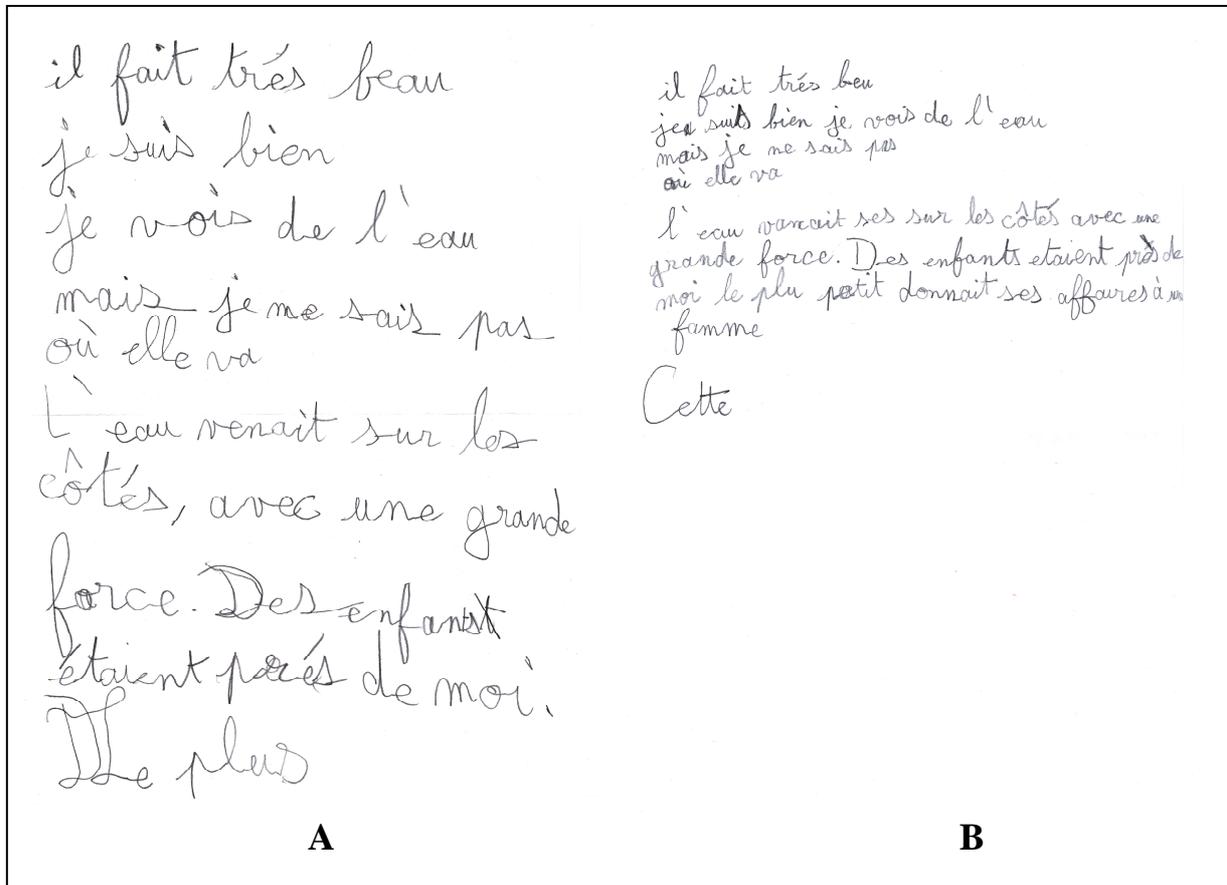


Figure 5 : BHK de Clément avant (partie A) et après (partie B) prise en charge

La note totale de dégradation s'établit à 16 points soit DS = -1,1 (contre 25 points en janvier, soit DS = -3,9). La fréquence d'inscription est de 176 signes pour 5 minutes soit DS = -0,5 (contre 137 signes en janvier, soit DS = -1,1). La qualité de l'écriture de Clément s'est donc fortement améliorée entre le test et le retest. Même si des progrès restent à faire, les résultats ne sont plus en faveur d'une dysgraphie.

Les améliorations de la qualité de l'écriture de Clément portent notamment sur la taille de son écriture. Elle est passée d'une taille moyenne de 10 mm à 4 mm. La technique a également permis à Clément de stabiliser son écriture. Ainsi, il y a moins de variations dans la grandeur des lettres troncs. On retrouve moins de lettres dansantes et de distorsion des lettres

(figure 6). Cliniquement le tracé est plus fluide. Au sein d'un même mot, un plus grand nombre de lettres est tracé sans interruption.

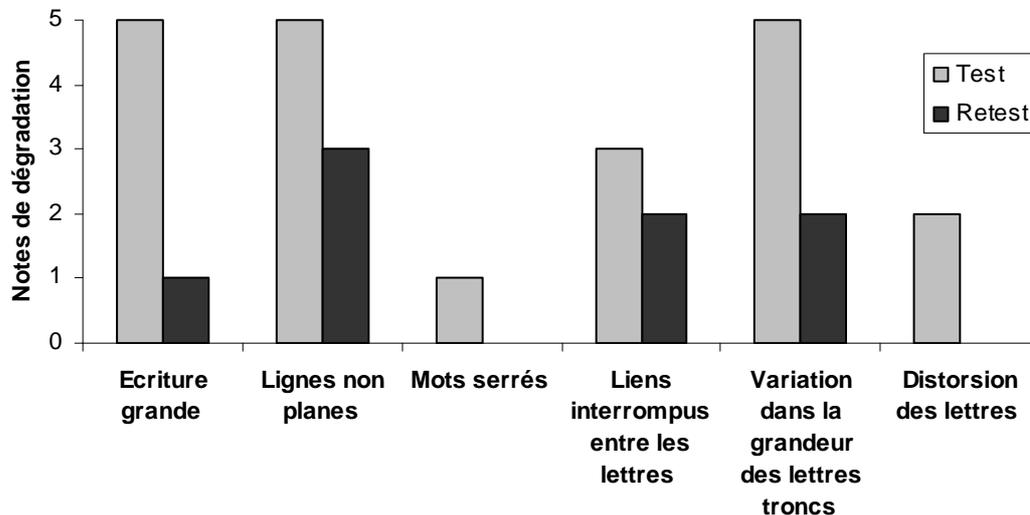


Figure 6 : Critères du BHK dont les scores ont été améliorés après la prise en charge chez Clément

En revanche, le nombre de lettres retouchées a augmenté entre le test et le retest. On peut supposer qu'avec la technique de la lettre cible, Clément a appris à analyser son écriture. En cours de production, il peut juger que certaines lettres n'ont pas la forme qu'il souhaite, d'où un nombre de retouches plus élevé.

La vitesse de production de Clément a également été améliorée. Etant donné que celle-ci n'était pas travaillée en première intention, on peut supposer que la technique a permis à Clément d'intégrer des mécanismes d'automatisation et de stabilisation de son écriture. De cette manière, il a pu acquérir des automatismes favorisant une production plus rapide.

- **Facteurs endogènes**

Les autres évaluations montrent que l'amélioration de la qualité de l'écriture de Clément s'est faite en association avec sa progression en motricité manuelle et surtout en discrimination perceptivo-visuelle (tableau 6).

Tableau 6 : Evolution de l'écriture et des facteurs endogènes chez Clément

	Test	Retest
<u>Ecriture : BHK</u>		
Note totale de dégradation (DS)	25 (-3,9)	16 (-1,1)
Vitesse (DS)	137 (-1,1)	176 (-0,5)
<u>Dextérité Manuelle : M-ABC</u>		
Note totale de dégradation	7 (<centile 5)	4,5 (<centile 15)
Changer les chevilles	4	2,5
Visser les écrous sur les boulons	3	2
Tracé de la fleur	0	0
<u>Discrimination perceptive et visuelle : Thurstone</u>		
Nombre total de bonnes réponses (DS)	19 (-1,1)	43 (2,3)
Nombre total de fautes	14	2
<u>Visuoconstruction : Figure de Rey A</u>		
Copie (DS)	30 (0)	27,5 (-0,9)
Mémoire (DS)	22 (0,7)	29 (2,9)

- **Equipe éducative**

Une équipe éducative a eu lieu à la fin du mois de mars 2015 pour Clément (scolarisé en CM1). L'école décrit un enfant en grand progrès, tant dans la lecture que dans l'écriture. Il est maintenant capable de copier un texte sans erreur, contrairement au début de l'année scolaire. La prise de notes à l'écrit reste compliquée lorsque l'AVS n'est pas là. Ses cahiers sont propres et soignés, grâce à l'étayage de cette dernière. Pour autant, il manifeste de plus en plus le besoin d'être autonome et de se passer de sa présence. La mise au travail se fait plus facilement que les années précédentes. Clément est capable de suivre les apprentissages, il a d'ailleurs des résultats scolaires dans la moyenne. Néanmoins, il paraît fatigable, surtout en fin de matinée et en début d'après-midi. Le bilan de l'année est positif. L'école note que Clément fait des progrès en écriture et se montre moins réticent pour passer à l'écrit, ce qui reflète son implication croissante dans ce domaine en prise en charge, et les résultats au retest.

4. 1. 2 – Arthur

- **BHK**

Lors du retest en avril 2014 (figure 7, partie B), Arthur tient toujours le crayon dans sa main droite par une prise tripodique, les doigts proches de la mine. En revanche, il positionne le texte à recopier sur le coté gauche et suit le texte avec sa main gauche lettre à lettre. Il n'y a donc pas de maintien actif de la feuille sur laquelle il écrit. Celle-ci a tendance à glisser vers la droite. Ceci étant, la stratégie qu'il adopte lui permet de faire moins d'omissions et d'inversions que la première fois (figure 7). Il ne pose plus sa tête sur son bras pour écrire. D'un point de vue clinique, son tracé semble plus fluide. Il continue toujours de jeter des coups d'œil au texte au milieu des mots mais semble mieux comprendre le fonctionnement de l'écriture (séparation des mots, liens entre les lettres). Le sens de formation de certaines lettres troncs (« a », « d ») est toujours inversé. Il peut verbaliser que l'exercice est fatigant pour lui. Cependant, contrairement à la première fois, il ne tente pas de fuir l'exercice.

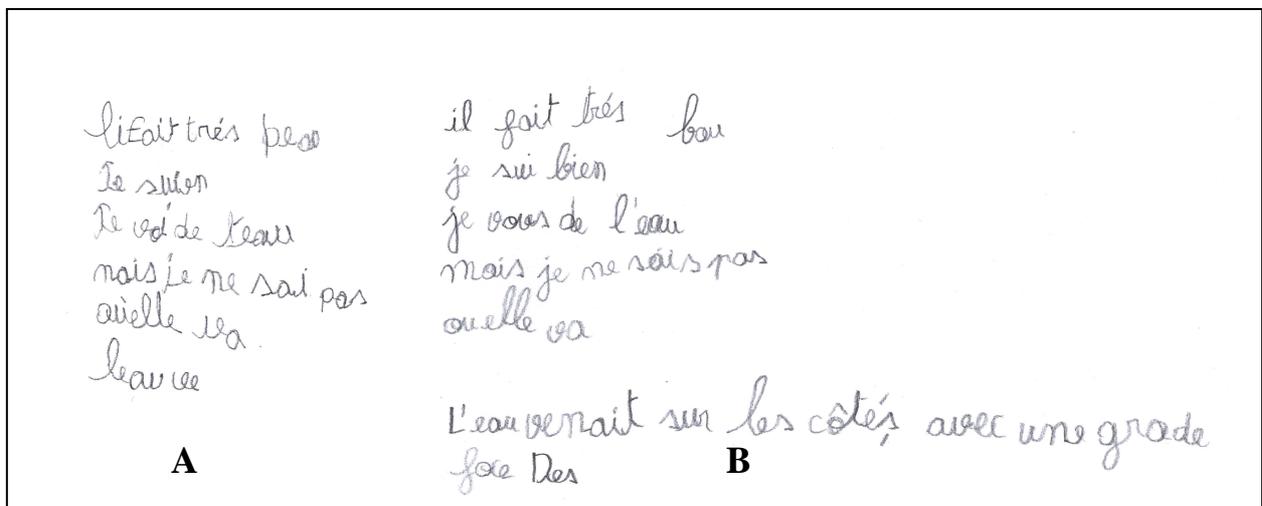


Figure 7 : BHK d'Arthur avant (partie A) et après (partie B) prise en charge

La note totale de dégradation s'établit à 19 points soit DS = -0,6 (contre 30 points en janvier, soit DS = -2,2). La fréquence d'inscription est de 102 signes pour 5 minutes soit DS = -0,32 (contre 60 signes en janvier, soit DS = -1,5). La qualité de l'écriture d'Arthur s'est donc nettement améliorée entre le test et le retest. Les résultats ne sont plus en faveur d'une dysgraphie.

Les principales améliorations de la qualité de l'écriture d'Arthur portent sur la diminution des distorsions des lettres et une écriture moins chaotique. L'écriture paraît plus stable et plus fluide. Les liens entre les lettres et les espaces inter-mots sont mieux respectés. On relève moins de tremblements, et de lettres ambiguës (figure 8). Cliniquement, un plus grand nombre de lettres est associé sans interruption du tracé. Ceci est en faveur d'une amélioration de la vitesse de production, qui est notable chez Arthur.

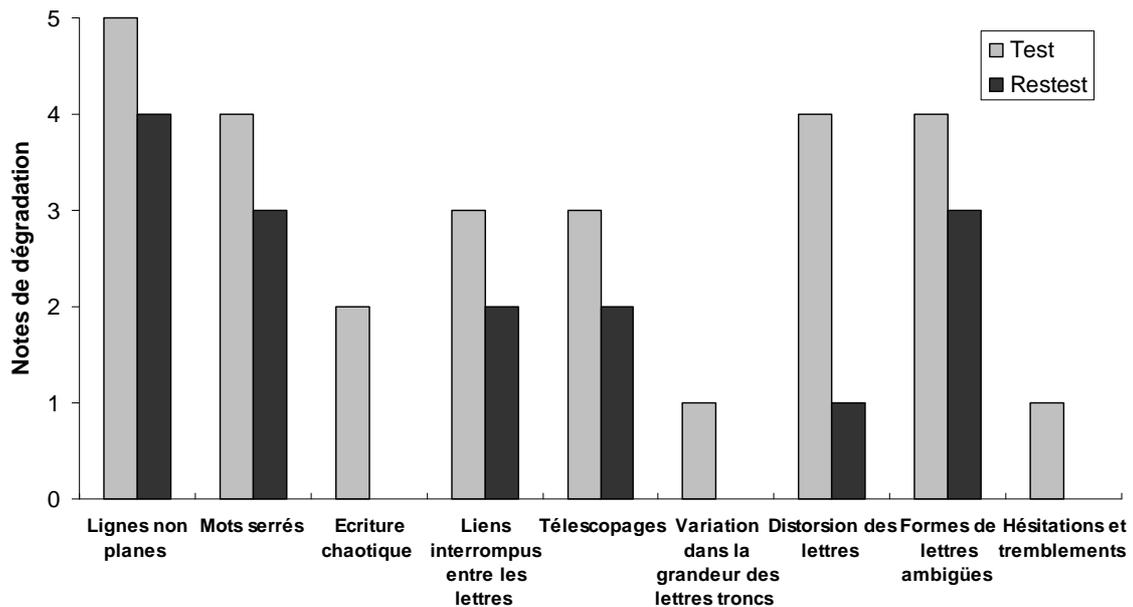


Figure 8 : Critères du BHK dont les scores ont été améliorés après la prise en charge chez Arthur

Comme pour Clément, le nombre de lettres retouchées a augmenté suite à la prise en charge de l'écriture. Aussi, on ne retrouve pas d'amélioration sur la hauteur relative des lettres, alors qu'Arthur a pu y porter de l'attention en séance.

- **Facteurs endogènes**

Les autres retest montrent que l'amélioration de la qualité de l'écriture d'Arthur s'est faite en association avec sa progression en visuoconstruction et surtout en discrimination perceptive et visuelle (tableau 7).

Tableau 7 : Evolution de l'écriture et des facteurs endogènes chez Arthur

	Test	Retest
<u>Ecriture : BHK</u>		
Note totale de dégradation (DS)	30 (-2,2)	19 (-0,6)
Vitesse (DS)	60 (-1,5)	102 (-0,32)
<u>Dextérité Manuelle : M-ABC</u>		
Note totale de dégradation	1,5 (>centile 15)	0 (>centile 15)
Placer les chevilles	0,5	0
Enfiler le lacet	0	0
Tracé de la fleur	1	0
<u>Discrimination perceptive et visuelle : Thurstone</u>		
Nombre total de bonnes réponses (DS)	12 (-1,1)	26 (1,2)
Nombre total de fautes	8	1
<u>Visuoconstruction : Figure de Rey A</u>		
Copie (DS)	10 (-2,4)	14 (-1,6)
Mémoire (DS)	8 (-1,1)	4 (-2,4)

- **Equipe éducative**

J'ai eu l'occasion de participer à l'équipe éducative qui a eu lieu pour Arthur (scolarisé en CE1) à la fin du mois de mars 2015. L'école rapporte qu'il est en opposition par rapport aux règles de la classe. Il est très agité et désordonné. Au début de l'année, il n'avait aucune autonomie. A ce jour il commence à être un petit peu plus indépendant. Il se montre très sensible à la présence de l'adulte pour s'investir dans son travail. Dès que l'enseignante s'éloigne, il a tendance à se relâcher. Concernant la lecture, il n'a pas atteint le niveau CE1. Mais contrairement au début de l'année, il est devenu lecteur et semble apprécier la lecture. En mathématiques, il suit le niveau CE1 depuis le mois de février. Il arrive à se concentrer 30 minutes à une heure dans la matinée, mais n'arrive pas à suivre les activités proposées l'après midi. Le passage à l'écrit n'est plus refusé, mais il reste difficile et aléatoire selon les moments. L'enseignante s'interroge donc sur l'aide d'une AVS scolaire et d'un maintien en CE1. Elle juge que malgré des progrès notables par rapport au début de l'année, il n'a pas le niveau requis pour passer en classe supérieure.

4. 2 – Comparaison des effets de la technique de la lettre cible chez Clément et Arthur

4. 2. 1 – Amélioration de la qualité et de la vitesse de production

L'application de la technique de la lettre cible chez ces deux enfants a permis d'enrayer leur dysgraphie, et ce, malgré la présence d'un trouble d'acquisition de la coordination chez Clément et d'un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité chez Arthur (figure 10). Leur production s'est améliorée tant en qualité qu'en vitesse de production à la suite de la prise en charge spécifique des troubles de l'écriture (figures 9 et 10).

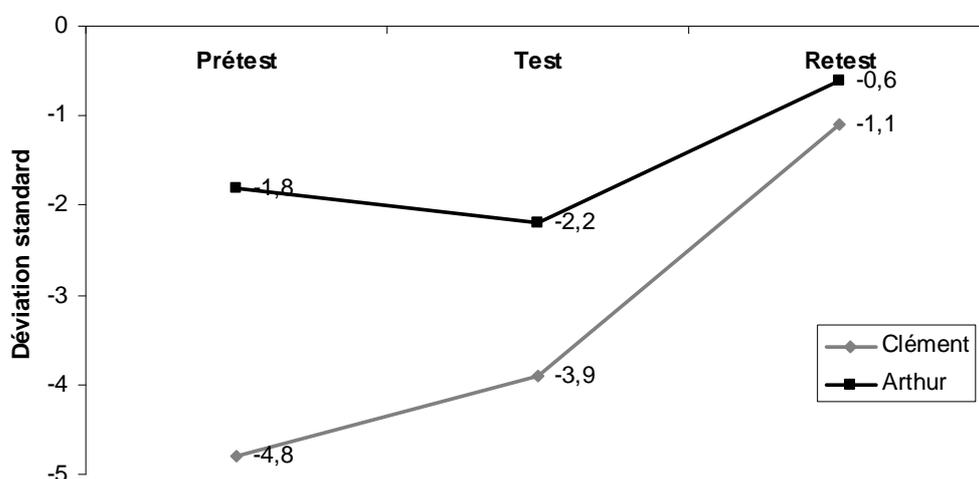


Figure 9 : Evolution de la qualité de l'écriture chez Clément et Arthur au BHK (en déviation standard)

Entre le mois de septembre 2014 et le mois de janvier 2015, l'écriture n'a pas été spécifiquement travaillée avec ces enfants. Or, on relève peu d'améliorations dans ce domaine. Chez Clément, la prise en charge était axée sur la motricité manuelle et la dextérité digitale. Les résultats au BHK entre le prétest (bilan d'évolution en septembre) et le test (avant de commencer la technique en janvier) montrent que la qualité et la vitesse d'écriture se sont très légèrement améliorées (figures 9 et 10). Etant donné qu'il a 10 ans, le travail de la motricité manuelle a pu améliorer l'écriture dans une moindre mesure. De la même manière, chez Arthur, l'attention sélective, soutenue et auditive, a été spécifiquement travaillée entre le prétest et le test. Or les résultats au BHK montrent qu'avant de commencer la prise en charge

spécifique de l'écriture, cette dernière est restée très stable, tant en qualité qu'en vitesse (figures 9 et 10).

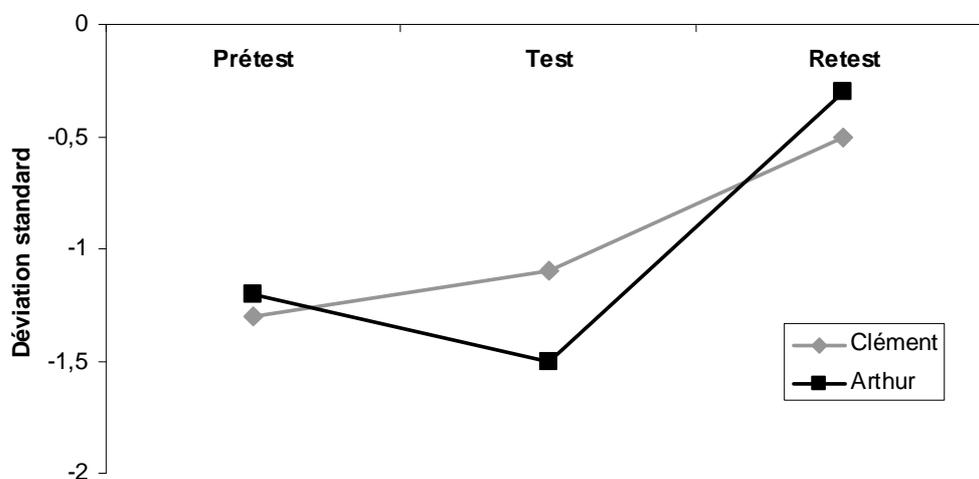


Figure 10 : Evolution de la vitesse d'écriture chez Clément et Arthur au BHK (en déviation standard)

Pour les deux enfants, on remarque que suite à la rééducation axée sur leurs troubles de l'écriture (entre le test et le retest), la qualité et la vitesse de leur écriture se sont notablement améliorées (figures 9 et 10). Le travail spécifique avec la technique de la lettre cible a donc eu un impact aussi favorable sur l'écriture de Clément que d'Arthur, quelques soient leurs troubles associés.

4. 2. 2 – Amélioration des facteurs 1 et 2 de Sage (2010)

Afin d'étudier plus précisément l'impact de la technique sur la qualité de l'écriture de Clément et d'Arthur, j'ai regardé si certains facteurs de l'écriture définis par Sage (2010) avaient été améliorés ou non de la même manière chez ces deux enfants.

En effet, l'écriture est un processus plurifactoriel. Aussi, Sage (2010) a montré que parmi les 13 items du BHK, il existait 4 facteurs qualitatifs :

- Réalisation motrice des lettres (facteur 1) : il comprend les items hésitations et tremblements, écriture grande et écriture chaotique du BHK. Il renvoie aux difficultés de réalisation motrice des lettres.

- Forme et constance des lettres (facteur 2) : il comprend les items formes ambiguës des lettres, variations dans la hauteur des lettres troncs, et distorsion des lettres. Il concerne la forme et la régularité des lettres par rapport à la norme attendue.
- Organisation spatiale des lettres dans le mot (facteur 3) : il comprend les items mots serrés, hauteur relative spatiale des lettres et télescopages entre les lettres. Il concerne la manière d'agencer spatialement les lettres dans un mot ou une succession de mots.
- Organisation spatiale de l'écriture dans l'espace feuille (facteur 4) : il s'agit des items lignes non planes, retouches des lettres, inclinaison de la marge et lien entre les lettres. Il rend compte de l'agencement spatial des lignes et des lettres entre elles.

Les facteurs 1 et 2 concernent donc la qualité de la production des lettres, tandis que les facteurs 3 et 4 intègrent des critères d'agencement spatial de l'écriture.

- **Réalisation motrice des lettres (facteur 1)**

Pour Clément, la technique de la lettre cible a permis d'améliorer le facteur 1 avec une nette réduction de la taille de l'écriture (figure 11).

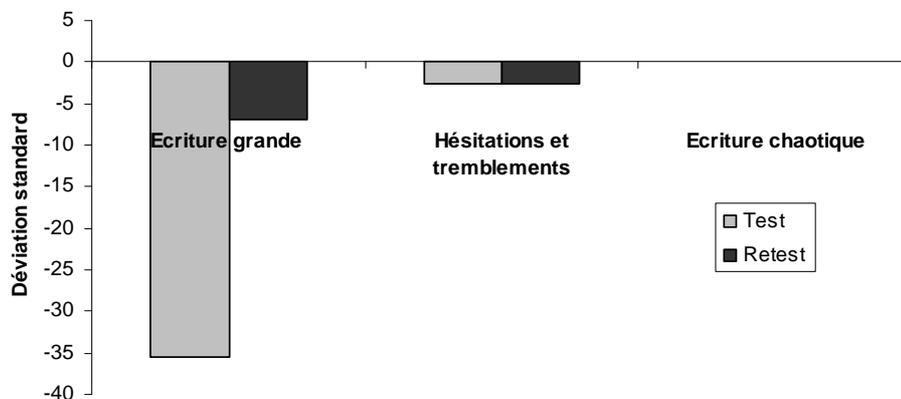


Figure 11 : Evolution de la réalisation motrice des lettres chez Clément (en déviation standard)

Chez Arthur, tous les items du facteur 1 ont été améliorés, à l'exception de la taille de l'écriture qui est restée stable, mais qui était déjà d'une qualité correcte (figure 12).

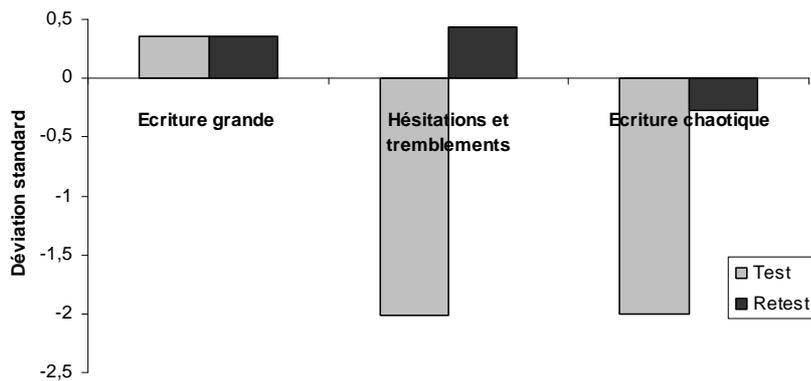


Figure 12 : Evolution de la réalisation motrice des lettres chez Arthur (en déviation standard)

La prise en charge de l'écriture a donc permis d'améliorer chez ces deux enfants le facteur de réalisation motrice de lettres.

- **Formes et constance des lettres (facteur 2)**

Une amélioration du facteur 2 est également notable chez Clément. En effet, deux items sur trois ont été nettement améliorés au sein de ce facteur après la prise en charge de l'écriture (figure 13). Aussi, on relève une légère dégradation du critère formes ambiguës des lettres (passant de 1 à 2 points de dégradation). Cette dégradation reste toutefois moindre par rapport à la progression des deux autres critères.

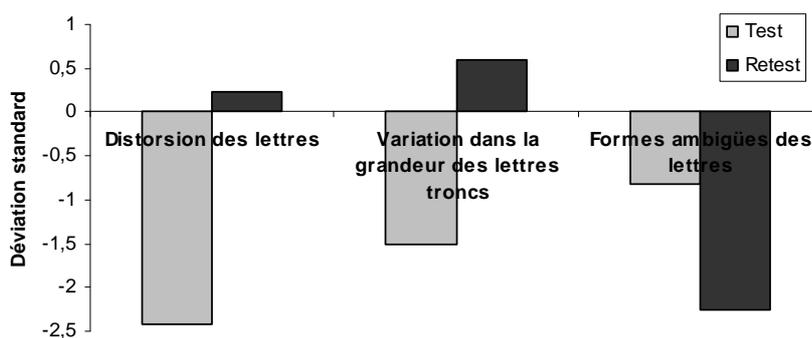


Figure 13 : Evolution de la forme et constance des lettres chez Clément (en déviation standard)

Chez Arthur, tous les critères du facteur 2 ont été améliorés (figure 13). On peut donc en déduire que la prise en charge de l'écriture chez les enfants a également eu un impact favorable sur la forme et la constance des lettres.

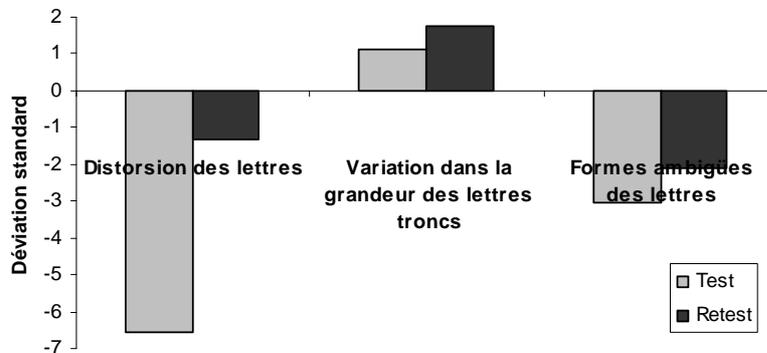


Figure 13 : Evolution de la forme et constance des lettres chez Arthur (en déviation standard)

- **Agencement spatial de l'écriture (facteurs 3 et 4)**

En ce qui concerne l'organisation spatiale des lettres dans le mot (facteur 3) et l'organisation spatiale de l'écriture dans l'espace feuille (facteur 4), la technique de la lettre cible a permis d'améliorer un certain nombre de critères chez les deux enfants, comme les télescopages, les liens interrompus entre les lettres ou les lignes non planes. Toutefois, tous les critères d'un même facteur n'ont pas été améliorés, ni chez Clément, ni chez Arthur. Par conséquent, il semble que la technique de la lettre cible permette d'améliorer spécifiquement la qualité de l'écriture (facteurs 1 et 2) et non son aspect spatial (facteurs 3 et 4).

4. 2. 3 – Augmentation du nombre de lettres retouchées

Arthur et Clément réalisent tous les deux un plus grand nombre de lettres retouchées lors du retest. Il s'agit du seul critère de qualité de l'écriture dégradé qui soit commun chez ces deux enfants. Aussi, il me semble qu'au cours du travail de l'écriture avec la technique de la lettre cible, ils ont tous les deux appris à analyser leurs productions, à avoir un jugement critique et des attentes quant à la forme des lettres qu'ils produisent. Un nombre plus important de retouches pourrait s'expliquer par leur perception d'une lettre dont la forme ne correspond pas aux critères de qualité attendus.

4. 2. 4 – Evolution de la qualité des lettres cibles

Au début de la prise en charge de l'écriture, j'ai choisi de travailler des mots contenant des lettres particulièrement déformées chez Clément et Arthur. Il s'agissait du « o », du « s » et du « a ». D'un point de vue clinique, on peut voir que lors du retest, le « o » et le « s » paraissent plus stables dans la production de Clément. En effet, malgré des variations de position, ces deux lettres ne sont plus aussi dégradées qu'avant la prise en charge et ne changent pas de forme selon la place qu'elles occupent dans le mot (figure 5, partie B). Chez Arthur, on note une amélioration de la production et de la stabilité du « a » et du « o ». Toutefois, le « s » reste encore très déformé en fin de mot (figure 7, partie B). Il semble donc que le travail avec la technique de la lettre cible permette d'améliorer partiellement la qualité de production des lettres cibles elles-mêmes.

4. 2. 5 – Amélioration des performances au Thurstone

L'amélioration de la qualité et de la vitesse de l'écriture s'est faite en association avec une amélioration des compétences en discrimination visuelle et perceptive évaluées au Thurstone. En effet, Arthur et Clément ont nettement progressé dans ces domaines suite à la prise en charge. Ils ont tous les deux gagné en efficacité et en précision. Ils étudient ainsi un plus grand nombre de lignes et font nettement moins d'erreurs (tableau 8).

Tableau 8 : Evolution des résultats au BHK et au Thurstone après la prise en charge

	Clément		Arthur	
	Test	Retest	Test	Retest
<u>Ecriture : BHK</u>				
Note totale de dégradation (DS)	25 (-3,9)	16 (-1,1)	30 (-2,2)	19 (-0,6)
Vitesse (DS)	137 (-1,1)	176 (-0,5)	60 (-1,5)	102 (-0,32)
<u>Discrimination perceptive et visuelle : Thurstone</u>				
Nombre total de bonnes réponses (DS)	19 (-1,1)	43 (2,3)	12 (-1,1)	26 (1,2)
Nombre total de fautes	14	2	8	1

La technique de la lettre cible a été aussi favorable chez Clément que chez Arthur, malgré des troubles associés différents. Ces deux enfants sont devenus plus performants tant en qualité de production qu'en vitesse d'écriture. On peut noter qu'ils font tous les deux plus de retouches, ce qui semble être un artéfact de la méthode. La rééducation a eu un impact spécifique sur les facteurs 1 et 2 de Sage (2010) concernant la formation des lettres plus que sur leur agencement spatial. Enfin, l'amélioration de l'écriture est associée chez ces deux enfants à une amélioration de certains facteurs endogènes, comme la discrimination perceptive et visuelle.

Partie 5 : Discussion

La technique de la lettre cible a permis à Arthur et à Clément de progresser de la même manière malgré leurs troubles associés. On est donc amené à s'interroger sur les mécanismes sous jacents de l'écriture impactés par la technique. On peut également se demander pour quelles raisons la vitesse d'écriture de ces enfants a augmenté alors qu'elle n'était pas ciblée par la rééducation. Aussi, malgré une régularité des prises en charge qui n'a pas pu être maintenue dans le temps, la rééducation des troubles de l'écriture a permis aux enfants de sortir de leur dysgraphie. Il semblerait même que Clément et Arthur aient généralisé les processus mis en place pour diminuer le niveau de contraintes lié à l'écriture à d'autres domaines.

5. 1 – Augmentation des capacités attentionnelles ou abaissement du niveau de contraintes

La prise en charge des troubles de l'écriture par la technique de la lettre cible a été aussi favorable pour Clément que pour Arthur. Pourtant, on aurait pu supposer en travaillant sur les effets de contexte que la technique aurait été plus profitable à un enfant présentant une dysgraphie associée à un TDA/H qu'à un enfant présentant une dysgraphie associée à un TAC. En effet, la production écrite est soumise à un nombre important de contraintes (règles grammaticales, réalisation motrice des lettres, orthographe...). En faisant varier la place d'une lettre dans un mot, ainsi que le nombre de lettres dans les mots travaillés, on agit sur ce niveau de contraintes.

On aurait pu penser que la technique de la lettre cible augmenterait les ressources attentionnelles des enfants par l'entraînement moteur et par les processus d'automatisation. Elle permettrait ainsi de traiter plus facilement les contraintes et donc d'améliorer la qualité des productions (figure 14).

Arthur, par son TDA/H, a des capacités attentionnelles plus limitées que Clément. On aurait donc pu observer des effets plus importants de la prise en charge sur son écriture, pour une même augmentation des capacités attentionnelles (figure 14).

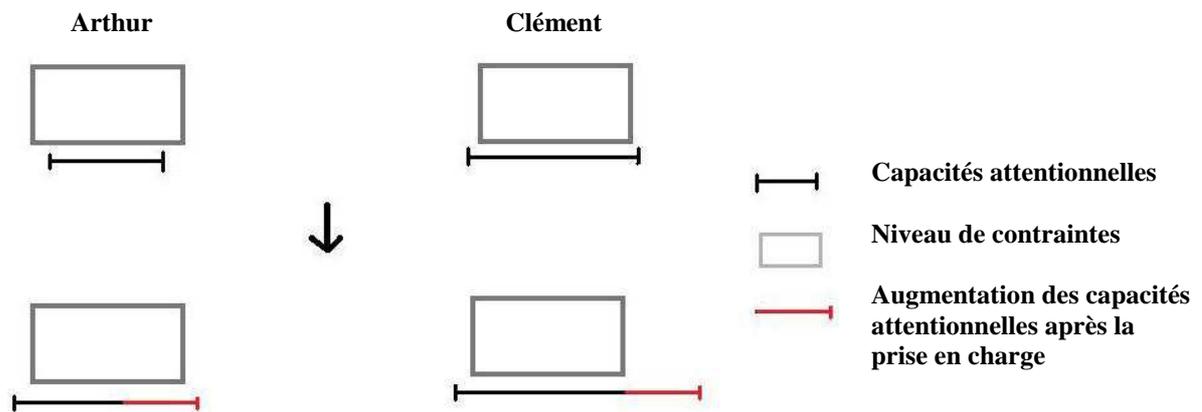


Figure 14 : Augmentation des capacités attentionnelles après la prise en charge

Or, ces deux enfants ont progressé sensiblement de la même manière. Donc la technique de la lettre cible n'agit pas directement sur l'augmentation des capacités attentionnelles. En revanche, en participant à l'automatisation de l'écriture, il est possible qu'elle agisse en amont sur le niveau de contraintes (figure 15).

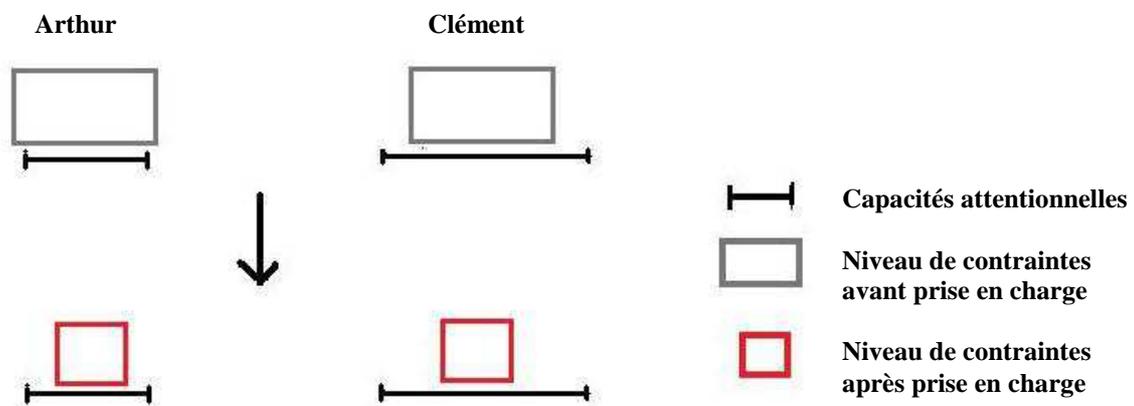


Figure 15 : Abaissement du niveau de contraintes après la prise en charge

En favorisant la stabilisation de l'écriture et son automatiser, la technique participerait à l'abaissement du niveau de contraintes. Ceci permettrait aux enfants dysgraphiques d'augmenter leur capacité à traiter plus de contraintes, et par conséquent d'améliorer la qualité de leur production écrite ainsi que leur vitesse d'inscription.

5. 2 – Augmentation du nombre de lettres retouchées

On peut observer qu'en dépit de l'amélioration de leur écriture, Clément et Arthur réalisent plus de retouches dans leurs productions écrites après la prise en charge. Il est possible que ce phénomène soit dû à l'inclusion de la technique de la lettre cible dans une technique plus large, métacognitive, qui mette l'accent sur le caractère esthétique de l'écriture, (Jongmans, 2003). Il semblerait qu'avant de pouvoir stabiliser leur écriture, les enfants prennent conscience de la déformation de certaines lettres. L'augmentation du nombre de retouches illustrerait ce processus. On peut supposer qu'en continuant l'entraînement et donc en renforçant la stabilisation de l'écriture, ce phénomène disparaisse avec le temps.

5. 3 – Augmentation de la vitesse d'inscription

Malgré une augmentation du nombre de lettres retouchées, la fréquence d'inscription de Clément et d'Arthur a nettement augmenté suite à la prise en charge de l'écriture. Pourtant, celle-ci n'était pas travaillée en première intention.

Aussi, la technique de la lettre cible a entraîné les enfants à produire des associations de lettres fréquentes, au sein de mots, et non des lettres isolées. On peut donc supposer que les enfants ont acquis des automatismes concernant la production de groupements de lettres dépendants d'un contexte. Il semblerait que le système de réalisation motrice de l'écriture soit devenu plus souple et s'occuperait plus de la forme du mot que de celle des lettres. Ce phénomène expliquerait l'augmentation de vitesse de production de Clément et d'Arthur. Ces derniers ne se focaliseraient plus sur une seule lettre lors de la production mais sur une structure plus globale comme un graphème ou un mot. On relève d'ailleurs dans les productions écrites de Clément et d'Arthur un plus grand nombre de lettres liées après la prise en charge.

De plus, les progrès des enfants en écriture ont eu un impact sur le traitement perceptivo-visuel évalué au Thurstone. En effet, Arthur et Clément, après la prise en charge de l'écriture, traitent un plus grand nombre de lignes et font moins d'erreurs dans ce test. On peut donc supposer que la prise en compte des effets de contexte dans l'écriture s'est généralisée dans d'autres domaines. Il semblerait qu'au Thurstone, les enfants ne traitent plus les figures une à une en revenant systématiquement au modèle. Ils auraient une vision plus globale de celui-ci et des figures présentes sur la ligne, ce qui leur permettrait de traiter plus rapidement les données.

Enfin, si les enfants codent le mot comme une unité plus globale qu'une somme de lettres à produire, la charge attentionnelle pour produire ce mot est moins importante que s'ils le codent lettre à lettre. L'espace occupé dans la mémoire de travail est donc plus petit et plus vite libéré. Ceci favoriserait la production d'autres unités et participerait à une augmentation de la rapidité et de la qualité de production.

L'amélioration de la vitesse d'inscription semble donc liée à une généralisation des effets de contexte et à la prise en compte d'une vision plus globale des unités à produire. En augmentant la fluidité des productions, les enfants écrivent plus rapidement, ce qui leur permet de garder moins longtemps en mémoire de travail, les unités à produire. Ce phénomène pourrait participer à un abaissement du niveau de contraintes et donc à améliorer la qualité et la vitesse de leur écriture.

5. 4 – Efficacité de la technique de la lettre cible

Les progrès d'Arthur et de Clément semblent très encourageants quant à l'efficacité de la méthode employée pour rééduquer les troubles de l'écriture. Les résultats sont pourtant surprenants étant donné que je n'ai pas pu travailler avec eux pendant 7 séances consécutives. En effet, un certain nombre de séances a été annulé à cause des sorties scolaires, de la grippe des enfants ou des vacances. Je n'ai donc pas pu voir Arthur et Clément aussi régulièrement que je l'aurais souhaité. Je les ai d'ailleurs réévalués après seulement 7 séances de prises en charge ciblée sur l'écriture et au retour des vacances scolaires (donc après deux semaines d'interruption). S'ajoute à cela le faible temps passé en séance sur le travail de l'écriture (inférieur à 15 minutes).

D'un point de vue général, il est possible que ce soit l'association de l'auto-instruction et d'un entraînement moteur fondé sur des mots connus des enfants, qui donne la force à cette méthode. En effet, Jongmans (2003) avait déjà montré que les enfants dysgraphiques pouvaient améliorer la qualité de leur production en utilisant une technique cognitive. En ce qui concerne l'entraînement moteur, les lettres cibles particulièrement déformées, n'ont jamais été produites seules mais travaillées à l'intérieur de mots connus des enfants. La rééducation des troubles de l'écriture n'a donc pas uniquement porté sur le versant moteur de l'écriture, mais sur sa fonction première qui est de véhiculer du sens. Il me semble d'ailleurs qu'au cours des séances, les enfants ont pris du plaisir à produire des mots qu'ils connaissaient. Ils se sont rendu compte qu'ils pouvaient devenir écrivains, et avoir aussi bien un impact sur la qualité de leur production que sur son contenu.

5. 5 – Généralisation des effets de la technique de la lettre cible

La technique de la lettre cible agit spécifiquement sur la réalisation motrice des lettres d'après l'analyse des résultats en fonction des facteurs de Sage (2010). Cette méthode de rééducation est donc ciblée sur l'amélioration de la qualité de la production écrite. Malgré une action portée sur la tâche, il semble que les effets de cette technique se soient généralisés :

- dans le milieu : l'école rapporte des progrès sur la qualité des productions écrites et sur les comportements des enfants (moins de réticences).
- à d'autres fonctions : la prise en compte des effets de contexte travaillés en écriture semble avoir été utilisée dans le traitement perceptif et visuel au Thurstone.

Enfin, l'amélioration de l'écriture d'Arthur et de Clément s'est faite en association avec des progrès en lecture. L'école et la maman d'Arthur ont même relevé qu'il était devenu lecteur depuis le mois de février et qu'il semblait y prendre beaucoup de plaisir. On peut donc s'interroger sur l'impact du travail de l'écriture sur la lecture et inversement.

Conclusion

La technique de la lettre cible a eu un impact favorable sur la qualité des productions d'Arthur et de Clément. Elle a permis à ces deux enfants de sortir de leur dysgraphie, malgré leurs troubles associés. En abaissant le niveau de contraintes lié à la production écrite et en participant à l'automatisation de l'écriture, elle a également contribué à l'augmentation de la vitesse d'inscription de ces enfants.

Il semble que cette méthode de rééducation porte spécifiquement sur l'amélioration de la réalisation motrice des lettres. Il serait intéressant de soumettre d'autres enfants dysgraphiques à cette technique afin de comparer leurs résultats à ceux d'Arthur et de Clément. L'analyse des données avec celles d'une population témoin n'ayant pas bénéficié d'une prise en charge de l'écriture permettrait de préciser l'impact de la technique de la lettre cible sur les troubles de l'écriture.

De plus, j'ai pu relever cliniquement que l'écriture d'Arthur et de Clément semblait plus fluide suite à la prise en charge. Le tracé paraît plus souple et continu et plus de lettres sont liées. Une analyse portant sur les aspects cinématiques de l'écriture des enfants bénéficiant de cette rééducation, avec une tablette graphique, pourrait objectiver ce phénomène et apporter plus d'informations quant aux processus de l'écriture automatisés.

On a également pu voir que l'abaissement du niveau de contraintes obtenu avec la technique de la lettre cible a pu se généraliser à l'école et à d'autres fonctions. Or, dans l'optique de travaux ultérieurs, il serait intéressant d'évaluer si les améliorations de l'écriture obtenues dans une épreuve de copie se sont généralisées à des épreuves de dictées ou de productions spontanées.

Enfin, j'ai pu noter au fil des séances un investissement croissant et un plaisir relatif des enfants à écrire. Il me semble qu'ils ont pris conscience de leurs capacités à améliorer la qualité de leur écriture. En travaillant avec des mots connus, ils se sont également rendu compte qu'ils pouvaient communiquer par écrit. Leurs progrès vont dans le sens d'une

stabilisation de leur écriture et donc de la libération d'une charge attentionnelle pour traiter d'autres contraintes. Aussi, j'aurais aimé savoir si les progrès de ces enfants se faisaient en association avec une amélioration des capacités à produire du texte et à organiser leur pensée ou si celle-ci intervenait plus tardivement.

Bibliographie

- Adi-Japha, E., Landau, Y. E., Teicher, M., Gross-Tsur, V., Shalev, R. S.** (2007). ADHD and dysgraphia : underlying mechanisms. *Cortex*, 43, 700-709.
- Ajuriaguerra, J., Auzias, M., Denner, A.** (1971). L'écriture de l'enfant. I : L'évolution de l'écriture et ses difficultés. *Delachaux et Niestlé : Neuchâtel*.
- Albaret, J. M., Rohrbach, M.** (1991). Etalonnage 6-17 ans du test des formes identique de Thurstone. *Revue européenne de psychologie appliquée*, 41, 3, 169-171.
- Albaret, J. M.** (1995). Evaluation psychomotrice des dysgraphies. *Rééducation Orthophonique*, 33, 181, 71-80.
- Albaret, J. M., Soppelsa, R.** (2007). Précis de rééducation de la motricité manuelle. 2ème Edition. *Marseille : Solal*.
- Albaret, J. M., Kaiser, M. L., Soppelsa, R.** (2013). Troubles de l'écriture chez l'enfant : Des modèles à l'intervention. De Boeck Solal.
- Auzias, M., Ajuriaguerra, J.** (1986). Les fonctions culturelles de l'écriture et les conditions de son développement chez l'enfant. *Enfance*, 39, 2, 145-167.
- Benoit, C., Soppelsa, R.** (1996). Mise en pratique de l'analyse neuropsychologique de l'écriture dans la rééducation. *Evolutions psychomotrices*, 8, 33, 113-117.
- Binet A., Courtier, J.** (1893). Sur la vitesse des mouvements graphiques. *Revue philosophique*, XXXV, 664-671.
- Camarazza, A., Miceli, G., Villa, G., Romani, C.** (1987). The role of the Graphemic Buffer in spelling : evidence from a case of acquired dysgraphia. *Cognition*, 26, 59-85.

- Charles, M., Soppelsa, R., Albaret, J.M.** (2003). BHK – Echelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant. *Paris : Editions et Applications Psychologiques.*
- Chartrel, E., Vinter, A.** (2006). Rôle des informations visuelles dans la production des lettres cursives chez l'enfant et l'adulte. *L'Année Psychologique*, 1, 34-64.
- Decety, J., Michel, F.** (1989). Comparative analysis of actual and mental movement times in two graphic tasks. *Brain and Cognition*, 11, 87-97.
- Engel-Yeger, B., Nagauker-Yanuv, L., Rosenblum, S.** (2009). Handwriting performance, self-reports, and perceived self efficacy among children with dysgraphia. *American Journal of Occupational Therapy*, 63, 2, 182-192.
- Fayol, M., Miret, A.** (2005). Ecrire, orthographier et rédiger des textes. *Psychologie française*, 50, 3, 391-402.
- Jolly, C., Huron, C., Albaret, J.M., Gentaz, E.** (2010). Analyse comparative des tracés de lettres cursives d'une enfant atteinte d'un trouble d'acquisition de la coordination et scolarisée en CP avec ceux d'enfants ordinaires de GSM et de CP. *Psychologie française*, 55, 145-170.
- Jongmans, M. J., Linthorst-Bakker, E., Westenberg, Y., Smits-Engelsman, B. C.** (2003). Use of a task-oriented self-instruction method to support children in primary school with poor handwriting quality and speed. *Human movement science*, 22, 549-566.
- Graham, S., Weintraub, N., Berninger, V.** (1998). The relationship between handwriting style and speed and legibility. *The Journal of Educational Research*, 91, 290-296.
- Kaiser, M. L.** (2009). Facteurs endogènes et exogènes influençant l'écriture manuelle chez l'enfant. *Thèse de doctorat de l'Université de Toulouse III.*
- Kandel, S., Soler, O., Valdois, S., Gros, C.** (2006). Graphemes as motor units in the acquisition of writing skills. *Reading and Writing*, 19, 313-337.

- Kandel, S., Spinelli, E.** (2010). Processing complex graphemes in handwriting production. *Memory and Cognition*, 38, 6, 762-770.
- Kandel, S., Perret, C.** (2014). How do movements to produce letters become automatic during writing acquisition? Investigating the development of motor anticipation. *International Journal of Behavioral Development*, 1-9.
- Lachaud, C. M.** (2007). CHACQFAM : une base de données renseignant l'âge d'acquisition estimé et la familiarité pour 1225 mots monosyllabiques et bisyllabiques du Français. *L'année psychologique*, 107, 39-63.
<http://www.lexique.org/projets/Chacqfam/>. Site consulté le 12 janvier 2015.
- Lambert, E., Espéret, E.** (2002). Assemblage des unités traitées par les processus graphomoteurs et orthographiques au début de l'apprentissage de l'écriture. *Revue de Psychologie de l'Education*, 7, 76-97.
- Maarse, F. J., Thomassen, A. J. W. M.** (1983). Produced and perceived writing slant : difference between up and down stroke. *Acta Psychologica*, 54, 131-147.
- Marr, D., Cermak, S.** (2003). Consistency of Handwriting in Early Elementary Students. *American Journal of Occupational Therapy*, 57, 161-167.
- New, B., Pallier, C., Ferrand, L., Matos, R.** (2001). Une base de données lexicales du français contemporain sur internet : LEXIQUE™. *L'année psychologique*, 101, 447-462.
<http://www.lexique.org>. Site consulté le 12 janvier 2015.
- Olive, T., Piolat, A.** (2005). Le rôle de la mémoire de travail dans la production écrite de textes. *Psychologie française*, 50, 373-390.
- Pérez, M., Giraud, H., Tricot, A.** (2012). Les processus cognitifs impliqués dans l'acquisition de l'orthographe : dictée vs copie. *A.N.A.E*, 118, 1-7.

- Pérez, M.** (2014). Proposition de hiérarchisation des 45 graphèmes de base de l'orthographe du français. *4è Congrès Mondial de Linguistique Française. SHS Web of Conferences*, 8, 1125-1140.
- Plane, S.** (2006). Singularités et constantes de la production d'écrit. L'écriture comme traitement de contraintes. In J. Lafont-Terranova et D. Colin (Eds), *Didactique de l'écrit : La construction des savoirs et le sujet-écrivain. Presses Universitaires de Namur*. 33-54.
- Rogers, D., Found, B.** (1996). The objective measurement of spatial invariance in handwriting. In Simner, M. L., Leedham, C. G., Thomassen, A. J. W. M. (1996). *Handwriting and Drawing Research : Basic and Applied Issues* (3 -13). Amsterdam : IOS Press.
- Rosenblum, S., Dvorkin, A. Y., Weiss, P. L.** (2006). Automatic segmentation as a tool for examining the handwriting process of children with dysgraphic and proficient handwriting. *Human Movement Science*, 25, 608 – 621.
- Sage, I.** (2010). Ecriture et processus psychomoteurs, cognitifs et conatifs chez les enfants âgés de 8 à 12 ans. *Thèse de Doctorat des Universités de Paris Ouest Nanterre La Défense et Genève*.
- Sandler, A., Watson, T., Footo, M., Levine, M., Coleman, W., Hooper, S.** (1992). Neurodevelopmental study of writing disorders in middle childhood. *Developmental and Behavioral Pediatrics*, 14, 17-23.
- Serratrice, G., Habib, M.** (1993). L'écriture et le cerveau : mécanismes neuro-physiologiques. Paris : Masson.
- Siéroff, E.** (2004). Neuropsychologie : Approche cognitive des syndromes cliniques. Paris : Armand Colin.
- Smits-Engelsman, B. C. M., Niemeijer, A. S., Van Galen, G. P.** (2001). Fine motor deficiencies in children diagnosed as DCD based on poor grapho-motor ability. *Human Movement Science*, 20, 161-182.

- Smyth, M. M., Silvers, G.** (1987). Functions of vision in the control of handwriting. *Acta Psychologica*, 65, 47-64 .
- Teulings, H. L., Thomassen, A. J. W. M., Van Galen, G. P.** (1983). Preparation of partly precued handwriting movements : the size of movement units in handwriting. *Acta Psychologica*, 54, 165-177.
- Teulings, H. L., Schomaker, L. R. B.** (1993). Invariant properties between stroke features in handwriting. *Acta Psychologica*, 82, 69-88.
- Thomassen, A. J. W. M., Teulings, H. L.** (1985). Time, size and shape in handwriting : Exploring spatio-temporal relationships at different levels. In Michon, J. A., Jackson, J. L. (Ed). *Computer recognition and human production of handwriting*. Singapore, World Scientific, 213-230.
- Tucha, O., Lange, K. W.** (2004). Handwriting and attention in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Motor Control*, 8, 461-471.
- Vinter, A., Zesiger, P.** (2007). L'écriture chez l'enfant : Apprentissage, troubles et évaluation. *Psychologie du Développement et de l'Education*, 327-351.
- Viviani, P., Flash, T.** (1995). Minimum – jerk, two-thirds power law, and isochrony : Converging approaches to movement planning. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 21, 1, 32-53.
- Volman, M. J. M., Van Schendel, B. M., Jongmans, M. J.** (2006). Handwriting difficulties in primary school children : a search for underlying mechanisms. *American Journal of Occupational Therapy*, 60, 451-460.
- Wing, A. M.** (2000). Motor control : Mechanisms of motor equivalence in handwriting. *Current Biology*, 10, 245-248.

- Wright, D. L.** (1990). Generalized motor programs : re-examining claims of effector independence in writing. In Jeannerod, M. (Ed). *Attention and Performance XIII. Motor representation and control*. Hillsdale, NJ : Erlbaum. 294-320.
- Wright, D. L.** (1993). Evaluating the special role of time in the control of handwriting. *Acta psychological*. 82, 1-3, 5-52.
- Zesiger, P., Mounoud, P., Hauert C. A.** (1993). Effects of lexicality and trigram frequency on handwriting production in children and adults. *Acta Psychologica*, 82, 353-365.
- Zesiger, P.** (1995). *Ecrire : Approches cognitive, neuropsychologique et développementale*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Zesiger, P.** (2003). Acquisition et troubles de l'écriture. *Enfance*, 55, 56-64.

Résumé

L'acquisition de l'écriture manuscrite est un processus long et complexe. Face à un apprentissage aussi coûteux, un certain nombre d'enfants manifestent des troubles de l'écriture. L'objectif de ce mémoire est d'étudier l'efficacité d'une même méthode de rééducation des troubles de l'écriture auprès de deux enfants dysgraphiques. L'un présente une dysgraphie associée à un trouble d'acquisition de la coordination (TAC), l'autre une dysgraphie associée à un trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité (TDA/H). La méthode de rééducation employée vise à améliorer la qualité des productions des enfants en les entraînant à écrire des lettres cibles dans un contexte et en utilisant l'auto-instruction. Les résultats montrent qu'après 7 séances de rééducation, les enfants ont progressé de la même manière. Une action ciblée sur l'amélioration de la réalisation motrice des lettres a permis d'améliorer la qualité et la vitesse de leurs productions. Enfin, une généralisation dans d'autres contextes a pu être observée.

Mots clés : Ecriture, Dysgraphie, Auto-instruction, Entraînement moteur, TAC, TDA/H

Summary

The acquisition of handwriting ability is a long and complex process. Faced with such a difficult learning, some children experience handwriting disorders. The purpose of this thesis is to study the efficiency of a single re-education method on two dysgraphic children. One of them is dysgraphic with a developmental coordination disorder (DCD) and the other is dysgraphic with an attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). The re-education method used aims to improve the handwriting quality of those children training them to write some letters in a context and using self-instruction. Results show that, after 7 sessions, both the children have made as much progress. A targeted action on the motor production of the letters has improved the quality and the speed of their writing. Finally, a generalisation was observed in other contexts.

Key words : Handwriting, Dysgraphia, Self-instruction, Motor training, DCD, ADHD