

Place de la mesure de l'écriture dans l'évaluation de la dysgraphie

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

Juin 2011

SALVAN Katia

TABLE DES MATIERES

ANALYSE PRATIQUE

Chapitre 1 : L'ECRITURE	7
1. Définition	7
2. Caractéristiques de l'écriture	8
2.1. Les invariants	8
2.2. Les caractéristiques individuelles	9
2.3. L'intelligence	9
2.4. Caractéristiques liées au sexe	9
3. Prise de l'outil scripteur, posture et latéralité manuelle.....	10
3.1. Prise de l'outil scripteur.....	10
3.2. La posture.....	10
3.3. La latéralité manuelle.....	11
4. Mouvements d'écriture et système effecteur.....	11
4.1. Mouvements d'écriture	11
4.2. Le système effecteur	12
4.3. Les contraintes de l'écriture.....	13
5. Contrôles des mouvements d'écriture.....	13
5.1. Contrôle rétroactif de l'écriture	13
5.2. Contrôle proactif de l'écriture.....	14
6. Modèles neuropsychologiques	17
6.1. Les processus centraux ou processus orthographiques.....	17
6.2. Les processus périphériques	20
7. Développement de l'écriture	24
7.1. Les pré-requis	24
7.2. Selon Pascal Zesiger	25
7.3. Selon Hamstra-Bletz et Blöte	26
En résumé :	27

Chapitre 2 : LA DYSGRAPHIE	29
1. Définitions.....	29
1.1. Selon les classifications internationales.....	29
1.2. Selon les auteurs	30
2. Epidémiologie	30
3. Caractéristiques de l'écriture dans le cadre d'une dysgraphie.....	31
4. Les différentes classifications	32
4.1. Selon les caractéristiques cinématiques.....	32
4.2. Selon les trouble associés	32
4.3. Selon les aspects linguistiques et psychomoteurs.....	33
4.4. Selon les modèles neuropsychologiques	34
5. Dysgraphie et trouble associés	35
5.1. Dysgraphie et dyslexie.....	35
5.2. Dysgraphie et dysorthographe	36
5.3. Dysgraphie et trouble de l'acquisition de la coordination (TAC)	37
5.4. Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité	38
6. Etiologie	41

ANALYSE PRATIQUE

Introduction	43
1. Présentation de l'échelle d'évaluation rapide de l'écriture.....	44
1.1. Conditions de passation	44
1.2. Critères.....	45
1.3. Cotation.....	47
1.4. Qualités métriques	48
1.5. Factorisation des 13 items du BHK.....	49

2. Déroulement de la partie pratique.....	50
2.1. Les objets de mesure.....	50
2.2. Etablissement d'un consensus	51
2.3. Résultats.....	52
2.4. Discussion.....	53
2.5. Limites	57

CONCLUSION

INTRODUCTION

Mésopotamie, IV^{ème} millénaire avant notre ère : l'écriture naît.

Le bouleversement dans les sociétés de l'époque est tel que les historiens considèrent qu'une nouvelle ère débute. La Préhistoire s'achève, l'Histoire commence.

Conservier la mémoire du passé, communiquer à travers l'espace et le temps, structurer sa pensée, ou encore pour transmettre au plus grand nombre : l'écriture est nécessaire et universelle.

Depuis les années 60, le nombre de recherches dans le domaine de l'écriture ne cesse de croître. Avec l'apparition des digitaliseurs (tablettes graphiques reliées à un ordinateur), il est désormais possible d'obtenir des données de grande précision sur les caractéristiques de l'écriture, et leur développement chez l'enfant.

L'apparition de modèles théoriques de production de l'écriture a également participé à ce phénomène. Aujourd'hui, tous les chercheurs échangent sur leurs travaux au sein de l'IGS : International Graphonomics Society.

Au départ, les recherches portaient sur l'acquisition de l'écriture chez des enfants classiques. Actuellement, elles concernent préférentiellement les processus de l'écriture, et l'intérêt est accru concernant les enfants ayant un apprentissage atypique du geste graphique.

Le psychomotricien est très souvent amené à rééduquer les troubles de l'écriture. A l'heure où le métier de psychomotricien est divisé entre courant psychanalytique et neuropsychologique ; l'utilisation de tests standardisés au sein de notre profession fait parfois polémique.

L'analyse subjective de la trace par des psychomotriciens experts en écriture peut-elle substituer la mesure quantitative d'un outil pour déceler une dysgraphie chez l'enfant?

Dans la partie théorique seront abordés les aspects normaux et pathologiques de l'écriture.

Puis, l'analyse pratique visera à comparer l'analyse objective et subjective de l'écriture.

Chapitre 1 : L'ECRITURE

1. Définition

L'écriture est la capacité à transcrire un message sur un support permanent à l'aide d'un nombre limité de signes, et d'une organisation intrinsèques de ceux-ci.

C'est aussi la correspondance entre signes visibles (graphèmes) et signes sonores (phonèmes). Cette concordance peut être très différente d'une langue à l'autre. Dans certains systèmes un signe code un mot entier, dans d'autres chaque signe code un son de base

L'écriture est une forme d'expression du langage, mais à la différence du langage oral, elle apparaît plus tardivement.

En effet, l'apparition de l'écriture est très tardive, tant sur le plan phylogénétique (au cours de l'évolution de l'espèce humaine) ; que sur le plan ontogénétique (au cours du développement de l'individu).

Alors que l'immersion dans un milieu humain semble être une condition nécessaire et suffisante pour le développement du langage oral (dans des circonstances habituelles), l'acquisition du langage écrit est le fruit de longues années d'apprentissage nécessitant l'intervention spécifique du milieu (scolaire le plus souvent).

Pour Irigoien (1990), chaque système d'écriture est un compromis entre deux tendances contradictoires:

- Une tendance à la simplification avec des mouvements rapides et aisés du bras, du poignet et des doigts qui se combinent pour former des lettres ayant une structure stable,
- Et une tendance à la différenciation du fait de la nécessité d'une importante variabilité de formes, tout en évitant une trop grande similarité entre les lettres. Une forme des lettres trop proches diminuerait la lisibilité et ralentirait la lecture.

2. Caractéristiques de l'écriture

2.1. Les invariants

2.1.1. Invariance des effecteurs

Il s'agit de la constance de la forme des lettres dans l'inclinaison, de la forme générale de la trace graphique et dans le mouvement quand le sujet écrit avec différentes parties de son corps ou différents outils scripteurs (Maarse et coll , 1993).

2.1.2. L'isochronie

L'isochronie est la relation directe entre la grandeur d'une lettre et sa vitesse d'exécution : le temps nécessaire à la production d'une lettre est la même quelque soit la taille de cette lettre. Cela signifie qu'il y a une augmentation de la vitesse de production quand la taille de la lettre augmente.

Ceci est une caractéristique générale de la motricité. De même, la représentation mentale est proportionnelle à la vitesse d'exécution.

2.1.3. L'homothétie temporelle

Lorsque qu'un individu produit un même mot à différentes vitesses ou à différentes tailles, la durée de chacun des traits est globalement proportionnelle à la durée totale de la production.

Pour l'adulte, la structure temporelle d'un mot est constante quelque soit la taille ou la vitesse relative utilisée.

De même, lors de l'écriture une lettre il y a des moments où la vitesse est nulle, des accélérations et des décélérations. C'est le schéma cinétique de la lettre. Ce schéma est constant, il permet aux lettres de garder leur forme générale.

2.2. Les caractéristiques individuelles

Si certains aspects de l'écriture sont communs à tous les individus, d'autres sont propres à chacun. Ainsi, il nous est facile d'identifier instantanément l'écriture d'un proche.

Les données de la littérature scientifique montrent cependant que les critères spatiaux (l'aspect général de la trace) sont relativement peu fiables pour identifier un écrivain ; le profil cinématique (vitesse, caractère continu ou discontinu de la production graphique) est lui nettement plus discriminatif.

2.3. L'intelligence

Berninger et *al.* (1992), montrent une corrélation de 0,22¹ entre la vitesse d'écriture et le QI verbal (quotient intellectuel verbal) pour les enfants du CP au CE2

Harris en 1960 note que l'intelligence n'est pas un bon élément prédictif de la performance d'écriture. Ses travaux plus récents montrent que la lisibilité n'est pas corrélée à l'intelligence.

2.4. Caractéristiques liées au sexe

Le facteur sexe a une influence sur certains aspects de la production d'écriture.

La vitesse et la pression, en moyenne moins élevées chez les femmes que chez les hommes, permettent de discriminer les écritures masculines et féminines (Van Galen et Meulenbroek, 1989).

D'autres études ont montré que certains paramètres spatiaux tels la rondeur, l'inclinaison et le style d'écriture (scripte versus cursif) permettent également d'établir cette différence. (Maarse, Schomaker, et Teulings, 1986).

Par ailleurs, une étude menée par Hartley (1991) montre que les jeunes enfants d'environ 7-8 peuvent déterminer le sexe du scripteur. Ceci n'est pas retrouvé chez l'adulte.

¹ Le coefficient de corrélation est compris entre -1 et 1. Plus elle tend vers 1, plus la corrélation est positive

Enfin, Saïda et Miyashita en 1979 notent une supériorité de la qualité de la trace graphique à tout âge, les filles ayant une avance de 6 à 8 mois sur les garçons.

3. Prise de l’outil scripteur, posture et latéralité manuelle

3.1. Prise de l’outil scripteur

Il existe de multiples prises de l’outil scripteur. La plupart sont des variantes de la prise classique de type « trépied » : le stylo est maintenu dans la partie inférieure à la fois par le pouce, l’index et le majeur, la partie supérieure reposant sur le creux interdigital pouce-index.

Un changement notable en fonction de l’âge est la diminution des tenues dans lesquelles l’index est placé sur le côté de stylo et de celles dans lesquelles le majeur est posé sur le stylo.

D’après Ziviani et Elkins (1986), il n’y a pas de corrélation significative entre le nombre de doigts restants dans l’axe du stylo et la lisibilité, ni la vitesse d’écriture. Il en est de même concernant le degré de flexion de l’index.

La plupart des études concernant la prise de l’outil scripteur ont été menées avec un échantillon constitué de peu d’élèves, et les tâches demandées étaient de courte durée. Avec des échantillons d’écriture plus longs, d’autres résultats pourraient être obtenus, surtout en terme de fatigue (Ziviani et Elkins, 1986). Il est aussi probable que la tenue du crayon influence l’écriture de certains sous-groupes d’écrivains comme les gauchers, population peu étudiée dans ce domaine.

3.2. La posture

Deux types de posture de la main sont souvent décrites :

- Dans la première, la main se trouve en-dessous de la ligne d’écriture. Cette posture est dite « non-inversée »
- Dans la seconde, la main est au-dessus de la ligne d’écriture avec le poignet en crochet, dite « inversée ». Cette posture est rare chez le sujet droitier, mais fréquente chez le sujet gaucher (Athènes et Guiard, 1990).

Meulenbroek et Van Galen (1989) ont montré que les gauchers a posture non-inversée tendent à soulever le stylo plus fréquemment.

Concernant la posture du corps, Zesiger, Ajuriaguerra, Auzias et Denner (1971) ont observé un redressement progressif de la tête, du tronc et une diminution de l'appui du tronc, de l'avant-bras et du poignet sur la table chez l'enfant de 5 à 14 ans.

Ces auteurs décrivent deux postures :

- Une première où le tronc est penché en avant et couvre le papier. Cette posture serait associée à des enfants qui produisent de gros efforts pour les tâches d'écriture.
- Dans la seconde, le tronc est redressé. Cette posture serait adoptée par des enfants qui varient beaucoup dans le degré de maturité du contrôle des mouvements du bras.

3.3. La latéralité manuelle

Selon plusieurs études, la latéralité manuelle du scripteur ne semble pas affecter la performance graphique en termes d'efficacité ou de vitesse d'écriture (Wing, 1980 ; Suen, 1983 ; Meulenbroek et Van Galen, 1989).

Cependant Suen (1983), a rapporté des différences dans la lisibilité des productions : l'écriture des gauchers serait moins lisible que celle des droitiers (selon l'appréciation de juges), et ils auraient plus de difficultés à reconnaître l'écriture manuscrite. L'auteur attribue ceci à des différences dans l'organisation cérébrale des gauchers par rapport à celle des droitiers.

4. Mouvements d'écriture et système effecteur

4.1. Mouvements d'écriture

Selon Schmidt (1988), les mouvements d'écriture sont un cas particulier de la classe des mouvements séquentiels (ou sériels). Les mouvements séquentiels sont un intermédiaire entre les mouvements dits discrets ou continus, présentant un début et une fin identifiables (préhension, pointage) ; et des mouvements continus (poursuite visuo-manuelle).

Hollerbach et *al.* (1982) considèrent le déplacement du stylet dans notre écriture cursive comme la résultante de trois générateurs :

- Une oscillation antéro-postérieure dans le sens longitudinal de la feuille, due au jeu des articulations digitales (notamment celles qui sont impliquées dans la prise tripodique de l'outil scripteur) ;
- Une oscillation latérale dans le sens transversal de la feuille qui résulte des mouvements du poignet ;
- Une translation horizontale lente et continue de la gauche vers la droite, qui assure la progression de la ligne d'écriture dans le cadre de la feuille grâce aux mouvements de l'épaule.

A cela, s'ajoutent des retours en arrière à la fin d'un mot pour les signes diacritiques (accents, trémas, points sur les i, barre de t, etc.) et les retours en fin de ligne pour une nouvelle position de départ.

4.2. Le système effecteur

Le système effecteur de l'écriture comprend les articulations de l'épaule, du coude, du poignet, et de la main. C'est grâce à ces articulations que sont réalisés les mouvements. La contribution relative de chacune dépend de l'amplitude des mouvements.

Ce système posséderait 26 degrés de liberté et impliquerait au minimum 43 muscles, mais tous ne sont pas utilisés. Teulet, Thomassen, et Maarse (1989) ont montré que le résultat final pourrait être réduit à trois degrés de liberté uniquement :

- Un mouvement de flexion-extension des articulations des doigts,
- Un mouvement d'adduction-abduction du poignet,
- Un mouvement de translation vers la droite grâce aux articulations du coude et de l'épaule. Cet dernier élément n'a qu'une influence marginale sur la production de lettres distinctes (Thomassen & Meulenbroek, 1998).

4.3. Les contraintes de l'écriture

4.3.1. La qualité

D'après une étude de Ziviani et Elkins (1984), la forme, l'espacement, l'alignement, et la taille des lettres sont des éléments discriminatifs de la lisibilité.

De même, Graham et *al.* (1989) ont montré que la forme, l'espacement et la régularité des lettres sont des éléments prédictifs d'une écriture de bonne qualité.

4.3.2. La vitesse

Deux types de contraintes de vitesse sont distinguées:

- La première est liée aux exigences du milieu (école, travail).
- La seconde est liée aux exigences internes à l'individu : la vitesse de pensée. En effet, le processus graphique doit se dérouler assez rapidement pour suivre la pensée.

Cet aspect pourrait être mis en cause dans le cas de dysgraphies chez les enfants précoces chez qui « la vitesse de transcription ne suivrait pas la célérité des processus cognitifs » (Santamaria et Albaret, 1996).

En 1991, Mojet a montré que la qualité et la vitesse d'écriture rendent compte d'une part importante de la variabilité dans la performance de l'écriture chez les enfants. Ainsi, ces deux éléments sont des composantes importantes intervenant dans l'évaluation de l'écriture (Graham et Miller, 1890).

5. Contrôles des mouvements d'écriture

5.1. Contrôle rétroactif de l'écriture

Deux types de feedbacks (en français rétroaction) sensoriels interviennent dans l'écriture : le feedback visuel et le feedback tactilo-kinesthésique. Le poids de chacun de ces canaux dans le contrôle du mouvement de l'écriture évolue durant l'apprentissage : le contrôle passant du visuel au kinesthésique lorsque la contrainte de la rapidité se fait sentir.

5.1.1. Le feedback visuel

Pour Smith et Silvers (1987), le feedback visuel a pour fonction de contrôler l'agencement spatial global des mots sur la ligne et le contrôle du déroulement de la séquence de traits formant le mot. Il permettrait la mise à jour continue des informations concernant ce qu'a noté le scripteur.

Pour Van Galen, Smyth, Meulenbroek et Hukema (1989) il permettrait d'effacer les représentations périmées contenues dans la zone tampon moteur (dont le rôle est de maintenir le programme moteur actif durant les phases ultérieures de paramétrisation et d'exécution motrice de l'écriture)

Le feedback visuel pourrait, en outre, contribuer à l'élaboration progressive des représentations internes du mouvement (programmes moteurs), sur lesquels s'appuient les enfants plus âgés et les adultes.

5.1.2. Le feedback tactilo-kinesthésique

Le feedback tactilo-kinesthésique a pour rôle de fournir au sujet des informations sur la position et le déplacement des membres via les indices tactiles et de sensibilité profonde. Il permet l'ajustement de la tenue de l'outil scripteur et l'adaptation de la force imprimée à l'outil scripteur en fonction des supports utilisés (Wann et Nimmo-Smith, 1991)

5.2. Contrôle proactif de l'écriture

Au fur et à mesure que le scripteur progresse dans l'apprentissage de l'écriture, la production de mouvements fait l'objet d'une préparation, d'un contrôle proactif (ou programmation motrice).

La définition même du programme moteur, sa nature, et la taille de l'unité de base qui le constitue ont fait l'objet de nombreuses recherches.

5.2.1. Définition du programme moteur

Pour Keele (1960), le programme moteur est un ensemble de commandes musculaires structurées avant que le mouvement ne commence, permettant la réalisation d'une séquence entière.

Mais, cette définition ne rend pas compte du fait que la forme de l'écriture d'une personne est similaire en diverses conditions d'écriture (main dominante, bras dominant avec le poignet immobilisé, main non-dominante, tête avec le stylo entre les dents, ou avec le stylo fixé au bout du pied...)

Schmidt (1975), postule l'existence dans la mémoire de classes générales de mouvements appelés « schémas ». Ces schémas seraient élaborés à un niveau central, et le cortex les utiliserait afin de composer un programme moteur.

Le programme moteur serait stocké en mémoire à long terme, et s'activerait chaque fois que le type de mouvement auquel il correspond serait nécessaire à l'action.

Afin de s'adapter au mieux aux contraintes du milieu, le programme moteur utilise des paramètres flottants (durée globale du mouvement, force à exercer, groupes musculaires impliqués). Ces paramètres mettent en accord le schéma moteur avec les spécificités du mouvement.

Wright *et al.* (1990), ont effectué une analyse cinématique du mouvement d'écriture. Ils ont repéré des différences entre la main dominante et non-dominante concernant la fluidité et la forme des traits produits. Ces différences ne sont pas si franches lors de la comparaison entre les productions de la main dominante et le bras dominant. Wright *et al.* concluent donc que le programme moteur n'est pas complètement indépendant des effecteurs.

Actuellement, l'hypothèse que différents effecteurs soient sous le contrôle de plusieurs programmes moteurs est admise. Le programme moteur est considéré comme une représentation abstraite d'un acte moteur, ou d'une séquence ordonnée de mouvements (Stelmach et Teuling, 1983 ; Van Galen et Teulings, 1983).

La programmation motrice constituerait trois étapes (Van Galen et Teuling, 1983 ; Meulenbroeck, 1988) :

- Le rappel du programme moteur stocké en mémoire. Dans le cadre de l'écriture, il définit la forme de la lettre et l'ordre dans lequel les traits doivent être effectués.
- La paramétrisation : étape au cours de laquelle sont déterminés la taille et éventuellement la durée de la lettre.
- La sélection des groupes musculaires impliqués dans le mouvement, en recrutant le nombre approprié d'unités motrices.

5.2.2. Taille des unités de base

Les recherches actuelles tentent de déterminer la taille de l'unité de base du programme moteur de l'écriture.

Pour Stelmach et Teulings (1983) les mouvements d'écriture seraient programmés trait par trait ; le trait étant défini comme un déplacement du haut vers le bas ou de bas vers le haut. Pour Wing (1978), il s'agirait plutôt d'une programmation par couple de traits. Enfin, Thomassen et Van Galen (1983) l'unité de base correspondrait à une lettre.

En 1986, Teulings, Mullins et Stelmach postulent que l'unité de production dépend de la forme de sortie de l'écrit (écriture manuscrite ou dactylographiée)

Des études récentes tendent à prouver que l'unité de base dépendrait de la familiarité des tracés à produire (Van Galen et Meulenbroel, 1990 ; Lambert et Espéret, 2000). Cette idée rendrait compte du fait que la signature soit programmée en une seule unité de base, mais que les lettres peu fréquentes, telle que le « k », soient programmées en plusieurs unités de traits.

Enfin, il apparaît que la taille du programme moteur évolue en fonction de la maîtrise de l'écriture, allant du trait au digramme (assemblage de deux graphèmes) en passant par la lettre. Cette augmentation de la taille de l'unité de base du programme moteur permettrait d'éviter une surcharge d'informations et d'accéder à un traitement plus rapide (Portier et *al.* 1990)

A ce jour, il n'y a pas de consensus concernant la taille de l'unité de base du programme moteur de l'écriture.

Néanmoins, les auteurs s'accordent autour de l'idée que seule la première unité de la séquence serait programmée entièrement à l'avance. La programmation des unités suivantes se déroulerait simultanément à l'exécution des éléments précédents (Van Galen, Meulenbroek et Hylkema, 1986)

6. Modèles neuropsychologiques

La modélisation des processus impliqués dans la production de l'écriture en neuropsychologie cognitive suggère l'existence d'une succession de composants.

Les processus linguistiques sont les premiers maillons de cette chaîne.

6.1. Les processus centraux ou processus orthographiques

Les processus orthographiques correspondent aux processus centraux mis en jeu dans toute production orthographique quelle que soit la modalité d'écriture utilisée : écriture manuscrite, dactylographiée ou l'épellation orale.

Les processus centraux sont impliqués dans la préparation de la réponse motrice.

Caramazza et Miceli (1989) font l'hypothèse d'une double voie de production de mots en situation de dictée.

Ces deux voies correspondraient à deux types de production de réponses écrites :

- L'orthographe par voie d'adressage (via la voie lexicale),
- L'orthographe par assemblage (via la voie phonologique).

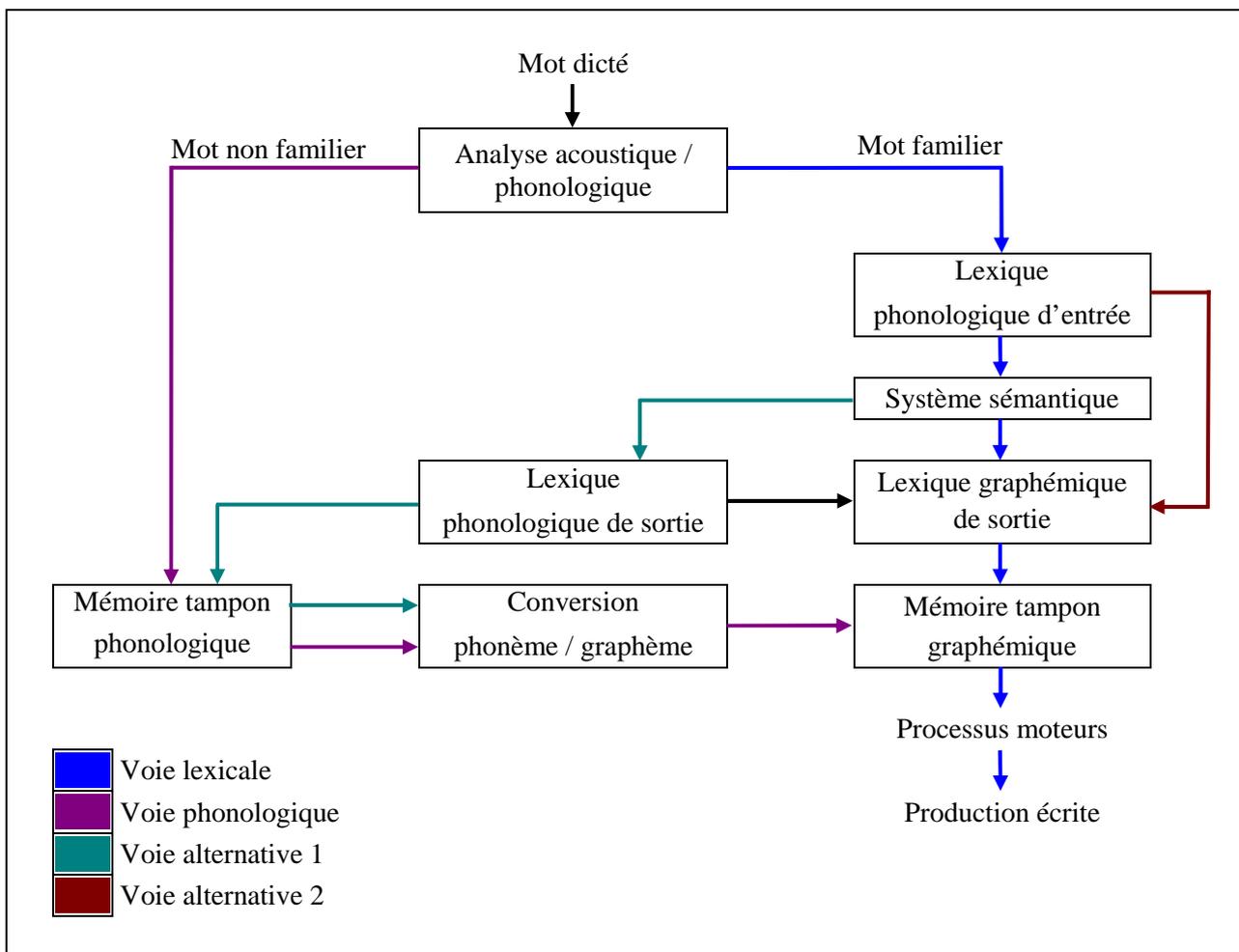


Diagramme schématique des processus orthographiques (adapté de Caramazza et Miceli, 1989)

6.1.1. La procédure d'adressage ou voie lexicale

La voie lexicale est empruntée lorsque le stimulus sonore est un mot familier.

Selon Caramazza et Miceli, un premier niveau d'analyse traiterait les propriétés acoustiques et phonétiques du stimulus.

Le résultat de ce premier traitement serait transmis au lexique phonologique d'entrée.

A ce niveau sont stockées les formes phonologiques des mots que le sujet est capable de reconnaître auditivement.

A la dictée, le mot est reconnu puis activé au sein de ce lexique. Le lexique phonologique d'entrée transmet cette activation à une (ou plusieurs) unités du système sémantique (où sont stockées les significations des mots).

Puis, le système sémantique permet l'activation du lexique graphémique de sortie, qui contient une représentation orthographique spécifique de chaque mot. Le lexique orthographique est progressivement constitué par le sujet, notamment au cours de sa scolarité.

Enfin, la séquence est placée dans une mémoire tampon graphémique .

6.1.2. La procédure d'assemblage ou voie phonologique

Lorsque le stimulus sonore présenté en dictée n'est pas reconnu par le sujet (mot non familier, pseudo-mot), le processus de traitement mis en jeu est différent de celui utilisé pour des mots familiers. Dans ce cas, c'est la voie non lexicale ou voie phonologique qui est empruntée.

Après la première analyse acoustique/phonétique, la représentation phonologique du stimulus serait temporairement stockée dans une mémoire tampon phonologique.

Puis, le stimulus subirait un processus de segmentation qui permettrait de le découper en unités phonologiques. Ces unités seraient alors transcodées en graphèmes par un processus de conversion phonème-graphème.

La séquence de graphèmes ainsi produite serait temporairement stockée dans le même tampon graphémique, où aboutit également la voie lexicale.

6.1.3. Le tampon graphémique

Le tampon graphémique est assimilé à une mémoire de travail spécifique du langage écrit. C'est un système qui maintient la représentation graphémique du mot pendant le temps nécessaire à l'exécution de la réponse motrice .

Le tampon graphémique code deux types d'informations : l'identité des graphèmes contenus dans le mot, et l'ordre dans lequel ces graphèmes sont agencés.

Comme il s'agit d'un stock à caractère transitoire, il est généralement admis que la trace contenue dans cette mémoire subirait une dégradation relativement rapide. Le temps de stockage serait déterminé par la longueur du mot : plus le mot est long, plus le temps nécessaire aux processus de préparation et d'exécution des mouvements d'écriture serait important.

6.1.4. Voies alternatives

Selon le modèle ci-dessus, il existerait deux voies alternatives.

Dans la première voie, le système sémantique est relié au lexique phonologique de sortie, et ce dernier transmettrait l'information à la mémoire tampon phonologique. Cette voie permettrait le traitement de mots familiers sur les plans phonologiques et sémantiques, mais pas sur le plan orthographique. Ces mots seraient donc transcrits par la voie phonologique via le lexique phonologique de sortie.

La seconde voie alternative ne ferait que contourner le système sémantique. Cette hypothèse vient du fait qu'il nous arrive de remplacer involontairement un mot par un de ses homophones. Cela proviendrait du fait que l'unité activée par le lexique phonologique d'entrée activerait directement une unité du lexique graphémique de sortie, sans passer par le système sémantique dans lequel la confusion homophonique n'est pas possible.

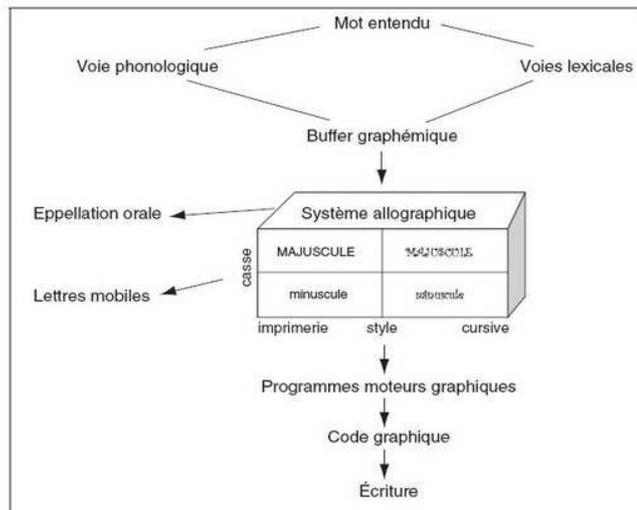
6.2. Les processus périphériques

Les processus périphériques participent à la transformation des unités graphémiques abstraites en production concrète : écriture de lettres pour l'écriture manuscrite, nom de lettre en épellation orale ou choix des touches en dactylographie.

6.2.1. Modèle de Margolin et Goodman-Schulman (1992)

Ces auteurs proposent de décrire les processus périphériques, qui concernent les étapes ultérieures au traitement des représentations orthographiques.

Trois types de processus sont décrits pour l'écriture manuscrite : le système allographique, le système des programmes moteurs graphiques et le code graphique (Ellis, 1982, 1988 ; Margolin et Goodman-Schulman, 1992 ; Goodman et Caramazza, 1986 ; Eustache et *al.* 2004 ; Zesiger, 1995).



Représentation des processus périphériques de l'écriture d'après Margolin et Goodman-Schulman (1992)

6.2.1.1. Le système allographique

Le système allographique est la première étape des mécanismes périphériques. Ce système stocke dans une mémoire à long terme les diverses variantes possibles d'un graphème : les allographes (e, E, E).

Les lettres sont classées en quatre répertoires, suivant les critères de casse (minuscules/majuscules) et de style (cursive/script). La sélection se fait selon le répertoire requis par la situation d'écriture, la position de la lettre dans la phrase et le type de mots.

6.2.1.2. Les programmes moteurs graphiques

Ils représentent des informations spatio-temporelles qui spécifient la séquence, la direction et la taille relative des traits constitutifs d'un allographe.

À chaque lettre correspond un programme moteur graphique, acquis avec la pratique et l'automatisation des gestes. Ils permettent la réalisation rapide et automatique du scripteur entraîné.

A ce niveau, le programme moteur est encore de nature abstraite (Van Galen, 1980). En effet, il est indépendant des effecteurs utilisés, et offre des possibilités d'adaptation pour des réalisations différentes en fonction du support d'écriture : écriture sur papier, sur un tableau, etc.

6.2.1.3. Le code graphique

Le code graphique fait référence à la traduction des programmes moteur en informations neuro-musculaires. Ces informations vont commander les muscles du système effecteur mis en jeu. Trois composantes contribuent à la paramétrisation de ces informations : la taille absolue des traits, leur durée et la force musculaire.

6.2.2. Modèle de Van Galen (1992)

Le modèle proposé par Van Galen est une structure hiérarchisée, de type top-bottom, c'est-à-dire du cortex vers la périphérie.

Il est modulaire : chaque sous-système traite l'information indépendamment des autres et donne ses résultats à la partie immédiatement inférieure ; qui la traite à son tour.

Les unités traitées diminuent de taille en fonction de leur niveau de hiérarchie : plus le traitement est périphérique, plus la taille de l'unité diminue.

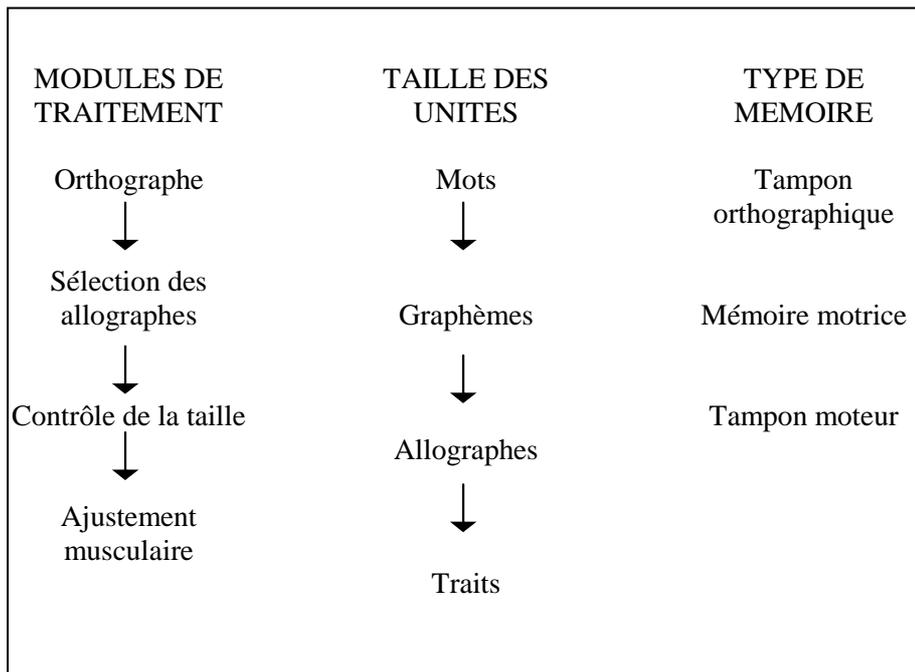


Diagramme du modèle d'écriture de Van Galen (1991)

La colonne de gauche représente la hiérarchie des composants de traitement, la colonne centrale décrit l'identité des unités de traitement, et la colonne de droite renvoie aux diverses mémoires de travail impliquées dans la communication entre les niveaux successifs.

Van Galen distingue trois étapes au delà du tampon graphémique :

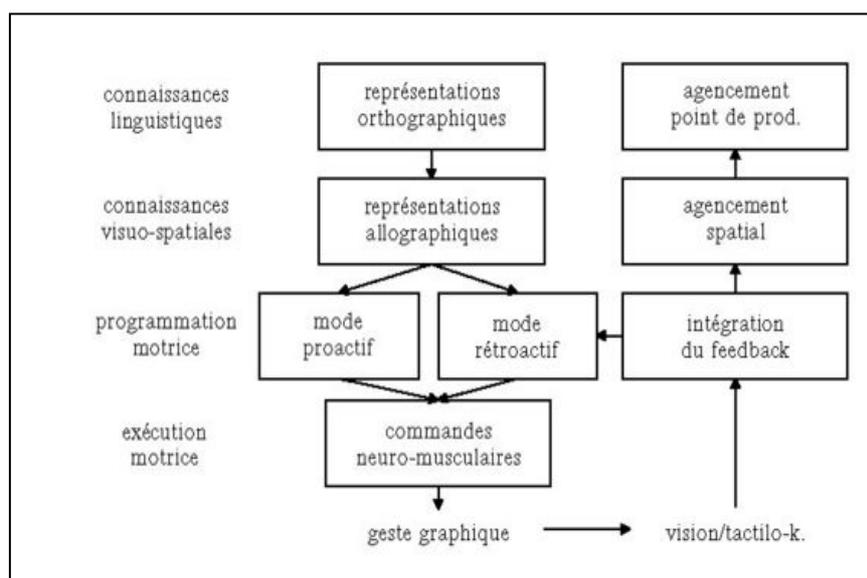
- L'étape de rappel des programmes moteurs dans la mémoire motrice à long terme. Le processus s'effectuerait en deux temps : sélection du répertoire approprié (majuscule, minuscule, script, cursif) ; puis sélection de l'allographe adéquat,
- L'étape de fixation des paramètres flottants du programme moteur,
- L'étape d'initiation motrice, processus responsable du recrutement des unités motrices pertinentes.

Cette succession de modules fonctionne en série (pour une même unité) mais aussi en parallèle (deux unités graphiques successives sont au même moment à des étapes de traitement différentes du fait des phénomènes d'anticipation).

Le premier niveau (rappel des programmes moteurs) serait spécifique à la production écrite. Les deux étapes suivantes seraient utilisées dans toute forme de motricité dirigée vers un but.

6.2.3. Modèle de Zesiger (2003)

Plus récemment, Zesiger a complété le modèle de Van Galen. Il a établi un modèle représentant les types de capacités et de connaissances requises dans l'apprentissage de l'écriture, les niveaux de représentation traités et les fonctions des afférences perceptives.



Modèle de production de l'écriture selon Zesiger (2003)

Zesiger met sous le nom de connaissances linguistiques la métaphonologie ; c'est-à-dire la capacité d'analyse de la parole, la connaissance des noms et sons des lettres, ainsi que les connaissances orthographiques.

Les connaissances visuo-spatiales regroupent la forme des lettres, les relations spatiales entre les traits, la position des lettres sur la ligne, et des lignes dans l'espace graphique.

Les capacités de programmation et d'exécution motrice sont la génération de trajectoires, l'ajustement postural, l'utilisation des points d'appui, la tenue de l'instrument scripteur.

7. Développement de l'écriture

7.1. Les pré-requis

L'apprentissage de l'écriture est un processus long et complexe qui débute généralement dès la troisième année de vie avec le gribouillage et le dessin.

L'apprentissage de l'écriture serait possible grâce à une spécialisation progressive des processus généraux de contrôle moteur. Par ailleurs, la production de l'écriture chez l'enfant serait sous la dépendance des mêmes mécanismes que ceux de l'adulte.

Les éléments constitutifs du système de production de l'écriture seraient présents dès la naissance. L'enfant n'aurait donc pas à le créer mais à construire des représentations propres aux mouvements, et à ajuster son système moteur afin de les produire.

Pour Auzias et Ajurriaguerra (1986), la maturation du système moteur va permettre la maîtrise progressive de plusieurs aspects du contrôle moteur : le maintien de la statique (axe corporel), le contrôle de la force, de la pression, de la régulation tonique, et de diverses synergies et coordinations qui « vont permettre aux mouvements de s'organiser et de devenir peu à peu réguliers, rapides, souples, économiques et automatisés ».

Deux types de limites de l'apprentissage de l'écriture sont trouvées dans la littérature :

- Les limites neurologiques, qui freineraient les capacités du jeune enfant à tracer des lettres, du moins à taille normale.
- Les limites discriminatives du système tactilo-kinesthésique. Les auteurs en faveur de cette hypothèse considèrent que l'apprentissage de l'écriture de taille normale ne devrait pas débuter avant l'âge de sept ans.

7.2. Selon Pascal Zesiger

Les premières études sur l'acquisition de l'écriture au cours du développement selon Ajuriaguerra et *al.* ont surtout porté sur l'analyse des aspects quantitatifs et qualitatifs des tracés réalisés par l'enfant. Les techniques d'études actuelles permettent d'objectiver au maximum ces observations.

L'utilisation de tablettes graphiques permet une analyse plus précise de l'écriture d'un point de vue cinétique (durée d'écriture, taille des productions, vitesse moyenne d'exécution, dysfluence moyenne du mouvement, nombre et durée de chaque pause, accélérations, pression exercée etc.)

Ainsi, il a pu être objectivé que l'écriture se développe de façon non monotone (Meulenbroek et Van Galen, 1986 ; Vinter et Mounoud, 1991), c'est-à-dire que l'amélioration des performances est interrompue momentanément par une détérioration. Cette caractéristique dans le développement de l'écriture est liée au fait que le sujet substitue une stratégie par une nouvelle, qui avant de s'avérer plus efficace à long terme, entraîne une perturbation passagère.

Ce changement de stratégie a pu être observé lors des différentes expériences menées par Zesiger. Il propose ainsi un modèle de développement de l'écriture en trois étapes :

- Durant la période d'apprentissage de l'écriture (entre 6 et 8 ans selon les systèmes scolaires), les performances augmentent. L'enfant apprend à former des lettres dans une séquence fixe, dans une direction spécifique, et à les enchaîner les unes aux autres. A ce moment, les lettres sont générées par la juxtaposition de petits segments. La production est lente et laborieuse, les lettres de grande taille et d'aspect cabossé.

Ce mode de production est sous la dépendance du contrôle rétroactif : l'enfant s'appuie fortement sur le feedback visuel et tactilo-kinesthésique afin de contrôler la trajectoire de la pointe de l'outil scripteur et réguler son écriture.

- Entre 8 et 10 ans, l'enfant passe de la stratégie rétroactive à la stratégie proactive. Ainsi, le geste s'émancipe du contrôle visuel et tactilo-kinesthésique pour passer sous le contrôle d'une représentation interne du mouvement (le programme moteur).

Un temps d'adaptation à cette nouvelle stratégie est nécessaire. Cette période est nommée « crise de l'écriture », car les performances diminuent au cours de celle-ci.

- Après 10 ans, les performances augmentent grâce à l'utilisation de la stratégie proactive. Les corrections se font postérieurement au mouvement. Le feedback visuel n'est utile que pour contrôler l'agencement spatial des lettres dans le mot, des mots sur la ligne et des lignes dans la page. Les mouvements sont plus fluides, et plus réguliers que pour les âges antérieurs.

7.3. Selon Hamstra-Bletz et Blöte

Hamstra-Bletz et Blöte en 1990 ont suivi des enfants du CE1 à la 6^{ème} au cours d'une étude longitudinale.

Durant le CE2, la qualité de l'écriture augmente considérablement, les lettres et les traits de connexions entre les lettres deviennent plus lisses, les mots et l'alignement des lettres s'améliorent, les lettres deviennent plus petites (spécialement pour les garçons).

Par ailleurs, la qualité de l'écriture est généralement jugée supérieure dans les degrés primaires que dans les degrés secondaires ; la quantité étant choisie au détriment de la qualité.

Du CM1 à la 6^{ème}, l'écriture devient moins lisible, avec une augmentation du nombre de lettres ambiguës, les connexions entre les lettres deviennent plus visibles et les espaces entre les lettres à l'intérieur des mots diminuent. Ces changements sont particulièrement présents chez les filles les plus âgées, qui cessent de joindre quelques-unes ou toutes leurs lettres du à la 6^{ème}.

Par ailleurs, la lisibilité des productions n'est pas strictement dépendante du niveau scolaire : elle serait plus élevée au CE2 que dans les autres classes.

Selon Ziviani (1984), il y a une augmentation quasi linéaire de la fréquence de production de lettre chez les enfants de 8 à 12 ans. Cette augmentation est plus sensible dans les classes de primaires que dans les classes du secondaire.

En résumé :

✓ Entre le CP et le CE2, 5 paramètres diminuent :

- La durée de production, mais la vitesse moyenne d'exécution se modifie peu. Par ailleurs une augmentation de la vitesse s'accompagne d'une augmentation de la taille des lettres.
- La dysfluente, avec une diminution du nombre et de la durée des pauses. Ceci suggère que l'enfant devient capable de produire des traits, et simultanément, de programmer et paramétrer le ou les traits suivants. Cela peut également être expliqué par une augmentation des capacités mnésiques liées au tampon graphémique.
- La taille des productions.
- La pression. Les enfants à cette période auraient tout de même des difficultés à gérer de manière efficace la force déployée.
- La variabilité spatiale.

✓ Du CM1 au CM2

- La dysfluente et le nombre de pauses continuent de décroître de manière significative. La longueur de la trajectoire et la durée des pauses se stabilisent à des niveaux équivalents à ceux de l'adulte.
- Un changement important est noté concernant la vitesse moyenne et l'accélération maximale, entraînant un déclin temporaire de la précision ou de la stabilité spatiale des tracés, ainsi qu'une augmentation de la pression.
- La capacité à traiter simultanément l'exécution et la réalisation des mouvements continue de s'affiner.

Conclusion :

L'écriture est un geste complexe nécessitant de la part du scripteur de nombreux contrôles afin de répondre aux exigences de cette tâche.

Durant l'apprentissage de l'écriture, le sujet s'affranchit des normes calligraphiques scolaires, et personnalise son écriture. Il gagne ainsi en rapidité, en général au détriment de la lisibilité.

Les avancées scientifiques dans le domaine de la neuropsychologie ont permis de mieux comprendre les processus impliqués dans la production normale de l'écriture, mais qu'en est-il du trouble de l'apprentissage de l'écriture ?

Chapitre 2 : LA DYSGRAPHIE

1. Définitions

Le terme de dysgraphie est fréquemment utilisé dans la littérature pour référer aux enfants ayant des difficultés spécifiques dans l'apprentissage de l'écriture (Sovik, Arntzen, et Thygesen, 1987)

Ce trouble se manifeste par une écriture lente ou anormalement fatigante, dont la lisibilité est insuffisante, d'un niveau non conforme à l'âge, ni aux possibilités instrumentales du scripteur.

Les perturbations de l'écriture vont de la simple erreur de substitution de lettres jusqu'à l'incapacité totale d'écrire (Mc Carty et Warrington, 1994)

1.1. Selon les classifications internationales

Selon le DSM IV-TR (manuel diagnostique et statistique des trouble mentaux), si le mauvais graphisme est dû à un déficit de coordination motrice, il faut envisager un trouble de l'acquisition des coordination. Le diagnostic de trouble de l'expression écrite n'est pas porté s'il existe seulement des fautes d'orthographe ou une mauvaise écriture, sans autre perturbation de l'expression écrite.

Par ailleurs, ni la CIM 10 (Classification Internationale des Maladies), ni la CFTMEA (Classification Française des Trouble Mentaux de l'Enfant et de l'Adolescent) ne mentionnent le terme « trouble de l'écriture » ou de « dysgraphie ».

Enfin, la dysgraphie n'est établie qu'à partir de 7 ans, quand les premiers apprentissages scolaires sont en voie d'acquisition.

1.2. Selon les auteurs

Ajurriaguerra et coll (1964) définissent la dysgraphie comme une atteinte de la qualité de l'écriture sans que cette déficience puisse être expliquée par un déficit neurologique ou intellectuel.

Moscato et Parain (1984) en font un « trouble moteur de la réalisation spatiale des éléments graphiques » .

La dysgraphie est également définie comme une « atteinte de la fonction graphique scripturale se manifestant au niveau des composantes spatiales de l'écriture, alors que les structures morpho-syntaxiques ne sont pas touchées.» (Postel, 1993)

Keogh et Sugden (1985) précisent qu'elle n'est pas due à une négligence ou une ignorance de la part du sujet.

2. Epidémiologie

La prévalence de la dysgraphie est de 5 à 25 % selon les études (Hamstra-Bletz, 1993 ; Mojet, 1991 ; Smits-Engelsman, 1991). Sa fréquence évaluée entre 10 et 30% de la population d'âge scolaire.

Les garçons sont plus susceptibles que les filles d'être identifiés comme ayant des difficultés d'écriture.

D'après les enseignants, 32% des garçons et 11% des filles au primaire présentent des troubles de l'écriture (Smits-Engelsman et al, 1991)

Par ailleurs, le nombre de dysgraphiques varie avec l'âge, mais également d'un pays européen à l'autre, et, pour un pays donné, selon l'époque.

3. Caractéristiques de l'écriture dans le cadre d'une dysgraphie

Selon Rubin et Henderson (1982), les dysgraphiques ont des difficultés dans tous les attributs majeurs de la qualité de l'écriture (lisibilité, formation des lettres, inclinaison, espacement et alignement), la lisibilité générale et la formation des lettres étant les domaines les plus affectés.

Wann et Jones (1986) mettent en avant une fréquence plus élevée de pauses, et durant plus longtemps que chez les bons scripteurs.

Des difficultés au niveau de la précision et de la qualité ont été mises en évidence au niveau des lettres, mots, phrases et paragraphes (Hamtra-Bletz et Blote, 1993 ; Maelan and Karlsdottir, 1991 ; Rubin et Henderson, 1982 ; Sovik et *al.*, 1987a ; Sovik, Arntzen, et Thygesen, 1987b ; Sovik, Maeland, et Karlsdottir, 1989 ; Tarnopol et Feldman, 1987 ; Wann et Kadiramanathan, 1991)

Wann et Kadiramanathan (1991) remarquent également ces aspects de discontinuité dans l'écriture.

Hamtra-Bletz et Blote (1993) montrent que la trace des dysgraphiques est moins stable ou régulière, et caractérisée par des changements soudains de direction et de taille des lettres. Ils ont aussi plus de difficultés pour la formation des lettres et leur espacement. Par ailleurs, ils seraient moins susceptibles d'acquérir leur propre style personnel d'écriture dans les classes supérieures, par défaut d'automatisation de l'écriture.

Cependant, aucune de ces différences apparaît comme ayant un effet prépondérant sur la vitesse globale d'écriture chez les dysgraphiques. Ils écrivent les lettres, les mots, les phrases aussi vite que ceux n'ayant pas de problème d'écriture. (Hamtra-Bletz et Blote, 1993 ; Rubin et Henderson, 1982 ; Sovik et *al.*, 1987a,b 1989 ; Wann et Jones, 1986).

Néanmoins, il y a un plus grand éventail de vitesse d'écriture parmi les dysgraphiques (Rubin et Henderson, 1982), et leur vitesse d'écriture d'une même lettre répétée fluctue plus largement que celle des bons scripteurs (Wann et Jones, 1986).

4. Les différentes classifications

De l'hétérogénéité de la dysgraphie découlent de nombreuses classifications très diverses.

4.1. Selon les caractéristiques cinématiques

Mojet (1991) a effectué une revue de travaux afin de déterminer les caractéristiques discriminatives des dysgraphies.

Cet auteur distingue quatre types de scripteurs en fonction des caractéristiques de la trace et des caractéristiques cinématiques (accélération, levées de crayon, pauses) :

- Type A : Ces scripteurs ont une écriture de petite taille, régulière, avec des lettres bien formées. Les pauses sont peu fréquentes, la vitesse est constante et la pression sur l'outil scripteur est faible.

- Type B : L'écriture est lente, elle manque de rythme et d'aisance, mais les lettres sont bien formées. Il y a une irrégularité dans l'espacement des traits descendants. Les pauses sont longues.

- Type C : La vitesse d'écriture de ces scripteurs est rapide, sans pause, mais les lettres sont mal formées. L'écriture est irrégulière, le scripteur manque de contrôle du geste.

- Type D : L'écriture est lente, irrégulière et les lettres sont mal formées. Le rythme est saccadé, les pauses fréquentes. La pression sur l'outil scripteur varie et le sujet est très fatigable.

4.2. Selon les troubles associés

Sandler *et al.* distinguent 4 types de dysgraphies à partir de la symptomatologie associée :

- Dysgraphie avec trouble linguistique et trouble de la motricité fine

L'écriture est associée à une dysorthographe. L'attribution des noms est mauvaise. La mémoire immédiate est perturbée. Il existe un retard d'apprentissage de la lecture, une

agnosie digitale, des syncinésies d'imitation et des difficultés aux tests d'imitation de gestes.

- Dysgraphie avec déficits visuospatiaux :

L'organisation spatiale de l'écriture est altérée. La ligne de base de l'écriture et marge de gauche ne sont pas tenues, les lettres se superposent ou sont trop espacées. Par ailleurs les lettres elles mêmes sont mal formées, les additions ou omissions de traits ou de lettres entières sont fréquentes, en particulier avec des lettres dans certaines parties se répètent (m, w etc.) Par ailleurs, la lecture et l'orthographe sont normales, mais les épreuves visuospatiales sont altérées.

- Dysgraphie avec trouble de l'attention et de la mémoire :

La lecture est altérée, la phonation et l'orthographe sont mauvaises. Les épreuves de mémoire sont perturbées. L'inattention et l'impulsivité sont prédominantes.

- Dysgraphie avec trouble séquentiel :

L'écriture est conservée, par contre la dyscalculie est présente et l'orthographe est altérée. La production de lettres est peu automatisée. Le sujet présente une agnosie digitale et des troubles des mouvements séquentiels des doigts. Le QI performance est supérieur au QI verbal.

4.3. Selon les aspects linguistiques et psychomoteurs

GADDES et EDGELL (1994) distinguent quatre types de perturbations :

- Une altération de l'écriture :

L'écriture est tremblante, les lettres sont mal formées, se cognent (télescopages), ou bien les liens sont absents, les lettres sont repassées, et l'écriture est de petite taille.

- Des troubles spatiaux :

Il est noté un mauvais alignement des lettres, les mots sont serrés, la marge est absente, les lignes ascendantes ou descendantes.

- Les troubles syntaxiques :

Ces troubles se manifestent par les difficultés à écrire des réponses grammaticalement correctes à une question alors que l'expression orale est pas altérée.

- La répugnance à écrire

4.4. Selon les modèles neuropsychologiques

Si le modèle de Van Galen vu ci-dessus est pertinent il existerait plusieurs dysgraphies indépendantes les unes des autres :

- Des dysgraphies linguistiques.

Les troubles graphiques sont en relation avec un retard de langage, une dyslexie et/ou une dysorthographe. Il s'agirait d'une atteinte du niveau graphémique.

Ainsi, les difficultés se trouveraient dans le choix des mots et des lettres mais n'affecteraient pas la forme des lettres.

Les graphèmes seraient mal placés à l'intérieur du mot (substitutions, omissions, additions et transpositions), mais leur réalisation motrice est correcte.

Cette dysgraphie relèverait d'une prise en charge orthophonique.

- Des dysgraphies spatiales.

Il s'agirait d'une atteinte du niveau allographique.

Il y aurait des confusions de casse (mélange de majuscule et de minuscules au sein du même mot ; De Bastiani et Barry, 1989), soit des substitutions de lettres proches sur le plan visuel, soit encore des difficultés d'évocation de la forme des lettres (le patient sait quelle lettre il doit écrire, mais ne parvient pas ou difficilement à récupérer l'information correspondant à sa forme ; Patterson & Wing, 1989)

- Des dysgraphies motrices

Benoit, Soppelsa et Le Roux considèrent que le programme moteur serait atteint. Cela se traduirait :

- Soit par des erreurs de substitutions entre lettres proches sur le plan de leur réalisation graphique (Lambert, Viader, Eustache & Morin, 1994),
- Soit par la production de tracés désorganisés ou de gribouillis (Baxter & Warrington, 1986),
- Soit encore à la production de lettres correctement formées sur le plan spatial, mais dont l'analyse cinématique révèle qu'il s'agit d'une production lente, non automatisée, qui rappelle la production de formes non familières chez l'adulte normal (Zesiger, Martory & Mayer, 1997).

Les aspects les plus périphériques du contrôle moteur, responsables de l'envoi des impulsions nerveuses aux groupes musculaires impliqués dans le mouvement, ne seraient pas spécifiques à l'écriture. En effet, un trouble affectant des processus d'exécution motrice aurait des conséquences sur la motricité générale de l'individu.

5. Dysgraphie et trouble associés

5.1. Dysgraphie et dyslexie

5.1.1. Définition

La dyslexie est un trouble spécifique et durable d'apprentissage de la lecture. Elle se caractérise par une déviance permanente des stratégies de lecture, les performances restant significativement en-deçà de ce qui est attendu pour l'âge et l'intelligence de l'enfant.

La dyslexie n'est pas un simple retard d'acquisition, elle n'est pas secondaire un trouble sensoriel ou moteur, ni à un désordre affectif, ni à un retard mental, ou un absentéisme scolaire.

5.1.2. Prévalence

La prévalence de la dyslexie serait de 10 % de la population d'enfants scolarisés, avec une répartition de sept garçons pour trois filles.

5.1.3. L'écriture chez les enfants dyslexiques

Diverses études font état d'une qualité d'écriture inférieure à la moyenne chez les enfants dyslexiques. En effet, 38% des enfants atteints de dyslexie ont une dysgraphie associée. (Brassard, Albaret et Chaix)

L'écriture des lettres, mots, phrases et paragraphes n'est pas aussi précise ou lisible que leurs camarades de classes (Johnson, 1989 ; Mojet,1991 ; Martlew, 1992 ; Phelps et Stempel, 1991 ; Sandler et al.,1992; Sovik et al. 1987a, b). Des analyses plus détaillées de leurs productions révèlent une variabilité considérable de leur écriture.

De plus, leur vitesse d'écriture est lente. En effet, ils effectuent de longues pauses (Mojet, 1991 ; Sovik et al., 1987). Il est aussi possible que leur lenteur soit due à l'attention que ces sujets portent sur les aspects orthographiques.

Cependant, d'après Sovik et al. (1987), il n'y a pas de différence significative concernant la vitesse moyenne d'écriture pour l'écriture de phrases. La lenteur d'écriture n'est pas une caractéristique constante de leur écriture.

Enfin, les enfants ayant une dyslexie sont plus susceptibles que leurs pairs de mal former, inverser et transposer les lettres (Johnson, 1989 ; Plelps et Stempel, 1991)

5.2. Dysgraphie et dysorthographe

5.2.1. Définition

La dysorthographe de développement est un trouble spécifique de l'orthographe se manifestant par une difficulté à apprendre l'orthographe. Ce trouble apparaît en dépit d'un enseignement classique, d'une intelligence suffisante, et de facilités socioculturels, ce qui relève des inaptitudes cognitives fondamentales.

Une dysorthographe suit ou accompagne une dyslexie dans deux tiers des cas environ.

5.2.2. L'écriture chez les enfants dysorthographiques.

D'après Temple (1986) et Seymour (1987), certains sujets dysorthographiques se caractérisent par une écriture de mauvaise qualité ou difficilement lisible. Cette association pourrait suggérer qu'il existe une certaine relation entre les troubles de l'orthographe et ceux de l'écriture. Cependant, d'autres enfants dysorthographiques ne présentent pas de déficit d'écriture. De même, tous les enfants dysgraphiques ne sont pas affectés par des troubles orthographiques.

D'après les recherches actuelles, il ne semble pas exister de lien entre les troubles de l'orthographe et ceux de l'écriture.

5.3. Dysgraphie et trouble de l'acquisition de la coordination (TAC)

Le trouble de l'acquisition de la coordination peut être brièvement défini comme «une performance motrice médiocre dans les activités de la vie quotidienne, qui ne correspond ni à l'âge, ni au niveau d'intelligence de l'enfant, et qui n'est pas imputable à une maladie ou un accident » (Geuze, 2005).

5.3.1. Prévalence

Selon le DSM-IV-TR, la prévalence du trouble peut atteindre 6% chez les enfants âgés de 5 à 11 ans.

En ce qui concerne le sex-ratio, les données sont variables selon les études : les chiffres varient de 2 à 7 garçons pour une fille.

5.3.2. Critères diagnostiques du TAC (CIM 10)

Critère A. Les performances dans les activités quotidiennes sont au-dessous du niveau escompté compte tenu de l'âge chronologique du sujet et de son niveau intellectuel (mesuré par des tests). Ceci peut se traduire par des retards importants dans les étapes du développement psychomoteur (p.ex., ramper, s'asseoir, marcher), par le fait de laisser tomber les objets, par de la « maladresse », de mauvaises performances sportives ou une mauvaise écriture.

Critère B. La perturbation décrite dans le critère A interfère de façon significative avec la réussite scolaire ou les activités de la vie courante.

Critère C. La perturbation n'est pas due à une affection médicale générale (p.ex, paralysie cérébrale, hémiplégie ou dystrophie musculaire) et ne répond pas aux critères d'un trouble envahissant du développement.

Critère D. S'il existe un retard mental, les difficultés motrices dépassent celles habituellement associées à celui-ci.

5.3.2.1. Evolution

Les différentes études longitudinales qui se sont intéressé à l'évolution du TAC ont révélé, dans l'ensemble, la persistance des trouble à l'adolescence et à l'âge adulte dans 50% des cas environ (Handerson et Barnett 1998, in Corraze, 1999).

5.3.2.2. L'écriture chez les enfants TAC

La dysgraphie est très fréquente chez les enfants présentant des difficultés de coordinations motrices (Schoemaker, 1993). Une mauvaise écriture fait d'ailleurs partie des signes d'appel les plus courants.

Fonctionnellement, l'enfant dyspraxique a des difficultés pour organiser son action dans l'espace et à tenir ses cahiers. L'écriture est le plus souvent lente, fatigable, de faible qualité.

Les lettres sont irrégulières concernant la forme et la dimension, l'espace entre les lettres, les mots et les lignes est variable.

Il est démontré que pour un grand nombre de cas l'écriture des enfants atteints d'un TAC se détériore lorsqu'une consigne de vitesse est demandée. Ceci se retrouve également lors de la passation d'une épreuve d'écriture avec des adultes soupçonnés d'être atteints d'un TAC (Cousins et Smyth, 2003).

5.4. Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) est un problème majeur de santé publique de par sa prévalence élevée et des complications à long terme.

5.4.1. Prévalence

La prévalence est estimée de 3 à 7% chez les enfants d'âge scolaire.

Selon les études, le sex-ratio est de 2 à 10 garçons pour 1 fille.

5.4.2. Types cliniques

- Type I : TDA/H mixte (type le plus fréquemment rencontré).
- Type II : TDA/H type inattention prédominante.
- Type III : TDA/H type hyperactivité/impulsivité prédominante.

5.4.3. Critères diagnostiques

Critère A: Il y a une persistance du déficit d'attention, avec ou sans hyperactivité/impulsivité ; de façon plus fréquente et plus sévère que ce qu'on observe habituellement chez les sujets d'un niveau de développement similaire.

Critère B: Il faut qu'un minimum de symptômes (7/9) d'hyperactivité/impulsivité ou d'inattention entraînent une gêne fonctionnelle. Ils doivent avoir été présents avant l'âge de 7 ans. Dans beaucoup de cas, le diagnostic n'est porté que plusieurs années après leur apparition, en particulier dans le cas de sujets présentant le Type inattention prédominante.

Critère C: La gêne fonctionnelle liée aux symptômes doit être manifeste dans au moins deux types d'environnement différents (p.ex ; à la maison, à l'école ou au travail).

Critère D: Les symptômes interfèrent avec le fonctionnement social ou professionnel qui correspond au niveau de développement du sujet.

Critère E: La perturbation ne survient pas au cours d'un trouble envahissant du développement, d'une Schizophrénie ou autre trouble psychotique, ni d'un trouble de la personnalité.

5.4.4. Symptômes d'inattention et hyperactivité/impulsivité

5.4.4.1. Inattention

- Ne parvient pas à prêter attention aux détails, ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail, ou d'autres activités.
- A des difficultés à soutenir son attention dans les activités ou les jeux.
- Semble ne pas écouter lorsqu'une personne s'adresse à lui.
- Ne suit pas les consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, tâches domestiques ou obligations professionnelles. Il ne s'agit pas d'un comportement oppositionnel ou d'une incapacité à comprendre.
- Difficultés à organiser son travail ou ses activités.
- Evite souvent, a en aversion, ou fait à contre cœur les tâches nécessitant un effort mental soutenu (travail scolaire, devoir à la maison...).
- Perd fréquemment les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (cahier, livre, etc.).

- Se laisse facilement distraire par des stimuli extérieurs.
- Les oublis dans la vie quotidienne sont fréquents.

5.4.4.2. Hyperactivité / impulsivité

- Remue souvent les mains ou les pieds.
- Se tortille sur sa chaise.
- Se lève fréquemment en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis.
- Court, grimpe partout dans des situations inappropriées.
- A des difficultés pour se tenir tranquille dans les jeux ou activités de loisir.
- Agit fréquemment comme s'il était monté sur ressorts ou est souvent sur la brèche.
- Parle trop.
- Laisse souvent échapper une réponse à une question qui n'est pas entièrement posée.
- A du mal à attendre son tour.
- Interrompt fréquemment les autres ou impose sa présence.

5.4.5. Evolution

Dans la majorité des cas, le trouble reste relativement stable jusqu'au début de l'adolescence. Chez la plupart des sujets, les symptômes, en particulier l'hyperactivité motrice, s'atténuent à la fin de l'adolescence et à l'âge adulte. Une minorité des sujets présente le tableau clinique complet jusqu'au milieu de l'âge adulte, d'autres ne gardent que quelques symptômes.

5.4.6. Ecriture chez l'enfant TDA/H

Les plaintes dans le domaine de l'écriture sont fréquentes chez les enfants atteints d'un TDA/H.

Ces enfants ont une faible mémoire de travail, ce qui pénalise l'écriture par des erreurs d'insertions, de substitutions, de transpositions et d'omissions. Certains auteurs émettent l'hypothèse d'une altération du tampon graphémique (Caramazza, 1997).

D'un point de vue cinématique, l'écriture est rapide, inexacte et la pression sur le stylo est élevée.

6. Etiologie

La cause des difficultés d'écriture peut être identifiée dans certains cas, comme la maladie de Parkinson (Margolin et Wing, 1983 ; Stelmach et Teasdale, 1989). Mais, pour la plus grande majorité des personnes ayant des problèmes de l'écriture, particulièrement chez les enfants, il est généralement impossible d'identifier avec certitude la cause sous-jacente.

Il existe différentes hypothèses concernant l'origine du trouble de l'écriture :

- Certains enfants auraient des difficultés d'écriture en raison d'un enseignement inadéquat (Graham et Miller, 1990). D'autres, peut-être, représentent simplement la limite inférieure de la variabilité pour un âge donné.
- Cela peut également résulter d'un rythme de développement plus lent du développement de l'écriture.
- Il est aussi possible que les problèmes d'écriture de certains enfants résultent de difficultés neurologiques non identifiées, comme un dysfonctionnement du système nerveux central. Une blessure ou un dommage au cerveau peut provoquer une baisse de la performance motrice, incluant le contrôle de l'écriture (Anderson, Saver, Tranel, Damasio, 1993 ; Margolin et Wing, 1983)
- Une altération du programme moteur entraînerait un défaut d'automatisation de la trace écrite. Ainsi, l'enfant sur-investirait le feedback visuel. L'utilisation prioritaire de ce type de feedback sensoriel lors de mouvements distaux génèrerait une dysfluence.
- Un déficit localisé au sein des processus d'exécution motrice pourraient rendre compte d'une irrégularité spatiale, temporelle et cinématique qui marque les productions d'enfants dysgraphiques. Cette variabilité serait due à un bruit neuromoteur trop élevé

(Wann et Kardirkamanathan, 1991 ; Van Galen, Portier, Smits-Engelsman et Schomaker, 1993 ; Smits-Engelsman et Van Galen, 1997).

- La motricité manuelle pourrait être en lien avec les difficultés des enfants dysgraphiques. Ces enfants ont des difficultés à contrôler les muscles les plus distaux (mains et doigts), ce qui serait à l'origine d'une diminution de la vitesse et de la qualité de l'écriture.

Rigal (1976) a mis en évidence des corrélations entre vitesse d'écriture et motricité manuelle, mais uniquement pour des tâches de coordination oculo-manuelles (pointillage) et de dextérité digitale (manipulation fine d'objet).

- Enfin, la perception kinesthésique (du mouvement et de la position) pourrait jouer un rôle important dans le développement atypique de l'écriture.

Une étude chez des enfants maladroits a montré une corrélation entre les performances de sensibilité kinesthésique et d'écriture (Lord et Hulme, 1987).

Conclusion :

Il y a, à ce jour, encore beaucoup d'incertitudes concernant la dysgraphie. En effet, elle n'est guère clairement définie dans la littérature scientifique, et les classifications internationales tels la CIM-10 ou le DSM-IV-TR n'en font pas vraiment mention.

La dysgraphie peut être pure ou associée à d'autres troubles.

Les différentes classifications qui existent reflètent bien l'hétérogénéité de ce trouble dont l'étiologie reste à ce jour imprécise.

ANALYSE PRATIQUE

Introduction

Le développement de l'écriture durant les années du primaire peuvent être décrites en terme de changement quantitatif d'un nombre fixe de dimensions, suggérant ainsi qu'un seul outil d'évaluation pourrait être suffisant à ces âges (Graham et Wintraub, 1996)

Les professionnels psychomotriciens disposent d'un test de dépistage de la dysgraphie : le BHK (Brave Handwriting Kinder). Cette échelle est un synopsis et une adaptation de l'échelle d'Ajurriaguerra et *al.* ; elle s'appuie sur les travaux actuels qui sont considérés comme les plus pertinents (telle la revue de Graham et Wintraub, 1996) et sur l'analyse d'échantillons d'écriture infantile réalisée par des professionnels experts.

Une étude menée aux Etats-Unis montre que les enseignants en école primaire expérimentés sont un des moyens les plus sûrs et les plus efficaces pour détecter la dysgraphie. En effet, ils peuvent observer les enfants en classe, et voir le déroulement du geste de l'écriture. Ils peuvent aussi percevoir une maladresse éventuelle de l'enfant, qui serait évocatrice d'un trouble de l'acquisition de la coordination ; et y rattacher les difficultés d'écriture.

D'après Ziviani et Elkins (1984) leur jugement se base sur les caractéristiques que l'on trouve dans les échelles de l'écriture. Ainsi la validité d'un test d'écriture passe parfois par une validation auprès d'enseignants en école. (Brousse de Gersigny, A., 2008)

Par contre, il a été montré qu'il n'y a pas de bonne corrélation entre les professeurs au collège et le BHK pour adolescents. (Braeckman Bettina et Voutsinos-Svilarich Pauline, 2009)

Qu'en est-il alors pour les psychomotriciens ?

L'objet de cette étude est de savoir si un psychomotricien expert en écriture nécessite réellement d'un outil de mesure quantitative de l'écriture pour déceler une dysgraphie de façon fiable.

La première partie de cette analyse pratique sera consacrée à la présentation de l'échelle d'évaluation rapide du BHK.

Dans un second temps, l'évaluation par le BHK sera comparée à l'évaluation subjective de psychomotriciens.

1. Présentation de l'échelle d'évaluation rapide de l'écriture

L'échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant permet d'établir un diagnostic rapide et précoce des perturbations de l'écriture chez l'enfant. Cette échelle a été créée par Hamstra-Bletz, De Bie et Ben Brinker (1987). Elle a été étalonnée et traduite en français par Albaret, Charles et Soppelsa en 2003.

1.1. Conditions de passation

1.1.1. Précautions

Avant l'épreuve, il est important, si on ne le sait pas, de se renseigner sur d'éventuels problèmes visuels ou de port de lunettes. Dans le dernier cas, il faut que l'enfant les porte lors de l'épreuve.

Après l'épreuve, il faut penser à demander à l'enfant s'il a des crampes ou des phénomènes douloureux.

1.1.2. Matériel utilisé

Une feuille blanche de format A4 est distribuée à l'enfant ainsi que le texte à recopier. L'enfant utilise l'outil scripteur avec lequel il a l'habitude d'écrire. Un chronomètre est utilisé pour mesurer la durée totale de l'épreuve.

1.1.3. Tâches et consignes

L'enfant utilise l'outil scripteur de son choix. Le texte est composé de sept paragraphes de difficulté croissante et de taille d'écriture décroissante.

Consignes :

Indiquer à l'enfant : « *Tu as devant toi un texte qui est caché. Je vais retourner le texte et tu devras copier ce texte quand je te donnerai le signal du départ. Tu vas devoir recopier ce texte sur la feuille blanche que je t'ai donnée. Tu ne commenceras à écrire que quand je te donnerai le signal de départ. Tu dois écrire comme d'habitude (ni trop beau ni trop laid), au même rythme que d'habitude. Ne t'arrête pas, essaie d'écrire de façon continue pendant 5 minutes. Tu commenceras par la ligne du texte en haut à droite. Quand je te demanderai d'arrêter d'écrire, tu poseras ton crayon même si tu n'as pas fini d'écrire un mot.* »

Au bout de 5 minutes, l'examineur arrête le chronomètre et vérifie que l'enfant a écrit au moins les cinq premières lignes. Dans le cas contraire, il faut marquer l'endroit où l'enfant s'est arrêté, puis le laisser finir les cinq premières lignes. Ceci se produit généralement pour les élèves en CP.

1.2. Critères

L'analyse de l'écriture se fait à l'aide de 13 items notés de 0 à 5 points. Sont également pris en compte la vitesse d'écriture (nombre de caractères écrits en 5 minutes) ainsi qu'un ensemble de signes cliniques (la prise de l'outil scripteur, l'action de la main non dominante, l'orientation de la feuille, la posture, la pression exercée sur la feuille et/ou le stylo, le niveau d'encodage, ou encore des mouvements de poignets significatifs de douleur).

Les deux premiers critères s'appliquent à l'ensemble du texte tandis que les suivants ne prennent en compte que les cinq premières lignes.

Critère 1 : *Ecriture grande*

Il s'agit de mesurer la taille moyenne des lettres troncs (a, c, e, i, m, n, o, r, s, u, v, w, x). Elle est comprise entre 3 mm et 9 mm (ou plus).

Si l'écriture est très changeante, c'est la moyenne qui est considérée.

Critère 2 : *Inclinaison de la marge vers la droite*

La première lettre de la première phrase est alignée avec la première lettre de la dernière phrase. La marge doit être inclinée le moins possible à droite par rapport à la première ligne.

Critère 3 : *Lignes non planes*

La première lettre tronc (a, c, e, i, m, n, o, r, s, u, v, w, x) et la dernière lettre tronc de la ligne sont alignées. La base des lettres doit reposer sur une droite rectiligne. Les mots oubliés puis rajoutés ne sont pas pris en compte.

Critère 4 : *Mots serrés*

Les mots doivent être espacés d'au moins la largeur du « o » du mot « vois ».

Critère 5 : *Ecriture chaotique*

Sont repérés les liens trop longs entre les lettres, les angles aigus, les changements de direction.

Critère 6 : *Liens interrompus entre les lettres*

Cet item concerne les levées de crayon non nécessaires.

Critère 7 : *Télescopes*

Il faut ici repérer les lettres qui se superposent ou qui se cognent.

Critère 8 : *Variations dans les hauteurs des lettres troncs*

Il faut établir la hauteur de la plus petite lettre tronc. Les autres ne doivent pas être excessivement plus hautes que celle-ci.

Critère 9 : *Hauteur relative incorrecte des différentes sortes de lettres*

La taille des lettres troncs (a, c, e, i, m, n, o, r, s, u, v, w, x) doit être inférieure à celle des lettres non troncs (b, d, f, h, j, k, l, p, q, t, y, z).

Critère 10 : *Distorsion des lettres*

La distorsion d'une lettre implique que sa forme ne corresponde pas à une forme standard de l'alphabet. Il faut faire attention à ce que cela ne soit pas du registre de la personnalisation de l'écriture.

Critère 11 : *Formes de lettres ambiguës*

Cet item concerne les lettres qui sont inachevées, trop complètes, ou qui peuvent être mal interprétées.

Critère 12 : *Lettres retouchées*

Il s'agit de repérer des retouches sur des lettres ou des parties de celles-ci, le stylo est repassé plusieurs fois pour modifier l'apparence de la lettre.

Critère 13 : *Mauvaise trace écrite, hésitations et tremblements*

Ce critère correspond à toute irrégularité dans la trace écrite faisant suite à une rigidité ou à un mouvement trop lent de la main.

1.3. Cotation

Dans un cadre général, pour chaque critère, un point maximum par ligne est attribué.

En cas d'hésitation, la notation est en faveur de l'enfant, sauf pour le critère « hauteur relative incorrecte » entre les lettres troncs et non troncs.

Il faut prendre garde à ce qu'un « défaut d'écriture » ne soit pénalisé qu'une seule fois (par exemple entre forme étrange ou forme ambiguë).

Le score total se calcule en additionnant les notes des critères 1 à 13.

La vitesse d'écriture se calcule en comptant le nombre de caractères écrits (mots, ponctuations et apostrophes) en 5 minutes.

Le correcteur doit également prendre en compte d'autres caractéristiques non cotées mais toutes aussi importantes telles que : la translinéarité (le retour à la ligne comme sur le modèle), une omission de la partie gauche de la feuille (suspicion de négligence d'un hémispace), une micrographie, des lettres miroir, des lettres trop étalées, des parties de mots détachées, un texte déviant, des fautes d'orthographe.

1.4. Qualités métriques

1.4.1. Validité

Un test est dit valide s'il mesure correctement le phénomène qu'il est censé mesurer. Deux types de validité sont distingués : la validité concurrente, et la validité de construction.

La validité concurrente regarde si les scores mesurés par un test corrélerent avec les scores obtenus à partir d'une autre méthode qui mesure le même concept.

Les données de l'étalonnage français indiquent une corrélation significative avec l'échelle de dysgraphie d'Ajurriaguerra.

La validité de construction est la propriété de l'instrument d'explorer le concept étudié dans toute sa diversité et sa cohérence.

Pour le BHK, les sujets dysgraphiques présentent des scores situés dans les 8,6% les plus élevés de l'étalonnage du BHK et significativement différents de ceux des sujets contrôles. (Hamstra-Bletz et *al.*, 1987)

1.4.2. Fidélité

La fidélité d'un test est bonne si, lors de plusieurs mesures d'un phénomène identique sur un même groupe de sujets, les résultats sont semblables ou proches. C'est donc la précision avec laquelle un test mesure certaines caractéristiques.

Pour le BHK, la fidélité inter-correcteur est très importante lorsque les correcteurs sont habitués à corriger ce test, mais est moindre si des correcteurs sont novices. Une période d'apprentissage est donc nécessaire avant de bien maîtriser la correction de ce test.

Concernant la fidélité intra-correcteurs, le pourcentage d'accord sur 50 échantillons d'écriture corrigés à nouveau à six mois d'intervalle varie entre 80 et 92 % pour l'étalonnage français.

Par ailleurs, les scores du BHK sont hautement corrélés (.78) à l'avis des instituteurs concernant la qualité de l'écriture.

1.4.3. Sensibilité

La sensibilité d'un outil est sa finesse discriminative, c'est-à-dire sa capacité à évaluer avec précision et sensibilité les variations minimales de l'objet de sa mesure. Il existe la sensibilité inter-individuelle : elle permet de différencier des individus, et intra-individuelle : elle permet alors de détecter des différences chez un même sujet au cours de mesures répétées.

Différentes études mentionnent que l'échelle du BHK est sensible à l'évolution avec l'âge et à la présence ou non d'une dysgraphie (Blöte et Hamstra-Bletz, 1991 ; Hamstra-Bletz et *al.*, 1987 ; Hamstra-Bletz et Blöte, 1990)

Les données obtenues dans l'étalonnage français confirment une sensibilité à l'évolution avec l'âge pour le score total.

1.5. Factorisation des 13 items du BHK

L'écriture, tant chez l'enfant que chez l'adulte, est un processus plurifactoriel (Peeples, Retzlass, et Mojet, 1991).

Isabelle Sage, en 2010, a cherché à déterminer l'aspect composite de l'écriture. Pour cela, elle a réalisé une analyse factorielle² sur les 13 critères du BHK.

Le résultat de son étude met en évidence la présence de 4 facteurs :

- Le Facteur 1 : « **Réalisation motrice des lettres** », qui regroupe les critères :

- ✓ Hésitations et Tremblements,
- ✓ Ecriture grande,
- ✓ Ecriture chaotique.

- Le Facteur 2 : « **Forme et constance des lettres** », composé des critères :

- ✓ Forme ambiguë des lettres,
- ✓ Variation dans la hauteur des lettres troncs,
- ✓ Distorsion des lettres.

² L'analyse factorielle vise à rassembler en un nombre réduit de dimensions l'information initiale. Le but est de faire ressortir des similitudes entre les données et de quantifier leur degré de corrélation.

- Le Facteur 3 : « **Organisation spatiale des lettres dans le mot** », contient les critères :

- ✓ Mots serrés,
- ✓ Hauteur relative des lettres,
- ✓ Télécopages entre les lettres.

- Le Facteur 4 : « **Organisation spatiale de l'écriture dans l'espace de la feuille** », qui comprend :

- ✓ Lignes non planes,
- ✓ Retouches de lettres,
- ✓ Inclinaison de la marge,
- ✓ Liens entre les lettres.

Selon Isabelle Sage, le Facteur 1 est lié au programme moteur qui unit les unités motrices ; le Facteur 2 est en lien avec le programme moteur portant sur des unités motrices courtes : les lettres ; le Facteur 3 concerne l'agencement spatial des lettres dans le mot, l'inclinaison des lettres, ainsi que l'espacement entre les lettres d'un mot et entre des mots ; et le Facteur 4 s'intéresse à l'agencement des lignes d'écriture entre elles, mais aussi des lettres les unes par rapport aux autres.

2. Déroulement de la partie pratique

2.1. Les objets de mesure

L'analyse pratique de ce mémoire a été réalisée à partir de 640 copies de BHK allant du CP ou CM2.

Les copies ne contenant pas les 5 premières lignes nécessaires à la correction ont été écartées. Il en est de même pour les copies d'enfants qui ne semblaient pas savoir lire.

Finalement, les 640 copies sont réparties de la manière suivante :

- 193 copies en CP (97 filles et 98 garçons)
- 135 copies CE1 (71 filles et 63 garçons)
- 131 copies en CE2 (65 filles et 62 garçons)

- 101 copies en CM1 (51 filles et 48 garçons)
- 80 copies en CM2 (31 filles de 47 garçons)

2.2. Etablissement d'un consensus

Afin de comparer l'évaluation subjective par des professionnels experts en écriture et l'évaluation quantitative, 6 psychomotriciens ont participé à l'étude. Ils étaient chargés de dire, seulement en voyant la copie de BHK, s'il s'agissait d'une copie de dysgraphique ou non.

Les réponses intermédiaires n'étaient pas admises. Ils avaient pour seule information la classe de l'enfant.

Pour chaque copie, le nombre de vote(s) la désignant comme dysgraphique a été comptabilisé. Une copie est considérée comme dysgraphique à partir du moment où elle obtient 4 avis ou plus. Les termes « consensus mou », « consensus modéré », et « consensus dur » désignent l'ensemble de copies ayant obtenu respectivement 4, 5 et 6 votes.

Le consensus mou contient 83 copies, le modéré 46, et le dur 19.

A partir des copies sélectionnées, le total des points pour chacun des 13 critères a été calculé. Puis, les points totaux par critère ont été regroupés selon les facteurs établis par Isabelle Sage.

Des analyses statistiques ont ensuite été effectuées sur les 3 types de consensus.

Ces analyses vont tenter de répondre à trois questions :

- Y a-t-il une bonne corrélation entre analyse objective et subjective ?
- Pour chaque consensus, y-a t-il un ou des facteurs du BHK qui soient sur ou sous-évalués?
Il s'agira de regarder l'effet du paramètre « facteur BHK ».
- Pour chacun des consensus, les résultats des filles sont-ils globalement similaires à ceux des garçons ?
Il s'agira du paramètre « sexe ».
- Les facteurs du BHK sont t-ils également répartis entre les sexes ?
Il s'agira du paramètre « facteur BHK-sexe ».

2.3. Résultats

2.3.1. Comparaison de l'analyse objective et subjective

Tous consensus confondus, les psychomotriciens experts ont sélectionné :

- 15 copies dysgraphiques sur 22 au total.
- 47 copies non dysgraphies. Ce sont les « faux-positifs ».

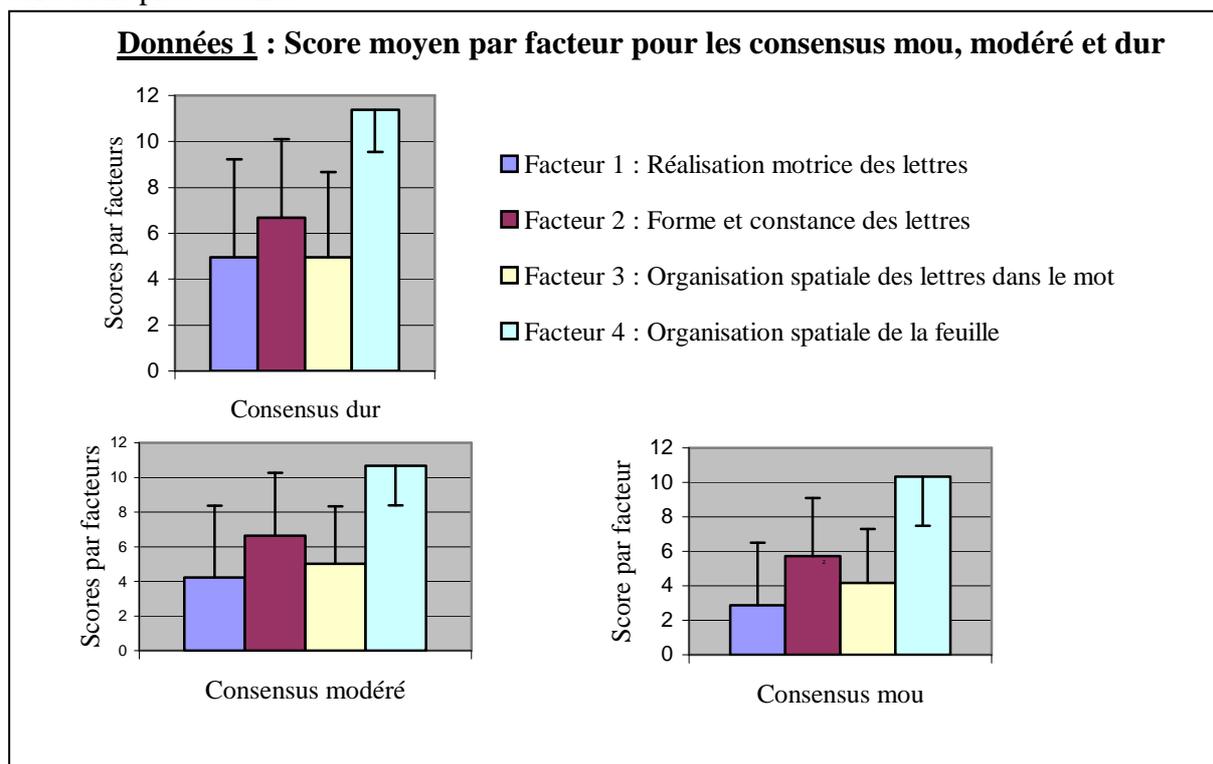
Par ailleurs, 7 copies dysgraphiques n'ont obtenu aucun vote de la part des psychomotriciens experts. Ce sont les « faux-négatifs ».

2.3.2. Effet du paramètre « facteurs BHK »

Comme il est possible de le constater sur les histogrammes (données 1), le Facteur 4 «Organisation spatiale de l'écriture dans l'espace de la feuille» est surévalué de façon significative par rapport au Facteur 1 «Réalisation motrice des lettres», et au Facteur 3 «Organisation spatiale des lettres dans le mot».

Il y a donc un effet paramètre « facteur BHK ».

Pour l'ensemble des copies constituant les consensus « mou », « modéré » et « dur » ; il y a une différence significative entre les scores obtenus aux différents facteurs ($F(3,243)=103.459$; $p<0.0001$). Ce résultat concerne les trois consensus, la distinction ne sera donc plus établie.



2.3.3. Effet du paramètre « Sexe »

Dans le consensus établi il n'y a pas d'effet du paramètre « sexe ». C'est-à-dire que sur l'ensemble des mesures effectuées, les filles et les garçons ont des résultats similaires ($F(1,81) = 431,480$; ns).

2.3.4. Interaction « facteur BHK-sexe »

Cette analyse montre que dans le consensus établi il n'y a pas d'interaction entre le sexe de l'individu et les facteurs du BHK. ($F(3,243) = 0.331$; ns). Les facteurs du BHK sont également répartis entre les deux sexes ; ils ne sont donc pas significativement plus dégradés chez les filles ou chez les garçons.

2.4. Discussion

2.4.1. Comparaison de l'analyse objective et subjective

Cette première comparaison montre qu'il existe une différence importante entre l'évaluation subjective (ou qualitative) et l'évaluation objective (ou quantitative) de l'écriture.

Le consensus désigné par les psychomotriciens contient 45 faux-positifs, c'est à dire qu'ils ont désigné ces copies comme dysgraphiques à tort. Les psychomotriciens experts ont repéré plus de deux fois trop de copies de dysgraphiques.

Les faux-positifs contiennent 22 copies de CP, 9 de CE1, 10 de CE2, 2 de CM1, et 2 de CM2. Les professionnels ont désigné de façon majoritaire des copies de CP.

Il serait tentant de supposer que les psychomotriciens experts aient effectué un « glissement » : du repérage de copies dysgraphiques, ils auraient eu tendance à désigner des copies sur lesquelles semblaient apparaître des difficultés d'écriture.

Or, sur ces 47 copies faux-positif, seulement 7 d'entre elles présentent une écriture douteuse (ayant un score supérieur à $+1.5DS^3$).

³ Le score au BHK est un score de dégradation.

Les psychomotriciens experts ont donc fait beaucoup d'erreurs, surtout concernant les niveaux allant du CP au CE2.

Enfin, les 7 copies qui n'ont été repérées par aucun des professionnels montrent qu'avec les seules informations dont ils disposaient, près d'un tiers des copies dysgraphiques n'a pas été repéré.

2.4.2. Effet du paramètre « facteurs BHK »

Les professionnels experts en écriture ont sélectionné préférentiellement des copies ayant des scores élevés pour le Facteur 4 « Organisation spatiale de la feuille ». D'autre part il y a une sous-évaluation du Facteur 1 « Réalisation motrice des lettres », et du Facteur 3 « Organisation spatiale des lettres dans le mot ».

Ce résultat n'est guère étonnant car le Facteur 4 « Organisation spatiale de la feuille » fait référence à des aspects macroscopiques de l'écriture. Un score élevé pour ce facteur se traduit par une atteinte de l'aspect général de l'écriture. En effet, selon Isabelle Sage, ce facteur s'intéresse à l'agencement des lignes d'écriture entre elles, mais aussi des lettres les unes par rapport aux autres. Son atteinte entraînant un aspect général de l'écriture désorganisé, les psychomotriciens experts ont de ce fait sur-évalué la dysgraphie.

Le second facteur prépondérant est le Facteur 2 « Forme et constance des lettres ». Ceci apparaît comme logique même si ce facteur, d'après Isabelle Sage, est lié au programme moteur (codant pour une unité de l'ordre de la lettre).

En effet, un score élevé pour ce facteur peut s'expliquer par une atteinte au niveau de l'étape de paramétrisation de la programmation motrice. C'est au cours de cette étape que sont déterminés la taille et éventuellement la durée de la lettre.

Une altération de Facteur 2 se traduit donc par une écriture peu lisible (variations importantes des lettres troncs, présence de lettres de forme ambiguës, ou distordues). C'est donc à nouveau un aspect macroscopique de l'écriture qui a été repéré par les professionnels experts.

Le Facteur 3 « Organisation spatiale des lettres dans le mot » concerne l'espacement des mots, la hauteur relative entre les lettres tronc et non tronc, ainsi que les télescopages. Toujours d'après Isabelle Sage, ce facteur, comme le Facteur 4, est en lien avec l'organisation

spatiale du processus d'écriture. A la différence qu'il concerne l'écriture a un niveau moins macroscopique.

D'après les critères qui le composent (mots serrés, hauteur relative des lettres, télescopages entre les lettres), ce facteur serait plutôt en lien avec la stabilisation spatio-temporelle de geste graphique.

Pour finir, le Facteur 1 « réalisation motrice des lettres » est le moins représenté dans les copies sélectionnées. Selon Isabelle Sage, il serait lié au programme moteur qui lie les lettres. Selon Benoit, Soppelsa et Le Roux, la dysgraphie motrice pourrait être due à une atteinte du programme moteur. Cela se traduirait par des erreurs de substitutions entre lettres proches, ou par des production de lettres correctement formées sur le plan spatial, mais lentes d'un point de vue cinétique. Les conséquences visibles sur l'écriture d'une atteinte du programme moteur peuvent donc être très minimes, et donc plus difficilement repérables. Pourtant la dysgraphie motrice serait bien présente.

Il apparaît donc un parallèle entre le score obtenu aux différents facteurs, et leur niveau d'analyse de l'écriture : plus l'atteinte du Facteur a des conséquences macroscopiques sur l'écriture, plus il est représenté dans le consensus, car plus facilement repéré par les professionnels.

Pour Mojet (1991), les critères les plus pertinents de l'écriture sont la régularité de la forme de la lettre, la régularité de la distance entre les lettres, l'alignement et la reconnaissance des lettres. Pour Henderson (1982) les mauvais scripteurs ont des difficultés dans la formation, la taille, les obliques des lettres et l'alignement ainsi que la distance entre les lettres au sein d'un mot.

Les critères caractéristiques d'une bonne écriture ne sont donc pas ceux constituant le Facteur 4 (« lignes non planes », « retouches de lettres », « inclinaison de la marge », « liens entre les lettres »).

Par ailleurs, Sandler et *al.* parlent de dysgraphies à partir de la symptomatologie associée. Ils distinguent, entre 4 types, la dysgraphie avec des déficits visuo-spatiaux. Selon

le modèle de Van Galen, une atteinte du tampon allographique entraînerait une dysgraphie spatiale.

Il en ressort que :

- L'altération du Facteur 4 est plus liée à des difficultés ou des troubles visuo-constructifs qu'à une dysgraphie motrice vraie;
- L'altération du Facteur 2 semble indiquer un défaut de paramétrisation du programme moteur.
- L'altération du Facteur 3 semble liée à la stabilisation spatiale et temporelle du programme moteur
- L'altération du Facteur 1 semble liée à une atteinte du programme moteur lui-même.

Ainsi, il semble que les professionnels aient sélectionné préférentiellement des copies de sujets leur paraissant avoir dysgraphie symptôme d'un déficit visuo-constructif ou visuo-spatial⁴, au détriment de copies de sujets ayant des difficultés de programmation et d'exécution motrice, s'apparentant d'avantage à une dysgraphie vraie, mais dont les caractéristiques sont plus discrètes.

2.4.3. Effet du paramètre « Sexe »

Dans le consensus établi par les psychomotriciens, sur l'ensemble des mesures, les filles et les garçons ont des résultats similaires.

Or Selon Isabelle Sage, il existe des différences significatives pour les items « lignes non planes », « écriture chaotique » et « liens interrompus » ; les filles ayant de meilleurs résultats que les garçons sauf pour l'item « liens interrompus ».

Les professionnels experts auraient pu s'appuyer sur le fait que les garçons ont généralement trois fois plus de chance d'être atteint d'une dysgraphie pour différencier les copies, mais les adultes ne savent pas différencier l'écriture masculine et féminine. Ne faisant pas la différence entre les sexes, il n'ont pas pu se baser sur le sex-ratio pour sélectionner préférentiellement des copies masculines.

⁴ Qui sera appelée désormais dysgraphie spatiale, même si les sujets qui s'y rapportent ne le sont pas réellement.

2.4.4. Interaction « facteur BHK-sexe »

Dans le consensus établi par les psychomotriciens experts les facteurs du BHK sont également répartis entre les deux sexes ; ils ne sont pas plus dégradés chez les filles ou chez les garçons. Or d'après Isabelle Sage, il existe des différences significatives pour les quatre facteurs, en faveur des filles.

On pourrait penser que comme les psychomotriciens experts ne peuvent, en tant qu'adulte, différencier l'écriture masculine et féminine, il devrait y avoir autant de filles que de garçons dans le consensus.

Or il y a 10 filles pour 35 garçons. Le sex-ratio de la dyspraxie visuo-constructive est d'une fille pour environ quatre garçons. Cette donnée va dans le sens de l'hypothèse affirmant que les psychomotriciens experts ont sélectionné des copies de dysgraphie spatiale et non motrice.

Cependant alors, il paraît étrange qu'il n'y ait pas de différence significative entre filles et garçons au moins pour le facteur 4. Ceci peut s'expliquer par le fait que les 10 filles obtiennent plus de point que les 35 garçons sur seulement 4 critères, dont 3 appartenant au facteur 4 et à un critère de Facteur 2, qui n'est pas sous représenté par-rapport au F4, et dont l'atteinte a des conséquences au niveau de la lisibilité de l'écriture.

Enfin, il est à noter que dans le groupe faux-positifs le Facteur 4 est significativement plus élevé que dans le groupe des faux-négatifs.

Ceci confirme que les psychomotriciens experts ont sélectionné des copies présentant une dysgraphie spatiale au détriment de copies présentant une dysgraphie motrice.

2.5. Limites

Il n'aurait servi à rien d'augmenter le nombre de psychomotriciens pour juger une copie car les résultats sont identiques pour les consensus dur, modéré et mou. Tous ont fait le même genre d'erreurs.

Par contre, il serait intéressant de refaire cette démarche, toujours en comparant évaluation objective et subjective, mais cette fois les psychomotriciens pourraient avoir accès

aux éléments cliniques et au déroulement du geste graphique. Le nombre d'erreurs commises serait sûrement minimisé. En effet l'observation clinique du geste graphique aide à l'interprétation d'un score brut seul. Par exemple, un enfant peut avoir un score qui le situe dans la moyenne des enfants de son âge et évoquer une douleur à l'écriture.

L'étude pourrait aussi être refaite avec des psychomotriciens experts qui n'utilisent pas le BHK. En effet, ceux ayant participé à l'étude ont l'habitude d'utiliser ce test. Les critères « Lignes non planes », « Retouches de lettres », « Inclinaison de la marge », et « Liens entre les lettres » du facteur du test du BHK concernent la visuo-construction . On peut donc penser que ces critères ont influencé les psychomotriciens dans leur jugement. Ils ont analysé les copies avec les critères qu'il connaissent, et se sont donc référés à ceux du BHK. Ils ont ainsi pu être trop facilement interpellés par des lignes non planes par exemple, ceci les menant à repérer des dysgraphies symptôme d'un déficit visuo-constructif.

CONCLUSION

L'évaluation subjective de l'écriture par des psychomotriciens, même experts, ne peut remplacer de façon fiable une évaluation quantitative de l'écriture chez l'enfant.

En effet, les psychomotriciens experts ont désigné comme dysgraphique un nombre important de sujets qui n'avait en réalité pas de dysgraphie vraie. Les psychomotriciens experts ont été dupés par une organisation générale de l'écriture dans la feuille qui ne leur paraissait pas dans la norme. Ils se sont plus attachés à des paramètres liés au domaine de la visuo-construction, qu'aux caractéristiques de la dysgraphie pure. Ainsi la dysgraphie motrice a été largement sous évaluée.

En conséquence, un enfant non dysgraphique serait désigné comme ayant un trouble de l'écriture, et serait contraint d'accepter de rééduquer un trouble qu'il n'a pas. De l'autre, un enfant dysgraphique ne serait pas pris en charge.

Ainsi l'évaluation de la dysgraphie par les psychomotriciens, même par les plus expérimentés, nécessite l'utilisation d'un outil mesurant l'écriture d'un point de vue quantitatif (tels les échelles E et D de De Ajuriaguerra, le Handwriting Checklist, le Children Handwriting Evaluation Scale, ou le BHK) couplé à une observation clinique du geste graphique, afin de pouvoir situer le sujet par rapport aux individus de sa tranche d'âge. Si un professionnel utilise un outil d'évaluation de la qualité de l'écriture, tel le Test Of Legible Handwriting, qui évalue la lisibilité, il risque de se trouver dans la même situation que les professionnels de cette étude.

Les résultats de cette analyse sont un argument de plus pour l'analyse cinématique de l'écriture via l'utilisation des tables digitalisantes par exemple, afin de différencier la dysgraphie symptôme de la dysgraphie vraie.

BIBLIOGRAPHIE

Livres

Bernard, I., Chomel-Guillaume, S., Leloup, G. (2010), *Les aphasies : Evaluation et rééducation*. Paris : Masson.

Bonin P. (2003), *Production verbale de mots : approche cognitive*, Bruxelles : de Boeck.

Estienne, F., Piérart, B. (2006) *Les bilans de langage et de voix: fondements théoriques et pratiques*, Paris : Masson

Eustache, F., Lechevalier, B., Viader, F. (2008), *Traité de neuropsychologie clinique : Neurosciences cognitives et cliniques*, Bruxelles : de Boeck.

Farriaux, JP., Rapoport, D. (1995), *Trouble de l'apprentissage scolaire*, Vélizy : Doin

Le Roux, Y. (2005), *Apprentissage de l'écriture et psychomotricité*, collection Psychomotricité, Marseille : Solal.

Rondal, JA., Seron, X. (1999), *Trouble du langage: bases théoriques, diagnostic et rééducation*, Sprimont : Mardaga

Zeziger, P. (1995), *Ecrire : approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, Paris : PUF.

Mémoires

Braeckman, B., Voutsinos-Svilarich, P. (2009). *Proposition d'une nouvelle cotation pour l'échelle rapide d'évaluation de l'écriture chez le collégien*, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Psychomotricien, Institut de Formation en psychomotricité, Toulouse.

Brousse de Gersigny, A. (2008). *Evaluation de l'écriture chez le collégien : caractéristiques qualitatives*, Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Psychomotricien, Institut de Formation en psychomotricité, Toulouse.

Lecoinge, C. (2005). *Les caractéristiques de la dysgraphie et l'étude du BHK*, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Psychomotricien, Institut de Formation en psychomotricité, Toulouse

Perrin, J. (2002). *Principes d'Analyse Clinique de l'écriture*, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de Psychomotricien, Institut de Formation en psychomotricité, Toulouse.

Thèses

Kaiser, ML. (2009). *Facteurs endogènes et exogènes influençant l'écriture manuelle chez l'enfant*, thèse en vue de l'obtention du doctorat de l'Université Toulouse III, Toulouse.

SAGE, I. (2010). *Ecriture et processus psychomoteurs, cognitifs et conatifs chez les enfants âgés de 8 à 12 ans*. Thèse de doctorat des Université Paris Ouest Nanterre la Défense et Geneve.

Articles

Albaret, J.-M., & Santamaria, A. (1996). Utilisation des digitaliseurs dans l'étude des caractéristiques motrices de l'écriture. *Evolutions Psychomotrices*, 8, 33, 115-119.

Albaret, J.-M. (1995). Evaluation psychomotrice des dysgraphies. *Rééducation Orthophonique*, 33, 181, 71-80.

Benoit C. & Soppelsa R. (1996). Mise en pratique de l'analyse neuropsychologique de l'écriture dans la rééducation. *Evolutions Psychomotrices*, 8, 33, 120-124.

Rosenblum, S., Aloni, T., Josman, N. (2010). Relationships between handwriting performance and organizational abilities among children with and without dysgraphia: A

preliminary study. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 31, 2, 502-509.

Zesiger, P. (2003). Acquisition et trouble de l'écriture, *Enfance* (Vol. 55), p. 56-64.

Cours

Sage. (2008). Cours manuscrit de psychomotricité première année.

Soppelsa, R. (2009-2010). Cours manuscrit de psychomotricité de deuxième et troisième année.