

## Mise en pratique de l'analyse neuropsychologique de l'écriture dans la rééducation

### Utilization of the neuropsychological handwriting analysis in psychomotor therapy

Céline BENOIT,  
Psychomotricienne \*,  
Régis SOPPELSA,  
Psychomotricien

#### RÉSUMÉ

La psychomotricité est une profession tournée vers des connaissances qui ont un côté opératoire. En ce sens les paradigmes utilisés sont ceux qui, en priorité, pourront amener à un moyen de rééducation ou à une technique thérapeutique.

Les avancées scientifiques dans le domaine de la neuropsychologie du mouvement et de l'analyse de l'écriture présentent un intérêt majeur. Néanmoins ces connaissances, de par leurs caractères théoriques, sont parfois difficiles à exploiter.

Un certain nombre de ces connaissances peuvent avoir des applications immédiates dans la pratique psychomotrice comme :

- la spécificité du contrôle proprioceptif
- les conséquences des phénomènes d'invariance
- les effets de contexte sur les déformations des lettres

**MOTS CLÉS :** écriture, approche modulaire, thérapie psychomotrice

#### SUMMARY

Psychomotor therapy is a profession orientated towards the operational aspects of knowledge. Meaning that the paradigms used are those that lead, in priority, to a mean of reeducation or a therapeutic technic. The scientific progress in both the fields of movement neuropsychology and handwriting analysis are of major interest. Nevertheless, because of their theoretical character, the learning is sometimes difficult to exploit. A certain amount of learning can have immediate practical applications in psychomotor practice like :

- the specificity of proprioceptive control
- the consequences of constant phenomena
- the context effect on letter deformation.

**KEY WORDS :** handwriting, modular approach, psychomotor therapy



étude de l'écriture dans le cadre des sciences cognitives est le parent pauvre de la psychologie du langage. Néanmoins il y a maintenant une quantité de travaux suffisante pour commencer à se faire une idée des processus d'élaboration de l'acte "écriture" (Zésiger, 1995, pour une revue).

Ces travaux peuvent nous permettre de moduler notre action en fonction de connaissances originales.

Les quelques exemples suivants permettront de montrer quelles évolutions ceux-ci pourraient entraîner dans une prise en charge psychomotrice de la dysgraphie. Les modèles de référence

Les études sur l'écriture, menées au sein d'approches cognitives du mouvement, se réfèrent principalement à deux modèles théoriques ; un modèle général qui s'applique à tout type de mouvement (le modèle de Schmidt) et un spécifique à l'écriture (le modèle de Van Galen).

#### Le modèle de Schmidt

Schmidt (1975) postule l'existence, dans la mémoire, de classes générales de mouvement appelées schémas qui seraient élaborées à un niveau central et que le cortex utilise-

\* 37 chemin La Trévarèse,  
13540 Puisricard

rait afin de composer un programme moteur.

Ce schéma serait stocké en mémoire à long terme et s'activerait chaque fois que ce type de mouvement serait nécessaire à l'action.

Afin de s'adapter au mieux aux contraintes du milieu, ce programme moteur va utiliser des paramètres flottants qui viendront mettre en adéquation le schéma avec les spécificités du moment. Ces paramètres flottants seraient la durée globale du mouvement, la force à exercer, les groupes musculaires.

### Le modèle de Van Galen

Van Galen (1991) a proposé un modèle du comportement d'écriture qui, actuellement, fait référence en sciences cognitives.

L'écriture est une transcription du langage oral en langage écrit, il s'agit d'un encodage dont la plus petite échelle est le passage du phonème (le son) au graphème (la trace). Il semble que les processus mis en jeu aient des localisations corticales différentes. On remarque que, chez les patients cérébrolésés, il existe des individus dont la parole est absente et l'écriture conservée et à l'inverse des gens dont l'écriture est indemne et la parole fortement perturbée. Le modèle de Van Galen rend compte, entre autres, de cette dichotomie.

Le modèle est une structure hiérarchisée (cf diagramme 1), 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.

De ce fait, les unités traitées diminuent de taille en fonction de leur niveau dans la hiérarchie, plus le traitement est périphérique plus la taille de l'unité diminue.

On observe dans le diagramme que les processus psycholinguisti-

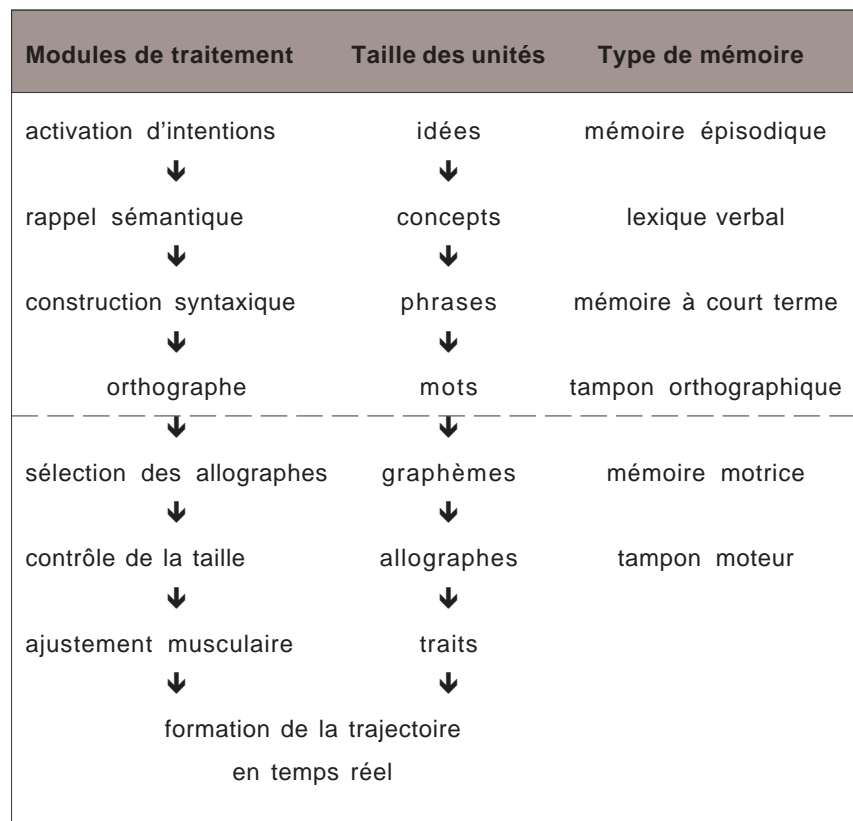


Diagramme 1 : modèle modulaire de l'écriture selon Van Galen (1991)

ques sont premiers dans la hiérarchie de production. La partie linguistique comprend les systèmes orthographique et linguistique. Ce sont la phrase, les mots, la structure sémantique qui ont été préalablement traités.

Le tampon graphémique (*Graphemic Buffer*) a été défini comme étant un système qui maintient la représentation graphémique du mot pendant le temps nécessaire à l'exécution de la réponse motrice. Le mot buffer vient du vocabulaire de l'informatique et correspond à un régulateur qui stocke les données dans une mémoire à court terme.

Le stock allographique (*Allographic Store*), parallèlement au tampon graphémique définit le style de l'écriture (écriture cursive ou écriture d'imprimerie, lettres minuscules ou lettres majuscules). Il s'agit d'un stock

à long terme. Les allographes d'un graphème sont toute les formes que peut prendre celui-ci tout en restant lisible (e, E, E, e, e).

Le système graphémique (*Graphemic System*) guide le programme moteur en faisant la synthèse entre les informations du tampon graphémique et du stockage allographique. Ce niveau est en relation avec les praxies.

Le Programme Moteur, utilise le stockage des patterns graphomoteurs - à long terme - et le tampon graphomoteur - mémoire de travail - pour prévoir la direction, la séquence, la taille des traits et l'organisation spatiale.

L'intégration visuomotrice guide la forme spatiale de la réponse, elle correspond à l'association de la coordination oculomanuelle et de la

visuoconstruction. La réponse motrice est le résultat de ces opérations. Elle produit l'écriture. A partir de cette description succincte des modèles de référence, nous allons décrire trois types de recherche qui ont été menées à partir d'eux : les travaux sur le contrôle perceptif de l'écriture, la notion d'invariants et les effets de contexte

### **Le contrôle perceptif de l'écriture**

Le contrôle de l'écriture est, chez l'adulte essentiellement proactif, c'est-à-dire que les corrections que peut faire l'individu se font postérieurement au mouvement. Il existe un double système de régulation, visuel et tactilo-kinesthésique. Le poids de chacun d'eux dans le contrôle du mouvement d'écriture évolue durant l'apprentissage : le contrôle passant du canal visuel au canal kinesthésique lorsque la contrainte de rapidité se fait sentir.

Smith et Silvers (1987) ont montré que les deux canaux perceptifs avaient des rôles différenciés. Ces auteurs ont fait écrire en aveugle un certain nombre de sujets. Leurs résultats montrent qu'en l'absence de vision, c'est l'agencement spatial général qui est fortement dégradé. La structure interne du mot, la qualité intrinsèque des lettres sont peu touchées par l'absence de vision à deux exceptions près qui sont, d'une part, les points sur les *i* et la barre des *t* et, d'autre part, les lettres à jambage (*m, n, u, w*) qui se trouvent avec trop ou pas assez de jambe.

Cette expérience à deux conséquences immédiates. Elle sous-entend que l'agencement spatial dans la feuille et la structure même de la trace seraient deux entités contrôlées de façon différentes et que, par conséquent, il pourrait y avoir deux types de dysgraphie entre autre, une dysgraphie spatiale et une dysgraphie proprement motrice.

La deuxième conséquence découle de la première. Les modalités de rééducation de ces deux dysgraphies sont différentes, les dysgraphies motrices nécessitent une prise en compte de la dimension tactilo-kinesthésique.

### **Les invariants**

Il y a trois types d'invariance :

- l'invariance des effecteurs
- l'isochronie
- l'homothétie temporelle.

### **L'invariance des effecteurs**

L'invariance des effecteurs, encore appelée équivalence motrice est, pour l'écriture, l'existence d'une constance dans la forme des lettres, dans l'inclinaison et l'allure générale de la trace graphique et dans le mouvement quand le sujet écrit avec différentes parties de son corps ou différents instruments scripteurs (Maarse & coll, 1993).

Le programme moteur généralisé de Schmidt explique partiellement ce phénomène. Comme le schéma moteur est abstrait, et n'est pas spécifique aux effecteurs, il peut être transféré à d'autres parties du corps que celles utilisées habituellement pour un mouvement. En ce qui concerne l'écriture, on pourrait en déduire qu'il est possible d'écrire avec n'importe quel membre. Serratrice et Habib (1993) ont montré par l'expérience que ce transfert existe et s'adresse à tous les segments corporels et même au corps entier : on peut écrire sur le sol en conduisant une voiture.

L'écriture est une tâche caractérisée par un haut degré d'équivalence motrice. L'exemple le plus frappant et le plus cité est celui de la signature que l'on peut exécuter de n'importe quelle façon sans qu'elle perde ses caractéristiques.

### **L'isochronie**

Une autre constante de l'écriture est l'isochronie : il existe une relation directe entre la grandeur d'une lettre et sa vitesse d'exécution, plus la lettre est grande plus la vitesse augmente. Ce principe n'est pas spécifique au mouvement d'écriture mais se retrouve aussi dans d'autres classes de mouvements de motricité manuelle (préhension, pointage). La tendance à l'isochronie se retrouve même quand on demande à un sujet de se représenter mentalement des mouvements graphiques.

### **L'homothétie temporelle**

Lorsque qu'on demande à un individu de produire le même mot à différentes vitesses ou de différentes tailles, on observe que la durée de chacun des traits est grosso modo 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.

L'ensemble de ces invariances démontre le caractère homogène de la trace écrite et souligne le caractère complexe qu'elle entretient avec ses sous-parties.

### **La liaison qualitative entre les lettres**

On parle aussi d'effet de contexte. La forme d'une lettre dans un mot est dépendante des lettres qui l'entourent. A cela s'ajoute l'effet de la fréquence lexicale, qui permet au scripteur entraîné de programmer, comme étant une unité, un ensemble de lettres souvent utilisé. En français, on citera, par exemple, le groupement tel que *ent, ell, ion, ait*.

L'effet de la fréquence lexicale se fait, chez l'adulte, sur des trigrammes (ensemble de trois lettres)

ou des digrammes. Cet effet porte sur la vitesse du mouvement, celle-ci est accrue lorsque le trigramme est plus courant, et surtout quand il est à la fin du mot (Zesiger et coll., 1993). Ce phénomène existe aussi chez les enfants de huit à douze ans. On a constaté que la sélection des allographes se fait en fonction de la lettre qui précède. La structure d'un *a* ne va pas être la même si la lettre qui précède est un *r* ou un *o*.

Orliaguet et Boë (1993) parlent même d'un effet d'anticipation. Ils affirment que la forme et la durée d'écriture d'une lettre dépendent de la lettre précédente mais aussi de la lettre suivante. Par exemple, en observant les digrammes "ll", "ln", "nl", ils constatent que la lettre "l" est différente selon les cas. L'effet d'anticipation affecte le trait descendant et l'effet résiduel influence les traits ascendants et descendants du "l". Il existerait donc une liaison qualitative entre les lettres, chez l'adulte et chez l'enfant.

L'effet de contexte peut augmenter la vitesse et la facilité d'écriture, si les graphèmes correspondent bien entre eux, si les formes sont congruentes. Les adultes tendent à diminuer leur stock d'allographes pour un graphème donné et recherchent l'allographe qui pourra aller dans différents contextes.

### **Les conséquences sur la prise en charge psychomotrice**

#### **Hétérogénéité des dysgraphies**

Si le modèle de Van Galen est pertinent alors on peut postuler l'existence de dysgraphies indépendantes les unes des autres.

On pourrait trouver :

- des dysgraphies linguistiques où les difficultés se trouveraient dans le choix des mots et des lettres mais n'affecte-

raient pas la forme des lettres ;

- des dysgraphies spatiales où le traçage des lettres ne serait pas affecté mais où l'organisation générale, l'horizontalité de la ligne et le rapport des mots les uns aux autres seraient perturbés ;
- des dysgraphies motrices où le programme moteur lui-même serait atteint.

#### **La stimulation du système sensoriel tactilo-kinesthésique**

L'écriture est surtout contrôlée en fin d'action, mais chez l'enfant débutant le contrôle en continu est plus important. Le contrôle visuel est plus lent que le contrôle proprioceptif, et oblige à effectuer des pauses à la fois plus longues et plus fréquentes. Il est donc possible que le nombre élevé de pauses, ce qui est souvent le cas chez le dysgraphique, soit dû à un défaut d'automatisation du mouvement et à une trop grande utilisation du canal visuel. Le but d'un travail de stimulation du système tactilo-kinesthésique des doigts est de permettre une amélioration de la vitesse d'écriture en diminuant les pauses, et par la suite d'arriver à avoir un contrôle proactif (en fin d'action) du mouvement d'écriture.

#### **Changement d'effecteurs**

Le travail sur les changements d'effecteur permet d'entraîner le schéma moteur de l'écriture, tout en changeant ses conditions habituelles. On peut penser que cela demande un accroissement de programmation et donc que cela améliorera le programme moteur dans les conditions normales d'écriture.

Un autre avantage à faire écrire le sujet avec d'autres effecteurs que sa main dominante est que l'on peut faire écrire beaucoup plus grand que sur une feuille, et du fait de l'inva-

riance temporelle augmenter la vitesse d'écriture. De plus, étant donné qu'il s'agit d'enfants dysgraphiques, le changement d'effecteur permet de ne pas rentrer immédiatement dans la situation stylo et papier qui est souvent synonyme d'échec pour eux.

#### **Travail sur l'unité de base du programme moteur et sur le traitement en parallèle**

En cherchant à faire écrire de manière liée et rapide de plus en plus de lettres à la fois, et en travaillant surtout sur des groupes de lettres rencontrés fréquemment dans la langue française, nous tentons d'allonger l'unité de base du programme moteur. Le mot peut être lu auparavant et épelé. Pour réduire l'incertitude orthographique, seuls des mots simples et courants sont employés. Les mots fréquents comme "les", "et", "des" et "au" sont particulièrement travaillés, ainsi que les terminaisons fréquentes comme "ent", "ant", "eur" et "ou".

#### **Utilisation de l'effet de contexte : entraînement par trigramme**

L'effet de contexte peut être utilisé dans le cadre d'une analyse fine de la trace écrite. Il faut d'abord choisir une lettre cible, une lettre particulièrement mal formée, puis analyser la forme de cette lettre en fonction des lettres qui l'entourent. Lorsque cette analyse montre une conjonction entre lettre cible et lettre adjacente, on améliorera la forme de la lettre cible en travaillant sur le digramme ou le trigramme concerné de façon spécifique.

Ce travail a pour but de stabiliser un allographe déjà existant. L'in-

convénient de cette technique est la longueur du travail d'analyse demandé, ainsi que le problème de l'échantillon d'écriture : la phrase du test d'Ajuriaguerra ne suffisant pas, il faut obtenir les cahiers de l'enfant.

### **Conclusion**

L'analyse neuropsychologique du mouvement d'écriture n'explique pas tout, elle est une voie possible dans l'approche des difficultés des

dysgraphiques (Benoit, 1995).

On peut la considérer pour l'originalité de ces propositions et comme une alternative à certaines de nos pratiques que l'habitude et la répétition engendrent. ■

---

### **BIBLIOGRAPHIE**

- BENOIT C.**, La rééducation des dysgraphies et la programmation de l'écriture, *Mémoire de Psychomotricité*, Toulouse, Septembre 1995.
- MAARSE F.J. et THOMASSEN A.J.W.M.**, Produced and perceived writing slant : difference between up and down stroke, *Acta Psychologica*, 1983, 54, 131-147.
- ORLIAGUET J.-P. et BOE L.-J.**, The role of linguistics in the speed of handwriting movements : effects of spelling uncertainty, *Acta Psychologica*, 1993, 82, 103-113.
- SERRATRICE G. et HABIB M.**, *L'écriture et le cerveau : mécanismes neuro-physiologiques*, Paris : Masson, 1993.
- SCHMIDT R.A.**, A schema theory of discrete motor skill learning, *Psychological Review*, 1975, 82, 4, 225-260.
- SMITH M. M. et SILVERS G.**, Fonctions of visions in the control of handwriting, *Acta psychologica*, 1987, 65, 47-64.
- VAN GALEN G.P.**, Handwriting : issues for a psychomotor theory, *Human Movement Science*, 1991, 10, 165-191.
- ZESIGER P.**, *Ecrire : approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, Paris : PUF, 1995.
- ZESIGER P., MOUNOUD P. et HAUERT C.-A.**, Effects of lexicality and trigram frequency on handwriting production in children and adults, *Acta Psychologica*, 1993, 82, 353-365.