

REFLEXION SUR LES PRE-REQUIS A
L'APPRENTISSAGE DE L'ECRITURE :
COMMENT AIDER LE JEUNE ENFANT A
RELEVER LES DEFIS DE L'ACQUISITION
DU GESTE GRAPHIQUE ?



Mélanie GENTRIC- GUERIN

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

Juin 2014

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE THEORIQUE	2
1 L'écriture, quelques généralités	3
1.1 Définition	3
1.2 L'écriture : une habileté perceptivo-motrice.....	3
1.3 Impact de l'écriture sur le cursus scolaire	5
2 Du gribouillage à l'écriture : Aspects développementaux.....	6
2.1 Influence du développement psychomoteur	6
2.2 Du dessin et du pré-graphisme à l'écriture.....	8
2.3 Des prémices de l'écriture à l'écriture	14
2.4 Constance du niveau d'écriture au cours du développement	16
3 L'apprentissage de l'écriture	18
3.1 Modèles théoriques relatifs à l'apprentissage de l'écriture	18
3.2 L'apprentissage de l'écriture au cours des années de maternelle.....	20
3.3 Aptitude à écrire ou « Writing readiness ».....	22
4 Habiletés perceptivo-motrices et cognitives en lien avec l'écriture : identification des Facteurs de risque pouvant influencer l'acquisition de l'écriture	24
4.1 Motricité fine, dextérité manuelle et digitale	24
4.2 Intégration visuomotrice	26
4.3 Autres facteurs étudiés.....	27
4.4 Conclusion	28
5 Les défis de l'acquisition du geste d'écriture chez le jeune enfant.....	28
5.1 Règles de production graphique et écriture.....	28
5.2 Comment aider les enfants à relever ces défis : une proposition de prise en charge	33
5.3 Conclusion	38

PARTIE PRATIQUE	39
1 Présentation de la démarche	39
1.1 Présentation du protocole de cas unique	39
1.2 Choix des outils d'évaluation initiale.....	40
1.3 La proposition de prise en charge	42
1.4 Outils d'évaluation de la prise en charge.....	44
2 Présentation de Mathieu	46
2.1 Anamnèse	46
2.2 Bilans réalisés	47
3 Evaluation initiale de Mathieu	52
3.1 Informations issues du bilan.....	52
3.2 Evaluations complémentaires	53
3.3 Conclusion	54
4 Prise en charge : Déroulement des séances	55
4.1 L'entraînement à la copie de dessins	55
4.2 L'entraînement de la boucle anti-horaire	56
5 Evolution de la Ligne de base	57
5.1 Analyse des tracés	57
5.2 En résumé	60
6 Réévaluation a la fin de la prise en charge	60
6.1 Dextérité digitale.....	60
6.2 Intégration visuo-motrice	61
6.3 Evaluation de la capacité à copier les 9 formes de base.....	62
6.4 Evaluation des règles de production graphique	63
6.5 Evaluation de la capacité à copier des lettres	64
7 Discussion	65

Conclusion.....	70
Bibliographie.....	71
Annexe 1	74
Annexe 2	75

INTRODUCTION

Aujourd'hui, malgré l'émergence de l'informatique, l'écriture manuscrite reste une nécessité. Plusieurs études ont démontré que l'écriture est un élément central de la réussite scolaire. Si la majorité des enfants apprend à écrire avec succès, certains enfants peuvent éprouver des difficultés dans l'acquisition de cette habileté. Ces enfants sont en général identifiés dans les classes de primaire alors que l'écriture est déjà en place et que les difficultés d'écriture sont déjà installées. Or certaines études montrent que l'utilisation d'habitudes inadaptées dans la formation de lettres est difficile à changer.

N'est-il pas possible d'identifier plus précocement les enfants à risque de développer des difficultés dans l'acquisition de l'écriture ? Ceci permettrait de leur proposer une prise en charge adaptée, afin qu'ils bénéficient pleinement de cet apprentissage et éventuellement de prévenir l'apparition de difficultés ultérieures.

Je me suis posée cette question alors que, effectuant mon stage en Centre d'Action Médico-Sociale Précoce (CAMSP), j'ai rencontré en prise en charge plusieurs enfants de grande section de maternelle pour lesquels l'école et la famille avaient déjà des questionnements quant à l'acquisition de l'écriture. Je me suis donc interrogée sur la possibilité d'identifier si un enfant est à risque de développer des difficultés dans l'acquisition de l'écriture et sur la manière de le prendre en charge en psychomotricité.

Pour ce faire, il m'a fallu bien comprendre comment cette habileté se développe et déterminer quels pré-requis sont préalables et nécessaires à l'acquisition de l'écriture. J'ai alors pu, sur la base de mes recherches théoriques, construire une intervention spécifique visant à mettre en place certaines compétences de bases indispensables à l'acquisition de l'écriture chez des enfants pré-scripteurs. C'est ce que nous verrons dans la partie théorique.

La partie pratique présentera la démarche proposée dans le cadre de ce mémoire ainsi que la prise en charge de Mathieu. Les résultats obtenus seront alors présentés et discutés.

PARTIE THEORIQUE

Après avoir présenté quelques définitions et généralités sur l'écriture, nous verrons dans une deuxième partie comment cette habileté se développe chez les jeunes enfants. Nous insisterons alors sur l'étape de différenciation dessin-écriture, étape préparatoire à l'écriture pendant laquelle s'opèrent des changements développementaux importants pour l'acquisition de l'écriture.

Le développement de l'écriture résultant d'un apprentissage, nous verrons dans une troisième partie combien il est important d'identifier si l'enfant est prêt à apprendre à écrire, après avoir vu les modèles théoriques sur l'apprentissage de l'écriture et la façon dont se déroule cet apprentissage dans le système scolaire français.

Nous verrons dans une quatrième partie quels sont les facteurs risquant d'entraver cette acquisition. Nous approfondirons alors les liens et les influences des compétences psychomotrices et cognitives sur l'écriture et s'il est possible d'identifier précocement les facteurs de risque de développer des difficultés d'écriture.

Nous aborderons enfin, dans une dernière partie quels sont les défis à relever par le jeune enfant en période de transition du dessin vers l'écriture pour acquérir le geste d'écriture. Nous reviendrons notamment sur les règles de production graphique qui sous-tendent l'acquisition du geste d'écriture et nous verrons quelle prise en charge proposer aux enfants à risque de développer des difficultés dans l'acquisition de cette habileté.

1 L'ÉCRITURE, QUELQUES GÉNÉRALITÉS

Après avoir défini l'écriture, nous nous intéresserons à cette habileté en tant qu'acte perceptivo-moteur. Nous verrons ensuite quel est l'impact de la qualité d'écriture sur la réussite scolaire.

1.1 DÉFINITION

L'écriture correspond à la représentation du langage oral et de la pensée en langage écrit à l'aide de signes graphiques conventionnels, systématiques et reconnaissables (Ajuriaguerra & Auzias, 1986).

L'écriture implique donc de pouvoir produire des lettres et de les assembler en mots puis en phrases. Elle implique également de nombreuses connaissances telles que celle des mots et de leurs sens, ainsi que celle des règles syntaxiques, orthographiques et grammaticales. L'écriture fait également intervenir des processus cognitifs permettant, par exemple, d'organiser et de planifier la production écrite. On comprend ainsi que l'acquisition de l'écriture requiert un certain degré de développement psychomoteur, cognitif et linguistique. L'acquisition de cet acte conventionnel et codifié résulte d'un apprentissage.

L'écriture est donc une tâche complexe qui fait intervenir plusieurs processus, qu'il s'agisse de processus sensori-moteurs, cognitifs, linguistiques ou culturels. Dans le cadre de ce mémoire, nous nous limiterons à aborder l'écriture sous l'angle du geste graphique. Nous nous intéresserons donc à l'écriture uniquement en tant qu'acte perceptivo-moteur.

1.2 L'ÉCRITURE : UNE HABILITÉ PERCEPTIVO-MOTRICE

L'écriture est un acte perceptivo-moteur complexe qui va permettre :

- d'une part, d'agencer les formes graphiques (lettres, signes de ponctuation...) dans l'espace graphique (la feuille, le tableau...), c'est la composante dite « topocinétique »,
- et d'autre part, de produire les formes caractéristiques de chaque lettre, c'est la composante dite « morphocinétique ». (Chartrel & Vinter, 2004).

Les mouvements d'écriture se caractérisent par un déplacement de l'effecteur dans l'espace afin de produire une trace dans le plan d'écriture. Chartrel et Vinter (2004) précisent que l'écriture met en jeu les articulations proximales (épaules et coudes) et distales (poignets et mains).

Les articulations proximales sont responsables des mouvements du bras et de l'avant-bras. Elles permettent des mouvements de translation de la droite vers la gauche et du haut vers le bas (pour les retours à la ligne). Elles gèrent ainsi les déplacements dans l'espace graphique. Elles participent donc au contrôle des composantes topocinétiques de l'écriture.

Les articulations distales, quant à elles, mettent en action la main et le poignet et sont sollicitées dans la production de lettres de taille « normale », c'est-à-dire de l'ordre de quelques millimètres. Elles interviennent de manière prédominante dans le contrôle des composantes morphocinétiques de l'écriture. Les articulations distales sont matures moins rapidement que les articulations proximales, ce qui explique en grande partie les difficultés rencontrées par les jeunes enfants dans la production des morphocinèses.

Apprendre à écrire c'est donc acquérir un ensemble de morphocinèses et de topocinèses. Leur production fait appel à deux types de contrôles moteurs différents. La production de topocinèse, que ce soit chez l'enfant ou chez l'adulte, est dépendante de feedbacks sensoriels notamment visuels, elle fait appel à un mode de contrôle rétroactif. Concernant la production des morphocinèses, le mode de contrôle évolue au cours de l'apprentissage, passant d'un mode de contrôle rétroactif chez l'enfant qui apprend, à un mode de contrôle proactif chez l'enfant devenu expert ou l'adulte. Autrement dit, l'apprentissage des mouvements permettant la production des lettres passe par le développement d'automatismes moteurs. Le développement des morphocinèses et des topocinèses est un long apprentissage.

L'apprentissage de l'écriture passe également par la mise en place d'une posture adaptée. Celle-ci va se modifier au cours de l'apprentissage de l'écriture. Au départ, le jeune enfant adopte une posture lui permettant de stabiliser les articulations mises en jeu d'une part et d'avoir un contrôle visuel important sur sa production d'autre part. Progressivement la tête et le tronc vont se redresser, l'appui du tronc va diminuer, la feuille va s'incliner.

Apprendre à écrire c'est aussi apprendre à utiliser une saisie adaptée de l'instrument scripteur. Cette prise va se stabiliser au cours du développement. Il semblerait cependant que le type de prise (tripodique ou non) n'affecte pas la qualité de l'écriture. (Chartrel & Vinter, 2004)

1.3 IMPACT DE L'ÉCRITURE SUR LE CURSUS SCOLAIRE

À ce jour, de nombreuses études sur la réussite scolaire ont permis d'identifier la lecture, les mathématiques et les sciences comme des facteurs clés favorisant cette réussite. Jusqu'alors, peu d'études s'intéressaient aux habiletés d'écriture pour mesurer la réussite scolaire. L'écriture est pourtant requise dans presque toutes les matières scolaires et plus tard, dans la plupart des milieux de travail.

En 1982 et en 1986, Simner a mené 2 études auprès d'élèves de maternelle afin de montrer l'existence d'une corrélation entre les erreurs portant sur la forme des lettres et la réussite scolaire. Les enfants ont été invités à reproduire de mémoire les lettres et les nombres réversibles. Les résultats des différentes études montrent que le nombre d'erreurs portant sur la forme des lettres est en corrélation avec les résultats scolaires mesurés à la fin de la maternelle et tout au long du cours préparatoire. Une erreur de forme correspond ici à l'omission, l'addition ou le mauvais alignement d'une partie de la lettre. Les corrélations semblaient indiquer que ces erreurs pourraient être utilisées pour identifier les enfants à risque de difficultés scolaires. Simner (1989) a alors mené une étude longitudinale sur 3 ans afin de vérifier si cette corrélation se confirmait les années suivantes. Les résultats ont permis d'identifier que les erreurs de forme dans la production des lettres des enfants de grande section de maternelle sont des marqueurs fiables et stables de la difficulté scolaire (Simner 1982, 1986, 1989¹).

Des études plus récentes ont permis de reconnaître l'impact de l'écriture sur le cursus scolaire. Ainsi, une étude d'Altemeier en 2008 reconnaît l'écriture comme étant l'un des trois éléments (avec la lecture et les mathématiques) permettant de mesurer la réussite scolaire. Il semble par ailleurs que la qualité du geste moteur lors de la production de lettres va influencer la qualité de la production des textes écrits. (Berninger, et al., 1997)

L'impact négatif des difficultés d'écriture sur la réussite scolaire, démontré par différentes études, montre qu'il est d'un intérêt crucial de comprendre les mécanismes sous-jacents à l'apprentissage de l'écriture. S'il est possible de déterminer les pré-requis et les éléments qui influencent les habiletés d'écriture, cela

¹ in Graham & Weintraub, 1996

pourrait permettre une évaluation précoce de ces éléments et une identification des enfants à risque de développer une mauvaise écriture.

Il serait alors possible de soutenir ces enfants, par des interventions ciblées visant à développer et renforcer les habiletés et les pré-requis nécessaires à l'acquisition de l'écriture. Il a d'ailleurs été montré que dans ce domaine, il était bénéfique de prendre en charge précocement un déficit identifié (difficultés de motricités fines, difficultés dans les habiletés de pré-écriture) et ce avant que les résultats scolaires de l'enfant en soient affectés (Marr & Cermak, 2002).

D'autant plus que l'utilisation d'habitudes inadaptées dans la formation des lettres semble être difficile à changer. Une étude de Simner² réalisée en 1981 montre en effet que les instructions scolaires sur l'écriture dans les classes de CP et de CE1 ont peu d'effets sur la façon dont l'enfant trace les lettres, suggérant que des patrons établis sont difficilement modifiables.

Une évaluation et une intervention précoce avant même l'apprentissage de l'écriture semblent donc justifiées.

2 DU GRIBOUILLAGE A L'ECRITURE : ASPECTS DEVELOPPEMENTAUX

Du gribouillage à l'écriture, nous verrons dans cette partie quelles sont les étapes développementales nécessaires à l'acquisition de cette habilité perceptivo-motrice complexe qu'est l'écriture.

2.1 INFLUENCE DU DEVELOPPEMENT PSYCHOMOTEUR

Le développement de la graphomotricité est tributaire du développement psychomoteur de l'enfant. Selon Lurçat, ce développement se fait grâce à la mise en place de compétences de base aux niveaux moteur, perceptif et représentationnel (Lurçat, 1974).

Au fur et à mesure du développement de l'enfant on assiste progressivement à une organisation topocinétique des productions et à l'émergence de morphocinèses.

² In Graham & Weintraub, 1996

Au niveau moteur

Comme nous l'avons vu, le système effecteur contrôlant les déplacements de l'outil scripteur comprend les articulations proximales (épaules et coudes) et distales (poignets et mains).

Entre 20 et 24 mois, les mouvements sont d'abord d'origine proximale engendrant des tracés de forte amplitude, rapides et impulsifs. Puis la coordination des articulations de l'épaule et du coude permet la production des premiers tracés circulaires (balayages, fuseaux, puis ellipses).

Entre 2 et 3 ans, la maîtrise progressive des articulations distales permet l'apparition des boucles dont le sens de rotation est horaire pour la main droite, anti-horaire pour la main gauche. A cet âge les directions des mouvements sont guidés par des références égocentrées (du bas vers le haut pour les verticales, de gauche à droite pour la main droite et de droite à gauche pour la main gauche). En même temps se dégage la dominance latérale. (Lurçat, 1974)

L'évolution de la prise de l'outil scripteur est également dépendante du développement moteur. La prise de l'instrument est en général palmaire aux alentours de la fin de la première année. Le développement moteur va contribuer au développement de la prise qui va progressivement s'affiner pour amener à une prise mature de l'outil scripteur. Des mouvements différenciés des doigts vont peu à peu permettre la genèse de tracés plus complexes. (Chartrel & Vinter, 2004).

La maturation du système moteur va ainsi permettre à l'enfant de passer d'un contrôle proximal à un contrôle distal, lui permettant d'exécuter des gestes de plus en plus fins, rendant progressivement possible l'apprentissage du tracé des lettres.

Au niveau perceptif

A partir de 24 mois, l'enfant apprend à contrôler l'espace graphique. Ce contrôle se fait principalement grâce au contrôle kinesthésique dans un premier temps. Peu après 24 mois, l'enfant contrôle visuellement ses tracés. La vision suit d'abord la main. Progressivement le contrôle visuel s'intensifie permettant à l'enfant de guider sa main et de réaliser ses premières formes (traits vers 2 ans, cercles vers 3 ans).

Entre 2 et 3 ans, les mouvements de translation sur l'espace graphique apparaissent (forme de topocinèse).

Vers 3-4 ans l'enfant commence à anticiper l'acte graphique (pré-requis fondamental à la mise en place de l'écriture). Deux types de contrôles peuvent ainsi être observés :

- Un contrôle local, essentiellement kinesthésique, qui permet de produire des cercles fermés et des angles ;
- Un contrôle global qui constitue une anticipation visuelle de l'acte moteur.

Grâce à ce double contrôle, le geste graphique est réajusté du début à la fin.

Le répertoire graphique de l'enfant augmente, il est mieux contrôlé et plus varié.

L'enfant apprend à faire des cercles dans les deux sens (horaire et anti-horaire) avec la même main.

Entre 4 et 6 ans, l'enfant diversifie les formes produites (carré, croix, triangle, losange) et perfectionne les formes connues en produisant un tracé plus précis.

Au niveau représentationnel

Vers 2 ans, l'enfant se met facilement à « gribouiller ». Les enfants de deux ans observent de façon attentive les marques qu'ils produisent. Dès 2 ans, on peut voir apparaître l'utilisation du gribouillage comme représentation de l'action. L'enfant indique par des marques une action, un mouvement, une succession temporelle. Il mime par exemple l'action du lapin qui saute en faisant des marques le long de la page et appuie chaque marque du mot « hop ». L'enfant commence à comprendre que ses dessins sont des représentations. Il comprend progressivement le statut représentationnel de l'image.

Les premières représentations graphiques émergent entre 3 et 4 ans. Contrairement aux représentations d'action, les représentations graphiques ressemblent vraiment à ce qu'elles représentent. C'est donc progressivement que l'enfant accède au niveau de la représentation. (Winner, 2006)

C'est également vers 4 ans que l'enfant commence à comprendre la portée symbolique de l'écriture, la différenciation entre l'écriture et le dessin s'amorce alors. C'est ce que nous allons aborder dans le paragraphe suivant.

2.2 DU DESSIN ET DU PRE-GRAPHISME A L'ECRITURE

Pendant ses années de maternelle, l'enfant va passer plusieurs années à développer ses compétences graphomotrices au travers du gribouillage, du dessin et du pré-graphisme.

Ces activités sont fondamentales car elles permettent de mettre en place diverses habiletés indispensables à l'acquisition de l'écriture. Voyons maintenant comment l'enfant passe du dessin et du pré-graphisme à l'écriture.

2.2.1 La différenciation du dessin et de l'écriture

La connexion entre le dessin et l'écriture est forte. D'une part, l'activité d'écriture et l'activité de dessin impliquent le même système effecteur, d'autre part ce sont toutes deux des représentations graphiques porteuses d'un contenu significatif.

Si le dessin et l'écriture semblent à l'origine confondus, plusieurs études en neuropsychologie ont montré, à partir de cas de double dissociation observés chez des adultes, qu'il existe une localisation neuronale indépendante des deux fonctions (Bara & Gentaz, 2010). Une différenciation du dessin et de l'écriture se mettrait donc progressivement en place au cours du développement. Plusieurs études ont tenté de décrire le passage du dessin à l'écriture. Ces études ont cherché à montrer comment s'opère cette différenciation au cours du développement de l'enfant et quels sont les indices de cette différenciation.

La reconnaissance de 2 systèmes symboliques différents

Au niveau représentationnel, l'acquisition de l'écrit suppose d'abord que l'enfant fasse la distinction entre la fonction du dessin et de l'écriture. Il semble que les deux fonctions se différencient relativement tôt. A partir de 3-4 ans, les enfants seraient ainsi capables de différencier la fonction de ces 2 systèmes. C'est en effet à cet âge qu'ils reconnaissent l'écriture et commencent à écrire en produisant des pseudo-lettres en respectant la linéarité, l'horizontalité ou la séquentialité (Bara & Gentaz, 2010).

Selon Noyer (2002), il existe 2 paliers dans le processus d'acquisition de l'écriture, le premier palier correspond à la distinction entre la fonction du dessin et de l'écriture comme nous venons de le décrire. Cette différenciation se voit par ailleurs au niveau de l'attitude que les jeunes enfants adoptent lorsqu'ils dessinent ou écrivent. Ils sont par exemple, sérieux et concentrés quand ils écrivent, alors qu'ils auront une attitude plus ludique lorsqu'ils dessinent. Le second palier intervient avec la conscience phonologique à partir de 5 ans. Noyer constate en effet qu'à cet âge, les lettres produites tendent à correspondre aux caractéristiques phonologiques des phrases dictées. (Noyer & Baldy, 2002)

Des systèmes de production qui s'individualisent

Le dessin, l'écriture et les nombres proviendraient d'un même système de production graphique et s'individualiseraient au cours du développement.

Les résultats d'une étude analysant les caractéristiques cinématiques du dessin et de l'écriture réalisée par Adi-Japha et Freeman (2001) montrent ainsi que les enfants de 4 ans ne font pas de différence entre le dessin et l'écriture. Ils « dessinent » les marques écrites. Ces auteurs font l'hypothèse que ces deux modes d'expression écrite stimulent les mêmes zones neurologiques ; les enfants produiraient le dessin et l'écriture par une voie procédurale commune spécifique au dessin.

Il faut attendre l'âge de 6 ans pour voir la dynamique de la production graphique de l'écriture se différencier de celle du dessin. A 6 ans les deux systèmes seraient ainsi clairement différenciés. (Adi-Japha & Freeman, 2001)

C'est donc entre 4 et 6 ans que les systèmes de production s'individualisent.

Enseignement de l'écriture et inhibition du dessin

Il existe deux positions, la première considère que ce qui a été mise en œuvre dans l'acquisition du dessin facilite l'acquisition de l'écriture, la seconde envisage la nécessité d'un temps d'inhibition des procédures utilisées pour le dessin pour que l'enfant puisse produire de l'écriture fluide.

Ainsi, pour certains auteurs l'acquisition de l'écriture s'appuie sur le dessin (Glemm et al, 1995, Meulenbroek et al, 1993³). L'enfant produit ces premiers dessins figuratifs vers 3 ans tandis que le tracé des premières lettres a lieu vers 4-5 ans. Il existe donc une antériorité du dessin. De plus, comme on a pu le voir précédemment, le tracé des premières lettres se fait lors d'exercices de copie, tâche au cours de laquelle l'enfant dessine les lettres.

Pour d'autres auteurs (Freeman, 2005), l'enseignement de l'écriture va entraîner une inhibition du dessin. Ce constat est fondé sur des études réalisées chez l'adulte mettant en évidence une plus grande automatisation de l'écriture que du dessin. Freeman propose alors de séparer l'enseignement de ces deux modalités afin de permettre à l'enfant d'inhiber plus facilement le dessin lorsqu'il écrit et d'acquérir une plus grande fluidité d'écriture.

³ in Freeman, 2005

Les deux positions ne sont pas en contradiction, l'un peut en effet précéder l'autre. La question est de déterminer à quel moment il est judicieux d'utiliser le dessin ou de différencier les deux modalités. C'est pourquoi la question de l'âge à partir duquel ces systèmes deviennent différenciés est d'un intérêt certain.

Nous allons maintenant voir que le développement de l'écriture peut également s'observer à travers l'évolution du pré-graphisme et des règles de productions graphiques.

2.2.2 Du pré-graphisme à l'écriture

Le pré-graphisme un stade préparatoire à l'écriture

Le pré-graphisme correspond à la capacité à produire des traits ou des formes non figuratives. Le pré-graphisme est un stade préparatoire à l'écriture car il permet la maîtrise progressive des formes de base requises pour écrire, telles que le cercle, le trait vertical, le trait horizontal, les diagonales et les ellipses.

Comme l'avons vu précédemment, au cours de son développement, l'enfant acquiert un certain nombre d'habiletés perceptivo-motrices. L'acquisition de ces habiletés perceptivo-motrices vont lui permettre de se constituer progressivement un répertoire de primitives graphiques (lignes ou traits, cercles, points, ellipses, arc de cercle, zigzag, boucles, spirales, remplissage, formes géométrique (cf. Figure 1).

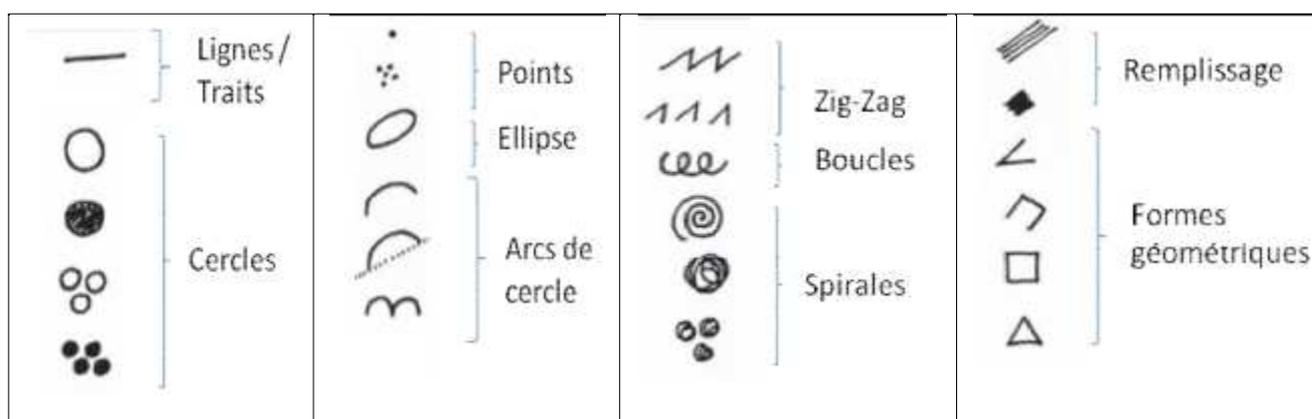


Figure 1 : exemples de primitives graphiques se constituant au cours du développement

Albaret (2004) a répertorié l'âge d'acquisition des grandes figures géométriques de base en fonction de 3 échelles : le « Test of Visual Motor Integration », l' « Echelle de Brunet-Lézine » et selon les « Normes de Ilg et Ames ». Il a repris ces données dans le tableau présenté ci-dessous (cf. Figure 2).

C'est à partir de 2 ans et demi que l'enfant commence à imiter des formes géométriques. Les traits verticaux puis horizontaux apparaissent à partir de 2 ans et demi. Vers 3 ans apparaissent des cercles dans le sens horaire. L'acquisition du sens anti-horaire se fera vers 4 ans. Entre 4 et 5 ans, l'enfant copie la croix, les diagonales, le carré et la croix oblique. Entre 5 et 6 ans il copie le triangle. Le losange n'est acquis qu'entre 6 et 8 ans.

Tableau 1 : Evolution de la copie de figures géométriques, en fonctions de l'âge, selon Beery [2], Brunet et Lézine, Ilg et Ames [14].

	Test of Visual Motor Integration	Echelle de Brunet-Lézine	Normes de Ilg et Ames
	2 ans 10 mois	2 ans 6 mois	
—	3 ans	2 ans 6 mois	
○	3 ans	3 ans	3 ans
+	4 ans 1 mois		4 ans
/	4 ans 4 mois		
□	4 ans 6 mois	4 ans	4 ans
\	4 ans 7 mois		
×	4 ans 11 mois		
△	5 ans 3 mois	5 mois	6 ans 6 mois
◇		6 ans	7 - 8 ans

Figure 2 : Evolution de la copie de figure en fonction de l'âge selon Beery, Brunet et Lézine et Ilg et Ames
Tableau issu de l'article : "Développement du dessin, des praxies constructives et de l'écriture" par Albaret (2004)

Selon Beery la capacité à dessiner 9 formes géométriques de base est un pré-requis à l'apprentissage de l'écriture. Ces formes de base sont : la ligne verticale, la ligne horizontale, le cercle, le carré, la croix, les diagonales, la croix oblique et le triangle.

Comme nous le verrons dans la partie 3, différentes études ont trouvé une corrélation significative entre la capacité à copier ces formes et celle à copier des lettres.

Du pré-graphisme à l'écriture : un changement des règles de production graphique

Comme nous l'avons déjà vu, c'est entre 4 et 6 ans qu'à lieu la phase de différenciation dessin-écriture. C'est également à cet âge qu'à lieu une autre étape de transition pendant laquelle s'opèrent des changements développementaux importants pour l'acquisition de l'écriture. Cette étape est celle de l'évolution des règles de production graphique.

Des gestes différents peuvent produire des traces identiques. Il existe cependant des constances dans la manière de réaliser le geste graphique. Dans leur étude Goodnow et Levine (1973)⁴ observent que la copie de dessin rectiligne suit des règles syntaxiques qu'ils ont regroupées sous le terme de « grammaire de l'action ». Ces règles concernent le point de départ du dessin, le sens de la progression du mouvement et le séquençage des mouvements (enchaînement continu ou discontinu des segments par exemple).

On assiste vers 5-6 ans à une phase de transition. Une évolution des règles de production graphique est en effet observée à cet âge, certainement en lien avec le début de l'apprentissage de l'écriture. Ainsi, pour écrire leurs premières lettres, les enfants suivent en général les mêmes règles de production que celles utilisées pour le dessin. Ces règles se modifient progressivement alors que les contraintes spécifiques à l'écriture se mettent en place (progressions gauche/droite et haut/bas).

Ceci est également observé avec le tracé de cercles. On observe en effet au cours du développement une inversion du sens de rotation préférentiel des cercles et des boucles. Les enfants pré-scripteurs tracent préférentiellement les boucles dans le sens horaire. Ainsi, d'horaire vers 3 ans, le sens de tracé devient anti-horaire vers 4 ans, moment où l'enfant se familiarise avec l'écrit. Le sens anti-horaire étant dominant dans l'écriture cursive, cette compétence particulière serait un pré-requis pour l'acquisition de l'écriture. C'est donc ce sens anti-horaire que les enfants scripteurs vont utiliser préférentiellement. (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013)

⁴ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

Nous nous intéressons particulièrement dans ce mémoire à cette étape de transition entre 4 et 6 ans, étape préparatoire à l'écriture. Cette étape de transition dans les règles de production graphique est fondamentale. Nous reviendrons donc plus en détail sur cette étape dans la cinquième partie traitant des défis de l'acquisition du geste d'écriture.

2.3 DES PREMICES DE L'ÉCRITURE A L'ÉCRITURE

Des prémices de l'écriture à la genèse de la lettre (de 3 à 6 ans)

Comment nous l'avons vu, entre 3 et 6 ans, les exercices de pré-graphisme permettent à l'enfant d'acquérir une maîtrise de l'outil et des formes de base entrant dans la réalisation des lettres. Parallèlement, à l'évolution du dessin et du pré-graphisme, des prémices de l'écriture commencent à se mettre en place. Ainsi entre 3 et 4 ans, la direction et la linéarité commencent à apparaître.

Gombert et Fayol (1992)⁵ ont observé l'évolution des gribouillis vers l'écriture de lettres chez des enfants entre 3 et 6 ans. Ils observent ainsi qu'entre 3 et 4 ans, l'écriture évolue de lignes ondulantes à des suites de cercles, de pseudo-lettres. Entre 4 et 5 ans, les enfants commencent à utiliser les lettres dans leur pseudo-écriture, initialement avec les lettres qui composent leur prénom (cf. Figure 3). Ils commencent également à copier quelques lettres majuscules.



Figure 3 : L'apparition de pseudo-lettres et de lettres dans le dessin entre 4 et 5 ans

⁵ in Bara & Gentaz, 2010

Entre 5 et 6 ans l'enfant écrit son prénom et peut copier un certain nombre de lettres minuscules et majuscules. Selon Zesiger (2000), les premières productions graphiques qui se rapprochent de la norme adulte sont en général les lettres du prénom. Elles sont recopiées sans que l'enfant ait conscience de l'association phonème-graphème. (Zesiger, 2000)

Le tracé des premières lettres consiste pour l'enfant à recopier des modèles de lettres. Comme nous l'avons vu les systèmes de production graphique sont encore indifférenciés. La copie de lettre est donc au début une tâche plus proche du dessin que de l'écriture proprement dite, l'enfant dessine des lettres en les recopiant. Ceci nécessite un important contrôle visuel. L'enfant se concentre essentiellement sur la forme et sur le respect du modèle proposé. Ainsi selon Bara (2007) « *Un conflit entre la réalisation de la forme des lettres et la trajectoire normalement associée à cette réalisation intervient souvent. Il se résout aux dépens du mouvement.* » L'enfant doit apprendre à réaliser et à contrôler des mouvements fins afin de produire les traits qui constituent les lettres.

Vers 5-6 ans l'enfant commence à associer la bonne trajectoire à la forme de la lettre. D'un point de vue descriptif, on constate à cet âge que les lettres sont tracées par une succession de traits. Elles subissent des modifications et des distorsions importantes avec notamment des déformations de la taille relative de ces différents traits. On observe des tremblements. Les courbes sont anguleuses, mal fermées ou trop fermées. Ces difficultés sont liées au niveau de développement perceptivo-moteur des enfants de cet âge. Il est important de noter que les variabilités interindividuelles sont grandes.

Selon Bara, « *Apprendre à écrire consiste globalement à acquérir une représentation visuelle de la lettre, qui guide sa production, et une représentation motrice, spécifique à chaque lettre. Cette acquisition se fait lentement et pose de nombreuses difficultés aux jeunes enfants.* » (Bara & Gentaz, 2007; Zesiger, 2000)

De la genèse de la lettre à l'écriture

C'est à l'âge de 6-7 ans, l'âge de l'entrée au cours préparatoire que va réellement débiter l'apprentissage de l'écriture. L'enfant continue à apprendre à former les lettres et apprend à les assembler en mots. Au début de l'apprentissage, l'attention est encore entièrement orientée vers le tracé des lettres.

Le mode de contrôle rétroactif domine, chaque lettre étant réalisée en boucle fermée. Le contrôle est principalement basé sur la vision. Ce mode de contrôle va continuer à dominer jusqu'à ce que les premiers automatismes moteurs se forment. De nombreux allers-retours entre le modèle et la production sont observés. Durant cette période, les lettres sont tracées une à une. la taille des lettres est grande et irrégulière. On observe des inversions de l'orientation des lettres (gauche-droite). (Bara & Gentaz, 2007)

Nous n'insisterons pas dans ce mémoire sur l'évolution de l'écriture après 6-7 ans. Notons simplement qu'il a été observé une évolution rapide de la qualité de l'écriture entre 6 et 8 ans puis un léger ralentissement vers 8-9 ans. Après 9 ans c'est la vitesse et la fluidité d'écriture qui progressent. Enfin, vers 11-12 ans l'écriture se personnalise afin d'aboutir à un compromis entre lisibilité, rapidité et style d'écriture. Progressivement, au cours de l'apprentissage, la réalisation du geste moteur va donc s'automatiser. L'automatisation et la maîtrise du tracé vont alors permettre de libérer des ressources attentionnelles et cognitives. Ces ressources pourront être utilisées pour gérer d'autres aspects de la production d'écriture (aspects orthographiques et de composition de textes par exemple). (Vinter & Zesiger, 2007)

Particularités développementales : La question du genre et de la latéralité

On peut noter rapidement que diverses variables individuelles ou contextuelles affectent l'écriture. Ainsi, le genre aurait une influence sur cette habileté, les filles semblant présenter des performances globalement supérieures à celles des garçons. Il n'existe par contre pas de différence entre gauchers et droitiers quant à la rapidité et la lisibilité de l'écriture. (Vinter & Zesiger, 2007)

Nous allons tenter à présent de déterminer si le niveau qualitatif de l'écriture est une caractéristique stable et constante dans le temps.

2.4 CONSTANCE DU NIVEAU D'ÉCRITURE AU COURS DU DÉVELOPPEMENT

Plusieurs études longitudinales ont cherché à déterminer si le niveau qualitatif de l'écriture est constant dans le temps. La plupart de ces études ont été réalisées sur des enfants de primaire.

Ces études ont ainsi mis en évidence que bien que l'écriture des enfants faibles scripteurs s'améliore avec l'âge, l'écriture reste toujours dégradée par rapport aux enfants du même âge.

Une mauvaise qualité d'écriture semble donc être une caractéristique stable dans le temps. (Mæland & Karlsdottir, 1991; Smits- Engelsman & van Galen, 1997⁶)

Peu d'étude de ce genre ont été réalisées à partir de la maternelle. Marr et Cemak (2003) ont réalisé une étude ayant pour objectif de déterminer la constance du niveau d'écriture, de la dernière année de maternelle à la première année de primaire. Cette étude a été réalisée sur une période de 15 mois. Les auteurs définissent la constance de l'écriture comme un niveau qualitatif d'écriture qui persiste avec le temps. Cette définition ne signifie pas que la capacité ne s'améliore pas dans le temps mais que la qualité par rapport au groupe de pairs ne varie pas.

L'analyse des données individuelles montrent que 60% des enfants ont des performances constantes entre la maternelle et la première année de primaire. Les résultats montrent également que 42% des enfants du groupe présentant les plus faibles résultats à un test de copie de lettres (mesurés par l'échelle « Scale of Children Readiness in PrinTing : « SCRIPT ») en maternelle continuent à présenter des résultats dégradés en première année de primaire. Bien que les enfants présentant un niveau inférieur constant représentent moins de la moitié de ceux identifiés en maternelle, les auteurs suggèrent que ce petit groupe risque d'être confronté à des difficultés d'écriture croissante si les déficits n'étaient pas pris en charge.

Ils suggèrent ainsi qu'une intervention ciblée auprès de ces enfants pourrait affecter positivement les performances des enfants qui auraient sinon continué à présenter de faibles performances d'écriture. (Marr & Cemak, 2003)

Il est important de noter que l'évaluation de l'écriture se fait ici sur la base d'un test de copie de lettres et que les enfants en grande section de maternelle n'en sont qu'aux prémices de l'apprentissage de l'écriture. Si, chez les jeunes enfants, l'évaluation de la copie de lettre, seule ne semble pas suffire pour prédire de futures difficultés d'écriture. Il pourrait être pertinent de l'associer à une évaluation des facteurs qui influencent les habiletés d'écriture afin d'identifier les enfants à risque de développer des difficultés d'écriture. Ces facteurs seront détaillés dans la partie 4.

⁶ in Marr & Cemak, 2003

3 L'APPRENTISSAGE DE L'ECRITURE

Le développement de l'écriture résulte d'un apprentissage. Nous verrons dans un premier temps les modèles théoriques relatifs à l'apprentissage de l'écriture puis dans un deuxième temps comment se déroule cet apprentissage en France. Enfin nous verrons s'il est possible d'identifier si l'enfant est prêt pour cet apprentissage.

3.1 MODELES THEORIQUES RELATIFS A L'APPRENTISSAGE DE L'ECRITURE

Plusieurs modèles de production de l'écriture ont été élaborés. La plupart sont des modèles basés sur l'écriture adulte, nous ne les aborderons pas dans ce mémoire. Nous aborderons deux modèles qui décrivent plus particulièrement les processus d'apprentissage de l'écriture : le modèle de Graham et al. (2006) et le modèle *AVITEWRITE*.

3.1.1 Le modèle de Graham et al.

Graham et al. (2006)⁷ décrivent un modèle spécifique pour les jeunes enfants qui apprennent l'écriture. Ces auteurs envisagent l'apprentissage de l'écriture comme un apprentissage moteur. Ils reprennent ici la notion de programme moteur, notion issue des théories hiérarchiques du contrôle moteur. Dans cette approche, le système nerveux central prescrit au système effecteur les caractéristiques du mouvement à produire par l'intermédiaire d'un programme moteur. Ce programme moteur définirait les régularités spatio-temporelles du mouvement à exécuter. Les règles de paramétrisation permettraient alors d'adapter le programme moteur aux spécificités de la tâche.

Ces auteurs font l'hypothèse que lorsque l'enfant est capable de copier une lettre, c'est qu'il a acquis le programme moteur de la lettre. Ils décrivent alors trois étapes dans la production d'une lettre (des perturbations pouvant intervenir à chaque étape et entraîner des difficultés d'écriture). Ces 3 étapes sont :

- 1) La mobilisation du programme moteur de la lettre ;
- 2) Le paramétrage visuo-spatial qui correspond au choix de l'endroit où placer la lettre sur la feuille,
- 3) Le paramétrage des lettres c'est à dire la mobilisation des paramètres de force et de vitesse pour réaliser la lettre.

⁷ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

3.1.2 Le modèle AVITEWRITE de Grossberg et Paine

Grossberg et Paine (2006)⁸ ont quant à eux, élaboré, à partir d'éléments théoriques du contrôle moteur et des recherches en neurosciences cognitives, le modèle AVITEWRITE. Ce modèle décrit les voies neurologiques impliquées dans l'apprentissage des courbes de l'écriture. La Figure 4 ci-dessous illustre ce modèle.

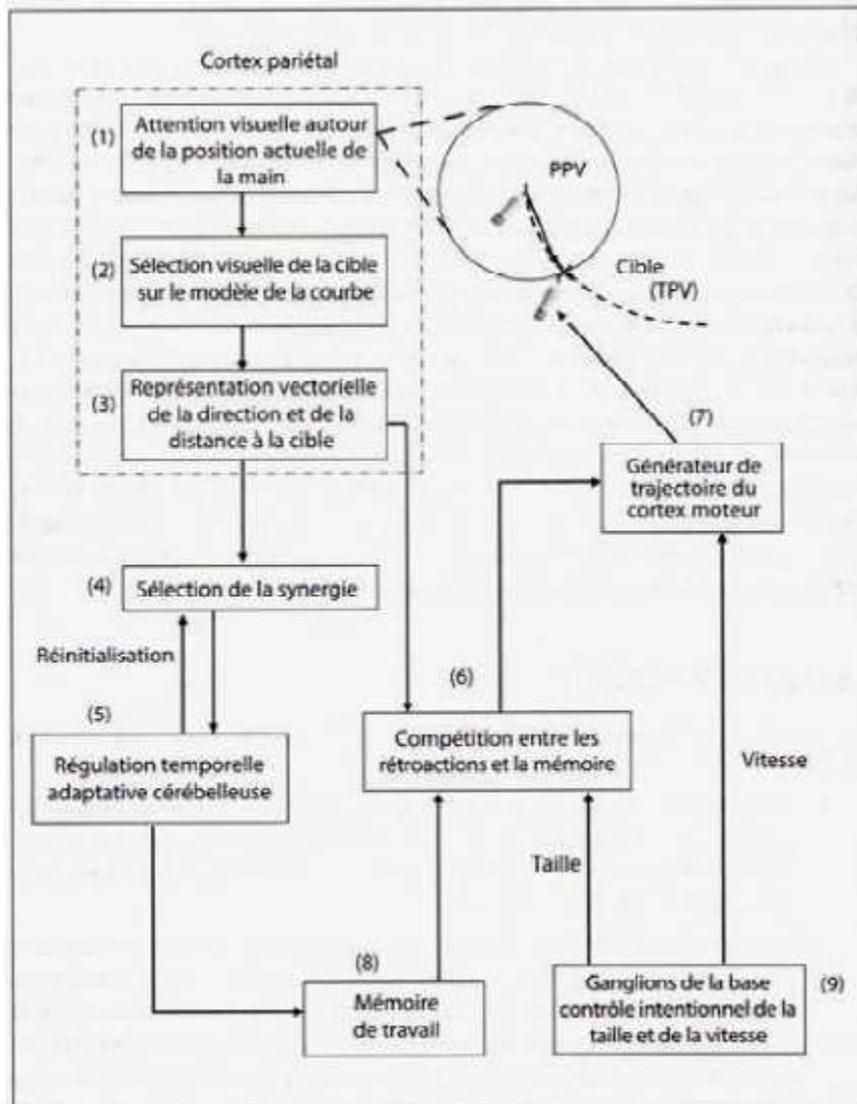


Figure 4 : Architecture du modèle AVITEWRITE

Les nombres entre parenthèses indiquent l'ordre de la discussion dans le texte. PPV : Vecteur Position actuelle ; TPV : Vecteur Position Cible. (Tiré de Albaret, Kaiser, & Soppelsa, *Troubles de l'écriture chez l'enfant: des modèles à l'intervention*, 2013, p24).

Au début du mouvement, l'attention visuelle permet :

- de positionner la main au point déterminé pour le début de la courbe (vecteur position actuelle ou PPV) **(1)**,

⁸ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

- d'évaluer la position cible (vecteur position cible ou TPV) vers laquelle la main doit se déplacer **(2)**.

Une représentation vectorielle de la distance et de la direction du mouvement à réaliser pour que la main se déplace du point initial au point cible est programmée (vecteur différentiel) **(3)**. Ce vecteur différentiel active les synergies musculaires appropriées **(4)** afin de réaliser le mouvement vers la position cible.

Au même moment, un système de régulation temporelle au niveau cérébelleux **(5)** stocke le patron d'activation de synergies musculaires appris pour ce mouvement.

Cette mémoire motrice cérébelleuse coopère ou entre en compétition avec les rétroactions visuelles **(6)** pour adapter et contrôler le mouvement en intervenant sur le générateur de trajectoire cortical **(7)**.

La mémoire de travail **(8)** stocke temporairement les commandes motrices apprises. La vitesse et la taille de la trajectoire à générer sont, quant à elles, contrôlées par les ganglions de la base **(9)**. Lorsqu'une erreur est détectée, le mouvement est corrigé par le contrôle visuel, une nouvelle mémorisation de l'activation des synergies musculaires est alors formée. (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, *Troubles de l'écriture chez l'enfant: des modèles à l'intervention*, 2013)

Ce modèle décrit uniquement l'apprentissage des boucles présentes dans l'écriture cursive mais ne précise pas comment l'enfant passe de la maîtrise des boucles à l'apprentissage de l'écriture. Chez l'enfant, les différents mécanismes mis en jeu dans l'apprentissage de l'écriture ne sont pas entièrement connus à ce jour.

3.2 L'APPRENTISSAGE DE L'ÉCRITURE AU COURS DES ANNEES DE MATERNELLE

Le Bulletin officiel de l'éducation nationale du 19 juin 2008, précise le programme de l'école maternelle. Dans la section « Se préparer à apprendre à lire et à écrire », « Apprendre les gestes de l'écriture », il est ainsi précisé que « *les enfants observent et reproduisent quotidiennement des motifs graphiques afin d'acquérir le geste le mieux adapté et le plus efficace. L'entrée dans l'écriture s'appuie sur les compétences développées par les activités graphiques (...). L'écriture cursive est proposée à tous les enfants, en grande section, dès qu'ils en sont capables ; elle fait l'objet d'un enseignement guidé afin que ces premières habitudes installées favorisent la qualité des tracés et l'aisance du geste.* » (Bulletin officiel de l'éducation nationale, hors-série n° 3 du 19 juin 2008). Ainsi, en France, l'enseignement du geste d'écriture commence en grande section de maternelle.

Avant cet âge, les enfants apprennent à écrire les capitales et développent les compétences nécessaires à l'écriture par l'intermédiaire d'exercices de pré-graphismes (enchaînements de lignes simples, courbes, continues...).

A la fin de l'école maternelle l'enfant doit être capable de :

- « reconnaître et écrire la plupart des lettres de l'alphabet;
- copier en écriture cursive, sous la conduite de l'enseignant, de petits mots simples dont les correspondances en lettres et sons ont été étudiées;
- écrire en écriture cursive son prénom. » (Bulletin officiel de l'éducation nationale, hors-série n° 3 du 19 juin 2008)

C'est à l'âge de 6 ans, âge de l'entrée au cours préparatoire que l'enfant apprend à lier le code graphique aux sons par la lecture et par l'écriture. Dans la suite des études, le système scolaire s'appuie sur l'écriture manuscrite comme support des apprentissages et considère l'écriture comme un acquis.

Une note de synthèse sur « L'enseignement du graphisme et de l'écriture dans quelques écoles maternelles du département du Gard » réalisée par l'IEN mission maternelle met en avant un certain nombre de difficultés. Cette note de synthèse relève ainsi que les enseignants conscients des exigences attendues mettent en place trop tôt un apprentissage structuré de l'écriture alors que certains enfants n'en ont pas encore les compétences. A cet âge, les élèves ont des capacités très variables, et ce « non pas en terme de « difficulté scolaire » mais plutôt en terme de « capacités à faire ». Cette hétérogénéité est peu prise en compte dans les classes. Cette note préconise une individualisation de la pédagogie de l'écriture, avec un enseignement différencié selon les compétences de l'enfant. Elle précise toutefois que cet enseignement différencié selon les besoins des élèves est difficile à mettre en place en l'état actuel des choses. Il faudrait donc pour enseigner l'écriture prévoir des dispositifs adaptés. (IEN mission maternelle du Gard, 2010)

Un changement des programmes est prévu pour la rentrée 2014. Un rapport ministériel de 2011 soulignait en effet que l'école maternelle adopte les méthodes pédagogiques de l'école élémentaire indiquant que « le modèle scolaire élémentaire a envahi toute l'école maternelle », et notamment dans le domaine de l'acquisition du geste d'écriture, où « trop souvent c'est une démonstration unique et peu commentée du geste qui est proposée aux enfants qui doivent ensuite le reproduire, parfois sans surveillance de l'adulte qui ne regarde que les traces finales dans

lesquelles il ne peut retrouver ni les conditions (...), ni les modalités (sens des tracés) de production. De mauvaises habitudes peuvent se fixer ainsi très tôt. » (Rapport n° 2011-108, L'école maternelle, 2011). La loi d'orientation et de programmation pour la refondation de l'école de la République a posé le principe d'une redéfinition des missions de l'école maternelle. De nouveaux programmes pour l'école maternelle devraient être proposés prochainement.

Comme nous venons de le voir, de plus en plus, des leçons d'écriture sont dispensées en maternelle. Mais à cet âge les enfants sont-ils prêts à bénéficier de cet apprentissage ?

3.3 APTITUDE À ÉCRIRE OU « WRITING READINESS »

De nombreux auteurs ont cherché à déterminer à quel âge un enfant est prêt à apprendre à écrire. Il n'y a pas unanimité de la part des chercheurs sur cette question. Plus qu'une question d'âge, il semble que ce soit une question d'aptitude à apprendre à écrire. En effet si l'écriture relève d'un apprentissage, elle ne peut être apprise que lorsque le développement de l'enfant est suffisant pour lui permettre de bénéficier de cet apprentissage. Un apprentissage de l'écriture est parfois dispensé à certains enfants qui n'ont pas acquis les habiletés nécessaires à l'écriture. N'étant pas prêts à bénéficier de cet apprentissage, ils pourraient développer de mauvaises habitudes difficiles à corriger par la suite.

Comment alors déterminer si un enfant possède les capacités requises pour apprendre à écrire ? C'est ce que certains auteurs ont essayé de déterminer, définissant ainsi le concept de « writing readiness » ou « l'aptitude à être prêt pour écrire » que nous allons décrire maintenant.

Le terme de "Readiness" est un terme anglais qui décrit les compétences de base présentes avant que l'enfant n'apprenne une nouvelle tâche. Sovik (1975) définit la notion de "writing readiness" comme avoir les compétences ou caractéristiques nécessaires pour bénéficier de façon satisfaisante des instructions données lors de l'apprentissage de l'écriture. Différentes études ont tenté de spécifier cette aptitude à écrire

Selon Lamme (1979)⁹, ce qui est important c'est de respecter les différents degrés de maturité et de développement des enfants.

⁹ in Marr, Windsor, & Cernak, 2001

Il retient six pré-requis nécessaires avant l'apprentissage de l'écriture :

- le développement des muscles fins,
- des capacités de coordination oculo-manuelle,
- la capacité de manipuler des outils scripteurs,
- la capacité à copier des figures comme les cercles et les lignes,
- la reconnaissance des lettres,
- une familiarisation avec le langage écrit.

Beery, (1989)¹⁰, quant à lui, a défini la capacité à apprendre à écrire sur la base de la capacité de l'enfant à copier des formes géométriques. Le Developmental Test of Visual-Motor Integration de Beery (1967) appelé VMI est un test, destiné à des enfants âgés entre 2 et 12 ans. Il comporte notamment une épreuve visuomotrice portant sur la copie de 24 formes géométriques. Comme nous l'avons évoqué précédemment la capacité à reproduire les 9 premières figures (la ligne verticale, la ligne horizontale, le cercle, la croix, les 2 diagonales, le carré, la croix oblique et le triangle) constituerait, selon Beery, un pré-requis à l'apprentissage de l'écriture. La relation entre le VMI et l'écriture a été investiguée par de nombreuses autres études.

Chez les enfants de maternelle, ces relations ont été investiguées en examinant le lien entre le VMI et l'échelle « Scale of Children's Readiness in PrinTing » (SCRIPT), test qui évalue la capacité à copier des lettres lisiblement chez les enfants de maternelle. Les résultats des différentes études réalisées à ce sujet rapportent une forte corrélation entre ces 2 tests (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013). Les enfants de maternelle capables de copier ces 9 figures peuvent en effet copier plus de lettres que ceux qui n'en sont pas capables. La capacité à reproduire les 9 neuf figures de base serait donc un indicateur de la capacité à apprendre à écrire et un prédicteur concernant la performance d'écriture. Il pourrait permettre d'aider les thérapeutes à identifier les enfants à risque de développer des difficultés d'écriture.

L'acquisition de l'écriture semble influencée par certains aspects du développement psychomoteur. Quelles sont les habiletés perceptivo-motrices et cognitives en lien avec l'écriture ?

¹⁰ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

L'évaluation des habiletés perceptivo-motrices et cognitives sous-jacente à l'écriture peut-elle permettre d'identifier si un enfant est à risque d'éprouver des difficultés d'écriture ?

4 HABILITES PERCEPTIVO-MOTRICES ET COGNITIVES EN LIEN AVEC

L'ECRITURE : IDENTIFICATION DES FACTEURS DE RISQUE POUVANT INFLUENCER L'ACQUISITION DE L'ECRITURE

L'écriture est une habileté complexe qui nécessite le support de différentes habiletés perceptivo-motrices et cognitives. Pour identifier si un enfant est à risque d'éprouver des difficultés d'écriture, il faut que tôt dans la vie d'un enfant, on puisse déterminer quels éléments influenceront cet apprentissage. En ayant davantage de connaissances sur la nature et l'importance de ces éléments, nous pourrions mieux préparer ces enfants pour l'apprentissage de l'écriture.

Différentes études ont permis de déterminer quels éléments influencent la qualité et la vitesse d'écriture. C'est ce que nous allons aborder à présent, en insistant plus particulièrement sur l'influence de la motricité fine et de l'intégration visuomotrice, deux habiletés particulièrement impliquées comme l'ont rapporté Feder et Majnemer dans leur revue de littérature. (Feder & Majnemer, 2007)

4.1 MOTRICITE FINE, DEXTERITE MANUELLE ET DIGITALE

Plusieurs études ont montré qu'il existait un lien entre la motricité fine et l'écriture. Ainsi, Smits-Engelsman et al. (2001)¹¹ ont montré que la majorité des enfants faibles scripteurs présentaient également un faible score à des épreuves de motricité fine, tandis que les enfants bons scripteurs n'ont pas de résultats inférieurs à la norme dans ce domaine. Hamstra-Bletz et Blote (1993)¹² montrent quant à eux que les difficultés d'écriture sont à relier avec un manque de contrôle moteur de la motricité fine.

Au sein de la motricité fine, voyons plus précisément quelles habiletés sont impliquées dans l'écriture. Des études sur l'influence de la dextérité manuelle d'une part et de la dextérité digitale d'autre part ont été réalisées.

¹¹ in Feder & Majnemer, 2007
¹² in Feder & Majnemer, 2007

La dextérité manuelle correspond selon Albaret & Soppelsa à « *la capacité à faire habilement et de façon contrôlée des manipulations avec le bras et la main sur des objets relativement gros* » (p. 86) tandis qu'ils définissent la dextérité digitale comme « *la capacité à faire rapidement et habilement des mouvements contrôlés dans la manipulation de petits objets où l'utilisation des doigts est prédominante* » (Albaret & Soppelsa, 1999)

Selon Kaiser (2009), la dextérité manuelle ne joue qu'un faible rôle dans la qualité d'écriture, tandis que la dextérité digitale a une influence sur cette dernière. L'écriture nécessite en effet une dissociation et un contrôle fin des mouvements des doigts. Elle précise que la dextérité digitale a une valeur prédictive de la qualité d'écriture. Un enfant présentant de faibles performances de dextérité digitale pourrait donc être à risque d'éprouver des difficultés lors de l'apprentissage de l'écriture. (Kaiser, 2009)

Selon Exner (1989), les mouvements de manipulation dans la main et notamment les mouvements de translation d'objets dans la main (c'est-à-dire la capacité à déplacer l'objet des doigts à la paume de la main, ou de la paume aux doigts) sont engagés dans l'action d'écrire (Exner, 1989 in Feder & Majnemer, 2007). En effet, comme pour les mouvements d'écriture, ce type de mouvements nécessite de stabiliser les doigts 4 et 5 tandis que les doigts 1,2 et 3 sont mobiles. Cornhill & Case-Smith (1996)¹³ montrent ainsi que les enfants ayant de faibles performances en écriture obtiennent également de moins bonnes performances dans des tâches de translation et de rotation d'objets dans la main. Feder et al. (2005)¹⁴ montrent quant à eux que les mouvements de translation d'objets constituent un important prédicteur de la vitesse d'écriture.

La précision motrice fine, et plus précisément la dextérité digitale et la capacité à réaliser des mouvements de translation d'objet dans la main, est donc identifiée comme une habileté ayant une influence sur la qualité et la vitesse de l'écriture. Un enfant présentant de faibles performances dans ce domaine pourrait être à risque d'éprouver des difficultés lors de l'apprentissage de l'écriture.

¹³ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013
¹⁴ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

4.2 INTEGRATION VISUOMOTRICE

Plusieurs études ont mis en évidence une corrélation entre l'intégration visuomotrice et les habiletés d'écriture et présentent l'intégration visuomotrice comme un fort prédicteur des capacités d'écriture.

Il existe de nombreuses définitions de l'intégration visuomotrice. Beery (2004)¹⁵ définit l'intégration visuomotrice comme la coordination entre la perception visuelle et la coordination des mouvements des doigts et de la main. Pour Gentile (1997)¹⁶, l'intégration visuo-motrice comprend des composantes motrices visuelles (poursuite oculaire, balayage, ...), des composantes visuelles perceptives et des composantes motrices (contrôle moteur et praxies). Pour Benois & Soppelsa, (1996)¹⁷ l'intégration visuo-motrice est l'association de la coordination oculo-manuelle et de la visuo-construction. Le terme intégration visuomotrice semble donc être utilisé comme terme générique d'un ensemble de capacités.

Dans la plupart des études, les liens entre l'intégration visuomotrice et l'écriture ont été investigués à l'aide du test développemental d'intégration visuomotrice (VMI) et plus particulièrement par l'évaluation de la capacité à copier des figures géométriques de complexité croissante.

Le tracé des premières lettres se fait lors d'exercices de copie. Au début de l'apprentissage des lettres, la tâche de copie de lettre peut ainsi être assimilée à une tâche de copie de forme. Par ailleurs, comme c'est le cas dans la formation des lettres, la copie de forme nécessite des capacités de perception visuelle et de contrôle du mouvement lors des changements de direction. La capacité à copier des formes semble donc importante au début de l'apprentissage de l'écriture.

C'est ce que confirment différentes études. En effet, bien que les résultats des différentes études soient parfois contradictoires, la relation entre la capacité à copier des formes et les capacités d'écriture semble particulièrement forte chez le jeune enfant qui n'a pas commencé ou débute l'apprentissage de l'écriture. La plupart des études montrent ainsi une corrélation importante entre la capacité à copier des formes géométriques et la capacité à copier des lettres chez les enfants de maternelle (Kaiser, 2009). Par ailleurs comme on a pu le voir précédemment, la capacité à copier les 9 formes de bases du VMI est considérée comme prédictive.

¹⁵ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013
¹⁶ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013
¹⁷ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

En plus de cette capacité à copier des formes, une autre capacité est, selon certains auteurs, incluse dans l'intégration visuomotrice. Elle correspond à la capacité à tracer un trait entre 2 lignes plus ou moins étroites ou sinueuses, s'apparentant à une épreuve de coordination oculo-manuelle. La plupart des recherches trouve cependant un lien modéré entre cette compétence et le niveau d'écriture des enfants (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013).

En grande section de maternelle, moment où les enfants vont débiter l'apprentissage de l'écriture, et alors que la phase de transition dessin-écriture est en cours, les capacités d'intégration visuomotrice, et en particulier la capacité à copier des formes géométriques, semblent ainsi fortement impliquées dans l'acquisition de l'écriture. Au vu de ces éléments, il peut être bénéfique d'exercer cette capacité lorsque celle-ci est déficitaire.

4.3 AUTRES FACTEURS ETUDIÉS

L'influence d'autres capacités perceptives et motrices ont été étudiées. Feder et Majnemer (2007) indiquent dans leur revue de littérature que les liens entre l'écriture et la perception visuelle, la kinesthésie et la sensibilité des doigts restent flous. On peut noter toutefois, concernant la perception visuelle, que dans le cas d'enfants porteurs de Troubles de l'Acquisition des Coordinations (TAC) ou d'enfants prématurés, les études ayant investigué la relation entre la visuoperception et la qualité de l'écriture relèvent un lien entre ces deux domaines (Feder et al., 2005 ; Volman et al., 2006 in Kaiser, 2009).

Dans le domaine des fonctions cognitives (langage et attention), peu de recherches ont été menées et elles ne permettent pas de définir clairement leur rôle dans l'acquisition du geste d'écriture. Concernant l'attention, si peu d'études ont investigué les liens entre attention et écriture, on sait cependant que les enfants ayant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH) présentent souvent des difficultés d'écriture. Chez ces enfants, la prise de méthylphénidate améliore la qualité de l'écriture, ce qui suggère que l'amélioration de l'attention pourrait avoir un impact sur l'écriture. Kaiser précise qu'une amélioration de l'attention pourrait augmenter le contrôle volontaire de l'écriture (Kaiser, 2009). On sait par ailleurs que l'attention a une influence importante sur tout apprentissage avant son automatiser (Goudreau, 2000). L'attention pourrait donc jouer un rôle

plus important en début d'apprentissage, alors que le geste n'est pas encore automatisé et nécessite encore un contrôle volontaire.

4.4 CONCLUSION

Il existe chez les jeunes enfants d'âge préscolaire (maternelle) deux facteurs principaux ayant une influence prouvée sur l'écriture : l'intégration visuomotrice et la dextérité digitale. On peut donc supposer qu'au moment où l'enfant apprend à écrire, ces deux habiletés constituent des bases indispensables pour bénéficier de l'apprentissage de l'écriture et qu'un déficit de ces habiletés peut perturber cette acquisition.

Ces habiletés sont également considérées comme prédictives des habiletés ultérieures en écriture. Les enfants présentant de faibles performances dans ces domaines semblent donc à risque de développer des difficultés d'écriture. Ces conclusions suggèrent donc que l'évaluation des capacités d'écriture chez les enfants de maternelle doit se centrer sur ces deux facteurs sous-jacents.

5 LES DEFIS DE L'ACQUISITION DU GESTE D'ECRIURE CHEZ LE JEUNE ENFANT

L'étude des mouvements d'écriture a permis d'identifier un certain nombre de caractéristiques stables d'un scripteur à l'autre, comme par exemple la continuité du mouvement et le sens d'écriture. On ne forme pas les lettres au hasard. Le tracé de lettres est une activité pour laquelle il existe des règles de production graphique.

Afin de respecter ces règles, l'enfant doit procéder à un certain nombre d'adaptations dans celles qu'il utilise pour dessiner. Il s'opère ainsi chez le jeune enfant entre 4 et 6 ans des changements importants pour l'acquisition de l'écriture. C'est ce que nous allons voir à présent.

5.1 REGLES DE PRODUCTION GRAPHIQUE ET ECRITURE

5.1.1 Influence de la grammaire de l'action sur l'écriture

Comme nous l'avons vu précédemment, les mouvements de dessin du jeune enfant répondent à des règles dites « syntaxiques ». Certains auteurs se sont intéressés aux régularités systématiques qui sous-tendent la production de la forme des lettres.

Puisque le tracé des premières lettres s'apparente à une tâche de dessin, ils ont cherché à comprendre de quelle manière les règles de production du dessin influencent la façon de tracer les lettres.

Pour le comprendre, ces auteurs se sont intéressés aux travaux de Goodnow et Levine¹⁸ qui ont regroupé ces règles sous le terme de « grammaire de l'action » (cf. Annexe 1). Pour rappel, ces règles concernent le choix du point de départ (haut, gauche), le sens de la progression du mouvement (de haut en bas pour les verticales, gauche à droite pour les horizontales), et le séquençage du mouvement (préférence pour un enchaînement continu des segments). Pour ces auteurs, plus les enfants sont âgés plus ils suivent ces règles de production graphique.

Dans une série d'études, Simner (1981, 1984)¹⁹ a tenté de mesurer l'applicabilité des principes de Goodnow et Levine sur l'écriture des lettres. Dans une de ces études, il est demandé à 172 enfants de la maternelle au CE1 d'écrire des lettres en majuscules d'imprimerie et en minuscules et les nombres de 1 à 9. Les enfants de maternelle, qui n'ont reçu aucune instruction formelle, utilisent le même trait de départ pour tracer la plupart des lettres et des chiffres et adhèrent à la règle de départ en haut et à gauche et à la règle de tracé continu. Cependant, la production d'un certain nombre de lettres entraîne des conflits dans l'application des règles de grammaire de l'action et en limite l'application. Ces conflits sont alors résolus selon des procédures propres à chaque enfant. Les règles de la grammaire de l'action ne sont donc pas systématiquement utilisées lors de l'acquisition de l'écriture.

Cependant, une étude de Khalid et al. (2010)²⁰ montre que plus les règles de « grammaire de l'action » sont intégrées par l'enfant, plus l'écriture est conforme aux attentes. Dans cette étude, l'auteur montre en effet que les enfants bons écrivains sont ceux qui, lorsqu'on leur demande des tâches graphiques non en rapport avec l'écriture suivent les règles de la grammaire de l'action et que les enfants qui ont de la difficulté à apprendre à écrire utilisent moins ces règles.

La littérature a établi que l'application de ces règles évolue avec l'âge et serait liée à différents facteurs (contraintes biomécaniques, économie de programmation, latéralité, type de forme à produire).

¹⁸ in Vinter & Marot, 2003
¹⁹ in Graham & Weintraub, 1996
²⁰ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

Il semble en effet que ces règles évoluent au cours du développement, notamment au moment de l'apprentissage de l'écriture. C'est ce que d'autres auteurs ont cherché à préciser.

5.1.2 Evolution de ces règles de production graphique chez les jeunes enfants

Une étude réalisée par Vinter (2003) met ainsi en évidence que la hiérarchie des règles de production graphique dépend de l'âge. Elle constate notamment qu'un changement développemental important intervient entre 5 et 6 ans. Avant cet âge, chez les très jeunes enfants les directions des mouvements sont guidées par des références égocentrées. Les mouvements graphiques s'ancrent en un point proche du corps et se dirigent vers l'extérieur. Ces directions vont donc de bas en haut pour les verticales, de gauche à droite pour la main droite, et de droite à gauche pour la main gauche. Les jeunes enfants ont également tendance à partir du même point de départ pour le premier et le deuxième segment.

Entre 5 et 6 ans on observe une restructuration du comportement graphique : le principe de départ en haut (règle de progression haut-bas) et la règle de traçage en continu dominant. Chaque fin de segment devient le début de l'autre. Les enfants adoptent un mode d'ancrage fluide. Progressivement, l'enfant va déterminer le point de départ et la direction de progression de manière à permettre un traçage en continu. Ce changement intervient au moment où l'enfant commence l'apprentissage des lettres. (Vinter & Marot, 2003)

Au cours du développement les règles de production graphique vont donc devoir évoluer. L'émergence de ces changements peut s'expliquer non seulement par la maturation du système moteur mais également par l'apprentissage de l'écriture. Les règles de production du dessin semblent influencer l'écriture, et de la même manière il semble que l'apprentissage de l'écriture engendre par la suite des changements dans ces règles.

Un autre changement important intervient, qui concerne le sens de rotation préférentiel lors de la formation de cercles.

5.1.3 Sens de rotation préférentiel et écriture

Van Sommers (1984)²¹ décrit un principe général d'exécution des cercles: le « Start-Rotation-Principle » (SRP). L'application du SRP prévoit que le tracé circulaire initialisé au-dessus de la diagonale 5 heures / 11 heures progresse dans le sens anti-horaire alors que les points de départ situés en dessous de cette ligne initient des tracés dans le sens horaire. L'application du SRP se consolide entre 4 et 9 ans. On assiste ainsi au cours du développement à une migration du point de départ de tracé du bas vers le haut du cercle, conduisant progressivement à une inversion du sens de progression du tracé du sens horaire au sens anti-horaire.

Les enfants de 3-4 ans débutent plus fréquemment leur cercle en bas à gauche. Le sens de rotation préférentiel du jeune enfant avant 3-4 ans est donc en général horaire pour sa main droite. Le sens anti-horaire n'est pas utilisé spontanément à cet âge car il impose des contraintes motrices fortes. Ce n'est que vers 4 ans que les enfants sont capables de produire des cercles dans le sens anti-horaire. Entre 4 et 5 ans les deux versions du principe sont employées. Puis vers 5-6 ans, les enfants vont utiliser un départ en haut à gauche avec une rotation anti-horaire. Au cours du développement, le sens de rotation préférentiel va ainsi passer du sens horaire au sens anti-horaire. (Detable & Vinter, 2003)

Il semble que ce changement dans l'ordre préférentiel du tracé soit la conséquence de l'apprentissage de l'écriture. Le sens anti-horaire correspond en effet au sens de rotation dominant de notre système d'écriture. Les études sur l'hébreu (qui s'écrit de droite à gauche) confirme cette hypothèse en montrant que, contrairement aux langues qui utilisent l'alphabet latin, aucun changement n'est observé dans le sens du tracé des cercles chez les enfants qui apprennent à écrire en hébreu. Les règles particulières de production concernant l'activité d'écriture émergeraient donc avec la familiarisation avec l'écrit. (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013)

Le changement du sens de rotation préférentiel est un pré-requis pour l'acquisition de l'écriture. Ce changement peut être une acquisition difficile pour le jeune enfant. (Bara & Gentaz, 2010)

¹ In Detable & Vinter, 2003

5.1.4 Connaissances implicites sur les règles de production motrice

Bonneton et al (2012) ont réalisé une étude montrant que les enfants pré-scripteurs possèdent une connaissance de certaines caractéristiques du mouvement d'écriture avant de maîtriser le geste d'écriture. En effet, lorsqu'ils observent un mouvement d'écriture, les élèves de maternelle montrent une sensibilité à la caractéristique de continuité de ce mouvement, mais le statut implicite de cette information ne leur permet pas d'expliquer cette caractéristique. Les enfants régulièrement confrontés au mouvement semblent donc avoir progressivement et implicitement appris qu'un mouvement d'écriture est un mouvement continu avant même que l'écriture cursive ne fasse partie de leur répertoire moteur. Les résultats de l'étude laissent ainsi supposer que les connaissances sur le mouvement d'écriture sont, dans un premier temps, des connaissances qui ne sont pas verbalisables et qui ne sont pas nécessairement accessibles à la conscience. (Bonneton-Botté, De La Haye, Marec-Breton, & Bara, 2012)

Les auteurs précisent également que, bien que leur recherche n'apporte pas de réponse sur ce point, il semble que l'apprentissage implicite soit effectif dans l'acquisition du geste d'écriture (Vinter & Chartrel, 2010²²). Nous y reviendrons dans la partie suivante détaillant une proposition de prise en charge des enfants à risque de présenter des difficultés d'acquisition de l'écriture.

5.1.5 Conclusion

Dès l'école maternelle, les enfants acquièrent des compétences nécessaires à l'acte d'écriture. Afin de respecter les règles de production imposées par les lettres, l'enfant va ainsi devoir procéder à un certain nombre d'adaptations dans les règles qu'il utilise pour dessiner. Il s'opère donc chez le jeune enfant entre 4 et 6 ans des changements dans certaines règles de production graphiques.

Les enfants de cet âge vont devoir relever un certain nombre de défis afin d'acquérir le geste d'écriture. Le changement de certaines règles et notamment le changement du sens de rotation préférentiel, pré-requis pour l'acquisition de l'écriture, est en effet une acquisition difficile pour le jeune enfant. La stabilisation de ces règles de production graphique va se mettre en place progressivement et nécessiter un entraînement intensif (Bara & Gentaz, 2010)

¹ In Bonneton-Botté, De La Haye, Marec-Breton, & Bara, 2012

Si pour la majorité des enfants cette transition ne posera pas de problème, certains enfants pourront éprouver des difficultés dans cette phase de transition. Comment aider les enfants à risque de développer des difficultés d'écriture à relever ces défis dans l'acquisition du geste d'écriture ?

Un des axes de prise en charge pourrait être de faire émerger et stabiliser chez le jeune enfant les règles de production graphique nécessaires à l'acquisition de l'écriture afin de faciliter ensuite son apprentissage. C'est ce que nous allons voir à présent.

5.2 COMMENT AIDER LES ENFANTS A RELEVER CES DEFIS : UNE PROPOSITION DE PRISE EN CHARGE

Nous avons vu qu'il était possible d'identifier avant même l'acquisition de l'écriture si un jeune enfant était à risque de développer des difficultés ultérieures dans l'acquisition de l'écriture. Nous avons également vu quel pouvait être l'intérêt de prendre en charge ces enfants précocement afin de les aider et ce avant même l'apprentissage de l'écriture. Comment accompagner ces jeunes enfants dans l'acquisition du geste l'écriture ?

5.2.1 Implémenter des constantes de graphisme et les règles de production graphiques propres à l'écriture

L'acquisition de la boucle anti-horaire

Les signes de l'écriture cursive sont en majorité formés de boucles et de dérivées de boucles. Nous avons vu par ailleurs que le sens de rotation imposé par l'écriture cursive est principalement le sens anti-horaire. Seule une minorité de lettres sont tracées dans le sens horaire. L'acquisition de la boucle anti-horaire semble donc indispensable à l'acquisition du geste d'écriture.

Comme nous l'avons vu précédemment, le sens de rotation préférentiel du jeune enfant est le sens horaire. On peut donc s'attendre à ce que le patron de coordination préférentiel dans la production de boucle chez le jeune enfant avant l'apprentissage de l'écriture soit le patron de coordination de la boucle horaire. L'objectif de l'intervention sera donc de faire émerger le patron de coordination de la boucle anti-horaire.

L'encodage du point de départ des lettres

La moitié des lettres a le même point de départ en bas à gauche (à 7h dans une représentation horaire). Cinq de ces lettres (e, l, u, i, t), font partie des 10 lettres les plus fréquentes en langue française. Les lettres rondes (« a », « o », « d », « g », « q ») ont quant à elles un point de départ en haut à droite (à 13h dans une représentation horaire).

Il peut donc être intéressant d'implémenter avant l'apprentissage de l'écriture, des constantes de graphisme essentielles pour l'acquisition de l'écriture telles que le point d'attaque des lettres et le sens de rotation anti-horaire afin d'aider l'enfant à mettre en œuvre ensuite plus facilement le geste d'écriture lors de l'apprentissage.

5.2.2 En utilisant l'apprentissage implicite

L'apprentissage implicite est un apprentissage généralement défini comme non intentionnel et inconscient. Ce type d'apprentissage est communément vu comme un apprentissage se déroulant à l'insu de l'apprenant. Plusieurs auteurs ont établi que les jeunes enfants possèdent de puissants mécanismes d'apprentissage implicite, y compris moteur. Pour Perruchet et Vinter (1998)²³ l'apprentissage implicite se manifeste par « *une transformation adaptée du comportement suite à une confrontation répétée à une situation structurée* », et « *la cause de l'adaptation n'est pas à rechercher dans les processus attentionnels conscients* ». Les performances acquises par le biais d'une situation d'apprentissage implicite seraient transférables à une autre situation similaire. (Detable & Vinter, 2006)

Comme on l'a vu précédemment, il semble que l'apprentissage implicite soit effectif dans le domaine de l'acquisition du geste d'écriture. Un apprentissage implicite des constantes graphiques de l'écriture pourrait ainsi être envisagé par un entraînement visant à apprendre aux enfants à tracer et reproduire différentes figures proches de l'écriture en termes de règles graphiques. Un effet de transfert entre copie de figure impliquant les mouvements basiques de l'écriture et certaines lettres peut ainsi être envisagé (comme par exemple le point de départ des lettres associé au sens de rotation anti-horaire du tracé).

¹ in Detable & Vinter, 2006

5.2.3 En se servant de l'apport des théories dynamiques du mouvement concernant l'émergence et la stabilisation de pattern moteur

La théorie dynamique postule que le comportement d'un système complexe *émerge* de l'interaction des contraintes qui pèsent sur lui. Cette approche décrit le mouvement comme le résultat d'un processus auto-organisé.

Le comportement moteur est ainsi conçu comme un phénomène émergent d'un système de contraintes liées soit à la tâche, soit à l'organisme, soit à l'environnement (cf. Figure 5). Les contraintes correspondent à tout paramètre limitant les degrés de liberté du système, c'est-à-dire les possibilités d'action.

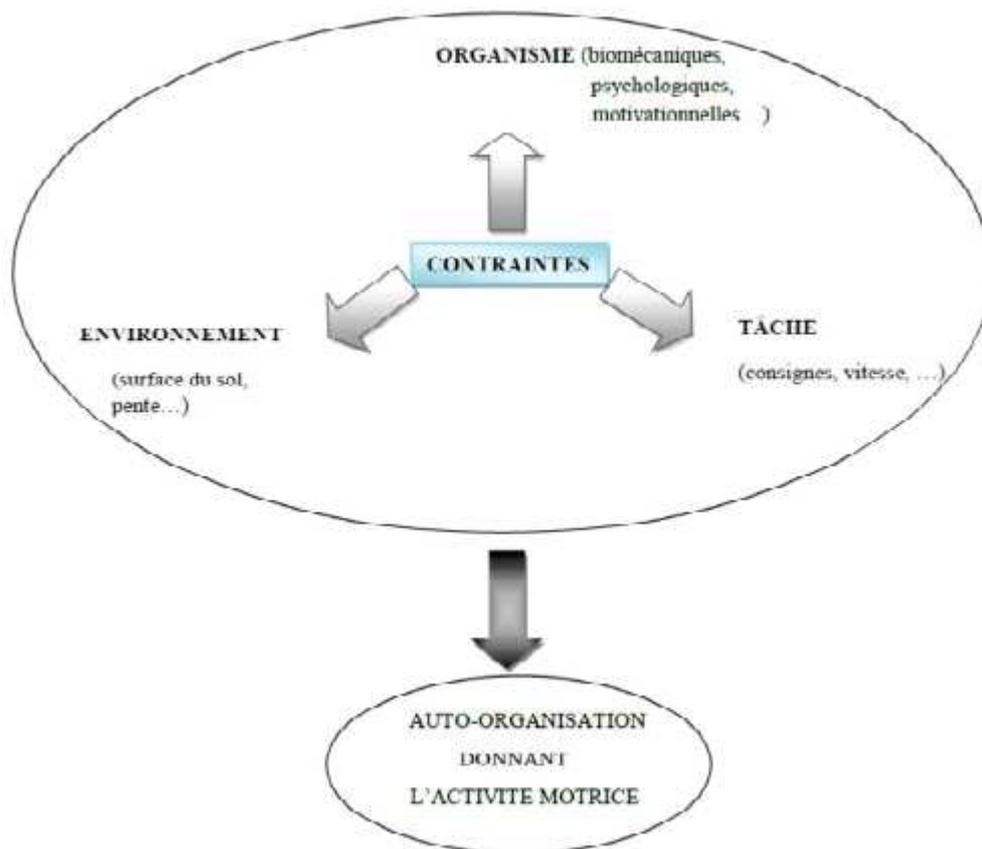


Figure 5 : Interactions entre les différents types de contraintes influençant certains aspects des coordinations motrices lors de la réalisation d'une action. (NEWELL, 1986)

Cette approche s'attache à décrire la formation de patrons de coordination, leur perte de stabilité et les transitions d'un patron de coordination à un autre. Plus les patrons sont stables, plus ils sont faciles à produire et plus ils résistent aux perturbations et contraintes extérieures. (Kaiser, 2009)

Ce modèle théorique a été appliqué à la graphomotricité. Plusieurs éléments en faveur d'une approche dynamique de l'écriture ont en effet été mis en évidence dans différentes études ces dernières années.

Cette approche se base notamment sur le modèle d'Hollerbach (1981)²⁴ pour qui les mouvements d'écriture peuvent être décrits par les déplacements de deux composantes principales (le poignet et la pince des doigts). Ces mouvements permettent de tracer des lettres sur un plan (déterminé par les axes x et y). L'écriture manuelle serait alors composée de déplacements oscillatoires horizontaux produits par les mouvements du poignet (abduction-adduction) et de déplacements verticaux générés par les mouvements des doigts (flexion-extension).

Les mouvements rythmiques des doigts et du poignet sont ici assimilables à des oscillateurs approximativement orthogonaux, l'un agissant dans la direction horizontale (x) et l'autre dans la direction verticale (y). A cela s'ajoute un mouvement de translation du membre scripteur de la gauche vers la droite (cf. Figure 6).

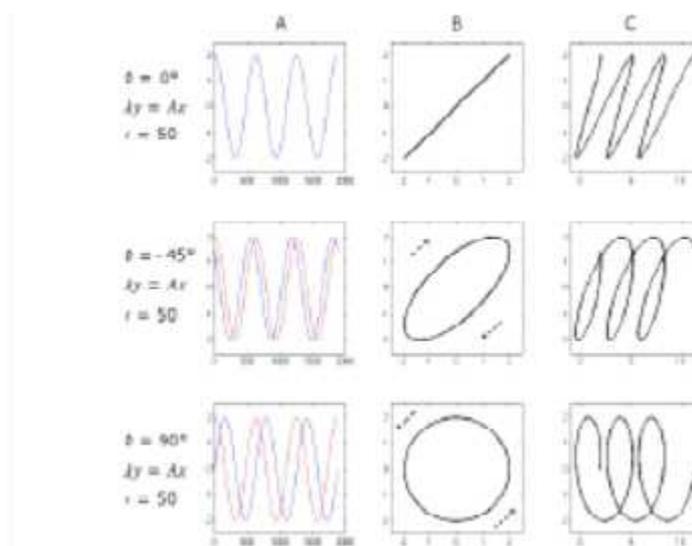


Figure 6 : Exemples de traces produites à partir du modèle d'Hollerbach (1981)

La colonne A représente le comportement de chaque composante $x(t)$ (rouge) pour les mouvements du poignet et $y(t)$ (bleu) pour les mouvements des doigts, chacun ayant une amplitude, une fréquence, une phase. La colonne B correspond à la trace produite par la combinaison de ces 2 oscillations. La colonne C correspond à la même trace en ajoutant le mouvement de translation de la gauche vers la droite.

En modifiant les paramètres de chaque composante au cours du temps, des séries de boucles ou de vagues sont produites, permettant de former les formes basiques de l'écriture.

¹ in Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

Hollerbach a ainsi montré que les formes basiques de l'écriture peuvent être reproduites par le couplage de deux oscillateurs orthogonaux couplés, associé à un mouvement de translation de la gauche vers la droite.

L'approche dynamique de la coordination graphomotrice, reprend ce modèle et envisage la formation de la trace écrite comme un processus auto-organisé dans lequel le mouvement d'écriture répond à une dynamique d'oscillateurs couplés. Cette approche dynamique de l'écriture permet d'expliquer les principes qui sous-tendent l'émergence de formes graphiques plus ou moins stables et leurs déformations induites par des contraintes adverses (e.g., vitesse, troubles moteurs). (Danna, Enderli, Athènes, & Zanone, 2012)

Selon Danna (2012), la reproduction de formes elliptiques représente un indicateur pertinent pour comprendre les régularités dans la formation de la trace écrite. La production de formes elliptiques associée à une translation gauche-droite, entraîne la production de boucle. On a par ailleurs vu que le sens de rotation utilisé majoritairement dans l'écriture était le sens anti-horaire. La capacité de reproduction de boucles anti-horaires semble donc être un indicateur des capacités d'écriture.

Pour rappel, l'objectif de l'intervention sera de faire émerger le patron de coordination de la boucle anti-horaire. Selon les principes issus de la théorie dynamique du mouvement, ce n'est qu'à partir d'un certain nombre d'essais que l'on observe l'émergence et la stabilisation d'une nouvelle coordination, la répétition est donc nécessaire (Delignière, 1998). A chaque séance, les mêmes exercices seront donc répétés afin de favoriser l'émergence de ce patron de coordination.

Par ailleurs, comme on le verra dans la partie pratique, la manipulation de contraintes de différentes natures (vitesse, suppression du contrôle visuel) sur la coordination graphomotrice nous permettra de rendre compte des conditions d'émergence, de stabilisation et de déstabilisation de ce patron de coordination.

5.3 CONCLUSION

Nous avons vu qu'il était possible d'identifier avant même l'acquisition de l'écriture si un jeune enfant était à risque de développer des difficultés ultérieures dans l'acquisition de l'écriture. Nous avons également vu quel pouvait être l'intérêt de prendre en charge ces enfants précocement afin de les aider et ce avant même l'apprentissage de l'écriture.

On a pu voir que le tracé de lettre est une activité gérée par des règles de production graphiques. Entre 4 et 6 ans, âge auquel ils commencent à être confrontés à l'écrit, les enfants vont devoir relever un certain nombre de défis afin d'acquérir ces nouvelles règles de production graphique. Dès l'école maternelle, les enfants acquièrent donc des compétences graphiques nécessaires à l'acte d'écriture.

Une prise en charge visant à mettre en place certaines de ces compétences graphiques de base indispensables à l'acquisition de l'écriture chez des jeunes enfants en difficulté m'a paru intéressante.

Je fais ici l'hypothèse que l'apprentissage implicite de règles de productions graphiques et de constante de graphisme indispensables à l'acquisition de l'écriture chez des enfants pré-scripteurs est possible, et que celui-ci pourrait faciliter la mise en place de gestes adaptés lors de l'apprentissage explicite de l'écriture.

L'apprentissage explicite pourrait ainsi s'appuyer sur la base des apprentissages implicites déjà acquis.

PARTIE PRATIQUE

La démarche présentée dans ce mémoire avait été proposée à 2 enfants de la structure. L'un des enfants ayant arrêté le suivi précocement, seul le travail auprès de Mathieu sera présenté ici. Mathieu est suivi chaque lundi individuellement pour des séances de 30 minutes. Comme nous allons le voir, compte-tenu de ses difficultés, une intervention spécifique visant à mettre en place certaines compétences graphiques de base indispensables à l'acquisition de l'écriture a rapidement semblé intéressante pour lui.

Après avoir présenté la démarche proposée dans le cadre de ce mémoire, j'exposerai le cas de Mathieu : anamnèse, bilan et projet thérapeutique. Je présenterai ensuite les résultats de l'évaluation initiale ayant permis d'évaluer l'intérêt et la place de ce projet pour Mathieu. Nous verrons ensuite le déroulement de la prise en charge, puis l'évolution de Mathieu entre le début et la fin de l'intervention. Je finirai par une discussion concernant la prise en charge et par une conclusion à propos de l'ensemble de ce mémoire.

1 PRESENTATION DE LA DEMARCHE

1.1 PRESENTATION DU PROTOCOLE DE CAS UNIQUE

Afin de mesurer l'efficacité de l'intervention mise en œuvre, un protocole de cas unique avec ligne de base a été utilisé. L'utilisation d'une ligne de base consiste à mesurer de manière répétée les compétences ciblées par l'intervention. Cette ligne de base sera détaillée dans la partie 1.3 « outils d'évaluation de la prise en charge ». Le protocole mis en place dans le cadre de ce mémoire s'est déroulé sur 11 séances à raison d'une séance par semaine. Ce type de protocole comporte trois phases :

1. une phase permettant d'apprécier le comportement avant intervention et d'établir le niveau de base initial (2 séances).
2. Une phase d'intervention où est mise en place la procédure thérapeutique (7 séances).
3. Une dernière phase permettant d'apprécier le comportement après arrêt de l'intervention (2 séances).

Je vais dans un premier temps présenter les outils d'évaluation initiale, car si les résultats de cette évaluation serviront également de « pré-tests » dans le cadre du protocole, ils permettent dans un premier temps d'évaluer l'intérêt de ce projet pour l'enfant. Je vous présenterai ensuite la prise en charge proposée dans le cadre de ce mémoire. Enfin nous verrons quels outils (ligne de base, pré-tests et post-tests) seront utilisés pour évaluer l'efficacité de la prise en charge.

1.2 CHOIX DES OUTILS D'ÉVALUATION INITIALE

L'évaluation initiale doit permettre de déterminer si l'enfant risque de développer des difficultés d'écriture, et notamment des difficultés dans l'intégration des règles de production graphique nécessaires à l'acquisition de l'écriture. La réflexion autour des outils d'évaluation à utiliser s'est faite en fonction des éléments présentés dans la partie théorique et des outils d'évaluation à disposition.

1.2.1 Evaluation des habiletés psychomotrices pouvant influencer l'acquisition de l'écriture

Cette évaluation va se centrer sur l'évaluation de la dextérité digitale et de l'intégration visuomotrice, habiletés considérées comme prédictives des habiletés ultérieures en écriture.

Dextérité digitale

Les épreuves de mouvements séquentiels des doigts constituent un moyen fiable d'évaluation de la dextérité digitale. De plus, plusieurs études montrent que les enfants ayant de faibles performances en écriture obtiennent également de moins bonnes performances dans ce type d'épreuve (Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013).

La dextérité digitale sera donc mesurée dans le cadre de ce mémoire par l'épreuve de tapping du bilan d'évaluation neuropsychologique de l'enfant ou « NEPSY » (Korkman, Kirk, & Kemp, 2003). Cette épreuve est constituée de 2 items :

- l'item « tapping répétitif » : item d'opposition pouce-index,
- l'item « tapping séquentiel » : item d'opposition du pouce avec les autres doigts.

N'ayant pas à disposition de test de dextérité digitale avec objet pour cette tranche d'âge, des informations complémentaires pourront être apportées par l'épreuve unimanuelle (mettre des jetons dans une tirelire) de la partie « dextérité manuelle » de

la Batterie d'évaluation du mouvement chez l'enfant ou « M-ABC ». (Soppela & Albaret, 2004).

Intégration visuomotrice

Comme on l'a vu précédemment, l'intégration visuomotrice est en général évaluée par la capacité à copier des formes qui constitue un pré-requis pour l'écriture des lettres et un facteur prédictif. Cette évaluation se fera au moyen de l'épreuve de « copie de figures » de la « NEPSY ».

Des informations complémentaires pourront être apportées par le subtest V du test de développement de la perception visuelle de Marianne Frostig (ci-après dénommé « Frostig ») qui évalue la capacité de l'enfant à reproduire une figure sur une grille de points (Frostig, 1973).

Bien que les liens entre les épreuves de coordination oculo-manuelle et l'écriture soient modérés, une évaluation de cette capacité peut être intéressante car elle permet d'évaluer le contrôle du mouvement et la capacité à anticiper les changements de direction. Les épreuves suivantes seront utilisées afin d'évaluer cette capacité :

- les épreuves de précision visuo-motrice de la « NEPSY »,
- l'épreuve de traçage de trait entre 2 lignes (trajet de la bicyclette) de la partie « dextérité manuelle » du « M-ABC »,
- le subtest 1 « coordination visuo-motrice » du « Frostig ».

1.2.2 Evaluation de la capacité à apprendre à écrire ou « writing readiness »

L'évaluation de la capacité à copier les 9 formes de base identifiées comme un pré-requis à l'apprentissage de l'écriture sera utilisée afin d'évaluer la capacité à apprendre à écrire. Ces 9 formes de base sont le trait vertical, le trait horizontal, le cercle, le carré, les 2 diagonales, la croix, le triangle, la croix oblique.

1.2.3 Evaluation des règles de production graphique

Observation de la grammaire de l'action

La reproduction des formes géométriques utilisées par Goodnow et Levine (présentées dans la Figure 7) sera utilisée afin de savoir quelles sont les règles de production graphique utilisées par l'enfant et à quel niveau de développement il se situe dans l'utilisation de ces règles.

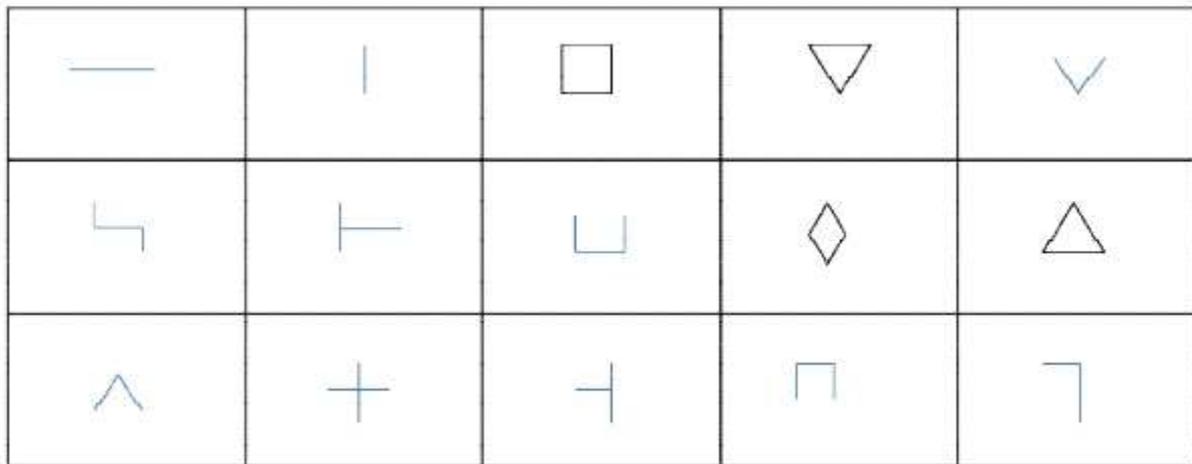


Figure 7 : Dessins utilisés par Goodnow et Levine (1973)

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique, un changement dans l'utilisation de ces règles est attendu entre 5 et 6 ans, âge auquel les règles de traçage en continu et de départ en haut à gauche apparaissent.

Observation du sens de rotation préférentiel

L'observation du traçage de cercle permettra également de savoir si le tracé anti-horaire est acquis. Pour rappel, un enfant est en général capable de produire des cercles dans le sens anti-horaire vers 4 ans. (Lurçat 1974)

1.2.4 Evaluation de la capacité à copier des lettres

L'évaluation de la capacité à copier des lettres peut se faire par l'intermédiaire de l'échelle « Scale of Children's Readiness in PrinTing » (SCRIPT). Le SCRIPT est fréquemment utilisé dans les études mesurant l'impact d'une intervention sur les capacités d'écriture des enfants d'âge pré-scolaire. L'évaluation de la capacité à copier des lettres sera utilisée à cette fin dans le cadre de ce mémoire. Chaque lettre de l'alphabet en minuscule et 8 lettres en majuscule seront à reproduire dans une case se situant en dessous du modèle. L'analyse de l'évolution des productions avant et après intervention permettra d'évaluer les changements induits par l'intervention sur la capacité à copier des lettres.

1.3 LA PROPOSITION DE PRISE EN CHARGE

L'objectif de la prise en charge est de permettre aux enfants d'assimiler certaines règles graphiques propres à l'écriture de façon implicite.

La prise en charge se centrera sur 2 aspects :

- L'acquisition de la boucle anti-horaire,
- L'entraînement à la copie de forme respectant le point de départ des lettres et le sens de progression du tracé.

Faire émerger la boucle anti-horaire

Comme on l'a vu, le sens de rotation imposé par l'écriture cursive est le sens anti-horaire. Le sens de rotation anti-horaire, pré-requis pour l'acquisition de l'écriture, peut être une acquisition difficile pour les jeunes enfants. L'objectif de la prise en charge est de faire émerger et de stabiliser le patron de coordination de la boucle anti-horaire par un entraînement à la pratique de mouvements anti-horaires. Les foulards et le ruban de gymnastique ont été utilisés dans cet objectif.

L'entraînement à la copie de forme respectant les constantes graphiques de l'écriture

Comme on l'a vu dans la partie théorique, l'intégration visuomotrice et plus particulièrement la capacité à copier certaines formes a été identifiée comme un pré-requis pour l'écriture des lettres. Il peut donc être bénéfique d'exercer cette capacité chez le jeune enfant lorsque cette capacité est déficitaire.

Un apprentissage implicite des constantes graphiques de l'écriture peut être envisagé par l'intermédiaire d'exercices de copie de formes et de dessins proches des lettres en termes de règles graphiques. En effet, l'utilisation de formes et de dessins qui respectent ces constantes graphiques pourrait permettre de favoriser la perception et la production des composantes statiques (point de départ, forme correcte) et dynamiques de l'écriture (sens du tracé notamment) par l'enfant. Un principe graphique de départ en haut à droite associé à une rotation anti-horaire est par exemple, commun au cercle et à certaines lettres rondes comme pour les lettres « a », « c », « d », « g », « o », « q ». L'intervention visera donc à fixer le point de départ des lettres rondes (13h dans une représentation horaire) et à l'associer au sens de rotation anti-horaire en ayant recours à des formes et dessins qui respectent ces constantes graphiques.

L'objectif est donc ici d'implémenter des constantes de graphisme propres à l'écriture de manière implicite, par l'intermédiaire d'un entraînement à la copie de dessins qui respecte le point de départ des lettres et le sens du tracé des lettres.

1.4 OUTILS D'ÉVALUATION DE LA PRISE EN CHARGE

Afin de mesurer l'efficacité de l'intervention mise en œuvre, un protocole de cas unique avec ligne de base a été utilisé.

1.4.1 Présentation de la ligne de base

L'utilisation d'une ligne de base consiste à mesurer de manière répétée les compétences ciblées par l'intervention, ici l'émergence du patron de coordination permettant de réaliser des boucles anti-horaires. Cette mesure est recueillie :

1. Avant intervention, ce qui permet d'établir un niveau de base correspondant au niveau de performance spontané que l'enfant possède avant la prise en charge.
2. Pendant l'intervention ; pendant cette phase on s'attend à voir les effets de l'intervention à travers l'évolution de la ligne de base (émergence et/ou évolution de la compétence visée).
3. Après arrêt de l'intervention, afin de mesurer l'efficacité de l'intervention sur la compétence ciblée. Cette phase permet d'observer s'il y a un recul de la performance ou un retour à l'état antérieur à l'arrêt de la prise en charge. L'observation d'un recul de la performance permet en effet de faire l'hypothèse que c'est l'intervention qui a été responsable de l'évolution du comportement et que l'intervention est efficace.

La ligne de base utilisée sera le traçage de boucles anti-horaires. Cette ligne de base sera recueillie avant l'intervention (sur 2 séances), à la fin de chaque séance pendant l'intervention (7 séances) et après arrêt de l'intervention (2 séances).

Comme on a pu le voir précédemment, les théories dynamiques du mouvement cherchent à expliquer la formation, le maintien ou la dégradation d'un pattern moteur en réponse à une modification des contraintes. Afin de préciser l'impact de différentes contraintes sur l'émergence et la stabilité du patron de coordination permettant de tracer des boucles anti-horaires, ce traçage se fera sous différentes conditions. Il sera demandé à l'enfant de tracer des boucles anti-horaires dans 4 conditions : avec modèle, sans modèle, en imposant une contrainte de vitesse et en supprimant le contrôle visuel.

1.4.2 Outils d'évaluation avant et après prise en charge

L'efficacité de l'intervention sera également évaluée par l'analyse comparative des données recueillies lors du bilan initial (pré-tests) et lors du bilan d'évolution (post-tests).

Les résultats de l'évaluation initiale qui auront permis d'évaluer la pertinence du projet pour l'enfant seront utilisés comme bilan de départ. Afin de mesurer les changements obtenus à la suite de l'intervention mise en œuvre, une réévaluation avec les mêmes outils sera réalisée à l'issue des 7 séances de prise en charge.

Ces outils permettront d'évaluer :

- les habiletés psychomotrices pouvant influencer l'acquisition de l'écriture,
- les règles de production graphique utilisées par l'enfant,
- la capacité à apprendre à écrire ou « writing readiness »,
- la capacité à copier des lettres.

Les outils d'évaluation utilisés seront donc les suivants :

- Tests standardisés :
 - épreuve de tapping de la « NEPSY »,
 - épreuve de copie de figure de la « NEPSY »,
 - épreuves de précision visuo-motrice de la « NEPSY »,
 - item « dextérité manuelle » du « M-ABC »,
 - Subtests I « coordination visuo-motrice » et V « Relations spatiales » du « Frostig »,
- outils d'évaluation complémentaire :
 - évaluation de la capacité à copier les 9 formes de base,
 - observation de la grammaire de l'action à partir des formes géométriques utilisées par Goodnow et Levine,
 - observation du sens de rotation préférentiel lors de la production de cercle,
 - évaluation de la capacité à copier les lettres.

2 PRESENTATION DE MATHIEU

Mathieu a 5 ans 6 mois, [REDACTED]

2.1 ANAMNESE

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

2.2 BILANS REALISES

2.2.1 Bilan orthophonique

Un bilan orthophonique est réalisé à 4 ans. L'orthophoniste note qu'au niveau phonétique et phonologique, Mathieu est peu intelligible.

Sur le versant expressif, le stock lexical est pauvre. Il n'y a pas de langage construit.

Sur le versant réceptif du langage, le niveau de compréhension est correct, supérieur à l'expression. Pendant le bilan, l'orthophoniste note des difficultés attentionnelles.

Mathieu présente un retard de langage oral sur le versant expressif avec des difficultés au niveau phonétique. Les capacités réceptives sont préservées.

Un suivi orthophonique hebdomadaire est alors mis en place. Ce suivi est toujours en cours.

2.2.2 Bilan neuropsychologique

Un bilan neuropsychologique est réalisé à 5 ans 2 mois. Au cours du bilan la neuropsychologue note que Mathieu participe et coopère. Elle décrit d'importantes difficultés attentionnelles, de l'agitation et de l'impulsivité (papillonne, n'attend pas la fin des consignes, parle sans cesse). Mathieu a besoin d'être accompagné et guidé par l'adulte.

Evaluation psychométrique (WPPSI) :

La neuropsychologue retrouve un profil cognitif hétérogène. En raison de l'hétérogénéité du profil, le Quotient Intellectuel (QI) total n'est pas significatif.

- Bien qu'entravées par des difficultés expressives, les compétences verbales de Mathieu sont dans la norme (QIV : 85, -1 DS).
- Les compétences non verbales de Mathieu se situent dans la norme inférieure (QIP : 78, -1,4DS). Il est notamment en difficultés sur le subtest « cubes ». Des difficultés dans le traitement des relations spatiales sont relevées. Les

capacités de raisonnement non-verbal sont bien préservées (capacités de raisonnement logique et de raisonnement catégoriel).

- Le Quotient Vitesse de Traitement est inférieur à la norme (QVT : 63, -2,4DS). Des difficultés de coordination visuo-motrice et une importante labilité attentionnelle sont relevées lors de la passation de ces subtests.

La neuropsychologue note que Mathieu possède de bonnes capacités de raisonnement permettant d'envisager des ressources cognitives globales.

Attention / Fonctions exécutives (NEPSY) :

L'investigation des fonctions exécutives révèle des capacités d'attention visuelle dans la norme. La neuropsychologue note cependant des difficultés lors du double traitement entraînant de la lenteur. Les capacités d'attention auditive sont elles aussi dans la norme.

Les capacités de planification se situent dans une zone limite, à mettre en lien avec son impulsivité. Les ajustements et les autocorrections sont possibles.

Mémoire et apprentissage (NEPSY) :

Au niveau de la mémoire, la neuropsychologue note une faible capacité d'encodage en modalité auditivo-verbale en lien avec son retard de langage et une difficulté à se mobiliser dans l'écoute du message auditif. La mémoire visuelle (à court terme et de rappel différé) correspond au niveau attendu.

2.2.3 Bilan psychomoteur

Les résultats du bilan psychomoteur de Mathieu réalisé en octobre à 5 ans 2 mois sont les suivants :

Capacité motrices globales (M-ABC) : *Score : 25, résultat < 5° Centile*

Dextérité manuelle : *Score = 12,5 ; résultat < 5° Centile*

Mathieu est droitier.

Lors de la tâche uni-manuelle, les prises sont hypertoniques, Mathieu réussit bien de la main droite alors que la main gauche est très lente.

Au cours de la tâche bi-manuelle, il a du mal à coordonner son action, les mouvements sont peu précis.

Sur l'item de traçage de trait entre 2 lignes, le tracé manque de précision.

Mathieu est donc en difficulté sur les épreuves de dextérité manuelle, plus particulièrement sur l'épreuve de coordination bi-manuelle et sur l'épreuve graphomotrice.

Maitrise de balles : *Score = 2, résultat > 15° Centile*

Les épreuves de maîtrise de balles sont réussies. Mathieu se montre performant dans la tâche de visée.

Equilibre statique et dynamique : *Score = 12, résultat < 5°Centile*

Les épreuves d'équilibre statique et dynamique sont difficiles à réaliser pour Mathieu. L'équilibre unipodal est instable. Le saut au dessus de la corde n'est pas possible.

Les résultats au M-ABC montrent que Mathieu est donc en difficulté sur les épreuves de dextérité manuelle et d'équilibre statique et dynamique.

Coordination motrice (CHARLOP-ATWELL) :

Résultats : Score global = -3 DS ; Score objectif = -2,9 DS ; Score subjectif = -2,2 DS

Les scores obtenus par Mathieu sont en dessous de ce qui est attendu pour son âge. Les épreuves d'équilibre statique et dynamique sont échouées. Si la coordination de 2 actions simultanées est possible, sur les épreuves de coordinations entre membres supérieurs et membres inférieurs Mathieu est très en difficulté. Les coordinations sont difficiles à réaliser, les mouvements sont hypertoniques et saccadés.

Les capacités de coordination motrice de Mathieu sont déficitaires.

Perception visuelle (FROSTIG)

Subtest I : *Résultat = -2,4DS*

Les items de « coordination visuo-motrice » sont déficitaires pour Mathieu. Le suivi visuel, le contrôle du tracé et l'atteinte de la cible sont difficiles.

Subtest II : *Résultat = -1,8DS*

Mathieu éprouve des difficultés dans les items de « discrimination figure / fond », notamment lorsqu'il y a beaucoup d'informations visuelles. Il ne parvient alors plus à discriminer les formes recherchées.

Subtest III : *Résultat = -0,5DS*

Les résultats aux items de « constance de formes » correspondent au niveau attendu pour son âge. Il n'a pas de difficulté pour repérer les formes géométriques cibles.

Subtest IV : *Résultat = -0,9DS*

Les résultats aux items « Positions dans l'espace » correspondent au niveau attendu pour son âge.

Subtest V : *Résultat = -1,5DS*

Sur les items « Relations spatiales », il est difficile pour Mathieu de se repérer sur la grille de points et de se servir des points comme repères. Les figures reproduites sont très déformées.

Les résultats de ce test témoignent de bonnes capacités de perception des orientations ainsi qu'une bonne conscience des formes. Les capacités de coordination visuo-motrice et de discrimination visuelle sont déficitaires. Il ne parvient par ailleurs pas à utiliser des points de repères pour copier une forme.

Fonctions sensori-motrices (NEPSY)

Précision visuo-motrice « NEPSY » : *note brute = 5, Résultat = -1,2DS*

Sur les 2 épreuves, on note une impulsivité importante avec une vitesse d'exécution rapide qui parasite la précision du tracé. La précision est très inférieure à la norme sur le deuxième item (tracé de la moto) plus complexe, pour lequel il a beaucoup de difficultés à suivre le chemin. On note un manque de contrôle du geste. Les capacités de coordination visuo-motrice sont fragiles.

Imitation de positions de mains : *note brute = 10, Résultat = -1DS*

Les résultats sont dans la norme attendue. On note une hypertonie des doigts.

Traitements visuo-spatiaux (NEPSY)

Subtest « Cubes » : *note brute = 7, Résultat = -1DS*

Mathieu peut refaire les tours, le train et l'escalier avec modèle réel. Il peut aussi construire 2 structures avec modèle 2D.

Subtest « Copie de figures » : *note brute = 26, Résultat = -1,5 DS*

Les capacités de Mathieu sont fragiles. La prise de repères semble difficile. Les figures sont peu précises. Des difficultés dans l'orientation des figures sont observées.

Conclusion du bilan psychomoteur

Au niveau moteur, Mathieu présente des difficultés de motricité globale. Il est gêné dans sa motricité par une hypertonie importante. Sa motricité n'est pas fluide, les mouvements sont saccadés.

Ces résultats suggèrent des séquelles de grande prématurité au niveau de sa motricité. Il présente également des difficultés de coordination bi-manuelle. Mathieu est par ailleurs en difficulté pour planifier son action.

Au niveau visuo-spatial, Mathieu semble en difficulté dans l'utilisation et la prise de repères visuels. La coordination visuo-motrice et les capacités de copie de figure sont fragiles. L'ensemble de ces difficultés le pénalise au niveau graphomoteur.

2.2.4 Conclusion

Mathieu est un ancien grand prématuré ayant présenté une hémorragie intraventriculaire de grade 1. L'ensemble des bilans montre des difficultés qui pourraient s'apparenter à des signes de dysfonctionnement neurologique à minima, séquelles de sa grande prématurité.

Il présente de grandes difficultés en ce qui concerne la sphère langagière avec un retard de langage oral sur le versant expressif. La prise en charge orthophonique se poursuit.

Au niveau cognitif, Mathieu présente un profil cognitif hétérogène mettant en évidence des capacités de raisonnement préservées et fonctionnelles mais des déficits au niveau des fonctions exécutives qui interfèrent avec ses capacités d'apprentissage. Il présente également une importante labilité attentionnelle entraînant parfois une perte de la consigne et de l'impulsivité. Une prise en charge neuropsychologique hebdomadaire est engagée depuis le mois de janvier afin de prendre en charge les déficits exécutifs de Mathieu.

Au niveau psychomoteur, Mathieu est en difficulté au niveau de la motricité globale. Une prise en charge en groupe hebdomadaire lui est proposée afin de l'aider à ce niveau. Nous ne détaillerons pas cette prise en charge qui ne fait pas l'objet de ce mémoire. Les difficultés graphomotrices seront, quant à elles, prises en charge dans le cadre de ce mémoire.

3 EVALUATION INITIALE DE MATHIEU

Le bilan psychomoteur permet d'avoir des informations intéressantes quant à l'évaluation des habiletés psychomotrices pouvant influencer l'acquisition de l'écriture.

3.1 INFORMATIONS ISSUES DU BILAN

Intégration visuo-motrice

Copie de figure

Les résultats à l'épreuve de copie de figure de la « NEPSY » (-1,5DS) indiquent que les capacités de Mathieu dans ce domaine sont fragiles. Il réussit à reproduire des figures simples : le trait vertical, le trait horizontal, le cercle (dans le sens horaire). Il ne parvient pas à copier le carré (forme habituellement acquise en moyenne entre 4 ans et 4 ans 6 mois). On note globalement des difficultés graphiques et une certaine impulsivité dans ses productions.

Les résultats au subtest V, relations spatiales du « Frostig » mettent de plus en évidence des difficultés à utiliser des points de repères, ce qui sera à prendre en compte dans la prise en charge.

Coordination occulo-manuelle

Les épreuves de précision visuo-motrice de la « NEPSY », de coordination visuo-motrice du « Frostig » et de traçage de trait entre 2 lignes de la dextérité manuelle du « M-ABC » montrent que Mathieu présente des difficultés de coordination visuo-motrice. Il est en difficulté pour maîtriser son geste sous contrôle visuel et n'anticipe pas les changements de direction. Sur les 3 épreuves, on note une impulsivité importante avec une vitesse d'exécution rapide, Mathieu va trop vite pour être précis.

Dextérité digitale

La dextérité digitale n'a pas été évaluée lors du bilan psychomoteur d'octobre. Des informations concernant la motricité fine peuvent être apportées par les résultats obtenus à l'épreuve uni-manuelle du « M-ABC ». On peut noter que lors de cette tâche, Mathieu est plus pénalisé par sa main gauche (score de dégradation : 5) que sa main droite (score de dégradation : 2). Les prises à droite bien qu'hypertoniques sont relativement ajustées.

Des évaluations complémentaires sont nécessaires afin de compléter le bilan, et notamment comprendre où se situe Mathieu dans l'acquisition des règles graphiques. Ceci permettra d'évaluer l'intérêt et la place du projet pour Mathieu.

3.2 EVALUATIONS COMPLEMENTAIRES

Dextérité digitale

Epreuves de tapping de la « NEPSY » : *Résultat = -1,7DS*

Le détail des résultats obtenus nous apporte des informations intéressantes :

	Temps Résultats en DS	
Répétitions	31	0,36 DS
Séquences	139	-2,1DS
Main dominante (droite)	83	-1,3DS
Main non dominante (gauche)	87	-1,5DS

Il y a peu de différences entre la main droite et la main gauche. Les résultats au tapping répétitif sont dans la norme tandis que les résultats au tapping séquentiel sont déficitaires. Mathieu est beaucoup plus en difficultés sur le tapping séquentiel, notamment pour organiser le mouvement ce qui entraîne beaucoup d'erreurs dans les séquences. Il est difficile pour Mathieu d'enchaîner des séquences correctes. Ces résultats suggèrent des difficultés de déliement digital et de contrôle de mouvements fins, mais Mathieu est également très pénalisé par des difficultés de planification du mouvement.

Les 9 formes géométriques de base

Mathieu est capable de copier : le trait vertical, le trait horizontal, le cercle et la croix. Il parvient à réaliser une ébauche de triangle. Il ne parvient pas à copier le carré, les diagonales et la croix oblique. Il n'a pas encore acquis les 9 formes de base identifiées comme des pré-requis à l'apprentissage de l'écriture.

La grammaire de l'action

On peut constater que pour tous ses tracés, Mathieu utilise un tracé discontinu. Ses tracés vont de droite à gauche et de bas en haut. Il utilise encore des références égocentrées, ce qui correspond aux règles de tracé utilisées par les enfants de moins de 5 ans. Il n'a encore acquis ni la règle de traçage en continu, ni celles concernant le sens du tracé de gauche à droite et de haut en bas.

Le sens de rotation préférentiel du cercle

Mathieu trace spontanément ses cercles dans un sens horaire. Le sens de tracé anti-horaire, normalement acquis aux alentours de 4 ans, n'est pas encore acquis.

Evaluation de la capacité à copier des lettres

Seules 6 lettres sont reconnaissables (« e », « m », « o », « t », « A », « N »).

L'évaluation nous montre que Mathieu dessine les lettres en produisant une succession de petits traits. Elles sont très déformées. Il ne reconnaît pas les lettres minuscules et reconnaît les lettres majuscules de son prénom.

3.3 CONCLUSION

Les capacités de coordination oculo-manuelle et de copie de figure de Mathieu sont fragiles. Il présente des difficultés d'intégration visuomotrice, domaine fortement lié aux capacités d'écriture. Il présente également des capacités de dextérité digitale déficitaires. Les capacités d'intégration visuomotrice et de dextérité digitale, habiletés considérées comme prédictives des habiletés ultérieures en écriture, sont donc fragiles.

Il n'a par ailleurs pas encore acquis les 9 formes géométriques de base identifiées comme étant un pré-requis à l'apprentissage de l'écriture. Pour rappel, la capacité à reproduire ces 9 neuf figures est un indicateur de la capacité à apprendre à écrire et un prédicteur concernant la performance d'écriture.

Mathieu semble au tout début de la phase de différenciation dessin-écriture. S'il reconnaît les lettres majuscules de son prénom, il ne reconnaît aucune lettre minuscule. Il a cependant compris la différence de fonction entre l'écriture et le dessin. Il dessine les lettres, seules 6 d'entre elles sont reconnaissables. Il n'a pas encore acquis les règles de production graphique nécessaires à l'acquisition du geste d'écriture (notamment le sens anti-horaire et la continuité des tracés).

Au vu des résultats, Mathieu semble donc à risque de développer des difficultés lors de l'apprentissage de l'écriture. Un travail autour des pré-requis nécessaires pour l'acquisition de l'écriture semble donc tout à fait indiqué. Mathieu n'ayant pas acquis le sens de rotation anti-horaire la prise en charge devrait lui permettre d'acquérir ce nouveau patron graphique. Il semble par ailleurs judicieux de travailler ses capacités de copie de figure, travail qui permettra d'implémenter, par l'utilisation de figures adaptées, les constantes de graphisme propres à l'écriture.

4 PRISE EN CHARGE : DEROULEMENT DES SEANCES

L'intervention a été réalisée sur 11 séances de 30 minutes. Les 2 premières séances et les 2 dernières séances ont été dédiées à la réalisation des pré-tests et des post-tests. 7 séances de prise en charge ont donc été proposées à Mathieu. Mathieu est un enfant très motivé, très content de venir en séance. Il profite aisément des stratégies proposées. Même s'il s'agite et se précipite souvent, il est possible de le canaliser sur l'activité. La première partie de la séance était dédiée à la copie de formes et de dessins respectant les règles graphiques de l'écriture. La deuxième partie de la séance visait l'émergence du patron de coordination anti-horaire par l'intermédiaire de jeux avec des foulards ou avec un ruban de gymnastique.

4.1 L'ENTRAINEMENT A LA COPIE DE DESSINS

Au vu des difficultés constatées lors du bilan par rapport à l'utilisation de repères visuels, j'ai choisi pour les 2 premières séances d'utiliser des dessins à compléter par le tracé d'une forme (arc de cercle qui complète la coquille de l'œuf d'un poussin qui éclot par exemple, cf. Figure 8) ce qui permet à Mathieu de bien visualiser le point de départ et le point d'arrivée de son tracé.



Figure 8 : Exemple de dessin à compléter – Evolution du tracé de Mathieu

Après avoir présenté le modèle à Mathieu, je lui présente le dessin à compléter en indiquant d'un point vert le point de départ et d'un point rouge le point d'arrivée. Mathieu identifie bien le point de départ, le point d'arrivée et le sens du tracé qu'il doit réaliser mais il est en difficulté pour respecter la forme (tracé plat et non pas arrondi comme sur le modèle par exemple). Il réalise son tracé très rapidement et ne prend pas le temps de regarder la forme du modèle. Son impulsivité le pénalise dans cette tâche. La technique du « Stop, écoute et regarde, vas-y » l'aide alors beaucoup. Une fois le tracé réalisé, l'accent est mis sur la perception des différences entre sa production et le modèle. Progressivement, Mathieu parvient à percevoir ces différences. Au fur et à mesure des séances il est plus attentif au respect de la forme.

A partir de la troisième séance, les cartes du jeu « Dessinetto® » sont utilisées. Ce jeu propose la réalisation de dessins étape par étape. Les cartes sont préalablement triées afin de proposer une majorité de cartes présentant un dessin utilisant comme base un cercle, permettant ainsi de travailler les règles graphiques retrouvées dans la formation des lettres rondes (point de départ en haut à gauche (13h) et tracé anti-horaire).

Mathieu pioche une carte de son choix. Le tracé est alors réalisé sur le tableau blanc. A chaque étape, je dessine la forme à produire en lui montrant le point de départ et le sens de tracé. Il doit alors tracer à son tour la forme à reproduire après que je lui ai indiqué le point de départ matérialisé par un point et le sens du tracé matérialisé par une flèche.

Mathieu a souvent tendance à se précipiter. Il faut s'assurer qu'il a bien visualisé le point de départ et le sens de progression du tracé avant qu'il ne commence son tracé. A la fin de la prise en charge Mathieu parvient à respecter le point de départ et le sens du tracé. Bien que ces tracés soient encore imprécis, Mathieu a également progressé dans le respect de la forme.

4.2 L'ENTRAÎNEMENT DE LA BOUCLE ANTI-HORAIRE

La deuxième partie de la séance visait l'émergence du pattern anti-horaire.

Des jeux à l'aide de foulard ont d'abord été proposés à Mathieu afin de faire émerger le mouvement anti-horaire. Mathieu étant en difficulté pour initier et maintenir les mouvements anti-horaires, l'image des roues du camion qui tournent pour faire reculer le camion a été utilisée. Installés côte à côte comme si nous étions assis dans un camion fictif dessiné au sol, nous devons faire reculer le camion en faisant tourner les foulards représentant les roues.

Dés la deuxième séance, Mathieu parvient à réaliser le mouvement anti-horaire avec le foulard et à le maintenir environ 5 secondes avant de repasser en mouvement horaire. Lors des séances suivantes Mathieu parvient à maintenir le mouvement anti-horaire de plus en plus longtemps.

Très vite nous avons associé au mouvement anti-horaire le « bip » du camion qui recule. J'indique alors à Mathieu chaque changement de sens de rotation en utilisant un son différent pour le sens horaire. L'utilisation du son a beaucoup aidé Mathieu à maintenir le mouvement. Il s'en est saisi pour l'utiliser lui-même. En fin de prise en

charge, Mathieu s’amuse en effet à changer intentionnellement de sens de rotation, le jeu étant pour lui de me faire passer du son associé au mouvement anti-horaire, au son associé au mouvement horaire, jeu qui le fait beaucoup rire. Il parvient à ce stade à identifier la différence entre les 2 mouvements et à utiliser intentionnellement des changements de rotation.

Le ruban a été utilisé en parallèle dès la deuxième séance. Le son du camion qui recule a été réutilisé spontanément par Mathieu dans cet exercice, se transformant petit à petit en un son continu afin de mieux correspondre à la continuité du mouvement. Mathieu a tendance à réaliser un mouvement de rotation beaucoup plus rapide avec le ruban qu’avec le foulard. La vitesse entraîne donc très rapidement (au bout de quelques secondes) un retour à un mouvement de rotation horaire sans doute plus spontané pour lui. Au fur et à mesure des séances, Mathieu parvient à maintenir le sens de rotation anti-horaire de plus en plus longtemps.

5 EVOLUTION DE LA LIGNE DE BASE

5.1 ANALYSE DES TRACES

Les deux premières lignes de base avant la prise en charge

Les 2 premières lignes de base montrent que Mathieu ne peut pas tracer de boucle anti-horaire. Il trace une suite de cercles dans le sens horaire.

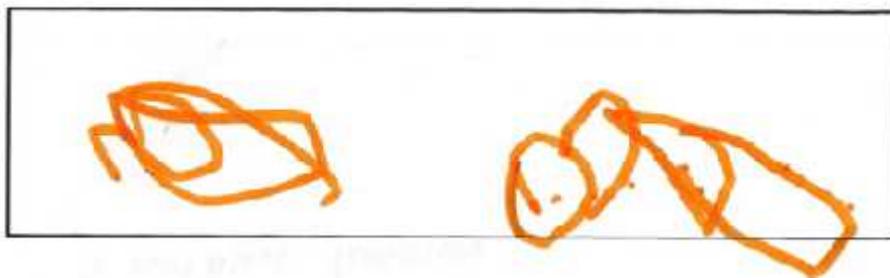


Figure 9 : Ligne de base avant prise en charge, production avec modèle

Avant la prise en charge, Mathieu n’a pas encore acquis la continuité du mouvement de la boucle horaire. Il n’a acquis ni le pattern de la boucle horaire, ni le pattern de la boucle anti-horaire.

L’évolution des lignes de base au cours de la prise en charge

Dés la fin de la première séance Mathieu acquiert la continuité du tracé. Il passe en effet de tracés discontinus (suite de cercles) à un tracé continu (cf. Figure 10).

On peut supposer que la prise en charge a favorisé la perception de la continuité du mouvement. Les boucles n'apparaissent pas encore. Mathieu :

1. commence ses tracés dans le sens horaire,
2. se rend compte que le sens de tracé ne correspond pas à la consigne (il le verbalise), le tracé part alors dans le sens anti-horaire,
3. jusqu'à un point de rupture à partir duquel il repart dans le sens horaire.

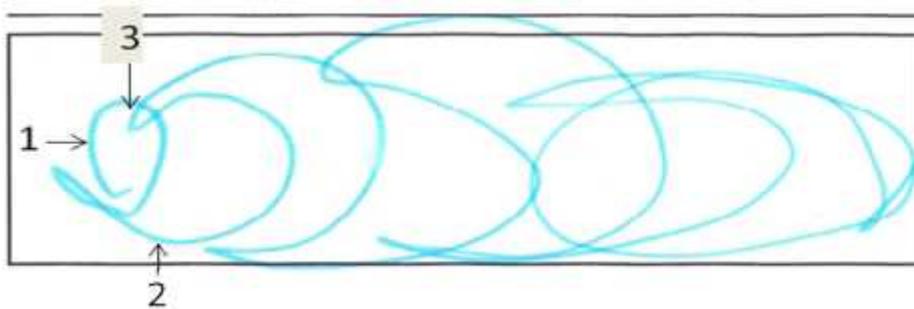


Figure 10 : Ligne de base, avec modèle, fin de la 1^{ère} séance de prise en charge

A la fin de la deuxième séance, les boucles apparaissent (cf. Figure 11). Mathieu parvient à réaliser une boucle anti-horaire mais ne peut enchaîner sur une nouvelle boucle anti-horaire. Il va alors alterner une boucle anti-horaire / une boucle horaire.

Entre chaque boucle on peut identifier un point de rupture (indiqué par une flèche sur la Figure 11) à partir duquel le sens du tracé change.

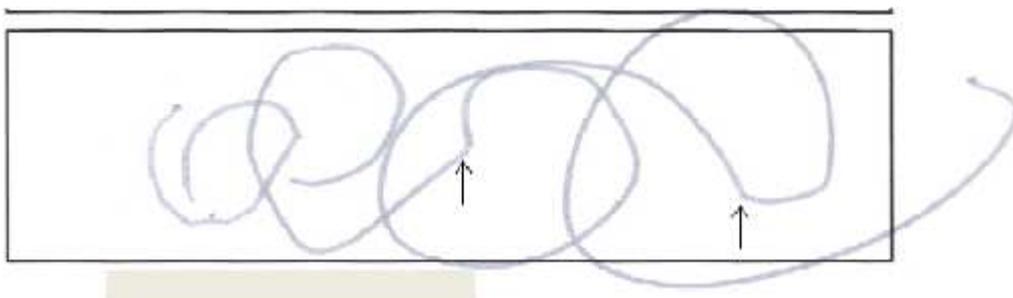


Figure 11 : Ligne de base avec modèle, fin de la 2^{ème} séance de prise en charge

Mathieu tente de faire émerger le patron de coordination anti-horaire. S'il parvient à réaliser une boucle, le mouvement semble trop complexe à réaliser pour qu'il puisse le maintenir et enchaîner une suite de boucles.

A la fin de la troisième séance, Mathieu réalise des tracés horaires (cf. Figure 12).

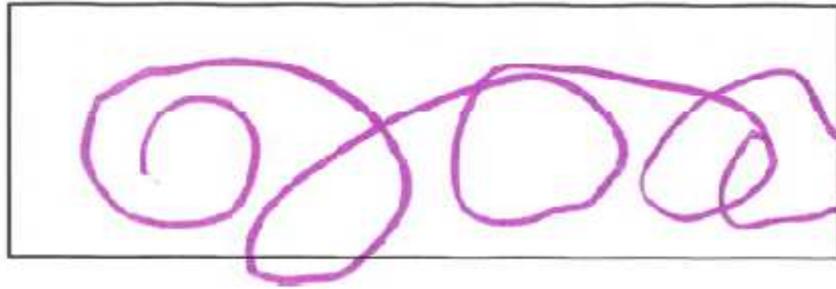


Figure 12 : Ligne de base avec modèle, fin de la 3^{ème} séance de prise en charge

On observe ici l'émergence d'un patron de coordination graphomoteur sans doute plus simple à réaliser pour Mathieu : la boucle horaire. Il semble que le patron de coordination se stabilise au cours des séances suivantes. Le nombre de boucles augmente. Le tracé devient de plus en plus fluide et résiste dans toutes les conditions proposées (sans modèle, avec contrainte de vitesse, en absence de contrôle visuel) (cf. annexe 2).

C'est au cours des 2 dernières séances de prise en charge, qu'on voit apparaître des suites de boucles anti-horaires dans la condition « sans contrôle visuel » (cf. Figure 13), tandis que le sens du tracé reste horaire dans les autres conditions.

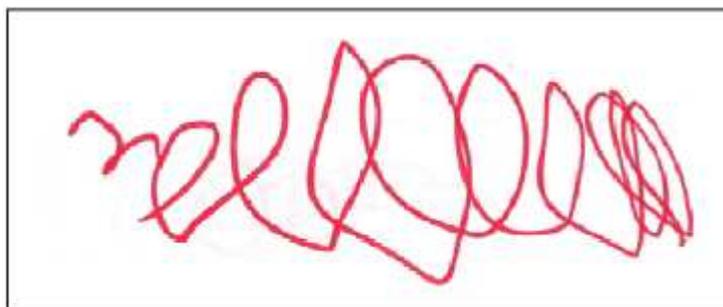


Figure 13 : Ligne de base, sans contrôle visuel, fin de la 7^{ème} séance de prise en charge

C'est donc à la fin des deux dernières séances de prise en charge, qu'on observe l'émergence d'un patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires.

Les deux dernières lignes de base après arrêt de la prise en charge

Après arrêt de la prise en charge, l'ensemble des tracés est à nouveau réalisé dans le sens horaire.

5.2 EN RESUME

On peut constater qu'avant la prise en charge, Mathieu n'a acquis ni le patron de coordination permettant de tracer des boucles horaires ni celui permettant de tracer des boucles anti-horaires et qu'il n'a pas acquis la continuité des tracés.

Lors des deux premières séances, Mathieu tente de faire émerger le patron de coordination anti-horaire, mais le mouvement semble trop complexe à réaliser. On observe alors l'émergence d'un patron de coordination simple : la boucle horaire. Ce patron de coordination semble se stabiliser au cours des séances suivantes.

Au cours des deux dernières séances de prise en charge, on observe l'émergence du patron de coordination permettant à Mathieu de tracer une suite de boucles anti-horaires. Il est important de noter que ce patron de coordination n'émerge que lorsque le contrôle visuel est absent.

Il semble que ce patron de coordination émerge grâce à la prise en charge car le tracé de boucles anti-horaires disparaît lorsqu'il y a arrêt de la prise en charge.

Les théories dynamiques pourront nous apporter des éléments d'explication comme nous le verrons dans la discussion.

6 REEVALUATION A LA FIN DE LA PRISE EN CHARGE

La réévaluation (comparaison des résultats des post-tests avec ceux de l'évaluation initiale) a également permis d'objectiver les progrès réalisés par Mathieu.

6.1 DEXTERITE DIGITALE

Epreuves de tapping de la « NEPSY » :

	Résultats « Pré-test »		Résultats « Post-test »	
	Temps	Résultat en DS	Temps	Résultat en DS
Temps total	170	-1,7 DS	111	-0,2 DS
Répétitions	31	0,36 DS	39	0 DS
Séquences	139	-2,1 DS	72	0 DS
Main dominante (droite)	83	-1,3 DS	52	0,1 DS
Main non dominante (gauche)	87	-1,5 DS	59	-0,3 DS

Mathieu a beaucoup progressé notamment sur le tapping séquentiel. Ses résultats qui étaient très déficitaires se sont normalisés. Rappelons que les épreuves

d'opposition séquentielle des doigts constituent un moyen fiable d'évaluation de la dextérité digitale. Les capacités de dextérité digitale de Mathieu ont donc progressé favorablement.

Epreuves de dextérité manuelle du M-ABC

	Scores de dégradation	
	Pré-test	Post-test
Mettre des jetons dans une tirelire	3,5	3,5
Enfiler des cubes	5	4
Trajet de la bicyclette	4 (4erreurs)	2 (3 erreurs)
Total	12,5	9
Résultats	< 5ème centile	< 5ème centile

Sur l'épreuve uni-manuelle (mettre des jetons dans la tirelire) les résultats ont peu évolué. On peut noter que Mathieu a progressé sur le trajet de la bicyclette, épreuve de traçage de trait entre 2 lignes. Comme nous allons le voir dans les épreuves de coordination visuo-motrices présentées ci-après, cette progression va se confirmer.

6.2 INTEGRATION VISUO-MOTRICE

Copie de figure de la NEPSY

	Pré-test	Post-test
Note brute	26	32
Résultats	-1,5 DS	- 0,9 DS

Mathieu a beaucoup progressé dans la copie de figure. Le tracé est plus précis et plus fluide. On peut noter que le carré est acquis ce qui n'était pas le cas lors de l'évaluation initiale.

Subtest V « Relations spatiales » du « Frostig »

	Pré-test	Post-test
Note brute	0	2
Résultats	-1,5 DS	-0,9 DS

La reproduction de figure sur une grille de points est maintenant possible pour Mathieu pour les items les plus simples. Il parvient ainsi à reproduire 2 items en

utilisant des points de repères, ce qu'il n'était pas capable de faire en début de prise en charge.

Epreuves de coordination visuo-motrice

- Précision visuo-motrice de la NEPSY

	Résultats « Pré-test »		Résultats « Post-test »	
	Note brute	Résultats (DS)	Note brute	Résultats (DS)
Voiture-Temps	28	> norme	27	>norme
Voiture –Erreur	12	Norme attendue	8	Norme attendue
Moto-Temps	54	> norme	48	>norme
Moto-Erreurs	92	> norme	25	Norme attendue
Note totale	5	-1,2 DS	15	0,2 DS

- Subtest I « Coordination visuo-motrice » du Frostig

	Pré-test	Post-test
Note brute	6	15
Résultats	-2,4 DS	1,4 DS

L'ensemble des épreuves de coordination visuo-motrices administrées montre que Mathieu a beaucoup progressé sur ce type d'épreuves. Les tracés sont plus précis et moins saccadés. L'évolution des tracés nous montre que Mathieu contrôle beaucoup mieux son geste, ce qui lui permet d'être plus précis.

6.3 EVALUATION DE LA CAPACITE A COPIER LES 9 FORMES DE BASE

	Pre-test	Post-test
Trait horizontal	Acquis	Acquis
Trait vertical	Acquis	Acquis
Cercle	Acquis	Acquis
Croix	Acquis	Acquis
Carré	Non acquis	Acquis
Diagonale « / »	Non acquis	Acquis
Diagonale « \ »	Non acquis	Acquis
Croix oblique	Non acquis	Non acquis
Triangle	En cours d'acquisition	Acquis

Mathieu est maintenant capable de copier le carré (cf. Figure 14), les diagonales et le triangle. Seule la croix oblique n'est pas acquise.

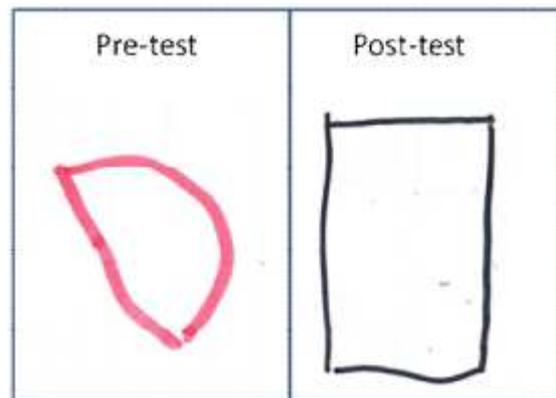


Figure 14 : Reproduction du carré en début et en fin de prise en charge

6.4 EVALUATION DES REGLES DE PRODUCTION GRAPHIQUE

Observation de la grammaire de l'action

Mathieu a acquis la continuité du tracé, il lève moins le crayon au cours de la production.

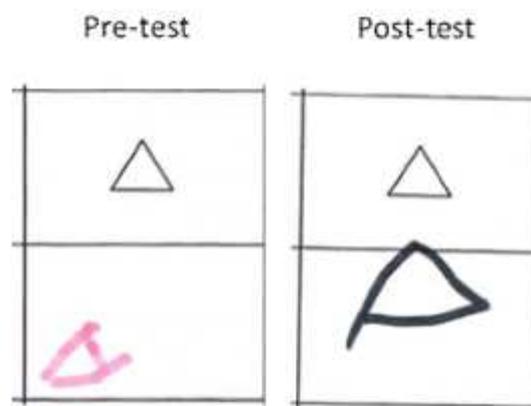


Figure 15 : Acquisition de la continuité du tracé – Exemple du triangle

La progression de ses tracés se fait maintenant préférentiellement du haut vers le bas et de la gauche vers la droite. Il commence à appliquer les règles de grammaire de l'action ce qu'il ne faisait pas lors de l'évaluation initiale.

Observation du sens de rotation préférentiel

Les deux sens de rotation sont maintenant utilisés par Mathieu. Si ce n'est pas systématique, Mathieu peut maintenant utiliser le sens de tracé anti-horaire.

6.5 EVALUATION DE LA CAPACITE A COPIER DES LETTRES

Huit lettres sont reconnaissables : « a », « c », « e », « m », « n », « x », « A », « N ». Les lettres « t » et « o » qui étaient reconnaissables lors de l'évaluation initiale ne le sont plus.

Lors de l'évaluation initiale, 93% des tracés de lettres étaient réalisés dans le sens horaire. A la fin de la prise en charge, on constate que 23% des tracés de lettres sont réalisés dans le sens horaire tandis que 76% le sont dans le sens anti-horaire.

De plus, Mathieu utilise beaucoup plus de tracés continus dans le tracé de ses lettres ce qui n'était pas le cas lors de l'évaluation initiale.

L'analyse du tracé des lettres rondes (a, c, d, g, o, q) nous montre que lors de l'évaluation initiale, toutes étaient tracées dans le sens horaire. Après intervention, sur les 6 lettres rondes, 5 lettres sont tracées dans le sens anti-horaire. De plus, le point de départ en haut à gauche associé au tracé des lettres rondes n'était pas du tout utilisé par Mathieu avant l'intervention. Il est à présent utilisé pour le tracé de 4 lettres sur 6.

On peut noter cependant que Mathieu utilise ce même point de départ en haut à gauche pour les lettres utilisant des boucles dont le point de départ est normalement en bas à gauche (à 7h), ce qui entraîne une déformation de la lettre produite (exemple du « e » présenté sur la Figure 16).

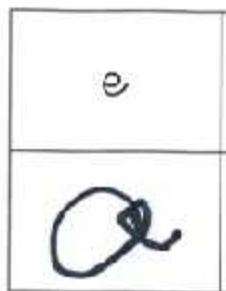


Figure 16 : Post-test - Reproduction du « e »

Même si peu de lettres sont encore reconnaissables, l'analyse du tracé des lettres nous montre que Mathieu a pu transférer les compétences acquises lors de la prise en charge. On peut notamment constater qu'il utilise maintenant la boucle anti-horaire dans le tracé d'une majorité de lettres, le principe de continuité du tracé, et qu'il a pu encoder le point d'attaque des lettres rondes. L'ancrage de ce point d'attaque semble cependant avoir entraîné une confusion sur le point de départ des lettres utilisant des boucles.

7 DISCUSSION

Mathieu a été très réceptif à l'ensemble des exercices proposés tout au long de la prise en charge. C'est un enfant volontaire et motivé, qui profite aisément des stratégies proposées.

Emergence et stabilisation de nouveaux de patrons de coordination graphomoteurs

L'un des objectifs de la prise en charge était l'acquisition du patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires.

Avant la prise en charge, Mathieu n'avait acquis ni le patron de la boucle horaire ni le patron de la boucle anti-horaire, ni la continuité des tracés.

L'analyse de la ligne de base montre que la prise en charge a d'abord permis l'acquisition de la continuité des tracés, puis l'émergence et la stabilisation d'un patron de coordination simple : la boucle horaire. Mathieu tente en effet à la fin des premières séances, d'initier le patron de coordination de la boucle anti-horaire. Il parvient à réaliser une boucle mais ne peut en enchaîner plusieurs. Ce patron de coordination semble encore trop complexe à produire. Il produit à la 3^{ème} séance un enchaînement de boucles horaires, patron de coordination probablement plus simple à produire pour lui, qu'il va ensuite explorer et stabiliser au cours des séances suivantes. Les théories dynamiques peuvent nous apporter des éléments d'explication. Selon ces théories, l'individu a en effet tendance à utiliser la coordination la plus stable pour lui, ici le patron de coordination de la boucle horaire.

Il semble ensuite que ce soit sur la base de ce patron de coordination stabilisé que Mathieu a pu faire émerger un nouveau patron de coordination plus complexe : l'enchaînement de boucles anti-horaires.

C'est en effet au cours des dernières séances, après que le patron de la boucle horaire se soit stabilisé, que Mathieu peut produire une suite de boucles anti-horaires. D'après les théories dynamiques, l'apprentissage moteur s'effectue grâce à un passage à une phase moins stable en partant d'une phase stable. L'émergence d'une coordination complexe peut ainsi s'appuyer sur une coordination existante plus stable pour le sujet. L'exploration des nouveaux comportements serait alors sécurisée par la coordination stable. (Delignière, 1998)

C'est ce qui semble se passer avec Mathieu. Le patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires, émerge en effet une fois que le patron de la boucle horaire s'est stabilisé. Mathieu s'appuie sur la coordination maîtrisée pour explorer, à certains moments, la nouvelle coordination plus complexe.

A l'arrêt de la prise en charge, la boucle anti-horaire disparaît dans toutes les conditions au profit de la boucle horaire. On constate donc un recul de la performance à l'arrêt de la prise en charge. Comme on l'a vu précédemment dans la partie détaillant la démarche du protocole à cas unique, un recul de la performance à l'arrêt de la prise en charge permet de faire l'hypothèse que c'est l'intervention qui a été responsable de l'évolution du comportement. Il semble donc que l'intervention a été efficace pour faire émerger le patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires

Si Mathieu a pu faire émerger ce patron de coordination, il semble qu'il ne soit pas encore stabilisé. Il s'agit donc pour la suite de la prise en charge de mettre en place les conditions qui permettront la stabilisation de ce patron, c'est ce que nous allons voir dans le paragraphe suivant.

On peut noter que cette coordination émerge dans une condition : l'absence d'information visuelle. Les théories dynamiques peuvent là encore nous apporter des éléments d'explication. Dans les approches dynamiques du mouvement, la manipulation des contraintes est une stratégie importante dans l'apprentissage. Dans une expérience menée par Bennett (1999) sur un groupe d'enfants apprenant à attraper une balle avec une main, les chercheurs montrent que l'absence d'informations visuelles sur le bras qui attrape améliore significativement les performances des enfants. Les enfants sont obligés de chercher des solutions alternatives, comme l'utilisation d'informations proprioceptives (Davids, Button, & Bennett, 2008). Il semble que dans le cas de Mathieu, l'absence d'information visuelle favorise l'émergence de la coordination anti-horaire. L'absence de contrôle visuel l'oblige à utiliser d'autres informations (telles que la mémoire motrice) et semble avoir un effet bénéfique sur l'émergence de cette nouvelle coordination. Le contrôle visuel serait pour lui une contrainte forte limitant l'accès au patron de coordination anti-horaire.

L'expérience citée précédemment montre par ailleurs que lorsque l'on réintroduit l'accès aux informations visuelles, les performances ne se détériorent pas. Cela nous

donne des pistes de travail pour stabiliser le patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires. Il pourrait en effet être intéressant de manipuler la contrainte visuelle pendant la réalisation du tracé (début de tracé sans contrôle visuel et réintroduction du contrôle visuel en cours de tracé).

La prise en charge a donc permis d'une part de faire émerger et de stabiliser le patron de coordination horaire, mais surtout de faire émerger le patron de coordination permettant l'enchaînement de boucles anti-horaires, coordination que l'on souhaitait que Mathieu acquiert.

Evolution des habiletés prédictives des capacités d'écriture

La réévaluation a également permis d'objectiver les progrès réalisés par Mathieu dans le domaine de l'intégration visuomotrice et de la dextérité digitale, habiletés considérées comme prédictives des habiletés ultérieures en écriture.

Les résultats montrent que les capacités d'intégration visuomotrice ont nettement progressé. Que ce soit sur les épreuves de copie de figures ou de coordination visuo-motrice, les résultats se sont nettement améliorés.

Sur les épreuves de copie de figure, le tracé est plus précis. Mathieu parvient maintenant à utiliser des points de repères. Il est maintenant capable de copier 8 des 9 formes de base identifiées comme étant des pré-requis à l'apprentissage de l'écriture. Seule la croix oblique n'est pas acquise.

L'ensemble des épreuves de coordination visuo-motrice administrées montre également une nette progression dans ce domaine. Il contrôle beaucoup mieux son geste graphique ce qui lui permet d'être plus précis.

Les capacités de dextérité digitale se sont également améliorées.

L'évolution des capacités d'intégration visuomotrice et notamment de copie de figures géométriques était un des effets attendus de l'intervention. La prise en charge semble donc avoir eu un effet positif sur cette habileté. La progression de la dextérité digitale n'était pas un effet attendu par la prise en charge car cette habileté n'a pas été directement travaillée. On peut se demander si cette progression est en lien avec la prise en charge (effet indirect de la prise en charge) ou si d'autres facteurs, tel que la maturation, ont pu influencer les capacités de dextérité digitale de Mathieu.

Mathieu a beaucoup progressé sur l'ensemble des habiletés identifiées comme prédictives des capacités d'écriture. Ses capacités d'intégration visuomotrice et de

dextérité digitale se sont normalisées. Les résultats suggèrent que la prise en charge a permis de diminuer les facteurs de risque de développer des difficultés d'écriture. Ceci ne représente toutefois qu'une évaluation de facteurs de risque et nous ne pouvons avoir aucune certitude quant à l'évolution de Mathieu.

Des progrès dans l'acquisition des règles de production graphique

Comme on a pu le voir dans la partie théorique, il s'opère chez le jeune enfant entre 4 et 6 ans, des changements importants dans les règles de production graphique, adaptations nécessaires pour l'acquisition de l'écriture (changement de sens de rotation préférentiel, acquisition de la continuité du tracé, changement dans le sens de progression du tracé).

Nous avons pu voir au cours de l'évaluation initiale que Mathieu, n'avait pas encore acquis certaines de ces règles de production graphique, telles que le sens de rotation anti-horaire, la continuité du tracé ou bien le sens de progression haut-bas.

A la fin de la prise en charge, on peut constater que Mathieu a acquis la continuité du tracé. Cette continuité est par ailleurs retrouvée dans le tracé de ses lettres. La progression de ses tracés se fait maintenant préférentiellement du haut vers le bas et de la gauche vers la droite. Par ailleurs, Mathieu a acquis le sens de rotation anti-horaire et peut l'utiliser spontanément dans le tracé de ses lettres. La stabilisation de ces règles de production graphique et notamment du sens de rotation anti-horaire, est en train de se mettre en place progressivement.

Impact de la prise en charge sur la copie de lettre

Pour rappel, aucun travail n'a été effectué sur l'apprentissage des lettres.

L'évaluation de la copie de lettre nous montre que l'intervention a eu un effet sur la manière dont Mathieu trace les lettres. En effet, même si peu de lettres sont encore reconnaissables, l'analyse du tracé des lettres nous montre que Mathieu a pu transférer les compétences acquises lors de la prise en charge.

On peut notamment constater qu'il utilise maintenant la boucle anti-horaire dans le tracé d'une majorité de lettres. De plus, la majorité des lettres, auparavant produites par le tracé de petits traits accolés est maintenant produite d'un seul trait, sans lever de crayon. Il utilise le principe de continuité du tracé, ce qui entraîne une amélioration importante de la fluidité de la trace.

Mathieu a également pu encoder le point d'attaque des lettres rondes, qu'il utilise pour 83% d'entre elles. Cependant, il utilise maintenant ce point d'attaque pour la formation de la plupart des lettres. Or, comme on l'a vu dans la partie théorique, si les lettres rondes commencent en haut à droite, les lettres utilisant la boucle anti-horaire commencent en bas à gauche. L'utilisation presque systématique du point de départ en haut à gauche le gêne donc dans la formation des lettres utilisant des boucles anti-horaires telles que le « l » et le « e ». L'ancrage de ce point d'attaque semble donc avoir entraîné une confusion pour Mathieu. Il aurait peut-être été plus judicieux de travailler la boucle anti-horaire et d'attendre qu'elle se stabilise avant de mettre en place l'apprentissage des règles de production des lettres rondes et notamment du point d'attaque en haut à droite.

Il semble donc que la prise en charge a permis à Mathieu de progresser sur de nombreux plans. Il a ainsi acquis un certain nombre de règles de production graphique indispensables à l'acquisition de l'écriture, règles qu'il est capable d'utiliser dans le tracé de ses lettres. L'évaluation des habiletés prédictives des capacités d'écriture (intégration visuomotrice, dextérité digitale) nous montre également que l'intervention a permis de normaliser ces habiletés. On peut donc supposer qu'elle a permis de réduire les facteurs de risque de développer des difficultés d'écriture et d'augmenter la capacité de Mathieu à bénéficier de l'apprentissage de l'écriture.

Mathieu est cependant toujours en difficulté dans le tracé de lettres. Seules 8 graphies sont actuellement reconnaissables. Karlsdottir et Stefansson (2002)²⁵, qui ont mené une étude longitudinale sur 5 ans visant à déterminer ce qui différencie les bons scripteurs des mauvais scripteurs, montrent qu'ils peuvent être différenciés par leur aptitude à nommer et écrire les lettres avant de commencer l'apprentissage de l'écriture. Il sera donc important de soutenir Mathieu dans cette acquisition dans la suite de la prise en charge. L'un des axes de travail envisagé est celui de l'utilisation de l'exploration visuo-haptique des lettres qui pourrait permettre d'améliorer la perception des lettres et le geste moteur nécessaire pour les tracer. (Bara & Gentaz, 2010)

¹ In Albaret, Kaiser, & Soppelsa, 2013

Conclusion

Comme on a pu le voir dans la partie théorique, l'enfant va apprendre pendant quelques années à maîtriser le geste d'écriture. Certains enfants vont rencontrer des difficultés dans cette acquisition, difficultés qui peuvent engendrer des conséquences importantes sur la scolarité. En raison de cet impact négatif, l'identification et la prise en charge précoce des enfants à risque de développer des difficultés d'écriture est d'une importance majeure. Il semble en effet préférable de prévenir les difficultés plutôt que de les prendre en charge une fois qu'elles sont bien présentes. Il paraît donc intéressant en psychomotricité, d'identifier et de soutenir les enfants à risque, par des interventions ciblées afin de développer et renforcer les habiletés et les pré-requis nécessaires à l'acquisition du geste d'écriture.

Une intervention spécifique visant à mettre en place certaines compétences graphiques indispensables à l'acquisition de l'écriture a été proposée dans le cadre de ce mémoire. L'objectif était de familiariser des enfants pré-scripteurs aux règles graphiques du geste d'écriture, via un apprentissage implicite, et de préciser l'impact de cet apprentissage sur les capacités d'écriture.

Il semble, au vu des résultats, que la prise en charge proposée ait favorisé l'acquisition de règles de production graphique et de constantes de graphisme propres à l'écriture. La prise en charge mise en place avec Mathieu a été efficace sur les domaines travaillés et a permis d'augmenter sa capacité à bénéficier de l'apprentissage de l'écriture. Compte-tenu du temps court de prise en charge, il est difficile de savoir si cet apprentissage permettra de faciliter l'acquisition de l'écriture. Il faudrait pour cela suivre Mathieu sur son année de cours préparatoire. On peut toutefois voir qu'il utilise les compétences graphiques acquises par le biais de l'intervention lorsqu'il trace ses lettres. On peut donc espérer que ces compétences pourront faciliter la mise en place de gestes adaptés lors de l'apprentissage explicite de l'écriture.

Bien que certains travaux aient permis de mieux comprendre les processus impliqués dans l'acquisition de l'écriture chez le jeune enfant, il semble indispensable de mener des travaux de recherche dans ce domaine afin d'enrichir l'état actuel des connaissances tant du point de vue de l'évaluation que de la prise en charge.

Bibliographie

Adi-Japha, E., & Freeman, N. H. (2001). Development of differentiation between writing and drawing systems. *Developmental Psychology*, 37, 101-114.

Ajuriaguerra, J., & Auzias, M. (1986). Les fonctions culturelles de l'écriture et les conditions de son développement chez l'enfant. *Enfance*, Vol. 39, pp. 145-167.

Albaret, J. M. (2004). Le développement du dessin, des praxies constructives et de l'écriture.

Albaret, J. M., Kaiser, M. L., & Soppelsa, R. (2013). *Troubles de l'écriture chez l'enfant: des modèles à l'intervention*. De Boeck-Solal.

Albaret, J.-M., & Soppelsa, R. (1999). *Précis de rééducation de la motricité manuelle*. Solal.

Bara, F., & Gentaz, E. (2007). Apprendre à écrire. *Médecine & enfance*, 206-210.

Bara, F., & Gentaz, E. (2010). Apprendre à tracer les lettres : une revue critique. *Société française de psychologie*, 129-144.

Berninger, V. W., Vaughan, K. B., Abbot, R. D., Abbott, S. P., Rogan, L. W., Brooks, A., et al. (1997). Treatment of handwriting problems in beginning writers: Transfer from handwriting to composition. *Journal of Educational Psychology*, vol. 89, n° 4, p. 652.

Bonneton-Botté, N., De La Haye, F., Marec-Breton, N., & Bara, F. (2012). Détection et identification d'une caractéristique du mouvement d'écriture manuscrite chez des l'enfant. *Revue canadienne de psychologie expérimentale*, vol. 66, no 3, 164.

Bulletin officiel de l'éducation nationale, hors-série n° 3 du 19 juin 2008. (s.d.). *Programme de l'école maternelle*.

Chartrel, E., & Vinter, A. (2004, vol. 78). L'écriture: une activité longue et complexe à acquérir. *Approche Neuropsychologique de l'Apprentissage chez l'Enfant*, pp. 174-180.

Daly, C. J., & Kelley, G. T. (2003). Relationship between visual-motor integration and handwriting skills of children in kindergarten: A modified replication study. *The American journal of occupational therapy* vol. 57, no 4, 459-462.

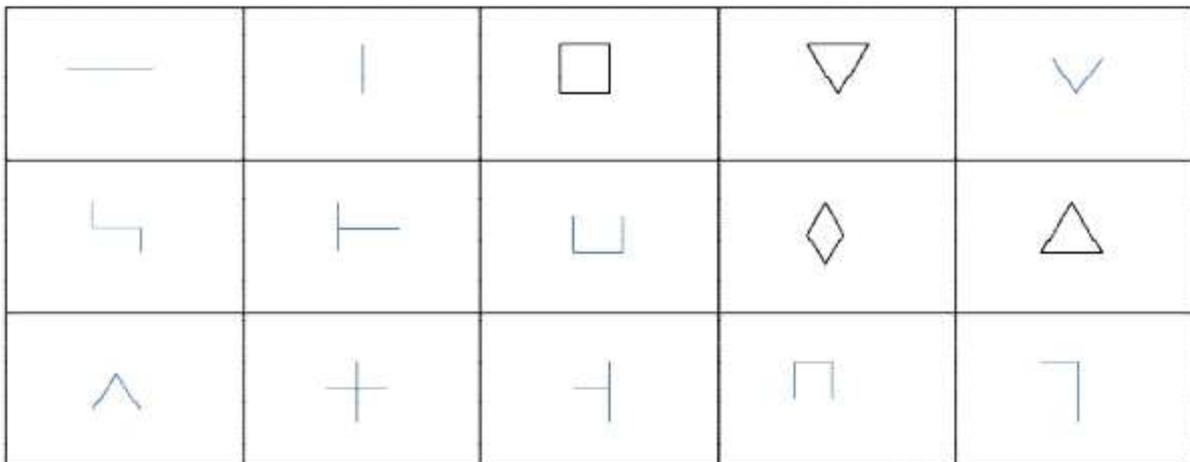
- Danna, J., Enderli, F., Athènes, S., & Zanone, P. G. (2012). Motor coordination dynamics underlying graphic motion in 7-to 11-year-old children. *Journal of experimental child psychology* , 37-51.
- Davids, K., Button, C., & Bennett, S. (2008). *Dynamics of skill acquisition, a constraints-led approach, Chapter 7*. Human Kinetics.
- Delignière. (1998). A propos de la théorie des systèmes dynamiques : Quelques idées neuves sur l'apprentissage moteur. *Revue EPS N° 271* , 61-66.
- Detable, C., & Vinter, A. (2003). Les activités graphiques d'enfants et d'adolescents présentant un retard mental: Étude du respect d'une règle syntaxique. *European review of applied psychology, vol. 53, no 3/4* , 179-188.
- Detable, C., & Vinter, A. (2006). Les capacités de transfert en situation d'apprentissage implicite chez des préadolescents présentant un retard mental. *Psychologie française* .
- Feder, K. P., & Majnemer, A. (2007). Handwriting development, competency, and intervention. *Developmental Medicine & Child Neurology* , 312-317.
- Freeman, N. H. (2005). Motricité de dessin et motricité d'écriture. *Enfance* , 5-10.
- Frostig, M. (1973). *Test de développement de la perception visuelle*. Paris: Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Graham, S., & Weintraub, N. (1996). Correlates of skill development in handwriting. Dans *A Review of Handwriting Research: Progress and Prospects from 1980 to 1994* (pp. 32-39). Educational Psychology Review, VoL 8, No. 1.
- IEN mission maternelle du Gard. (2010). L'enseignement du graphisme et de l'écriture dans quelques écoles maternelles du département du Gard. *Note de synthèse* .
- Kaiser, M. L. (2009). *Facteurs endogènes et exogènes influençant l'écriture manuelle chez l'enfant*. Thèse de doctorat. Université de Toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S. (2003). *Bilan neuropsychologique de l'enfant*. Paris: Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Lurçat, L. (1974). *Etudes de l'acte graphique*. Mouton.

- Marr, D., & Cernak, S. (2003). Consistency of handwriting in early elementary students. *The American journal of occupational therapy* vol. 57, no 2 , 161-167.
- Marr, D., & Cernak, S. (2002). Predicting handwriting performance of early elementary students with the developmental test of visual-motor integration. *Perceptual and motor skills*, Vol. 95, n°2 , pp. 661-669.
- Marr, D., Windsor, M. M., & Cernak, S. (2001). Handwriting Readiness: Locatives and Visuomotor Skills in the Kindergarten Year. *ECRP*, Vol. 3 .
- Ministère de l'Éducation Nationale, de la Jeunesse et de la Vie Associative, Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. (2011, octobre). Rapport n° 2011-108, L'école maternelle.
- Noyer, M., & Baldy, R. (2002). Du dessin à la lecture et à l'écriture. *Psychologie & éducation* n° 49 , 73-88.
- Soppela, R., & Albaret, J.-M. (2004). *Batterie d'évaluation du mouvement chez l'enfant*. Editions du Centre de Psychologie Appliquée.
- Vinter, A., & Marot, V. (2003, Septembre 2003). Les activités de dessin chez l'enfant : un accès à l'étude de ses représentations mentales. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant* N°72 , pp. 95-106.
- Vinter, A., & Zesiger, P. (2007). L'écriture chez l'enfant: Apprentissage, troubles et évaluation. *Psychologie du Développement et de l'Éducation* , 327-351.
- Winner, E. (2006). Picture Recognition, Comprehension, and Preference: Major Milestones in Development. Dans *Development in the Arts: Drawing and Music* (pp. 863-869).
- Zesiger, P. D. (2000). L'acquisition de l'écriture. *Enfance* vol. 53, no 3 , 295-304.

Annexe 1

LES 7 REGLES DE « GRAMMAIRE DE L'ACTION » DE GOODNOW ET LEVINE

1. Départ du point le plus à gauche
2. Départ du point le plus haut
3. Le premier trait est vertical
4. Pour les formes telles que le triangle, le losange ou le « V » inversé
départ du point le plus haut et tracé de l'oblique vers la gauche,
5. Tracé de tous les traits horizontaux, de gauche à droite
6. Tracé de tous les traits verticaux, de haut en bas
7. Tracé continu de la forme

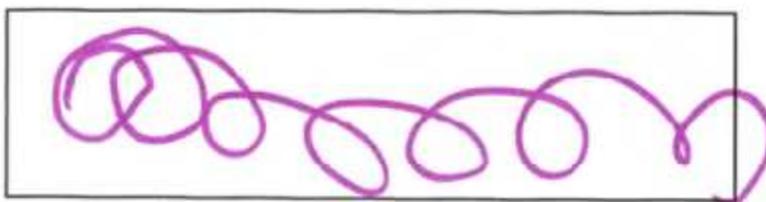


Dessins utilisés par Goodnow et Levine (1973)

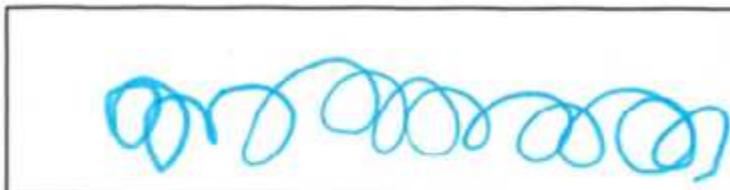
Annexe 2

EVOLUTION DES LIGNES DE BASE « SANS MODELE » ENTRE LA 3^{EME} ET LA 7^{EME} SEANCE DE PRISE EN CHARGE : STABILISATION DE LA BOUCLE HORAIRE

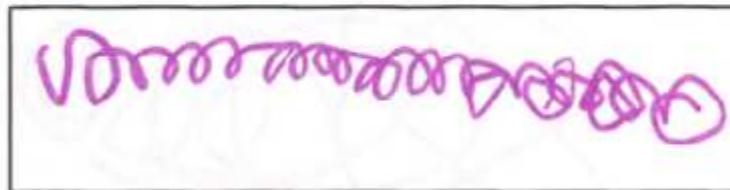
Fin de la 3^{ème} séance



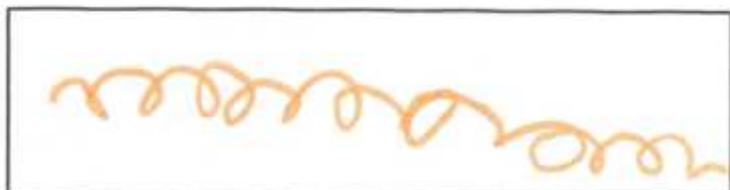
Fin de la 4^{ème} séance



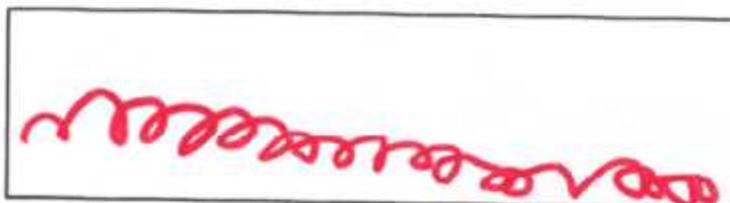
Fin de la 5^{ème} séance



Fin de la 6^{ème} séance



Fin de la 7^{ème} séance



Résumé

Ce mémoire s'intéresse aux pré-requis à l'apprentissage de l'écriture. Il propose, après avoir présenté les connaissances actuelles sur le développement de l'écriture et identifié les pré-requis nécessaires à son acquisition, une intervention visant à développer et renforcer certaines compétences graphiques nécessaires à l'acquisition du geste d'écriture chez des enfants pré-scripteurs.

Cette intervention a été proposée à un enfant de 5 ans à risque de développer des difficultés d'écriture. Il semble au vu des résultats que la prise en charge proposée ait favorisé l'acquisition de compétences graphiques indispensables à l'acquisition de l'écriture.

Mots clés : écriture – pré-requis graphiques – graphomotricité – intégration visuo-motrice – intervention précoce

Abstract

After a presentation of handwriting development, and identification of pre-writing skills, this paper describes a short-term graphomotor intervention aiming at improving writing readiness in preschool children.

This graphomotor intervention has been proposed to a 5-year-old child. The results suggest that the intervention has improved the child graphomotor skills and writing readiness.

Key words : handwriting - graphomotor skills – pre-writing skills – early intervention – visual-motor integration