

Est-il nécessaire d'enseigner le sens du tracé des lettres en capitale d'imprimerie en maternelle ?

F. BARA*, N. BONNETON-BOTTE**

* CLLE-LTC, ESPE Midi-Pyrénées, Université Toulouse-Jean-Jaurès. Email : Florence.bara@univ-tlse2.fr

** Centre de Recherches en psychologie, cognition et communication, ESPE de Bretagne, UBO.

RÉSUMÉ : Est-il nécessaire d'enseigner le sens du tracé des lettres en capitale d'imprimerie en maternelle ?

Cette étude s'intéresse à l'apprentissage de l'écriture des lettres en capitale d'imprimerie en maternelle. L'objectif est d'évaluer l'intérêt de l'apprentissage d'un sens de production des traits pour tracer les lettres. Pour cela, nous regardons si les enfants respectent les règles de production proposées par l'enseignante et s'il existe un lien entre le respect de ces règles et la qualité de la forme des signes tracés, ainsi que la vitesse et la fluidité du tracé. L'analyse des productions des élèves lors de l'écriture d'un mot précédemment appris montre qu'ils ne choisissent pas le sens proposé par l'enseignante. Ils ont très fortement tendance à privilégier un sens dans la production des traits qui minimise les levers de crayon à l'intérieur de la lettre. Ce choix ne semble pas affecter la qualité ni la fluidité de l'écriture. L'intérêt d'un enseignement explicite d'un sens de production des traits pour ce type de lettres est questionné.

Mots clés : *Écriture – Lettre – Sens de production – Apprentissage – Maternelle.*

SUMMARY: xxx

This study focuses on upper-case letters handwriting learning in kindergarten children. The aim is to describe the stroke direction children use when they produce the letters and to compare it with the stroke direction that was taught to them during classroom lessons. The static and dynamic analyses of letter production showed that almost all of the children tended to use a stroke direction that reduces the number of penlifts, and that is different from the stroke direction they learnt at school. Their choice does not seem to deteriorate nor the velocity and fluency of handwriting or the global quality of the letter shapes.

Key words: *Handwriting – Stroke direction – Upper-case letters – Kindergarten.*

RESUMEN: xxxx

xxxx.

Palabras clave: xxxx.

INTRODUCTION

L'écriture est un système de signes conventionnels, identifiables, articulés les uns aux autres et organisés dans l'espace graphique. Ce système représente une réalité abstraite : les éléments sonores du langage. La maîtrise de l'écriture manuscrite est communément partagée dans la plupart des sociétés et reste une nécessité même à l'ère du numérique, notamment car l'apprentissage du tracé des lettres permet de mieux les reconnaître (Velay, Longcamp & Zerbato-Poudou, 2004). L'écriture relève d'un apprentissage long et complexe qui passe par l'élaboration de programmes moteurs qui permettent la stabilité de la forme et des patterns temporels de l'écriture. C'est une activité coûteuse cognitivement, qui nécessite de coordonner diverses habiletés motrices et langagières (Bara & Gentaz, 2010 ; Zesiger, 1995). Produire la forme des signes graphiques de manière précise est importante, mais il faut également acquérir la fluidité et l'automatisation du geste, qui permettra de libérer des ressources cognitives qui pourront être dévolues au traitement d'informations de plus « haut niveau ». En effet, les différents processus mis en jeu lors de la production de textes (planification, exécution, contrôle) sont sous la contrainte des capacités limitées de la mémoire de travail, ce qui peut avoir pour conséquence que certains traitements vont entrer en compétition avec d'autres et les détériorer s'ils ne sont pas assez automatisés (Chanquoy & Alamargot, 2002 ; Kellogg, 2001 ; Olive & Kellogg, 2002). En ce qui concerne la composante motrice de l'écriture, tracer les lettres nécessite de stocker et de récupérer une représentation de la lettre en mémoire, d'accéder au programme moteur qui lui correspond, de définir les paramètres de ce programme (forme, taille et vitesse), de l'exécuter et d'agencer les symboles dans l'espace graphique. Si cette compétence graphomotrice est importante, elle est cependant indissociable de la compétence linguistique, ce qui différencie l'écriture des activités de graphisme.

Dans le mouvement d'écriture on distingue les composantes topocinétiques qui ont trait à l'agencement des formes dans l'espace graphique (respect du cadre de la feuille, déplacement sur une ligne, espace entre les lettres et les mots, retour à la ligne) et les composantes morphocinétiques qui concernent l'ensemble des trajectoires qui vont former les lettres (Paillard, 1991). Chez le scripteur expert, les composantes topocinétiques relèvent plutôt d'un mode de contrôle « rétroactif » basé largement sur les *feedback* visuels alors que les composantes morphocinétiques relèvent plutôt d'un mode de contrôle « proactif » basé sur les programmes moteurs (Zesiger, 1995). Ainsi, les composantes topocinétiques montrent une sensibilité plus forte aux informations visuelles que les composantes morphocinétiques (Smyth & Silvers, 1987). Le développement de l'écriture (pour une description, cf. Lurçat, 1974) n'est pas indépendant du développement moteur de l'enfant. La production des mouvements d'écriture est possible en partie grâce à la maturation du système moteur qui comprend les articulations proximales (l'épaule et le coude) et les articulations distales (le poignet et la main). Les premiers mouvements destinés à laisser une trace graphique,

observés chez l'enfant entre 20 et 24 mois, sont très rapides, presque impulsifs, sous contrôle proximal et donc de forte amplitude. La coordination des articulations proximales permet la production des premiers tracés circulaires. Entre 2 et 3 ans, les articulations distales vont commencer à intervenir dans la production des tracés, ce qui permet une première diminution de leur taille. La rotation de la main autour du poignet permet de tracer les boucles. La direction des mouvements part de l'axe du corps ce qui a pour conséquence que les verticales sont tracées de bas en haut et les horizontales de gauche à droite pour la main droite et de droite à gauche pour la main gauche. De même, les mouvements circulaires sont produits dans le sens horaire avec la main droite et dans le sens antihoraire avec la main gauche. Cette direction première des mouvements devra être inversée pour produire les lettres cursives, ce qui peut poser des difficultés dans l'apprentissage.

À l'école, on peut distinguer trois types d'activités graphiques (Dumont, 2006 ; Zerbato-Poudou, 2007). Les activités de pré-écriture et d'écriture visent à répondre ou répondent à un code partagé et reconnaissable, qui permet de communiquer. Les activités de graphisme n'ont pas ce but de représentation du sens par un code mais répondent à des exigences de mise en forme et de mise en page, données par l'enseignant. Enfin le dessin libre ne répond à aucune règle de production explicite. La connexion entre le graphisme, le dessin et l'écriture est forte non seulement parce que ce sont des représentations graphiques significatives mais également parce que les enfants rencontrent fréquemment ces deux systèmes dans les mêmes contextes. Si ces trois activités sont différentes, certains transferts peuvent cependant avoir lieu. Le tracé des premières lettres se fait lors d'exercices de copie, une tâche proche du graphisme, quand les enfants n'ont pas encore acquis les représentations visuelle et motrice des lettres. Pour devenir un scripteur compétent, l'enfant va devoir apprendre à différencier ces tâches et comprendre que même si le dessin et l'écriture sont des mouvements servant à réaliser des formes porteuses d'un contenu significatif, les lettres ne représentent pas la forme de l'objet auquel elles renvoient. Certains indices (à la fois dans les comportements, les verbalisations et les productions) permettent de voir que les jeunes enfants qui ne sont pas encore des scripteurs compétents traitent l'écriture et le dessin comme des tâches séparées (Brenneman, Massey, Machado & Gelman, 1996 ; Gombert & Fayol, 1992 ; Goodnow, 1986 ; Karmiloff-Smith, 1992 ; Lavine, 1977 ; Tolchinsky-Landsmann, 2003).

L'influence entre les différentes productions graphiques peut s'observer à travers les règles de production motrice, qui décrivent des constances dans la manière de tracer les traits (Goodnow & Levine, 1973). Cette séquence ordonnée de mouvements s'observe aussi bien lors des tâches de copies de formes géométriques (Goodnow & Levine, 1973 ; Vinter & Marot, 2003) que lors de l'écriture d'idéogrammes (Flores d'Arcais, 1994) ou de caractères latins (Parkinson, Dyson & Khurana, 2010 ; Simner, 1981 ; Viviani, 1998). Les explications concernant l'organisation de ces règles sont multiples (Thomassen & van Galen,

1992), elles seraient liées à des contraintes biomécaniques, à des aspects cognitifs en lien avec la signification attribuée à la production, ou à une économie de programmation motrice. Ces règles dépendraient également de caractéristiques propres aux sujets (droitier/gaucher) et du type de forme à produire. Ces régularités vont se modifier avec l'apprentissage formel de l'écriture. Si, pour écrire leurs premières lettres, les enfants utilisent en général les mêmes règles de production que celles qu'ils utilisent pour dessiner (Ninio & Liebllich, 1976), on constate un changement dans le sens du tracé des cercles au fur et à mesure que les enfants progressent dans l'apprentissage de l'écriture (Meulenbroek, Vinter & Mounoud, 1993 ; Thomassen & Teulings, 1979). Les études sur l'hébreu (qui s'écrit de droite à gauche) suggèrent que ce changement dans le sens du tracé serait la conséquence de l'apprentissage de l'écriture puisqu'aucun changement de ce type n'est observé lors de l'apprentissage de l'écriture en hébreu (Goodnow, Friedman, Bernbaum & Lehman, 1973). Pour Marot et Vinter (2003), la manière dont s'organise la séquence de mouvements pour produire les traces graphiques serait révélatrice de l'activité mentale du sujet. Notamment la prise en compte de cet indicateur permettrait d'analyser si les *patterns* sont produits à un niveau local (la planification est réalisée au niveau des segments qui constituent la représentation graphique) ou à un niveau global (la planification est réalisée au niveau de la figure dans sa globalité). Le passage d'une planification locale de l'action à une planification plus globale semble s'effectuer vers 5-6 ans (Vinter, 1994). L'écriture pour être rapide doit se caractériser par un mouvement continu, fluide, avec peu de pauses. Pour cela, le scripteur a la nécessité d'assembler en mémoire un certain nombre de petites unités (les traits qui forment les lettres) en unités de plus haut niveau (lettre, syllabe ou mots) (Lambert & Espéret, 2002). La séquentialité dans la production des traits aurait également un rôle dans les liens entre l'action et la perception. En effet, l'ordre dans la production des traits constitutifs des lettres serait un élément facilitateur de l'encodage en mémoire, et faciliterait la reconnaissance visuelle des lettres. En présentant des lettres « trait par trait » et en faisant varier l'ordre des traits, Parkinson, Dyson et Khurana (2010) ont montré que la mémoire de l'ordre des traits qui composent la lettre est utilisée par des observateurs adultes pour reconnaître la lettre plus rapidement en situation de lecture.

En France, l'apprentissage formel systématique de l'écriture à l'école débute généralement en moyenne section de maternelle (les enfants ont autour de 4 ans en moyenne). Si la première rencontre avec le geste moteur propre à l'écriture consiste en général à tracer des lettres en capitales d'imprimerie, l'objectif final est de savoir tracer les lettres en cursive, qui sera le type d'écriture utilisé tout au long de la scolarité élémentaire avant que l'écriture ne se personnalise. Les programmes de maternelle donnés par l'Éducation nationale en France (BO, 2008 et 2015) préconisent de proposer l'écriture cursive quand les enfants sont prêts et ont acquis un certain niveau de maturité motrice, qui leur permettra d'enchaîner plusieurs lettres. Ainsi l'entraînement à l'écriture cursive, même s'il peut

être commencé en moyenne section a plus naturellement sa place en grande section et le plus souvent en deuxième partie d'année. L'apprentissage de l'écriture en capitales d'imprimerie aura pour intérêt de permettre de développer la posture, la tenue de l'outil scripteur, la position de la main et du bras, les déplacements du bras, la gestion de l'espace, et la coordination visuo-motrice. Si la gestion de l'espace graphique (existence d'une ligne régulière sur laquelle reposent les lettres, existence d'espaces réguliers entre les lettres et les mots, régularité de l'axe des lettres et leur dimension, progression de gauche à droite sur la ligne) est commune à l'écriture manuscrite, qu'elle s'effectue en script, en cursive, ou en capitales d'imprimerie, l'apprentissage des *patterns* moteurs propres à la forme des lettres est très différent. Dans l'écriture en capitales d'imprimerie, les lettres sont essentiellement formées de segments horizontaux, verticaux, et obliques mêmes si quelques lettres requièrent un mouvement circulaire. Deux mouvements différents sont alors possibles pour les segments, vers le haut et vers le bas pour les traits verticaux, vers la droite ou vers la gauche pour les traits horizontaux. Les formes de base de l'écriture cursive sont bien différentes de l'écriture en capitales d'imprimerie et se caractérisent au contraire par des tracés courbes, très souvent dans le sens antihoraire visant l'économie et la fluidité du geste.

Si apprendre à écrire est un des objectifs principaux des enseignements de l'école maternelle, sa mise en œuvre n'est pas simple. Les enseignants se trouvent confrontés à de nombreuses questions lors des premières copies de mots : comment développer le geste de l'écriture ? Quelles activités préparatoires choisir ? Comment faire le lien entre le graphisme et l'écriture ? Quels modèles de lettres présenter ? Comment aider les élèves dans leurs réalisations motrices ? Sur quelles caractéristiques de l'écriture insister... ? L'enseignement et l'analyse de l'activité des élèves pour la copie de mots peuvent porter sur la conformité des écrits (organisation du mot et forme des lettres) et les procédures de réalisation (conventions de l'écriture). Si on s'intéresse aux conventions de l'écriture, la question de la direction des trajectoires lors de l'écriture des lettres est importante surtout pour l'écriture cursive qui nécessite d'enchaîner les lettres. Qu'en est-il pour l'écriture des lettres en capitales d'imprimerie ? Bien que fréquemment proposées aux enfants lors des premières productions écrites, notamment à l'occasion de l'écriture du prénom, aucune recommandation ministérielle n'évoque la possibilité du recours aux capitales d'imprimerie au cours de l'activité d'écriture. S'il n'existe pas de « ductus officiel » pour l'écriture des lettres en capitales d'imprimerie, il paraît cependant possible d'introduire des règles de production même si elles doivent être moins rigides que pour l'écriture cursive (Zerbato-Poudou, 2007). Certaines règles de production permettraient en effet de mieux respecter la forme des lettres (traits bien droits, sommets pointus et lettres non déformées). La question de la nécessité du respect d'une règle de production lors de

l'enseignement du tracé des lettres en caractère d'imprimerie est récurrente chez les enseignants. À notre connaissance, la littérature scientifique n'offre actuellement pas de réponse à cette question. La recherche que nous présentons ici se veut une contribution, dans le champ de la psychologie, à la question de l'enseignement des premiers tracés d'écriture. Trois objectifs sont poursuivis. Il s'agit premièrement, de décrire la manière dont les enfants de moyenne section produisent les séquences de traits qui composent les lettres d'un mot copié en capitales d'imprimerie, de vérifier s'ils respectent le sens du tracé proposé par l'enseignant et de vérifier si les séquences de traits produites présentent une certaine stabilité (en comparant avec l'écriture de leur prénom). Notre deuxième objectif consiste à vérifier un éventuel lien entre le respect des règles de production et la qualité de la forme des signes tracés. Enfin, notre troisième objectif consiste à vérifier si, à l'instar de l'écriture cursive, des règles de production enseignées explicitement facilitent la vitesse et la fluidité du tracé de lettres en capitales d'imprimerie.

MÉTHODE

Participants

Les données ont été recueillies auprès de 15 élèves (8 garçons et 7 filles, d'âge moyen 4 ans et 2 mois), scolarisés en France, dans une classe de moyenne section de maternelle. Aucun d'eux ne présente à notre connaissance de difficultés spécifiques dans les apprentissages, ni de troubles psychiques ou moteurs. L'ensemble de l'échantillon présente une latéralité graphique droitrière. Un consentement écrit des parents pour la participation à la recherche a été obtenu pour chaque enfant.

Procédure et matériel

Cette étude se situe dans un contexte écologique de classe. Les élèves effectuent des activités préparatoires à l'écriture depuis le début de l'année scolaire (tracer des traits verticaux, horizontaux, obliques, des cercles...). À partir de la mi-novembre, ils apprennent à écrire les lettres en majuscules d'imprimerie en respectant un sens du tracé qui leur est enseigné. Les élèves écrivent un peu tous les jours en classe mais des séances spécifiques centrées sur l'écriture de mots sont proposées en petits groupes tous les 15 jours. Au cours de ces séances un travail sur la forme des lettres, le sens du tracé, et la taille est réalisé. Le recueil de données a lieu au milieu du mois de décembre, quelques jours après une de ces séances d'écriture au cours de laquelle les élèves ont appris à écrire le mot « MAISON » en suivant un tracé déterminé (*figure 1*). Le sens du tracé qui a été enseigné est celui qui est classiquement proposé dans les manuels d'écriture pour la maternelle et qui préconise des traits uniquement descendants

(ductus historique, Zerbato-Poudou, 2007). Lors de notre test, les enfants sont invités à tracer individuellement ce mot sur une feuille blanche placée sur une tablette. Un modèle du mot (sans indication sur le sens des lettres) est présenté en capitales d'imprimerie en haut à gauche de la feuille. La consigne est la suivante : « Tu vas écrire le mot « maison », je mets un modèle pour t'aider ». Aucune précision n'est donnée sur la manière de former les lettres.

Une tablette Wacom, équipée d'un stylet *inkpen* (similaire à un stylo classique, laissant une trace sur la feuille de papier posée sur la tablette) permet d'enregistrer les caractéristiques du mouvement lors de sa production. En effet, l'écriture est un processus dynamique dont le résultat final est la trace graphique laissée sur le support. La seule prise en compte des critères statiques (forme de la lettre, taille, répartition dans l'espace graphique) bien qu'intéressante, donne des informations partielles sur la production du mouvement et peut être complétée par des mesures temporelles recueillies pendant l'exécution du mouvement (Rosenblum, Weiss & Parush, 2003).

Le mot choisi nous permet d'avoir un large panel de mouvements, trois lettres ont plusieurs segments verticaux et obliques (M, A et N), une lettre est composée d'un seul segment vertical (I), et deux lettres nécessitent des mouvements circulaires (S et O).

Figure 1. Sens appris pour tracer chaque lettre du mot maison.



Afin de recueillir des informations sur la manière dont les élèves tracent les lettres, nous leur avons également demandé d'écrire leur prénom, qui est le mot le plus familier pour eux et par lequel l'entrée en contact avec l'écriture est la plus fréquente.

Recueil de données et analyses des tracés

Pour chaque lettre, nous avons relevé le nombre de segments théoriques (c'est-à-dire le nombre de traits – rectilignes ou curvilignes – enseignés en classe) et le nombre de segments réellement produits par les élèves (en nous basant sur l'analyse des pauses et des levers de crayon). Nous avons comparé ces deux valeurs au moyen d'un test T pour échantillon unique avec comparaison à une valeur théorique attendue. Nous avons également regardé le sens de production choisi par les élèves pour chaque segment (en nous appuyant sur le découpage théorique de la lettre). Les tracés des élèves ont été analysés avec le logiciel Ductus (Guinet & Kandel, 2010), qui permet, pour chacune des lettres tracées et pour l'ensemble du mot, d'analyser la vitesse moyenne du tracé, la fluidité du tracé (nombre de maxima dans le profil de vitesse), ainsi que le nombre et

le temps des levers de crayon. Une évaluation globale de la qualité des lettres produites a été effectuée par deux enseignantes de maternelle, ne connaissant pas les objectifs de notre étude. Elles ont coté indépendamment chaque lettre sur une échelle de 0 (lettres non identifiables) à 5 (lettres parfaitement tracées pour un enfant de cet âge). L'accord entre les deux évaluatrices est très fort (Kappa de Cohen pondéré, $k = .87$). Une analyse qualitative de certaines productions d'élèves vient compléter les analyses quantitatives.

RÉSULTATS

De quelle manière les élèves produisent-ils les lettres en capitales d'imprimerie ? Leur tracé respecte-t-il les règles de production enseignées en classe ? Existe-t-il une stabilité dans le sens de production choisi ?

Lettres composées de plusieurs segments verticaux et obliques : M, A et N

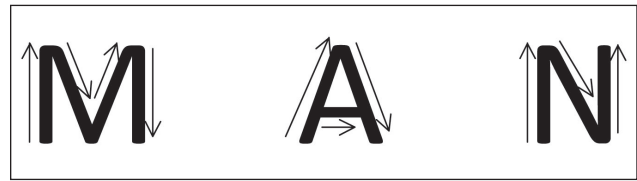
Pour la lettre M, sur quatre segments théoriques, la grande majorité des élèves n'en trace que deux dans le sens préconisé. 12 élèves sur 15 tracent cette lettre avec une progression de gauche à droite, en traçant le premier segment du bas vers le haut, et parmi ceux-ci 10 le font sans lever le crayon. Cette progression de gauche à droite dans un mouvement continu les amène à tracer le troisième segment oblique de la gauche vers la droite, à l'inverse de ce qui leur a été proposé lors de la séance d'apprentissage. Les élèves tracent en moyenne moins de segments que ce qui leur a été appris [$t(14) = 29$; $p < .001$].

Pour la lettre A, les élèves ne tracent que deux segments dans le sens préconisé, seul un élève trace les trois segments avec la direction apprise. 14 élèves sur 15 commencent par tracer le premier segment du bas vers le haut puis suivent une progression de gauche à droite et un mouvement continu pour le tracé. Les élèves tracent en moyenne moins de segments que ce qui leur a été appris [$t(14) = 10,25$; $p < .001$].

Pour la lettre N, 10 élèves sur 15 ne font aucun lever de crayon. Seul un élève trace les trois segments dans le sens préconisé. La majorité des élèves trace le premier segment du bas vers le haut puis suit le fil du tracé avec un sens de progression de la gauche vers la droite. De ce fait un seul segment est tracé dans le sens préconisé (le segment oblique, de la gauche vers la droite). Les élèves tracent en moyenne moins de segments que ce qui leur a été appris [$t(14) = 8,41$; $p < .001$].

En moyenne, les élèves font très peu de levers de crayon lorsqu'ils tracent les lettres et tracent peu de segments dans le sens enseigné. Le faible nombre de levers de crayon nous indique que les élèves ont tendance à privilégier un mouvement continu au lieu de tracer segment par segment comme cela leur a été enseigné lors de la séance.

Figure 2. Sens utilisé par la majorité des élèves pour produire les lettres.



Lettre à un seul segment vertical : I

Un peu moins de la moitié des élèves (7 sur 15) trace le I du haut vers le bas comme cela leur a été enseigné. Les élèves tracent en moyenne plus de segments pour cette lettre que ce qu'ils devraient faire théoriquement [$t(14) = 2,25$; $p < .05$].

Lettres à un seul trait curviligne : O et S

Pour la lettre O, un peu moins de la moitié des élèves (7 sur 15) trace la lettre dans le sens antihoraire comme cela a été préconisé. Ces élèves commencent la lettre en haut. Les élèves qui tracent la lettre dans le sens horaire commencent leur tracé en bas de la lettre. Les élèves tracent en moyenne plus de segments pour cette lettre que ce qu'ils devraient faire théoriquement [$t(14) = 4,04$; $p < .05$].

Pour la lettre S, le sens du tracé est mieux respecté puisque seuls 3 élèves ne la tracent pas dans le sens attendu. Les élèves qui ne respectent pas le sens du tracé progressent du bas vers le haut pour tracer la lettre. Les élèves tracent en moyenne un peu plus de segments que ce qui est attendu [$t(14) = 2,01$; $p = .05$].

Tableau 1. Nombre de « segments » (traits rectilignes ou curvilignes) théoriquement attendus et nombre moyen (et écart-type) de « segments » tracés dans le sens préconisé (par rapport aux nombres de « segments » attendus), de « segments » tracés, et de levers de crayon en fonction de la lettre qui compose le mot.

Lettre composant le mot	« Segments » attendus pour chaque lettre	« Segments » tracés dans le sens préconisé	« Segments » tracés	Levers de crayon
M	4	2,07 (0,26)	1,6 (0,9)	0,6 (0,91)
A	3	2 (0,38)	2,2 (0,4)	1,2 (0,41)
N	3	1,4 (0,74)	1,47 (0,74)	0,47 (0,74)
S	1	0,8 (0,41)	1,6 (0,98)	0,6 (0,98)
I	1	0,47 (0,52)	1,53 (0,83)	0,53 (0,83)
O	1	0,47(0,52)	1,13 (0,3)	0,13 (0,35)

Au niveau du mot

Il est intéressant de noter que les élèves respectent bien les blancs graphiques entre les lettres. Aucune lettre ne se chevauche dans leurs productions. À l'intérieur des lettres, le temps moyen des levers de crayon est de 0,25 secondes (écart-type = 0,35) alors qu'à l'échelle du mot le temps moyen des levers de crayon est de 2,24 secondes (écart-type = 1,20). Ce résultat suggère que les élèves marquent bien la différence entre les différentes unités qui composent le mot.

Comparaison avec l'écriture du prénom

Certaines lettres du mot proposé font très fréquemment parties du prénom des enfants : c'est le cas du A (11/15 prénoms), du N (8/15 prénoms) et du I (8/15 prénoms). Au contraire d'autres lettres sont beaucoup moins familières : le M et le O sont présents uniquement dans 4 prénoms, et le S dans 3. Si on regarde la concordance entre la manière de tracer les lettres dans le prénom et dans le mot proposé dans notre tâche, on peut voir que l'ordre des traits est exactement le même pour les lettres M, A, S et O. Pour le I, les résultats sont plus surprenants, sur 8 élèves possédant cette lettre dans leur prénom, seuls 4 la tracent de la même manière dans le mot et dans leur prénom. Pour le N, deux élèves le tracent dans un sens différent dans leur prénom et dans le mot, mais aucun des deux productions ne suit le sens préconisé lors de l'apprentissage.

Le sens du tracé influence-t-il la qualité du tracé ?

Un coefficient de corrélation de Bravais Pearson a été calculé afin de mettre en lien le nombre de segments tracés dans le sens préconisé et la note de qualité du tracé. Cette analyse a été effectuée au niveau du mot. La corrélation ($r = .07$, $p = .83$) n'est pas significative.

Une analyse qualitative des mots produits par certains des élèves a été effectuée en complément. Cette analyse ne nous permet pas de faire un lien entre le respect du sens du tracé et la qualité globale des productions. Si on compare les mots produits par les élèves A. et J., on remarque qu'ils ont obtenu la même note de qualité, cependant A. trace 6 segments dans le sens appris alors que J. en trace 9. À l'opposé, C. trace 9 segments dans le mot en respectant le sens préconisé mais obtient une faible note en qualité.

Figure 3. Mot tracé par A.

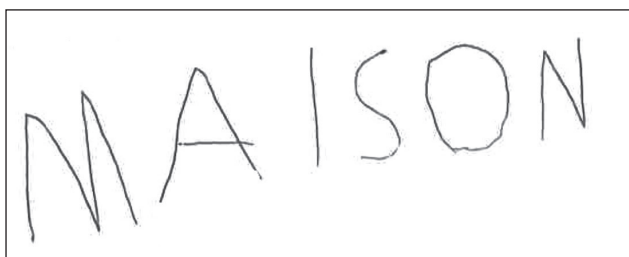
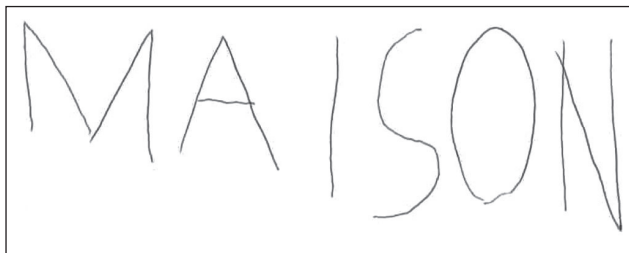
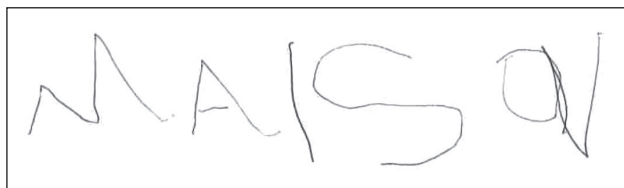


Figure 4. Mot tracé par J.



Une analyse qualitative effectuée cette fois-ci au niveau de la lettre dans certaines productions des élèves ne nous permet pas de montrer un lien systématique entre le choix d'un tracé continu, effectué en un seul geste,

Figure 5. Mot tracé par C.



sans levers de crayon, et une détérioration de la forme de la lettre. Si on compare les productions des élèves E. et P., qui ont tracé la lettre M sans lever de crayon, on peut voir des résultats différents. Alors que dans un cas, la forme de la lettre est détériorée, avec deux sommets fortement arrondis, dans l'autre cas, l'élève respecte bien les pics et angles droits caractéristiques de cette forme.

Figure 6. Mot tracé par E.

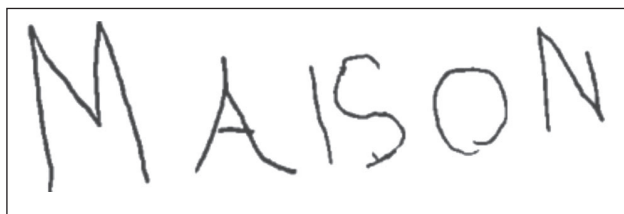


Figure 7. Mot tracé par P.



Le sens du tracé influence-t-il la vitesse et la fluidité ?

Les coefficients de corrélation de Bravais Pearson ont été calculés afin de mettre en lien le nombre de segments tracés dans le sens préconisé, avec la vitesse, le nombre de maxima dans le profil de vitesse (pics d'accélération), et le nombre de levers de crayon. Cette analyse a été effectuée sur l'ensemble du mot écrit par les élèves. Aucune corrélation significative n'apparaît entre le sens du tracé des lettres et les autres mesures ($0.03 < r < 0.16$; tous les $p > .10$).

DISCUSSION

La prise de contact avec l'écriture par les élèves de maternelle commence par une forme particulière de la lettre, en capitale d'imprimerie. Supposée plus facile à tracer par les jeunes enfants car composée essentiellement de segments droits, l'écriture en capitales d'imprimerie est proposée en général dès le début de la moyenne section de maternelle. Peu de préconisations

dans les programmes de 2008 n'étaient cependant données concernant la manière de l'enseigner, et si la forme paraît essentielle à maîtriser, le sens du tracé questionne. Les enseignants se posent ainsi fréquemment la question de savoir si des règles de production doivent être enseignées et si oui lesquelles choisir. Si l'écriture cursive doit s'écrire avec un sens prédéterminé pour faciliter la progression de la gauche vers la droite et l'enchaînement des lettres, l'apprentissage de l'écriture en capitales d'imprimerie ne nécessite pas de suivre des règles de production aussi strictes. S'il n'existe pas de règle officielle pour tracer ce type de lettres, de nombreux manuels proposent cependant des tracés avec des flèches indiquant la direction à suivre. Parmi les arguments justifiant l'utilisation de règles de production, on peut retrouver l'idée selon laquelle suivre un sens prédéterminé pour tracer les lettres favoriserait la qualité et la fluidité de l'écriture. C'est cette idée que nous avons souhaité tester dans cette étude. Trois objectifs ont été poursuivis : décrire les règles de production mises en œuvre par les élèves et vérifier si elles respectent ce qui a été enseigné lors des séances en classe, vérifier un lien entre le respect des règles de production et la qualité des signes tracés, et vérifier si les règles de production facilitent la vitesse et la fluidité du tracé.

Les résultats montrent que même si les règles de production des traits constitutifs des lettres ont été enseignées, elles ont été très peu suivies par les élèves. La grammaire de l'action mise en œuvre par les élèves est largement partagée même si elle s'éloigne fortement de celle apprise en classe. Si on peut dire que le mouvement privilégié et spontanément mis en œuvre par les élèves ne correspond pas à celui que l'enseignante souhaitait leur apprendre, on ne peut cependant pas conclure sur la capacité des élèves à faire évoluer leur grammaire de l'action. En effet, à cette époque de l'année, ils n'ont suivi que peu de séances dédiées à l'apprentissage explicite du geste d'écriture et du sens du tracé. Pour tracer les lettres, la grande majorité des élèves privilégie un tracé continu, avec une progression de la gauche vers la droite, nécessitant très peu de levers de crayon. Pour les lettres à segments verticaux, les élèves ont plutôt tendance à tracer le premier trait du bas vers le haut pour poursuivre tous les autres traits en se déplaçant de la gauche vers la droite. Le premier trait tracé part du corps de l'élève pour s'en éloigner, ce qui est classiquement observé dans les productions graphiques des jeunes enfants de cet âge. Au niveau d'un ensemble de segments, les enfants ont tendance à progresser de la gauche vers la droite alors que pour un unique segment, comme c'est le cas pour le I, ils alternent entre un point de départ du tracé en haut ou en bas. Pour le O, les élèves qui commencent la lettre par le haut la tracent dans le sens antihoraire comme cela a été appris, alors que les élèves qui commencent la lettre en bas la tracent dans le sens horaire. Cette règle de production qui s'appuie sur le point de départ du tracé serait présente dès l'âge de 4 ans, tout en se

renforçant au cours du développement (Vinter & Meulenbroek, 1993). Entre 4 et 10 ans, le point de départ se déplace vers le haut des cercles et conduit à un tracé dans le sens antihoraire. L'apprentissage en classe de l'écriture cursive explique en partie ce changement. Chez nos élèves de 4 ans, la moitié commence le tracé de la lettre O en haut pour le poursuivre dans le sens antihoraire comme le feraient les enfants plus âgés. Le sens de production des traits choisi par les élèves semble assez constant pour certaines lettres, un peu moins pour d'autres. Si on compare avec l'écriture du prénom, qui est le mot le plus fréquemment écrit par les enfants et qui leur permet notamment de développer leur connaissance des lettres (Ecalte, 2004 ; Noyer & Baldy, 2005), on voit que pour la majorité des lettres, les élèves privilégient le même sens de production pour écrire les lettres de leur prénom et celles qui composent un autre mot. Par contre pour certaines lettres, comme le I, on observe une grande variabilité du sens du tracé, à la fois en comparant les élèves entre eux, et en comparant deux productions d'un même élève. Pour le M et le A, les élèves produisent la même séquence de traits dans le mot et dans leur prénom, et cette séquence est largement partagée par l'ensemble des élèves. Il semblerait donc que certaines séquences de traits constitutifs des lettres soient moins stabilisées que d'autres.

Lorsqu'ils tracent les lettres, les élèves semblent privilégier un mouvement continu, avec peu de levers de crayon. Cette caractéristique des tracés a également été mise en évidence par Vinter (1994) pour le tracé de forme. Elle a montré que les enfants de 4-5 ans commencent leurs tracés de la gauche vers la droite et montraient une tendance à suivre le fil du tracé par la suite. Cette tendance semble diminuer vers 8-9 ans où les choix des enfants deviennent proches de ceux des adultes, avec une forte augmentation de l'utilisation de règles de production motrice qui organisent les tracés préférentiellement du haut vers le bas et de la gauche vers la droite. Ce comportement pourrait être un indicateur de la mise en place d'un équilibre entre un choix économique dans la copie des figures (en minimisant le nombre de levers de crayon) et un confort moteur pour le tracé. Afin de comparer les productions de nos jeunes enfants avec celles de scripteurs experts, nous avons demandé à 15 adultes de tracer la lettre M spontanément. Les résultats montrent que seuls 2 adultes tracent la lettre dans le sens qui a été proposé ici aux élèves lors des séances d'apprentissage. 2 autres adultes tracent la lettre de la même manière que les jeunes enfants de notre étude, en partant du bas, puis en suivant le fil du tracé dans un mouvement continu de gauche à droite. La majorité des adultes (11) trace le premier segment du haut vers le bas, puis poursuit le tracé en suivant le fil du mouvement de la gauche vers la droite, ce qui suggère un équilibre entre règle de production motrice et économie du mouvement. Nous envisageons deux possibilités pour expliquer le choix d'un tracé continu par les enfants de notre étude. La première serait liée à une économie de

programmation et d'exécution motrice (en lien probable avec les contraintes biomécaniques qui pèsent sur les mouvements des jeunes enfants en pleine maturation motrice), la deuxième s'appuie sur les représentations mentales des enfants par rapport à l'objet lettre.

Le mouvement privilégié par les enfants pour produire les lettres pourrait répondre à une recherche d'économie dans la programmation du geste. La restriction du nombre de levers de crayon, leur permettrait ainsi de diminuer le nombre d'ajustements dans l'espace graphique. L'organisation des traits, préconisée lors de l'enseignement, oblige les élèves à stopper le mouvement, lever le stylo, faire une action de pointage pour le repositionner sur le point de départ du segment précédent, ce qui nécessite une gestion motrice très précise et qui peut être difficile pour de jeunes enfants. Pour tracer le troisième segment de la lettre M, ils doivent être capables d'anticiper le point de fin du segment pour qu'il coïncide avec le point de fin du segment précédent. Ce type de tracé pose de fortes contraintes sur les aspects topocinétiques de l'écriture et nécessite une utilisation importante des *feedback* visuels, qui peut être coûteuse pour le jeune enfant. De plus les contraintes biomécaniques, qui dominent au moment du développement précoce des habiletés motrices pour l'écriture, pourraient expliquer l'utilisation massive de certains mouvements. À 4 ans, les enfants ont tendance à produire des mouvements qui partent du corps pour s'en éloigner. Entre 6 et 8 ans, le mouvement devient largement dominé par les règles de production motrice (dont certaines sont le produit de l'apprentissage scolaire) et les contraintes liées aux activités de planification motrice deviennent plus importantes que les contraintes biomécaniques. Il est à noter également, que si les enfants ont tendance à tracer les lettres avec peu de segments, ils semblent également avoir de la difficulté à tracer les lettres en un seul trait. En effet, pour les lettres qui théoriquement ne nécessitent de ne tracer qu'un segment et pour lesquelles un mouvement continu et sans levers de crayon est attendu (I, O, S), certains élèves ont tendance à produire plusieurs segments. Cela pourrait suggérer une difficulté dans la réalisation motrice et la nécessité d'ajouter une pause dans le mouvement. Les productions des élèves pour les différentes lettres attesteraient bien de l'existence d'un ajustement entre les contraintes biomécaniques et la recherche d'économie de programmation.

Lorsqu'ils produisent une lettre, les enfants ne produisent pas n'importe quelle trace graphique. Nous savons que les enfants sont très précocement sensibles aux différences entre le fait d'écrire et le fait de produire un dessin ou une trace graphique quelconque sur un support. La planification de l'acte graphique peut se voir au travers de la capacité de l'enfant à produire un tracé continu ou au contraire à réaliser une forme segment par segment (Vinter & Marot, 2003). Si on considère que les stratégies graphiques révèlent la nature des représentations mentales et plus particulièrement

la taille des unités à produire, on peut déduire que la production de la lettre en un seul geste graphique serait révélatrice de la compréhension par l'enfant de ce qu'est l'unité lettre. Vinter, Picard et Fernandes (2008) ont pu montrer que cette capacité à organiser la séquence de mouvements de l'acte graphique en se référant à un modèle interne global apparaissait à partir de 6 ans lorsqu'il s'agit de copier des formes géométriques. Entre 4 et 5 ans, la tendance de l'enfant, confronté à une situation de copie de formes simples, serait de planifier localement son tracé (segment par segment). Ainsi, le choix opéré par la majorité des enfants de produire un tracé continu pourrait traduire leur disposition cognitive à se représenter les lettres comme des unités sémantiquement significatives. Si c'était le cas, cela montrerait que les enfants peuvent avoir une capacité à planifier globalement le tracé des lettres de manière plus précoce que pour la copie de figures géométriques, cela dès 4 ans. Cette hypothèse paraît tout à fait plausible puisque l'analyse des productions montre qu'à l'échelle du mot, les élèves marquent bien le blanc graphique entre chacune des lettres, et font des levers de crayon plus longs pour passer d'une lettre à l'autre, qu'à l'intérieur d'une lettre. Le choix, économique pour le système, du tracé sans levers de crayon ne se retrouve que pour l'unité lettre. La représentation du but de l'action graphique serait alors de « représenter le signe en une fois ». Si c'était le cas, l'analyse des productions écrites pourrait permettre de distinguer les élèves capables d'organiser le tracé à partir d'une représentation interne globale de la lettre de ceux qui organisent le tracé à partir de représentations locales (segments). Cette compréhension précoce de l'unité lettre peut s'expliquer par la fréquence des rencontres avec la lettre dans l'environnement écrit des élèves avant même qu'ils ne l'écrivent. Bouchière, Ponce et Foulin (2010) montrent que les élèves de moyenne section de maternelle sont capables de nommer et de reconnaître en moyenne un peu plus de la moitié des lettres de l'alphabet présentées en capitales d'imprimerie. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les lettres qui composent le mot proposé dans notre étude font partie des lettres qui sont les mieux identifiées et le plus tôt par les jeunes enfants. Il est donc tout à fait envisageable que les enfants de cet âge aient compris que la lettre est une unité graphique, et que la tâche demandée n'est pas la même que celle d'une activité de copie d'un dessin ou d'un tracé quelconque. Cette compréhension se traduirait ainsi dans leurs productions par une tendance à tracer chaque lettre en un seul geste.

Parmi les arguments qui sont avancés en faveur de l'enseignement d'un sens pour le tracé des lettres en capitales d'imprimerie, le respect de la forme est fréquemment cité. Il a en effet été soulevé que le non-respect des règles de production risquerait d'entraîner des déformations, les lignes obliques se courbant et le sommet des lettres s'arrondissant (Zerbato-Poudou, 2007). Dans notre étude, les répercussions sur la

qualité des productions d'élèves ne sont pas systématiques. Si pour certains élèves le non-respect du sens du tracé semble effectivement détériorer la forme de la lettre (segments pointus qui s'arrondissent, segments non équilibrés), d'autres sont capables de produire des lettres de bonne qualité tout en les traçant sans levers de crayon. Cette manière de tracer les lettres, si elle a un petit risque de diminuer la qualité de la forme de la lettre, pourrait avoir pour avantage d'augmenter la fluidité du tracé. Le fait que nous n'ayons pas observé de corrélations positives significatives entre le sens du tracé et la vitesse et la fluidité peut s'expliquer par le fait que notre échantillon restreint d'élèves ne nous permet pas de comparer la réalisation de la lettre avec différentes séquences de traits. La grande majorité des élèves a tracé les lettres en suivant la même grammaire de l'action (tout en ne produisant pas les traits dans le sens enseigné en classe). Des consignes dans la production des traits auraient pu nous permettre de comparer la fluidité et la qualité du tracé quand les élèves les tracent spontanément sans lever le crayon et quand ils les tracent en suivant un ordre des traits prédéterminé.

Avant d'apprendre à écrire en cursive, les élèves de maternelle apprennent à reconnaître et à tracer les lettres de l'alphabet en capitales d'imprimerie. Ces lettres supposées plus simples pour les jeunes enfants sont composées en grande partie de traits rectilignes verticaux, horizontaux et obliques. L'intérêt de l'apprentissage de l'ordre des traits pour tracer les lettres en capitales d'imprimerie n'est pas démontré par notre étude. Même si les élèves ont passé quelques séances de classe à apprendre à tracer les lettres en suivant un ordre précis, lorsqu'ils tracent les lettres spontanément sans consigne particulière, ils ne respectent pas cet ordre. Ils ont tendance à tracer les lettres en suivant un mouvement continu avec une progression gauche-droite et très peu de levers de crayon. Ce résultat va dans le sens des nouvelles préconisations (programmes et documents d'accompagnement 2015), qui suggèrent qu'il n'est pas nécessaire d'imposer un ductus particulier pour l'écriture de ce type de lettres et qui insistent sur le fait que la qualité de la forme est le critère le plus important. Si l'intérêt de l'enseignement formel du sens d'écriture pour les lettres en capitales d'imprimerie est questionné par notre étude, nous encourageons cependant les enseignants à s'intéresser aux procédures mises en œuvre par les élèves et aux choix qu'ils font lorsqu'ils produisent la trace. La manière de produire les lettres pourrait en effet être un indicateur de leur niveau de compréhension de l'activité d'écriture et de sa distinction de l'activité de graphisme ou de dessin. Nous supposons également que cette capacité à produire la lettre de manière continue pourrait être un indicateur de la capacité de l'enfant à être prêt à passer à l'écriture cursive, qui demande de produire un enchaînement de lettres selon un mouvement d'écriture continu. Si les programmes scolaires préconisent de passer à la cursive avec les enfants

qui sont prêts et qui ont un certain niveau de maturité motrice, un enseignant n'a actuellement aucun repère pour situer ce moment. Un enfant qui tracerait la lettre en un seul mouvement tout en respectant sa forme, pourrait avoir compris que la lettre est une unité et que l'écriture n'est pas uniquement une activité de reproduction graphique. De futures recherches seraient nécessaires pour mieux comprendre la signification de l'ordre des traits produits par les enfants dans l'écriture en capitales d'imprimerie et pour mettre en lien ce type d'écriture, la compréhension de l'unité lettre et l'apprentissage de l'écriture cursive.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout particulièrement à remercier Véronique Manach, enseignante en classe de maternelle pour son intérêt pour la recherche et pour les échanges toujours très riches que nous avons pu avoir et qui ont conduit à une coévolution des pratiques en classe relatives à l'apprentissage de l'écriture et des questions de recherche en lien avec le terrain. Nous remercions les enfants qui ont participé à cette étude ainsi que leurs parents.

RÉFÉRENCES

- BARA, F. & GENTAZ, E. (2010). Apprendre à tracer les lettres : une revue critique. *Psychologie française*, 55, 129-144.
- BOUCHIÈRE, B., PONCE, C. & FOULIN, J.-N. (2010). Développement de la connaissance des lettres capitales. Étude transversale chez les enfants français de trois à six ans. *Psychologie française*, 55, 65-89.
- BRENNEMAN, K., MASSEY, C., MACHADO, S. F. & GELMAN, R. (1996). Young children's plans differ for writing and drawing. *Cognitive Development*, 11, 397-419.
- CHANQUOY, L. & ALAMARGOT, D. (2002). Mémoire de travail et rédaction de textes : évolution des modèles et bilan des premiers travaux. *L'Année psychologique*, 102, 363-398.
- DUMONT, D. (2006). *Le Geste d'écriture*. Paris : Hatier Pédagogie.
- ECALLE, J. (2004). La Connaissance des lettres et l'écriture du prénom chez l'enfant français avant l'enseignement formel de la lecture-écriture. *Psychologie canadienne*, 45, 111-119.
- FLORES D'ARCAIS, G. B. (1994). Order of strokes writing as a cue for retrieval in reading Chinese characters. *European Journal of Cognitive Psychology*, 6, 337-355.
- GOMBERT, J. E. & FAYOL, M. (1992). Writing in preliterate children. *Learning and Instruction*, 2, 23-41.
- GOODNOW, J. J. (1986). Cognitive and other factors in reading and writing with words and pictures. In D. Fisher & M. Wroldstad (Eds.), *Toward a new understanding of literacy*. New York: Praeger Publishers.
- GOODNOW, J. J., FRIEDMAN, S., BERNBAUM, M. & LEHMAN, E. B. (1973). Direction and sequence in copying: The effect of learning to write in English and Hebrew. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 4, 263-282.
- GOODNOW, J. J. & LEVINE, R. A. (1973). The grammar of action: Sequence and syntax in children's copying. *Cognitive Psychology*, 4, 82-98.
- GUINET, E. & KANDEL, S. (2010). Ductus: A software package for the study of handwriting production. *Behavior Research Methods*, 42, 326-332.
- KARMILOFF-SMITH, A. (1992). *Beyond modularity: A developmental perspective in cognitive science*. Cambridge: MA: MIT Press.
- KELLOGG, R. T. (2001). Competition for working memory among writing processes. *American Journal of Psychology*, 114, 175-191.

- LAMBERT, E. & ESPÉRET, E. (2002). Assemblage des unités traitées par les processus graphomoteurs et orthographiques lors de l'apprentissage de l'écriture. *Revue de psychologie de l'éducation*, 7, 76-97.
- LAVINE, L. O. (1977). Differentiation of letterlike forms in prereading children. *Developmental Psychology*, 13, 89-94.
- LURÇAT, L. (1974). *Études de l'acte graphique*. Paris : Mouton.
- MEULENBROEK, R. G., VINTER, A. & MOUNOUD, P. (1993). Development of the start-rotation principle in circle production. *British Journal of Developmental Psychology*, 11, 307-320.
- NINIO, A. & LIEBLICH, A. (1976). The grammar of action: "Phase structure" in children's copying. *Child Development*, 47, 846-849.
- NOYER, M. & BALDY, R. (2005). Influence de la complexité des formes imagées et langagières d'un référent et rôle du prénom dans l'acquisition de l'écriture entre trois et six ans. *Archives de psychologie*, 71, 199-215.
- OLIVE, T. & KELLOGG, R. T. (2002). Concurrent activation of high- and low-level production processes in written composition. *Memory and Cognition*, 30, 594-600.
- PAILLARD, J. (1991). Les Bases nerveuses du contrôle visuomanuel de l'écriture. In Sirat, C., Irigoien, J. & Poule, E. (Eds), *L'Écriture, le cerveau, l'oeil et la main* (pp. 23-2). Paris : Brepols.
- PARKINSON, J., DYSON, D. & KHURANA, B. (2010). Line by line: The ERP correlates of stroke order priming in letters. *Experimental Brain Research*, 201, 575-586.
- ROSENBLUM, S., WEISS, P. L. & PARUSH, S. (2003). Product and process evaluation of handwriting difficulties. *Educational Psychology Review*, 15, 41-81.
- SIMNER, M. L. (1981). The grammar of action in children's printing. *Developmental Psychology*, 17, 866-871.
- SMYTH, M. & SILVERS, G. (1987). Functions of vision in the control of handwriting. *Acta Psychologica*, 65, 47-64.
- THOMASSEN, A. J. & TEULINGS, H. L. (1979). The development of directional preference in writing movements. *Visible Language*, 13, 218-231.
- THOMASSEN, A. J. & VAN GALEN, G. (1992). *Handwriting as a motor task: Experimentation, modelling and simulation*. Amsterdam: North-Holland.
- TOLCHINSKY-LANDSMANN, L. (2003). *The cradle of culture and what children know about writing and numbers before being taught*. Mahwah, N.J.: Erlbaum
- VELAY, J. L., LONGCAMP, M. & ZERBATO-POUDOU, M. T. (2004). De la plume au clavier : est-il toujours utile d'enseigner l'écriture manuscrite ? In Gentaz, E. & Dessus, P. (Eds), *Comprendre les apprentissages* (pp. 69-82). Paris : Dunod.
- VINTER, A. (1994). Hierarchy among graphic production rules: A developmental approach. In Faure, C., Keuss, P., Lorette, G. & Vinter, A. (Eds), *Advances in Handwriting and Drawing. A multidisciplinary approach* (pp. 275-288). Paris: Europa Press.
- VINTER, A. & MAROT, V. (2003). Les Activités de dessin chez l'enfant : Un accès à l'étude de ses représentations mentales. *A.N.A.E.* 72, 95-106.
- VINTER, A. & MEULENBROEK, R. G. (1993). The role of manual dominance and visual feedback in circular drawing movements. *Journal of Human Movement Studies*, 25, 11-37.
- VINTER, A., PICARD, D. & FERNANDES, V. (2008). Graphic syntax and representational development. In Lange-Küttner, C. & Vinter, A. (Eds), *Drawing and the Non-Verbal Mind. A Life-Span Perspective* (pp. 138-158). Cambridge: Cambridge University Press.
- VIVIANI, P. (1998). La Production du geste : pleins et déliés. *Sciences et vie*, 204, 38-47.
- ZERBATO-POUDOU, M. T. (2007). *Apprendre à écrire de la PS à la GS*. Paris : Retz.
- ZESIGER, P. (1995). *Écrire : approche cognitive, neuropsychologique et développementale*. Paris : P.U.F.