

# L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir

E. CHARTREL, A. VINTER

LEAD, CNRS 5022, Université de Bourgogne, Pôle 2AFE, Esplanade Erasme, BP 26513, 21065 Dijon Cedex, France.

## RÉSUMÉ : *L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir*

Un survol de la littérature relative à l'acquisition de l'écriture par l'enfant est proposé dans cet article. Quatre directions d'analyse sont développées. Tout d'abord, les principales caractéristiques de l'écriture vue comme un acte moteur sont décrites. Puis les étapes de développement de cette habileté sont résumées, ainsi que les transformations intervenant au cours du temps dans les paramètres des mouvements d'écriture. Quelques questions spécifiques posées par l'enseignement de l'écriture sont soulevées, avant de conclure avec une discussion des troubles présentés par les enfants dysgraphiques.

**Mots clés :** Écriture — Grapho-motricité — Acquisition.

## SUMMARY : *Writing acquisition : A long, complex process*

*This paper presents a brief review of the literature dedicated to the acquisition of handwriting in children. Four different axes of analysis are developed. First, the main characteristics of handwriting, conceived of as a motor act, are described. Then the step development of this ability is summed up, as well as the main changes occurring in handwriting movement parameters. Some specific questions related to handwriting teaching are raised, before to conclude with a discussion of some disturbances displayed by dysgraphic children.*

**Key words :** Writing — Graphic motricity — Learning process.

## RESUMEN : *La escritura : una actividad compleja y larga de adquirir*

Este artículo está dedicado a un panorama de la literatura relativa a la adquisición de la escritura por los niños. Cuatro posibilidades de análisis están desarrolladas. En primer lugar, están explicadas las características de la escritura percibida como un acto motor. Más adelante están resumidas las etapas del desarrollo de esta habilidad, así como las transformaciones que intervienen a lo largo del tiempo, en los parámetros de los movimientos de escritura. Están puestos en relieve algunos problemas específicos planteados por la enseñanza de la escritura, antes de concluir con una discusión sobre los trastornos que presentan los niños disgráficos.

**Palabras clave :** Escritura — Grafo-motricidad — Adquisición.

Comme il en va de tout acte graphique, l'étude de l'activité d'écriture peut être menée dans une double approche, l'une d'elles considérant l'écriture comme un acte élémentaire, l'autre comme un acte finalisé. La première approche s'intéresse à la production et au contrôle des mouvements mêmes d'écriture, que l'on caractérisera avec des paramètres issus de la cinématique (longueur, durée, vitesse, fluidité...), ou en fonction d'une analyse de la trace créée par ces mouvements (qualité de la production). La deuxième approche voit l'écriture comme un acte symbolique structuré, porteur de messages, intégrant ainsi l'étude de l'orthographe ou de la production de textes par exemple. Nous restreindrons notre revue de questions à la première approche uniquement. Dans un premier temps, nous aborderons l'écriture comme un acte moteur, en décrivant quelques aspects de son organisation. Dans un deuxième temps, nous nous intéresserons aux étapes dans l'acquisition de l'écriture et à l'évolution des paramètres des mouvements d'écriture. Dans un troisième temps, nous

discuterons de quelques questions spécifiques liées à l'acquisition de l'écriture, comme le rôle du type d'écriture à enseigner ou celui des instructions données à l'enfant. Enfin, dans une dernière partie, nous évoquerons quelques travaux ayant porté sur l'enfant dysgraphique.

## L'ÉCRITURE, UN ACTE MOTEUR

L'écriture comme acte moteur présente évidemment de nombreux points communs avec le dessin. Tous deux relèvent ainsi du même système effecteur, qui inclut des articulations proximales, l'épaule, responsable des mouvements du bras, le coude, responsable des mouvements de l'avant-bras, et des articulations distales, le poignet dont sont issus les mouvements de la main, et la main, responsable des mouvements des doigts. Les premières vont être d'autant plus sollicitées que l'écriture produite est de forte

amplitude. Elles permettent également les mouvements de translation lente et continue allant de la gauche vers la droite, avec retour à la ligne et déplacement du haut vers le bas, pour notre système d'écriture latine alphabétique. Les secondes sont directement sollicitées pour la formation de lettres de taille « normale », c'est-à-dire telle que visée par les méthodes d'instruction scolaire. Le développement maturational est décalé pour ces deux types d'articulations, celles proximales achevant une maturation plus précocement que celles distales, ce qui explique en grande partie la difficulté rencontrée par les jeunes enfants dans la production d'écriture de taille réduite. Ces articulations doivent coopérer afin de permettre la réalisation des mouvements d'écriture. En empruntant une distinction proposée par Paillard [25], nous soulignerons le fait que les articulations proximales participent essentiellement dans le contrôle des composantes topocinétiques de l'écriture, c'est-à-dire l'ensemble des mouvements assurant l'agencement des formes graphiques (lettres, signes de ponctuation...) dans l'espace graphique (la feuille, le tableau...). Les topocinèses vont ainsi concerner les déplacements sur une ligne, l'espacement entre les mots, le retour à la ligne, l'espacement entre les lignes, etc. Les articulations distales interviennent de manière prédominante, tant que l'écriture reste de taille réduite, dans le contrôle des composantes morphocinétiques de l'écriture, à savoir l'ensemble des trajectoires cursives qui déroulent, dans l'espace graphique, les formes caractéristiques de chaque lettre. Apprendre à écrire, c'est à la fois acquérir un ensemble de morphocinèses (les programmes moteurs responsables de la production de toutes les formes d'une lettre, majuscule, minuscule, script, cursive – on parle d'allographe pour désigner ces formes d'une lettre), et un ensemble de topocinèses, variant selon les cultures et les systèmes d'écriture. Comme on peut l'anticiper, la maîtrise de certains aspects topocinétiques, comme par exemple le respect des limites graphiques imposées par la feuille, précédera, dans le développement, celle des morphocinèses. De manière intéressante, la littérature montre amplement que ces deux composantes sont en grande partie dissociées et indépendantes, relevant de modes de contrôle moteur différents [voir par exemple, 25, 39, 47]. Sur le plan expérimental, des études ont démontré une sensibilité nettement plus accentuée de la composante topocinétique aux informations visuelles que de la composante morphocinétique [31]. Priver l'enfant ou l'adulte d'informations visuelles alors qu'il écrit conduit à une désorganisation spatiale des mouvements. La dépendance continue à ces informations visuelles témoigne du fait que les composantes topocinétiques de l'écriture relèvent d'un mode de contrôle moteur appelé « rétroactif » ou en boucle *feedback*, au moyen duquel les mouvements sont à la fois forgés et contrôlés au travers d'une utilisation directe et continue de ces *feedbacks* visuels. Par contre, chez l'adulte ou l'enfant devenu expert, la production de la forme des lettres peut se maintenir de manière acceptable (écriture lisible) même en l'absence de vision. Leur mode de contrôle est qualifié de « proactif » ou de contrôle en boucle ouverte, signifiant par là que l'apprentissage de ces mouvements d'écriture concourt à la formation de programmes moteurs sollicitables indépendamment de la présence d'informations sensorielles sur le mouvement en cours ou sur son résultat, ou autrement dit, à la formation d'automatismes moteurs.

Nous avons, pour notre part, étudié la production de lettres cursives isolées chez l'enfant de 7 à 9 ans et l'adulte en condition de vision normale, yeux ouverts mais sans vision de leur main et de la trace écrite, ou yeux fermés (Chartrel et Vinter, en préparation). Les résultats montrent que l'absence de *feedback* visuel entraîne une modification des caractéristiques des mouvements plus importante chez les enfants que chez les adultes. Seule une augmentation de la pression est observée chez les adultes, alors que les productions des enfants subissent une augmentation de la vitesse, de l'amplitude, de la fluidité et de la pression. Ils sont cohérents avec la littérature, et confirment que ce n'est certainement pas avant l'âge de 10 ans qu'un certain niveau d'automatisme est établi dans la production de l'écriture, attesté par la présence dominante du mode de contrôle proactif. Auparavant, c'est au travers de l'utilisation massive de toutes les informations sensorielles pertinentes, visuelles, kinesthésiques, proprioceptives, et de la découverte de leur coordination, que l'enfant produira de l'écriture. Cet apprentissage est donc très long – Ajuria-guerra et coll. [1] datent autour de 14 ans les derniers progrès observables dans ce développement –, ce qui contraste assez fortement avec le peu d'années d'enseignement de l'écriture accordées par notre système scolaire aux enfants. Pourtant, comme on le verra par la suite, une partie des troubles intervenant dans cet apprentissage (dysgraphies) sont issus de problèmes rencontrés dans la formation même de ces programmes moteurs, c'est-à-dire dans l'apprentissage des formes individuelles des lettres. À l'instar d'autres mouvements graphiques, les mouvements d'écriture présentent un certain nombre de régularités suffisamment stables chez l'expert pour qu'on les ait identifiées, dans la littérature, comme des principes [voir 44]. Le principe d'équivalence motrice recouvre le fait que les mêmes lettres peuvent être produites avec des systèmes effecteurs fort différents (les deux mains, la bouche, les pieds) et qu'il y a chaque fois conservation des caractéristiques individuelles ou personnelles de l'écriture. Ce principe est mis en avant pour confirmer que le contenu des automatismes appris correspond bien à une représentation interne de la forme de la lettre, indépendamment des propriétés des contextes dans lesquelles elle peut se déployer (les plans d'écriture, les supports d'écriture, etc.). Le principe d'homothétie spatiale affirme l'invariance des rapports de taille des lettres (rapport entre chaque trait constitutif de la lettre et la taille globale) malgré des variations de la taille totale, alors que celui d'homothétie temporelle établit l'invariance des rapports de durée au travers de variations de la durée totale d'écriture d'une lettre. Ces principes connaissent toutefois des déviations, perdant quelque peu de leur poids dans le cas de production d'écriture de taille supérieure à la normale en particulier [37]. Par ailleurs, le principe d'homothétie spatiale est bien plus établi que son homologue temporel [35]. Quoiqu'il en soit, ils sont très probablement révélateurs de ce qui est contenu dans les programmes moteurs gérant l'écriture de lettres, et montrent que la maîtrise des paramètres absolus des lettres, comme leur taille par exemple, n'est certainement pas essentielle à la mise en place des premiers automatismes. Alors que certains enseignants sont d'emblée très exigeants dans le respect des tailles des lettres par l'enfant, il est probable qu'une liberté de production relativement à cet aspect soit

davantage propice à la formation du programme moteur. Enfin, le dernier principe que nous mentionnerons, celui d'isochronie, affirme l'existence d'une relation linéaire positive entre la vitesse d'exécution d'une lettre et la longueur de sa trajectoire (sa taille) de façon telle que la durée d'exécution soit maintenue à peu près constante : plus on trace une lettre de grande amplitude, plus on augmente la vitesse de tracé. À nouveau, ce principe connaît de sérieuses limites d'application, dont une est intéressante : le degré d'isochronie est dépendant de la vitesse globale du mouvement, en étant d'autant plus garanti que le mouvement est rapide et fluide. Il en devient un indicateur intéressant du niveau d'expertise atteint par l'individu. Nous avons de fait montré qu'il évoluait de manière significative avec l'âge, entre 5 et 9 ans, dans des tâches de dessin de figures géométriques simples toutefois [42]. Mais d'autres études ont plutôt mis en évidence une stabilité relative de cet indice entre 6 et 11 ans [36], entre 7 et 9 ans [20] ou entre 5 et 12 ans [43].

Enfin, pour conclure ce survol de la littérature relative à l'écriture en tant qu'acte moteur, il nous faut mentionner comment se caractérise une écriture experte, fluide. Du point de vue de la trace produite, cette écriture présente un tracé net, sans vacillement, sans hésitation, avec des courbes harmonieuses. Du point de vue du mouvement, on a montré qu'il existe alors une correspondance parfaite entre une segmentation spatiale de la lettre relativement à ses points d'inflexion et une segmentation motrice relative aux nombres de pics de vitesse. Considérons la lettre « l » par exemple écrite en cursif. Cette lettre se décompose en trois traits constitutifs, un premier trait ascendant jusqu'au premier point d'inflexion, un second trait descendant jusqu'au deuxième point d'inflexion, et un troisième petit trait final. Lorsque cette lettre émane d'une écriture experte, fluide, on notera alors que le premier trait est produit par un seul mouvement (une seule unité motrice, avec une courbe de vitesse caractéristique, une phase ascendante suivie d'une phase descendante), le deuxième et troisième traits étant également chacun produit par une seule unité motrice. Le mouvement est dit balistique entre chaque point d'inflexion du tracé. Par contre, un enfant apprenant produira cette lettre avec un nombre bien supérieur d'unités motrices (son tracé sera vacillant, les lettres seront cabossées), ce nombre de pics de vitesse étant utilisé comme indice de la fluidité du mouvement.

### LES ÉTAPES DANS L'ACQUISITION DE L'ÉCRITURE

Les travaux conduits par Lurcat [18] restent les plus complets pour rendre compte des tout débuts du développement de l'écriture. Il faut toutefois souligner qu'une attention toute relative doit être accordée aux âges proposés par Lurcat dans sa description des derniers niveaux de développement, ces âges apparaissant quelque peu précoces aujourd'hui, peut être à cause d'une évolution des changements de programmes scolaires en maternelle. Cet auteur décrit tout d'abord un niveau moteur, entre 20 et 24 mois, durant lequel les mouvements sont très rapides, de type impulsif, sous contrôle proximal uniquement, et

donc de forte amplitude. Une première forme de coordination des deux articulations proximales apparaît en fin d'étape, rendant possible la production des premiers tracés circulaires. Quelques topocinèses s'organisent, comme le non débordement de l'espace graphique. Un niveau perceptif s'ensuit, caractérisant la période entre 2 et 3 ans, où les articulations distales vont commencer à intervenir dans la production du mouvement graphique, provoquant une première diminution des tailles des tracés. Les boucles apparaissent, grâce aux rotations de la main autour du poignet. De nouvelles topocinèses émergent, comme les mouvements de translation sur l'espace graphique. Il est intéressant de noter qu'à cet âge, les directions des mouvements sont totalement guidées par des références égocentrées, démarrant de l'axe du corps, et allant donc 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. Cette directionnalité première des mouvements devra impérativement être inversée pour produire correctement les lettres, ce qui demeurera un problème pour un certain nombre d'enfants en début d'apprentissage. Un peu avant 3 ans, le mouvement se ralentit, un freinage devient possible, et le contrôle visuel du mouvement s'intensifie. C'est l'œil qui va dicter à la main là où elle doit aller, et comment elle doit y aller. Le dernier niveau, appelé représentationnel, s'échelonne entre 3 et 6 ans, et va voir la naissance de la lettre. Ce niveau débute avec une mise en place de premières coordinations entre toutes les articulations concernées par l'écriture, ce qui va rendre possible l'émergence de morphocinèses spécifiques, alors que l'organisation topocinétique continue à progresser. Entre 3 et 4 ans, se constitue ainsi un répertoire de primitives graphiques qui seront des éléments des lettres à venir. La différenciation entre dessin et écriture s'établit vers 4 ans, et des copies de modèles externes peuvent être obtenues, grâce à un très fort contrôle visuel et kinesthésique. Entre 4 et 5 ans, lorsque l'enfant copie des lettres, un conflit entre la réalisation de la forme des lettres et la trajectoire normalement associée à cette réalisation intervient. Ce conflit se résout aux dépens du mouvement : l'enfant copiera plus ou moins correctement la forme de la lettre, mais sans respecter la trajectoire qui devrait y être associée. Les erreurs dans sa copie sont nombreuses, en partie dues au contrôle visuel intense exercé sur le geste, le regard allant du modèle à la copie de manière incessante, entraînant des erreurs de repositionnement, et ainsi des omissions ou répétitions ou permutations de parties de lettres par exemple. Entre 5 et 6 ans, ce conflit va être dépassé, les enfants apprenant à associer la bonne trajectoire à la forme de la lettre. Mais les lettres produites seront alors cabossées, souvent retouchées, le tracé incertain, les courbes inappropriées, les tailles encore trop grandes, ou sans cohérence d'une lettre à l'autre, si ce n'est entre parties de la lettre même [1]. Le mode de contrôle rétroactif continue à dominer, les automatismes n'étant toujours pas formés. Une de nos études actuelles porte sur cette capacité que doit acquérir l'enfant à associer les informations proprioceptives provenant de son mouvement et celles visuelles relatives à la forme de la lettre, en distinguant deux conditions : l'une où l'enfant doit identifier la lettre qu'il est en train de réaliser passivement (il ne voit pas le mouvement de sa main) parmi 3 lettres candidates visibles en même temps ; l'autre où les lettres à iden-

tifier sont fournies après que le mouvement ait été réalisé. Dans le cas de la condition « lettres présentées après », les résultats font apparaître que les enfants de moyenne section reconnaissent correctement les cibles dans 37 % des cas, pourcentage qui atteint 50 % en grande section. Dans la condition « lettres présentées en même temps », les taux de reconnaissance sont à 45 % en MS, 60 % en GS. Les lettres les plus difficiles à identifier sont le e-d-b-p-k-r-s-n, les plus faciles sont le f-g-i-j-o-t. Le visuel aide donc à interpréter le kinesthésique, et la nature de la forme de la lettre est importante dans cette mise en relation.

À 6 ans, débute l'instruction scolaire proprement dite pour l'écriture. Celle-ci va porter sur la manière dont les lettres s'écrivent (une diversité de modèles d'écriture cursive existe), et sur la manière dont les liaisons entre lettres sont à effectuer pour aboutir à une écriture lisible et rapide. Ces deux critères, qualité de la production des formes des lettres et rapidité, sont importants pour la réussite de l'apprentissage. Mojet [24] a d'ailleurs montré que ces deux critères sont suffisants pour évaluer l'écriture. À partir d'études diverses ayant analysé la qualité des lettres [7, 8, 10, 14, 32], Karlsdottir et Stefansson [16] ont établi que le profil moyen de développement de la qualité de la production voit un développement très rapide entre 6 et 8 ans, suivi par une progression beaucoup plus lente par la suite. Par contre, le profil de développement de la vitesse d'écriture apparaît plus continu et linéaire au travers des âges [49, 28, 26]. On pourrait penser que ces deux aspects, qualité et rapidité, sont inversement corrélés. Mais la littérature ne confirme pas cette intuition, les corrélations obtenues en moyenne entre les deux critères restant faibles à modérées (au maximum de  $r = .40$ , [33]). Les filles présentent des performances globalement supérieures à celles des garçons, que l'on considère le critère de qualité de la production ou celui de rapidité [6, 9, 50].

La littérature offre quelques études ayant porté sur le développement des paramètres spatio-temporels des mouvements d'écriture de lettres cursives, mais elles ne concernent pas l'enfant plus jeune que 7 ans (niveau de CE1). Meulenbroek et Van Galen [21] ont ainsi mis en évidence que les durées d'exécution des lettres diminuent fortement entre 8 et 11 ans, les vitesses augmentant, de même que la fluidité du mouvement. Mais un résultat particulier s'observe toutefois entre le niveau de CE1 et celui de CE2, la vitesse comme la fluidité baissant quelque peu dans cette période. La même discontinuité apparaît du côté de variables concernant davantage les aspects spatiaux des lettres. On relève globalement une diminution des valeurs maximales des courbures, une augmentation des valeurs minimales, ce qui indique une meilleure modulation de la courbure du tracé au travers des âges, mais ce phénomène n'opère pas autour de 9 ans. Les résultats apportés par Zesiger [47] sont globalement compatibles avec ceux-ci, l'auteur mettant également en évidence une diminution du nombre et de la durée des pauses entre 8 et 10 ans, ainsi qu'une diminution de la pression exercée sur le stylo entre 8 et 12 ans, avec une irrégularité autour de 9 ans. Zesiger [47] date autour de 10-11 ans l'âge de la formation des automatismes dans la production de lettres, le contrôle opéré sur le mouvement étant alors de nature proactive essentiellement. La discontinuité relevée autour de 9 ans pourrait être due à une volonté de l'enfant de s'appliquer dans la production de la forme des lettres, d'être plus pré-

cis et d'aboutir à une meilleure qualité. Après 9 ans, l'enfant viserait surtout l'augmentation de la vitesse d'écriture, ce qui va entraîner une réaugmentation des vitesses et une amélioration de la fluidité du mouvement. On mentionnera toutefois que les résultats obtenus par Mojet [24] dans une étude similaire à celles relatées ne font pas apparaître de discontinuités dans le développement des paramètres spatio-temporels des mouvements d'écriture. Les évolutions sont globalement semblables à celles décrites, mais continues, les plus grands changements intervenant entre 7 et 10 ans.

L'écriture de l'enfant de 11-12 ans n'est toujours pas celle de l'adulte. Elle va continuer à s'améliorer, à être plus rapide. Elle va également se personnaliser, pouvant ainsi réaugmenter en taille, s'arrondir ou au contraire adopter un style haché, par exemple [1]. L'adulte va devoir trouver le meilleur compromis entre les exigences de lisibilité, de rapidité et de stylisation. Ce compromis sera hautement variable, dépendant de l'importance que l'écriture revêt dans l'environnement de chacun.

## À PROPOS

### DE QUELQUES QUESTIONS SPÉCIFIQUES

Quelle peut être l'influence du type d'écriture enseigné sur la production des enfants ? Karlsdottir [14] a comparé les profils de qualité et de rapidité d'enfants qui ont appris, comme premier type d'écriture, soit des lettres d'imprimerie, soit des lettres cursives isolées. Aucune différence significative n'apparaît dans leur développement entre 7 et 11 ans. Il semble donc que le développement de l'écriture de l'enfant soit relativement indépendant du premier type d'écriture enseigné. Mais on ignore par contre l'influence que de tels facteurs peuvent avoir vis-à-vis d'enfants présentant des troubles de l'écriture, et de ce point de vue, ne pas surcharger la tâche de l'enfant en introduisant trop de types d'écriture successifs apparaît s'imposer. De manière plus systématique, Karlsdottir [15] a comparé les performances d'enfants âgés de 9 à 12 ans quand ils ont à produire différents types d'écriture, italique, italique avec arrondis, cursive simplifiée, cursive avec des traits d'attaque des lettres. Les seules différences qui apparaissent concernent l'écriture des enfants plus âgés, qui doivent produire une écriture plus rapide, et donc faire des simplifications de certaines formes. Le type d'écriture qui conduit à la meilleure qualité par rapport au modèle donné est celui cursif avec des traits d'attaque, mais ceci se fait aux dépens de la rapidité. Les modèles qui donnent lieu à une écriture rapide sont ceux avec des traits ascendants ou descendants courts et des traits aux courbures moyennes. Cet auteur souligne la nécessité de simplifier l'écriture et de l'alléger par rapport à tous les éléments stylistiques qui rendent plus complexe la réalisation motrice des lettres, afin que les simplifications de traits engendrées par la nécessité d'augmenter la vitesse ne se fassent pas au détriment de la lisibilité de l'écriture.

Les lettres diffèrent-elles entre elles du point de vue de leur complexité ? Meulenbroek et Van Galen [23] ont enregistré différents paramètres cinématiques des mouvements d'écriture de lettres isolées chez l'enfant. Ils ont ensuite ordonné les lettres selon leur vitesse d'exécution, leur

fluence de réalisation et selon leur courbure. Les lettres les plus simples sont celles contenant de longs traits faiblement courbés (comme le t). Les plus complexes sont celles qui exigent de nombreux changements de direction (comme le k) et celles qui présentent des traits horizontaux avec changement de direction (comme le r). Sovik, Flem Maeland et Karlsdottir [34] ont de fait également montré que les lettres avec de nombreux changements de direction étaient produites moins rapidement que les autres. On pourrait donc suggérer que l'enseignement des lettres devrait respecter cet ordre de complexité afin de mettre l'enfant dans les meilleures conditions de réussite.

Quels sont les mérites respectifs des tâches de copie et de traçage pour l'apprentissage de l'écriture ? Quelques études ont montré que les tâches de traçage pouvaient entraîner des effets négatifs sur la performance de l'enfant [5, 13]. Mais Karlsdottir et Stefansson [16] ne confirment pas ce point, les tâches de traçage n'ayant pas dans leur étude d'effets différenciés de ceux des tâches de copie.

Sur quels aspects doivent mettre l'accent les instructions données aux enfants ? De nombreuses études ont affirmé le rôle bénéfique joué par des instructions insistant sur la forme de la lettre et la manière dont elle se réalise. Sovik [32] rapporte que la démonstration des mouvements à produire et l'ajout d'explications verbales des formes des lettres amélioreraient les performances d'enfants de 8 ans. Hayes [12] a obtenu des reproductions plus correctes des lettres alors que des démonstrations perceptives de comment les lettres doivent être tracées étaient fournies à des enfants de 6 et 9 ans. Kirk [17] a démontré une supériorité d'instructions à la fois visuelles et verbales sur une pratique simple de copie sans démonstration préalable chez des enfants de 4-5 ans. Wright et Wright [46] ont comparé les performances d'enfants confrontés soit à des modèles statiques, soit à des modèles en mouvement et rapportent de meilleures performances en réponse à des modèles en mouvement. Pour Karlsdottir et Stefansson [16], les vertus positives du mélange verbal-perceptif des instructions témoignent du poids d'une composante cognitive, relative à la compréhension de la forme des lettres, dans l'apprentissage de l'écriture. De fait, Karlsdottir [14] a établi l'efficacité de la réintroduction d'une méthode associant analyse perceptive et description verbale des lettres chez l'enfant de 10 ans, alors que des exercices de copie ne conduisent, à cet âge, à aucune amélioration notable.

La dernière question que nous évoquerons brièvement est relative à l'effet de la latéralité. Les gauchers n'ont pas un développement différencié des droitiers relativement à la rapidité d'écriture [49]. Leurs mouvements présentent globalement les mêmes caractéristiques cinématiques que ceux des droitiers [22]. Par contre, il paraît important d'aider l'enfant gaucher à bien stabiliser sa posture [3]. Les gauchers adoptent en général soit une posture inversée par rapport à celle du droitier, soit une position non inversée. Les enfants gauchers ont tendance à conserver une posture intermédiaire entre les deux, posture, qui chez l'adulte, conduit à une écriture plus lente. Il semble donc préférable d'amener l'enfant à opter soit pour une posture inversée, soit non inversée, mais à éviter d'osciller entre les deux postures, ou d'adopter une posture hybride intermédiaire.

## LES ENFANTS DYSGRAPHIQUES

Ajuriaguerra et coll. [1] ont défini la dysgraphie comme une déficience de la qualité de l'écriture, sans trouble neurologique ou intellectuel associé. Cette définition oriente vers une analyse qualitative des écritures des enfants, laquelle a permis aux auteurs de mettre en évidence cinq types de dysgraphies : lenteur et précision, impulsivité, maladresse, raideur et tension, relâchement ou « mollesse ». Cette première classification a été précisée par d'autres études ultérieures. Dans une perspective toute différente, pour Alston [4], on parlera de dysfonctionnement graphique lorsque l'enfant ne remplit pas les deux exigences imposées à l'écriture au moment de l'entrée dans le système secondaire (autour de 11 ans) : une fluence suffisante pour une prise de notes rapide, et un niveau de maîtrise suffisant pour permettre la concentration sur d'autres aspects que l'acte d'écrire même. Ces deux critères orientent évidemment vers une évaluation plus finalisée des troubles de l'écriture. L'auteur a étudié 440 enfants anglais âgés de 9 ans, et suggère que 21 % d'entre eux ne seraient pas prêts à satisfaire aux deux critères proposés. Pour Rubim et Henderson [27] la dysgraphie constitue une atteinte de la fonction graphique scripturale visible dans les composantes spatiales de l'écriture, indépendamment des composantes morphosyntaxiques. Hamstra-Bletz et Blote [11] considèrent la dysgraphie comme un trouble du langage écrit, affectant les composantes mécaniques de l'écriture, intervenant chez un enfant d'intelligence normale, en l'absence de trouble neurologique ou de handicap perceptivo-moteur. Les deux dernières définitions nous orientent vers des caractérisations plus fonctionnelles de la dysgraphie, ce qui a été fait dans différents travaux ayant proposé des classifications des troubles dysgraphiques, appuyées sur des analyses qualitatives du tracé ou des analyses cinématiques des mouvements d'écriture. Comme souligné par Albaret et Santamaria [2], l'adoption de cette technologie a permis de faire nettement progresser ce champ d'investigation.

Une classification intéressante basée sur des analyses qualitatives des tracés est celle proposée par Sandler et coll [29], car elle intègre également les troubles auxquels la dysgraphie peut être associée. Quatre types de dysgraphies sont définis par l'auteur. Dans les dysgraphies avec trouble linguistique et trouble de la motricité fine, l'écriture est associée à une dysorthographe, un retard d'apprentissage dans la lecture, une mémoire à court terme perturbée. On relève également des perturbations au test d'imitation de gestes et une agnosie digitale. Dans les dysgraphies avec déficits visuospatiaux, on note à la fois des déficits morphocinétiques (lettres mal formées) et des déficits topocinétiques (ligne de base non maintenue, marges et espacements entre mots ou lignes irréguliers). Les troubles associés sont de nature visuospatiale. Une troisième forme de dysgraphie est associée à des troubles de l'attention et de la mémoire. Enfin le dernier type de dysgraphie est associé à des troubles de l'organisation séquentielle, avec une agnosie digitale et un trouble des mouvements séquentiels des doigts. On constate, à la lecture de la diversité des tableaux cliniques recouverts par le terme de dysgraphie, que ce trouble peut être d'origines variées, sans grande homogénéité entre elles.

Pour ce qui concerne les analyses cinématiques des mouvements d'écriture, Wann et Kardirkamanathan [45] suggèrent que la variabilité des performances, du point de vue spatial, temporel et cinématique, est une caractéristique présente dans toute forme de dysgraphie. Van Galen et coll. [41] ont mis en évidence que les performances d'enfants mauvais scripteurs âgés de 8 à 10 ans sont plus rapides, et d'amplitude plus forte que celles d'enfants bons scripteurs. Une analyse spectrale des vitesses révèle également la présence de davantage de bruit dans le signal chez les mauvais scripteurs, ce qui conduit les auteurs à supposer que l'origine des dysgraphies pourrait être liée à une difficulté à inhiber le bruit neuromoteur inhérent au fonctionnement biomécanique du système. Smits-Engelsman et coll. [30] confirme cette analyse, en montrant que la difficulté de ces enfants est de répondre à des contraintes de précision spatiale, comme écrire des lettres à l'intérieur de limites supérieures et inférieures. Les productions des enfants dysgraphiques sont alors plus grandes que celles des bons scripteurs, et surtout, elles présentent quatre fois plus de dépassement ou au contraire de non atteinte des limites. Une difficulté à réguler les forces pour contraindre le geste spatialement est ainsi apparente chez ces enfants. Van Dorn et Keuss [38] retiennent, pour leur part, une hypothèse liée à un déficit de programmation motrice chez les enfants, qui recourraient de manière massive aux informations visuelles pour produire leurs mouvements distaux. De fait, ces auteurs ont montré que la suppression des informations visuelles a un effet bénéfique pour la qualité des mouvements d'enfants mauvais scripteurs lorsque des mouvements des doigts sont sollicités, alors qu'elle a un effet négatif sur la production de mouvements du poignet. Enfin, Karlsdottir et Stefansson [16] émettent une hypothèse plus cognitive pour rendre compte d'une première forme de dysgraphie apparaissant précocement, entre 7 et 8 ans. Cette dysgraphie primaire se développerait de lettre à lettre, comme résultat de l'incapacité de l'enfant à comprendre les instructions de l'enseignant, de façon telle que les schémas moteurs (ou programmes) seraient insuffisamment différenciés les uns des autres. Une forme plus tardive de dysgraphie se développerait autour de 10-11 ans, et trouverait son origine dans la formation ambiguë de certaines lettres en interaction avec une exigence d'augmentation de rapidité. Une détérioration de la qualité d'écriture en résulterait chez certains enfants. Comme le font remarquer Zesiger et coll. [48], la diversité des troubles dysgraphiques, et donc de leur origine, peut parfaitement être anticipée dans la perspective d'une analyse de cette conduite selon un modèle hiérarchique comme celui de Van Galen [40], qui va du plus abstrait (le message à produire) au plus concret (les groupes de muscles à coordonner).

Si la question de l'origine des troubles dysgraphiques est donc source d'opinions divergentes, deux autres points recueillent plutôt des avis convergents des auteurs. Le premier établit que les troubles dysgraphiques sont plus fréquents chez les garçons que chez les filles, à raison de 3 garçons pour une fille environ [11, 16, 49]. Le deuxième est relatif à l'épidémiologie de ces troubles. L'ensemble des études estime qu'environ 10 à 20 % des enfants scolarisés en primaire présentent des troubles dans l'apprentissage de l'écriture. Maeland [19] recense 10 % d'enfants dysgraphiques parmi 345 enfants de 10 ans. Rubin et Hender-

son [27] en dénombrent 12 % parmi 2 500 enfants âgés de 9 ans. Ce trouble n'est donc pas anecdotique, et il faut souligner qu'il va constituer un sérieux handicap pour le reste de la scolarité de l'enfant, s'il doit se maintenir. En conclusion de ce bref survol de la littérature relative à l'acquisition de l'écriture chez l'enfant, nous aimerions souligner le fait que des études précises continuent à faire défaut pour mettre au point une technique d'apprentissage la plus appuyée possible sur les données expérimentales dont nous disposons. Les instructions pédagogiques données aux enseignants sont particulièrement floues à ce sujet, et la marge de manœuvre laissée à chaque intervenant probablement trop large. Par ailleurs, sans substituer la machine au « maître », il serait certainement fort utile de disposer de programmes d'enseignement automatisés, avec une tablette digitalisante pour enregistrer les performances des enfants. Une guidance continue et individualisée des gestes de l'enfant serait alors possible dès l'étape de formation des lettres, ce qui serait certainement fort profitable pour la mise en place des automatismes nécessaires à cette activité.

#### RÉFÉRENCES

- [1] AJURIAGUERRA (J. de), AUZIAS (M.), DENNER (A.): *L'écriture de l'enfant, I: L'évolution de l'écriture et ses difficultés*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 1971.
- [2] ALBARET (J. M.), SANTAMARIA (A.): « Utilisation des digitaliseurs dans l'étude des caractéristiques motrices de l'écriture », *Évolutions psychomotrices*, 8, 33, 1996, pp. 115-119.
- [3] ATHENES (S.), GUIARD (Y.): « Le développement des postures d'écriture: une étude comparative chez les droitiers et les gauchers », in *L'écriture, le cerveau, l'œil et la main*. C. Sirat, J. Irigoien et E. Poulle (eds), Paris, Brepols, 1990, pp. 59-73.
- [4] ALSTON (J.): « The handwriting of seven to nine year olds », *British Journal of Special Education*, 12, 1985, pp. 68-72.
- [5] ASKOV (E.), GREFF (K. N.): « Handwriting: Copying versus tracing as the most effective type of practice », *Journal of Educational Research*, 69, 1975, pp. 96-98.
- [6] BLOTE (A. W.), HAMSTRA-BLETZ (L.): « A longitudinal study on the structure of handwriting », *Perceptual and Motor Skills*, 72, 1991, pp. 983-994.
- [7] FREEMAN (F. N.): « Experimental analysis of the writing movement », *Psychological Review Monograph Supplement*, 17, 1914, pp. 1-46.
- [8] GRAHAM (S.), BERNINGER (V.), WEINTRAUB (N.), SCHAFER (W.): « Development of handwriting speed and legibility in grades 1-9 », *Journal of Educational Research*, 92, 1998, pp. 42-52.
- [9] GROFF (P. J.): « New speeds of handwriting », *Elementary English*, 38, 1961, pp. 564-565.
- [10] GROFF (P. J.): « Who are the best writers -the left-handed or the right-handed? », *Elementary School Journal*, 65, 1964, pp. 92-96.
- [11] HAMSTRA-BLETZ (L.), BLOTE (A. W.): « A longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school », *Journal of Learning Disabilities*, 26, 1993, pp. 689-699.
- [12] HAYES (D.): « Handwriting practice: The effects of perceptual prompts », *Journal of Educational Research*, 75, 1982, pp. 169-172.
- [13] HIRSCH (E.): « The effects of letter formation practice and letter discrimination training on kindergarten handwriting performance », *Dissertation Abstracts*, 33, 6648A, 1973.
- [14] KARLSDOTTIR (R.): « Print script as initial handwriting style: I. Effects on the development of handwriting », *Scandinavian Journal of Educational Research*, 40, 1996, pp. 161-174.



- [15] KARLSDOTTIR (R.): « Comparison of cursive models for handwriting instruction », *Perceptual and Motor Skills*, 85, 1997, pp. 1171-1184.
- [16] KARLSDOTTIR (R.), STEFANSSON (T.): « Problems in developing functional handwriting », *Perceptual and Motor Skills*, 94, 2002, pp. 623-662.
- [17] KIRK (U.): « The development and use of rules in the acquisitions of perceptual motor skills », *Child Development*, 52, 1981, pp. 299-305.
- [18] LURCAT (L.): *Études de l'acte graphique*, Paris, Mouton, 1974.
- [19] MAELAND (A. F.): « Handwriting and perceptual motor skills in clumsy, dysgraphic, and normal children », *Perceptual and Motor Skills*, 75, 1992, pp. 1207-1217.
- [20] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « Movement analysis of repetitive writing behavior of first, second and third grade primary school children », in *Graphonomics: Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 71-92.
- [21] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « The acquisition of skilled handwriting: discontinuous trends in kinematic variables », in *Cognition and action in skilled behavior*, A. M. Cooley et J. R. Beech (eds), Amsterdam, North Holland, 1988, pp. 273-281.
- [22] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « The production of connecting strokes in cursive writing », in *Computer recognition and human production of handwriting*, R. Plamondon, C. Y. Suen et M. L. Simner (eds), Singapore, World Scientific, 1989.
- [23] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « Perceptual motor complexity of printed and cursive letters », *Journal of Experimental Education*, 58, 1990, pp. 95-110.
- [24] MOJET (J. W.): « Characteristics of the developing handwriting skill in elementary education », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 53-75.
- [25] PAILLARD (J.): « Les bases nerveuses du contrôle visuo-manuel de l'écriture », in *L'écriture, le cerveau, l'œil et la main*, C. Sirat, J. Irigoien et E. Pouille (éd.), Paris, Brepols, 1991, pp. 23-52.
- [26] HELPS (J.), STEMPER (L.), PECK (G.): « The children's handwriting scale: A new diagnostic tool », *Journal of Educational Research*, 79, 1985, pp. 46-50.
- [27] RUBIN (N.), HENDERSON (S. E.): « Two sides of the same coin: variations in teaching methods and failure to learn to write », *Special Education: Forward Trends*, 9, 1982, pp. 17-24.
- [28] SASSOON (R.), NIMMO-SMITH (I.), WING (A.): « An analysis of children's penholds », in *Graphonomics: Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 93-106.
- [29] SANDLER (A.), WATSON (T.), FOOTO (M.), LEVINE (M.), COLEMAN (W.), HOOPER (S.): « Neurodevelopmental study of writing disorders in middle childhood », *Developmental Behavioral Pediatrics*, 14, 1992, pp. 17-23.
- [30] SMITS-ENGELSMAN (B. C. M.), VAN GALEN (G. P.), PORTIER (S. J.): « Psychomotor aspects of poor handwriting in children », in *Contemporary Issues in Forensic, Developmental, and Neurological Aspects of Handwriting*, M. L. Simner, W. Hulstijn et P. L. Girouard (eds), Toronto, Association of Forensic Document Examiners, 1994.
- [31] SMYTH (M. M.), SILVERS (G.): « Functions of vision in the control of handwriting », *Acta Psychologica*, 65, 1987, pp. 47-64.
- [32] SOVIK (N.): « The effects of different principles of instruction in children's copying performances », *Journal of Experimental Education*, 45, 1976, pp. 38-45.
- [33] SOVIK (N.), ARNTZEN (O.), TEULINGS (H.-L.): « Interactions among overt process parameters in handwriting motion and related graphic production », *Journal of Human Movement Studies*, 8, 1982, pp. 103-122.
- [34] SOVIK (N.), FLEM MAELAND (A.), KARLSDOTTIR (R.): « Contextual factors and writing performance on normal and dysgraphic children », in *Computer Recognition and Human Production of Handwriting*, R. Plamondon, C. Y. Suen et M. L. Simner (eds), Singapore, World Scientific, 1989, pp. 333-347.
- [35] TEULINGS (H.-L.), THOMASSEN (A. J. W. M.), VAN GALEN (G. P.): « Invariants in handwriting: The information contained in a motor program », in *Graphonomics: Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 305-316.
- [36] THOMASSEN (A. J. W. M.), TEULINGS (H.-L.): « The development of handwriting », in *The Psychology of Written Language*, M. Martlew (éd.), New York, John Wiley, 1983, pp. 179-213.
- [37] THOMASSEN (A. J. W. M.), TEULINGS (H.-L.): « Time, size and shape in handwriting: Exploring spatio-temporal relationships at different levels », in *Time, Mind and Behavior*, J. A. Michon et J. L. Jackson (eds), Heidelberg, Springer Verlag, 1985, pp. 253-263.
- [38] VAN DORN (R. R. A.), KEUSS (P. J. G.): « Dysflency in children's handwriting », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 239-248.
- [39] VAN DORN (R. R. A.), KEUSS (P. J. G.): « Does the production of letter strokes in handwriting benefit from vision? », *Acta Psychologica*, 85, 1993, pp. 275-290.
- [40] VAN GALEN (G. P.): « Handwriting: Issues for a psychomotor theory », *Human Movement Science*, 10, 1991, pp. 165-191.
- [41] VAN GALEN (G. P.), PORTIER (S. J.), SMITS-ENGELMANS (B. C. M.), SCHOMAKER (L. R. B.): « Neuromotor noise and poor handwriting in children », *Acta Psychologica*, 82, 1993, pp. 161-178.
- [42] VINTER (A.), MOUNOUD (P.): « Isochrony and accuracy of drawing movements in children: Effects of age and context », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 113-134.
- [43] VIVIANI (P.), SCHNEIDER (R.): « A developmental study of the relation between geometry and kinematics in drawing movements », *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17, 1991, pp. 198-218.
- [44] VIVIANI (P.), TERZUOLO (C.): « The organization of movement in handwriting and typing », in *Language Production*, vol. 2: *Development, Writing and Other Language Processes*, B. Butterworth (ed.), Londres, Academic Press, 1983, pp. 103-146.
- [45] WANN (J. P.), KARDIRKAMANATHAN (M.): « Variability in children's handwriting: Computer diagnosis of writing difficulties », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 223-236.
- [46] WRIGHT (C. D.), WRIGHT (J. P.): « The effectiveness of copying moving versus still models », *Journal of Educational Research*, 74, 1980, pp. 95-98.
- [47] ZESIGER (P.): *Écrire: approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, Paris, puf, 1995.
- [48] ZESIGER (P.), DEONNA (T.), MAYOR (C.): « L'acquisition de l'écriture », *Enfance*, 3, 2000, pp. 295-304.
- [49] ZIVIANI (J.): « Some elaborations on handwriting speed in 7- to 14-year-olds », *Perceptual and Motor Skills*, 58, 1984, pp. 535-539.
- [50] ZIVIANI (J.), ELKINS (J.): « An evaluation of handwriting performance », *Educational Review*, 36, 1984, pp. 249-261.