

MANUSCRITE OU NUMÉRIQUE : PEUT-ON CHOISIR ENTRE DIFFÉRENTES FORMES D'ÉCRITURE ?



Jean-Luc VELAY

Professeur à l'Université Aix-Marseille

I. La graphomotricité

Avant d'être capables de produire des textes par écrit, les enfants doivent apprendre à contrôler les mouvements fins de la main et du poignet qui permettent de guider le stylo sur la feuille de papier. Pour produire des textes qui sont structurés au plan syntaxique et riches au plan sémantique, il faut d'abord maîtriser un geste. Donc, dans sa première phase, l'écriture relève davantage de l'étude du mouvement que de celle du langage, ce qui explique la grande diversité des disciplines, du contrôle moteur à la psychologie du développement et à la psychologie de l'éducation, qui se sont intéressées à l'écriture, souvent dans une méconnaissance mutuelle de leurs travaux respectifs. C'est à l'apprentissage des gestes graphomoteurs, les prémisses de l'écriture, qu'est consacrée cette présentation.

L'apprentissage de l'écriture commence très tôt en France, dès l'école maternelle. Ce n'est pas le cas partout dans le monde : certains pays (Europe du nord...), où l'école maternelle n'est pas obligatoire et n'existe pas en tant que telle, ne commencent l'apprentissage de l'écriture qu'au début de l'école élémentaire, vers l'âge de 5 à 6 ans. On pourrait s'interroger sur la précocité de cet apprentissage qui demande un contrôle strict des mouvements très fins des doigts et donc exige une certaine maturation sensorimotrice cérébrale qui n'est peut-être pas atteinte chez un certain nombre d'enfants aussi jeunes.

L'apprentissage de la graphomotricité débute en général par ce que l'on nomme les « exercices pré-graphiques » qui consistent à tracer des frises contenant des boucles vers le bas et vers le haut, des éléments constitutifs de l'écriture mais dénués de contenu linguistique. Ces exercices sont destinés à apprendre aux élèves à effectuer des mouvements graphiques continus, en translation gauche-droite et en respectant le sens conventionnel de rotation pour les boucles (cf Zerbato-Poudou, 2014). Il s'agit d'apprendre à déplacer le stylo de façon régulière, rapide et fluide. Ils préparent les élèves à l'écriture cursive (« attachée »).

II. Quand l'apprentissage graphomoteur se passe mal : quelles conséquences ?

1. Conséquences sur la production écrite

Si la graphomotricité n'est pas automatisée, l'enfant qui écrit se trouve dans une situation de double tâche : il doit gérer le contenu (lexical, syntaxique, sémantique) du texte à écrire et contrôler le geste en cours d'exécution afin que la trace produite corresponde bien à ce qui est désiré. Une partie de la mémoire de travail, des ressources attentionnelles et cognitives, est donc allouée au contrôle moteur au détriment des processus linguistiques. A titre de comparaison, imaginez un(e) adulte droitier(e) faisant une dictée avec sa main gauche : l'attention apportée à la réalisation des mouvements avec une main malhabile le conduit très facilement à oublier la phrase dictée... !

De fait, de nombreux auteurs ont montré que les enfants qui ne maîtrisent pas la graphomotricité produisent des textes de moins bonne qualité (Connelly *et al.*, 2012; Fayol, 1997 ; Graham *et al.*, 1997; Jones and Christensen, 1999; Puranik et AlOtaiba, 2012), ou rencontrent des difficultés en orthographe (Pontart *et al.*, 2013).

2. Conséquences sur la lecture

La maîtrise de la graphomotricité n'a pas seulement une influence sur la capacité à écrire, elle a aussi une influence sur l'aptitude des élèves à identifier les lettres de l'alphabet, c'est-à-dire sur l'entrée de la lecture. En effet, les enfants qui n'écrivent pas bien les lettres sont souvent ceux qui les reconnaissent le moins bien (voir par exemple : Puolakanaho *et al.*, 2007 ; Puranik *et al.*, 2011). Or, moins bien reconnaître les lettres visuellement est préjudiciable pour l'apprentissage de la lecture. C'est pourquoi, les enfants qui peinent à reconnaître les lettres risquent de devenir mauvais lecteurs (Graham et Weintraub, 1996; Guan *et al.*, 2015).

3. Quelques données issues de la neuroimagerie

Il a été montré chez des sujets adultes que la simple observation visuelle passive de caractères alphabétiques provoque une activation de zones cérébrales normalement mises en jeu au cours de l'écriture (Longcamp *et al.*, 2003 ; 2005a). Quand les sujets ne savaient pas écrire les caractères (des caractères inconnus), ces activations n'étaient pas présentes. D'autre part il est acquis maintenant que le fonctionnement cérébral de l'enfant évolue au cours de l'apprentissage de l'écriture (James et Engelhardt, 2012 ; Vinci-Booher *et al.*, 2016). Ces résultats suggèrent que les mouvements d'écriture participent à la représentation et à la mémorisation des caractères et donc à leur reconnaissance visuelle.

III. La pratique actuelle de l'écriture chez les adultes

La façon d'écrire a changé depuis quelques décennies. D'après les rares sondages réalisés sur cette question, il semble que les adultes, dans leur activité professionnelle mais aussi souvent leurs activités personnelles, écrivent davantage sur support numérique. Or, aujourd'hui l'écriture numérique est très majoritairement l'écriture dactylographique. Jusqu'à récemment, le changement d'écriture était surtout limité aux adultes : l'écriture manuscrite restait pratiquée par les enfants scolarisés. Mais l'arrivée massive des outils numériques à l'école pourrait modifier cette situation et amène à repenser l'enseignement de l'écriture.

IV. Enseigner l'écriture demain

Continuera-t-on à enseigner l'écriture manuscrite traditionnelle, avec un stylo et une feuille de papier, si les élèves sont équipés de tablettes pendant les cours ?

Deux *scenarii* peuvent être imaginés

- 1- La solution 'radicale' dans laquelle l'enseignement de l'écriture manuscrite serait remplacé complètement par l'enseignement de l'écriture au clavier,
- 2- La solution de 'coexistence' qui se traduirait par l'enseignement 'simultané' des deux modes d'écriture.

1. Remplacement de l'écriture manuscrite par l'écriture au clavier

L'écriture qui sera enseignée à l'école dans quelques années pourrait être l'écriture dactylographique. Cette idée est parfois envisagée avec bienveillance, car on suppose qu'apprendre à taper au clavier réduirait la difficulté et la durée de l'apprentissage et libèrerait du temps scolaire pour d'autres apprentissages (les langues, l'usage des outils numériques...). Dans certains pays (USA et certains pays d'Europe du Nord), des initiatives ont déjà été prises dans ce sens (Genlott et Grönlund, 2013). Certains enfants de ces pays vont donc apprendre à écrire au clavier avant d'apprendre à écrire à la main. Certains même n'apprendront peut-être plus l'écriture manuscrite, comme aux U.S.A. où les recommandations fédérales de 2010 pour les enseignements à l'école élémentaire (*US Common Core curriculum standards*) préconisaient explicitement d'apprendre à écrire sur ordinateur et ne mentionnaient même plus l'écriture manuscrite. Il semblerait qu'un retour vers l'écriture manuscrite soit en cours cependant (voir : <https://qz.com/1037057/keyboards-are-overrated-cursive-is-back-and-its-making-us-smarter/>).

Les avantages :

L'écriture au clavier est plus simple à pratiquer, en particulier pour les enfants qui présentent des difficultés motrices. Les enfants dyspraxiques, par exemple, quand ils bénéficient de la possibilité d'écrire avec un ordinateur à l'école, en tirent souvent un grand bénéfice.

En pratique, il semblerait qu'on écrit plus vite au clavier qu'à la main, mais c'est surtout vrai chez des adultes experts. Il existe certains résultats allant dans le même sens chez des élèves (Alstad *et al.*, 2015 ; Plau et Lavoie, 2016), mais aussi des résultats contradictoires (Connely *et al.*, 2007). Tout dépend bien sûr du niveau d'apprentissage et de la quantité de pratique des deux écritures. Etant plus simple à pratiquer, l'écriture au clavier devrait être plus facile à apprendre, même si cette assertion n'a pas été vraiment vérifiée à notre connaissance.

Si écrire au clavier est réellement plus aisé pour les enfants, alors cette simplification au plan moteur devrait libérer des ressources cognitives et attentionnelles disponibles pour le contenu du texte écrit. Par conséquent, les textes produits devraient être de meilleure qualité. Mais qu'en est-il vraiment, quand l'écriture n'est pas limitée à des mots ou des phrases simples recopiées ? Il semble que les textes sont au contraire de moindre qualité (Connely *et al.*, 2007 ; Berninger *et al.*, 2009). Une étude récente a eu un grand écho médiatique : elle a conclu que les étudiants qui prennent leurs notes au clavier obtiennent de moins bons scores à leur examen que ceux qui les prennent à la main (Mueller

et Oppenheimer, 2014). Les auteurs interprètent ce résultat par l'effort de rédaction à la main qui oblige les étudiants à reformuler les paroles de l'enseignant, et donc à traiter l'information, alors que la facilité du clavier conduit plutôt les étudiants à écrire mot à mot le cours, sans procéder à cette 'prédigestion' de l'information.

Ces études doivent bien sûr être reproduites et confirmées, mais il se pourrait que la simplicité motrice ne soit pas obligatoirement un avantage en termes de contenu du texte écrit.

Les inconvénients

En première analyse, on pourrait considérer que ces changements ne concernent que la motricité mise en jeu dans l'écriture et qu'ils ne devraient pas interférer avec les aptitudes des enfants à lire et à s'exprimer par écrit. Ce n'est probablement pas aussi simple que cela. En fait, malgré le faible nombre d'études conduites sur cette question, certains résultats expérimentaux suggèrent que l'impact de ces changements moteurs pourrait concerner non seulement l'écriture des enfants mais aussi leur lecture. Longcamp et coll. (2005b) ont montré que chez des enfants de maternelle, apprendre à écrire les lettres à la main permet ensuite de mieux les reconnaître visuellement qu'apprendre à les écrire au clavier. La même comparaison a été faite avec de jeunes adultes qui apprenaient des caractères inconnus et les conclusions ont été les mêmes (Longcamp *et al.*, 2008). Les auteurs ont aussi vérifié que les aires cérébrales impliquées dans l'identification des caractères différaient après les deux apprentissages : les aires motrices ne s'activaient que pour les caractères appris à la main. Au-delà des lettres, une étude a été réalisée sur la reconnaissance de quelques mots simples chez de jeunes élèves et, là aussi, les mots appris en les écrivant à la main étaient mieux reconnus que ceux appris en les frappant au clavier (Kiefer *et al.*, 2015).

Pour résumer, les études réalisées jusqu'à présent sont assez restreintes dans le temps. Pour ne pas trop interférer avec les programmes scolaires officiels, elles n'ont été conduites que pendant quelques semaines seulement et avec des enfants trop jeunes pour mesurer l'impact réel de ce changement moteur sur la lecture et l'expression écrite. Elles n'ont porté que sur les niveaux très basaux de la lecture : l'identification visuelle de lettres ou de mots simples. On est encore loin de la lecture proprement dite qui requiert des processus cognitifs de plus haut niveau : identification des mots, traitements lexicaux, orthographiques, syntaxiques... Il est donc impossible d'affirmer que cela aurait un impact sur la lecture à proprement parler, même s'il est établi que la reconnaissance des lettres est indispensable à une lecture efficiente. Il se pourrait tout-à-fait que le déficit initial soit compensé après quelque temps par le fait que, l'écriture au clavier étant plus simple et ludique, les élèves écrivent davantage et soient donc davantage confrontés à l'écrit et amenés à lire.

Pour aller plus loin et affirmer que l'écriture manuscrite est plus efficace, il faut comparer les deux méthodes d'apprentissage pendant plusieurs mois, voire plusieurs années. C'est une étude que nous commençons sur l'apprentissage d'une langue étrangère, l'arabe, dont le système graphique est différent du français. Des collégiens débutants en 6^e vont apprendre cette langue soit en l'écrivant sur papier, soit en l'écrivant sur tablette tactile, soit en l'écrivant au clavier sur tablette. Nous allons les suivre pendant deux ans, tout en effectuant des tests réguliers sur leur niveau de lecture et d'écriture de l'arabe. Bien évidemment, les résultats de cette étude ne seront pas totalement concluants, car il s'agit d'élèves qui savent déjà écrire et apprennent une langue seconde.

Néanmoins, ils fourniront des informations pertinentes sur la comparaison des différentes pratiques de l'écriture à long terme.

2. L'enseignement des deux écritures en parallèle

L'écriture dactylographique

Que l'on conserve l'écriture manuscrite ou pas, il est peut-être utile d'enseigner l'écriture dactylographique aux élèves pour les préparer à la vie 'réelle', en dehors de l'école. Nous vivons actuellement un paradoxe : tout le monde écrit au clavier, mais plus personne n'est formé à cette écriture ! Il y a encore quelques années, les dactylographes étaient rares, mais très bien formées. Elles frappaient les claviers des machines à écrire à un rythme rapide, sans regarder leurs mains et sans faire énormément de fautes. Aujourd'hui, on forme toute la population à une écriture, l'écriture manuscrite, qui ne serait que peu utilisée après la scolarité, mais celle qui est la plus pratiquée n'est pas enseignée !

Si on devait apprendre l'usage des claviers à l'école : à quel moment devrait-on le faire ? à quel âge ? Une revue de question assez récente suggère qu'il serait plus efficace d'attendre 10 à 12 ans pour commencer l'apprentissage de la dactylographie (Stevenson et Just, 2014).

Par ailleurs, apprendre à écrire au clavier il y a 50 ans était relativement simple en ce qui concernait le clavier lui-même. Les claviers étaient très similaires d'une machine à l'autre et leur ergonomie était imposée par la mécanique des tiges soutenant les lettres. Aujourd'hui, avec les claviers tactiles, les contraintes mécaniques n'existent plus ! Une grande liberté est laissée aux concepteurs de logiciels qui ne se privent pas d'utiliser tout ce qui peut faciliter la frappe, ou la rendre plus ludique. Donc, avec quel clavier faut-il envisager l'enseignement ? Au regard de la vitesse d'obsolescence des matériels et logiciels, la réponse à cette question n'est pas simple.

Enfin, si l'apprentissage de la frappe est effectué très tôt, au moment où les élèves entrent dans la langue écrite, ne serait-il pas judicieux de penser à des claviers éducatifs, dédiés à l'apprentissage, sur lesquels les touches pourraient être organisées par ordre alphabétique, ou par type de lettres (voyelles et consonnes), être de grande taille au début puis diminuer au fur et à mesure de l'apprentissage, de couleurs variables... ?

L'écriture manuscrite

En ce qui concerne l'avenir de l'écriture manuscrite, nous sommes à la croisée des chemins et deux options sont possibles :

- Malgré les changements de pratique des adultes et la présence de plus en plus massive d'outils numériques à l'école, on persiste à enseigner à écrire avec un stylo sur une feuille de papier, comme on le fait depuis toujours,
- On utilise les tablettes tactiles, mais pour écrire à la main avec un stylet.

Si la première option est choisie, les élèves devront lâcher leur tablette quand ils écriront pour se saisir d'un papier et d'un stylo. C'est une hypothèse difficile à envisager, mais qui sait... ? Peu de

questions pédagogiques nouvelles se poseront, hormis peut-être celle récurrente du type d'écriture à enseigner : cursive (attachée) ou script (détachée). Ce débat ancien en Amérique du Nord et au Canada a revu le jour récemment en Finlande où le gouvernement a décidé de mettre un terme à l'enseignement de l'écriture cursive pour privilégier les lettres script, plus proches des polices qui se trouvent dans les livres et, surtout, sur les écrans. De nombreuses études ont été conduites sur les vertus de l'une et de l'autre et il n'est pas simple de trancher (voir par exemple : Bara et Morin, 2013).

Si la seconde option l'emporte, l'enseignement de la graphomotricité (plus largement de l'écriture ?) pourraient être assez drastiquement « dépolu ». En effet, « écriture numérique » ne signifie pas obligatoirement « écriture au clavier » : on peut très aisément écrire à la main avec un stylet sur une tablette. Il suffit de faire apparaître une zone dédiée à l'écriture manuscrite à la place du clavier tactile. La reconnaissance de l'écriture manuscrite a fait de tels progrès de nos jours que l'on peut envisager de transformer en temps réel la trace écrite produite en n'importe quelle police de caractères. Du point de vue visuel, on se retrouve donc dans la même situation que l'écriture dactylographique alors que du point de vue moteur, on continue à écrire à la main. On a donc les avantages de l'une et de l'autre. (voir par exemple : <https://youtu.be/2c1oeYGmig0?t=22>)

En outre, tous les outils de composition et/ou modification du texte qui sont disponibles avec l'écriture dactylographique, le sont de la même façon avec l'écriture manuscrite (copier/coller, correcteurs orthographiques, etc.). Tout le défi consiste à faire de ces applications, initialement développées pour faciliter la vie des adultes experts, des dispositifs pédagogiques destinés aux enfants qui apprennent. Un des problèmes manifestes pour l'apprentissage de la graphomotricité est par exemple la surface très glissante des tablettes qui peut rendre les gestes graphiques plus difficiles à contrôler chez les débutants (Alamargot *et al.*, 2015). Des adaptations appropriées des tablettes, en utilisant des revêtements transparents de rugosité variable, sont à réfléchir.

Quoi qu'il en soit, la réflexion doit être initiée avant même l'achat du matériel par les académies. En effet, il faut prévoir de préférence des tablettes disposant d'un stylet inclus dans le système. L'affichage est meilleur en termes de qualité, il est plus rapide et évite un délai néfaste entre le déplacement du stylet et l'apparition de la trace. Enfin, et ce n'est pas le moindre des avantages, le stylet est le seul contact qui est pris en compte sur la tablette. Cela permet aux enfants d'appuyer la main sur l'écran tactile comme ils le font sur une feuille de papier sans que cela soit détecté comme un appui du stylet !

V. De nouvelles applications pédagogiques sont envisageables avec le numérique pour aider à l'enseignement de la graphomotricité

Si à l'avenir l'apprentissage de l'écriture manuscrite se fait sur des supports numériques, il serait opportun de profiter de toutes les opportunités que le numérique offre. Par exemple, il est possible de transformer en temps réel le geste graphique en sons, ou en musique, pour aider les enfants à tracer de façon fluide et régulière. Cette « *sonification* » de l'écriture permet une assistance auditive pour les enfants en difficulté. Elle a été testée chez des enfants dysgraphiques au cours d'exercices pré-graphiques (Danna et Velay, 2015 ; 2017). Il pourrait être envisageable d'utiliser quelque chose de similaire à l'école, au moment de l'apprentissage premier du geste graphique. D'autres

possibilités d'aide à l'enseignement/apprentissage de l'écriture avec les tablettes tactiles verront certainement le jour.

Malheureusement, tous ces aspects de l'usage des tablettes pour écrire ne sont pas toujours pensés. L'académie d'Aix-Marseille, par exemple, a acquis des tablettes sans stylets. Quand on questionne les responsables sur la façon dont les élèves du collège vont écrire avec ces tablettes, on nous répond qu'ils utiliseront le clavier car les applications sont prévues ainsi. Donc ces élèves de 5^e (et bientôt de 6^e) vont beaucoup écrire au clavier pendant l'année et beaucoup moins à la main. Or, les examens sont prévus sans l'assistance des outils numériques, par conséquent les mêmes élèves devront passer les épreuves en écrivant avec un papier et un stylo...

Pour conclure, l'avenir de l'écriture manuscrite et de son enseignement avec l'arrivée des outils numériques à l'école n'est pas très visible. Tout dépendra du point de vue qui prévaut. L'écriture manuscrite laisse une grande liberté à celui qui veut s'en servir pour s'exprimer. Elle ne nécessite que des moyens techniques limités, un morceau de papier et un crayon, peu susceptibles de tomber en panne, et n'est pas contrainte par la présence d'une source d'énergie. C'est donc un savoir-faire que les sociétés gagneraient à préserver, tout en tirant profit des évolutions techniques pour son enseignement. C'est un choix culturel et sociétal majeur pour l'avenir. Si le point de vue utilitariste, selon lequel il faut calquer les apprentissages des enfants sur les pratiques les plus fréquentes des adultes, l'emporte, alors la reconnaissance vocale et la transcription automatique du langage oral en langage écrit (comme le font de plus en plus de possesseurs de smartphones pour leurs SMS) pourrait bien mettre tout le monde d'accord !

Éléments bibliographiques

ALAMARGOT, D. & MORIN, M.-F. (2015) Does handwriting on a tablet screen affect students' graphomotor execution? A comparison between Grades Two and Nine, *Human Movement Science* 44, pp.32–41

BARA, F. & MORIN, M.-F. (2013). Does the handwriting style learnt in first grade determine the style used in fourth and fifth grade and influence handwriting speed and quality? A comparison between French and Quebec children. *Psychology in the Schools*, 50(6), pp.601-617.

BERNINGER *et al.* (2009) Comparison of pen and keyboard transcription modes in children with and without learning disabilities, *Learning Disability Quarterly*, 32, pp.123-140

CONNELLY, V., DOCKRELL, J.E., WALTER, K., CRITTEN, S., 2012. Predicting the Quality of Composition and Written Language Bursts from Oral Language, Spelling, and Handwriting Skills in Children With and Without Specific Language Impairment. *Writ. Commun.* 29, pp.278–302.

DANNA, J., VELAY, J.-L., 2015. Basic and supplementary sensory feedback in handwriting. *Front. Psychol.* 6.

DANNA, J., & VELAY, J.-L. (2017) Handwriting movement sonification: why and how? *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47(2).

FAYOL, M. (1997), *Des idées au texte. Psychologie cognitive de la production verbale, orale et écrite.* Presses Universitaires de France.

GENLOTT & GRÖNLUND (2013) Improving literacy skills through learning reading by writing: The iWTR method presented and tested, *Computers & Education*, 67, pp.98-104

GRAHAM, S., BERNINGER, V.W., ABBOTT, R.D., ABBOT, S. & WHITAKER, D., 1997. Role of Mechanics in Composing of Elementary School Students: A New Methodological Approach. *J. Educ. Psychol.* 89, pp.170–182.

JAMES, K.H. & ENGELHARDT, L., 2012. The effects of handwriting experience on functional brain development in pre-literate children. *Trends Neurosci. Educ.* 1, pp.32–42.

JONES, D. & CHRISTENSEN, C.A., 1999. Relationship between automaticity in handwriting and students' ability to generate written text. *J. Educ. Psychol.* 91, 44–49.

KIEFER *et al.*, (2015) Handwriting or Typewriting? The Influence of Pen-or Keyboard-Based Writing Training on Reading and Writing Performance in Preschool Children, *Advances in Cognitive Psychology*, 11(4), pp.136-146

LONGCAMP, M., ANTON, J.L., ROTH, M. & VELAY, J.L., 2003. Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing. *NeuroImage* 19, pp.1492–1500.

LONGCAMP, M., ANTON, J.-L., ROTH, M. & VELAY, J.-L., 2005a. Premotor activations in response to visually presented single letters depend on the hand used to write: a study on left-handers. *Neuropsychologia* 43, pp.1801–1809.

LONGCAMP, M., BOUCARD, C., GILHODES, J.C., ANTON, J.L., ROTH, M., NAZARIAN, B., & VELAY, J.L., 2008. Learning through hand- or typewriting influences visual recognition of new graphic shapes: behavioral and functional imaging evidence. *J Cogn Neurosci* 20, pp.802–815.

LONGCAMP, M., ZERBATO-POUDOU, M.-T. & VELAY, J.-L., 2005b. The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychol.* (Amst.) 119, pp.67–79.

- MUELLER & OPPENHEIMER (2014) The is mightier than the keyboard: advantages of Longhand over Laptop note taking, *Psychological Science*, April 23
- PONTART, V., BIDET-ILDEI, C., LAMBERT, E., MORISSET, P., FLOURET, L. & ALAMARGOT, D., 2013. Influence of handwriting skills during spelling in primary and lower secondary grades. *Front. Psychol.* 4.
- PUOLAKANAHO, A., AHONEN, T., ARO, M., EKLUND, K., LEPPÄNEN, P. H., POIKKEUS, A. M., & LYYTINEN, H. (2007). Very early phonological and language skills: estimating individual risk of reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(9), 923-931.
- PURANIK, C. S., ALOTAIBA, S. (2012). Examining the contribution of handwriting and spelling to written expression in kindergarten children. *Reading and Writing*, 25(7), 1523-1546.
- PURANIK, C. S., LONIGAN, C. J., & KIM, Y. S. (2011). Contributions of emergent literacy skills to name writing, letter writing, and spelling in preschool children. *Early Childhood Research Quarterly*, 26(4), 465-474.
- STEVENSON, N.C. & JUST, C. In Early Education, Why Teach Handwriting Before Keyboarding? *Early Childhood Educ J* (2014) 42: 49.
- VINCI-BOOHER, S. JAMES, TW. & JAMES, K H. Visual-motor functional connectivity in preschool children emerges after handwriting experience. *Trends in Neuroscience and Education*, Volume 5, Issue 3, September 2016, pp. 107-120
- ZERBATO-POUDOU, M.T. (2014), *Apprendre à écrire de la PS à la GS*, Retz (Ed), 175 p.