

**MASTER SMEEF
SPÉCIALITÉ « PROFESSORAT DES
ÉCOLES »
DEUXIÈME ANNÉE (M2)
ANNÉE 2012/2013**

**EFFETS D'UN ENTRAÎNEMENT TACTILE SUR L'ÉCRITURE MIROIR
DES CHIFFRES CHEZ LES ENFANTS D'ÂGE PRÉSCOLAIRE**

**NOM ET PRÉNOM DE L'ÉTUDIANT : Dubit Perrine
SITE DE FORMATION : Villeneuve d'Ascq
SECTION : M2-5 PE**

**NOM ET PRENOM DU DIRECTEUR DE MEMOIRE : Mme Agnès Desbiens
DISCIPLINE DE RECHERCHE : Déterminants psychologiques des apprentissages**

Direction

365 bis rue Jules Guesde
BP 50458
59658 Villeneuve d'Ascq cedex
Tel : 03 20 79 86 00
Fax : 03 20 79 86 01
Site web: www.lille.iufm.fr

REMERCIEMENTS

Je remercie Mme Agnès Desbiens pour avoir apporté son concours à la rédaction de ce mémoire, par ses multiples éclaircissements et propositions d'amélioration.

Merci également à l'équipe pédagogique de l'école Albert Camus de Roubaix, à Caroline pour son accueil chaleureux et très professionnel, à mes camarades de l'I.U.F.M pour leur soutien, le partage de leur expérience.

Remerciements particuliers à Mme Aurélie Lainé.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Cadre théorique	3
I. L'écriture chiffrée	3
1. Qu'est-ce qu'écrire ?.....	3
i. Du dessin au symbole.....	3
ii. Aspects graphomoteurs.	4
2. L'écriture miroir des chiffres.	5
i. Étape normale ou dysfonctionnement ?	5
ii. Pourquoi les enfants écrivent en miroir.....	6
II. La modalité haptique	8
1. Définition et origines	8
i. Qu'est-ce que la modalité haptique ?	8
ii. Évolution des conceptions	9
2. Une méthode adaptée à l'âge préscolaire.....	10
i. Développement des techniques exploratoires du jeune enfant.	10
ii. Particularités de la modalité haptique chez le jeune enfant.	11
3. Une méthode efficace.....	13
Méthodologie	15
I. Matériel et méthode	15
1. Participants	15
2. Tests de référence	15
3. Déroulement des séances	16
II. Résultats	17
Discussion	21
Conclusion	24
Bibliographie	26

INTRODUCTION

Apparue il y a environ cinq mille ans, l'écriture constitue l'apanage de la civilisation humaine. Insufflée par l'émergence de systèmes sociaux et de préoccupations culturelles (religieuses et économiques, notamment), elle s'est faite d'abord figurative, au sens où sa forme correspondait à celle de l'objet représenté, avant d'évoluer peu à peu vers un symbolisme complet, systèmes scripturaux idéographiques ou pictographiques mis à part (Du Pasquier, 2009 ; Noyer, 2005).

Qu'elle soit symbolique ou non, l'écriture arbore plusieurs fonctions : d'une part, elle code un discours oralisé, figure la pensée ; d'autre part, elle tient lieu de support cognitif, dans la mesure où les notations permettent de libérer de la mémoire de travail et de mobiliser les connaissances disponibles dans la mémoire à long terme. Différente selon les civilisations, elle possède enfin une fonction sociale d'insertion et d'accès à une culture donnée (Delaplace & Weil-Barais, 2008 ; Mantzouranis, 2007).

Apprendre à écrire représente ainsi un enjeu de poids. Dans le cas des alphabets symboliques, l'acquisition de l'écriture est un d'autant plus difficile qu'il va s'agir de maîtriser non seulement le geste graphique mais aussi les procédés graphophonologiques servant à transcrire l'oral à l'écrit, et par lesquels signifié et signifiant n'entretiennent pas de correspondance évidente. Savoir écrire, c'est savoir lire ce code défini historiquement et duquel nous héritons. Lecture et écriture sont deux procédés interdépendants.

L'entrée dans l'écrit représente l'ambition majeure de l'école maternelle française. Avant l'apprentissage formel de la lecture au cours préparatoire, il importe en effet de développer chez les élèves un certain nombre de connaissances précoces. Partant de la langue orale, on apprend ainsi à distinguer les sons de la parole et l'on s'intéresse à leur correspondance à l'écrit, les sons des lettres, ou principe alphabétique. Conjointement, on approfondit les compétences graphiques et la perception visuo-spatiale de la forme des lettres. Cependant, les instructions officielles ne limitent pas l'entrée dans l'écrit aux connaissances alphabétiques. Elles mettent également en avant la nécessité d'aborder l'écriture chiffrée aussi rigoureusement que le tracé des lettres (M.E.N, 2008).

Pour aborder avec ses élèves ces apprentissages fondamentaux, déterminants de la poursuite sereine de la scolarité, le professeur des écoles dispose d'une multitude de pratiques pédagogiques. De nombreux auteurs (Bara, Pinet, Gentaz) ont déjà démontré l'efficacité de l'exploration par le toucher, ou modalité haptique, sur la connaissance des lettres ou des formes géométriques. Par ailleurs, si beaucoup de recherches ont déjà été effectuées en ce qui concerne les procédés en jeu dans l'acquisition de l'écriture des lettres, peu nombreuses sont celles qui ont étudié les implications de l'apprentissage de l'écriture chiffrée, et plus particulièrement les difficultés potentielles qu'il peut causer.

Ce mémoire vise donc à tester l'efficacité d'une pratique pédagogique, la modalité haptique, sur un obstacle régulièrement rencontré par les élèves apprenant l'écriture numérique, à savoir l'écriture en miroir des chiffres. Nous partons de l'hypothèse selon laquelle un entraînement d'exploration de la forme des chiffres par le toucher permet une meilleure mémorisation de leur orientation spatiale, et ainsi de dépasser plus vite le stade de l'écriture miroir.

CADRE THÉORIQUE

I. L'ÉCRITURE CHIFFRÉE

1. QU'EST-CE QU'ÉCRIRE ?

i. *Du dessin au symbole*

Avant de pouvoir aborder le geste scripteur en tant que tel, le jeune enfant doit avoir préalablement pris conscience de la différence entre dessin et écriture. En effet, il importe de comprendre que notre système alphabétique ne transcrit pas la représentation imagée d'un objet, mais la désignation orale du mot qui lui est associé (Noyer & Baldy, 2008 ; Bara & Gentaz, 2010). Certains indices attestent que l'intégration de cette idée a lieu relativement tôt dans le développement : en effet, l'adoption de postures adéquates, la verbalisation, la différence dans les comportements (les enfants sont relaxés lorsqu'ils dessinent, concentrés lorsqu'ils disent écrire) montrent que les enfants de moins de trois ans opèrent déjà une distinction entre l'acte de dessiner et celui d'écrire (Bara & Gentaz, *ibid.*).

Si les enfants abandonnent très tôt les stratégies picturales où l'objet et le mot sont représentés tous deux par le dessin, s'ils différencient rapidement les signes utilisés pour le dessin (courbes, ronds) et l'écriture (traits verticaux isolés), les deux systèmes de notation continuent à entretenir un lien pendant l'apprentissage. Si, à quatre ans, les enfants distinguent les lettres, forment des pseudo-lettres, et respectent les principes de linéarité et d'horizontalité, leurs productions restent sans lien avec les sons et continuent à entretenir un rapport avec le référent imagé. La même lettre peut ainsi désigner n'importe quel objet si elle est placée à proximité de l'image de celui-ci. Peu à peu, ils intègrent les « caractéristiques dimensionnelles » de l'objet, c'est-à-dire qu'ils représentent un objet plutôt gros avec des lettres plus nombreuses ou plus grandes qu'un objet plutôt petit. Vers cinq ans enfin, les lettres utilisées commencent à correspondre aux unités phonologiques du mot dicté (Noyer, 2005 ; Bara & Gentaz, 2010). Noyer et Baldy (2008) proposent le modèle développemental suivant, qui résume l'évolution des stratégies scripturales chez le jeune enfant :

ii. Aspects graphomoteurs.

Yves Le Roux (2003) définit l'acte d'écrire comme le tracé de formes dans l'espace, et insiste ainsi sur la nécessité d'avoir atteint un stade de développement psychomoteur suffisant. Autrement dit, écrire impose de bien maîtriser l'espace et son propre schéma corporel, mais aussi de disposer en mémoire d'une image adéquate des lettres et du geste graphique qui est associée à chacune. Les facultés sensori-motrices jouent un rôle déterminant dans cette acquisition. Plusieurs recherches ont mis en avant le caractère primordial de l'évolution du système moteur : Zesiger (2003) explique en effet que l'activité scripturale est une activité qui implique le corps tout entier ; Noyer et Baldy (2008), quant à eux, estiment que certaines difficultés graphiques chez les enfants de six ans peuvent s'expliquer par un manque d'entraînement moteur ; Bara et Gentaz (2010) indiquent que l'évolution des productions écrites tient en partie au développement des capacités de motricité fine. C'est pourquoi l'apprentissage du tracé des lettres est antérieur à la compréhension du système de correspondance graphophonologique. En effet, les programmes de l'école maternelle (M.E.N, 2008) stipulent que « les enfants observent et reproduisent quotidiennement des motifs graphiques afin d'acquérir le geste le mieux adapté et le plus efficace ».

Si apprendre à écrire est un processus très coûteux sur le plan cognitif, c'est justement parce qu'il exige une concentration extrême, pour réussir à passer de l'impulsivité au mouvement contrôlé. Les premiers temps de l'apprentissage se focalisent sur la production motrice : le but de l'enfant est alors de produire une copie du modèle. L'écriture est lente, peu fluide, tremblante et elle s'effectue trait par trait, dépassant souvent la taille requise par les enseignants. Les enfants s'appuient sur les feedbacks sensoriels pour s'assurer de l'adéquation de leur geste graphique, ce qui justifie la lenteur. Progressivement, la taille de l'écriture diminue, la vitesse augmente et le recours aux feedbacks sensoriels disparaît, preuve que le geste graphique est assimilé dans une mémoire interne. L'automatisation du geste va permettre à l'enfant de libérer des ressources attentionnelles qu'il pourra orienter vers d'autres tâches. Vers dix ans, on assiste à une personnalisation de l'écriture. (Le Roux, 2003 ; Bara & Gentaz, 2010).

Écrire est un processus dual, à la fois cognitif et moteur : il requiert non seulement l'acquisition d'un geste moteur, mais aussi la compréhension du principe alphabétique et

des règles de transcription graphophonologique. Peu de recherches se sont jusqu'à présent intéressées à l'acquisition du tracé des nombres. Toutefois, Bara et Gentaz (2010) et Yamagata (2007) défendent l'idée selon laquelle les procédés d'écriture alphabétique et numérique émergent du même système de production graphique, même si la reconnaissance et l'utilisation des nombres précède de peu celles des lettres.

Après avoir examiné comment les deux aspects (graphique et symbolique) de l'écriture se développent chez l'enfant, nous allons nous intéresser à présent à une difficulté particulière chez les jeunes enfants : l'écriture en miroir des chiffres.

2. L'ÉCRITURE MIROIR DES CHIFFRES.

i. Étape normale ou dysfonctionnement ?

L'écriture miroir est un phénomène qui revient à écrire les lettres, les chiffres ou encore des phrases ou des mots tout entiers dans la direction inverse de la direction conventionnelle.

Longtemps, elle a été considérée comme la manifestation de sérieux troubles mentaux ou intellectuels (Blom, 1928). Cependant, des recherches plus récentes et plus crédibles d'un point de vue scientifique ont démontré que les enfants tout-venants avaient tout autant tendance à écrire en miroir que ceux présentant des troubles du développement (Cubelli & Della Sala, 2009). De fait, les résultats obtenus par Johansson (ibid.) prouvent que les enfants qui écrivent les chiffres en miroir ont des capacités de résolution de problème similaires à celles des enfants qui les écrivent dans la bonne direction, et Noyer et Baldy (2008) recensent dans leur classification développementale une étape incluant l'écriture miroir. Durant la conduite de plusieurs études, Fischer (2011) a pu mesurer, dans chacune des dix-huit classes observées (constituées d'enfants d'âge moyen de 5,7 ans), que 18 à 31 pour cent des productions étaient écrites en miroir ; que 95 pour cent des enfants participants ont écrit en miroir au moins une fois (sur trente-et-une) ; enfin, que le chiffre 3 a été écrit en miroir par deux tiers des enfants au moins une fois (sur trois, dans ce cas). L'auteur note cependant un important effet de l'âge : plus ce dernier augmente, moins l'écriture-miroir est fréquente.

Une idée très répandue existe, selon laquelle les gauchers auraient plus de dispositions à inverser l'orientation des caractères lorsqu'ils écrivent. En effet, selon Blom

(1928) « l'écriture miroir est aussi naturelle pour les gauchers que l'est l'écriture conventionnelle pour les droitiers ». Or, Cubelli et Della Sala (2009) et Fischer (2011/2) ont constaté que le fait d'être gaucher ou droitier ne constitue pas un paramètre plausible pour expliquer l'écriture miroir.

L'écriture en miroir est donc loin de concerner uniquement les enfants présentant des particularités de développement ou de latéralisation ; au contraire, on la retrouve fréquemment chez les jeunes enfants, ce qui laisse penser que, plutôt que de constituer un dysfonctionnement, elle caractérise une étape normale dans l'apprentissage de l'écriture. Quelles sont les raisons pour lesquelles les apprenants-scripteurs présentent si fréquemment ce type d'inversion ?

ii. Pourquoi les enfants écrivent en miroir

Selon Cubello et Della Sala (2009, p.103), le système cognitif directionnel de l'enfant est dichotomique à la naissance, afin de lui permettre de s'adapter à l'orientation du système d'écriture qui sera le sien. C'est précisément cette « bidirectionnalité » qui pousserait le jeune enfant à systématiquement garder en mémoire une image miroir de ce qu'il voit, et qu'il lui faut désapprendre. De plus, ils ont conduit une série de tests auprès d'enfants qui écrivaient en miroir, en leur proposant de reconnaître un intrus parmi une série de trois objets figurés ; l'intrus était toujours orienté avec une différence de 180 degrés par rapport aux autres. Les participants n'ont pas manifesté de difficulté particulière à repérer le changement d'orientation, ce qui conduit les auteurs à conclure que le jeune enfant traite les lettres ou les chiffres comme les objets, lorsque ce dernier n'a pas encore atteint le niveau de développement nécessaire pour comprendre qu'un changement d'orientation n'entraîne pas un changement d'identité des objets, mais que c'est le cas pour les symboles chiffrés ou alphabétiques. L'assimilation de la forme précéderait ainsi l'assimilation de l'orientation. Plus que l'âge chronologique, les auteurs donnent de l'importance à l'âge de l'acquisition de l'écriture et par là, mettent en avant l'importance de la littératie et de l'exposition précoce à l'écrit.

Fischer (2011/2) avance par ailleurs que les jeunes enfants ont tendance à compenser leur méconnaissance de l'orientation des symboles en appliquant une règle implicite d'orientation vers la droite. En effet, la première écriture des lettres apprise à

l'école est l'écriture des capitales scriptes. Or, presque toutes les capitales d'imprimerie asymétriques sont orientées vers la droite (B, C, D, E, F, G, K, L, N, P, Q, R, et S). Seules J et Z échappent à cette règle, et ce sont précisément les lettres les plus fréquemment inversées (45 et 49 pour cent d'erreurs, respectivement, sur 356 enfants testés, contre 18 pour cent ou moins pour les autres lettres). L'écriture des chiffres est régie par la même loi : ainsi, 4,5 et 6 y sont conformes, les autres chiffres constituant une dérive. L'auteur a relevé 15 pour cent d'écriture miroir pour les trois premiers chiffres, et jusqu'à 40 pour cent pour les autres. Lorsqu'ils doutent de l'orientation du chiffre ou de la lettre qui leur est dicté, les enfants appliqueraient donc le principe selon lequel nos symboles sont orientés vers la droite. La diminution des erreurs lors de la copie de chiffres ou de lettres à l'aide d'un modèle conduit l'auteur à penser que l'écriture miroir se fonde surtout sur un problème de mémorisation (visuelle et motrice) et non de perception.

Ce constat a été testé par une autre étude (Fischer, 2011) au cours de laquelle on dictait à des enfants des séries comportant à la fois des chiffres et des lettres. A l'issue de la dictée ont été étudiées les fréquences avec lesquelles J et 3 étaient écrits en miroir. Lorsque le 3 suivait le C dans la série, 72,98 pour cent des enfants ayant écrit la lettre correctement ont écrit le chiffre en miroir ; à l'inverse, seulement 10 pour cent des enfants ayant écrit la lettre en miroir ont écrit le chiffre normalement. De même, lorsque J suivait 7, 71,30 pour cent des enfants ayant écrit le chiffre en miroir ont répété l'erreur pour la lettre, tandis que 24,26 pour cent des enfants ayant correctement écrit le chiffre ont écrit la lettre en miroir. Ces résultats confirment bien la suivie de la règle implicite d'orientation vers la droite. De plus, le fait de se référer à ce qui a été écrit précédemment atteste d'une mémorisation insuffisante de la représentation visuelle et du geste moteur.

L'acquisition de l'écriture suppose que l'enfant ait atteint un niveau de développement suffisant pour en saisir à la fois les aspects symbolique et graphique. Cet apprentissage est déterminant pour la suite de la scolarité : l'écriture est une condition de la compréhension du principe alphabétique et du concept de nombre.

C'est pourquoi il importe pour le professeur des écoles d'être vigilant quant aux difficultés d'apprentissage auxquelles les élèves les plus jeunes peuvent être confrontés. Si nous avons vu que l'écriture miroir ne relève pas d'un dysfonctionnement, elle se situe néanmoins à une étape de développement intermédiaire.

Si l'école maternelle dispose d'une multitude de recours pédagogiques à sa disposition pour faire comprendre à tous les élèves les principes de nos systèmes scripturaux et ancrer le geste moteur en mémoire (phonologie, graphisme, verbalisation...), une autre pratique plus novatrice a récemment fait ses preuves en ce qui concerne l'amélioration des compétences en lecture et en géométrie : l'ajout de la modalité haptique (Bara, 2004 ; Pinet et Gentaz, 2008).

Après en avoir donné une définition, nous montrerons en quoi cette méthode est particulièrement adaptée à l'enfant en âge de fréquenter l'école maternelle, puis nous exposerons les études récentes ayant prouvé son efficacité dans certains domaines.

II. LA MODALITÉ HAPTIQUE

1. DÉFINITION ET ORIGINES

i. Qu'est-ce que la modalité haptique ?

La modalité haptique correspond à la faculté de perception par le toucher. La main ne possède effectivement pas qu'une fonction motrice (c'est-à-dire la capacité de saisir un objet pour le déplacer) : elle permet également de ressentir certaines caractéristiques d'un corps donné, comme la forme, la texture, le poids, l'orientation spatiale...

Plusieurs auteurs (Lederman & Klatzky, 1987 ; Gentaz, 2000) ont démontré que ces interactions avec l'environnement qui nous entoure sont construites de manière complexe et les systèmes moteur et sensoriel entretiennent des relations de dépendance. Les façons d'explorer un objet avec la main varient donc en fonction du critère que l'on souhaite observer. La variété des techniques exploratoires (pression, frottement, soulèvement, suivi du contour...) ainsi développées permet d'affiner la définition du sens haptique, en lui ajoutant la dimension d'initiative : c'est un toucher actif, volontaire.

La spécialisation des procédures d'exploration rendent la perception haptique très séquentielle. Appréhender l'objet dans sa globalité demeure difficile : à la multitude des procédés moteurs vient s'ajouter l'exiguïté du champ perceptif (qui se limite à la zone de contact cutané). La concentration, durant l'exploration tactile, s'oriente ainsi sur la

caractéristique que le geste moteur permet de définir. Ces contraintes engendrent une surcharge cognitive relative à la mémoire de travail, et imposent de plus un besoin d'analyse a posteriori des informations en mémoire avant d'accéder à une représentation de l'objet dans son intégralité (Gentaz, 2000).

ii. Évolution des conceptions

Le terme « haptique », issu du grec et signifiant « je touche », englobe la science du toucher. Il a été introduit en psychologie pour la première fois par Revesz en 1950 et repris ensuite par Gibson en 1962 (Gentaz, 2000). Mais l'on trouve des travaux relatifs à l'importance de la faculté tactile dans les apprentissages des jeunes enfants dès le début du vingtième siècle.

Maria Montessori (1958) insistait déjà sur la portée de l'éducation sensorielle, notamment pour les enfants d'âge préscolaire. Selon elle, il est nécessaire que ces derniers puissent observer l'environnement dans lequel ils évoluent afin d'en tirer des conclusions objectives et vraies : en somme, le développement de l'intelligence, des facultés cognitives exige avant tout d'aiguiser les facultés perceptives, de passer par l'expérience des sens. La pédagogue italienne proposait, dans cette idée, des exercices de préparation à l'écriture mettant en jeu le toucher : elle présentait à des enfants des cartes lisses sur chacune desquelles était collée une lettre en papier émeri. Les enfants suivaient le contour de la lettre, et une fois familiers de l'exercice, le recommençaient en fermant les yeux spontanément. Ce procédé permet d'ancrer non seulement la forme de la lettre, mais aussi le geste graphique indispensable à sa reproduction. En 1963, Ofman et Shaevitz ont testé positivement l'influence de la modalité tactilo-kinesthésique sur les performances en lecture chez des sujets âgés en moyenne de 13.5 ans et souffrant d'un retard. Toutefois, les chercheurs ont nuancé cette contribution en expliquant qu'on ne pouvait établir de corrélation directe entre les deux variables et que le système haptique aiderait plutôt à renforcer les ressources attentionnelles des apprenants. Plus récemment, d'autres recherches ont élargi le champ d'étude en se focalisant sur les enfants tout-venant et en validant l'effet positif de la modalité haptique sur la connaissance des lettres et des figures géométriques (Gentaz, Pinet, Bara, 2003 ; Pinet & Gentaz, 2008). La perception tactile est

alors envisagée plus comme une méthode pédagogique « classique » que comme un moyen de remédiation à des troubles particuliers.

La perception par le toucher semble donc constituer un système complexe. Si elle représente une capacité innée, elle doit, pour être efficace et permettre de se représenter un objet de façon complète, s'accompagner de procédures spécifiques selon les caractéristiques que l'on souhaite observer, d'une certaine faculté de rétention des informations obtenues en mémoire à court terme et d'analyse rétrospective. Pourtant, depuis une centaine d'années, la modalité haptique s'est avérée efficace pour certains apprentissages. Alors comment les jeunes enfants parviennent-ils à surmonter les difficultés qui lui sont inhérentes ? En quoi la perception par le toucher peut-elle convenir aux jeunes enfants pour leur permettre de surmonter certaines difficultés d'apprentissage, et notamment la reconnaissance des chiffres ?

2. UNE MÉTHODE ADAPTÉE À L'ÂGE PRÉSCOLAIRE.

i. Développement des techniques exploratoires du jeune enfant.

Par la synthèse qu'elle propose des recherches qui ont démontré l'existence de capacités perceptives tactiles dès les premiers instants de la vie, et qui ont étudié leur évolution, Arlette Streri (2000) confirme l'impact du sens haptique dans le développement du jeune enfant. On sait désormais que ledit sens se manifeste dès la vie intra-utérine, puisqu'à l'âge de 7,5 semaines, le fœtus réagit à une stimulation de la tête par un retrait. À la naissance, le seuil de réactivité au toucher diminue par rapport à la période gestationnelle, ce qui traduit un développement des sens perceptifs très précoce. Toutefois, cette capacité à réagir à un stimulus manuel ne suffit pas à prouver l'existence de facultés exploratoires chez le nourrisson. D'autres études ont par conséquent été menées dans ce sens auprès de nouveau-nés, chez qui les champs visuel et tactile étaient séparés par un écran souple, et à qui on a présenté une série d'objets. Il ressort de cette recherche que lorsque l'on donnait aux bébés le même objet plusieurs fois de suite, ceux-ci avaient tendance à le relâcher de plus en plus vite ; à l'inverse, les objets nouveaux étaient

conservés plus longtemps. Ces résultats tendent ainsi à nier que l'agrippement chez le nourrisson ne constitue qu'un réflexe, et le temps de conservation plus long d'un objet inconnu atteste bien de la présence d'une dimension exploratoire dans la modalité haptique manuelle extrêmement tôt dans la vie. Outre la perception des contours, le bébé distingue les formes (courbes et droites) à deux mois et le poids à l'âge de quatre mois. Des techniques exploratoires relatives à la texture peuvent de surcroît être observées chez des bébés aveugles dès huit mois.

Kalagher et Jones (2011) ont tout récemment montré que les enfants d'âge préscolaire étaient capables de mettre en œuvre des techniques exploratoires comparables à celles des adultes, lors d'une épreuve d'association de 4 séries d'objets différant par le poids, la texture, la forme et la souplesse. Pour chaque série, les participants (20 adultes et 36 enfants de 3, 4 et 5 ans) devaient explorer tactilement, à travers un rideau opaque, un objet de référence ; puis, on leur présentait, toujours à travers ce rideau, trois autres objets, parmi lesquels un seul correspondait au premier, avant de leur demander lequel des trois items était semblable à celui de référence. Les mouvements produits par les mains des participants étaient enregistrés. Les résultats montrent que non seulement une très large proportion d'enfants réussissent une association correcte, mais également que 96 pour cent d'entre eux produisent des mouvements semblables à ceux des adultes, et adaptent leurs techniques exploratoires en fonction du critère d'observation.

Il est donc établi que le nourrisson, puis le jeune enfant qu'il devient, possède précocement des facultés perceptives tactiles et développe des techniques exploratoires selon l'environnement. Mais nous avons expliqué plus haut que la modalité haptique manuelle exigeait, pour être efficace, une grande capacité de rétention des informations en mémoire à court terme et d'analyse de ces dernières. Les bonnes performances des jeunes enfants dans les recherches que nous avons citées sous-entendent qu'ils possèdent effectivement ces compétences.

ii. Particularités de la modalité haptique chez le jeune enfant.

Tout comme les techniques exploratoires manuelles que nous développons, nos modalités sensorielles sont organisées selon une certaine spécialisation : la modalité haptique est ainsi parfaitement adaptée à la perception de la dureté ou de la texture, alors

que la modalité visuelle excelle dans le traitement des propriétés spatiales. Cette dernière permet de surcroît de distinguer entre propriétés « intégrées », entretenant des relations de dépendance, et propriétés « séparées », indépendantes les unes des autres. Par exemple, une altération de la brillance déclenche une altération de la couleur, alors qu'un changement de taille n'engendre pas un changement de forme. Des recherches ont montré que les jeunes enfants ont tendance, lors d'un traitement visuel, à aborder l'objet dans sa globalité, au contraire des adultes capables, eux, de percevoir les propriétés séparées. Transposées à la modalité haptique, elles ont donné des résultats différents : à cinq ans, les enfants ont moins recours au classement par globalité. La modalité haptique compense donc l'effet de l'âge. Sa dimension séquentielle donne lieu à un traitement plus profond des caractéristiques.

Toutefois, les modalités haptique et visuelle peuvent intervenir simultanément et les traitements bimodaux d'un même objet sont possibles. Dans ce cas, les adultes marquent clairement un recours au système visuel. En effet, des recherches ont montré que chez de tels sujets, lors d'un test visuel concernant les critères spatiaux, l'exploration bimodale ne diffère pas de l'exploration visuelle ; en revanche, lors d'un test haptique portant sur les mêmes aspects, l'exploration est améliorée par l'ajout de la modalité visuelle. Cette dernière supplante la modalité haptique, qui n'apporte pas d'informations suffisantes sur les propriétés spatiales et géométriques. Pourtant, on ne retrouve pas cette supériorité de la vision sur le toucher chez les enfants. Des chercheurs, s'intéressant à l'écriture en miroir des lettres de l'alphabet, ont voulu vérifier si cette erreur, fréquente visuellement, se répétait dans les mêmes proportions de façon haptique. Ils ont tout d'abord présenté, soit de manière visuelle soit de manière tactile, une lettre de l'alphabet aux enfants, qui devaient choisir ensuite entre deux autres modèles (présentés dans la même modalité, l'un correspondant à la lettre, l'autre à son image en miroir) lequel correspondait au premier. Pour les enfants de trois à cinq ans, le toucher permet une meilleure représentation de la forme des lettres que la vision. Celle-ci reprend néanmoins l'avantage sur la modalité haptique à partir de six ans (Gentaz, s.d).

Maintenant que nous savons que les jeunes enfants sont capables de développer des techniques exploratoires efficaces et qu'ils sont particulièrement sensibles à la modalité haptique, il reste à voir dans quelle mesure cette dernière peut être impliquée dans les apprentissages scolaires.

3. UNE MÉTHODE EFFICACE.

Des études récentes montrent les vertus de l'introduction de la modalité haptique dans certains apprentissages fondamentaux, à savoir les propriétés spatiales des objets.

Pinet et Gentaz (2008) ont souhaité étendre les tests sur l'apport de la modalité haptique aux domaines des apprentissages fondamentaux en mathématiques. La connaissance des propriétés spatiales des objets constitue en effet un élément primordial dans les apprentissages dans la mesure où elle permet une meilleure interaction avec l'environnement qui nous entoure. Si la modalité haptique manuelle conduit à une meilleure connaissance de la forme des lettres, améliore-t-elle de la même façon la perception des formes géométriques ?

Les deux chercheurs ont conduit une étude auprès de trente-quatre enfants d'âge moyen cinq ans et six mois, issus de deux classes de grande section différentes. Dans chaque classe, les enfants ont été répartis en deux groupes (en fonction de l'âge et du niveau de performance initial), et ont bénéficié d'un entraînement de reconnaissance des figures géométriques soit visuel (V), soit visuo-haptique (VH). Les tests consistaient à présenter quatre feuilles-test à chaque enfant (une pour le cercle, une pour le carré, une pour le rectangle et une pour le triangle). Dans chacune d'elles, vingt figures étaient représentées : six figures-cibles et quatorze figures distractrices. On demandait à l'enfant, individuellement, de marquer d'une croix les figures cibles. On a mesuré à la fois les bonnes réponses et les erreurs. Les pré-tests ont révélé une excellente reconnaissance du cercle (99%) : cette dernière n'a donc pas été réévaluée lors des post-tests.

Les résultats dénotent une augmentation significative de la reconnaissance des figures géométriques chez les groupes ayant bénéficié de l'entraînement visuo-haptique, phénomène qui ne s'est pas retrouvé pour l'autre type d'entraînement. De plus, les erreurs de reconnaissance des carrés et surtout des triangles diminuent dans les groupes VH. Il apparaît donc que l'entraînement n'a pas la même incidence sur tous les types de figures, peut-être à cause de la différence de propriétés à traiter selon la figure. La modalité haptique aide ainsi les enfants à mieux traiter les informations reçues et qui concernent les propriétés d'un objet et en améliore la reconnaissance visuelle et la catégorisation.

Puisque l'ajout de la modalité haptique à la modalité visuelle améliore la reconnaissance des formes des lettres et des figures géométriques ; puisque le jeune enfant dispose déjà de capacités lui permettant de mémoriser et d'analyser les informations qu'il perçoit tactilement et qu'il semble tout aussi réceptif à ce type d'exploration qu'à l'exploration visuelle ; puisqu'enfin l'acquisition de l'écriture est conditionné par des aspects sensori-moteurs variés, parmi lesquels la perception des formes et leur orientation, alors nous formulons l'hypothèse selon laquelle un entraînement haptique combiné à un entraînement visuel permettrait au jeune enfant de mémoriser plus rapidement l'orientation des chiffres qu'un entraînement visuel seul, et par conséquent de dépasser plus rapidement le stade intermédiaire de l'écriture miroir.

MÉTHODOLOGIE

I. MATÉRIEL ET MÉTHODE.

1. PARTICIPANTS

Les sujets ayant pris part à l'étude étaient tous scolarisés dans la même classe de grande section de maternelle. Vingt-et-un élèves ont effectué la dictée de référence durant le pré-test. Six sujets ont été exclus de l'étude à l'issue de ce dernier car ils n'ont produit aucune écriture miroir. L'échantillon participatif comporte ainsi quinze sujets, sept de sexe féminin et huit de sexe masculin, d'âge moyen 5.3 ans.

2. TESTS DE RÉFÉRENCE

Le pré-test et le post-test sont identiques et consistent en une dictée de chiffres et de petits nombres, déterminés en collaboration avec l'enseignante titulaire de la classe pour correspondre au niveau moyen des élèves. La passation s'est effectuée collectivement, et par l'enseignante afin de respecter au maximum l'atmosphère de travail habituelle des participants. Chaque enfant disposait d'une grille constituée de cases destinées à contenir chacune un chiffre (ou un nombre) dicté. Les chiffres ou nombres n'ont pas été donnés dans l'ordre de la chaîne numérique, et tous les affichages de la classe susceptibles d'aider les participants ont été cachés.

Le niveau grapho-moteur a en outre été évalué pour éviter des erreurs d'interprétations. Afin de gagner du temps, les chiffres de la dictée et sur l'écriture du prénom ont été examinés sous les aspects suivants :

- taille adaptée à l'espace imparti
- écriture exempte de tremblements
- capacité à écrire sans modèle
- respect de l'intervalle entre les lettres
- capacité à écrire sur une ligne
- écriture cursive

**Tableau 1 : constitution des groupes en fonction du niveau grapho-moteur
(nombre d'élèves).**

	Groupe contrôle	Groupe test
Niveau 1	1	2
Niveau 2	4	2
Niveau 3	3	3

3. DÉROULEMENT DES SÉANCES

Les séances se sont déroulées lors de la quatrième période de l'année scolaire, à une fréquence hebdomadaire. Elles se sont étalées sur trois semaines (tests de référence exclus) et leur durée était d'environ 25 minutes, dans le respect des capacités attentionnelles des enfants d'âge préscolaire. Chaque semaine, le canevas est resté le même. Un chiffre différent a été abordé à chaque séance. Les chiffres étudiés ont été ceux les plus fréquemment écrits en miroir lors du pré-test (soit 3, 5 et 9).

Au début de chaque séance, les sujets du groupe-test recevaient chacun une petite planche sur laquelle était collée une plaque de feutrine comportant un chiffre en creux. Ils disposaient d'un temps d'exploration libre de l'objet, dont l'objectif était la familiarisation avec un matériel nouveau et la reconnaissance du chiffre à l'étude. Puis, l'expérimentateur demandait, en montrant l'exemple, de suivre les contours du chiffre avec le doigt, d'abord avec les yeux ouverts, ensuite en les fermant. Les sujets devaient ensuite tracer le chiffre dans l'espace, à l'aide du doigt, sur le plan vertical pour commencer, avant de passer au plan horizontal. Enfin, les sujets bénéficiaient d'une dernière phase d'exploration selon la modalité qu'ils avaient préférée (sur la planche, yeux ouverts ou fermés, dans l'espace selon des plans différents). Une phase de copie traditionnelle, sur fiche, achevait la séance.

Le groupe-contrôle commençait les séances par une phase écrite de discrimination visuelle entre des chiffres écrits à l'endroit et d'autres écrits en miroir. La consigne demandait d'entourer seulement les chiffres correspondant à celui étudié lors de la séance et qui étaient correctement écrits. Puis, à l'instar du groupe-test, il s'entraînait à l'écriture du chiffre en question grâce à une fiche.

A niveau grapho-moteur équivalent, l'apport de la modalité haptique devrait engendrer, plus qu'un entraînement classique, une amélioration de la connaissance des chiffres par la diminution de leur écriture en miroir.

II. RÉSULTATS

Tableau 2 : pourcentage d'écriture-miroir lors des tests de référence.

	Pré-test	Post-test
Groupe contrôle	22,8 (21/92)	16,05 (13/81)
Groupe test	24,5 (23/94)	18,7 (14/75)

On constate dans les deux groupes d'élèves, ceux ayant suivi l'entraînement classique et ceux ayant suivi l'entraînement haptique, une diminution de la fréquence de l'écriture-miroir. Toutefois, cette diminution est légèrement supérieure pour les sujets du groupe contrôle, ce qui contredit notre hypothèse de départ. Il paraît donc nécessaire d'examiner plus avant si les sujets du groupe-test obtiennent de meilleurs résultats que ceux du groupe-contrôle en ce qui concerne les chiffres étudiés.

Tableau 3 : pourcentage d'écriture-miroir du chiffre 3.

	Pré test	Post-test
Groupe contrôle	62,5 (5/8)	71,4(5/7)
Groupe test	57,14 (4/7)	20 (1/5)

Selon Fischer (2011), le chiffre 3 est le chiffre le plus fréquemment écrit en miroir par les enfants d'âge préscolaire. Au post-test, les résultats obtenus par les sujets qui ont suivi l'entraînement haptique sont 3,5 fois meilleurs que ceux obtenus par les sujets qui ont suivi l'entraînement classique. Chez ceux-ci, on constate même une recrudescence des écritures en miroir au post-test.

Tableau 4 : pourcentage d'écriture-miroir du chiffre 5.

	Pré test	Post-test
Groupe contrôle	71,4	42,8
Groupe test	57,1	75

Pour le chiffre 5, les résultats vont à l'encontre de ceux obtenus pour le chiffre 3. Cette fois, l'entraînement haptique a conduit à une fréquence d'erreurs plus importante, au point que les sujets qui l'ont suivi écrivent plus fréquemment en miroir au post-test que ceux qui ont suivi l'entraînement classique ne l'ont fait au pré-test.

Tableau 5 : pourcentage d'écriture-miroir du chiffre 9.

	Pré test	Post-test
Groupe contrôle	42,8	14,3
Groupe test	57,1	40

Les résultats attestent d'une résorption de l'écriture miroir du chiffre 9 pour les deux types d'entraînement. Cependant, l'entraînement classique a conduit à environ 3 fois moins d'erreurs. Les effets de l'entraînement haptique sont plus modestes. Les résultats de ce tableau semblent confirmer les résultats présentés au tableau 1.

Tableau 6 : effet du sexe dans la récurrence de l'écriture-miroir (% d'erreurs).

	Pré test	Post-test
Filles	25 21/84	23.17 19/82
Groupe-contrôle	12,5 6/48	15,2 7/46
Groupe test	41,6 15/36	12/36 33,3
Garçons	27.9 24/86	15.38 10/70
Groupe contrôle	35,7 15/42	22,8 4/23
Groupe test	20,4 9/44	11,8 6/47

D'une façon générale, le genre n'intervient pas pour expliquer la présence d'écriture-miroir ou non chez un enfant d'âge préscolaire : garçons comme filles écrivent en miroir. Cependant, les garçons semblent plus réceptifs à l'entraînement classique que les filles, puisque les résultats des sujets masculins du groupe-contrôle s'améliorent à la seconde dictée tandis que ceux des filles sont moins bons.

D'autre part, les sujets des deux genres sont réceptifs à l'entraînement haptique, puisque globalement, les résultats s'améliorent dans les mêmes proportions entre les deux dictées de référence chez les élèves ayant suivi ce dernier.

Tableau 7: effet du niveau grapho-moteur sur l'écriture miroir (% d'erreurs).

	Pré-test		Post-test	
	Groupe test	Groupe témoin	Groupe test	Groupe témoin
Niveau 1	12,5	8,3	20,8	8,3
Niveau 2	16,6	14,6	Aucune donnée	10,4
Niveau 3	47,2	43,75	30,5	40

Les chiffres montrent que le niveau grapho-moteur est fortement corrélé à la fréquence de la production d'écriture-miroir. En effet, les sujets de niveau grapho-moteur faible ont produit près de la moitié de leurs chiffres en miroir.

Compte tenu du très petit effectif, le rapport d'augmentation des erreurs du groupe test entre les deux dictées de référence est à relativiser : il correspond en fait à deux erreurs supplémentaires. Il en va de même pour le rapport de diminution entre les erreurs du groupe contrôle entre les deux dictées, qui traduit deux erreurs de moins.

Il est intéressant en revanche de constater que l'ajout de la modalité haptique semble avoir eu de l'effet sur les élèves au niveau grapho-moteur moins avancé. En effet, ces derniers ont profité davantage de cet entraînement que les autres puisque leur taux d'erreur a considérablement diminué. Alors qu'ils avaient réalisé le plus grand nombre d'erreurs au pré-test, les élèves de niveau grapho-moteur 3 ayant subi l'entraînement haptique ont fait, au post-test, moins d'erreurs que ceux de niveau grapho-moteur 3 ayant subi un entraînement classique. D'autre part, l'entraînement classique n'a profité nullement à ces derniers puisque

leur taux d'erreurs a varié dans une proportion beaucoup moins importante que celui des sujets qui ont suivi l'entraînement haptique.

DISCUSSION

Cette étude avait pour objectif d'évaluer les effets d'un entraînement haptique sur la résorption de l'écriture-miroir des chiffres, comparativement aux effets d'un entraînement classique, c'est-à-dire de copie. Les sujets du groupe-test avaient à toucher des chiffres en creux. Une dictée de chiffres et de petits nombres a servi de test de référence.

Les résultats de l'expérience ont montré que l'ajout de la modalité haptique permet bien de diminuer la fréquence de l'écriture en miroir des chiffres. En revanche, et contrairement à notre hypothèse de départ, l'entraînement haptique ne semble pas avoir un effet bénéfique supérieur à celui d'un entraînement classique. En ce qui concerne les chiffres étudiés lors des séances (3, 5, 9), on constate un effet supérieur de l'entraînement haptique uniquement pour le 3. L'apprentissage par le toucher du tracé du 5 a engendré une recrudescence des erreurs au post-test, alors que l'entraînement classique a fonctionné ; pour le chiffre 9, les deux formes d'entraînement se sont avérées utiles, mais l'entraînement classique a conduit à une diminution de l'écriture-miroir plus importante que l'entraînement haptique.

Les résultats de notre étude viennent contredire de nombreuses expériences menées sur les effets d'un entraînement haptique sur le tracé des lettres (Bara et Gentaz, 2010 ; Bara et al., 2004 ; Gentaz et Bara, 2003). Une des explications que nous pouvons avancer tient principalement dans le fait que, au cours de ces expériences, les séances s'étalaient sur six semaines. Ici, les sujets n'ont suivi l'entraînement que durant trois semaines. Les pratiques enseignantes habituelles n'incluent que rarement le recours aux facultés haptiques. Ainsi ces dernières, qui doivent aider le jeune enfant à traiter l'objet séquentiellement plutôt que dans globalité, sont peut-être « en dormance » et nécessitent un temps de réaccoutumance qui a été insuffisant dans celui qui nous était imparti. Les activités de reconnaissance visuelle et d'écriture qui sont communément proposées à l'enfant d'âge préscolaire pourraient conduire ce dernier à mettre en œuvre des procédures et des automatismes plutôt en lien avec la vision, et qui ne facilitent pas le traitement sensoriel des propriétés des objets.

D'autre part, l'échantillon sur lequel a été menée cette étude est trop peu important pour être considéré comme significatif. Seuls quinze sujets ont été testés. La pauvreté de l'échantillon conduit à des répercussions mathématiques considérables sur nos données, alors qu'en réalité, nous ne nous situons qu'à une ou deux erreurs d'écart. Enfin, les sujets de niveau grapho-moteur intermédiaire (2) du groupe-test étaient absents lors du post-test. Le traitement de leurs résultats aurait pu changer de façon significative l'aboutissement de cette étude, puisque le groupe-test, lors de la passation de la seconde dictée de référence, se trouvait alors constitué majoritairement d'élèves au niveau grapho-moteur faible, alors que le groupe contrôle se composait d'élèves au niveau moyen.

Par ailleurs, les sujets constitutifs du groupe-test ont réalisé plus d'écriture-miroir lors du pré-test que les sujets constitutifs du groupe-témoin. Le choix qui a été fait de rassembler les élèves qui se trouvaient le plus en difficulté au sein du groupe-test relevait de raisons pédagogiques et éthiques : puisque l'entraînement classique ne semblait leur convenir que moyennement, alors notre étude constituait pour eux l'occasion de mettre en œuvre d'autres procédures peut-être plus appropriées à leur stade de développement. Il importait, dans le cadre d'une future pratique professionnelle, de ne pas laisser des élèves déjà en difficulté de côté et de leur proposer d'autres méthodes d'apprentissage. Le groupe-test constituait donc un groupe de niveau global plus faible que le groupe-témoin, ce qui peut être un autre facteur d'explication quant à l'équivalence d'efficacité entre les deux entraînements. Ceci pourrait également corroborer le fait que le nombre de séances était insuffisant pour des sujets rencontrant des problèmes dans ce type d'apprentissage.

Au cours de l'entraînement haptique, ce sont des chiffres en creux qui ont été proposés aux sujets du groupe-test. Or, Bara et Gentaz (2010) expliquent que les lettres et formes géométriques en relief sont mieux reconnues que les lettres et formes géométriques en creux. Dans l'expérience qu'ils ont menée, les sujets, d'âge moyen 6 ans 1 mois, disposaient d'un modèle visuel et devaient retrouver haptiquement ce modèle, présenté parmi deux autres lettres distractrices. Cette tâche était proposée deux fois : la première avec des lettres en creux, la seconde avec des lettres en relief. Les résultats obtenus sont meilleurs pour la seconde tâche que pour la première. Les chercheurs ont approfondi ces conclusions en testant, selon la même méthode expérimentale, la reconnaissance des formes géométriques. Cette seconde recherche a donné les mêmes résultats que la première concernant les lettres. L'explication majeure qu'ils avancent est que l'exploration de supports creux déclenche une procédure immédiate de « suivi de contours », alors que l'exploration de supports en reliefs engendre une procédure d'« enveloppement/saisie »

préalable au suivi de contours. Cette combinaison conduit à une approche perceptrice plus précise dans la mesure où elle permet de recueillir et de mettre en relation un maximum d'informations, que le suivi de contours seul n'autorise pas. Or, notre démarche expérimentale s'est effectuée à l'aide de chiffres en creux qui ne permettent pas une exploration complète de l'objet.

Enfin, il est intéressant de constater à quel point ce sont les élèves les plus en difficulté (niveau grapho-moteur 3) qui ont profité le mieux de l'entraînement haptique. En effet, ces sujets sont ceux qui admettent la plus grande diminution des chiffres produits en miroir entre les deux dictées de référence. Un de ces sujets a d'ailleurs produit, au post-test, un nombre important de « 1 » et « 2 » en miroir, ce qui, compte tenu du faible effectif testé, occupe une forte proportion des chiffres totaux écrits en miroir lors du post-test du groupe-test. Or, ces chiffres n'ont pas été étudiés lors des séances d'expérimentation. Mais cette constatation laisse penser que, si l'écriture en miroir est un stade classique de développement du jeune enfant, alors il est logique que plus le niveau grapho-moteur est élevé, moins le sujet tire de bénéfices d'un tel entraînement. Si la modalité visuelle supplante la modalité haptique après six ans, alors les enfants dont le développement est plus rapide n'ont pas besoin de recueillir des informations haptiquement. Les résultats montrent bien, d'ailleurs, que les enfants de niveau grapho-moteur 1 qui ont suivi l'entraînement haptique ont commis plus d'écriture en miroir au post-test que ceux ayant suivi l'entraînement classique et pour lesquels les résultats n'ont pas évolué.

CONCLUSION

L'acquisition de l'écriture revêt un caractère primordial pour la poursuite d'une scolarité sereine et pour une insertion sociale et professionnelle optimale. Elle est un des déterminants de réussite en lecture, mais aussi en mathématiques puisque l'écriture chiffrée est un des aspects de la construction du nombre, qui se travaille dès l'école maternelle et à laquelle, selon les programmes officiels, le professeur des écoles doit accorder autant d'attention qu'à l'écriture littérale.

Nous avons montré que l'écriture en miroir est un phénomène très répandu chez l'enfant d'âge préscolaire et qu'il importe de la considérer comme une étape normale du développement plutôt que comme un dysfonctionnement annonciateur de difficultés scolaires. Néanmoins, l'écriture, ou du moins la représentation des lettres et des chiffres sont les déterminants d'apprentissages fondamentaux. Dans le cadre d'une future pratique enseignante, nous nous sommes alors demandé quels supports d'apprentissage mettre en place pour aider plus rapidement à la résorption de l'écriture en miroir des chiffres.

De nombreuses études avaient déjà démontré les effets positifs de l'introduction de la modalité haptique sur la reconnaissance et le tracé des lettres et des formes géométriques. Nous avons donc souhaité en tester les effets sur la fréquence de l'écriture miroir des chiffres chez le jeune enfant.

Notre expérience a montré que si les activités mettant en jeu le traitement haptique des informations permettent de diminuer l'écriture-miroir chiffrée, elles ne le font pas dans une plus grande mesure que les activités classiques de copie. Notre hypothèse de départ est donc réfutée. Cependant, le faible échantillon dont nous disposions, le temps restreint accordé à cette expérience ainsi que l'utilisation de chiffres en creux plutôt qu'en relief ne permettent pas d'affirmer que nos conclusions sont fiables.

L'ajout de la modalité haptique à l'entraînement classique de copie a en revanche aidé les enfants de niveau grapho-moteur faible dans une proportion plus importante que les enfants de niveau grapho-moteur moyen à bon qui, eux, ont peut-être déjà dépassé le stade durant lequel le traitement haptique supplante le traitement visuel en efficacité. Ainsi, nous savons que la sollicitation des facultés haptiques peut non seulement constituer une modalité d'apprentissage efficace (même si l'entraînement classique l'est tout autant), mais

encore qu'elle peut être utilisée dans des activités de remédiation conduites auprès d'élèves en difficulté dans l'apprentissage de l'écriture. Il serait peut-être judicieux de réitérer l'expérience sur un plus grand nombre d'élèves sur une période de temps plus vaste, d'une part ; et, d'autre part, de la mener sur des élèves plus jeunes (en fin de moyenne section ou en début de grande section de maternelle) chez lesquels le traitement visuel n'aura pas encore pris le pas sur le traitement par le toucher.

BIBLIOGRAPHIE

Bara, F., & Gentaz, E. (2010). Apprendre à tracer les lettres : une revue critique. *Psychologie Française*, 55, 2, 129-144.

Bara Florence *et al.* (2004/4). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfance*, Vol. 56, p. 387-403.

Blom, E. (1928). Mirror-writing. *Psychological Bulletin*, vol. 25, n° 10, p. 582-594.

Cubelli R., & Della Sala, S. (2008). Mirror writing in pre-school children: A pilot study. *Cognitive Processing*, vol. 10, n° 2, p. 101-104.

Delaplace, C., & Weil-Barais, A. (2008). *L'évolution des connaissances qu'ont les enfants des fonctions cognitives de l'écriture des nombres : apport de l'épreuve DENORECO*. Laboratoire de psychologie « Processus de pensée et Interventions », Université d'Angers.

Du Pasquier, M-A. (2009/9). Comment l'écriture vient à l'enfant : de l'Histoire universelle à l'histoire de chacun. *Le Journal des psychologues*, n° 272, p. 22-25.

Fischer, J-P. (2011). Mirror writing of digits and (capital) letters in the typically developing child. *Cortex*, 47, 6, 759-762.

Fischer, J-P. (2011/2). Nouveaux éclairages sur l'écriture en miroir des enfants de l'école maternelle. *Revue française de pédagogie*, n°175, p. 99-112.

Gentaz, E. (s.d). Toucher pour connaître.

<http://webu2.upmf-grenoble.fr/LPNC/LpncPerso/Permanents/EGentaz/web/?Accueil>

Gentaz, E., Colé, P., & Bara F. (2003). Évaluation d'entraînements multi-sensoriels de préparation à la lecture pour les enfants en grande section de maternelle : une étude sur la contribution du système haptique manuel. *L'année psychologique*, vol. 103, n°4. pp. 561-584.

Johansson, B.S. (2005). Numeral writing skill and elementary arithmetic mental calculations. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 49, 1, 3–25.

Kalagher, H., & S. Jones, S. (2011). Young children's haptic exploratory procedures. *Journal of experimental child psychology*, 110, 592-602.

Le Roux Y. (2003/4). Comment les enfants apprennent à écrire. *Enfances & Psy*, 4, 24, 81-89.

Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.

Mantzouranis, G. (2007/3). Non-lecteur ? Et pour les nombres ? Correspondances entre transcodage alphabétique et numérique chez de jeunes Français. *Bulletin de psychologie*, 489, 239-247.

M.E.N. (2008). Bulletin officiel hors série n°3.

http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/programme_maternelle.htm

Montessori, M. (1958). *Pédagogie scientifique, la maison des enfants*. Alençon: Desclée de Brouwer.

Noyer, M. (2005/1). Écrire avant de savoir écrire. *Enfance*, 57, p. 11-23.

Noyer-Martin, M., & Baldy, R., (2008/5). L'acquisition de l'écriture chez les enfants de 3 à 8 ans : étude évolutive transverse. *Bulletin de psychologie*, 497, 449-459.

Ofman, W., et Shaevitz, M. (1963). The kinesthetic method in remedial reading. *Journal of Experimental Education*, 3, 317-320.

Pinet, L. & Gentaz, E. (2008). Evaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la reconnaissance de figures géométriques planes chez les enfants de cinq ans : étude de la contribution du système haptique manuel. *Revue française de pédagogie*, 162, 29-44.

Yamagata, K. (2007). Differential emergence of representational systems: Drawings, letters, and numerals. *Cognitive development* 22, 244-257.

Zesiger P. (2003/1). Acquisition et troubles de l'écriture. *Enfance*, 55, p. 56-64.

EFFET D'UN ENTRAÎNEMENT TACTILE SUR L'ÉCRITURE MIROIR DES CHIFFRES CHEZ LES ENFANTS D'ÂGE PRÉSCOLAIRE

Résumé

Les enfants d'âge préscolaire produisent fréquemment des écritures en miroir. De nombreuses études ont déjà montré que, concernant l'écriture des lettres, un entraînement haptique tend à résorber plus vite ce phénomène qu'un entraînement classique de reconnaissance visuelle ou de copie. Nous avons cherché à savoir si l'entraînement tactile avait les mêmes conséquences sur l'écriture chiffrée.

Mots-clé :

Écriture chiffrée

Écriture miroir

Entraînement tactile

Abstract

Preschool children often reverse letters and digits when asked to write them under dictation. Several studies have shown that kinesthetic trainings help lessen mirror writing of letters. This study aims at testing whether haptic trainings also help lessen mirror writing of digits.

Key words

Writing of digits

Mirror writing

Kinesthetic training

