



HAL
open science

Effet d'entraînements bimodaux à la connaissance des lettres. Étude transversale chez des enfants de trois et cinq ans

Hélène Labat, Jean Ecalte, Annie Magnan

► **To cite this version:**

Hélène Labat, Jean Ecalte, Annie Magnan. Effet d'entraînements bimodaux à la connaissance des lettres. Étude transversale chez des enfants de trois et cinq ans. *Psychologie Française*, 2010, 55 (2), pp.113-127. 10.1016/j.psfr.2009.12.002 . hal-04115258

HAL Id: hal-04115258

<https://hal.science/hal-04115258>

Submitted on 28 Aug 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Article original

Effet d'entraînements bimodaux à la connaissance des lettres. Étude transversale chez des enfants de trois et cinq ans

Effect of two-mode trainings of letter knowledge: A cross-sectional study with 3- and 5-year-old children

H. Labat^{1,*}, J. Ecalte², A. Magnan³

Laboratoire d'étude des mécanismes cognitifs (EA 3082), université Lyon-2, 5, avenue Pierre-Mendès-France, 69676 Bron cedex, France

Reçu le 29 mai 2009 ; accepté le 10 décembre 2009

Résumé

L'objectif est d'évaluer l'effet d'entraînements bimodaux sur la connaissance des lettres, l'écriture et la lecture des pseudomots auprès des enfants de trois et cinq ans. Un paradigme classique pré-test–entraînement–post-test est utilisé. Les entraînements diffèrent sur l'exploration sensorielle des lettres (auditif/visuel [V] ; auditif/haptique [H] et auditif/graphomoteur [G]). Les résultats indiquent que la connaissance des sons et l'écriture des lettres des enfants de trois ans sont tendanciellement meilleures avec l'entraînement H. Les enfants de cinq ans progressent dans toutes les tâches. En lecture, le groupe G obtient

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : helene.labat@univ-lyon2.fr (H. Labat), jean.ecalce@univ-lyon2.fr (J. Ecalte), annie.magnan@univ-lyon2.fr (A. Magnan).

¹ Doctorante, psychologue. Ses thèmes de recherche portent sur les effets d'entraînements multisensoriels et phonologiques sur la compréhension du principe alphabétique auprès des enfants prélecteurs tout-venant, à difficultés ultérieures en lecture et porteurs d'handicaps.

² Professeur. L'apprentissage de la lecture et ses troubles, les aides à l'apprentissage et l'évaluation de la lecture sont au centre de ses travaux de recherche.

³ Professeur. Ses thèmes de recherche portent sur les connaissances précoces avant l'apprentissage de la lecture, sur le traitement syllabique et les aides à l'apprentissage (dyslexiques et faibles lecteurs).

de meilleures performances. L'ensemble de ces résultats suggère que les informations tactilo-kinesthésiques sous formats H et G contribuent à la construction des représentations visuelle et phonologique de la lettre. © 2010 Société française de psychologie. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Connaissance des lettres ; Tactilo-kinesthésique ; Haptique ; Graphomoteur

Abstract

The aim was to test the effect of two-mode trainings on letter knowledge, pseudowords spelling and reading with 3-year- and 5-year-old children. A classical pretest/training/post-design was used. Trainings differed on the letter sensory exploration (auditory/visual [V], auditory/haptic [H] and auditory/graphomotor [G]). Results indicated that performance on letter-sound knowledge and spelling was globally better with H training with 3-year-old. Five-year-old children improved in all tasks after all trainings. In reading, G group obtained better performance. These results suggest that tactilo-kinesthetic informations in H and G forms contribute to the elaboration of visual and phonological representations of the letter.

© 2010 Société française de psychologie. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Letter knowledge; Tactile-kinesthetic; Haptic; Graphomotor

1. Introduction

De nombreuses études longitudinales ont mis en évidence que la conscience phonémique (capacité à concevoir que les mots parlés sont constitués d'unités élémentaires – les sons de parole ou phonèmes – et à les manipuler intentionnellement) et la connaissance des lettres constituaient les meilleurs prédicteurs de l'apprentissage ultérieur de la lecture (voir la méta-analyse de 61 études effectuée par Scarborough, 2001 ; Puolakanaho et al., 2007). Au début de l'apprentissage de la lecture, l'utilisation de la procédure de décodage graphophonémique pour identifier les mots était fortement dépendante des niveaux de conscience phonémique et de connaissance des lettres de l'enfant. Lorsque celles-ci étaient développées dans un même entraînement, les progrès en lecture étaient les plus importants (Byrne et Fielding-Barsley, 1989, 1990, 1991). Deux grands types d'entraînement à l'apprentissage des correspondances lettres-sons se distinguaient : des entraînements audiovisuels et des entraînements multisensoriels.

L'efficacité des entraînements aux correspondances graphophonologiques sur les performances en lecture et en écriture a été mise en évidence dans de nombreuses études anglo-saxonnes (Torgesen et al., 2001 ; Vellutino et al., 2004). En France, l'effet d'un entraînement audiovisuel de type graphosyllabique a été mis en évidence chez des enfants faibles lecteurs (Ecalte et al., 2009b). De même, qu'un entraînement à la discrimination phonémique associé aux lettres chez des enfants dyslexiques (Magan et al., 2004 ; Magan et Ecalte, 2006 ; Ecalte et al., 2009a) a montré des effets en lecture de mots. Bien qu'on admette aujourd'hui que de tels entraînements préparent de manière efficace à l'apprentissage de la lecture (voir la méta-analyse de Ehri et al., 2001 ; Castles et Coltheart, 2004), certains enfants parviennent encore difficilement à maîtriser le principe alphabétique. Ce constat a conduit des chercheurs à s'intéresser aux entraînements multisensoriels à l'apprentissage de la lecture initiés par Montessori (1915) et par Orton (1937).

L'approche multisensorielle (explorations V, auditive et H des lettres) favoriserait l'acquisition du principe alphabétique. Dans cette perspective, Bryant et Bradley (1985) montrèrent que l'exploration haptique (H) facilitait l'élaboration des connexions entre les représentations V et auditive auprès des enfants faibles prélecteurs. En France, des recherches récentes initiées par

Edouard Gentaz montrèrent l'effet positif de l'ajout d'une exploration H à un entraînement phonologique audiovisuel à la connaissance des lettres sur l'acquisition du principe alphabétique chez des enfants de cinq ans (Gentaz et al., 2003). Ces auteurs comparaient auprès des enfants de cinq ans l'efficacité de deux entraînements sur la connaissance des lettres et la lecture des pseudomots. Les séances d'entraînement se composaient d'exercices phonologiques destinés à améliorer les habiletés phonémiques et différaient sur les modalités sensorielles sollicitées. L'entraînement à la connaissance des lettres haptique-visuel-auditif-métaphonologique (HVAM) sollicitait les modalités sensorielles V, auditive et H et l'entraînement visuel-auditif-métaphonologique (VAM) sollicitait uniquement les modalités visuelle (V) et auditive. Les résultats révélèrent une amélioration des performances en décodage de pseudomots plus importante après l'entraînement HVAM qu'après l'entraînement VAM chez des enfants tout-venant. Dans la tâche de connaissance des lettres, aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux groupes. Chez des enfants de cinq ans à risque de difficultés en lecture, Bara et al. (2007) montrèrent un effet différé de l'entraînement HVAM sur la lecture des pseudomots. L'amélioration de la connaissance des lettres était plus importante suite à l'entraînement HVAM comparé à l'entraînement VAM en grande section de maternelle. Au cours préparatoire, les performances en lecture des pseudomots étaient significativement plus importantes avec l'entraînement HVAM comparé à l'entraînement VAM.

Afin de tenter d'expliquer l'origine des effets obtenus qui pouvaient être attribués soit à la modalité sensorielle H soit au traitement réalisé pendant l'exploration, séquentiel et analytique (HVAM) versus global (VAM), Bara et al. (2004) ajoutèrent aux deux entraînements précédents HVAM et VAM (Gentaz et al., 2003), un troisième entraînement visuel-auditif-métaphonologique séquentiel (VAM seq) où l'enfant regardait l'écriture d'une lettre sur un écran d'ordinateur à vitesse constante. Ces entraînements différaient selon les modalités perceptives sollicitées (V, auditive et/ou H) et par le mode d'exploration des lettres (simultanée ou séquentielle). Les résultats montrèrent des performances en décodage de pseudomots supérieures après l'entraînement HVAM ce qui suggère que l'exploration H en elle-même semble bien à l'origine de telles améliorations et non pas le fait que les lettres soient perçues de manière séquentielle. Hillairet de Boisferon et al. (2007) notèrent que l'écriture des lettres à l'écran à vitesse constante dans l'entraînement VAM seq ne correspondait pas à un mouvement « naturel » d'écriture. Ils ont formulé l'hypothèse que le non-respect de la cinématique biologique des lettres pourrait être responsable de l'absence d'effet. Ils ont alors repris le même paradigme expérimental en proposant un entraînement qui consistait à regarder l'écriture d'une lettre sur un écran d'ordinateur à vitesse réelle d'écriture. Comme dans l'expérience précédente, le nombre de pseudomots décodés étaient plus importants après l'entraînement HVAM. Les résultats suggéraient que les mouvements « naturels » d'écriture des lettres n'ont pas permis d'obtenir des effets bénéfiques aussi importants qu'avec l'exploration H. Le bénéfice supplémentaire de la modalité H pourrait s'expliquer par le fait qu'elle induirait un traitement plus analytique que la modalité V (Hatwell et al., 2000).

Différentes procédures d'exploration H ont été mises en évidence. Bara et al. (à paraître) montrèrent que les procédures exploratoires des lettres différaient en fonction du matériel H. En effet, les lettres en relief mobilisaient deux traitements, global (enveloppement) et analytique (suivi de contours) alors que les lettres en creux favorisaient des représentations moins précises car elles s'élaboreraient uniquement sur une procédure de « suivi de contours ». Par conséquent, les deux traitements induiraient une représentation plus élaborée que celle issue d'un seul. La modalité H favoriserait aussi la qualité de l'écriture. Palluel-Germain et al. (2007) ont mis en évidence que l'entraînement visuohaptique améliorerait la vélocité de la production écrite significativement mieux qu'un entraînement de copie, de jugement de formes et de reconnaissance des lettres.

Néanmoins, nous pouvons noter pour l'ensemble de ces études que l'exploration simultanée H et V (entraînement visuohaptique) contribue à une coordination des représentations V et H. Ainsi, il est difficile de trancher sur le bénéfice spécifique de chaque exploration sensorielle (H versus V).

Peu de travaux ont étudié expérimentalement les effets d'un entraînement graphomoteur (G). Pourtant, suite aux propositions d'Orton (1937), de nombreux praticiens ont introduit des techniques multisensorielles de rééducation en lecture qui induisaient des apprentissages V, auditif et tactilo-kinesthésique de lettres ou séquences de lettres. Dans une revue de question récente, Ritchey et Goeke (2006) notèrent une hétérogénéité dans l'efficacité des programmes d'instructions selon les études (au nombre de 12) auprès d'enfants et d'adolescents. En effet, les effets peuvent être très faibles ou relativement importants. Dans cette méthode, par exemple les habiletés phonologiques ont été entraînées de manière explicite et systématique avec présentation multisensorielle des lettres dans les trois modalités, V, auditive et kinesthésique-tactile. Toutefois, les auteurs relevèrent l'absence d'une grande rigueur méthodologique dans la conduite des études.

Beech et al. (1994) montrèrent qu'un entraînement au tracé de lettres vertical sur un écran d'ordinateur ne facilitait pas l'apprentissage des correspondances lettres-sons chez des enfants prélecteurs. De même, Longcamp et al. (2005) ont mis en évidence que l'entraînement des mouvements d'écriture réalisés à la main permettait une meilleure reconnaissance des lettres chez des enfants de cinq ans qu'un entraînement à l'écriture au clavier d'ordinateur. À trois ans, les mouvements d'écriture ne contribuaient pas à améliorer les performances sur les lettres.

Le premier objectif de la présente étude était d'évaluer les effets de trois entraînements bimodaux sur l'utilisation du principe alphabétique auprès des enfants âgés de trois et cinq ans. Pour chaque entraînement, les enfants entendaient le son de la lettre cible (exploration auditive). L'autre modalité sensorielle différait selon l'entraînement : l'entraînement V sollicitait la modalité V tandis que les entraînements tactilo-kinesthésiques H et G sollicitaient respectivement les modalités H et G en absence de vision. Les effets obtenus devaient permettre d'identifier l'apport spécifique et respectif de chaque modalité sensorielle (V, H et G) sur l'apprentissage du code alphabétique. Le second objectif de l'étude était de déterminer quelle modalité sensorielle (V, H ou G) améliorerait davantage les performances en fonction de l'âge des enfants.

Les connaissances du nom et du son de la lettre, la lecture et l'écriture de pseudomots ont été évaluées avant et après entraînement. L'hypothèse générale était que les enfants de trois ans ne disposaient pas encore de compétences G suffisamment développées pour que l'entraînement G ait un effet sur les performances contrairement aux enfants de cinq ans. À l'inverse, pour les plus jeunes, l'exploration H étant un mode privilégié d'appropriation de l'environnement, nous supposions une amélioration des performances avec l'entraînement H. Autrement dit, nous attendions un effet plus important de l'entraînement H à trois ans et de l'entraînement G pour les enfants de cinq ans.

2. Méthode

2.1. Participants

Quarante-deux enfants monolingues français normalement scolarisés participèrent à l'expérience, 21 enfants étaient issus de grande section de maternelle (11 filles et dix garçons âgés de 59 à 69 mois, âge moyen = 64 mois) et 21 enfants de petite section de maternelle (huit filles et 13 garçons, âgés de 37 à 47 mois, âge moyen = 40 mois). Pour chaque tranche d'âge, les

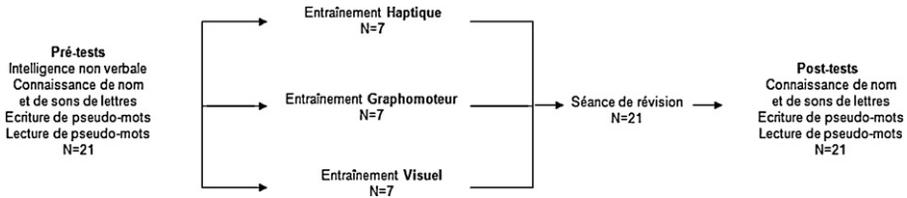


Fig. 1. Répartition des enfants dans les entraînements (visuel [V], haptique [H] ou graphomoteur [G]) pour chaque niveau d'âge (trois ans et cinq ans).

enfants ont été répartis dans trois groupes d'entraînements composés de sept enfants chacun. Ces groupes ont été appariés sur les résultats obtenus à quatre tâches (intelligence non verbale, connaissance des lettres, écriture et lecture des pseudomots), et sur l'âge et le genre.

2.2. Matériel et procédure

La procédure expérimentale et la répartition des enfants dans les groupes sont présentées en Fig. 1.

L'étude a été conduite aux mois de novembre à décembre. Les enfants de trois et cinq ans ont été évalués individuellement avant et après les entraînements sur trois tâches : connaissance du nom et du son de lettres, écriture et lecture des pseudomots. Les tâches ont été simplifiées pour les enfants de trois ans. Au prétest, une tâche d'intelligence non verbale (sub-test Carré extrait de la WPPSI-R; Wechsler, 1989) a été administrée. L'ordre de présentation des épreuves a été contrebalancé. Pour chaque niveau d'âge, les enfants ont été répartis aléatoirement dans trois groupes d'entraînements appariés, le groupe V, H (H) et G. Au prétest, pour chaque niveau d'âge, le test de Kruskal-Wallis n'indiquait pas d'effet de l'âge ($p > 0,10$) et des performances ($p > 0,10$) dans les différentes tâches.

Chaque enfant participait à l'étude sept jours d'école consécutifs. Les trois groupes V, H et G suivaient chaque jour l'apprentissage d'une correspondance lettre-son. Les lettres évaluées et entraînées étaient des lettres majuscules (Times New Roman, taille : 200, soit 5 cm de hauteur). L'apprentissage de quatre lettres entraînées (LE) (deux consonnes, B, S et deux voyelles, U et I) a été comparé à celui de quatre lettres non entraînées (LNE) (V, D, et O, A). Ces lettres LE et LNE ont été appariées sur la base de la proximité de fréquence graphonémique (par ex. S et D; Veronis, 1986), de leur similitude sur leur forme phonologique (B et D) et de leur forme graphique (V et U). Au prétest, nous n'observons pas de différence significative (au test de Wilcoxon, $p > 0,10$) entre les performances des LE et des LNE dans chaque tâche.

Une séance durait approximativement 25 minutes. L'entraînement s'effectuait par groupe de trois à quatre enfants. Chacun a été sollicité à tour de rôle pour chaque exercice. Les enfants ont été familiarisés avec les lettres cibles au bout de quatre séances d'entraînement et d'une cinquième séance de révision. Une séance d'entraînement pour les enfants de cinq ans se composait de trois phases :

- l'identification de la lettre ;
- les exercices phonologiques (poster et jeux de cartes) ;
- l'exercice sensoriel en deux phases :
 - o l'exploration,
 - o le test de reconnaissance.

Du fait de leur capacité attentionnelle moindre, de la difficulté et de la longueur des exercices, les enfants de trois ans ne réalisaient pas l'exercice phonologique poster. L'objectif de la phase 1 (identification de la lettre) était d'apprendre le nom de la lettre et sa valeur phonémique correspondante. Les exercices phonologiques avaient pour objectif de développer les habiletés à identifier les phonèmes. Les enfants devaient choisir des mots où le son de la lettre cible se situait en position initiale puis en position finale. Les supports étaient de deux types, poster et jeux de cartes. Les exercices sensoriels d'exploration des lettres étaient spécifiques à chaque entraînement. Les entraînements bimodaux V, H et G comportaient une présentation auditive des lettres et différaient sur la seconde modalité sensorielle sollicitée. Les lettres ont été explorées visuellement avec l'entraînement V tandis que les entraînements H et G favorisaient une exploration des lettres en absence de vision et sollicitaient des informations tactilo-kinesthésiques sous présentation H (H) ou G. Pour les trois groupes, l'exploration des lettres était toujours séquentielle suivant les règles conventionnelles de production de lettres en cursive. Ces indications ont été matérialisées sur la lettre par un point bleu (départ), un point rouge (arrivée) et des flèches numérotées (ordre d'exploration). Le temps d'exploration de la lettre était le même pour les trois groupes.

À la fin des séances d'entraînement, une séance de révision a été programmée. La séance débutait avec un rappel des noms, des formes graphiques et des sons des LE selon l'entraînement spécifique que l'enfant a suivi. Ensuite, la séance continuait avec un exercice phonologique de dominos commun aux trois groupes (même principe que l'exercice phonologique des entraînements). Enfin, au post-test, les enfants ont été testés sur les mêmes tâches qu'aux prétests (connaissance du nom et du son des lettres, écriture et lecture des pseudomots).

2.2.1. *Les pré- et post-tests*

2.2.1.1. *Connaissance des noms et des sons de lettres.* Chaque lettre majuscule de l'alphabet était imprimée sur une feuille cartonnée (8 cm × 8 cm). Cette tâche visait à évaluer deux connaissances, celles du nom et du son des lettres. L'expérimentateur présentait la lettre cible, prononçait son nom et demandait aux enfants de trois ans de retrouver la lettre parmi 12 (quatre LE, quatre LNE et quatre lettres distractives [R, K, Y et F]). Les enfants de cinq ans devaient retrouver la forme graphique de la lettre cible parmi l'ensemble des lettres de l'alphabet. L'ordre de présentation des lettres a été contrebalancé. Ensuite, l'expérimentateur demandait aux enfants de trois et cinq ans de prononcer le son de la lettre cible. Un point est accordé pour l'identification correcte de la lettre et un autre par réponse correcte pour la connaissance du son (max = 4, par condition).

2.2.1.2. *Écriture de pseudomots.* L'expérimentateur présentait des cartes. Sur chaque carte, un bonhomme a été représenté. L'enfant devait écrire le nom du personnage nommé par l'expérimentateur avec des lettres présentées isolément sur un carton. Les enfants choisissaient et combinaient les lettres pour écrire quatre pseudomots pour les enfants de trois ans (12 lettres leur ont été présentées) et huit pseudomots pour les enfants de cinq ans (les 26 lettres de l'alphabet ont été présentées). Les pseudomots étaient bisyllabiques. La moitié se composait des LE (e. g., «BUSI») et l'autre moitié des LNE (e. g., «DAVO»). La position des lettres cibles dans le pseudomot différait (initiale, médiane, finale). L'ordre de présentation des pseudomots a été contrebalancé. Le nombre des LE et LNE correctement disposées dans l'ordre séquentiel conventionnel d'écriture ont été notées. Un point a été accordé par lettre bien sélectionnée et placée dans le pseudomot (e.g., pour la notation de l'écriture du pseudomot «BUSI», un point a été accordé pour «UI», deux points pour «US» ou «BSI»). Le score maximal par condition était de huit points (trois ans) et 16 points (cinq ans).

2.2.1.3. *Lecture de pseudomots.* L'expérimentateur présentait des petites figurines en trois dimensions et la tâche consistait à reconnaître le prénom du bonhomme (quatre pseudomots pour les enfants de trois ans et huit pseudomots pour les enfants de cinq ans). Les enfants de trois ans choisissaient parmi quatre pseudomots distracteurs le pseudomot cible énoncé par l'expérimentateur (lecture à choix forcé). Les pseudomots distracteurs se composaient de LE, LNE et distractives. Les enfants de cinq ans devaient lire (oraliser) le pseudomot présenté isolément par l'expérimentateur. L'ordre de présentation des pseudomots a été contrebalancé. Comme dans la tâche d'écriture, les pseudomots bisyllabiques étaient constitués pour la moitié des LE (ex : UBIS) et l'autre moitié des LNE (VADO). Pour les enfants de trois ans, le nombre de pseudomots correctement choisis a été notés. Un point est accordé par réponse correcte. Pour les enfants de cinq ans, nous avons mesuré le nombre de LE et LNE correctement lues dans l'ordre séquentiel conventionnel de lecture. Un point a été accordé par lettre correctement lue (e.g., pour la notation de la lecture du pseudomot UBIS, un point a été accordé pour UI, deux points pour UB ou UIS). Le score maximal par condition était de deux points (trois ans) et 16 points (cinq ans).

2.2.2. *Les séances d'entraînement*

2.2.2.1. *L'entraînement graphomoteur.*

2.2.2.1.1. *Identification de lettre.* L'expérimentateur plaçait un cache devant les yeux de l'enfant et lui demandait de fermer les yeux. Après s'être assuré que l'enfant avait une entière liberté de mouvement, l'expérimentateur guidait le geste d'écriture en absence de vision pour surligner la lettre dans l'ordre conventionnel de production graphique de la lettre. La lettre a été dénommée au moment du surlignage. À la fin de cet exercice, nous avons demandé à l'enfant de prononcer le nom de la lettre. Un feedback correctif a été donné en cas d'erreur. Puis, l'expérimentateur prononçait le son cible correspondant.

2.2.2.1.2. *Les exercices phonologiques.* Pour les entraînements, les supports utilisés étaient de deux types, posters (50 cm × 65 cm) et jeux de cartes (12 cm × 9 cm). Pour chaque essai, les images de mots familiers bisyllabiques ont été représentées, trois mots cibles et trois mots distracteurs. Dans un premier temps, les enfants devaient identifier les mots cibles qui débutaient par le son cible. Les enfants participaient à tour de rôle, en murmurant la réponse à l'oreille de l'expérimentateur. Par exemple, pour la lettre cible B, l'enfant devait identifier les mots cibles commençant par /be/ parmi les mots « bague, poisson, bateau, oiseau, bébé et dragée ». Ensuite, l'expérimentateur révélait au groupe les réponses pour les discuter et déterminer les bonnes réponses. La même procédure a été reprise pour l'identification des mots se terminant par le son de la lettre cible.

2.2.2.1.3. *Les exercices sensoriels.*

- l'exploration : sur une feuille A4, la lettre cible majuscule était imprimée en cinq exemplaires. Suivant le même principe que l'identification de la lettre cible (1), en absence de vision pour l'enfant, l'expérimentateur guidait son geste d'écriture pour surligner les lettres. Tout au long de l'exploration, l'expérimentateur observait et vérifiait que l'enfant était attentif aux tracés effectués ;
- le test de reconnaissance. Deux lettres, la lettre cible et une lettre distractive, ont été présentées sur une feuille A4. En absence de vision, l'expérimentateur guidait l'enfant pour surligner les deux lettres. L'enfant devait ensuite identifier la LNE cible durant la séance. Si l'enfant se trompait, la lettre cible était à nouveau explorée avec l'aide de l'expérimentateur.

2.2.2.2. *L'entraînement haptique.*

2.2.2.2.1. *Identification de la lettre.* L'expérimentateur plaçait un cache devant les yeux de l'enfant et lui demandait de fermer les yeux. Ensuite, il présentait à l'enfant une lettre majuscule en relief en mousse (5 mm d'épaisseur et de 5 cm de hauteur). Après s'être assuré que l'enfant avait une entière liberté de mouvement, l'expérimentateur guidait le geste manuel pour explorer la lettre avec l'index suivant l'ordre conventionnel de l'écrit. Comme dans l'entraînement précédent, la lettre a été dénommée au moment de l'exploration manuelle. À la fin de cet exercice, nous demandions à l'enfant de prononcer le nom de la lettre. Un feedback correctif était donné en cas d'erreur. Puis, l'expérimentateur prononçait le son cible correspondant.

2.2.2.2.2. *Les exercices phonologiques.* Les mêmes exercices phonologiques exposés précédemment pour le groupe G ont été utilisés.

2.2.2.2.3. *Les exercices sensoriels.* Ils sont :

- l'exploration : le matériel était identique à celui utilisé dans l'identification de la lettre (1). En aveugle, l'expérimentateur guidait l'index de l'enfant dans la découverte de la forme globale et du contour de la lettre. Tout au long de l'exploration, l'expérimentateur observait et vérifiait que l'enfant était attentif aux tracés effectués ;
- le test de reconnaissance : le test de reconnaissance manuelle consistait à distinguer manuellement la lettre cible d'une lettre distractive en absence de vision. Si l'enfant se trompait, l'expérimentateur aidait l'enfant à explorer à nouveau la lettre cible.

2.2.2.3. *L'entraînement visuel.*

2.2.2.3.1. *Identification de la lettre.* L'expérimentateur présentait la lettre cible à l'enfant. L'enfant devait la regarder suivant l'ordre conventionnel d'exploration. Les consignes d'exploration ont été données oralement et l'enfant suivait en parallèle les indications d'exploration. Ces consignes favorisaient une découverte plus analytique. L'expérimentateur vérifiait que les enfants réalisaient correctement la tâche demandée. La lettre a été dénommée au moment de l'exploration V. À la fin de cet exercice, nous demandions à l'enfant de prononcer le nom de la lettre. Un feedback correctif a été donné si l'enfant se trompait. Ensuite, l'expérimentateur prononçait le son cible correspondant.

2.2.2.3.2. *Les exercices phonologiques.* Les mêmes exercices phonologiques exposés précédemment pour le groupe G ont été utilisés.

2.2.2.3.3. *Les exercices sensoriels.* Ils sont les suivants :

- l'exploration : le matériel était identique à celui utilisé dans l'identification de lettre (1). Le temps d'exploration V était identique à celui des exercices sensoriels des entraînements H et G ;
- le test de reconnaissance : le test de reconnaissance V consistait à entourer la lettre cible étudiée durant la séance sur une feuille contenant 12 lettres (trois lettres cibles et trois lettres distractives en trois exemplaires chacune). Si l'enfant se trompait, la lettre cible a été explorée visuellement à nouveau avec l'aide de l'expérimentateur.

2.2.3. *La séance de révision*

Cette séance était planifiée pour les trois groupes d'entraînement G, H et V à la fin des séances d'entraînement des quatre lettres cibles. La durée de la séance était identique pour les groupes. L'objectif de cette séance était de rappeler la connaissance des noms et des sons des lettres selon

Tableau 1

Différence entre les entraînements graphomoteur, haptique et visuel au post-test sur le nombre de sons corrects des lettres entraînées (LE) chez les enfants de trois ans (max = 4 points).

Entraînements	Test de Kruskal-Wallis	<i>d</i> de Cohen
Graphomoteur et haptique	H = 3,5, $p < 0,06$	–
Graphomoteur et visuel	NS	–
Haptique et visuel	H = 3,5, $p < 0,06$	–

l'entraînement suivi et de favoriser les habiletés phonologiques (jeux de dominos). Le rappel de la connaissance des LE était identique au protocole utilisé dans l'identification de lettres des entraînements. Les lettres cibles ont été surlignées dans le groupe G, touchées dans le groupe H et regardées dans le groupe V. La séance se poursuivait avec l'exercice phonologique. Chaque jeu se composait de 12 dominos (12 × 9 cm) de deux images chacun. Les images étaient familières à l'enfant car elles avaient été vues et nommées précédemment dans les exercices phonologiques posters et jeux de cartes. Les mots représentés contenaient (en position initiale ou finale) un des quatre sons cibles. Les enfants choisissaient à tour de rôle un domino qui contenait un des deux sons cibles du domino posé sur la table (ex : l'enfant devait mettre à côté le domino île-bébé à côté du domino bateau-sable. Bébé et bateau commence par le même son).

3. Résultats

Pour chaque âge et chaque groupe (G, H et V), l'effet de l'entraînement sur les performances dans chaque tâche évaluait à l'aide du test de Wilcoxon avec les facteurs intrasujet période (pré- et post-test) et type de LE et LNE (LE vs LNE). Au post-test, pour tester l'effet du groupe, le test de Kruskal-Wallis a été mené pour étudier pour chaque niveau d'âge et chaque tâche l'effet du facteur intersujet Groupe d'entraînement (G, H, V). Lorsqu'une différence significative émergeait, la taille de l'effet a été calculée au moyen du *d* de Cohen¹. Nous supposons que les performances des enfants de trois ans augmenteraient sous l'effet de l'entraînement H. Chez les enfants de cinq ans, les performances devraient s'améliorer de façon plus importante avec l'entraînement G qu'avec les entraînements H et V. Enfin, un transfert d'apprentissage des LE vers des LNE uniquement chez les enfants de cinq ans était attendu.

3.1. Chez les enfants de trois ans

3.1.1. Connaissance des noms et des sons de lettres

Aucun d'effet significatif de la période n'a été observé dans les trois groupes d'entraînements ($p > 0,10$) pour la connaissance du nom et du son des LE et LNE. Toutefois, au post-test (Tableau 1), les performances sur les sons des LE étaient tendanciellement supérieures avec l'entraînement H ($m = 0,71$) comparé aux scores planchers du groupe G et du groupe V.

3.1.2. Écriture de pseudomots

Les performances en écriture de pseudomots contenant des LE progressaient tendanciellement entre le pré- et le post-test uniquement avec le groupe H, $Z = 1,83$, $p < 0,07$. Aucune progression

¹ d de Cohen = $M(\text{post-test}) - M(\text{prétest}) / \sqrt{[(ET(\text{prétest})^2 + ET(\text{post-test})^2) / 2]}$. Classiquement, il est admis que les valeurs entre 0,20 et 0,50 représentent un petit effet de taille, moyen entre 0,50 et 0,80 et grand quand d est supérieur à 0,80.

Tableau 2

Différence entre les entraînements graphomoteur, haptique et visuel au post-test sur le nombre des lettres entraînées (LE) correctement disposées (max = 8 points) chez les enfants de trois ans dans la tâche d'écriture de pseudomots.

Entraînements	Test de Kruskal-Wallis	<i>d</i> de Cohen
Graphomoteur et haptique	H = 5,55, $p < 0,06$	–
Graphomoteur et visuel	NS	–
Haptique et visuel	H = 4,9, $p < 0,03$	0,90

n'a été observée pour les LNE ($p > 0,10$). Au post-test, les scores en écriture des LE étaient tendanciellement supérieurs dans le groupe H ($m = 2$) comparé au groupe G ($m = 1,57$), et au groupe V ($m = 1$; Tableau 2).

3.1.3. Lecture de pseudomots à choix forcé

Aucun effet significatif n'a été mis en évidence ($p > 0,10$).

3.2. Chez les enfants de cinq ans

3.2.1. Connaissance des noms et des sons des lettres

Nous n'avons pas observé d'effet significatif de la période pour la connaissance des noms des LE et LNE dans les trois groupes d'entraînements ($p > 0,10$). Compte tenu des scores élevés observés sur la connaissance des noms de lettres pour les LE (3,6/4) et les LNE (3,4/4) au prétest, seule l'évolution de la connaissance des sons des lettres a été analysée (Fig. 2). Les scores moyens des sons des LE et des LNE progressait significativement avec tous les entraînements entre le pré- et le post-test (Tableau 3). Au post-test, la connaissance des sons des LE était significativement plus importante que celle des LNE pour les groupes G ($Z = 2,37$, $p < 0,018$, $d = 1,62$), H ($Z = 2,11$, $p < 0,035$, $d = 1,75$) et V ($Z = 2,02$, $p < 0,043$, $d = 1,42$). De plus, aucune différence significative n'a été mise en évidence au post-test entre les performances des trois groupes d'entraînement G, H et V pour la connaissance des sons des LE et des LNE ($p > 0,10$).

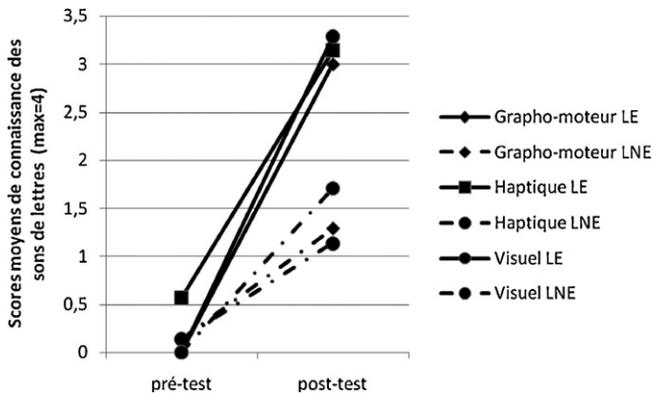


Fig. 2. Scores moyens de connaissance des sons de lettres chez les enfants de cinq ans en fonction de la période (prétest, post-test) du groupe (G, H ou V) et du type de lettre (lettres entraînées et lettres non entraînées).

Tableau 3

Effet des entraînements graphomoteur, haptique et visuel sur le nombre de sons corrects de lettres entraînées (LE) et non entraînées (LNE) chez les enfants de cinq ans (max = 4 points).

Entraînements	Lettres	Prétest m (é-t)	Post-test m (é-t)	Test de Wilcoxon	d de Cohen
Graphomoteur	LE	0 (0)	3 (1,15)	Z=2,36, $p < 0,018$	3,69
	LNE	0,14 (0,38)	1,29 (0,95)	Z=2,02, $p < 0,043$	1,59
Haptique	LE	0,57 (1,13)	3,14 (1,21)	Z=2,2, $p < 0,028$	2,2
	LNE	0,14 (0,38)	1,14 (1,07)	Z=1,83, $p < 0,068$	–
Visuel	LE	0 (0)	3,29 (0,95)	Z=2,27, $p < 0,018$	4,9
	LNE	0 (0)	1,71 (1,25)	Z=2,02, $p < 0,043$	1,9

Tableau 4

Effet des entraînements graphomoteur, haptique et visuel sur le nombre de lettres entraînées (LE) correctement disposées (max = 16 points) chez les enfants de cinq ans dans la tâche d'écriture de pseudomots.

Entraînements	Prétest m (é-t)	Post-test m (é-t)	Test de Wilcoxon	d de Cohen
Graphomoteur	3 (1,41)	5,43 (2,44)	Z=2,2, $p < 0,028$	1,22
Haptique	4,14 (1,57)	5,86 (2,19)	Z=1,89, $p < 0,05$	0,90
Visuel	3,57 (2,23)	5,7 (2,14)	Z=2,11, $p < 0,035$.98

Tableau 5

Effet des entraînements graphomoteur, haptique et visuel sur le nombre des lettres entraînées (LE) correctement lues (max = 16 points) chez les enfants de cinq ans en tâche de lecture des pseudomots.

Entraînements	Prétest m (é-t)	Post-test m (é-t)	Test de Wilcoxon	d de Cohen
Graphomoteur	2,71 (1,89)	8,43 (3,26)	Z=2,37, $p < 0,018$	2,15
Haptique	2 (1,63)	10 (3,87)	Z=2,2, $p < 0,028$	3
Visuel	3,86 (0,38)	7 (2,65)	Z=2,2, $p < 0,028$	1,66

3.2.2. Écriture de pseudomots

Les scores en écriture de pseudomots contenant des LE ont augmenté significativement entre le pré- et le post-test avec les trois entraînements (Tableau 4) alors qu'aucune progression n'a été observée pour les LNE. Par ailleurs, les performances des trois groupes d'entraînement G, H et V ne se distinguaient pas significativement pour l'écriture des LE et des LNE ($p > 0,10$).

3.2.3. Lecture de pseudomots

Les performances en lecture des pseudomots contenant des LE ont progressé significativement entre le pré- et le post-test avec les trois entraînements (Tableau 5). Aucune évolution significative n'a été relevée pour les LNE ($p > 0,10$). Au post-test, les performances des LE des trois groupes ne se distinguaient pas significativement ($p > .10$). De plus, les pseudomots contenant des LNE ont été mieux lus avec l'entraînement G qu'avec les entraînements H ($H = 5,8$, $p < 0,02$, $d = 1,56$) et V ($H = 3,7$, $p < 0,05$, $d = 1,19$; Tableau 6).

4. Discussion

Le premier objectif de cette étude était d'évaluer les effets d'entraînements phonologiques bimodaux à la connaissance des lettres sur l'utilisation du principe alphabétique auprès des enfants

Tableau 6

Différence entre les entraînements graphomoteur, haptique et visuel au post-test sur le nombre de lettres non entraînées (LNE) correctement lues (max = 16 points) chez les enfants de cinq ans en tâche de lecture des pseudomots.

Entraînements	Test de Kruskal-Wallis	<i>d</i> de Cohen
Graphomoteur et haptique	H = 5,8 ; $p < 0,02$	1,56
Graphomoteur et visuel	H = 3,7 ; $p < 0,05$	1,19
Haptique et visuel	NS	–

de trois et cinq ans. Le second objectif visait à déterminer, en fonction de l'âge des enfants, la modalité sensorielle (V, H ou G) la plus efficiente pour acquérir les correspondances lettre-son.

Chez les enfants de trois ans, les résultats indiquent qu'au post-test les performances dans les tâches d'évaluation de la connaissance des sons des lettres et d'écriture des pseudomots comportant les LE sont tendanciellement meilleures avec le groupe H comparés à celles des groupes G et V. Par ailleurs, nous ne relevons pas d'amélioration pour la connaissance du nom des lettres quel que soit l'entraînement.

Chez les enfants de cinq ans, les performances sur les LE dans les tâches de connaissance de sons de lettres, d'écriture et de lecture des pseudomots s'améliorent entre le pré- et le post-test avec les trois entraînements. De plus, la connaissance des sons des LNE progresse également dans les trois conditions. Enfin, dans la tâche de lecture des pseudomots contenant des LNE, le groupe G obtient significativement de meilleures performances au post-test que les groupes H et V. L'effet bénéfique de l'entraînement G n'est pas mis en évidence dans les autres tâches.

Pour les trois ans, les représentations des formes graphiques issues des explorations H et V ne sont pas assez élaborées pour une reconnaissance correcte de la forme de la lettre. De même, le surlignage des lettres ne constitue pas un apport dans leur apprentissage. L'absence d'un contrôle moteur suffisamment fin dans la production du geste d'écriture pour cette population très jeune peut être à l'origine de leurs difficultés à développer des représentations précises des formes graphiques explorées par surlignage. Cette activité G n'est pas intégrée en tant que production d'un geste conventionnel d'écriture mais plutôt comme l'exécution d'un « dessin ». Au tout début de la production graphique, l'enfant écrit comme il dessine. Selon Noyer et Baldy (2002), les enfants de trois ans utilisent une stratégie « picturale » pour dessiner et écrire (gribouillage). Les systèmes notationnels ne sont pas encore différenciés (Tolchinsky-Landsmann et Karmiloff-Smith, 1992). L'enfant développe des capacités G, précurseurs du dessin et de l'écriture, comme les traits horizontaux (de la gauche vers la droite) vers deux ans et demi ou le rond vers trois à quatre ans (Baldy, 2002). Par ailleurs, au post-test, le groupe H a globalement de meilleures performances dans la connaissance des sons de lettres et dans l'écriture des LE par rapport aux groupes V et G. Toucher la lettre semble favoriser la création d'une trace mnésique plus efficiente que celle issue des explorations G ou V.

Le bénéfice de la modalité H est également mis en évidence chez des enfants de cinq ans, en particulier dans l'apprentissage des correspondances lettre-son (Fredembach et al., 2009). Deux procédures exploratoires sont favorisées dans la manipulation H, l'enveloppement (forme globale) et le suivi de contours (forme précise ; Bara et al., à paraître). Ainsi, le traitement H est plus analytique et favorise l'élaboration d'une représentation plus précise que celle issue d'un traitement V où la représentation est plus globale (Hatwell et al., 2000).

Dans notre étude, pour les enfants de cinq ans, nous observons dès le prétest des scores élevés sur la connaissance du nom des lettres d'où l'absence de progression dans cette tâche. A contrario, la connaissance des sons de lettres s'améliore non seulement pour les LE mais également pour les LNE avec les trois groupes d'entraînement. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que la

connaissance des noms de lettres contribue à l'apprentissage des valeurs phonémiques et des correspondances lettre-son (Treiman, 2006 ; Share, 2004). Les enfants de cinq ans utilisent leur connaissance sur les noms de lettres pour extraire les sons correspondants (Levin et al., 2006). De plus, les trois entraînements favorisent un transfert de connaissance de sons des LE vers des LNE, phénomène observé également dans l'étude de Byrne et Fielding-Barsley (1991).

Les LE et LNE présentent des similitudes phonologiques (ex : /b/ et /d/ se distinguent sur le lieu d'articulation). Par voisinage phonologique, on peut supposer que l'acquisition des sons des LE se transfère aux LNE.

Les performances des LE en lecture et en écriture augmentent avec tous les entraînements. En revanche, la lecture des pseudomots contenant des LNE est meilleure après l'entraînement G. Comparé aux explorations H ou V, les mouvements d'écriture semblent faciliter la maîtrise des correspondances lettre-son et plus précisément l'utilisation des traductions graphophonémiques. Ce résultat est compatible avec ceux obtenus dans l'étude de Longcamp et al. (2005) qui montre l'efficacité d'un entraînement G. Toutefois, nous notons que la supériorité de l'entraînement G est mise en évidence uniquement avec la lecture des pseudomots et pas dans les autres tâches. Nous faisons l'hypothèse d'un effet différé en faveur de l'entraînement G pour les tâches de connaissance de sons de lettres et d'écriture de pseudomots. Un autre post-test est prévu en fin d'année scolaire pour pouvoir la valider.

En résumé, les enfants de cinq ans semblent capables d'utiliser des informations extraites via les explorations H et G pour reconnaître les lettres visuellement. Cette observation suggère l'existence d'un transfert intermodal de connaissances de la modalité sensorielle tactilo-kinesthésique à la modalité sensorielle V. Un tel transfert d'information a été mis en évidence avec des nouveaux-nés (Streri et Gentaz, 2003).

En conclusion, cette étude reste exploratoire compte tenu de la taille de l'échantillon. De plus, elle est réalisée sur sept jours d'école consécutifs. Ainsi, la connaissance acquise sur les correspondances lettre-son pourrait ne pas avoir été utilisée immédiatement après les entraînements en écriture et en lecture si l'on fait l'hypothèse d'un effet différé. La présence d'un tel effet pourrait expliquer les effets tendanciels en faveur de l'entraînement H (à trois ans, en connaissance de sons de lettres et en écriture de pseudomots) ou l'absence de bénéfices directs des explorations G dans les différentes tâches (à cinq ans, en connaissance de sons de lettres et en écriture). D'autres post-tests sont programmés au cours de l'année scolaire. Toutefois, l'ensemble des résultats actuels valident partiellement notre hypothèse et suggèrent que les informations tactilo-kinesthésiques sous formats H et G contribuent à la construction des connaissances sur l'écrit. À trois ans, nos résultats suggèrent qu'un traitement H pourrait être plus efficace (tendance significative) par rapport à un traitement G tandis qu'à cinq ans, ce serait l'inverse. Dès le plus jeune âge, l'exploration H est une interface qui permet à l'enfant de découvrir le monde qui l'entoure. Enfin, précisons que l'objectif de cet article n'est pas de recommander aux enseignants d'inscrire les enfants de trois ans dans une dynamique d'apprentissage scolaire. Toutefois, il montre que les lettres en tant qu'objet de connaissances à construire pourraient bénéficier davantage de la modalité H. À cinq ans, la graphomotricité semble plus adaptée pour préparer l'apprentissage formel de la lecture notamment des correspondances graphophonémiques au cours préparatoire.

Remerciements

Nous remercions les enfants, les directeurs, les professeurs de l'école maternelle George Sand (Perpignan) pour leur accueil et leur participation à la recherche.

Références

- Baldy, R., 2002. Dessine-moi un bonhomme. Dessins d'enfant et développement cognitif. Paris: In Press Éditions.
- Bara, F., Fredembach, B., Gentaz, E., à paraître. Rôle des procédures exploratoires manuelles dans la perception haptique et visuelle de formes chez des enfants scolarisés en cycle 1. *L'Année Psychologique*.
- Bara, F., Gentaz, E., Colé, P., 2007. Haptics in learning to read with children from low socioeconomic status families. *British Journal of Developmental Psychology* 25, 643–663.
- Bara, F., Gentaz, E., Colé, P., Sprenger-Charolles, L., 2004. The visuohaptic and haptic exploration of letters increases the kindergarten-children's understanding of the alphabetic principle. *Cognitive Development* 19, 433–449.
- Beech, J.R., Pedley, H., Barlow, R., 1994. Training letter-to-sound connections: The efficacy of tracing. *Current Psychology* 13, 153–164.
- Bryant, P., Bradley, L., 1985. Children's reading problems. Blackwell, Oxford.
- Byrne, B., Fielding-Barsley, R., 1989. Phonemic awareness and letter knowledge in child's acquisition of the alphabetic principle. *Journal of Educational Psychology* 81, 313–321.
- Byrne, B., Fielding-Barsley, R., 1990. Acquiring the alphabetic principle: a case of teaching recognition of phoneme identity. *Journal of Educational Psychology* 82, 805–812.
- Byrne, B., Fielding-Barsley, R., 1991. Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children. *Journal of Educational Psychology* 83, 451–455.
- Castles, A., Coltheart, M., 2004. Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition* 91, 77–111.
- Ecalte, J., Magnan, A., Bouchafa, H., Gombert, J.E., 2009a. Computer-based training with ortho-phonological units in dyslexic children: New investigations. *Dyslexia* 15, 218–238.
- Ecalte, J., Magnan, A., Calmus, C., 2009b. Lasting effects on literacy skills with a computer-assisted learning using syllabic units in low-progress readers. *Computers Education* 52, 554–561.
- Ehri, L.C., Nunes, S.R., Willows, D.M., Schuster, D.M., Yaghoub-Zadeh, Z., Shanahan, T., 2001. Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the national reading panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly* 36, 250–287.
- Fredembach, B., Hillairet de Boisferon, A., Gentaz, E., 2009. Learning of arbitrary association between visual and auditory novel stimuli in adults: The "bond effect" of haptic exploration. *PLoS ONE* 4 (3), doi:10.1371/journal.pone.0004844, e4844.
- Gentaz, E., Colé, P., Bara, F., 2003. Evaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la lecture pour les enfants en grande section de maternelle : une étude sur la contribution du système haptique manuel. *Année Psychologique* 104, 561–584.
- Hatwell, Y., Stერი, A., Gentaz, E., 2000. Toucher pour connaître. *Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. PUF, Paris.
- Hillairet de Boisferon, A., Bara, F., Gentaz, E., Colé, P., 2007. Préparation à la lecture des jeunes enfants : effets de l'exploration visuohaptique des lettres et de la perception visuelle des mouvements d'écriture. *Année Psychologique* 107, 537–564.
- Levin, I., Shatil-Carmon, S., Asif-Rave, O., 2006. Learning of letter names and sounds and their contribution to word recognition. *Journal of Experimental Child Psychology* 93, 139–165.
- Longcamp, M., Zerbato-Poudou, M.T., Velay, J.L., 2005. The influence of writing practice on letter recognition in preschool children: A comparison between handwriting and typing. *Acta Psychologica* 119, 67–79.
- Magnan, A., Ecalte, J., 2006. Audiovisual training in children with reading disabilities. *Computers Education* 46, 407–425.
- Magnan, A., Ecalte, J., Veuillet, E., Collet, L., 2004. The effects of an audiovisual training program in dyslexic children. *Dyslexia* 10 (2), 131–140.
- Montessori, M., 1915. *The Montessori method*. Heinemann, Londres.
- Noyer, M., Baldy, R., 2002. Du dessin à la lecture et à l'écriture. *Psychologie Education* 49, 73–88.
- Orton, 1937. *Reading, writing, and speech problems in children*. Norton, New York.
- Palluel-Germain, R., Bara, F., Hillairet de Boisferon, A., Hennion, B., Gouagout, P., Gentaz, E. (2007). A visuo-haptic device – Telemaque – increases kindergarten children's handwriting acquisition. *IEEE World Haptics*.
- Puolakanaho, A., et al., 2007. Very early phonological and language skills: Estimating individual risk of reading disability. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 48, 923–931.
- Ritchey, K.D., Goeke, J.L., 2006. Orton-Gillingham and Orton-Gillingham-based reading instruction: A review of the literature. *The Journal of Special Education* 40 (3), 171–183.

- Scarborough, H.S., 2001. Connecting early language and literacy to later reading (di) abilities: Evidence, theory and practice. In: Neuman, S.B., Dickinson, D.K. (Eds.), *Handbook of early literacy research*. Guilford Press, New York, pp. 97–110.
- Share, D.L., 2004. Knowing letter names and learning letter sounds: A causal connection. *Journal of Experimental Child Psychology* 88, 213–233.
- Streri, A., Gentaz, E., 2003. Cross-modal recognition of shape from hand to eyes in human newborns. *Somatosensory Motor Research* 20 (1), 11–16.
- Tolchinsky-Landsmann, L., Karmiloff-Smith, A., 1992. Children's understanding of notations as domains of knowledge versus referential-communicative tools. *Cognitive Development* 7, 287–300.
- Torgesen, J.K., Alexander, A.W., Wagner, R.K., Rashotte, C.A., Voeller, K.K.S., Conway, T., 2001. Intensive remedial instruction for children with severe reading disabilities: Immediate and long-term outcomes from two instructional approaches. *Journal of Learning Disabilities* 34 (1), 33–58, 78.
- Treiman, R., 2006. Knowledge about letters as a foundation for reading and spelling. In: Joshi, R.M., Aaron, P.G. (Eds.), *Handbook of orthography and literacy*. Erlbaum, Mahwah, NJ, pp. 581–599.
- Vellutino, F.R., Fletcher, J.M., Snowling, M.J., Scanlon, D.M., 2004. Specific Reading Disability (dyslexia): what have we learned in the past four decades? *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 45, 2–40.
- Veronis, J., 1986. Étude quantitative sur le système graphique et phono-graphique du français. *Cahiers de Psychologie Cognitive* 6, 501–531.
- Wechsler, D. (1989). *Manual for the Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised*. San Antonio: The Psychological Corporation.