

# Entraînement visuo-haptique et apprentissage de la lecture

Conçu à partir des dernières recherches en psychologie cognitive du développement, l'entraînement visuo-haptique est le fruit de 5 années d'études sur le terrain, effectuées dans le cadre d'une thèse soutenue par Florence Bara au sein du laboratoire Psychologie et Neurocognition (UMR CNRS 5105) et dirigée par Pascale Colé (Professeur de psychologie cognitive à l'Université de Savoie) et Edouard Gentaz (Chercheur en psychologie au CNRS). Les effets bénéfiques de cet entraînement sur l'apprentissage de la lecture ont été mis en évidence sur une population de 360 élèves de Grande section de maternelle, grâce à une série d'études expérimentales dont deux sont présentées à la fin de ce document, pour compléter des éléments théoriques relatifs à cet entraînement.

## Des étapes essentielles dans l'apprentissage de la lecture

### Bien décoder les mots pour comprendre

L'objectif de l'apprenti lecteur est de parvenir à comprendre ce qui est écrit, de la même manière qu'il comprend ce qui est dit. Pour cela, il est essentiel qu'il automatise le décodage des mots afin de libérer des « ressources cognitives » qui seront utilisées pour la compréhension (Sprenger-Charolles & Colé, 2003).

### Maîtriser le principe alphabétique

Pour apprendre à lire, l'enfant doit parvenir à découvrir ce que l'on nomme le principe alphabétique, c'est-à-dire comprendre que les lettres à l'écrit représentent les sons des mots parlés. La découverte du principe qui relie les unités graphiques (les lettres) et les unités phoniques (les sons) ne repose pas sur une simple exposition au matériel verbal mais nécessite un apprentissage formel.

## L'importance de la conscience phonologique et de la connaissance des lettres

La conscience phonologique correspond à la capacité d'identification et de manipulation intentionnelle des unités sonores qui composent les mots : syllabes, rimes et phonèmes. De nombreuses recherches en psychologie cognitive ont montré l'importance de la conscience phonologique dans l'apprentissage de la lecture (Revue de questions, Bara, Gentaz & Colé, 2004) :

- Ainsi, le niveau de conscience phonologique en grande section de maternelle est très fortement corrélé avec le niveau ultérieur en lecture et en constitue un de ses meilleurs prédicteurs.
- Les enfants présentant des retards en lecture et certains dyslexiques manifestent des difficultés phonologiques importantes.
- Les entraînements phonologiques en petits groupes sont très efficaces pour préparer l'apprentissage de la lecture.

D'autres recherches montrent que l'ajout d'un travail spécifique sur l'identité des lettres et des associations lettres-sons dans les entraînements phonologiques améliore significativement leur efficacité (Byrne & Fielding-Barnsley, 1990, 1991). La représentation visuelle des lettres va aider l'enfant à comprendre le principe alphabétique en lui fournissant des repères concrets pour représenter les phonèmes. Il pourra alors utiliser une procédure de lecture phonologique (traduire la séquence de lettres du mot lu en une séquence de sons correspondants) pour lire tous les mots réguliers (les mots pour lesquels la correspondance lettre son est régulière, tels que table, salade), connus ou non, et développer ainsi des procédures de lecture rapides, précises et automatiques.

## Les apports de l'exploration haptique manuelle

La compréhension des relations qui unissent les lettres et les sons ainsi que l'apprentissage des associations lettres/sons posent de nombreuses difficultés à l'apprenti lecteur : il lui est difficile de lier les représentations orthographiques des lettres (dont l'élaboration sollicite la vision) aux représentations phonologiques des sons qui leur correspondent (dont l'élaboration sollicite l'audition). L'organisation d'activités d'exploration tactile des lettres favorise cet apprentissage en mobilisant une nouvelle modalité perceptive, le toucher actif.

### Caractéristiques générales de la modalité haptique manuelle

La perception haptique (ou tactilo-kinesthésique) résulte de la stimulation de la peau issue des mouvements actifs d'exploration de la main entrant en contact avec les objets (Gentaz, Hatwell & Hennion, 2006). La main est le seul organe doté à la fois d'une fonction motrice et perceptive. Ainsi, les propriétés des objets peuvent être perçues à partir d'une exploration volontaire et active d'une ou des deux mains, permettant ainsi au système perceptif haptique d'appréhender presque toutes les propriétés auxquelles accède la vision. La principale caractéristique de la modalité haptique est son caractère séquentiel (Hatwell, Streri & Gentaz, 2000). En effet, pour compenser l'exiguïté du champ perceptif tactile (limité à la zone de contact de la main avec les objets) et appréhender les objets dans leur intégralité, des mouvements volontaires, d'une amplitude variant en fonction de la taille de ce qu'il faut percevoir, doivent être produits. Il en résulte une appréhension séquentielle des objets, qui charge la mémoire de travail et qui nécessite, en fin d'exploration, un travail mental d'intégration et de synthèse pour aboutir à une représentation unifiée de l'objet. Pour considérer la forme dans son ensemble, il faut donc structurer et reconstruire les données. Ainsi, pour être efficace, la modalité haptique manuelle exige une mobilisation importante des capacités cognitives des jeunes enfants.

### Caractéristiques de la modalité haptique chez les jeunes enfants

#### Une bonne identification des objets

Un objet peut être vu, entendu et touché. C'est ce lien qui permet dès le plus jeune âge de construire une représentation cohérente des objets. Les bébés sont capables de manière très précoce de transférer

les informations d'un sens à un autre, la coordination entre le toucher et la vision se manifestant dès les premiers jours de la vie (Streri & Gentaz, 2003). Les performances des enfants de 5 ans dans les tâches d'identification haptique d'objets usuels (cuillère, balle, clés...) prouvent que la représentation des objets en mémoire peut être construite à partir des informations issues de l'exploration haptique (Morrongiello, Humphrey, Timney, Choi & Rocca, 1994).

#### Une perception des propriétés spatiales non dominée par la vision

Lorsque les propriétés spatiales d'un objet sont perçues simultanément par les modalités visuelle et haptique, les adultes se basent essentiellement sur les informations visuelles (les informations haptiques ne sont pas ou peu utilisées). Cette dominance visuelle n'est pas toujours présente chez les jeunes enfants, qui privilégient le toucher actif, ce qui leur permet d'éviter certaines erreurs perceptives. Par exemple, avec la vision seule, il est fréquent pour les jeunes enfants de confondre des formes en miroir alors qu'ils les différencient plus facilement après une exploration haptique (Itakura & Imamizu, 1994). En effet, si visuellement, la différence entre une lettre et son image en miroir n'est pas immédiate (par exemple b et d), en revanche, sur le plan moteur, écrire une lettre ou son inverse nécessite des mouvements très différents. L'utilisation combinée des modalités haptique et visuelle permet de réduire les erreurs perceptives.

#### Une perception analytique

Les objets sont par définition multi-dimensionnels (ils ont une texture, une localisation, une orientation, une taille, une forme...). Avec la vision, toutes ces dimensions sont perçues quasi simultanément, alors qu'avec la modalité haptique, la perception est beaucoup plus séquentielle. Elle est donc moins « globale » et plus « analytique » que la perception visuelle. Des travaux sur les classifications perceptives ont permis de constater qu'avec la vision, les jeunes enfants ont tendance à regrouper ces dimensions alors qu'ils ont, avec le toucher actif, plus de facilité à les dissocier, puisqu'il leur permet de les percevoir isolément (Berger & Hatwell, 1993, 1995).

### Apport de la modalité haptique dans la reconnaissance des lettres.

La modalité haptique favorise la perception de la lettre puisqu'elle oblige l'enfant, en traçant son contour, à la décomposer et à mémoriser tous les éléments qui la composent, avant d'en faire une synthèse pour recomposer et mémoriser sa forme globale.



Cette trace sensori-motrice va s'ajouter à la représentation visuelle et va permettre une meilleure mémorisation du fait d'un double codage (visuel et haptique).

## Évaluation de l'entraînement visuo-haptique

Deux expériences sur le terrain ont montré les effets bénéfiques de cet entraînement pour préparer les élèves à l'apprentissage de la lecture.

### Protocole expérimental

Deux entraînements ont été conçus pour les besoins de cette recherche : un entraînement visuo-haptique (groupe entraîné) et un entraînement visuel (groupe contrôle). Chaque entraînement est composé de six séances hebdomadaires de 25 minutes environ, centrées sur l'apprentissage d'un son et de la lettre correspondante, et d'une séance de révision (travail de synthèse sur les lettres/sons étudiés). Chaque séance se déroule par groupe de 5 ou 6 enfants, pour favoriser les interactions, dans une salle isolée du bruit pour optimiser l'attention du groupe. Les entraînements s'appuient sur les mêmes exercices phonologiques (découverte du son, identification de phonèmes en position initiale et finale) mais se différencient par les modalités sensorielles sollicitées : modalités haptique, visuelle et auditive pour l'un, visuelle et auditive seules pour l'autre.

Pour mesurer et comparer l'efficacité de ces entraînements, la reconnaissance des lettres de l'alphabet, les capacités phonologiques (identification de phonèmes en position initiale et finale) et le niveau de décodage (pseudo-mots constitués des lettres étudiées pendant les séances) de chaque enfant ont été évalués individuellement avant et après chaque entraînement.

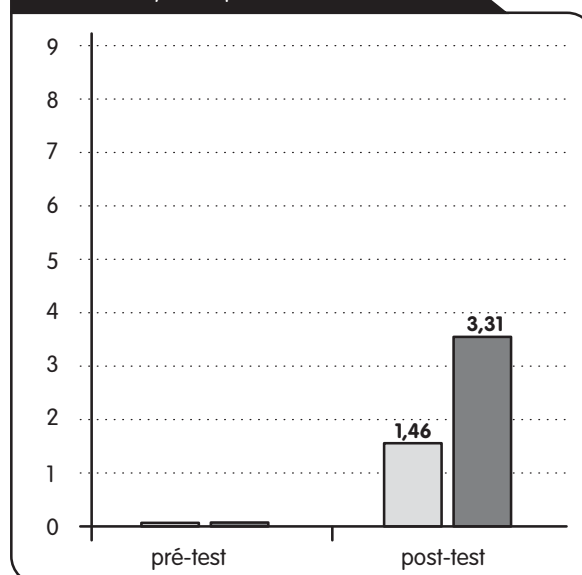
Les progrès des élèves à l'issue de ces deux entraînements ont fait l'objet de deux études sur le terrain. Lors de la première, réalisée auprès de 26 enfants de grande section de maternelle (moyenne d'âge de cinq ans et sept mois), issus de milieux socio-économiques moyens, les entraînements ont été menés par des psychologues. La seconde étude a permis de valider ces entraînements sur une population de 132 enfants (âge moyen 5 ans et 5 mois) appartenant à des classes situées dans des réseaux d'éducation prioritaire. Compte tenu des plus grandes difficultés des enfants dans ces classes, les séances d'entraînement, menées cette fois par des enseignants, ont été doublées (deux séances par semaine sur la même correspondance lettre/son).

## Résultats

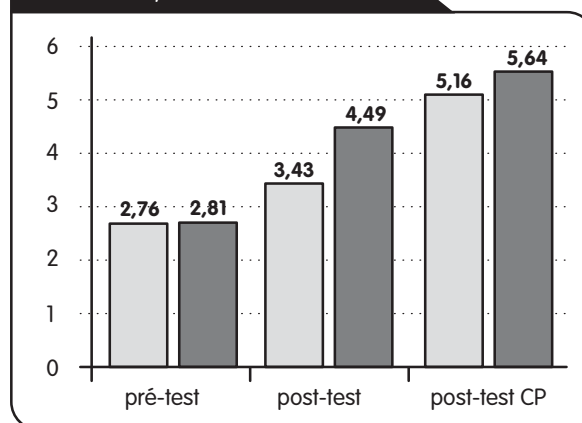
À l'issue de la première étude, on remarque une amélioration du niveau de lecture de pseudo-mots plus importante après l'entraînement visuo-haptique qu'après l'entraînement visuel (figure 1). En revanche, il n'y a pas de différence significative entre les deux entraînements dans les deux tests d'identification de phonèmes et de reconnaissance des lettres, où des améliorations similaires du niveau des élèves sont observées.

Dans le cadre de la deuxième étude, conduite en REP, on remarque qu'en fin de grande section, les enfants qui ont suivi l'entraînement visuo-haptique obtiennent de meilleures performances dans les tests de reconnaissance de lettres et d'identification de phonèmes (figures 2 & 3), en comparaison de ceux qui ont suivi l'entraînement visuel.

Nombre moyen de pseudo-mots décodés Figure 1

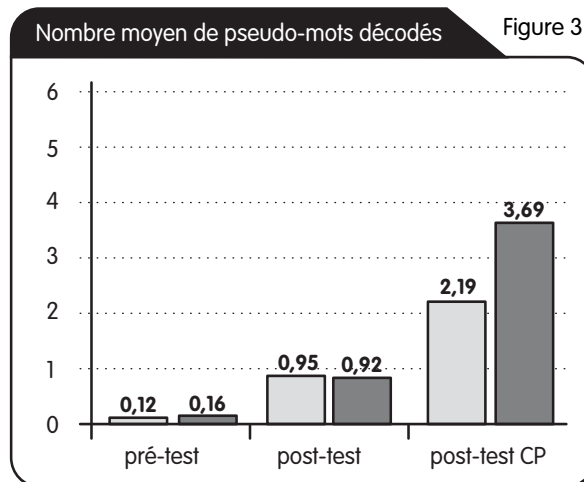


Nombre moyen de lettres reconnues Figure 2

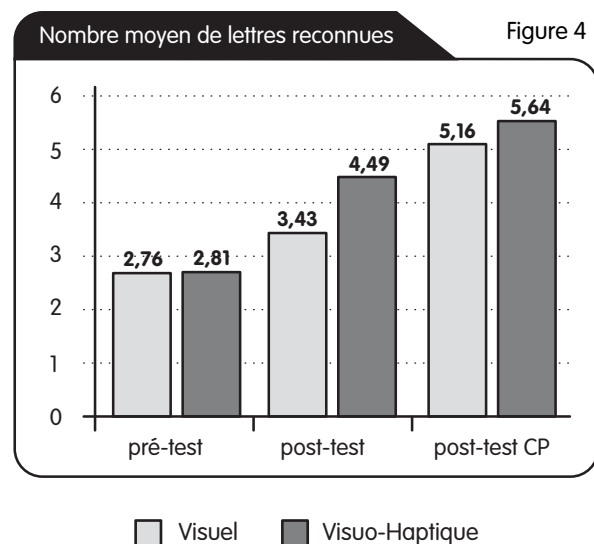


□ Visuel    ■ Visuo-Haptique





Au cours préparatoire, les enfants qui ont suivi l'entraînement visuo-haptique ont obtenu de meilleures performances en décodage de pseudo-mots, par rapport à ceux qui ont suivi l'entraînement visuel (figure 4).



## Conclusion

Les résultats obtenus à l'issue de ces deux études montrent que, dans le cadre d'un entraînement centré sur la conscience phonémique et la connaissance des lettres, l'exploration haptique de lettres en relief améliore davantage les capacités de décodage des enfants que l'exploration visuelle seule, en rendant le lien entre la lettre et le son correspondant plus explicite.

En fin de grande section, l'entraînement visuo-haptique facilite la compréhension directe et rapide du principe alphabétique. Pour les élèves les plus en difficulté, il contribue dans un premier temps à l'amélioration de leur niveau de conscience phonémique et de connaissance des lettres, et favorise ainsi la compréhension du principe alphabétique et le décodage au début du cours préparatoire.

## Justification du matériel

### Pourquoi uniquement six lettres/sons ?

L'intérêt de cet entraînement est d'aider les élèves à comprendre la logique du principe alphabétique et à utiliser des correspondances lettres/sons. Il ne s'agit donc pas de leur apprendre toutes les correspondances graphèmes/phonèmes par l'intermédiaire d'un entraînement spécifique et systématique. De plus, une étude a montré qu'une fois la logique comprise et utilisée, l'enfant peut l'appliquer à d'autres correspondances lettres/sons (Byrne & Fielding-Barnsley, 1990). L'enfant doit d'abord comprendre, en grande section de maternelle, le principe de représentation des sons par les lettres puis acquérir un nombre de correspondance lettre/son suffisant (d'autant plus important que l'enfant présente des difficultés d'apprentissage) pour pouvoir décoder tous les mots réguliers qu'il va rencontrer au cours préparatoire.

### Pourquoi spécifiquement ces six lettres/sons ?

Puisque le principe de cet entraînement est d'explicitier l'association entre une lettre et un son, nous avons choisi uniquement des relations lettre/son sans ambiguïté afin de faciliter le travail des enfants (un phonème pour un seul graphème, et réciproquement). Ainsi, le phonème /f/, qui peut correspondre aux graphèmes « ph » ou « f », n'est pas utilisé, de même que la lettre « c » qui peut correspondre aux phonèmes /s/ ou /k/. Les phonèmes choisis sont assez représentatifs de l'ensemble des phonèmes existant puisque sont représentés les voyelles (« a » et « i ») et deux types de consonnes (occlusives, « p », « t », « m », et liquides, « l »). La programmation a été déterminée en fonction de la fréquence d'apparition des sons dans la langue française et de leur âge d'acquisition (Rondal, 1997). Ainsi, les séances débutent par l'étude des sons /a/, /i/ (parmi les plus fréquents) puis /l/ (moyennement fréquent) et se poursuivent par les sons /m/, /t/ et /p/ (parmi les moins fréquents). En production, le /a/ et le /i/ sont acquis par la majorité des enfants autour de deux ans, alors que le /m/, le /p/ et le /t/ sont acquis vers 3, 4 ans, quant au /l/ il est en général prononcé correctement vers 5 ans. Il existe également des raisons perceptives à ce choix. L'entraînement débute, et c'est essentiel, par des voyelles qui sont plus faciles à identifier que les consonnes, et donc plus facilement manipulables dans les activités de conscience phonémique.



## Pourquoi des lettres cursives en relief ?

La typographie de chaque lettre correspond à l'écriture minuscule cursive. L'intérêt d'utiliser ce type d'écriture est de préparer l'apprentissage du geste moteur nécessaire pour tracer les lettres (Palluel, Bara, Gentaz, Hennion & Gouagout, 2006).

Une autre série d'études montre que l'exploration haptique de lettres en creux n'entraîne pas les mêmes effets sur la compréhension et l'utilisation du principe alphabétique que l'exploration haptique de lettres en relief. Cette différence s'explique par la nature des procédures d'exploration manuelle mises en œuvre pour percevoir les lettres. En effet, pour percevoir les lettres en creux, seule la procédure qui consiste à suivre les contours de la lettre avec l'index est utilisée. Les informations sont recueillies de manière très séquentielle et relativement passive par l'enfant (il lui suffit de laisser son doigt « courir dans la rainure »). Dans ces conditions, les informations recueillies sont moins pertinentes et plus morcelées. Pour percevoir des lettres en relief, la majorité des enfants utilise une procédure en deux temps, d'abord une procédure générale « d'enveloppement » (mettre la paume et les doigts en contact avec la forme), qui permet de commencer à reconnaître la lettre globalement. Puis une procédure de « suivi de contour » est initiée, pour obtenir des précisions sur la forme de la lettre. De ce fait, les lettres en relief sont mieux reconnues et mémorisées que les lettres en creux.

## Bibliographie

- Bara, F., Gentaz, E., & Colé, P. (2004). Les effets des entraînements phonologiques et multisensoriels destinés à favoriser l'apprentissage de la lecture chez les jeunes enfants. *Enfance*, 4, 387-403.
- Berger, C., & Hatwell, Y. (1993). Dimensional and overall similarity classifications in haptics : A developmental study. *Cognitive Development*, 8, 495-516.
- Berger, C., & Hatwell, Y. (1995). Development of analytic vs global processing in haptics : The perceptual and decisional determinants of classification skills. *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 143-162.
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1990). Acquiring the alphabetic principle : a case of teaching recognition of phoneme identity. *Journal of Educational Psychology*, 82, 805-812.
- Byrne, B., & Fielding-Barnsley, R. (1991). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children. *Journal of Educational Psychology*, 83, 451-455.

- Gentaz, E., Hatwell, Y. & Hennion, B. (2006). Percevoir les objets. In P. Fuchs (Ed), *Traité de la Réalité Virtuelle 3*, volume 1. Paris : Ecole des Mines de Paris.
- Hatwell, Y., Streri, A., & Gentaz, E. (2000). Toucher pour connaître. *Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle*. Paris : P.U.F.
- Itakura, S., & Imamizu, H. (1994). An exploratory study of mirror-image shape discrimination in young children : vision and touch. *Perceptual and Motor Skills*, 78, 83-88
- Morrongiello, B. A., Humphrey, G. K., Timney, B., Choi, J., & Rocca, P. T. (1994). Tactual object exploration and recognition in blind and sighted children. *Perception*, 23, 833-848.
- Palluel-Germain, R., Bara, F., Hennion, B., Gouagout, P., & Gentaz, E. (2006). Early handwriting acquisition: Evaluation of Telemaque, a new visuo-haptic, interface. *Congrès Eurohaptics*.
- Sprenger-Charolles, L., & Colé, P. (2003). *Lecture et dyslexie. Approche cognitive*. Paris : Dunod.
- Streri, A., & Gentaz, E. (2003). Cross-modal recognition of shape from hand to eyes in human newborns. *Somatosensory and Motor research*, 20, 13-18.

