



Cours S. Dehaene, Collège de France, janvier 2010

L'importance de l'exploration multisensorielle dans les apprentissages scolaires élémentaires

Dr. Edouard Gentaz,
Directeur de Recherche au CNRS
Laboratoire «Psychologie et NeuroCognition»
Université de Grenoble 2, France

Mél: Edouard.Gentaz@upmf-grenoble.fr

Sommaire

- I. Exploration multisensorielle : vision, audition et l'ajout du toucher

- II. Apports des méthodes multisensorielles :
 - I. Apprentissage de la géométrie et des figures géométriques élémentaires
 - II. Apprentissage de la lecture et décodage des mots
 - III. Apprentissage de l'écriture et tracer de lettres

Un travail collectif : principales collaborations

- Les caractéristiques du sens haptique manuel
 - Yvette Hatwell (Grenoble), Arlette Streri (Paris), Marion Luyat (Lille) et G. Baud-Bovy (Milan)
- Apprentissage de la géométrie
 - Laetitia Pinet (ex-doctorante CIFRE), S. Kalénine (post-doc), C. Cheam (Master 2)
- Apprentissage de la lecture
 - P. Colé (Aix-Marseille), F. Bara (Brest), L. Sprenger-Charolles (Paris)
 - A. Hillairet (allocataire-monitrice UPMF)
 - Etudiants en Masters 2010 (AL. Oftinger et D. Rang)
- Apprentissage de l'écriture
 - F. Bara (Brest), C. Jolly (CNRS), B. Hennion (FT R & D), R. Palluel-Germain (UPMF), P.Viviani (Genève);
 - Jeremy Bluteau (allocataire région) et A. Hillairet (allocataire-monitrice UPMF) et
 - Etudiants en masters 2010 (AL. Oftinger et D. Rang)

Soutiens

- CNRS,
- Universités Paris 5 et Grenoble 2,
- Cognitique/ANR « Apprentissage de la lecture et dyslexies développementales » et « Toucher les lettres pour mieux les écrire »
- Région Rhône-Alpes (cluster interface et réalité virtuelle)
- France-Télécom R & D (Meylan)
- Editions la Cigale
- Inspections académiques de l'Isère et de Savoie
- Ecoles maternelles de Grenoble, SMH et Chambéry

I. Exploration multisensorielle : vision, audition et l'ajout du toucher

- Apprendre avec la vision et l'audition mais pas seulement...
- L'ajout du toucher : perception cutanée et perception haptique
- La perception haptique manuelle est très séquentielle et donc analytique
- La perception haptique n'est pas totalement capturée par la vision chez les jeunes enfants
- Utiliser tous ses sens pour explorer les informations à apprendre

Hatwell, Streri, Gentaz (2003). *Touching for knowing*. Benjamins;

Gentaz (2009). *La main, le cerveau et le toucher*. Paris : Dunod

II. Apprendre à reconnaître les figures géométriques élémentaires

Apprendre à reconnaître des figures géométriques chez les enfants de 5-6 ans

- **Instructions EN:**
 - **(1)** **Reconnaître un triangle, un carré, un rectangle, un cercle** parmi d'autres figures planes
 - **(2)** **Utiliser le vocabulaire approprié** (carré, rectangle, triangle, cercle, côté, sommet et angle droit)
- Expérience 1: la reconnaissance des figures géométriques (cercle, carré, rectangle, et triangle) chez les 5-6 ans
- Expériences 2 & 3 : apports de l'exploration visuo-haptique et haptique dans la reconnaissance des figures (carré, rectangle, et triangle)chez les 5-6 ans

Quels exemplaires de figures géométriques choisir ?

- Exercice (feuille blanche + crayon):
 - dessiner spontanément un carré, un rectangle sur une feuille blanche
- Productions aléatoires ?
- Différence entre adultes (instructions scolaires) et jeunes enfants ?

Résultats pour la production d'un rectangle

64 adultes :

Orientations: 54 horizontaux (85%), 7 verticaux et 4 obliques

Dimensions : longueur 6,5 cm x largeur 3,5 cm

Ratio longueur/largeur = 2,3

56 enfants de 5-6 ans :

Orientations: 41 horizontaux (73%), 13 verticaux et 2 obliques

Dimensions : longueur 4,3 cm x largeur 3,9 cm

Ratio longueur/largeur = 3

Idem pour les triangle

Lien entre production et perception ?

Expérience 1: tâche de reconnaissance

Deux questions :

- **Q1 : Certains exemplaires d'une catégorie seraient-ils plus faciles à reconnaître ?**
Figures prototypiques mieux reconnues que figures non prototypiques ?
- **Q2 : Certaines catégories de figures seraient-elles plus faciles à reconnaître ?**
Différence entre quatre catégories : cercle, carré, rectangle et triangle ?

Pinet & Gentaz (2007), Grand N.

Méthode

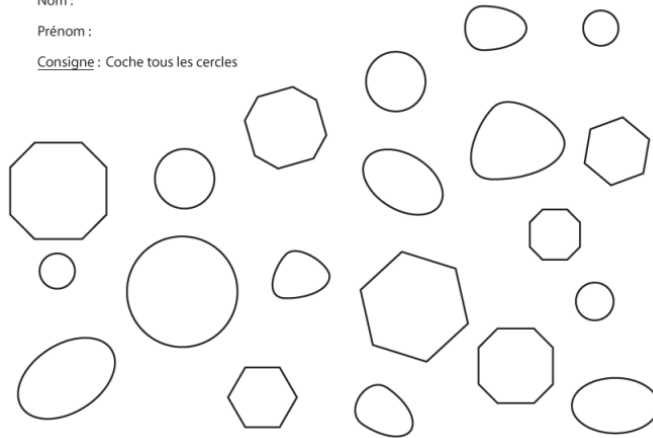
Participants

44 enfants en grande section de maternelle (âge moyen 5 ans et 5 mois)

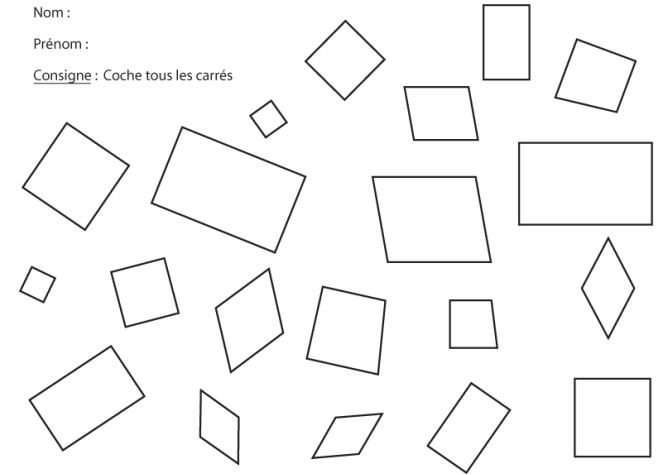
Matériel

« Coche tous les... »

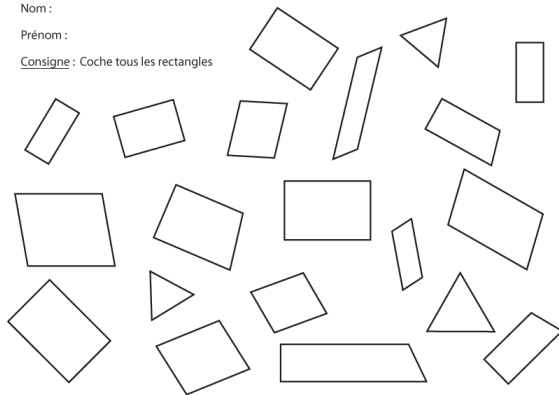
Nom :
Prénom :
Consigne : Coche tous les cercles



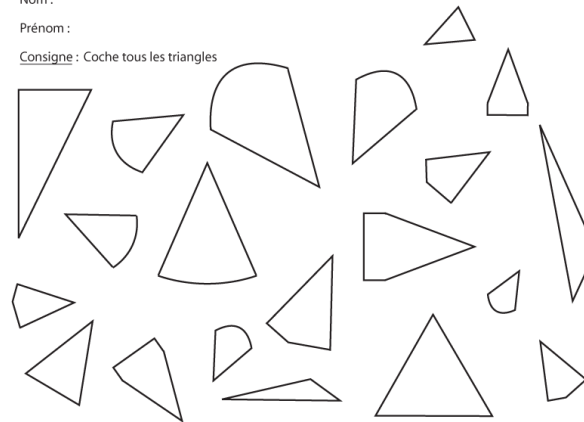
Nom :
Prénom :
Consigne : Coche tous les carrés



Nom :
Prénom :
Consigne : Coche tous les rectangles



Nom :
Prénom :
Consigne : Coche tous les triangles








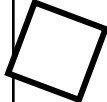
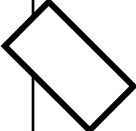

4 tests

20 formes

- 6 cibles

- 14 distracteurs

Résultats : reconnaissance correcte (x/6) et fausse reconnaissance (x/14)

GS	Cercle	Carré	Rectangle	Triangle
<u>% Prototype</u>	 -	 88,64	 72,73	 100
<u>% Non Prototype</u>	 -	 70,45	 61,81	 43,18

% des reconnaissances correcte en fonction des exemplaires et de la catégorie

Résultats et conclusions

- Q1 : Effet prototype ?
 - Certains exemplaires sont plus exemplaires que d'autres
 - Explications multiples
 - Choix des exemplaires est crucial dans les tests/exercices
- Q2: Différence entre les figures ?
 - Le cercle est parfaitement reconnue
 - Difficulté à hiérarchiser les 3 autres figures ;
 - les performances dépendent des exemplaires choisis comme cible et distracteurs (et leurs rapports)
- Nouvelle question : Comment aider les enfants à mieux reconnaître les formes ?

Expérience 2 : apprendre avec un entraînement multisensoriel

- 34 enfants de 5-6 ans
- Durée séance: 25 min / 6 enfants maxi. par groupe/ 1 séance par figure
- 4 figures (cercle, carré, rectangle, triangle); Animée par psychologue
- Prétest + Postest 1 - Postest 2 (idem expérience 1)

Groupe VH 17 enfants de GS


Exploration visuo-haptique

36 formes en relief (mousse)

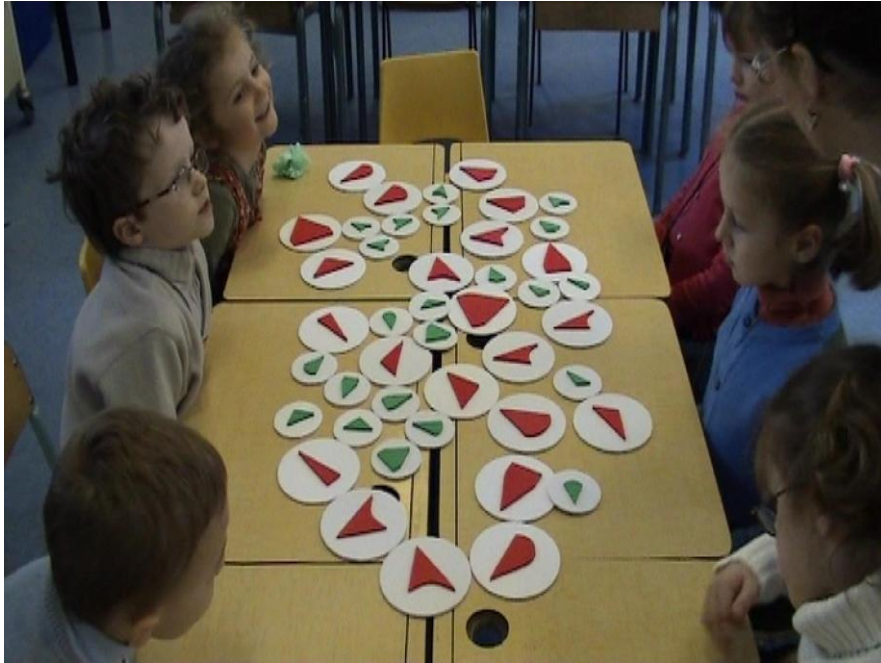
Groupe V 17 enfants de GS

Exploration visuelle

36 formes sans relief (papier)

- 
1. Grandes formes cibles
 2. Petites formes cibles
 3. Grandes formes cachées
 4. Jeu de pioche
 5. Rangement par catégories

Le grand jeu de pioche pour le triangle ou le carré



Résultats globaux

- Cercle : bien reconnu et pas d'erreur (confirmation)
- Carré, rectangle et triangle:
 - **Nombre de cibles reconnues**
 - Entraînement « VH »: progression significative
 - Entraînement « V » : pas d'effet significatif
 - **Fausse reconnaissances**
 - Diminution des erreurs commises pour le carré et le triangle après l'entraînement VH par rapport au groupe contrôle V.

Expérience 3 : entraînements multisensoriels « écologiques »

- 72 enfants de 5-6 ans (106 au départ)
- Durée séance: 25 min / 6 enfants maxi. par groupe / 2 séances par figure
- 3 figures (*carré, rectangle, triangle*); Animée par une enseignante formée
- Prétest + 6 séances + révision + Postest (nouveau test)

Groupe VH 36 enfants de GS

Exploration visuo-haptique

36 formes en relief (mousse)

Groupe V 36 enfants de GS

Exploration visuelle

36 formes sans relief (papier)



1. Grandes formes cibles

2. Petites formes cibles

3. Grandes formes cachées

4. Jeu de pioche

5. Rangement par catégories

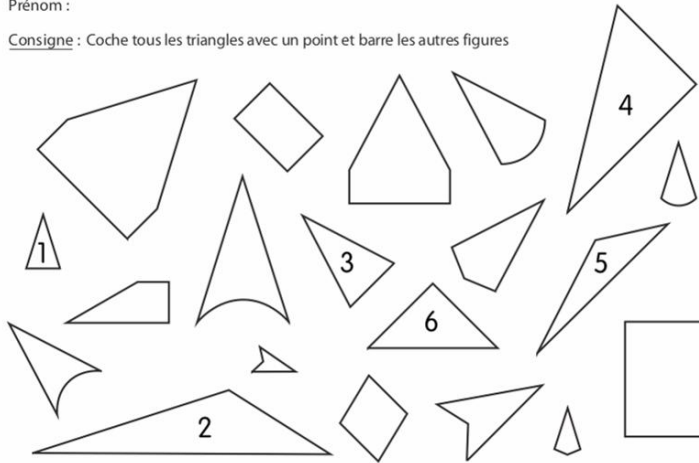


Autre différence : nouveaux tests

Nom :

Prénom :

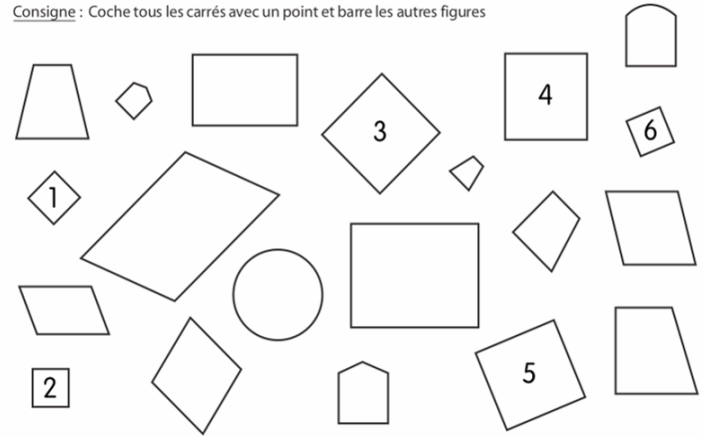
Consigne : Coche tous les triangles avec un point et barre les autres figures



Nom :

Prénom :

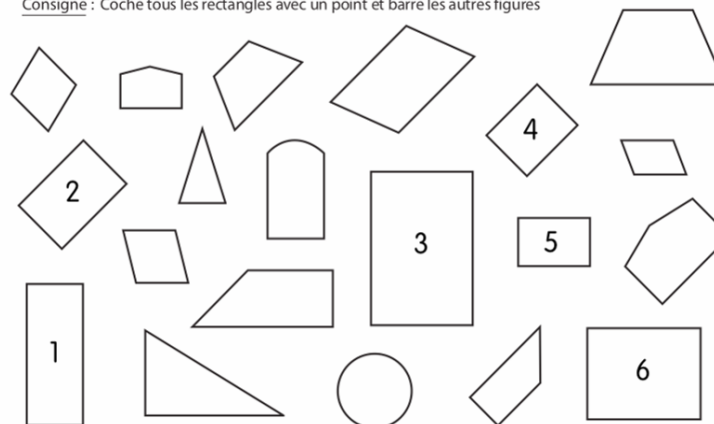
Consigne : Coche tous les carrés avec un point et barre les autres figures



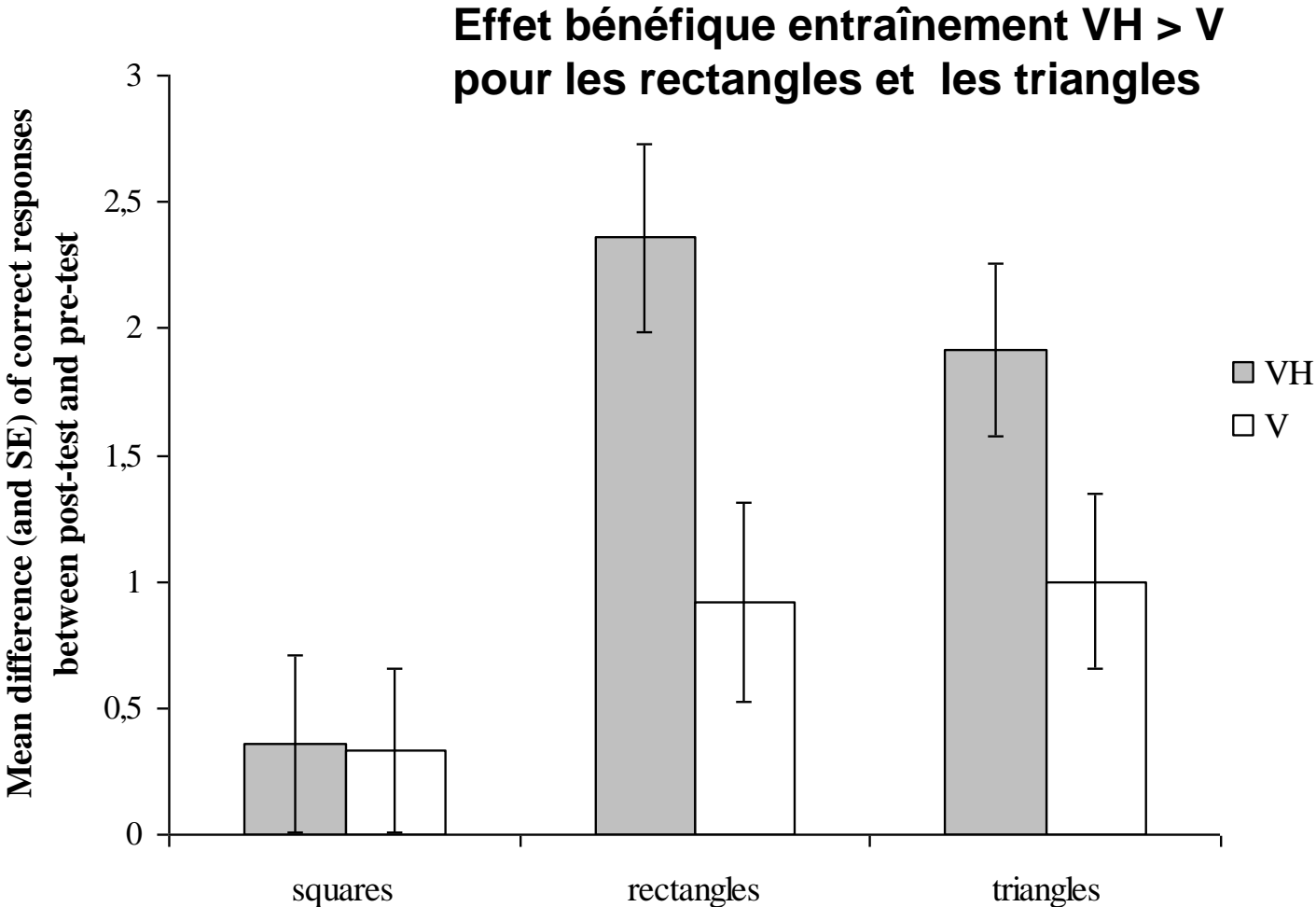
Nom :

Prénom :

Consigne : Coche tous les rectangles avec un point et barre les autres figures



Résultats : effets des entraînements VH et V



Conclusion générale

- 1. Reconnaissances dépend de la catégorie et de ses exemplaires**
- 2. Effet bénéfique de l'ajout de l'exploration visuo-haptique dans les entraînements centrés sur les figures difficiles (triangles et rectangles)**
- 3. Deux explications : codage multiple (traces distribuées) et traitement analytique**
- 4. Mouvement haptique spécifique corrélé à l'exploration visuelle**
- 5. Intérêt pédagogique : effet similaire avec les enseignants formés**
- 6. Intérêt en remédiation : à tester ? (affaire à suivre)**



Apprendre à lire : apports des méthodes multisensorielles

Comment apprend-t-on à lire?

- Le français écrit utilise un système alphabétique : représenter les sons des mots parlés à l'aide des symboles que sont les lettres (= principe alphabétique)
- Tâche de l'apprenti lecteur : comprendre ce principe

→ procédure de lecture phonologique

Comment aider les enfants dans l'apprentissage de la lecture?

- **Conscience phonologique**

- Forte corrélation avec le niveau de lecture (Castles & Coltheart, 2004)
- Faibles performances des enfants en difficulté de lecture et de certains dyslexiques (Sprenger-Charolles & Colé, 2003)
- Efficacité des entraînements développant la conscience phonologique (Ehri et *al.*, 2001)

- **Connaissance des lettres et des associations lettre-son**

- Comprendre le lien entre l'oral et l'écrit
- Apprendre le son des lettres et les relations lettre-son (Treiman et *al.*, 1996; 1998)
- Retenir et différencier la forme des lettres (Ehri, 1986)

Quels entraînements proposer?

- Entraînements phonologiques associés à l'apprentissage des lettres et des associations lettre-son (Byrne & Fielding Barnsley, 1991)
- Entraînements multisensoriels : sollicitent toutes les modalités sensorielles utilisées pour la lecture et l'écriture (Itard, Montessori, 1958)
 - Essentiellement utilisés pour la rémédiation des difficultés de lecture (Ofman & Shaevitz, 1963)
 - Améliorent la mémorisation des lettres (Hulme, 1979; 1981)
 - Favorisent le lien entre la lettre et le son (Bryant & Bradley, 1985)

Objectifs



- Évaluer et comprendre les effets de l'ajout de l'exploration haptique de lettres cursives dans un entraînement de préparation à l'apprentissage de la lecture
- Quels effets sur le niveau de compréhension du principe alphabétique chez des enfants prélecteurs de grande section de maternelle?

Gentaz, E., Colé, P. & Bara, F. (2003). Evaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la lecture pour les enfants de grande section maternelle : étude sur la contribution du système haptique manuel. *L'Année Psychologique*, 104, 561-584

Procédure générale



Comparaison de deux entraînements (méthodes)

- **Multisensoriel / HVAM** (Haptique-Visuel-Auditif-Métaphonologique)
- **Classique / VAM** (Visuel-Auditif-Métaphonologique)
- **en commun:** exercices destinés à développer la conscience phonémique et la connaissance des lettres
- **différence:** sens sollicités,
 - *exploration visuo-haptique et haptique des lettres (HVAM)*
 - *exploration seulement visuelle des lettres (VAM)*

Procédure générale



- 1 séance d'entraînement par semaine centrée autour de l'étude d'un son et de la lettre correspondante + une séance de révision
 - *Prétests (décembre) et post-tests (avril)*
- Identification de phonèmes
 - *Identification de phonèmes en position initiale* (ex: lézard; lavabo, peigne, collier)
 - *Identification de phonèmes en position finale* (ex: noisette; carte, glace, livre)
- Identification de lettres (« montre-moi le a » : **c e x a o**)
- Décodage de pseudo-mots (ex: **ti, ila, ita, rapi**)

Procédure générale



■ *Déroulement des séances d'entraînement*

Multisensoriel-HVAM

- *Comptine*
 - Lettres mobiles
 - *Posters*
 - Grandes/ petites lettres
 - Discrimination
 - *Cartes*
- } Exploration
Visuo-haptique
et haptique

Classique-VAM

- *Comptine*
 - Lettres sur papier
 - *Posters*
 - Jeu de barrage
 - Jeu de pioche
 - *Cartes*
- } Exploration
visuelle

Des images pour mieux comprendre les
différents exercices

Exploration visuo-haptique des lettres en relief



**Exercice de
discrimination
haptique**



Expérience 1



- **Participants** : 26 enfants en grande section de maternelle (âge moyen 5 ans et 7 mois)
- 6 sons et lettres correspondantes /a/, /i/, /r/, /l/, /t/, /p/
- Exemple de lettres en relief (de petite et de grande taille) utilisées dans l'entraînement multisensoriel HVAM

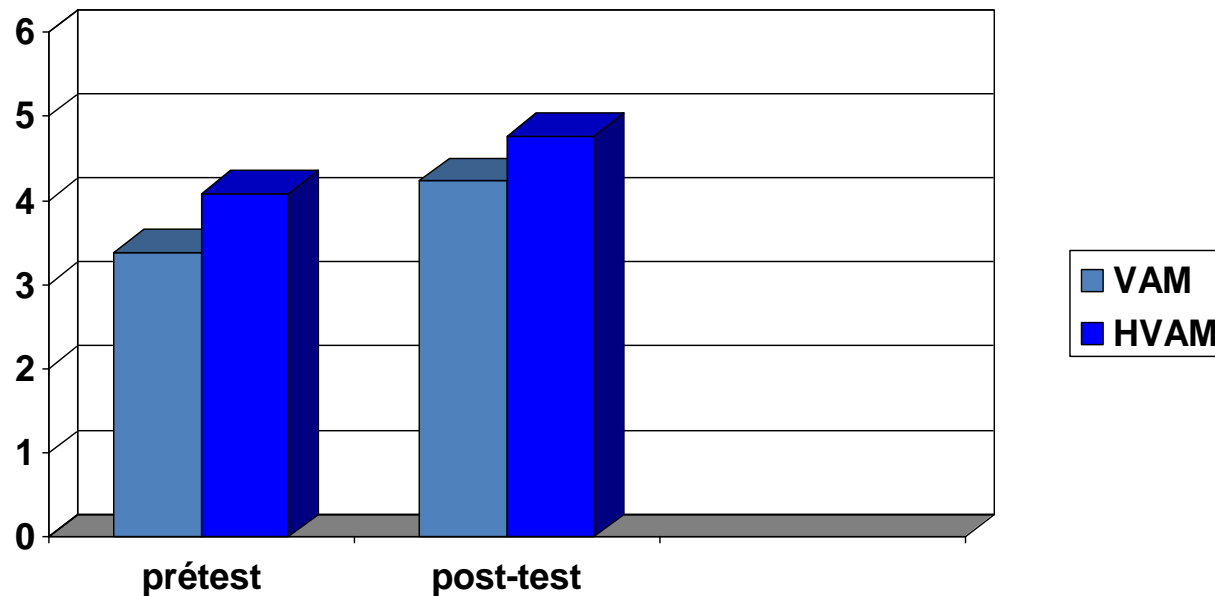


Expérience 1



- **Résultats**

- Identification de lettres



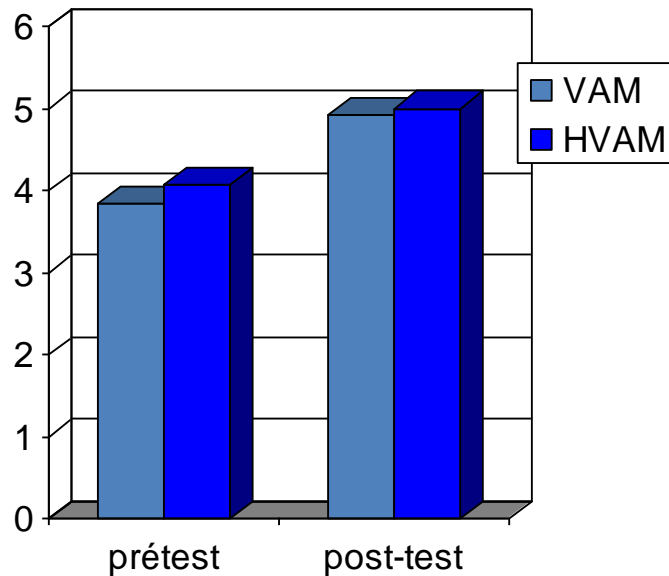
Nombre moyen de lettres identifiés avant et après chacun des entraînements

Expérience 1

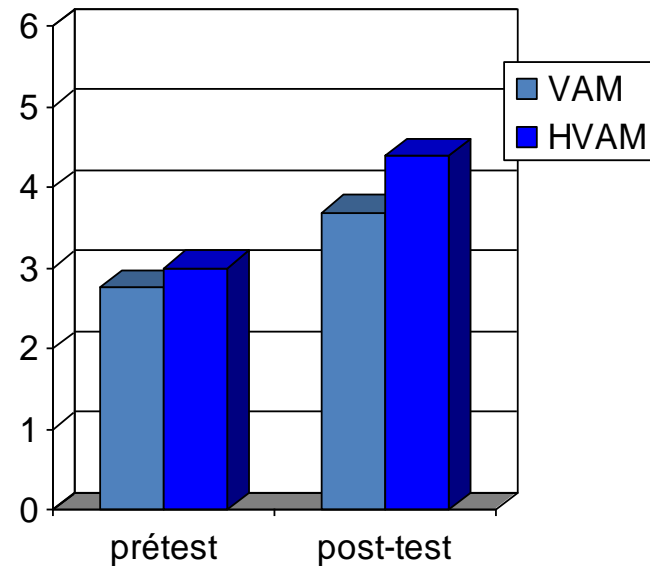


- **Résultats**

- Tâches phonologiques



Phonème initial



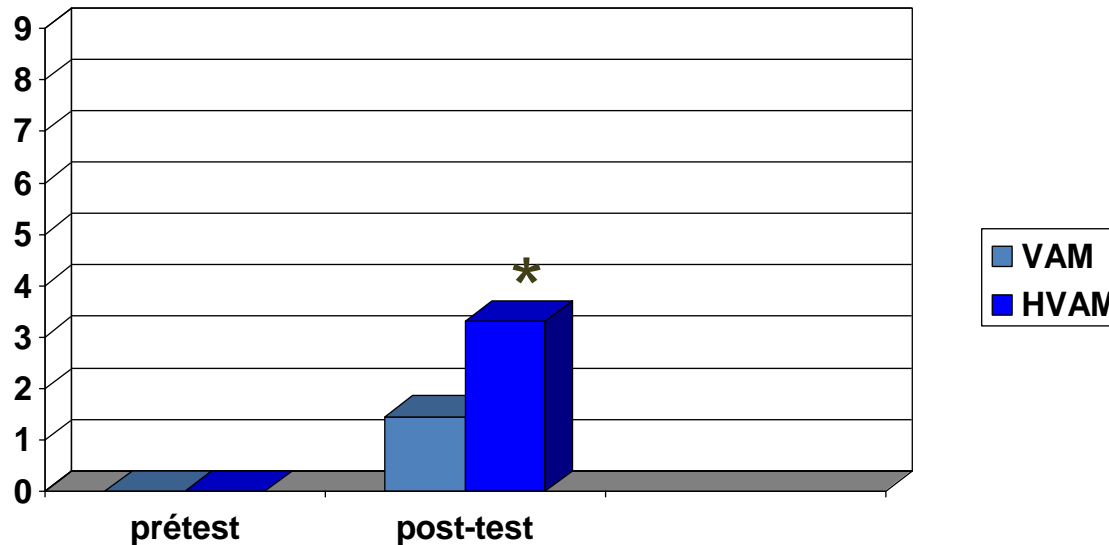
Phonème final

Expérience 1



- **Résultats**

- Décodage de pseudo-mots



Nombre moyen de pseudo-mots décodés avant et après chacun des entraînements

Expérience 1



- **Conclusion 1**

L'ajout de l'exploration haptique, dans un entraînement destiné à développer la conscience phonémique et la connaissance des lettres, aide les enfants à mieux comprendre et utiliser le principe alphabétique et ainsi, permet d'améliorer leur niveau de décodage.

Pourquoi ?

Rôle de l'exploration séquentielle des lettres (Exp. 2 et 3)



- Spécificités fonctionnelles des modalités visuelle, auditive et haptique
 - **Vision** : perception quasi-simultanée
 - **Audition** : perception séquentielle des sons de la parole
 - **Haptique** : perception séquentielle mais possibilité d'appréhender les propriétés spatiales des objets

- Est-ce la séquentialité de l'exploration ou l'exploration haptique en elle-même qui est responsable des améliorations en décodage?

Bara, F., Gentaz, E., Colé, P., & Sprenger-Charolles, L. (2004). The visuo-haptic and haptic exploration of letters increases the kindergarten-children's understanding of the alphabetical principle. *Cognitive Development, 19*, 433-449.

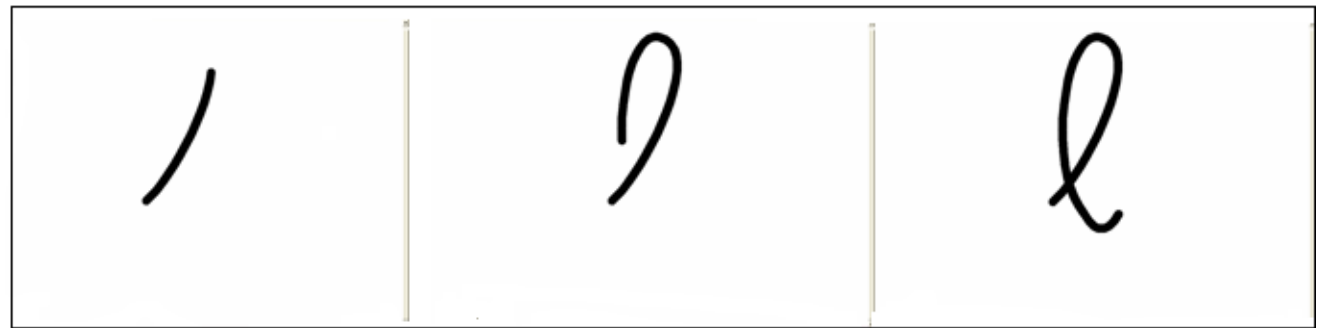
Expériences 2 et 3



- Comparaison de trois entraînements

■ Expérience 2

- HVAM-Multisensoriel
- VAM
- VAM-séquentiel



■ Expérience 3

- HVAM-Multisensoriel
- VAM
- VAM-biologique

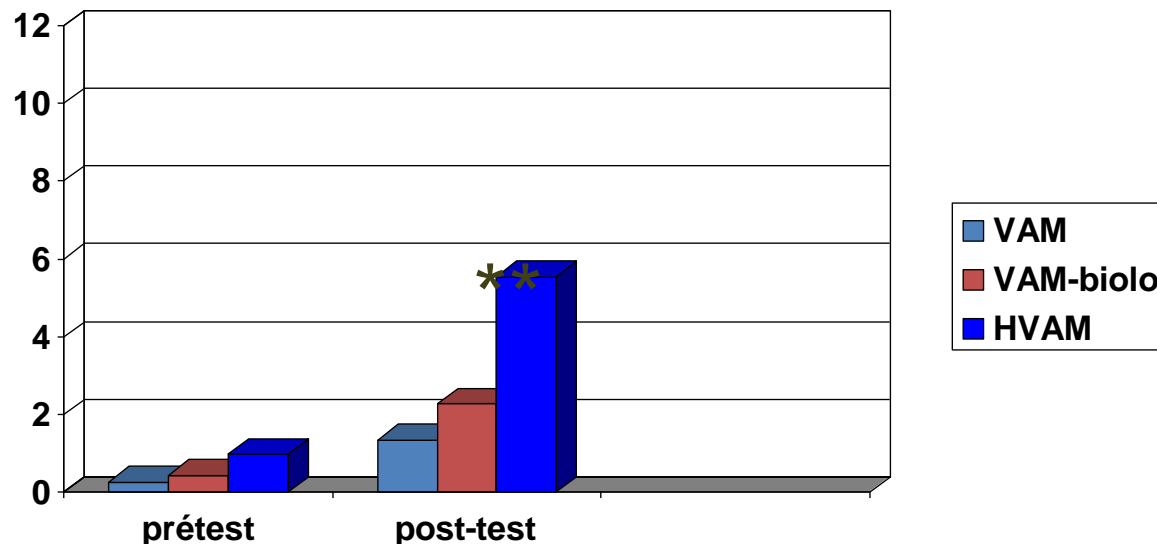


Expériences 2 et 3



• Résultats de l'expérience 3

- Pas de différence significative entre les trois groupes pour les tests phonologiques et d'identification de lettres
- Décodage de pseudo-mots, HVAM > VAM et VAM-biologique



Nombre moyen de pseudo-mots décodés avant et après chacun des entraînements

Rôle de l'exploration séquentielle des lettres (Exp. 2 et 3)



- **Conclusions 2 et 3**
 - La séquentialité de l'exploration ne permet pas d'expliquer à elle seule les effets bénéfiques de l'entraînement multisensoriel sur le niveau de décodage.
 - Importance de l'acte moteur initié de manière active par l'enfant,
 - Rôle d'un « codage multiple » de la lettre : vision, haptique et moteur

Expérience 4

- **Objectifs**

- Est-ce que ce type d'entraînement est efficace avec des enfants « susceptibles d'avoir des difficultés à apprendre à lire »?
- Va-t-on observer les mêmes effets qu'avec des enfants de « classes régulières »?
- Vérifier la pertinence de cet entraînement en situation écologique (avec les enseignants)

- **Participants**

- 132 enfants scolarisés en REP

Expérience 4

- Caractéristiques des enfants

	Rimes	Phonème initial	Phonème final	Lettres	Vocabulaire	Carrés de Kohs
Classes de REP (N=132)	3,90 (1,81)	3,48 (1,81)	3,14 (1,74)	11,31 (7,03)	56,33 (18,59)	23,96 (6,45)
Classes régulières (N=60)	4,99 (1,34)	3,10 (1,58)	3,23 (1,44)	15,91 (6,38)	69,56 (15,80)	25,68 (5,33)

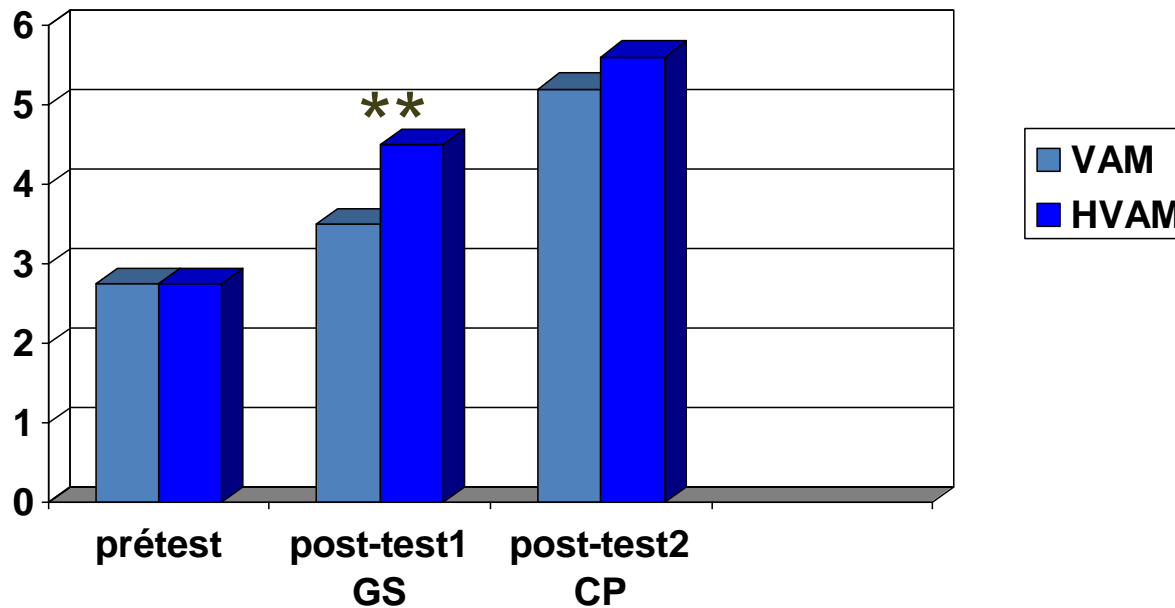
- Niveau plus faible en vocabulaire, identification de lettres et identification de rimes

➔ Enfants à risque de présenter des difficultés lors de l'apprentissage de la lecture (Hatcher, Hulme & Snowling, 2004)

• Résultats

- Pas de différence entre les entraînements conduits par les enseignants et par les expérimentateurs

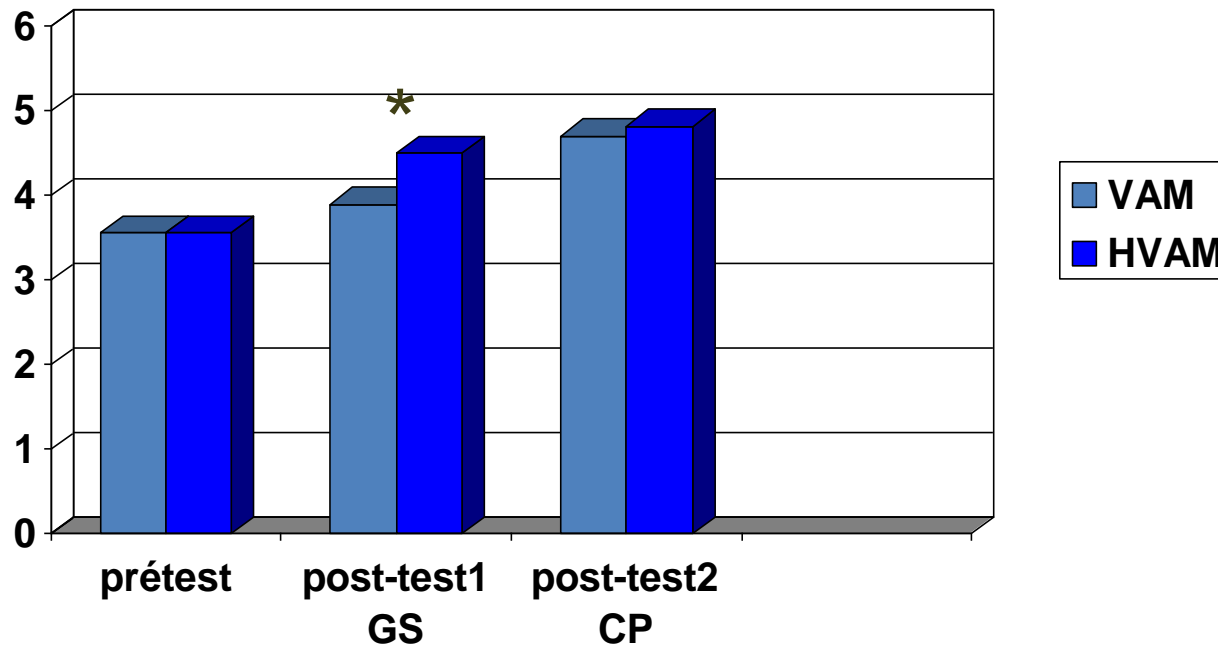
○ *Identification de lettres*



Nombre moyen de lettres identifiées avant et après chacun des entraînements

- Résultats

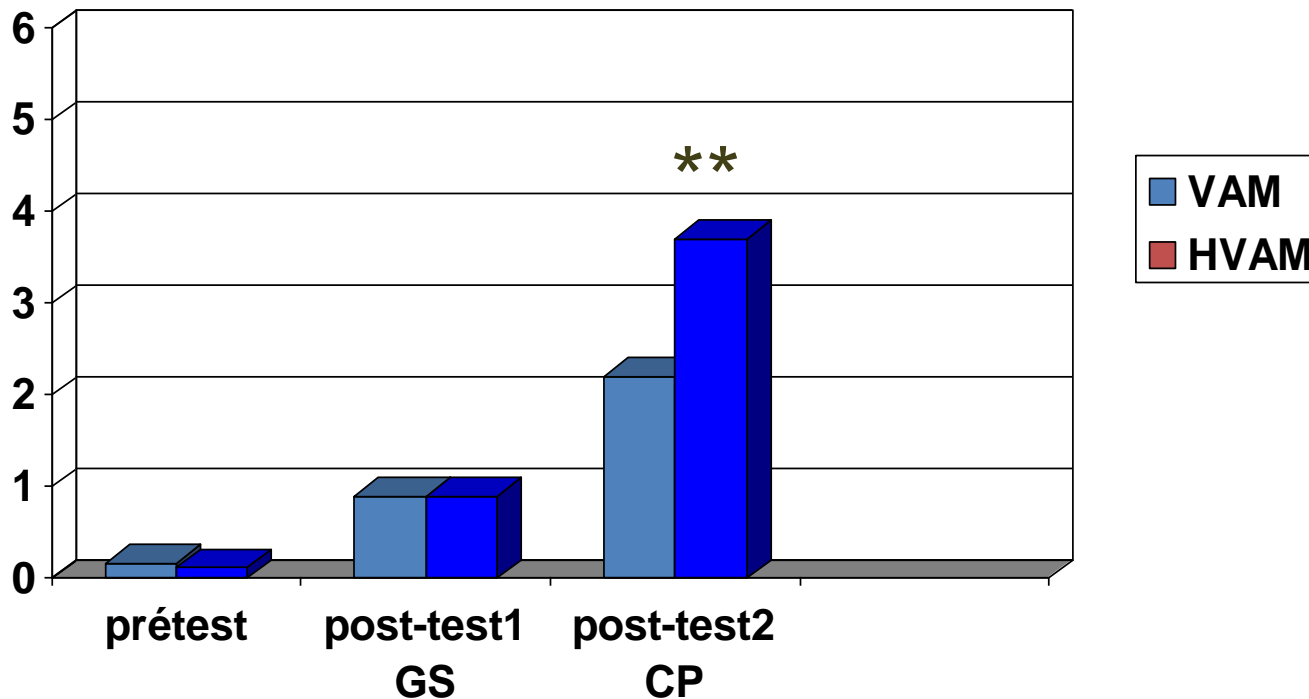
- Identification de phonèmes en position initiale



Nombre moyen de phonèmes en position initiale identifiés avant et après chacun des entraînements

- Résultats

- Décodage de pseudo-mots



Nombre moyen de pseudo-mots décodés avant et après chacun des entraînements

Expérience 4

- **Conclusion**

- L'effet sur le décodage n'est pas immédiat :
 - en maternelle (décembre à avril): amélioration des compétences de base pour la lecture (conscience phonémique et connaissance des lettres)
 - en CP (septembre): meilleure compréhension et utilisation du principe alphabétique → meilleures performances en décodage

Conclusion générale



- L'ajout de l'exploration haptique de lettres en relief dans un entraînement de préparation à la lecture améliore le niveau de décodage des enfants de manière plus importante qu'une exploration visuelle.
- Cet effet ne semble pas être dû à la séquentialité de l'exploration (exploration visuelle séquentielle), ni à la composante kinesthésique (lettres en creux).
- Ce type d'entraînement a également des effets bénéfiques chez les enfants susceptibles d'avoir des difficultés dans l'apprentissage de la lecture, mais les effets sur le décodage sont décalés dans le temps.
- Effet général ou spécifique ?

Etude chez l'adulte (Ex. 5)



- Les apprentissages complexes sont facilités par le toucher qui joue le rôle de «ciment» entre stimuli visuels et auditifs (non familiers)
- Cet «effet ciment» correspond-t-il à un effet général, facilitant, à tout âge l'apprentissage d'associations arbitraires?
 - Existe-t-il chez les adultes?

Exemple d'un apprentissage associatif entre stimuli visuels et auditifs chez l'adulte

Stimuli

- 15 stimuli visuels dérivés de l'alphabet japonais « katakana »



- imprimés pour le groupe visuel
 - en reliefs pour le groupe visuo-haptique
- 15 stimuli auditifs non familiers

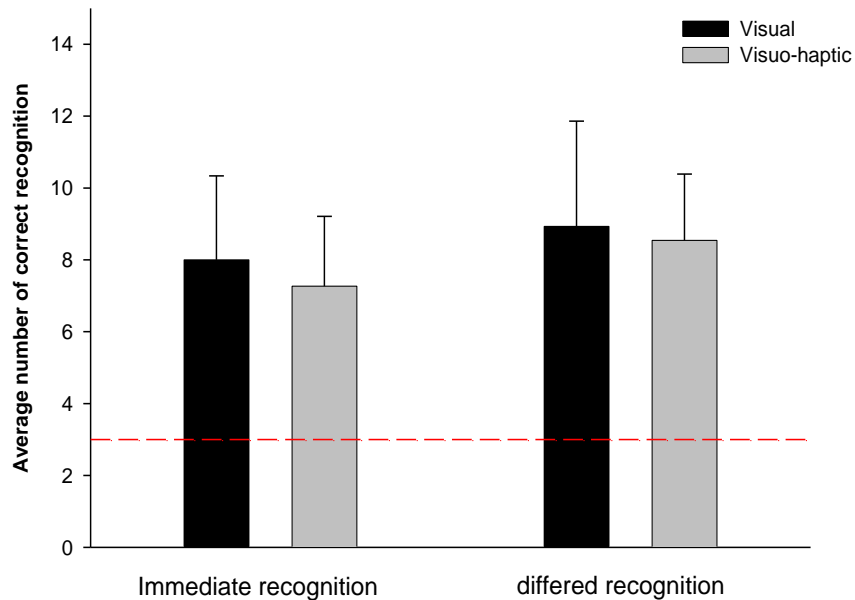
Fredembach B, de Boisferon AH, Gentaz E (2009) Learning of Arbitrary Association between Visual and Auditory Novel Stimuli in Adults: The “Bond Effect” of Haptic Exploration. PLoS ONE 4(3): e4844.
doi:10.1371/journal.pone.0004844

Tâche et tests

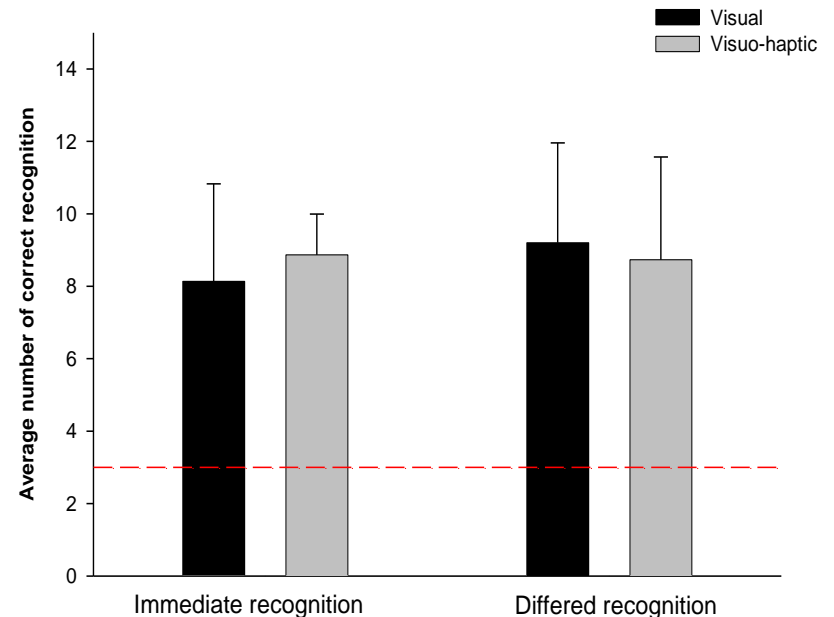
- Apprentissage de 15 associations stimuli visuels- stimuli auditifs en 15 min
- Comparaison de deux méthodes d'apprentissage: **visuel** et **visuo-haptique**
- * Reconnaissance immédiate et différée
 - Reconnaissance intramodale visuelle
 - Reconnaissance intramodale auditive
 - Reconnaissance intermodale visuo-auditive
 - Reconnaissance intermodale audio-visuelle

Résultats : tests intra-modaux

(A) Reconnaissance visuelle



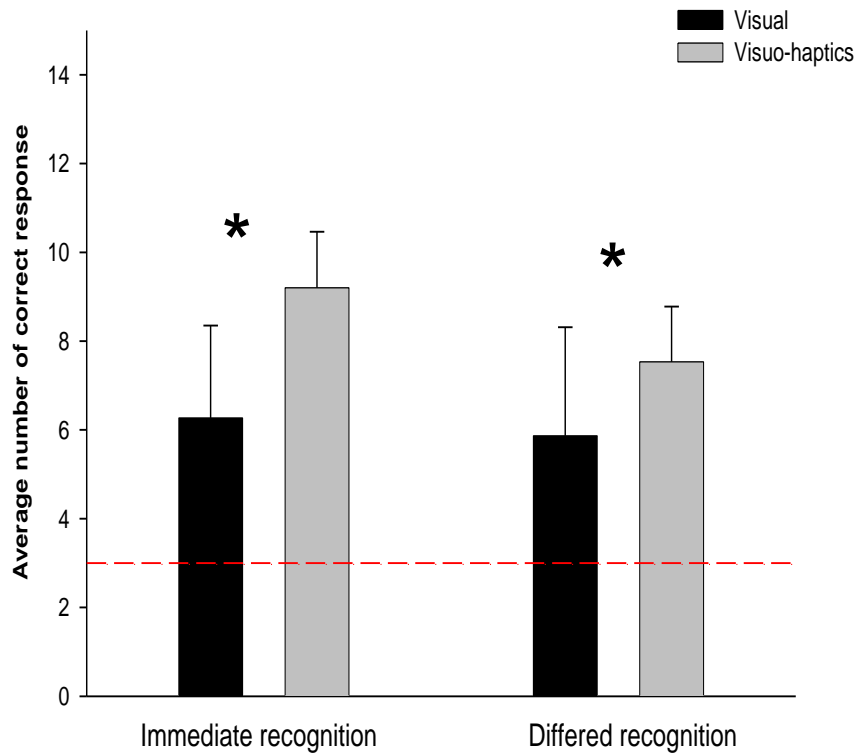
(B) Reconnaissance auditive



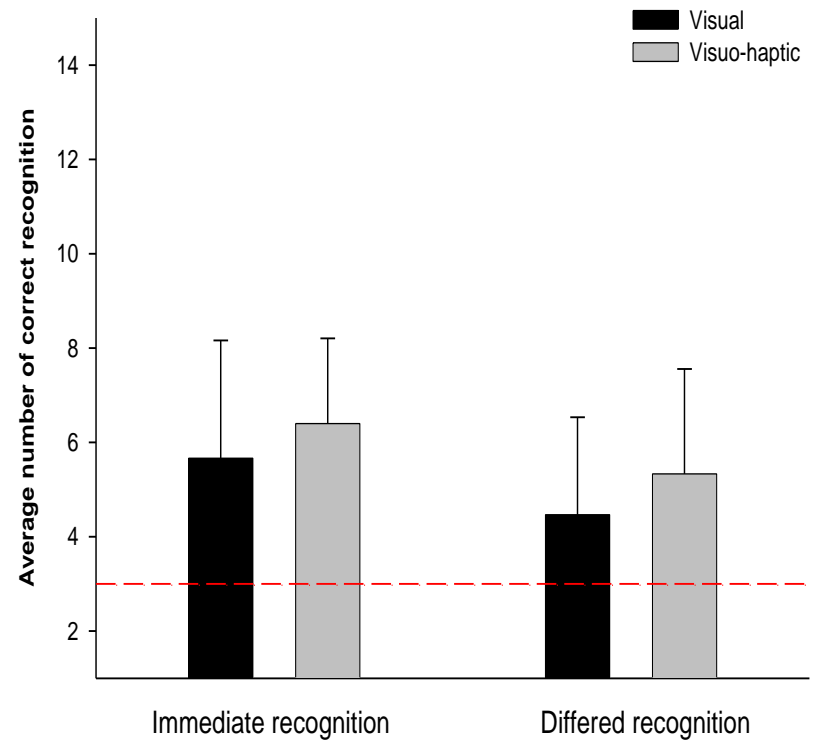
Moyenne (et écart-types) des stimuli visuels et stimuli auditifs correctement reconnus (maximum 15) selon le délai et les groupes

Résultats : tests intermodaux

(A) Visuo-auditif



(B) Audio-visuel



Mean and standard deviation of visuo-auditory (A) and audio-visual (B) associations correctly recognized (maximum 15) as function of learning method and delay.

Conclusions et perspectives

- L'ajout de l'exploration haptique dans un apprentissage de liens arbitraire entre stimuli visuels et auditifs améliore la mémorisation de ces liens de manière plus importante qu'une simple exploration visuelle
- La modalité haptique partage à la fois des propriétés de la modalité visuelle (traitement global des caractéristiques de forme) et de la modalité auditive (traitement séquentiel des caractéristiques du son)
 - ➔ Consolidation de l'association arbitraire entre les stimuli visuels et auditifs

Observations des enseignantes : amélioration des tracés des lettres ...



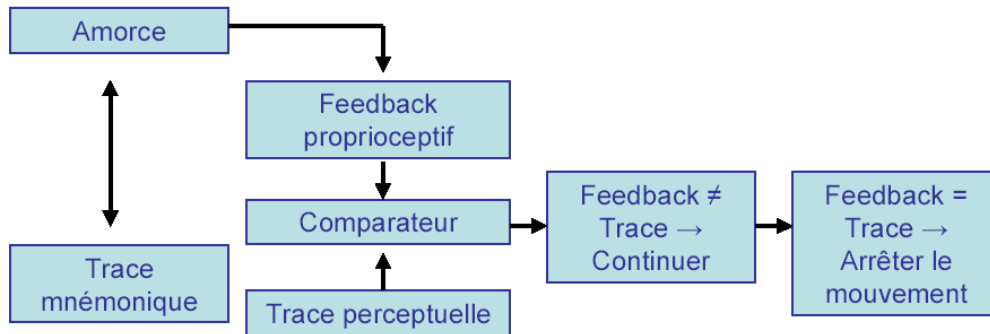
Apprendre à écrire

Sommaire

- 1. Ecrire: brefs rappels
- 2. Comment préparer l'apprentissage de l'écriture ?
- 3. Apports des guidages visuo-haptiques :
 - Apport des interfaces à retour d'effort
 - Evaluations comportementales chez les enfants
 - Chez les adultes
- 4. Apports des méthodes multisensorielles classiques avec des lettres en relief et en creux
- 5. Conclusions

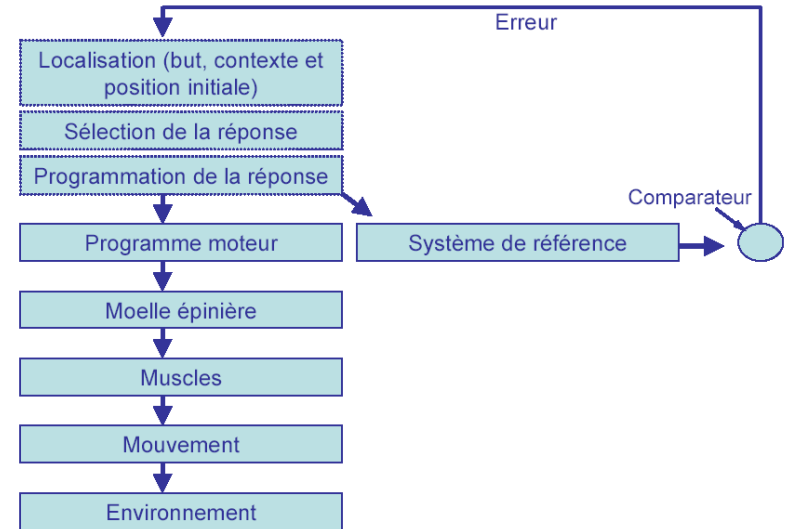
1.1. L'écriture entant qu'acte moteur:

- 2 grands modes de contrôle des activités motrices: rétroactif et proactif



Récupération d'une trace motrice en MLT et ajustements en temps réel grâce aux feedback sensori-moteur

Le **contrôle rétroactif**: sur la base de 2 types d'indices sensoriels : **visuels et tactilo-kinesthésiques**.



Le mouvement est entièrement programmé et exécuté sans référence aux indices sensoriels.

Le **contrôle proactif**: sur la base de **programmes moteurs**.

1. Ecrire: brefs rappels

- **1.3. Modèle de production de l'écriture experte**

(Van Galen, 1991)

Modules de traitement	Taille des unités	Type de mémoire
activation d'intentions	idées	mémoire épisodique
↓	↓	
rappel sémantique	concepts	lexique verbal
↓	↓	
construction syntaxique	phrases	mémoire à court terme
↓	↓	
orthographe	mots	tampon orthographique
↓	↓	
sélection des allographes	graphèmes	mémoire motrice
↓	↓	
contrôle de la taille	allographes	tampon moteur
↓	↓	
ajustement musculaire	traits	
↓	↓	
formation de la trajectoire en temps réel		

Activation des programmes moteurs

1. Ecrire: brefs rappels

- **1.4. L'acquisition de l'écriture**

- ***Les préalables***

- Niveau de **maturation motrice** doit être suffisant, meilleure régulation du tonus et de la statique...

- ***L'apprentissage de l'écriture***

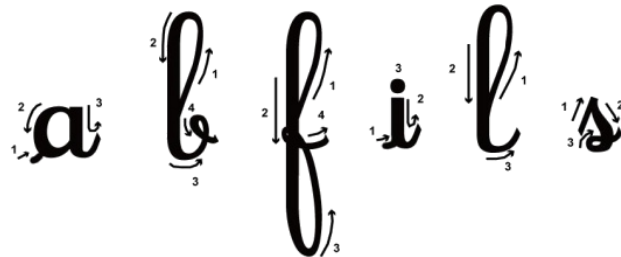
- Acquérir une **représentation des lettres** qui guide leur production.
- Acquérir un **programme moteur** spécifique pour chaque lettre.
- Progression d'un **contrôle rétroactif** (feedback sensoriels) à un **contrôle proactif** (représentation interne du programme moteur).

1. Ecrire: brefs rappels

- Automatisation de l'écriture permet de libérer des ressources attentionnelles et cognitives (programmation et production) pour des traitements de plus haut niveau.
- Petit exercice...

2. Comment préparer l'apprentissage de l'écriture? Exercices habituels

- Améliorer la représentation visuelle de la lettre:
 - Exercices de copie
 - Présentation visuelle de la lettre associée à l'explication sur la manière de former chacun des traits.



- Améliorer la représentation motrice de la lettre:
 - Exercices de pré-écriture
 - Réflexion de l'enfant sur la qualité des traces produites

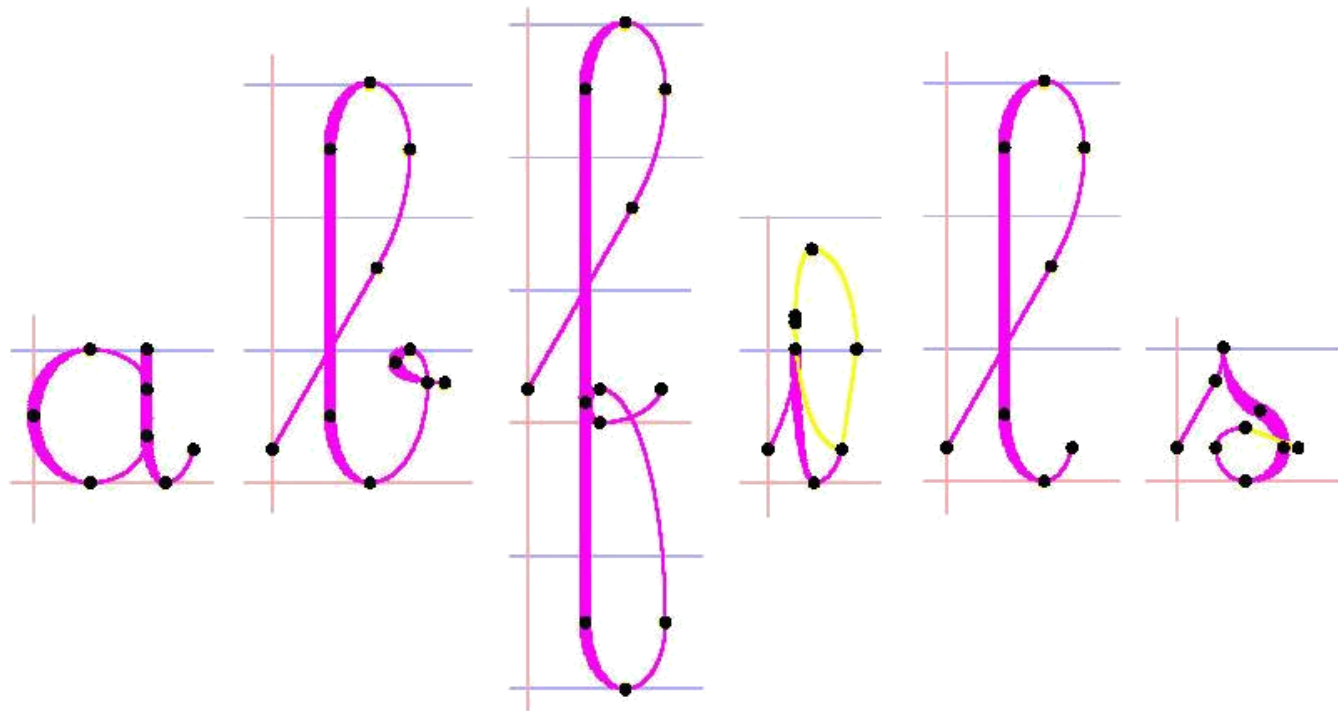
3. Apport des guidages haptiques (Télémaque)



- Permet aux enfants de reproduire une lettre selon un modèle:
 - **statique** (forme correcte)
 - **dynamique** (selon les lois psychophysiques de production motrice; Viviani, 1994)
- ⇒ Elaboration d'exercices ludiques

Effets bénéfiques de cette interface sur la qualité des tracés de lettres (amélioration de la fluidité du mouvement)?

Aspects statiques et dynamiques de la police virtuelle



Hennion, B, Gentaz, E., Gouagout, P. & Bara, F. (2005). Telemaque, a new visuo-haptic display interface for remediation of dysgraphic children. *IEEE WorldHaptics*, 410-419.

Expérience: évaluation des apports de Télémaque

- **Participants:**
 - 42 enfants (20 garçons et 22 filles) en grande section de maternelle.
Age moyen 5 ans et 5 mois
 - **Prétests et post-tests:**
 - Copie de 6 lettres cursives (*a, b, f, i, l, s*)
 - mesure de la qualité de l'écriture:
 - Vitesse moyenne
 - Nombre de pics de vitesse
 - Nombre de levés de crayon
- ⇒ Création de 2 groupes homogènes

- **Entraînements:**

Une session d'entraînement (20 min) par lettre et par semaine.

Visuo-haptique

N=21

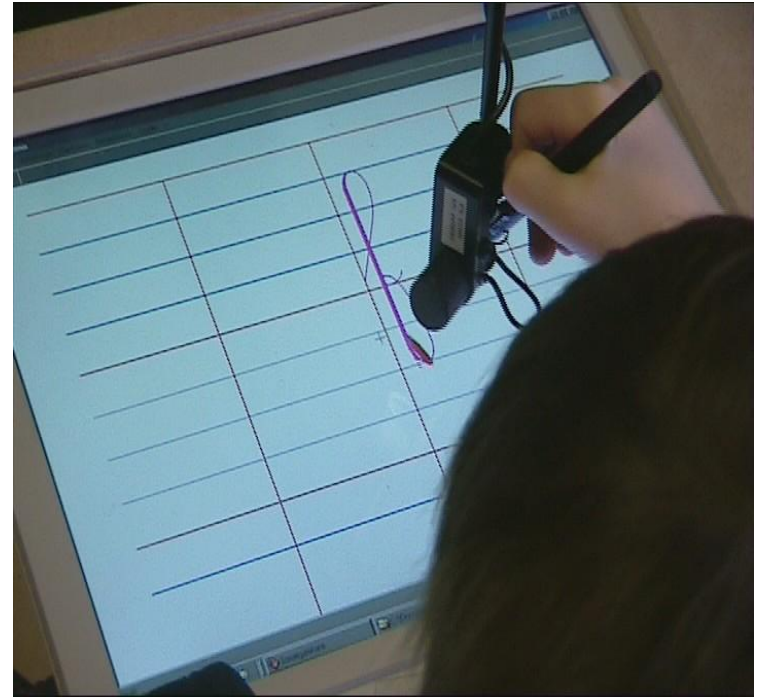
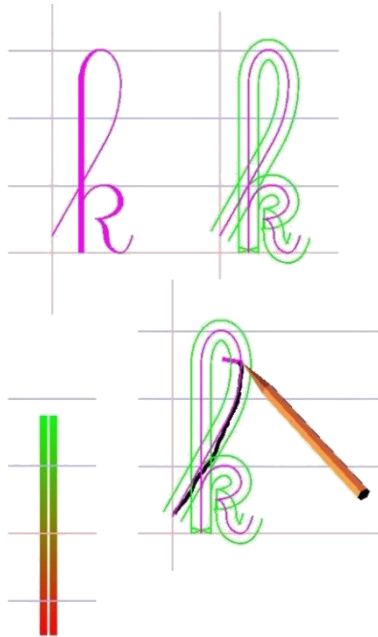
- Coloriage de la lettre
- Puzzle de la lettre
 - **Jeu du circuit**
- **Tracé dynamique**

Contrôle

N=21

- Coloriage de la lettre
- Puzzle de la lettre
- Copie de la lettre et jugement de qualité du tracé
- Copie de phrase à l'ordinateur

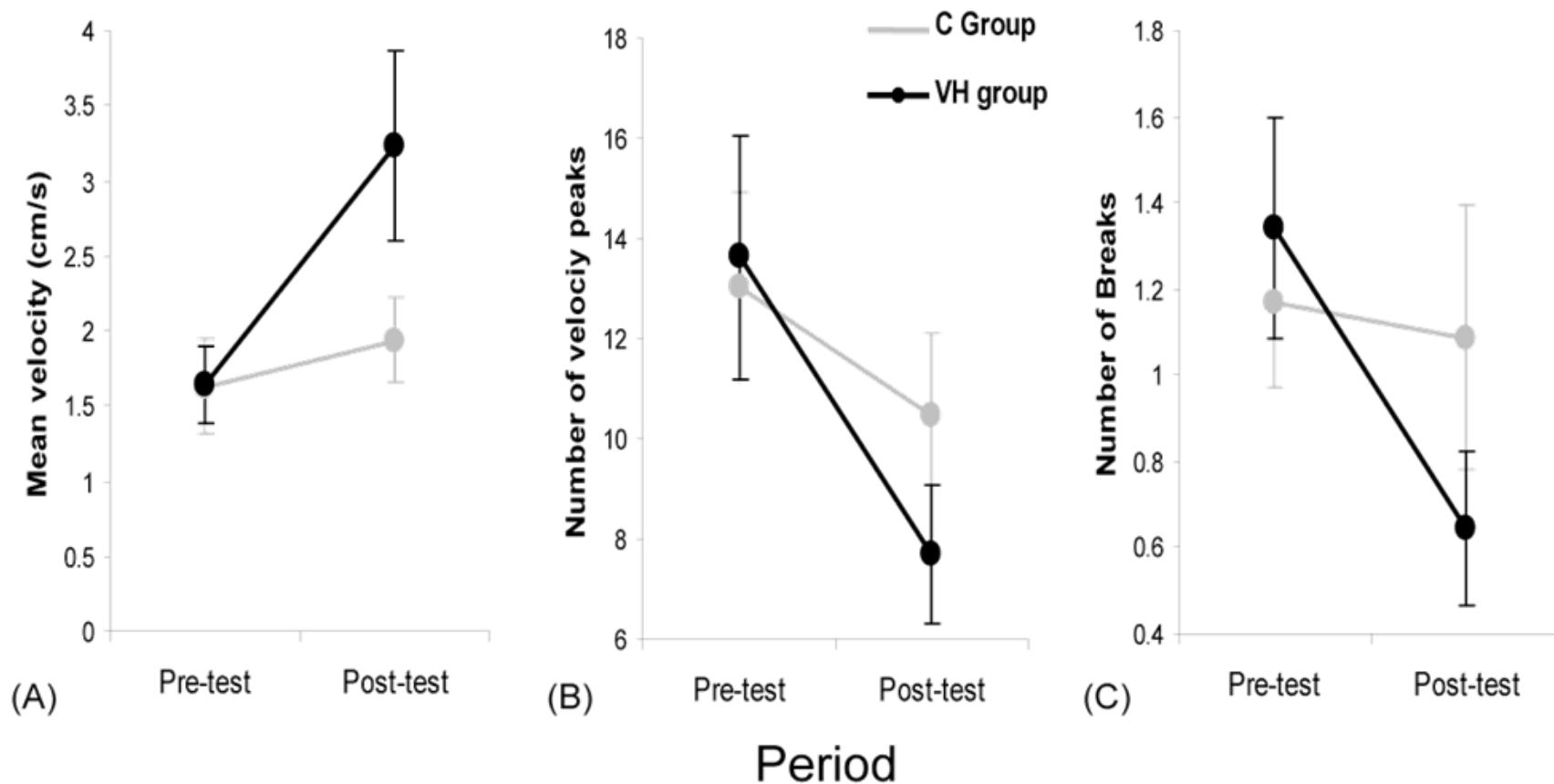
Le jeu du circuit et du tracé dynamique de la lettre



- Objectif: travailler sur l'ordre correct de production de la lettre

- Objectif: améliorer la réalisation du geste moteur

Résultats

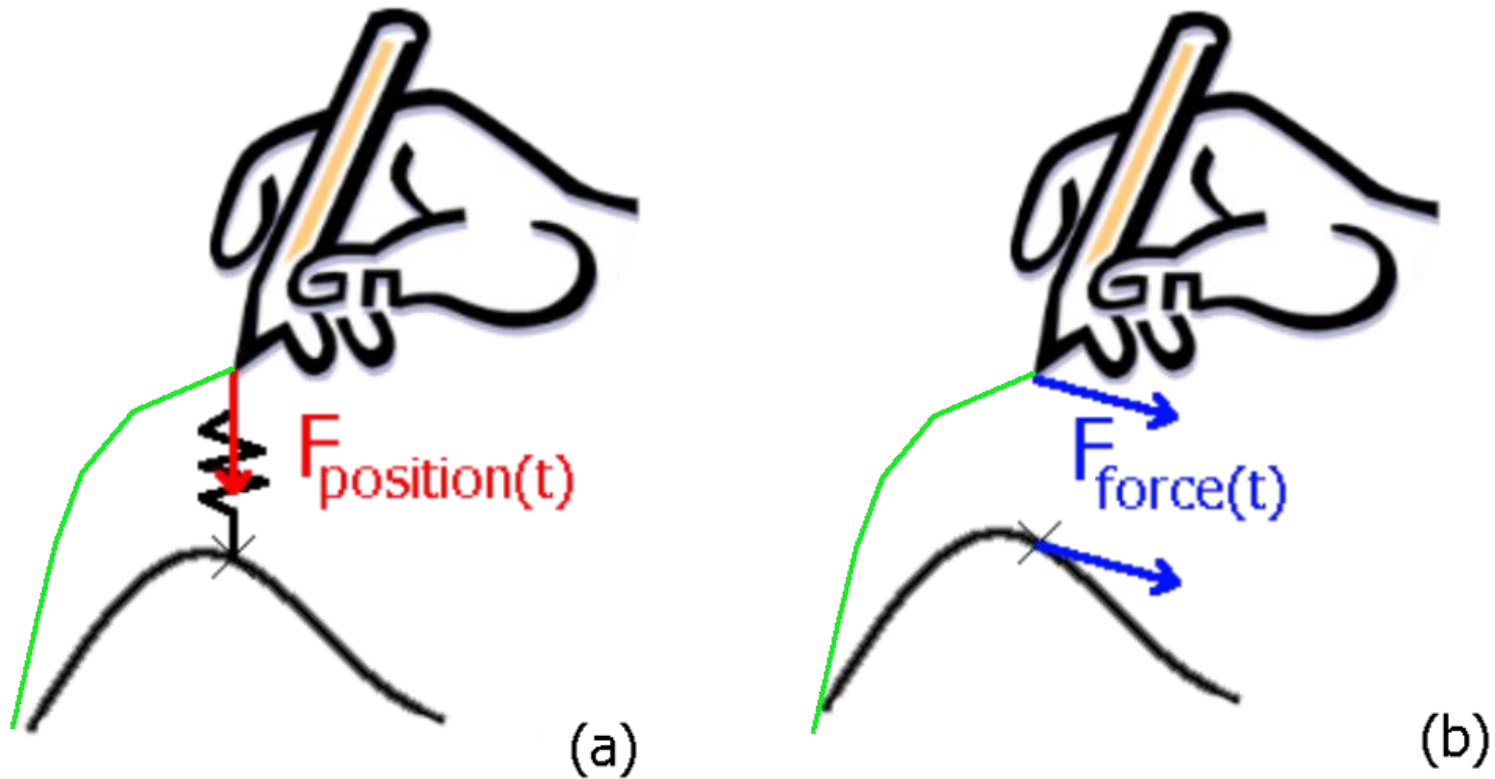


VH : entraînement visuo-haptique avec Télémaque
C : entraînement contrôle

Discussion

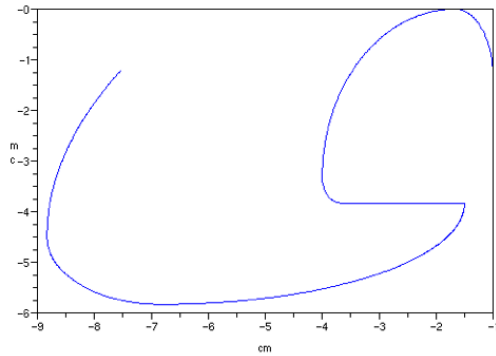
- Après l'entraînement visuo-haptique, la fluidité de l'écriture est améliorée pour chacune des lettres.
- L'utilisation de Télémaque aiderait :
 - le système moteur à incorporer les règles de production motrice de base
 - les enfants à utiliser davantage une stratégie proactive du contrôle du mouvement
- Et chez l'adulte ?

Deux types de guidage haptique

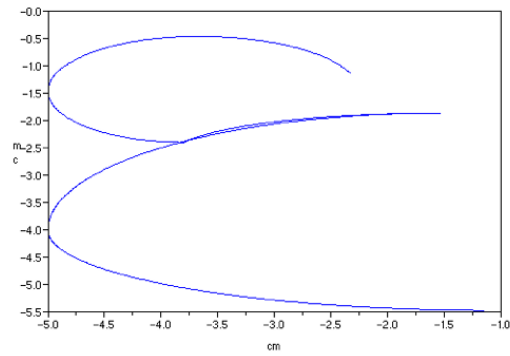


Quatre lettres « étrangères »

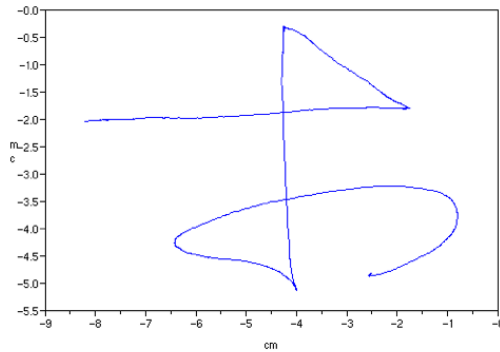
Arabic Letter #1



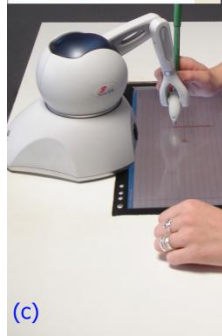
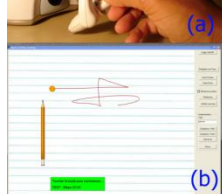
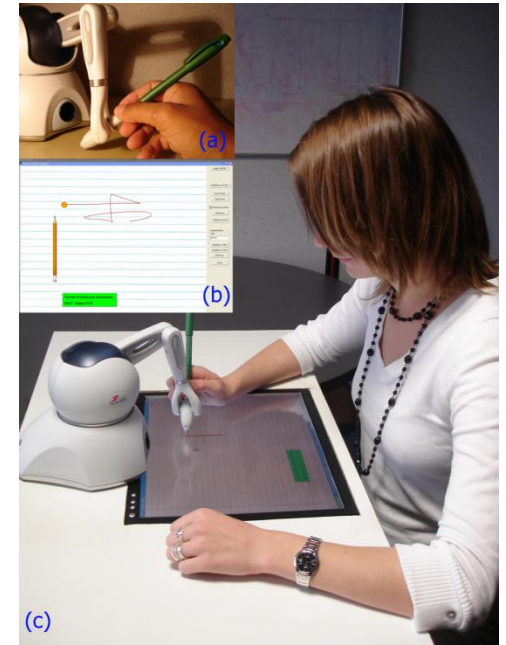
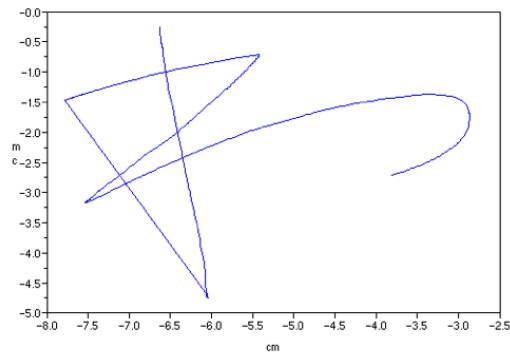
Arabic Letter #2



Japanese inspired Letter #3



Japanese inspired Letter #4



Méthode

Participants : 24 adultes

Pré-test : « tracking visuo-manuel » des lettres sans guidage

Mesures : - Vitesse Moyenne de Trace_{exp.}
- Nombre de pics de vitesse de vitesse

Trois entraînements : - Guidage en Position (HGP),
- Guidage en Force (HGF),
- pas de guidage haptique (GC).

Post-test : « tracking visuo-manuel » des lettres sans guidage

Résultats et conclusions

Après entraînement « guidage en force »

- augmentation de la vitesse: 4.97 cm/s à 6.34cm/s
- réduction du nombre de pic de vitesse: de 10.82 à 8.58

Conclusions:

- amélioration de la fluidité après HGF
- absence d'amélioration après HGP et GC

Problème : problème d'accès à cette technologie....

Perspectives

Compréhension de l'effet bénéfique de l'ajout de l'exploration-visuo-haptique

Bases neurales chez l'adulte

Remédiation de la dysgraphie

Valorisations : outils pédagogiques pour les enseignants

Publications scientifiques disponibles sur ma page web:

http://webu2.upmf-grenoble.fr/LPNC/membre_edouard_gentaz

E-mail : Edouard.Gentaz@upmf-grenoble.fr

Pour en savoir plus...

- Gentaz, E. & Dessus, P. (2004). *Comprendre les apprentissages. Sciences cognitives et éducation*. Paris: Dunod
- Dessus, E. & Gentaz, P. (2006). *Apprentissages et enseignement. Sciences cognitives et éducation*. Paris: Dunod.
- Gentaz E. (2009). *La main, le cerveau et le toucher*. Paris: Dunod





**Merci de votre
attention**