



*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](mailto: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

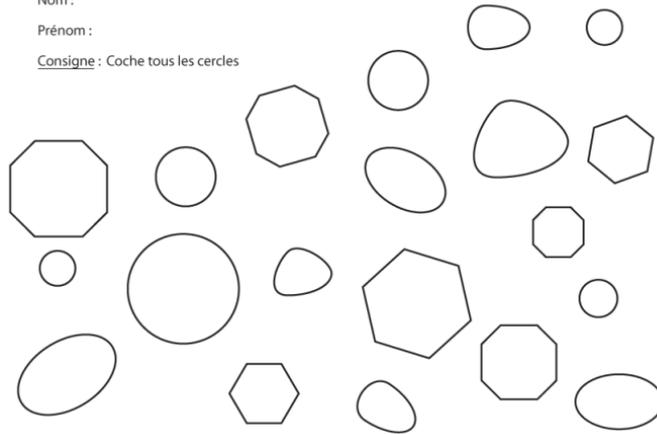
## Participants

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

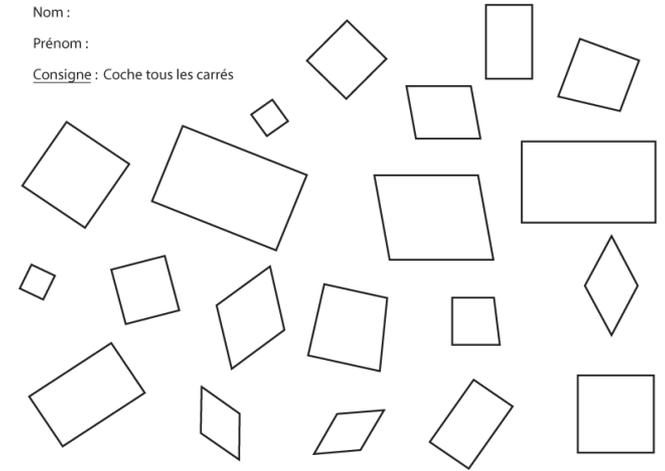
## Matériel

« Coche tous les... »

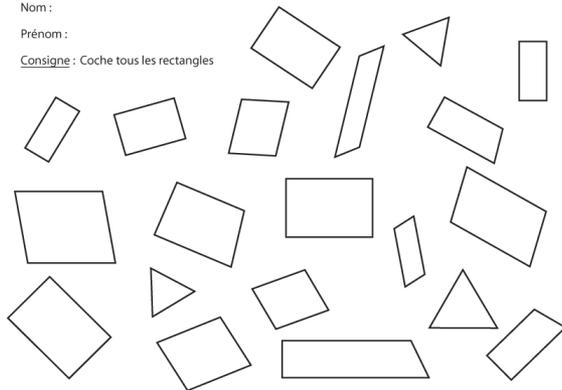
Nom :  
Prénom :  
Consigne : Coche tous les cercles



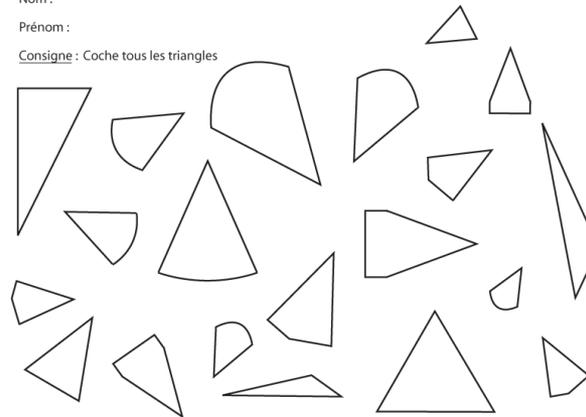
Nom :  
Prénom :  
Consigne : Coche tous les carrés



Nom :  
Prénom :  
Consigne : Coche tous les rectangles



Nom :  
Prénom :  
Consigne : Coche tous les triangles



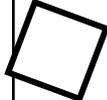
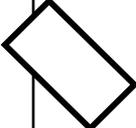
4 tests

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)

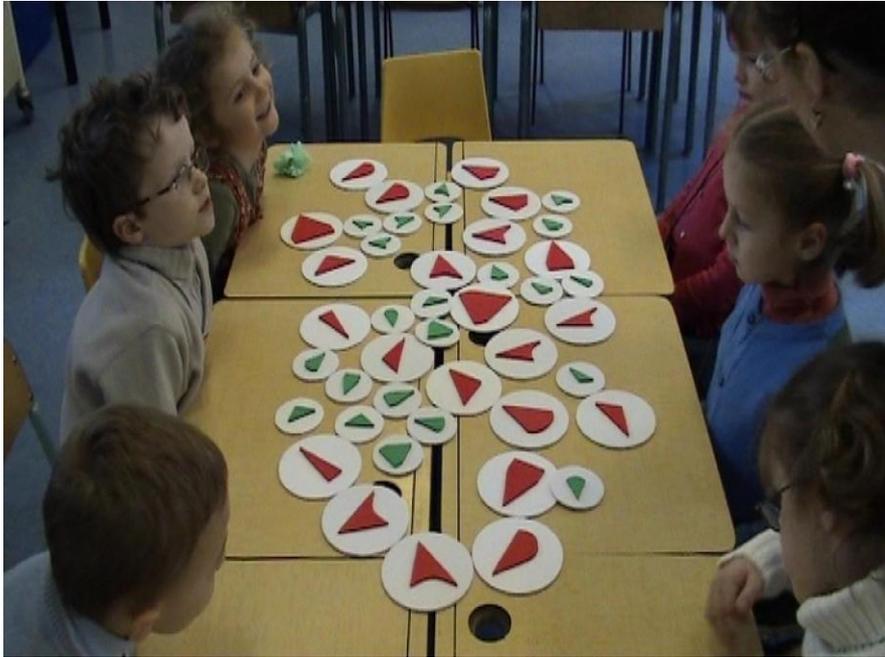
**Groupe V** 17 enfants de GS

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

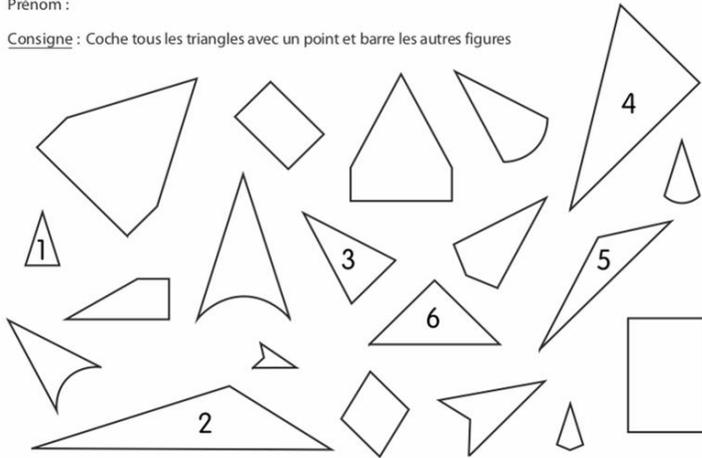


# Autre différence : nouveaux tests

Nom :

Prénom :

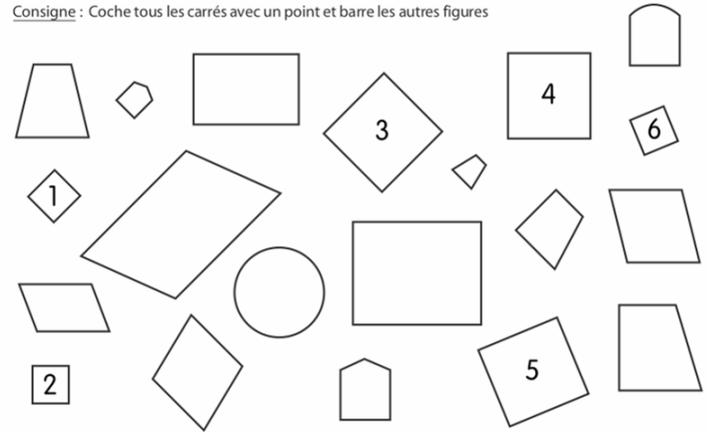
Consigne : Coche tous les triangles avec un point et barre les autres figures



Nom :

Prénom :

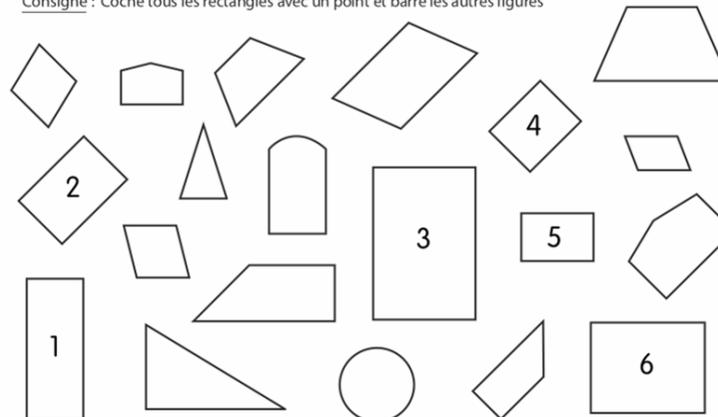
Consigne : Coche tous les carrés avec un point et barre les autres figures



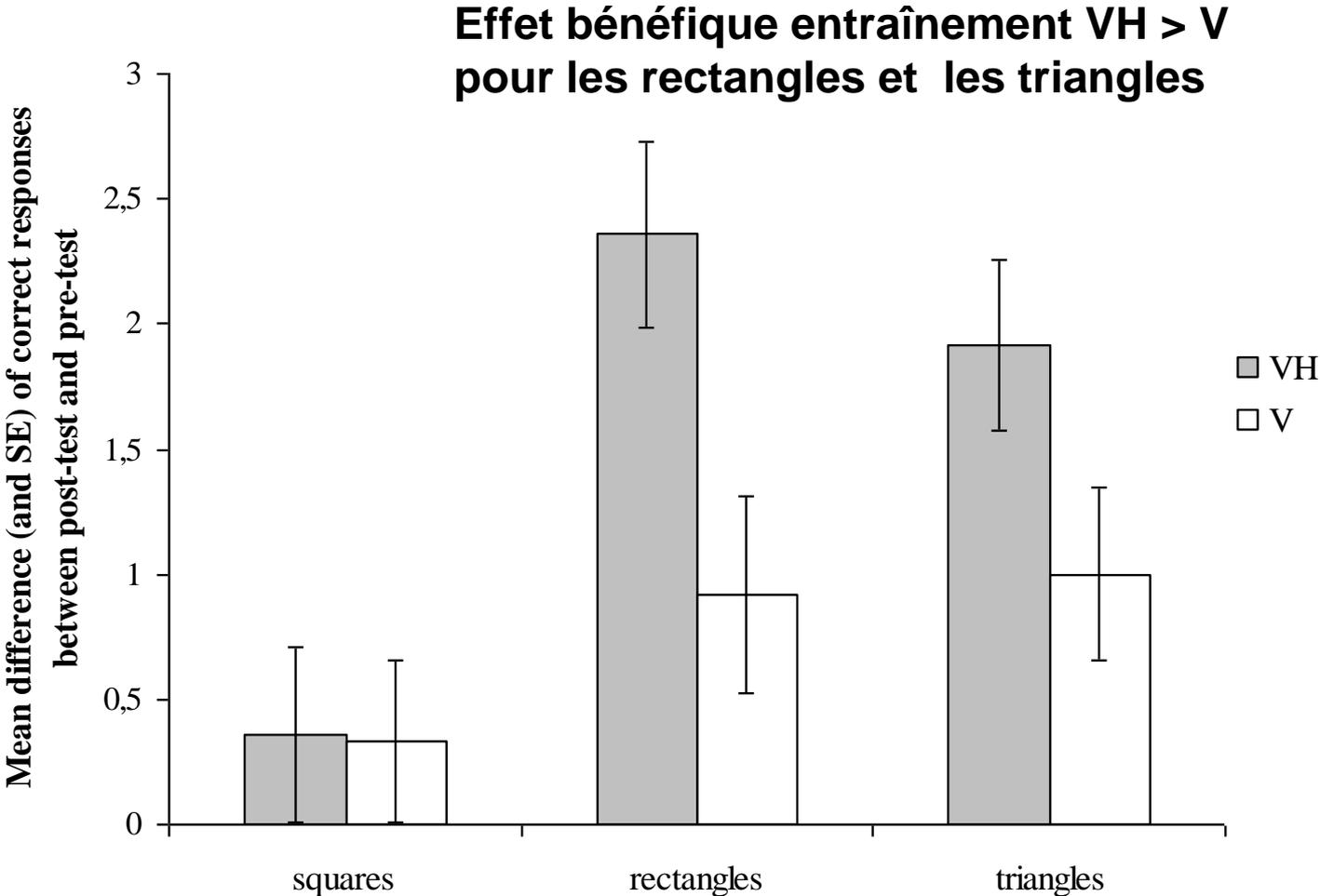
Nom :

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

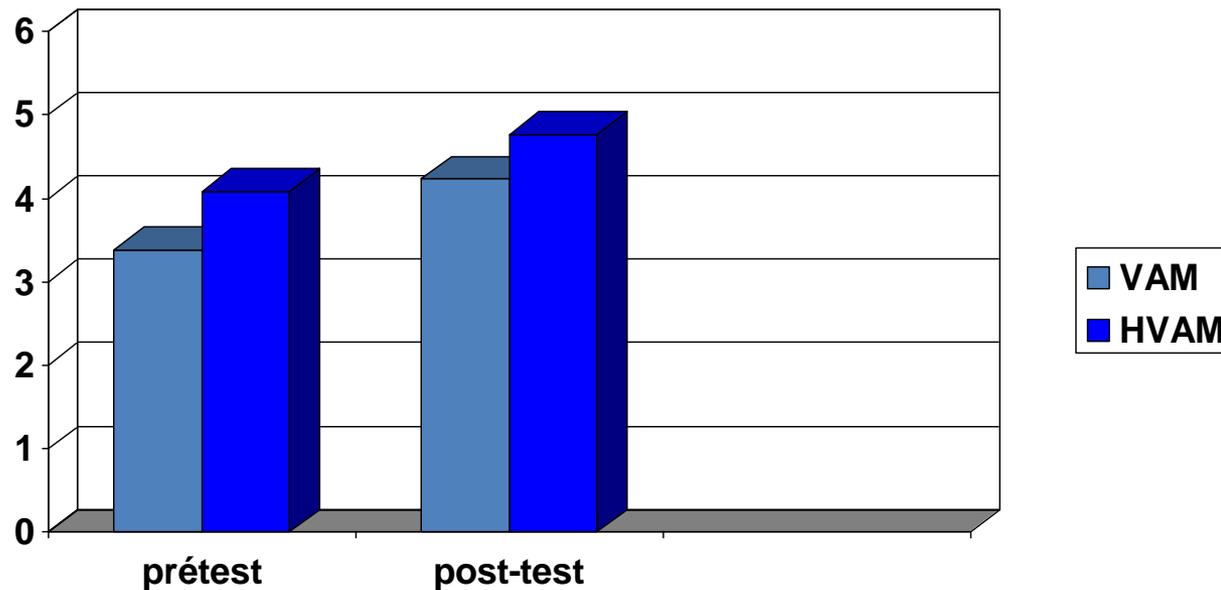


# Expérience 1



- **Résultats**

- Identification de lettres



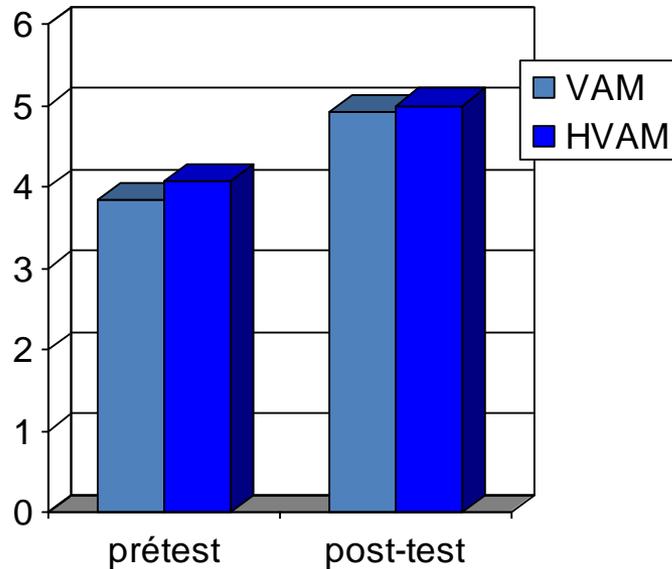
Nombre moyen de lettres identifiés avant et après chacun des entraînements

# Expérience 1

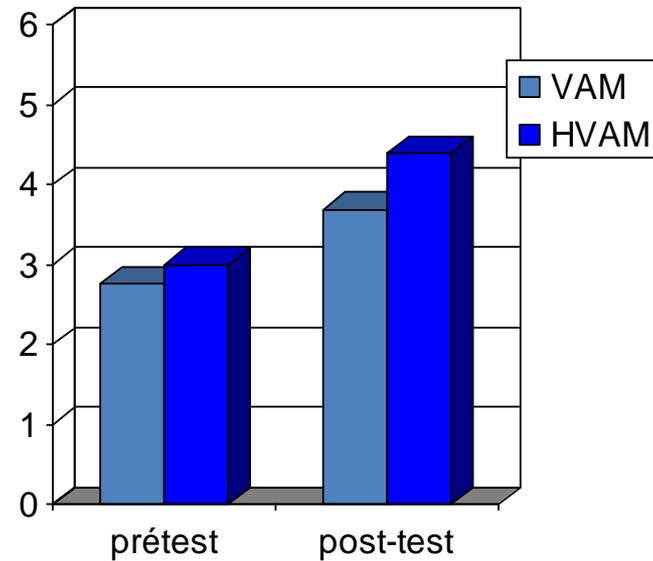


- **Résultats**

- Tâches phonologiques



Phonème initial



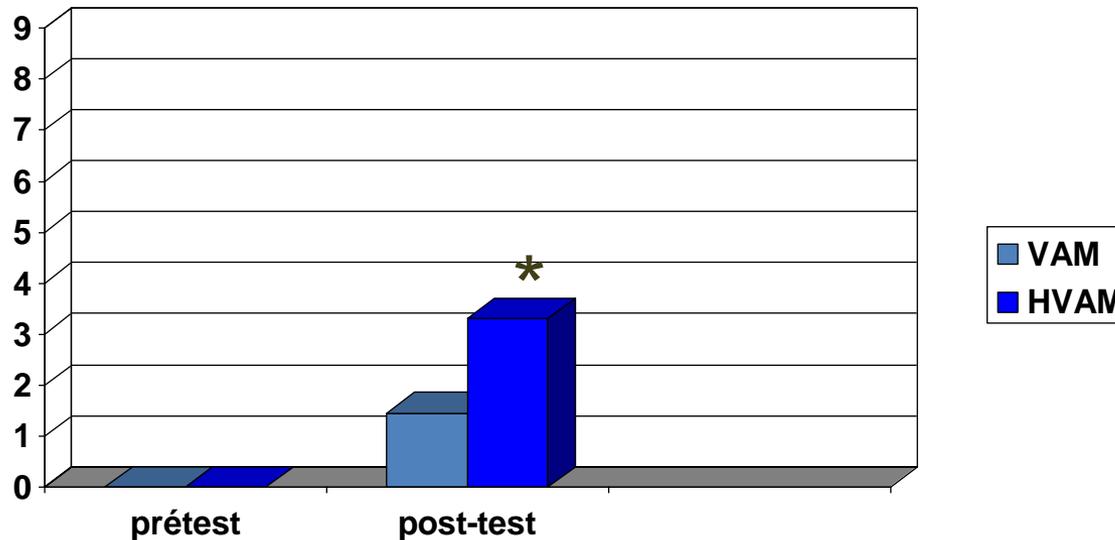
Phonème final

# 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.

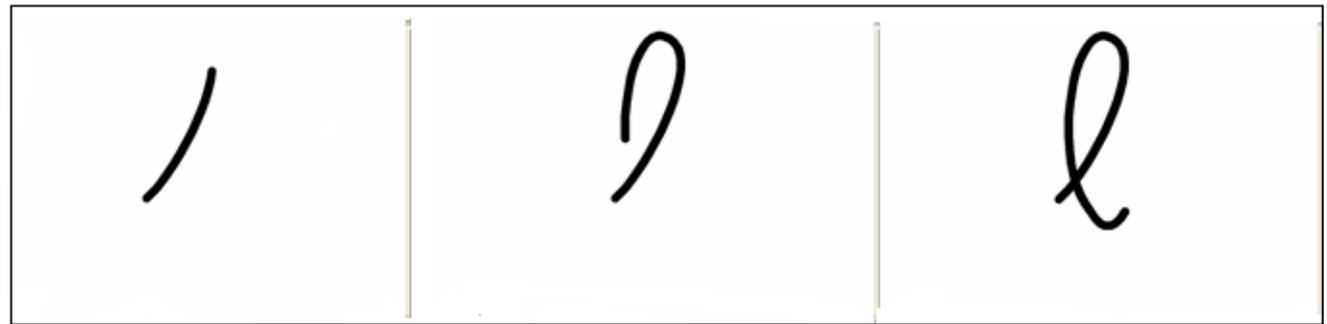
# Expériences 2 et 3



- Comparaison de trois entraînements

## ■ Expérience 2

- HVAM-Multisensoriel
- VAM
- VAM-séquentiel



## ■ Expérience 3

- HVAM-Multisensoriel
- VAM
- VAM-biologique

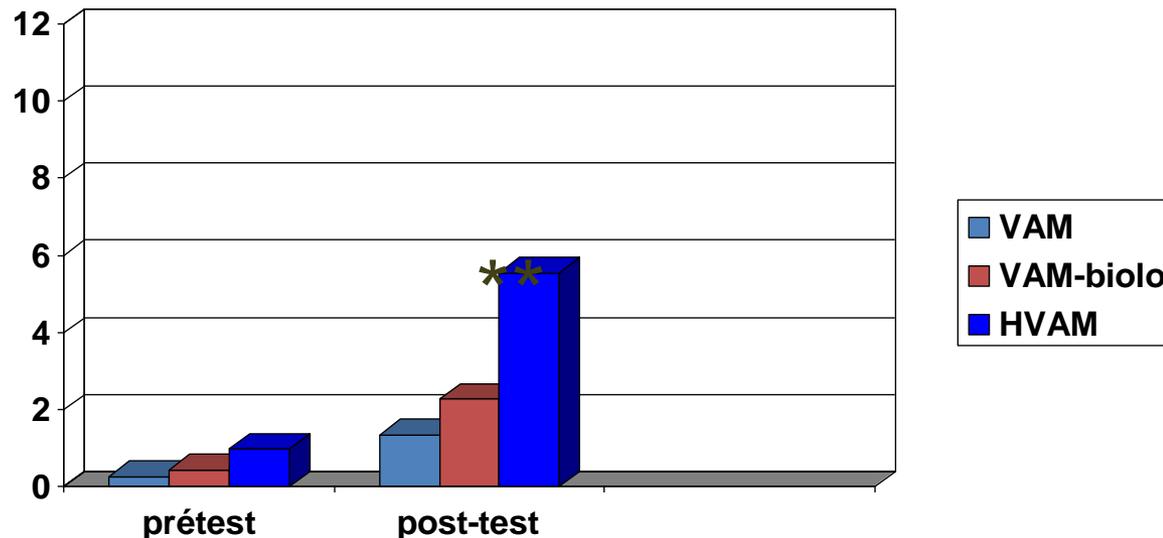


# Expériences 2 et 3



## • 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)	<b>3,90</b> <b>(1,81)</b>	<b>3,48</b> <b>(1,81)</b>	<b>3,14</b> <b>(1,74)</b>	<b>11,31</b> <b>(7,03)</b>	<b>56,33</b> <b>(18,59)</b>	<b>23,96</b> <b>(6,45)</b>
Classes régulières (N=60)	<b>4,99</b> <b>(1,34)</b>	<b>3,10</b> <b>(1,58)</b>	<b>3,23</b> <b>(1,44)</b>	<b>15,91</b> <b>(6,38)</b>	<b>69,56</b> <b>(15,80)</b>	<b>25,68</b> <b>(5,33)</b>

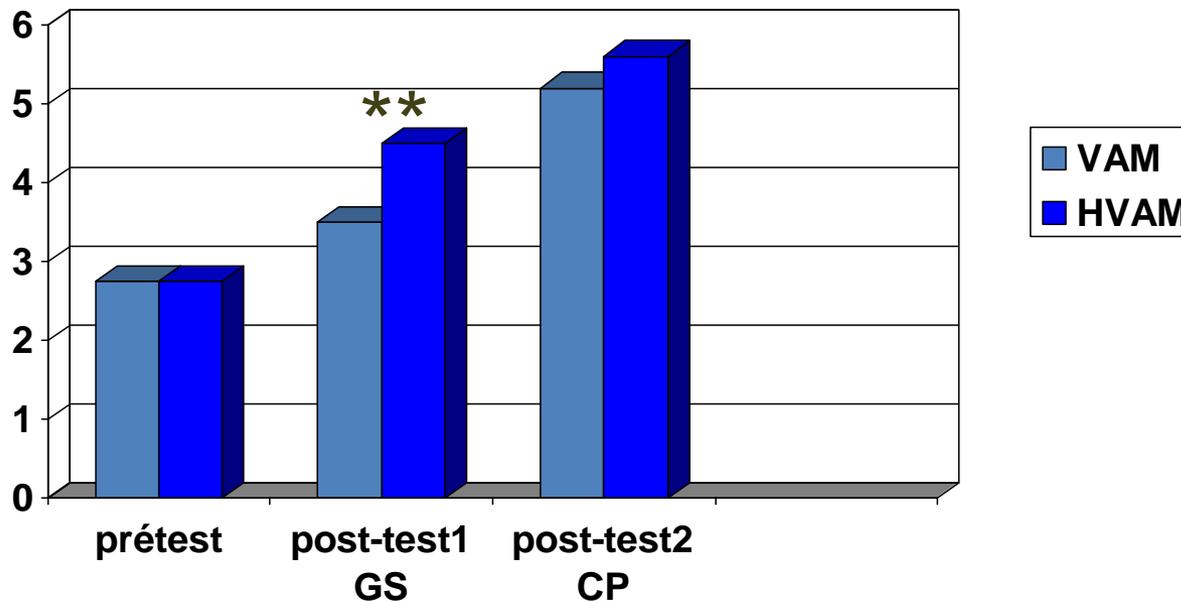
- Niveau plus faible en vocabulaire, identification de lettres et identification de rimes

➔ 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

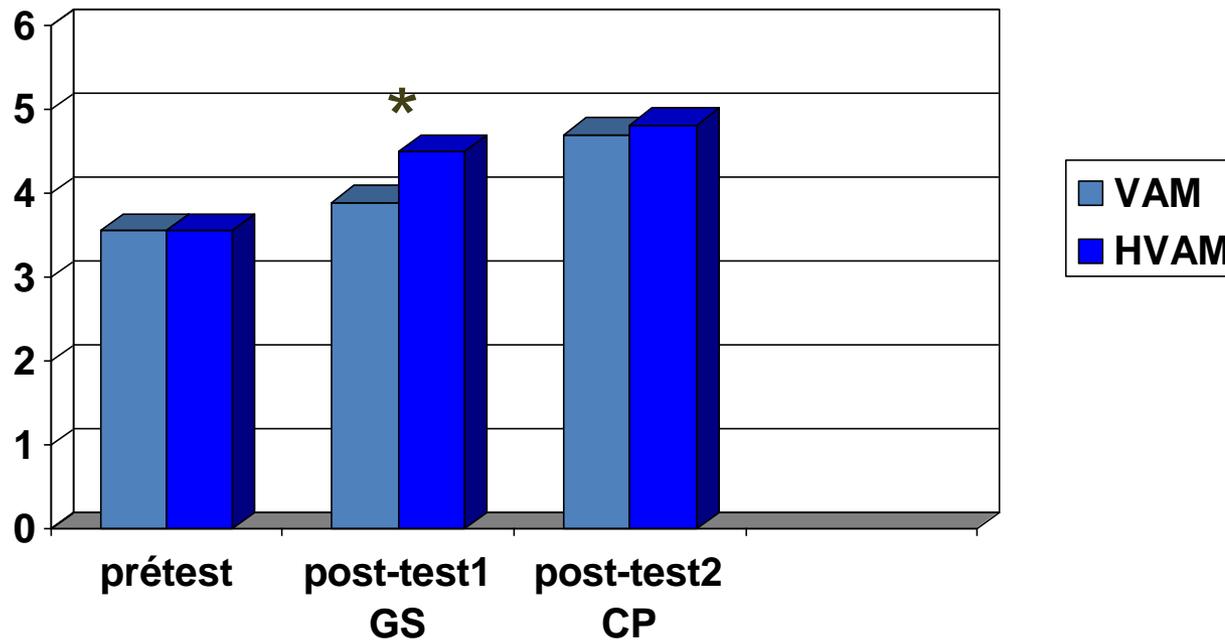
### ○ *Identification de lettres*



Nombre moyen de lettres identifiées avant et après chacun des entraînements

- Résultats

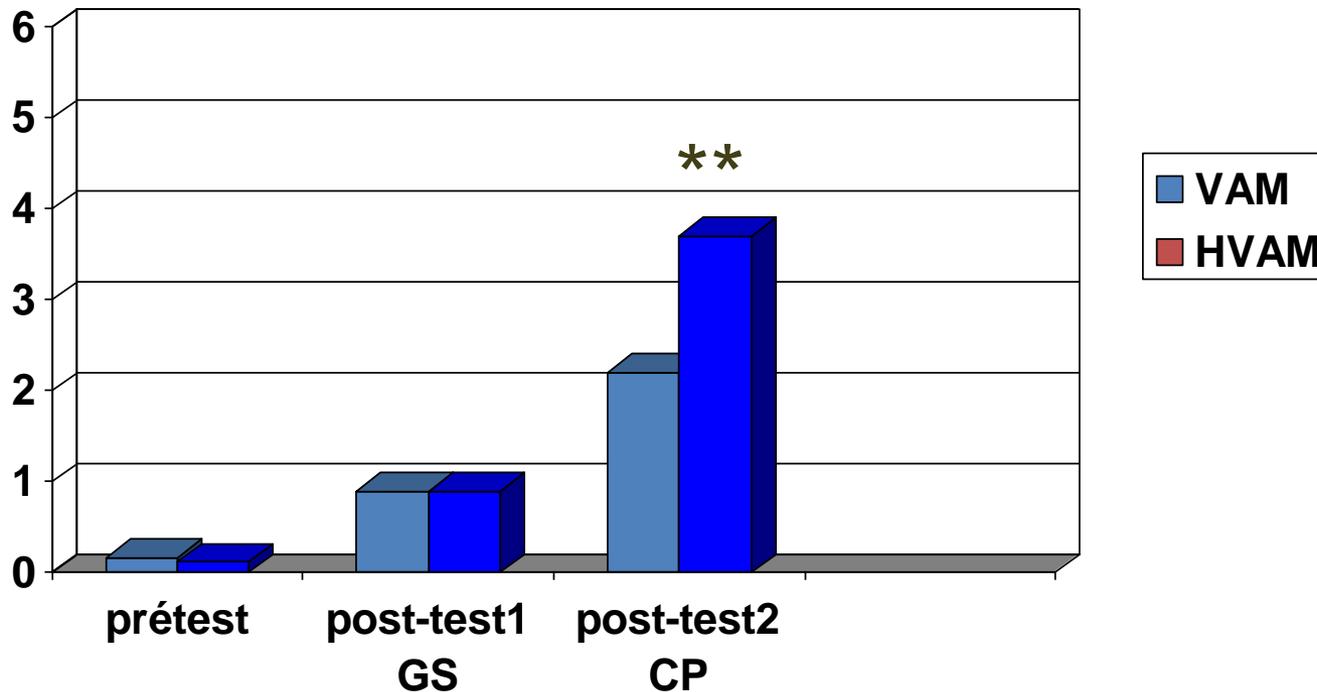
- Identification de phonèmes en position initiale



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

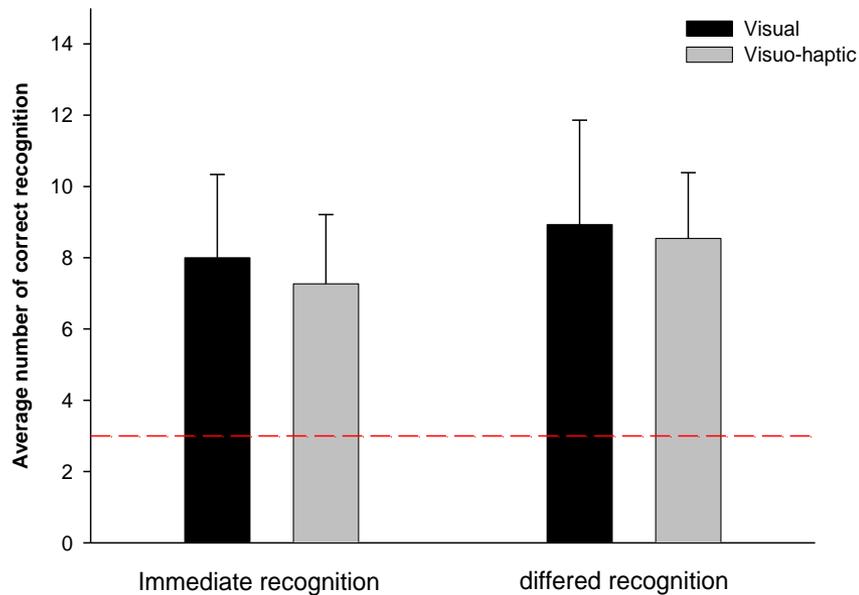
Fredembach B, de Boisferon AH, Gentaz E (2009) Learning of Arbitrary Association between Visual and Auditory Novel Stimuli in Adults: The “Bond Effect” of Haptic Exploration. PLoS ONE 4(3): e4844.  
doi:10.1371/journal.pone.0004844

# Tâche et tests

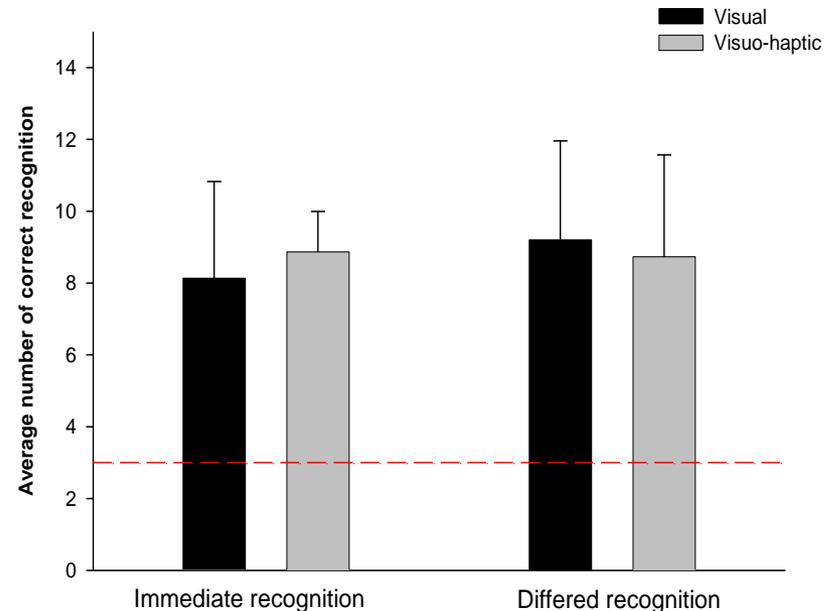
- Apprentissage de 15 associations stimuli visuels- stimuli auditifs en 15 min
- Comparaison de deux méthodes d'apprentissage: **visuel** et **visuo-haptique**
- \* Reconnaissance immédiate et différée
  - Reconnaissance intramodale visuelle
  - Reconnaissance intramodale auditive
  - Reconnaissance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

# Résultats : tests intra-modaux

(A) Reconnaissance visuelle



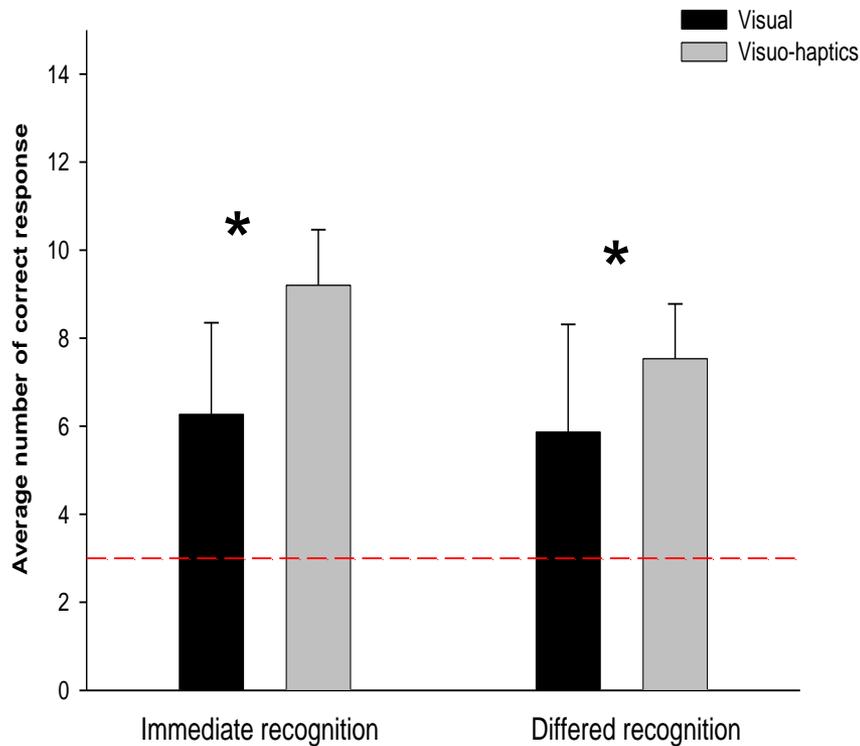
(B) Reconnaissance auditive



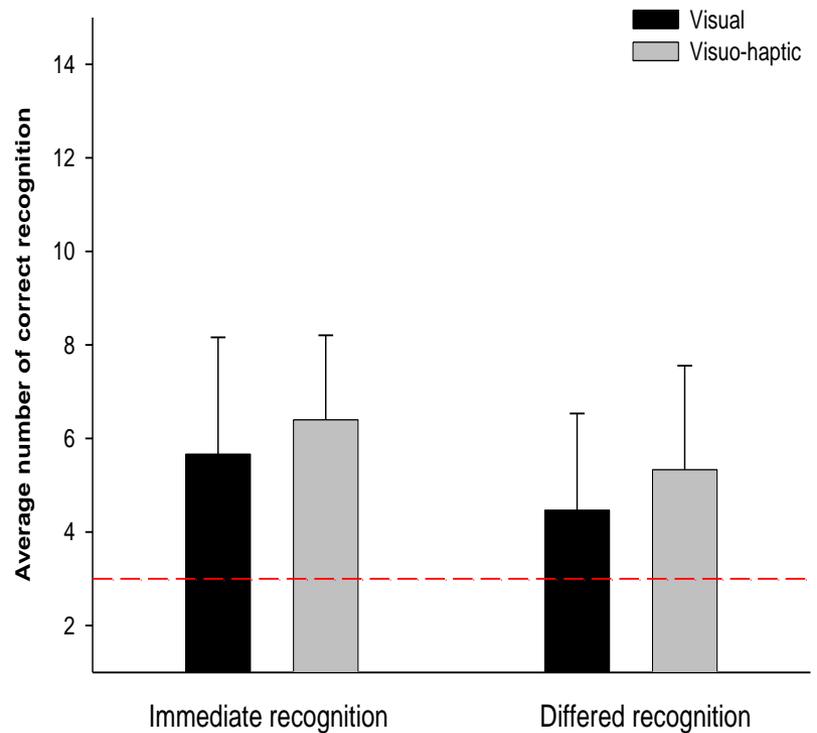
Moyenne (et écart-types) des stimuli visuels et stimuli auditifs correctement reconnus (maximum 15) selon le délai et les groupes

# 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 ...



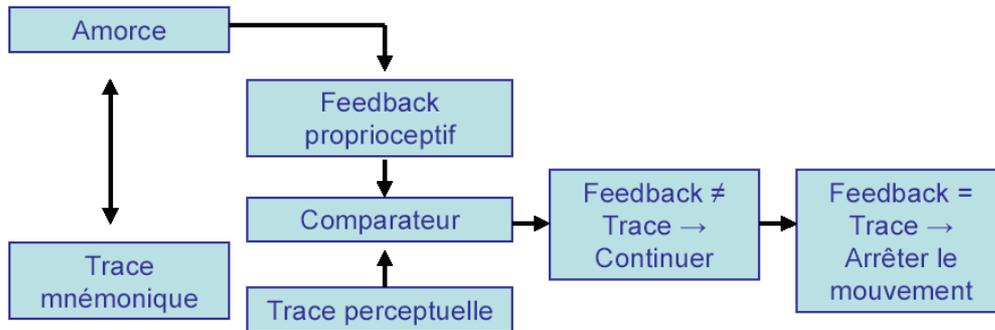
# Apprendre à écrire

# 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

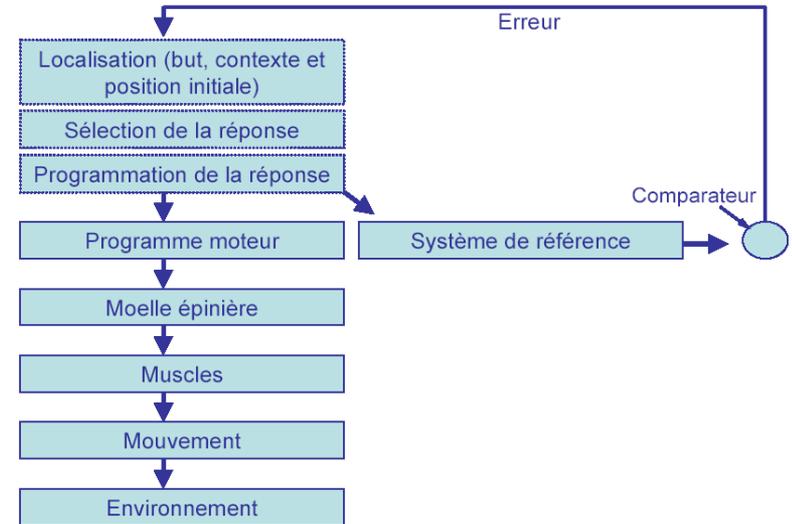
# 1.1. L'écriture entant qu'acte moteur:

- 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***

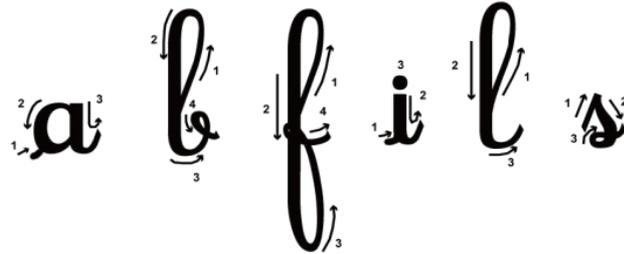
- Acquérir une **représentation des lettres** qui guide leur production.
- Acquérir un **programme moteur** spécifique pour chaque lettre.
- Progression d'un **contrôle rétroactif** (feedback sensoriels) à un **contrôle proactif** (représentation interne du programme moteur).

# 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

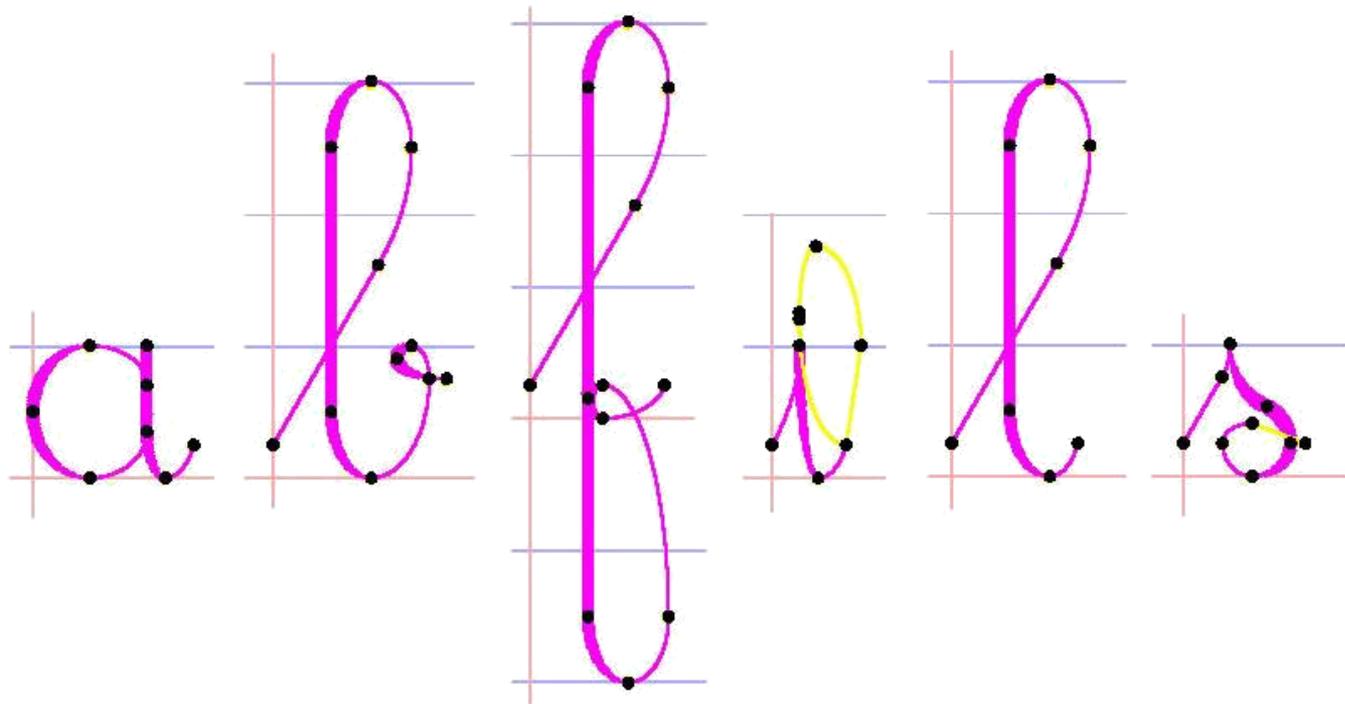
### 3. Apport des guidages haptiques (Télémaque)



- 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

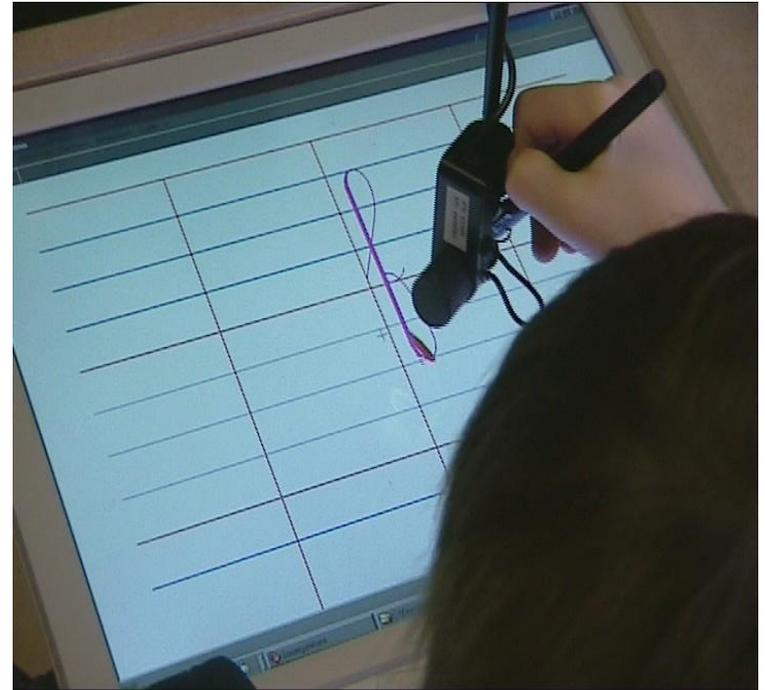
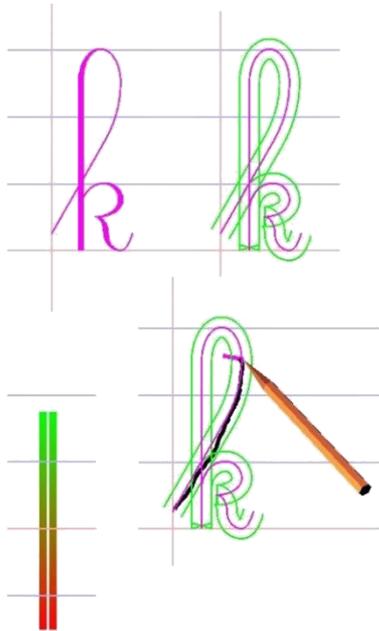
- **Participants:**
    - 42 enfants (20 garçons et 22 filles) en grande section de maternelle.  
Age moyen 5 ans et 5 mois
  - **Prétests et post-tests:**
    - Copie de 6 lettres cursives (*a, b, f, i, l, s*)
      - mesure de la qualité de l'écriture:
        - Vitesse moyenne
        - Nombre de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

<b>Visuo-haptique</b>	<b>Contrôle</b>
N=21	N=21
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Coloriage de la lettre</li><li>▪ Puzzle de la lettre</li><li>▪ <b>Jeu du circuit</b></li><li>▪ <b>Tracé dynamique</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Coloriage de la lettre</li><li>▪ Puzzle de la lettre</li><li>▪ Copie de la lettre et jugement de qualité du tracé</li><li>▪ Copie de phrase à l'ordinateur</li></ul>

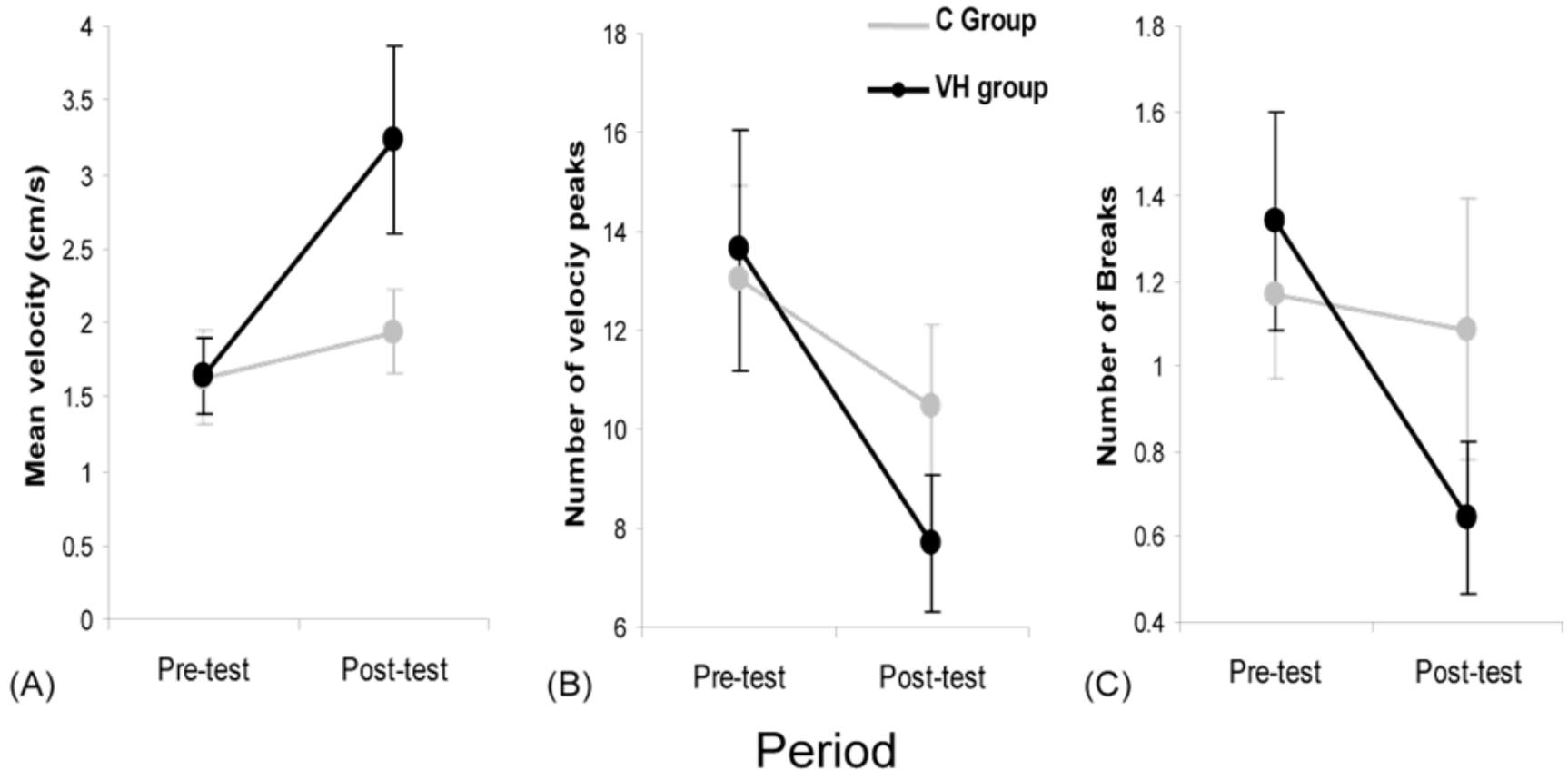
# Le jeu du circuit et du tracé dynamique de la lettre



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

- Objectif: améliorer la réalisation du geste moteur

# Résultats

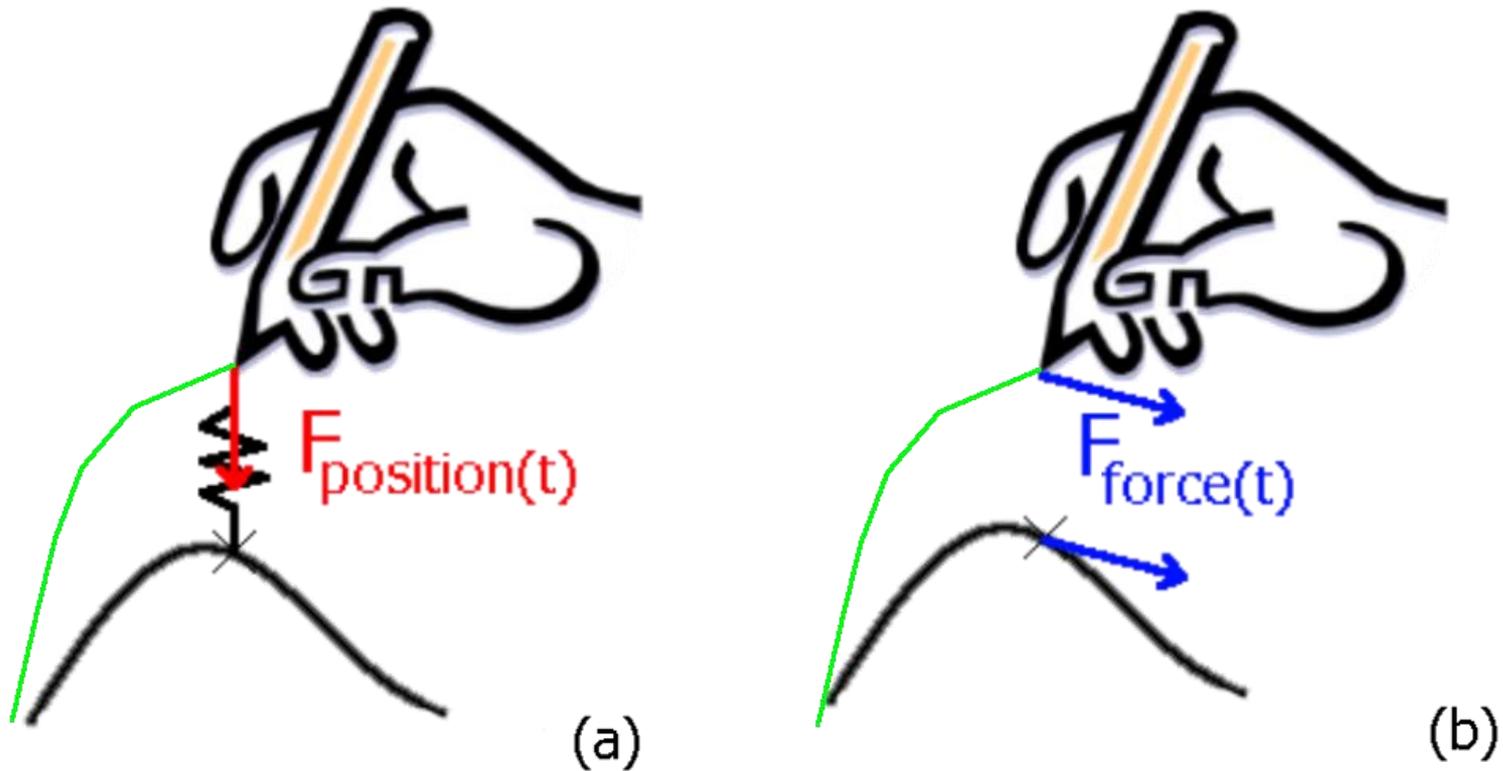


VH : entraînement visuo-haptique avec Télémaque  
C : entraînement contrôle

# Discussion

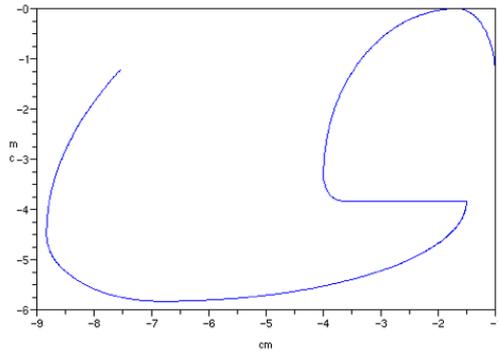
- Après l'entraînement visuo-haptique, la fluidité de l'écriture est améliorée pour chacune des lettres.
- L'utilisation de Télémaque aiderait :
  - le système moteur à incorporer les règles de production motrice de base
  - les enfants à utiliser davantage une stratégie proactive du contrôle du mouvement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

# Deux types de guidage haptique

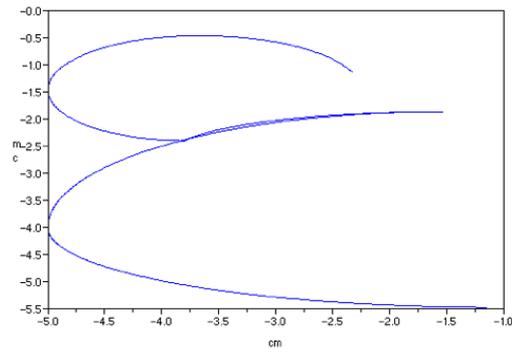


# Quatre lettres « étrangères »

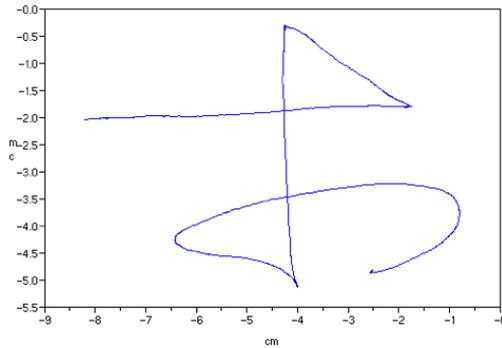
Arabic Letter #1



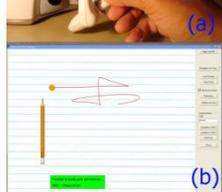
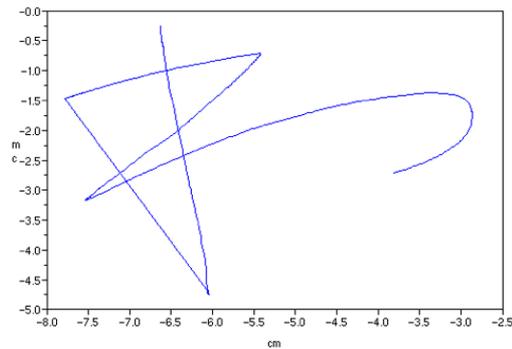
Arabic Letter #2



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<sub>exp.</sub>  
- 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](http://webu2.upmf-grenoble.fr/LPNC/membre_edouard_gentaz)

E-mail : [Edouard.Gentaz@upmf-grenoble.fr](mailto: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**