

Bases cérébrales de l'écriture: quels changements induits par la frappe au clavier?

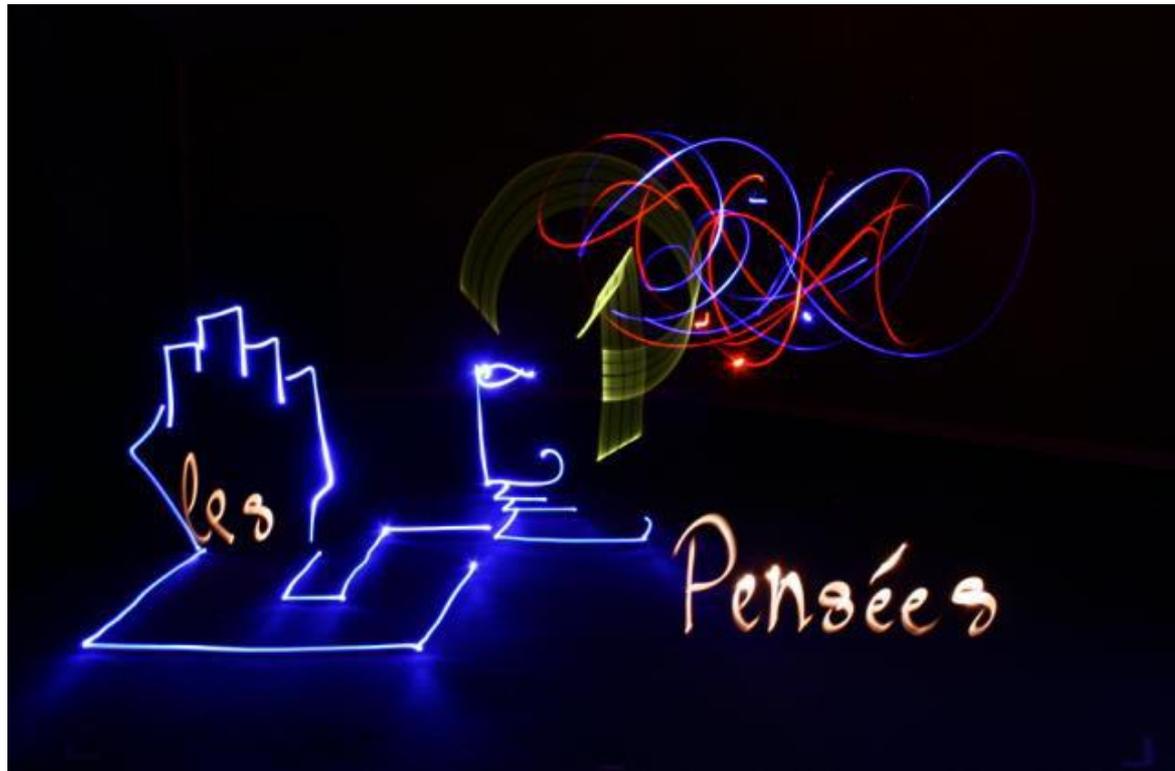
Marieke Longcamp

Laboratoire de Neurosciences
Cognitives, CNRS et Aix-Marseille
Université

I- Bases cérébrales de l'écriture

II- Changements induits par le clavier

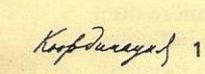
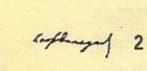
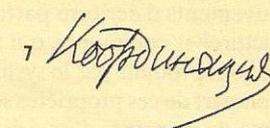
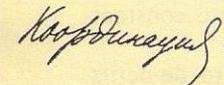
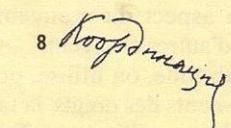
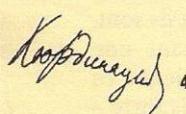
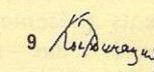
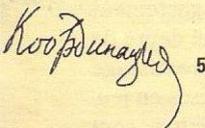
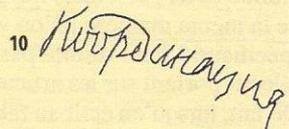
IVII Liens entre écriture et lecture: modifications
liées à la pratique de la frappe sur clavier



Gildas Malassiné
Lightpainting

Le programme moteur

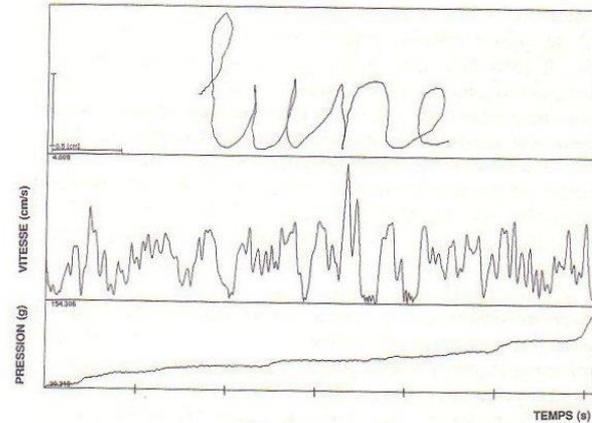
Equivalence motrice (Bernstein 1967)

<i>Taille normale</i>			<i>En attachant le stylo à l'épaule</i>
<i>Petite taille</i>			<i>... au gros orteil du pied droit</i>
<i>En bloquant les doigts</i>			<i>Avec les dents</i>
<i>En attachant le stylo au dessus du poignet</i>			<i>Avec la main gauche</i>
<i>En attachant le stylo au coude</i>			<i>... au gros orteil du pied gauche</i>

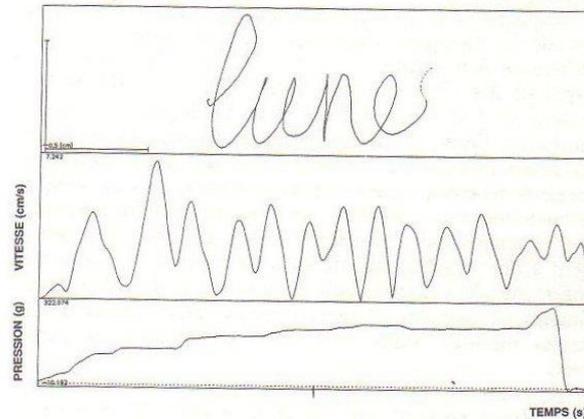
Enfants : construire les programmes moteurs



18 mois



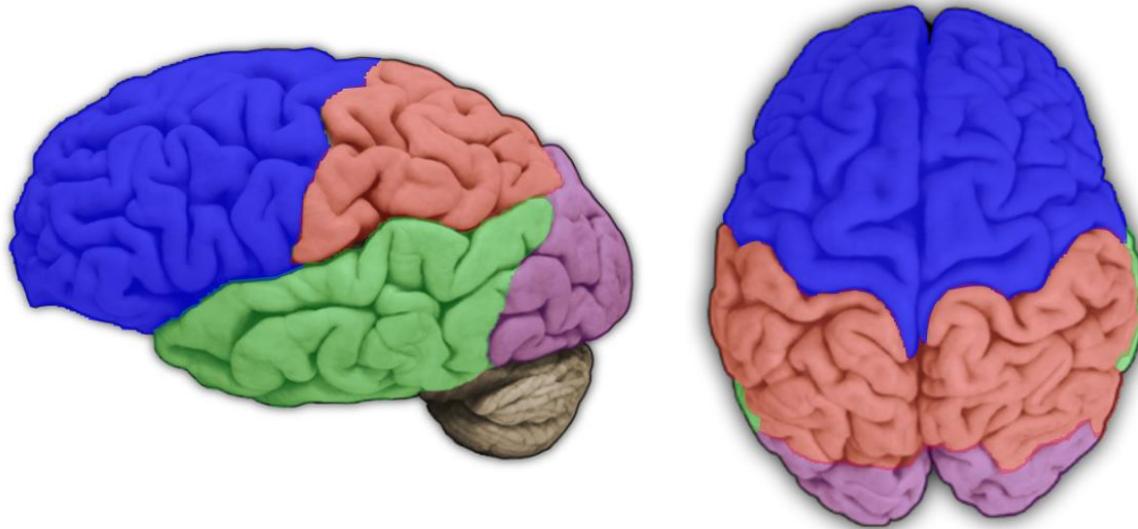
8 ans



12 ans

Fig. 5.1. — Tracés et profils de la vitesse absolue et de la pression pour le mot « lune » écrit par un enfant de 8 ans (panneau supérieur) et par un enfant de 12 ans (panneau inférieur) ; les échelles temporelles et spatiales sont adaptées aux caractéristiques respectives des productions.

II- Bases cérébrales de l'écriture



Contrôle cérébral du mouvement: Cortex moteur primaire

Sillon central

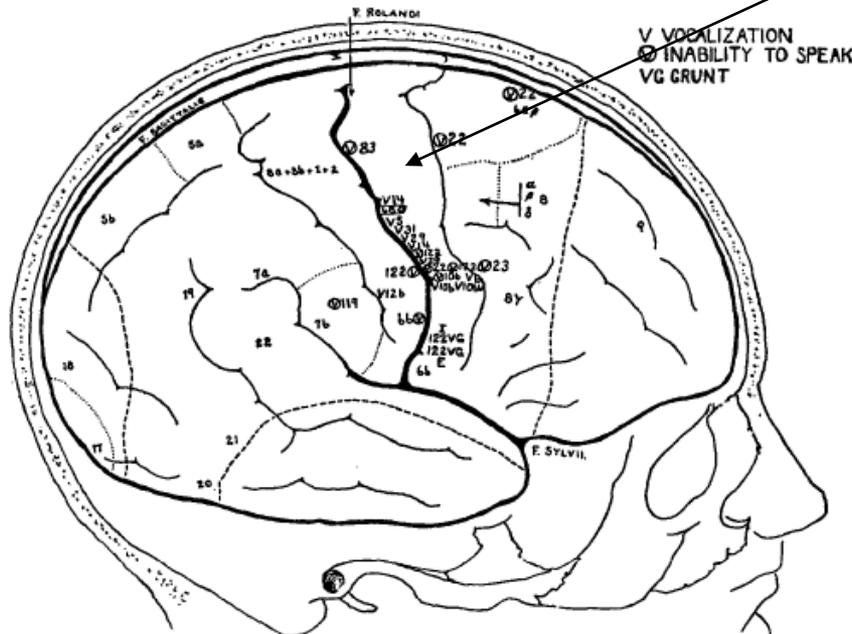


FIG. 11.—Vocalization.

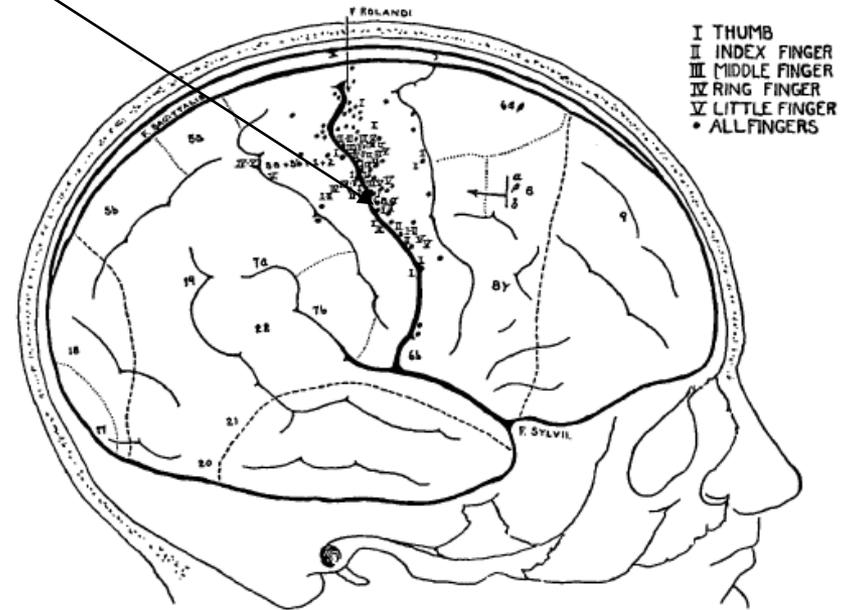
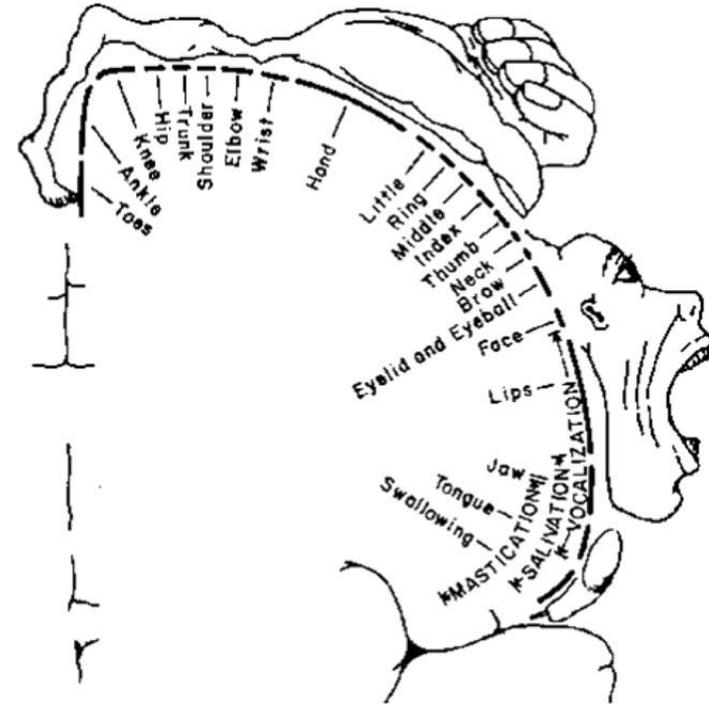
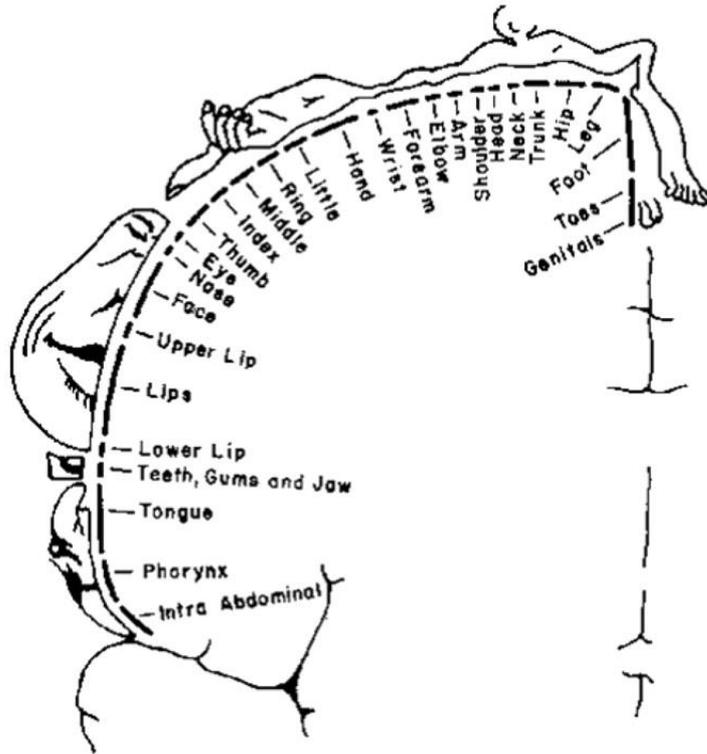


FIG. 12.—Movement of digits.

- Stimulation de différentes parties du cortex → mouvements ou sensations dans différentes parties du corps du côté opposé

L'homonculus de Penfield

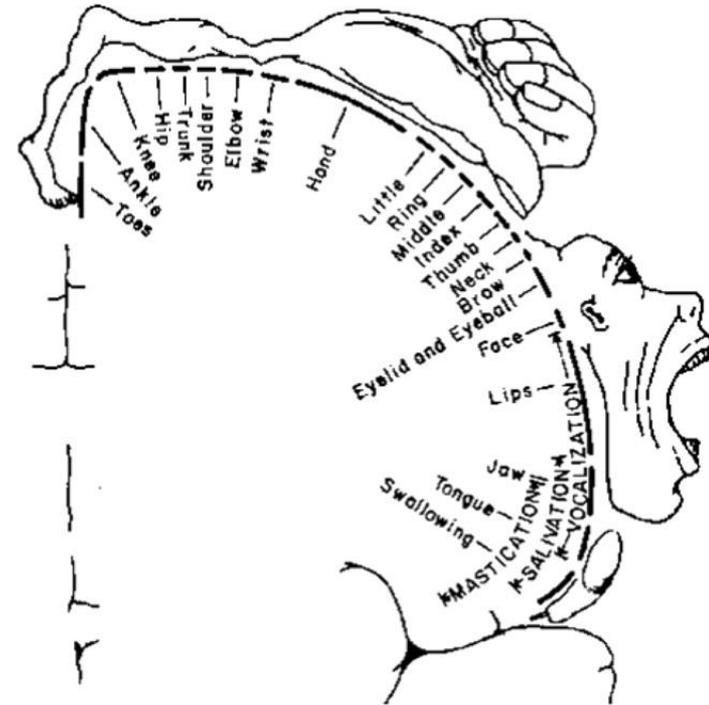
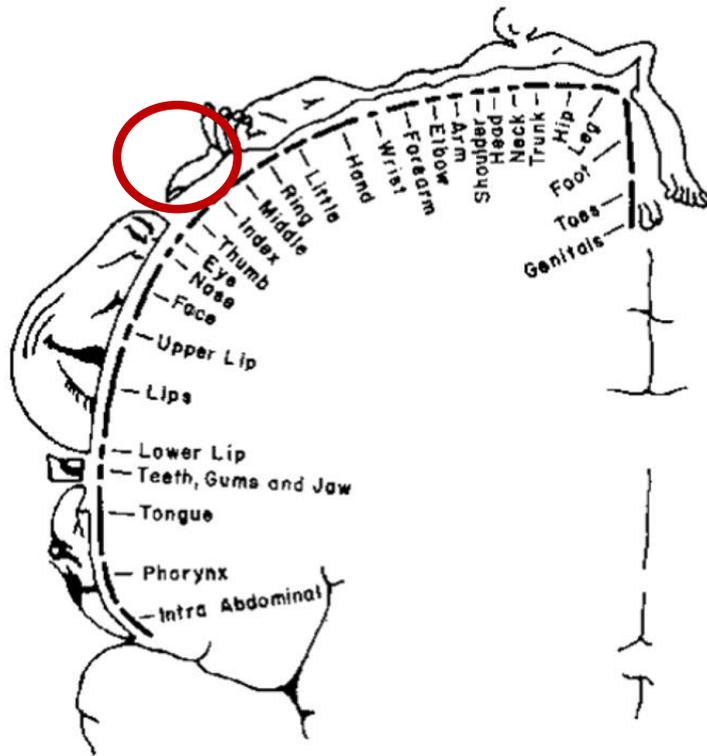


++ PLASTICITE
très importante



Motor Homunculus by Chris Macivor

L'homonculus de Penfield



++ PLASTICITE
très importante



Motor Homunculus by Chris Macivor

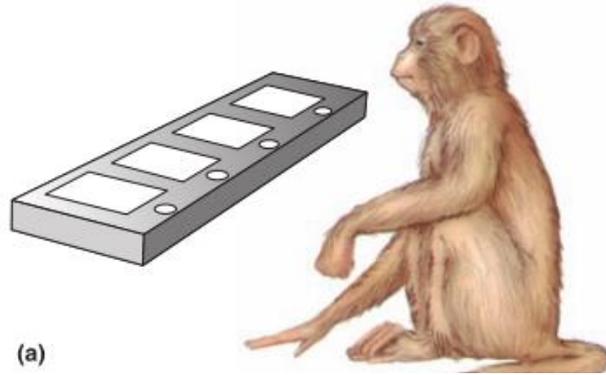
Cortex prémoteur

Neurones activés avant et pendant des actions, contenant des composantes de mouvements organisées en un comportement plus complexe

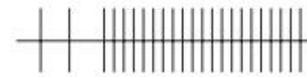
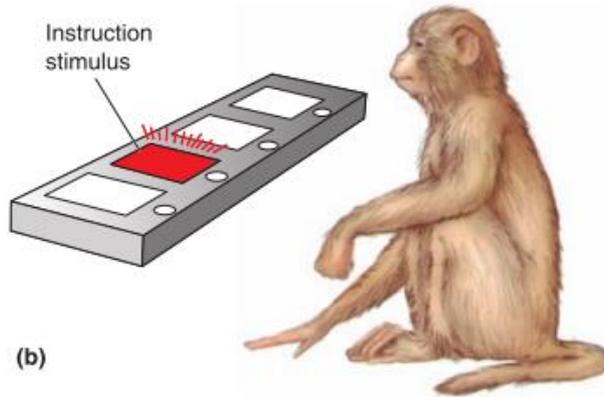
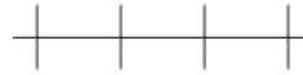
Neurones activés pour des actions déclenchées par des signaux externes; préparation de l'action

+ autres régions importantes pour le contrôle moteur (cervelet, cortex pariétal...)

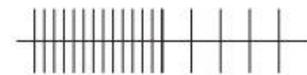
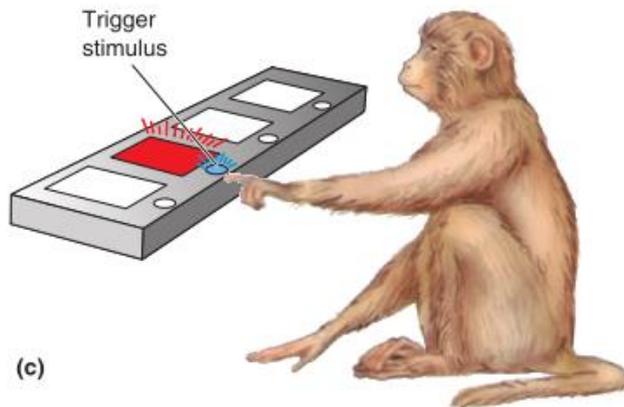
=Système moteur cérébral



Action potential activity of PMA neuron



Instruction stimulus on

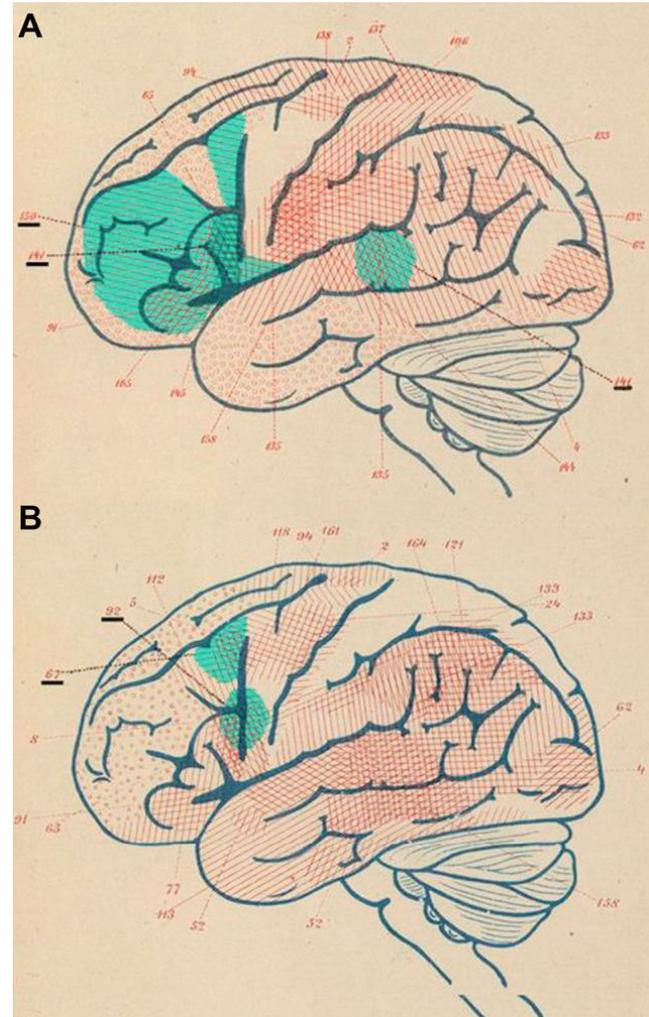


Trigger stimulus on

Un centre cérébral de l'écriture?

Un débat très ancien

S. Exner, 1846-1926



Neuropsychologie et écriture

H.L. right hand
"shoe" "lamp" "table"

S H O E
L A M P
T A B L E

H.L. drawing (right hand) "hammer"



Gentleman
Therefore
intellectual
brothers
instead

Writing in Lower Case

ThrougHout
colourful
WhAt
PlAce
THAN

Writing in Upper Case

Passed
possible
Parks
Pictures

Pre-morbid writing

cloud CLOUD
early early
throughout THROUGHOUT
furthermore FURTHERMORE

Copying Lower Case

H.L. left hand
"tree" "tiger"

T B E E
T I G E R

J.G.E. left hand "eye" arrow"

EYE
ARROW

Rapp et Caramazza, 1997

from the wrong side of the Road the Boy on the
Bicycle is overladen and is on the wrong side of
the Road PASSING about which is stopping at the Bus
STOP - a young girl is running for the Bus but
is about to fall on a BANANA SKIN

Spontaneous writing during picture description task

Forbes & Venneri, 2003

a) b) c)



Figure 1 Initial writing under dictation—a) letter P, b) patient's name "Michel", c) "je suis à l'hôpital".

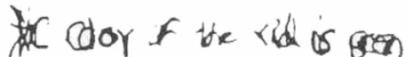
Croisile et al., 1990

Name: 

Handwriting sample illustrating the characteristic features of apraxic agraphia: writing of lower (A) and upper (B) case words to dictation at 1 month and copying of a pre-morbidly written sample (C) at 6 months after onset (D).

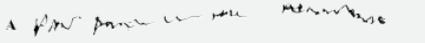


The color of the wall is green

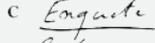


Anderson et al., 1990

Figure 2 Handwriting sample

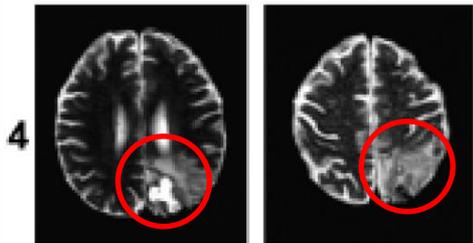
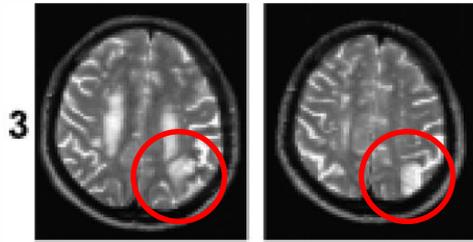
A 

B 

C 
 Engarde
 (je suis à l'hôpital)
 D. GRATE ROIS

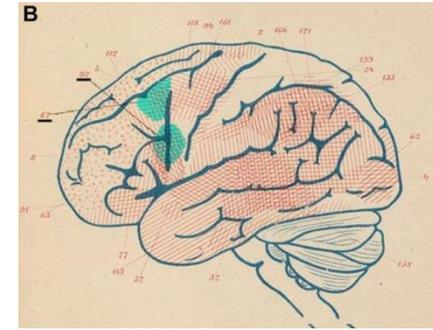
Marien et al., 2007

Deux régions cérébrales impliquées dans l'agraphie apraxique

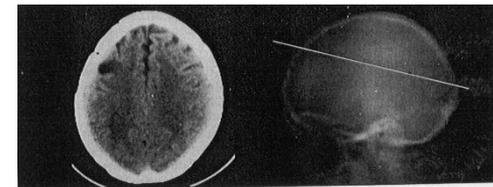


l'agraphie apraxique

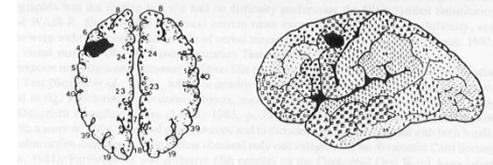
Sakurai et al., 2007



Exner, 1881



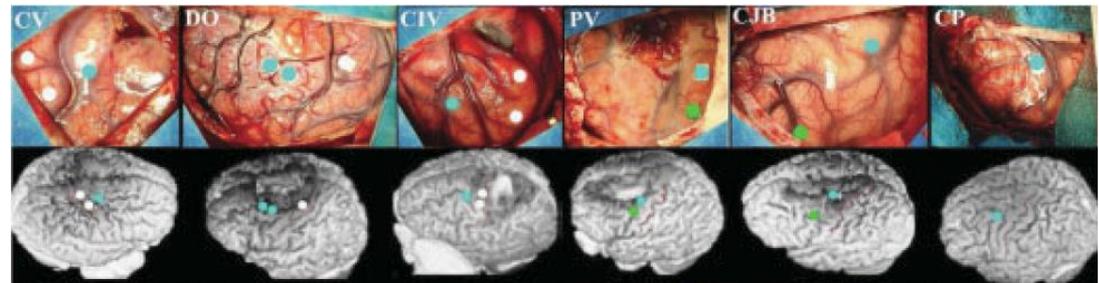
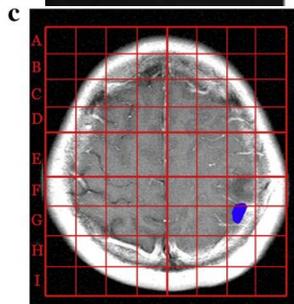
Anderson et al., 1990



Otsuki et al., 1999



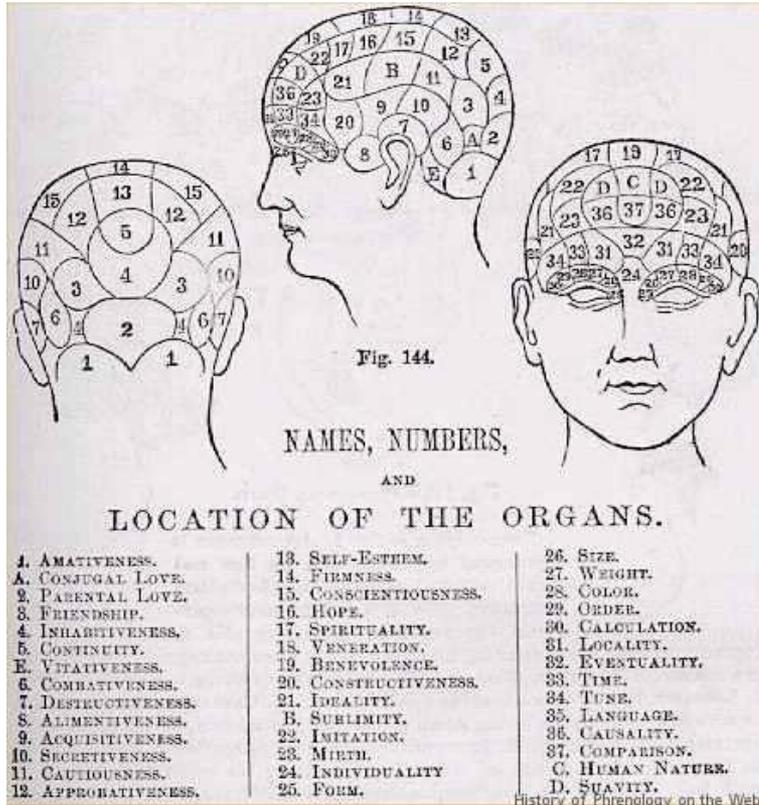
Magrassi et al., 2010



Roux et al., 2009

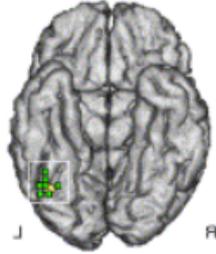
La bosse de l'écriture?

Phrénologie: Gall (1808)

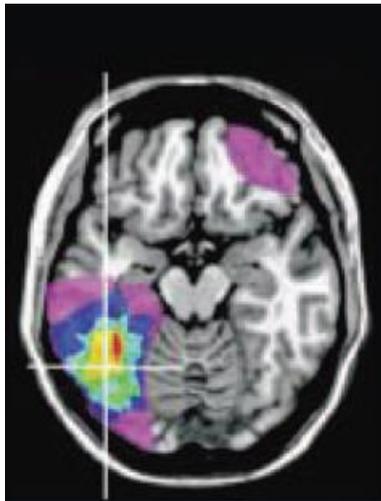


« Mr. Craniose déballe sa collection et démontre que la phrénologie s'appuie sur des faits, que ces faits sont des bosses, que ces bosses indique le vol dans les têtes qui ont appartenu à un voleur, le meurtre dans les crânes qui ont appartenu à un meurtrier, et le savoir dans les crânes qui ont appartenu à un savant. » (Topffer, M. Crépin, 1837)

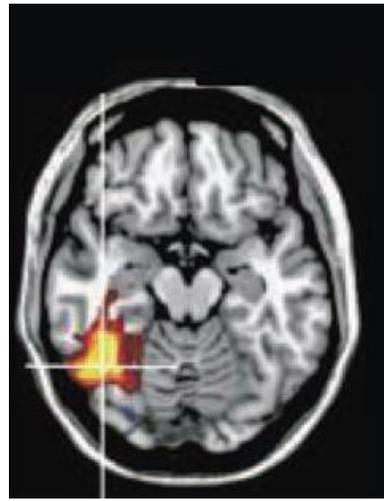
Un centre cérébral de l'écriture: Un débat actuel? Le cas de la lecture



Alexie Pure



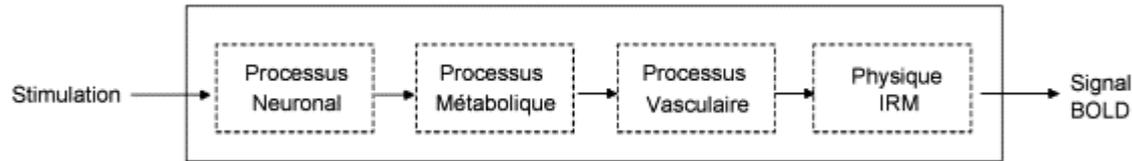
VWFA



Hypothèse du
recyclage neuronal
pour la reconnaissance
visuelle de mots

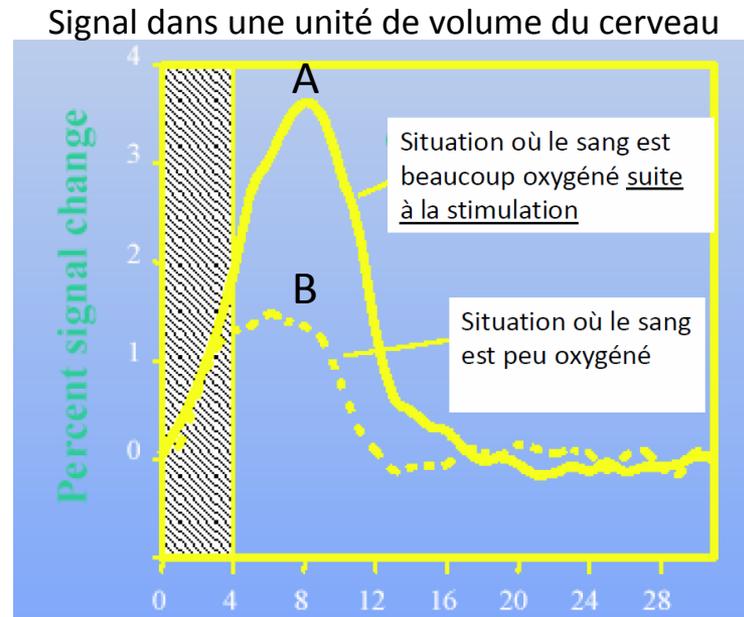
Lecture = acquisition
d'une expertise visuelle

Approche de l'écriture par IRM fonctionnelle



1- Le problème de la « tâche de contrôle »

→ l'IRMf nous dit ce qui est PLUS activé par une situation d'intérêt A relativement à une situation de référence B



Approche de l'écriture par IRM fonctionnelle

2- Les problèmes plus « ergonomiques »



Groupe de droitiers / groupe de gauchers

Letters :

N + A + B + K + ...

Pseudoletters :

↶ + ↷ + ↓ + ↘ + ...

Control :

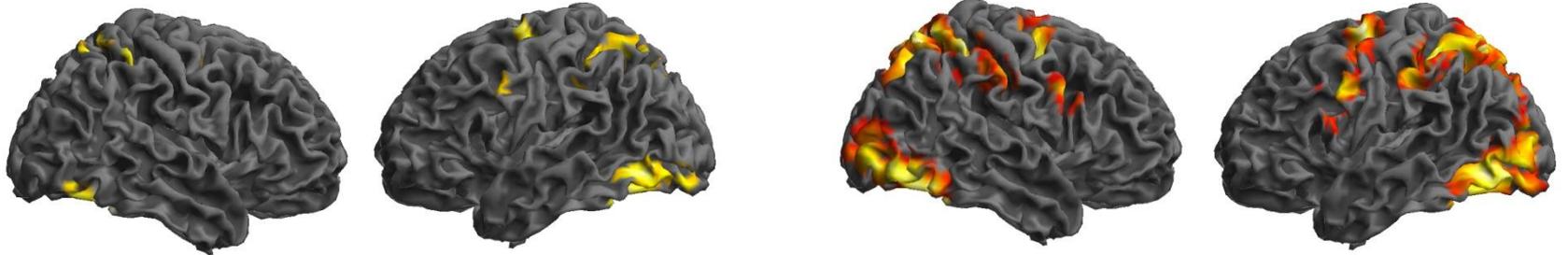
≡ + ≡ + ≡ + ≡ + ...

Dans les trois cas, les mouvements exécutés sont très similaires

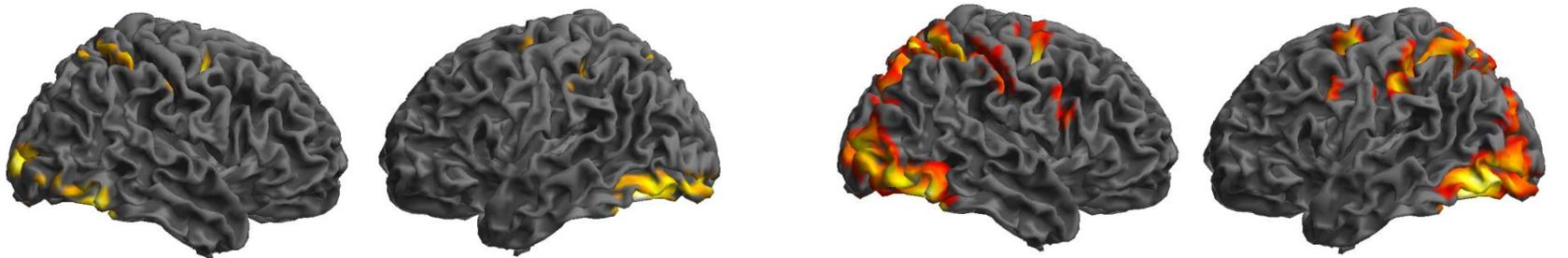
Copie de Lettres >
copie des hachures

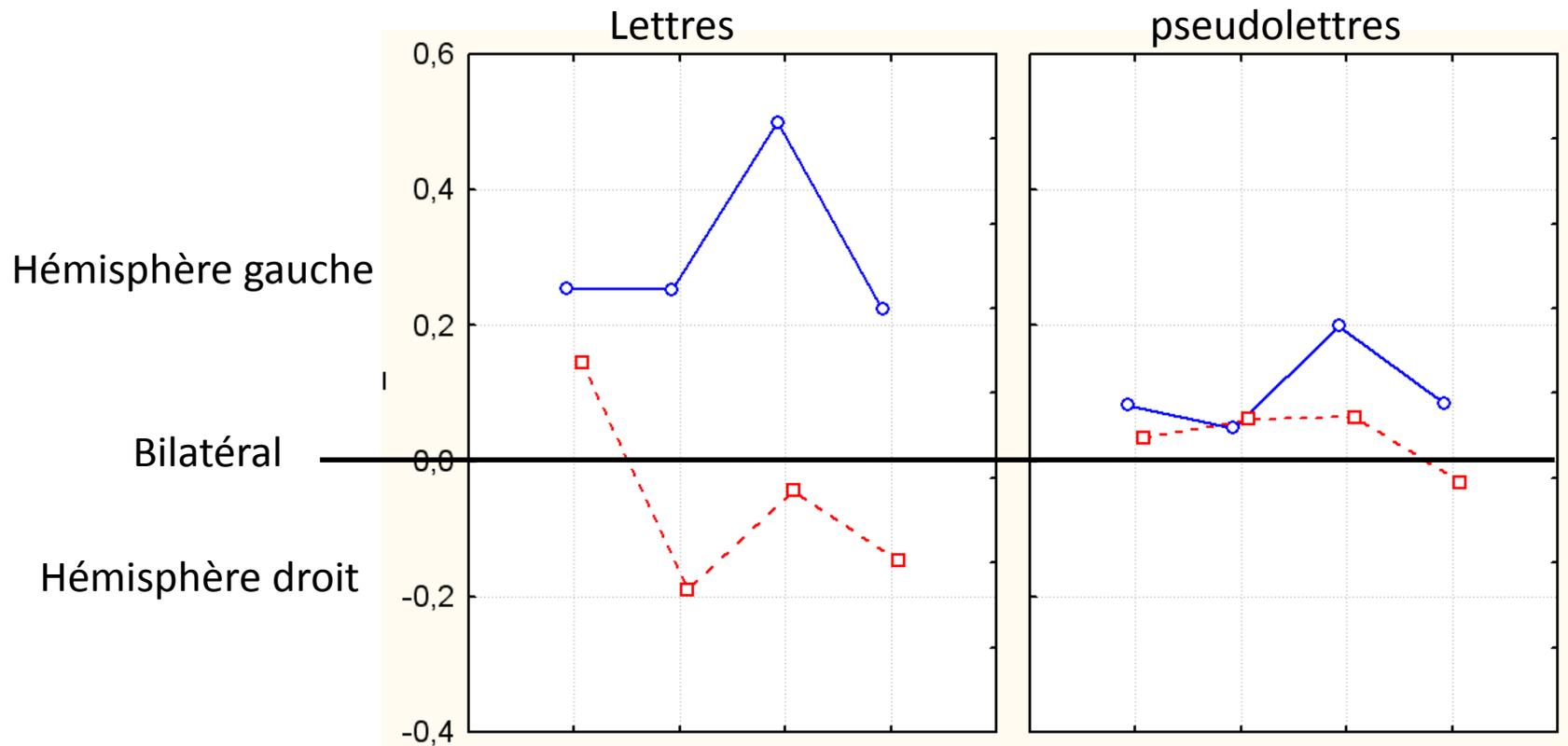
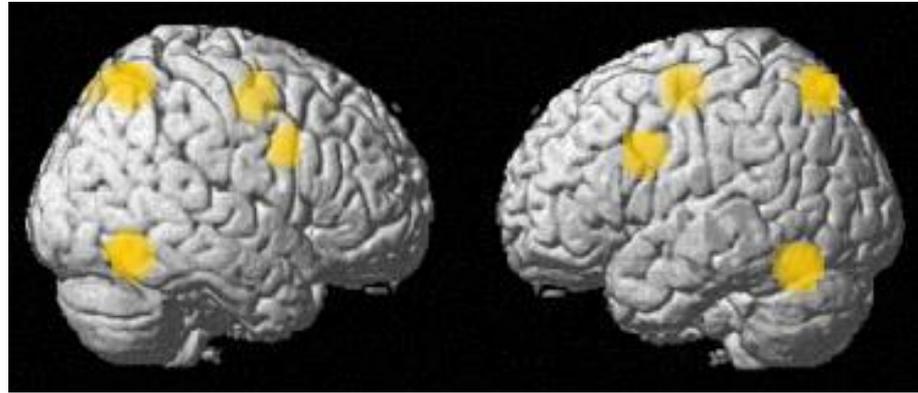
Copie de Pseudo-Lettres >
copie des hachures

Droitiers



Gauchers





→ Conclusion 1: Aucune région pariétale ou frontale ne semble spécialisée dans l'écriture de lettres (/pseudolettres)

→ Conclusion 2: Si les activations purement sensorimotrices sont soustraites, les gauchers et les droitiers utilisent majoritairement les mêmes régions pariétales et frontales pour écrire

→ Conclusion 3: La latéralisation des activations pariétales et frontales est par contre dépendante de ce qui est écrit, et de la main qui écrit

D'étonnantes dissociations

Name: 

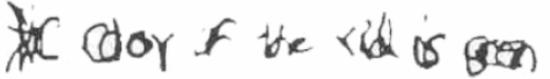
C
$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 12 \\ \hline 46 \\ 230 \\ \hline 276 \end{array}$$

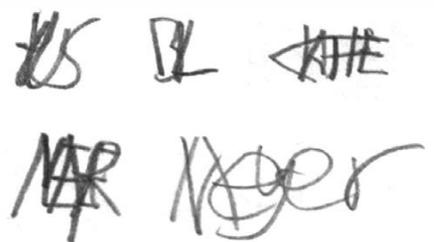
$$\begin{array}{r} 809 \\ \times 47 \\ \hline 5663 \\ 32360 \\ \hline 38,023 \end{array}$$



Anderson, Damasio et Damasio, 1990

The color of the wall is green





H	I	J	K	L	M	N
---	---	---	---	---	---	---

Fig. 3. MT's attempt to write the words *hus*, *bil*, and *kaffe* (top panel), and his writing of his own name in capital and lower case letters (mid panel). MT's writing of single letters when presented with a grid (lower panel).

$\begin{array}{r} 23 \times 12 \\ \hline 36 \\ 240 \\ \hline 276 \end{array}$	$\begin{array}{r} 809 \times 47 \\ \hline 5663 \\ 37600 \\ \hline 38023 \end{array}$	$621 : 9 = 69$ $\begin{array}{r} 54 \downarrow \\ 81 \\ \hline 81 \\ \hline 0 \end{array}$	$161 : 14 = 11$ $\begin{array}{r} 14 \downarrow \\ 21 \\ \hline 14 \\ \hline 7 \end{array}$
---	--	--	---

Fig. 4. Example of MT's number writing and written arithmetic.

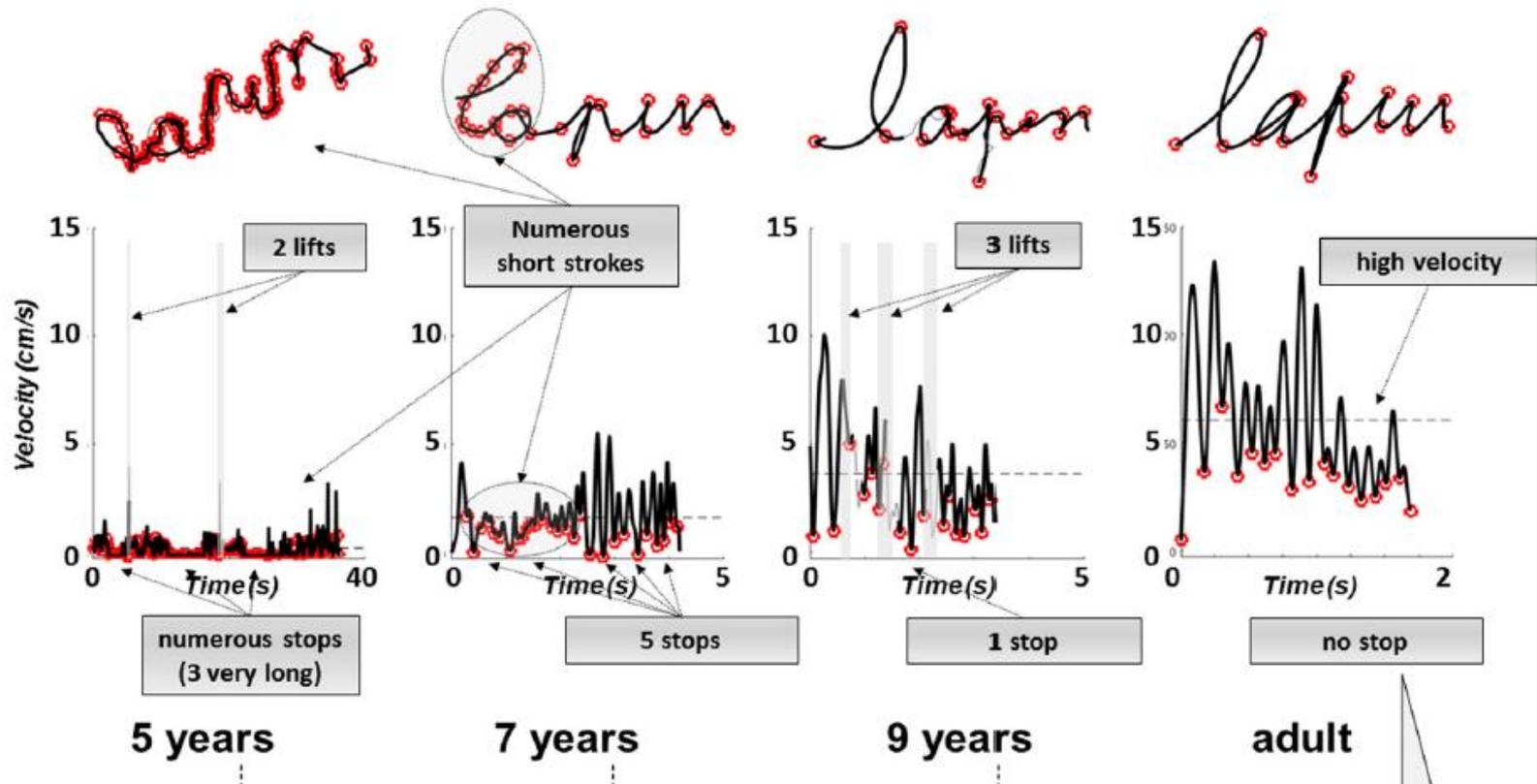
Starrfelt 2007

- Ecriture de lettres > écriture de chiffres en IRMf

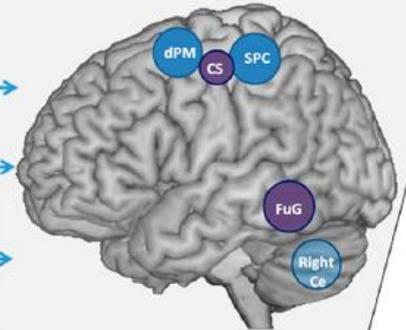
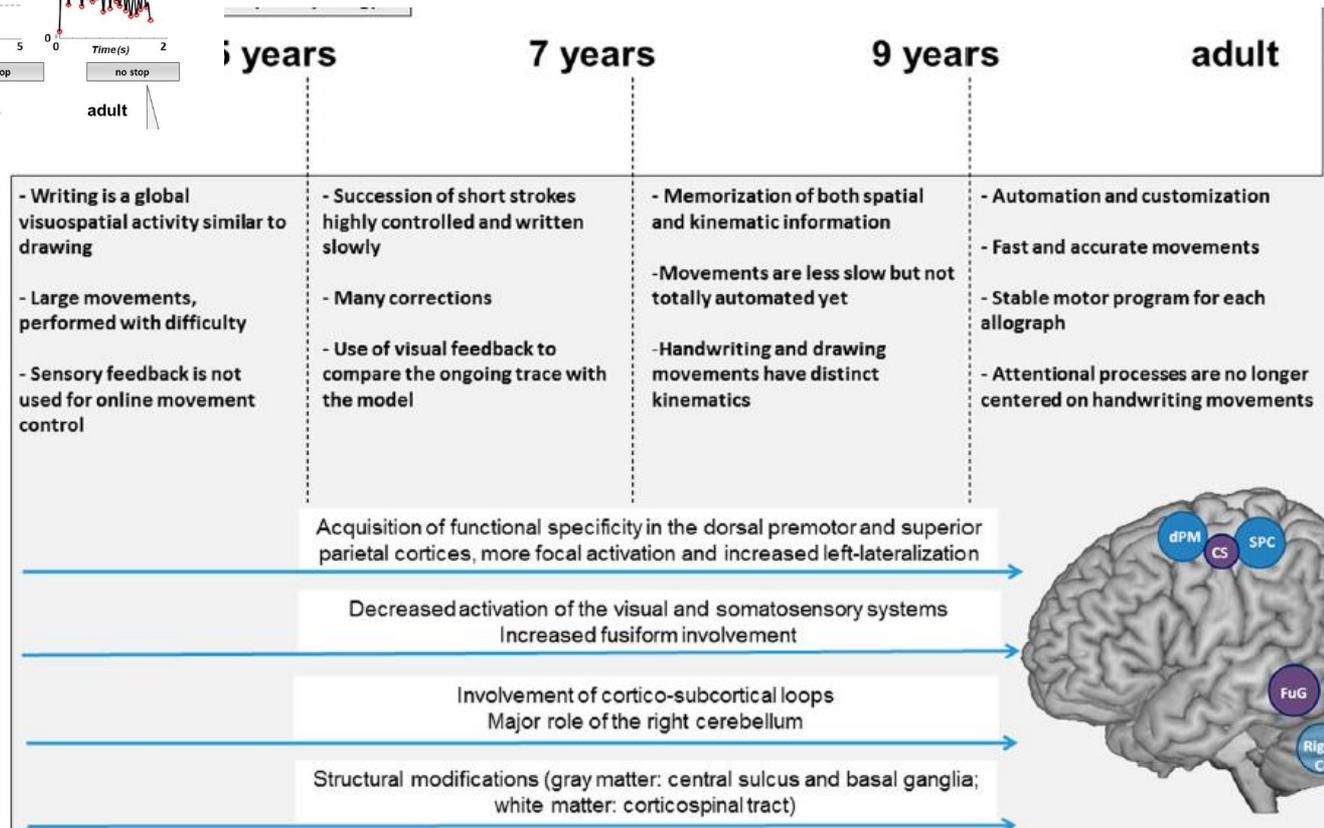
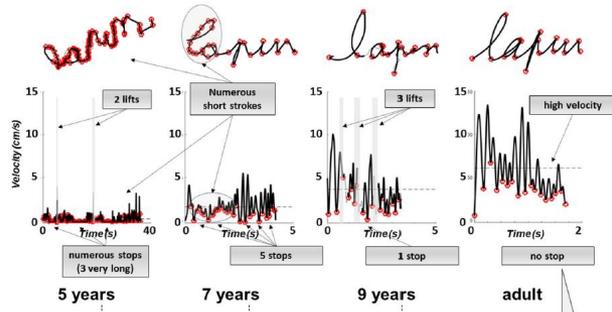
Montre une spécialisation de certaines parties du cerveau pour l'écriture des unités du langage



Développement de l'écriture



Développement de l'écriture

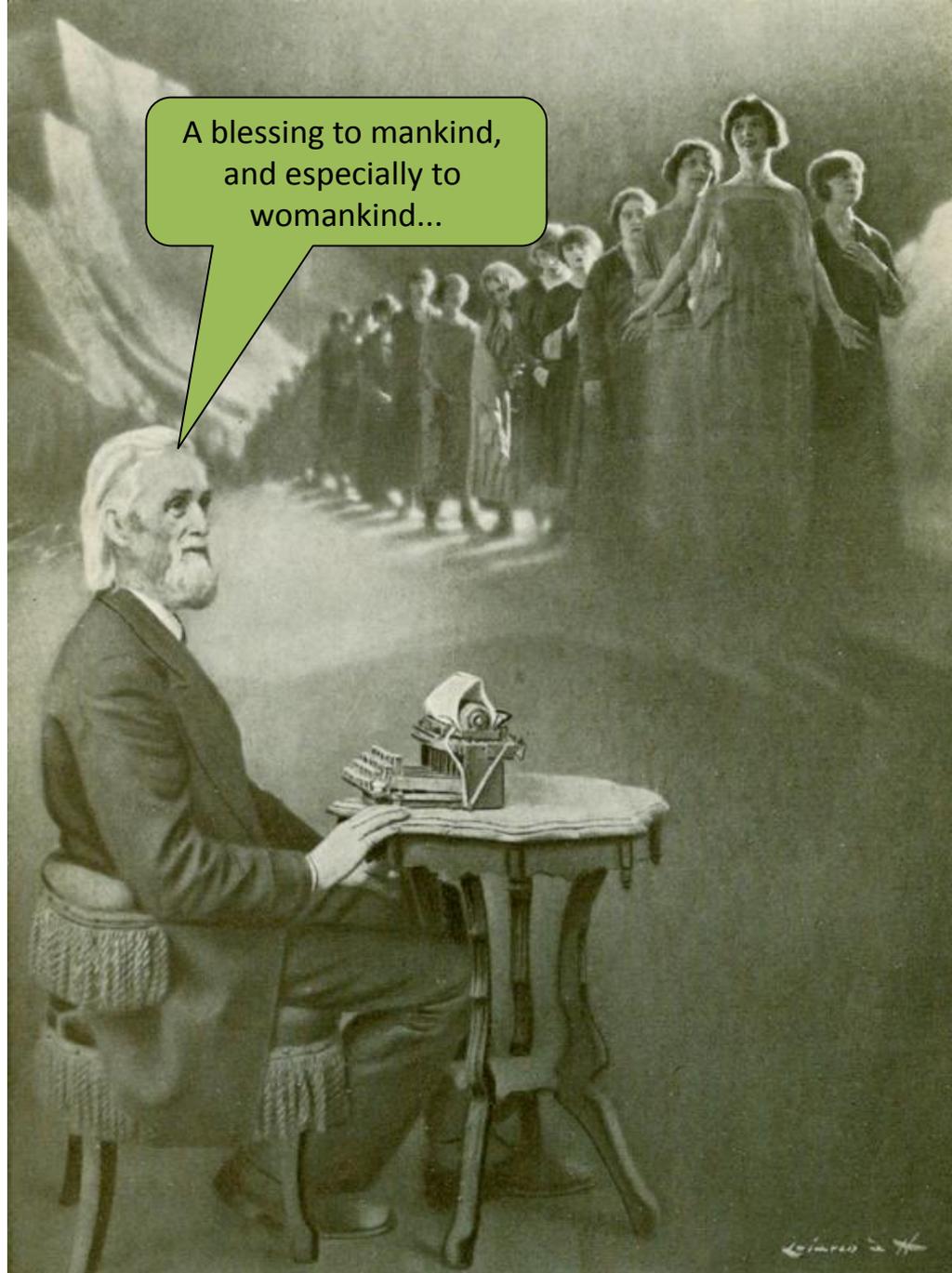


- Les « mauvais » scripteurs ont des activations cérébrales qui ne diffèrent pas entre une nouvelle « pseudolettre » et une lettre surapprise. Ils ont une suractivation du système visuel et du cervelet.
- Les bons scripteurs ont une activité cérébrale dans le réseau de l'écriture moins forte, et surtout pour les lettres surapprises
- Les bons scripteurs activent également plus fortement le gyrus fusiforme

(Richards et al., 2011)

III- Changements induits par le clavier





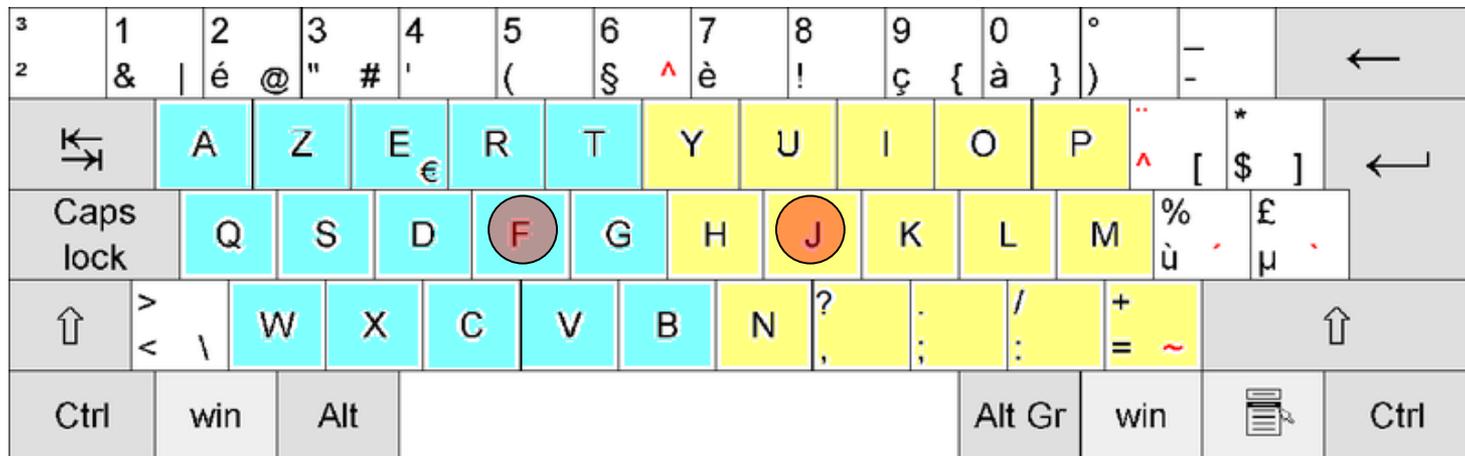
Christopher Latham Sholes, 1873

Dactylographie experte

Beaucoup étudiée dans les années 80. Elle n'est souvent pas évaluée dans les examens neuropsychologiques

La frappe au clavier peut être très très rapide (200 mpm, ie environ 18 keystrokes par seconde)

Expertise en dactylographie: association standardisée entre un doigt et une lettre



Un modèle de la dactylographie experte: Rumelhart et Norman, 1982

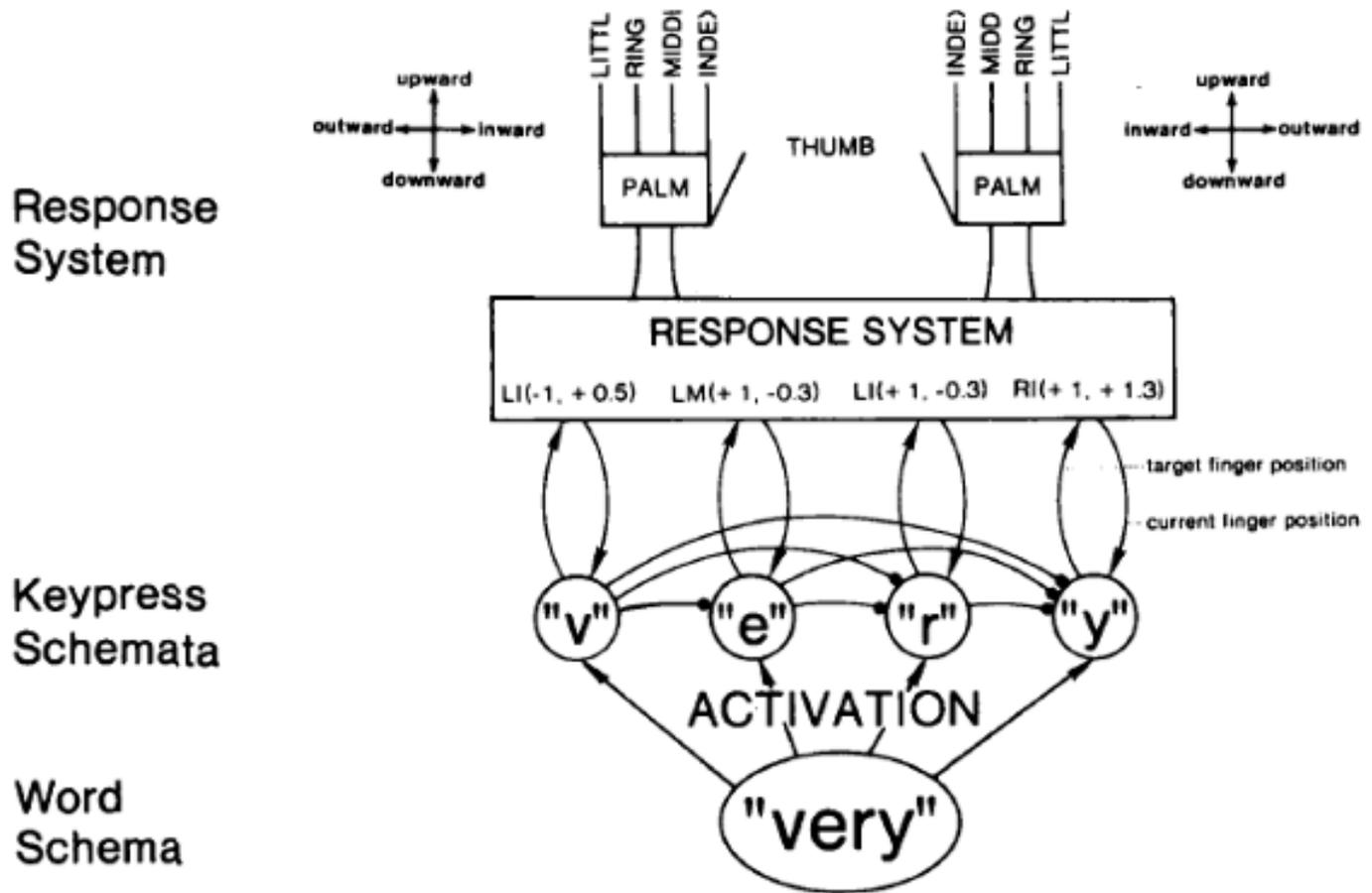


Figure 3. The interaction of activations when the word very is to be typed. The very schema is activated by the perceptual system and parser, activating each of the schema for the component letters. Each letter schema specifies the target finger position, specified in a keyboard coordinate system. L and R stand for the left and right hands, and I and M for the index and middle fingers. In the coordinate system, the first variable is upward/downward (up is positive) and the second variable is inward/outward (inward is positive). The keypress schemata receive information about the current finger position from the response system. Each letter schema inhibits the activation of all letter schemata that follow it: inhibition is shown by the lines with solid circles at their termination.

Un modèle de la dactylographie experte: Rumelhart et Norman, 1982

« Very well »

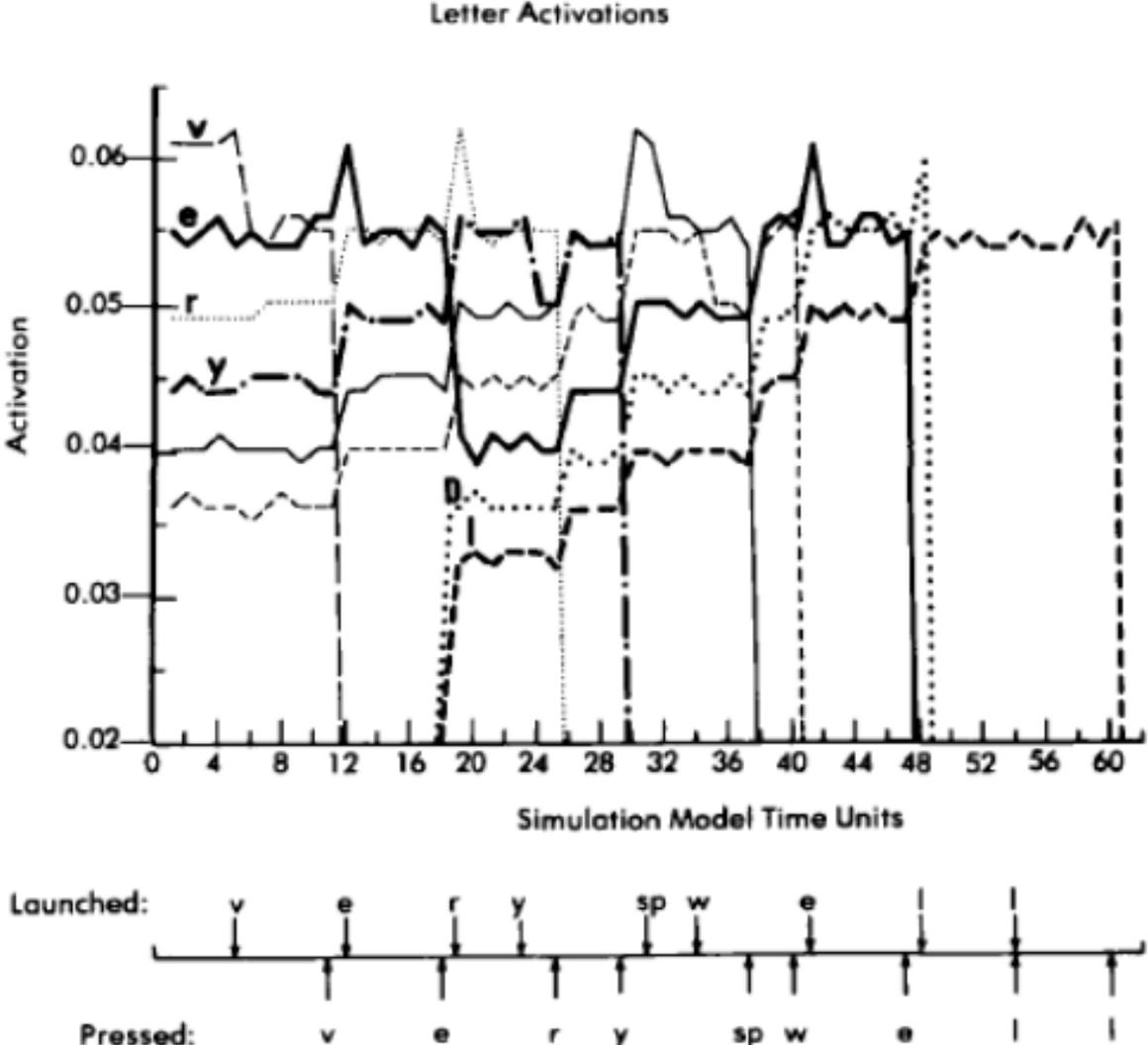
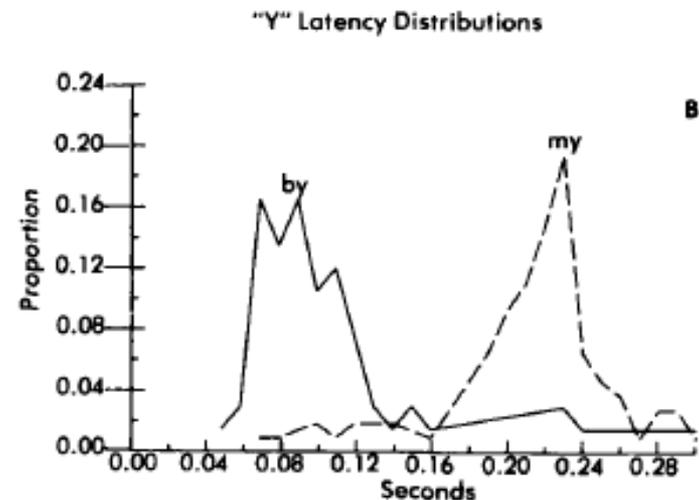


Figure 4. Patterns of activation for the various keypress schemata during the typing of the string very well. D stands for double schema. See the text for details.

- Explique pourquoi les intervalles interfrappes sont très courts (tout est réalisé en parallèle, et on ne voit que la partie « émergée » de l'iceberg.
- Pourquoi les intervalles « inter-manuels » sont plus courts que les intervalles « intramanuels »



- Les intervalles intramanuels sont fonction de la distance entre les deux touches, et du CONTEXTE

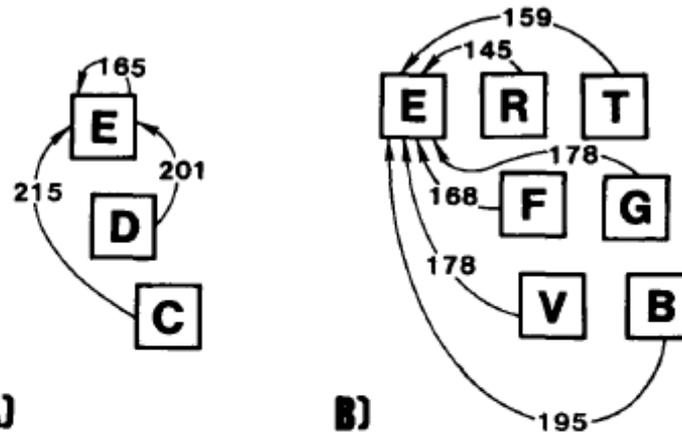


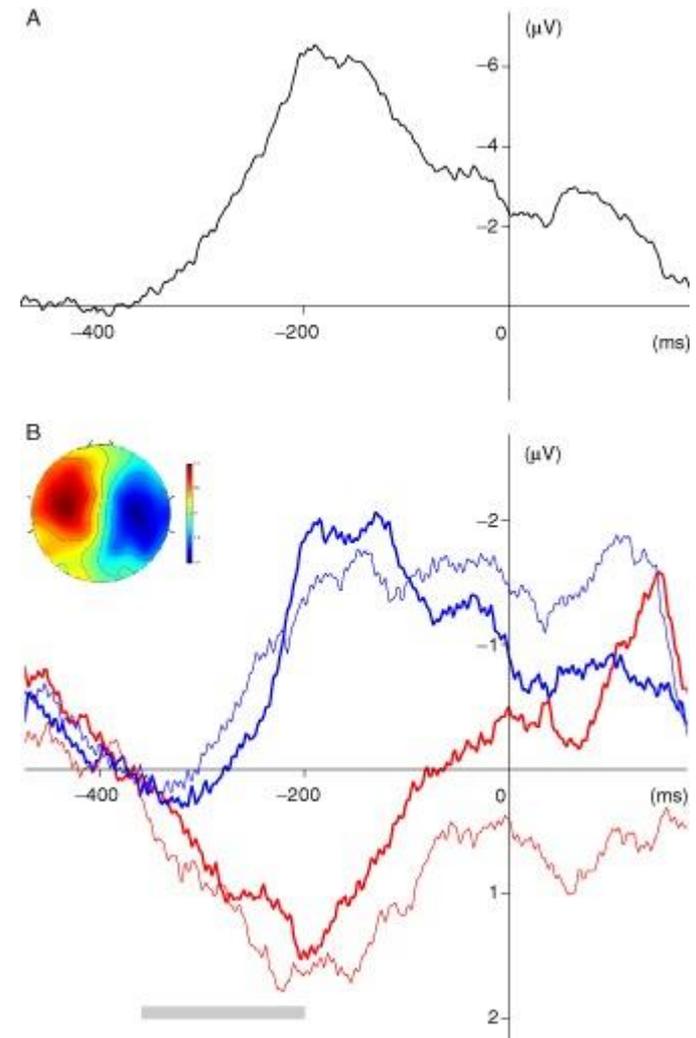
Figure 7. Part A shows a comparison of interkeystroke intervals to type a key when the preceding letter was on the same hand and the same finger: e to e, d to e, and c to e. Part B shows a similar comparison, except with the preceding letter on the same hand going from a letter typed with the index finger to an e (typed with the middle finger). The arrangement of the letters in the figure is the same as the arrangement of the keys on the keyboard. Times are shown in milliseconds.

- Une fois le mouvement déclenché, les caractéristiques cinématiques sont stables pour un dactylographe donné (Soechting & Flanders, 1992; 1997)

Corrélatés cérébraux de la dactylographie

- Activité BIMANUELLE
 - Déficits sélectifs de la frappe au clavier (Boyle & Canter, 1987 left parietal lesion; Otsuki et al., 2002: Dystypia after lesion in foot of the second frontal convolution and the frontal operculum, left) ou déficits combinés de l'écriture manuscrite et la frappe au clavier (Magrassi, 1010, Cortex parietal gauche)
 - Cannonieri et al., 2007: Correlation entre la quantité de matière grise (voxel based morphometry) et le nombre d'années de pratique
- modifications anatomiques cérébrales avec la pratique dans plusieurs régions corticales et cérébelleuses reliées aux habiletés bimanuelles.

- Cortex moteur



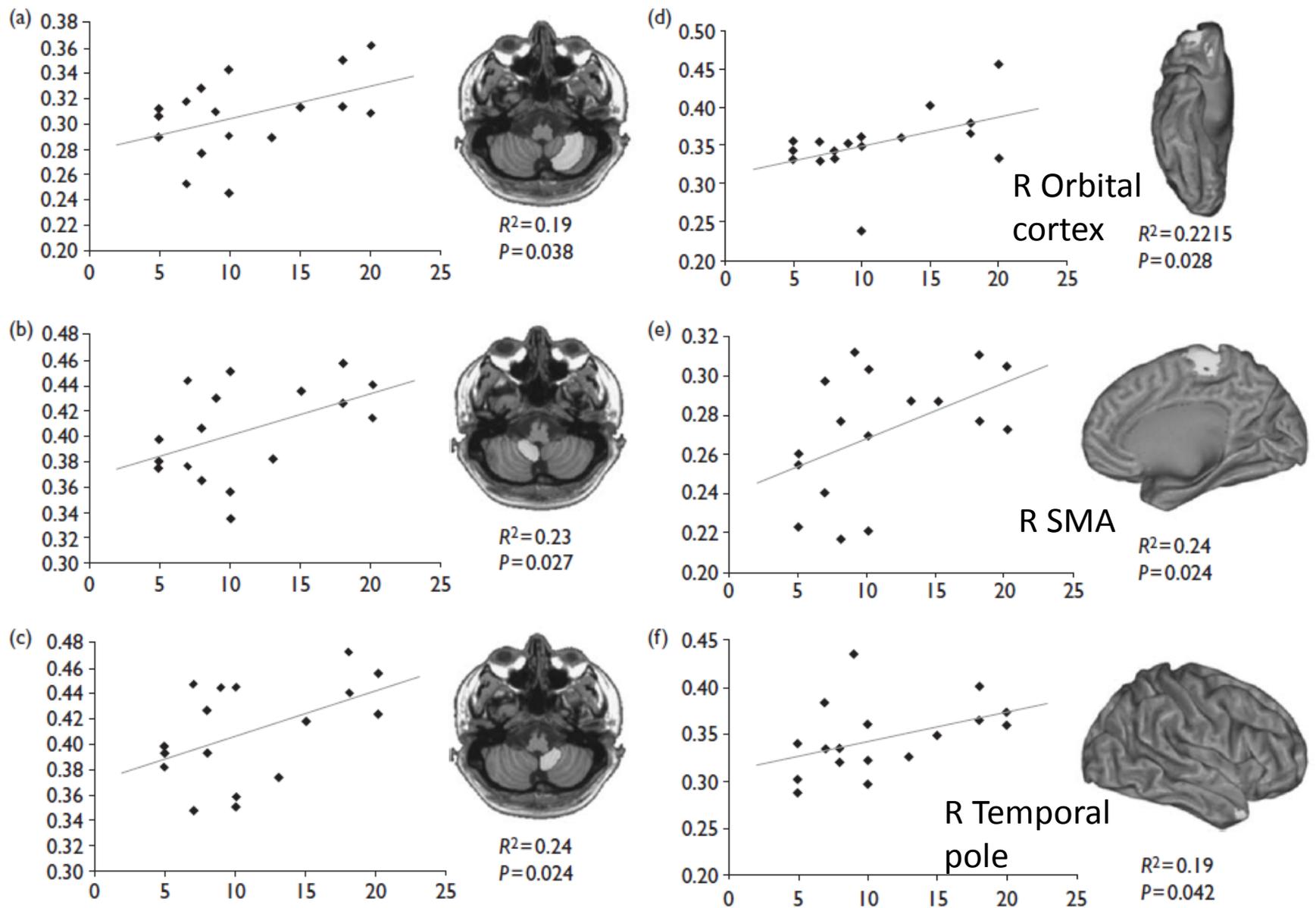
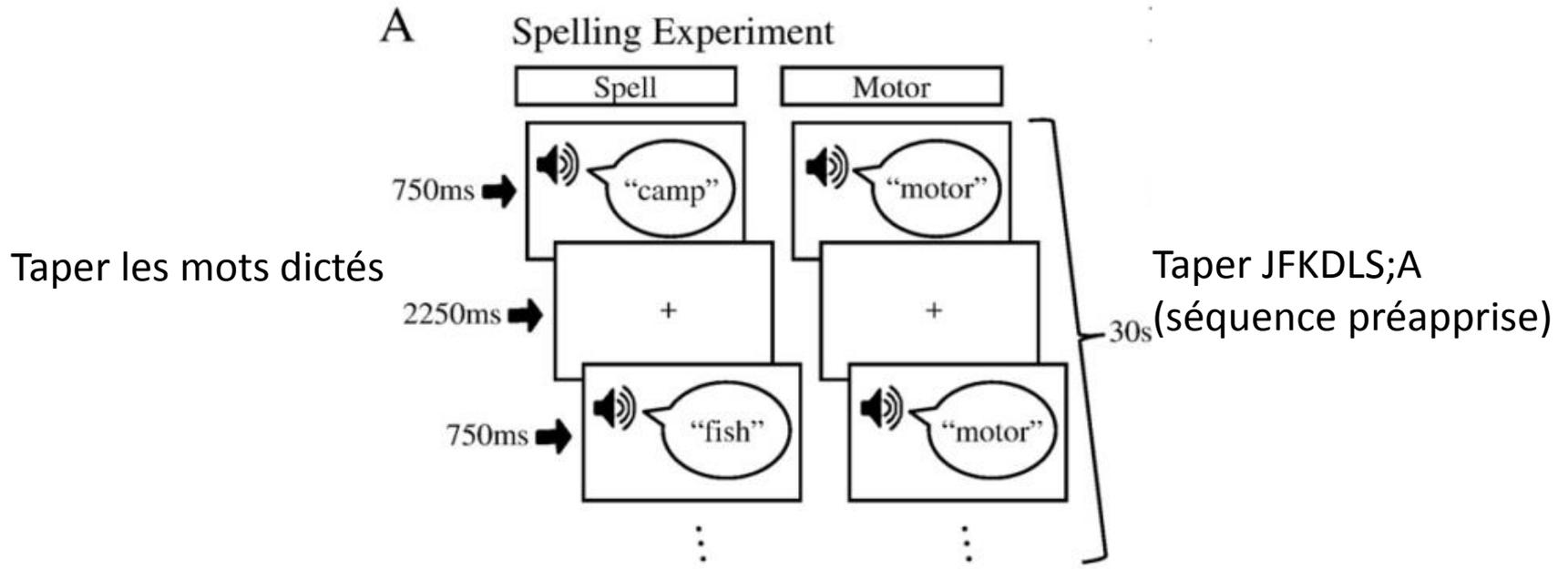


Fig. 1 Display ROIs, which showed a significant linear correlation between grey matter volume and time of typewriting training [infratentorial ROIs in (a), (b) and (c) and supratentorial ROIs in (d), (e) and (f)]. The graphs plot the distribution of grey matter volume for time of training. Each ROI is shown overlaid in a normal T1 template [(a), (b) and (c)] or in inflated normal cortical map (Caret: www.brainmap.wustl.edu/) [(d) inferior view, (e) medial view, (f) lateral view]. Each graph displays the significant linear correlation trendline. The corresponding squared R and P values are displayed underneath the ROI overlay. ROI, region of interest.

Etude IRMf de la frappe de mots au clavier

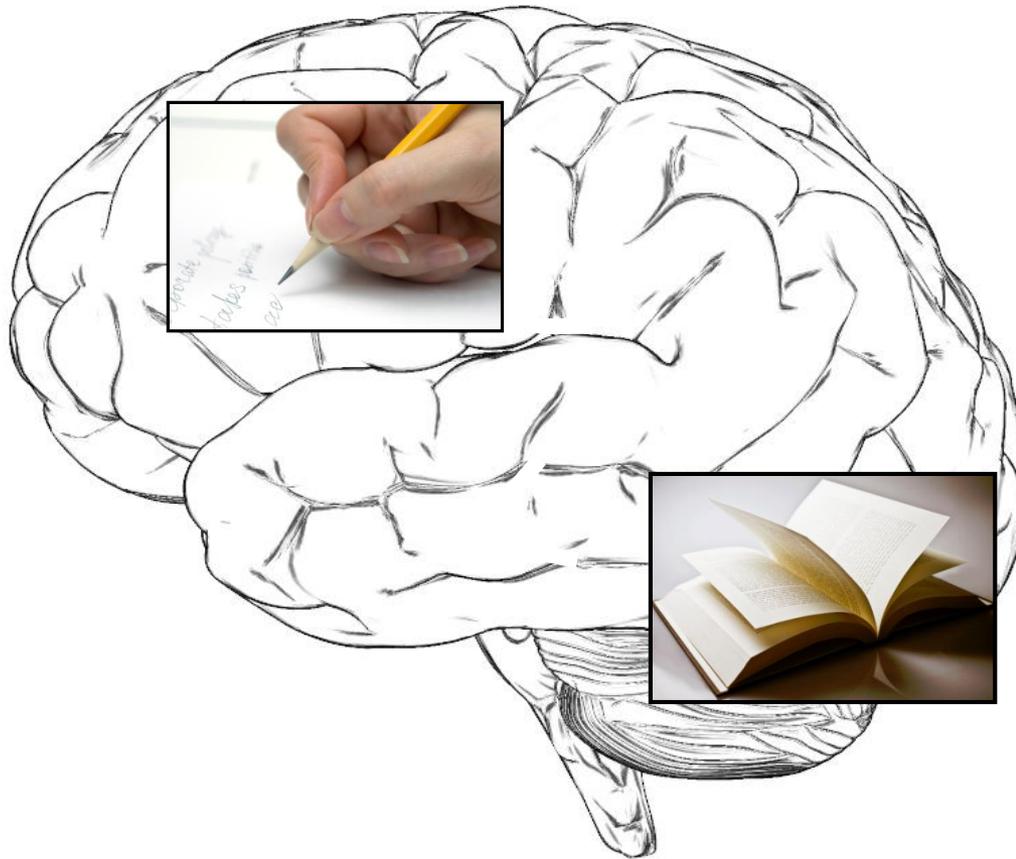


A. Spell > Motor

N=17



IV- Liens écriture lecture: modifications liées à l'expertise en dactylographie



Cognition incarnée

Shapiro (2007): 'La cognition incarnée est une approche de la cognition qui se distingue des sciences cognitives traditionnelles par sa réticence à considérer la cognition comme « computationnelle ». Elle considère que le corps d'un organisme est un élément signifiant pour ce que pense l'organisme, et comment il pense.'

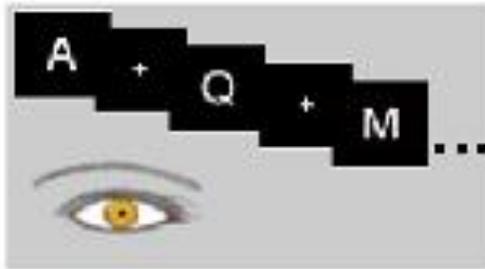
Le corps amène donc une contrainte majeure sur l'organisation de l'esprit

Les connaissances ne sont pas des symboles amodaux mais sont basées sur les représentations sensorielles et motrices (« modales »)

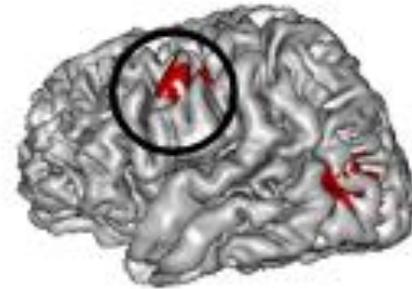
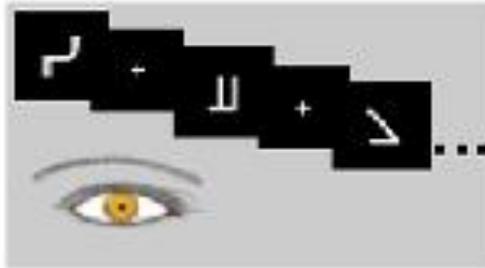
Lettres que l'on sait / que l'on ne sait pas écrire

Reading

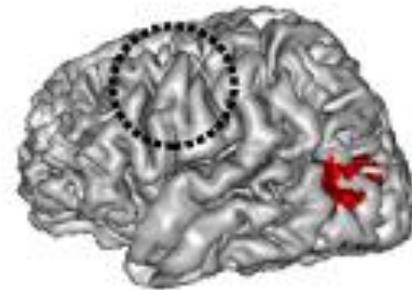
Letter



Pseudoletter

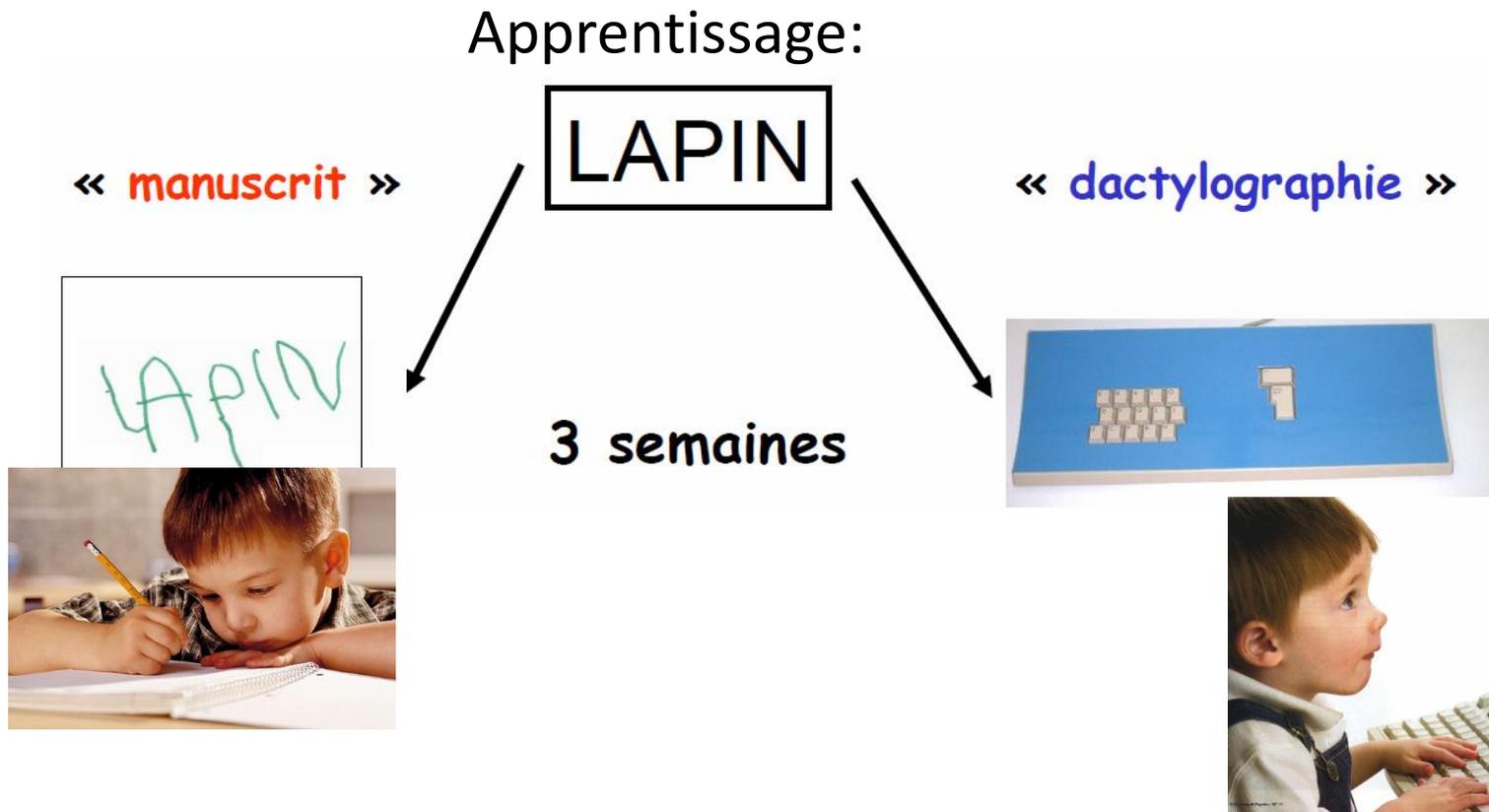


Letter -
Control



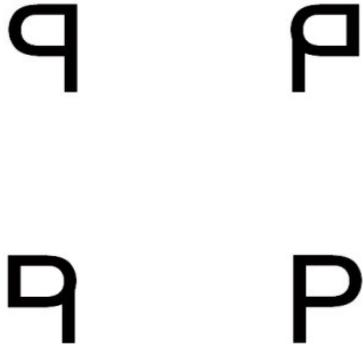
Pseudoletter -
Control

Une expérience avec des enfants prélecteurs

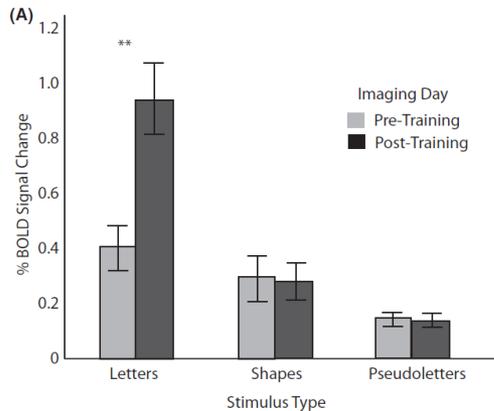
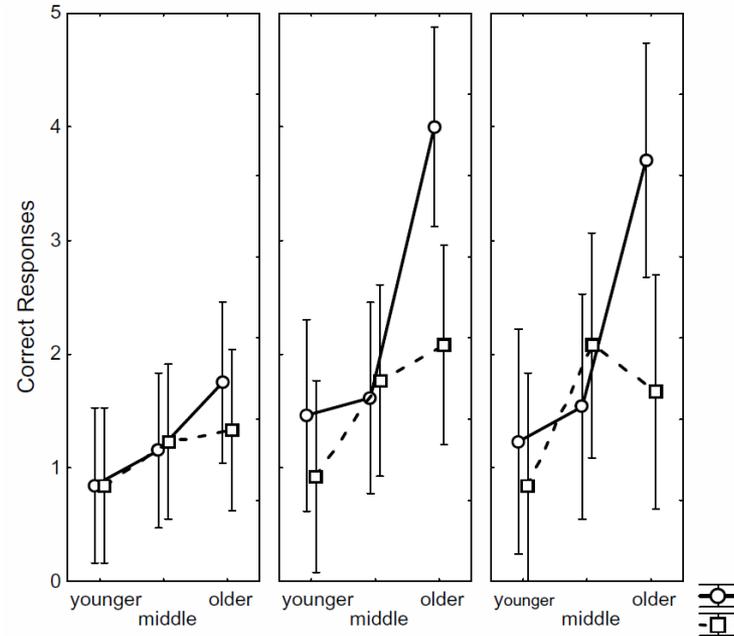


Une expérience avec des enfants prélecteurs

TEST :

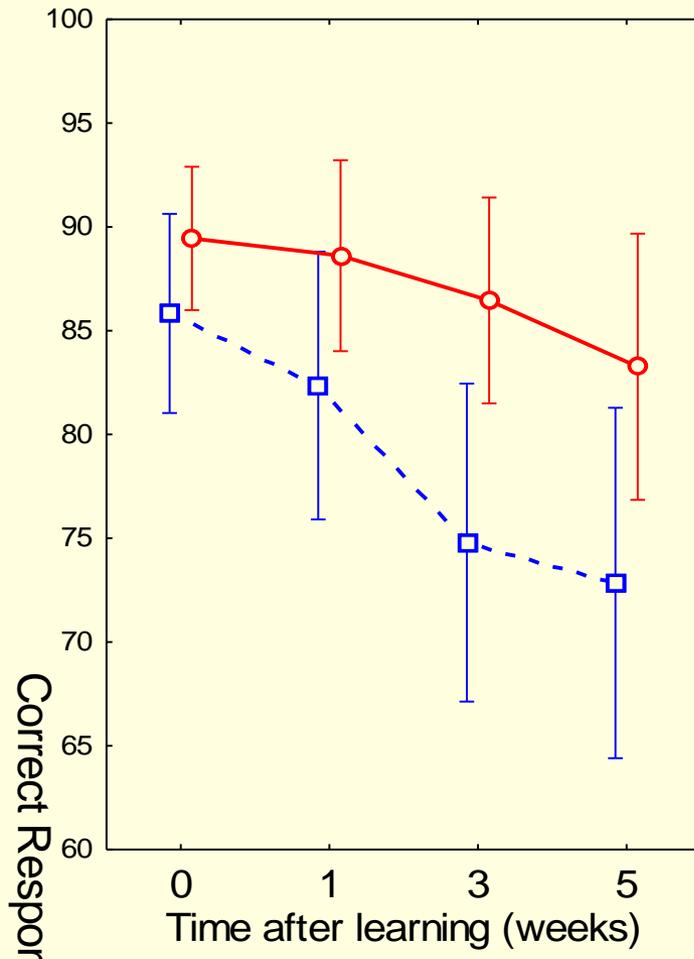


Résultats du test :

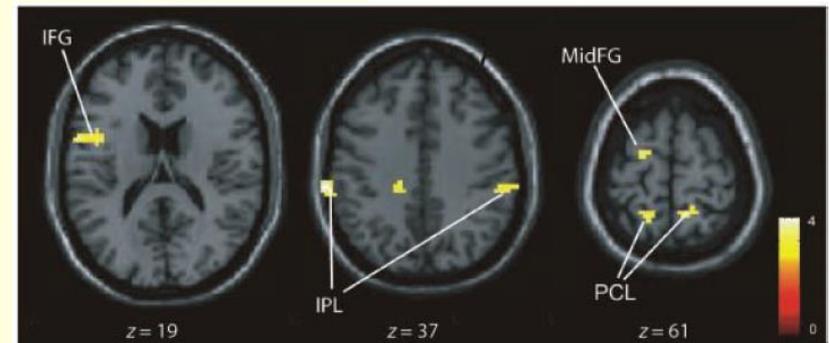


**Aire visuelle de la forme des mots
Avant et après apprentissage**

Des résultats comparables chez des adultes qui apprennent un nouvel alphabet



চ চ ট হ ল জ ট বা ঙ স
ণ ঙ ত ই ঞ ঙ ঙ ঙ ঙ



- Typed characters
- Handwritten characters

Le changement d'écriture : un problème important pour les chinois



China's language input system in the digital age affects children's reading development

Li Hai Tan^{1,2}, Min Xu¹, Chun Qi Chang, and Wai Ting Siok²

State Key Laboratory of Brain and Cognitive Sciences, Department of Linguistics, and Shenzhen Institute of Research and Innovation, University of Hong Kong, Hong Kong

Edited by Dale Purves, Duke–National University of Singapore Graduate Medical School, Singapore, and approved December 5, 2012 (received for review August 7, 2012)

Written Chinese as a logographic system was developed over 3,000 analysis of characters and to establish their representation in long-

Impact plus global de la frappe sur clavier?

- Chez les experts, les lettres sont très fortement associées à un mouvement d'une main et d'un doigt (keypress schemata)

Motricité dactylographique et jugements

« d'amabilité » des lettres

Van Den Bergh et al., 1990; Beilock & Holt, 2007

Single- vs dual-task

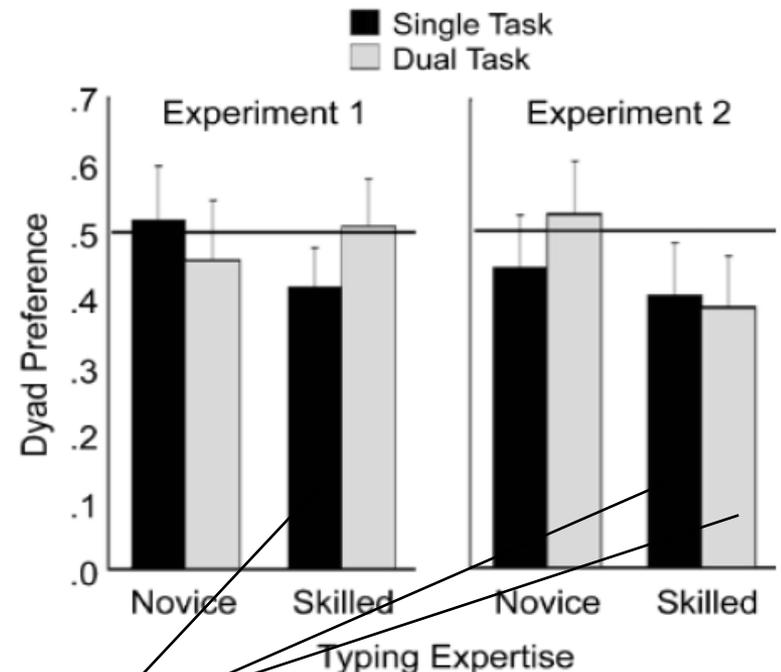
Dyades: soit tapées avec même doigt (FV) soit tapées avec 2 doigts de 2 mains différentes (CJ)

Jugements de préférence (choix forcé)

Tâche interférente: préparer une séquence de mouvements de frappe et l'exécuter après le jugement de préférence

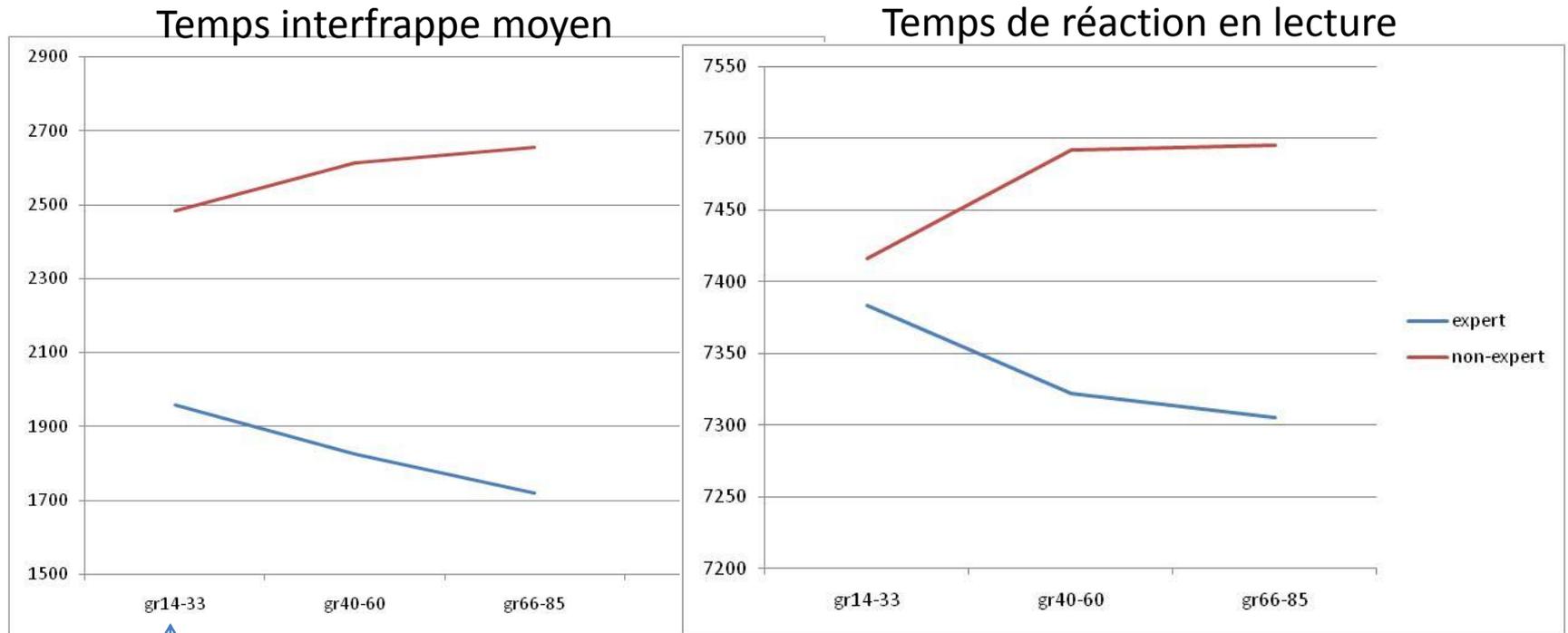
Mêmes types d'effets avec une tâche de mémorisation de paires de lettres

(Yang, Gallo & Beilock, 2009)



Préférence pour les dyades tapées avec des doigts différents

Dactylographie experte et lecture



Mots plutôt difficiles

a taper:

injure
hasard
espion
gratin...

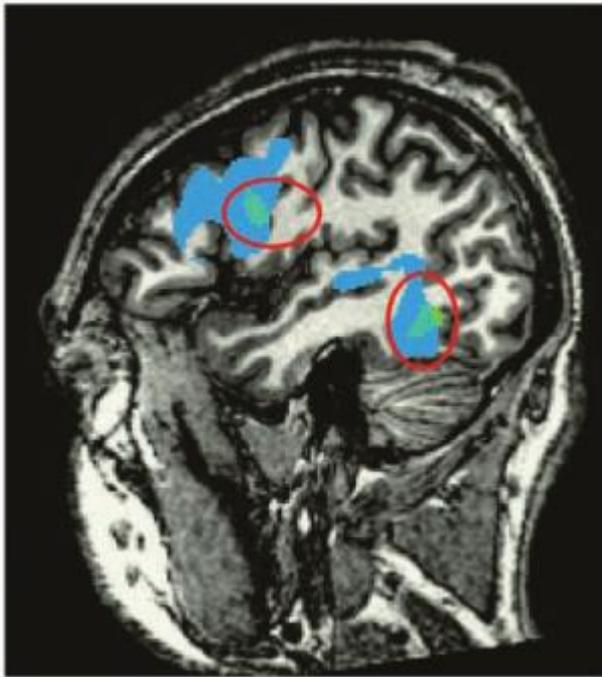
Mots plutôt faciles

a taper:

esprit
jambon
hameau
pantin....

Et en effet....

Lecture et production d'orthographe de mots
ont des corrélats cérébraux communs



Etude en IRMf

L'approche « texting » pour remédier à l'aphasie

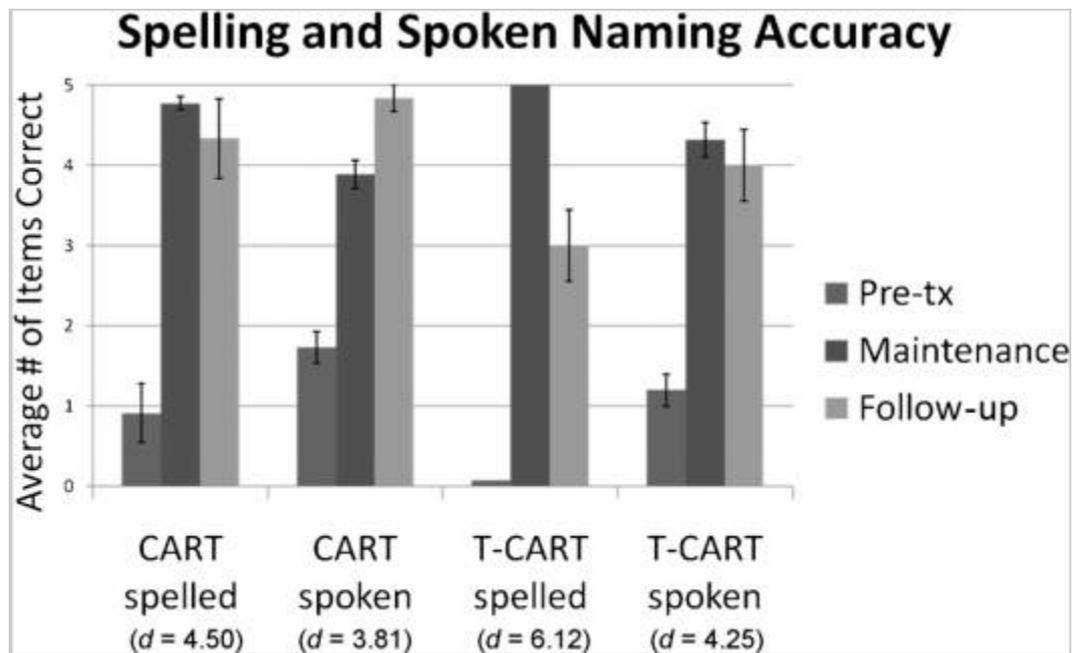
Beeson et al., J Speech Lang Hear Res, 2013

Patient avec une aphasie de Broca, et la persévération de la syllabe /tu/, très peu de mots produits correctement (avec artère cérébrale moyenne)

La lésion a épargné les centres cérébraux de l'écriture

Méthode CART: vise à renforcer les représentations orthographiques pour remédier à la perte de la parole (copy and recall treatment) en écrivant avec la main non hémiparétique (non dominante); méthode efficace sur certains patients et transfert sur la parole

Essai de la méthode T-CART (texting, sur smartphone)



Traitement: 13 semaines

Follow-up: 19 à 23 semaines après

Comparaison du stylo et du clavier dans la production de textes chez des enfants avec /sans troubles de l'apprentissage

(Berninger et al., 2009)

- Etude de la transcription: traduction du langage interne en symboles écrits pour exprimer une idée; incluse l'écriture et l'orthographe
- Effets du mode de transcription sur les textes produites (nombre de mots)? Chez des enfants avec et sans LDTD (learning disability in transcription)
- Hypothèse d'un effet bénéfique du clavier pour les enfants en difficulté
- 2 cohortes d'enfants à tous les niveaux de primaire (n = 241)

- Résultats: textes produits plus longs en écriture manuscrite, et chez les enfants les plus âgés, phrases plus complètes (mesure de construction des phrases) en écriture manuscrite
- Les effets sont les mêmes pour les enfants avec et sans trouble d'apprentissage
- Hypothèses des « enveloppes graphotactiques des mots », qui seraient facilitées par l'apprentissage manuscrit et unimanuel

The Pen Is Mightier Than the Keyboard: Advantages of Longhand Over Laptop Note Taking



Pam A. Mueller¹ and Daniel M. Oppenheimer²

¹Princeton University and ²University of California, Los Angeles

Psychological Science

1–10

© The Author(s) 2014

Reprints and permissions:

sagepub.com/journalsPermissions.nav

DOI: 10.1177/0956797614524581

pss.sagepub.com



Abstract

Taking notes on laptops rather than in longhand is increasingly common. Many researchers have suggested that laptop note taking is less effective than longhand note taking for learning. Prior studies have primarily focused on students' capacity for multitasking and distraction when using laptops. The present research suggests that even when laptops are used solely to take notes, they may still be impairing learning because their use results in shallower processing. In three studies, we found that students who took notes on laptops performed worse on conceptual questions than students who took notes longhand. We show that whereas taking more notes can be beneficial, laptop note takers' tendency to transcribe lectures verbatim rather than processing information and reframing it in their own words is detrimental to learning.