

## Sciences cognitives et numérique

### Grégoire Borst

Professeur de psychologie du développement et de neurosciences cognitives de l'éducation  
Université Paris  
Descartes - USPC  
LaPsyDÉ - UMR  
CNRS

### Frédéric Guilleray

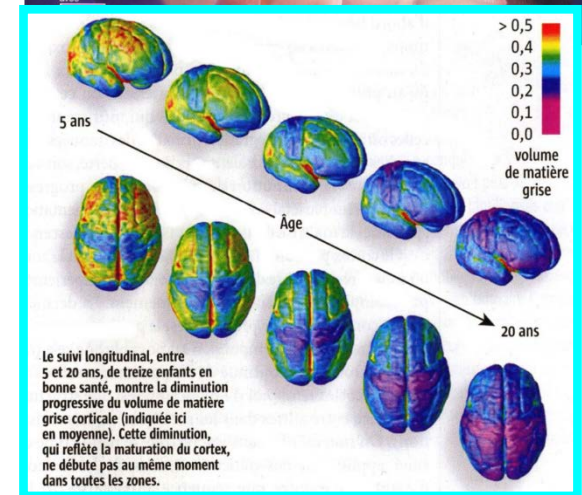
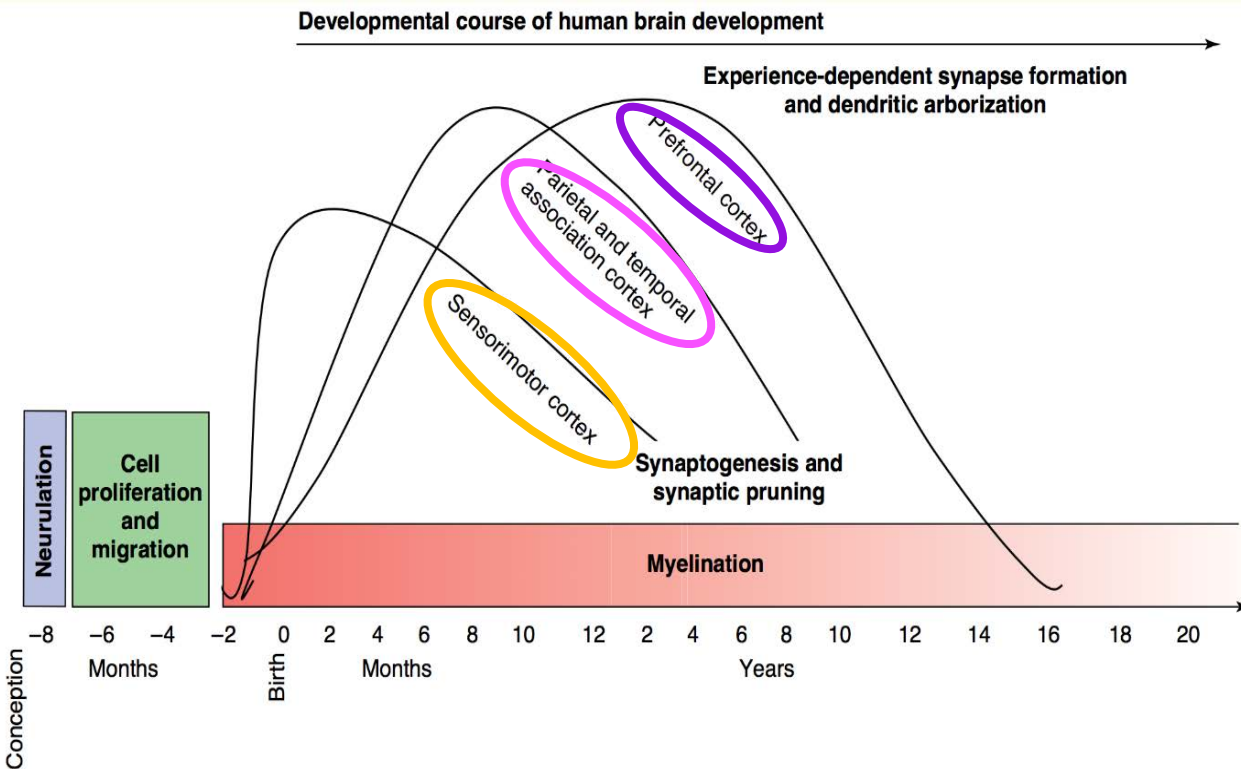
professeur agrégé de SVT,  
formateur académique  
Académie de Versailles

### Adeline André

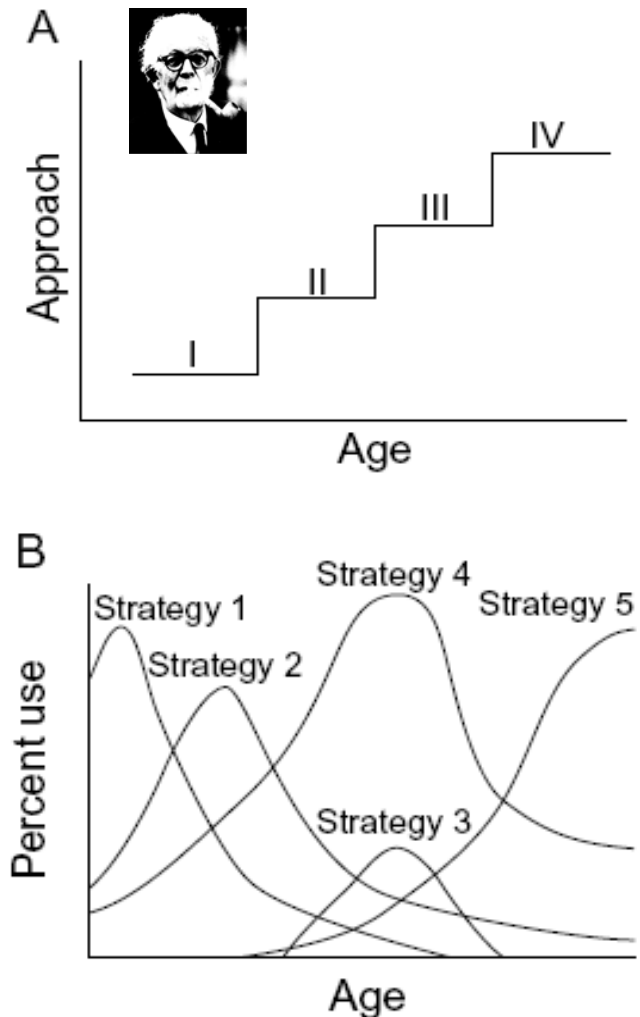
IA-IPR de SVT  
Académie de Versailles

# Grégoire Borst

# Maturation dynamique et non linéaire




# Développement dynamique et non linéaire



## LES TROIS SYSTÈMES COGNITIFS

### Système heuristique

Pensée «automatique»  
et intuitive

Fiabilité  Rapidité 



1

### Système d'inhibition



Interrompt le système  
heuristique pour activer  
celui des algorithmes

→ Fonction d'arbitrage

3

### Système algorithmique

Pensée réfléchie  
«logico-mathématique»

Fiabilité  Rapidité 



2

# Apprendre c'est aussi apprendre à désapprendre

- Un téléphone et un kit main libre coûtent 240 euros. Le téléphone coûte 200 euros de plus que le kit main libre. Combien coûte le kit main libre ?
- b/d (Ahr et al., 2016, 2017; Brault-Foisy et al., 2017)
- Pierre a 20 billes. Il en a 5 de plus que Paul. Combien de billes a Paul ? (Lubin et al., 2013)
- Je les asperges (Lanoë et al., 2016)
- 4,7 vs 4,342 ou  $1/3$  vs  $1/4$  (Roell et al., 2017, 2018)
- Flottabilité et masse volumique (Ahr et al., en prep)

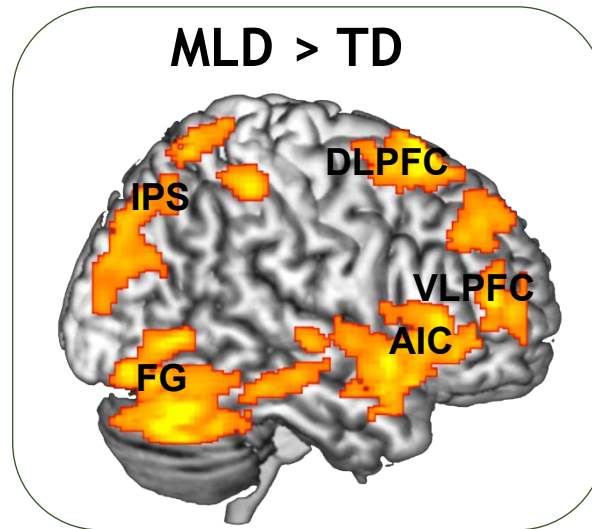
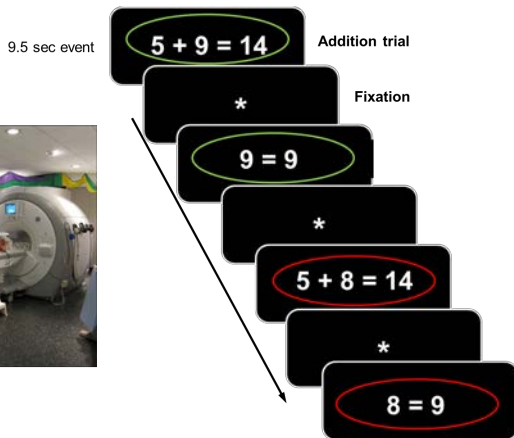


# Mathématiques, cerveau et dyscalculie



Learning Difficulties  
Specific  
to Mathematics (MLD)

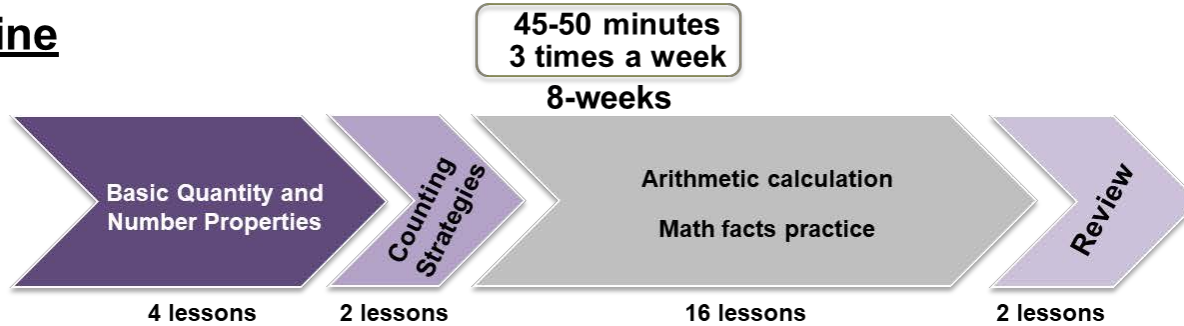
Typical  
Development  
(TD)



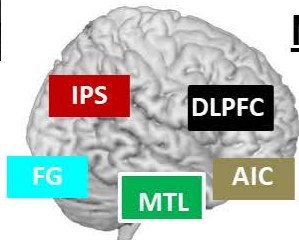
Iuculano et al. (2015)

# Mathématiques, cerveau et dyscalculie

## Timeline



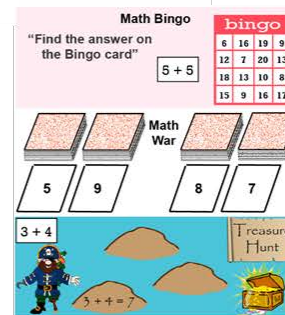
## Neurocognitive components



## Educational and social components

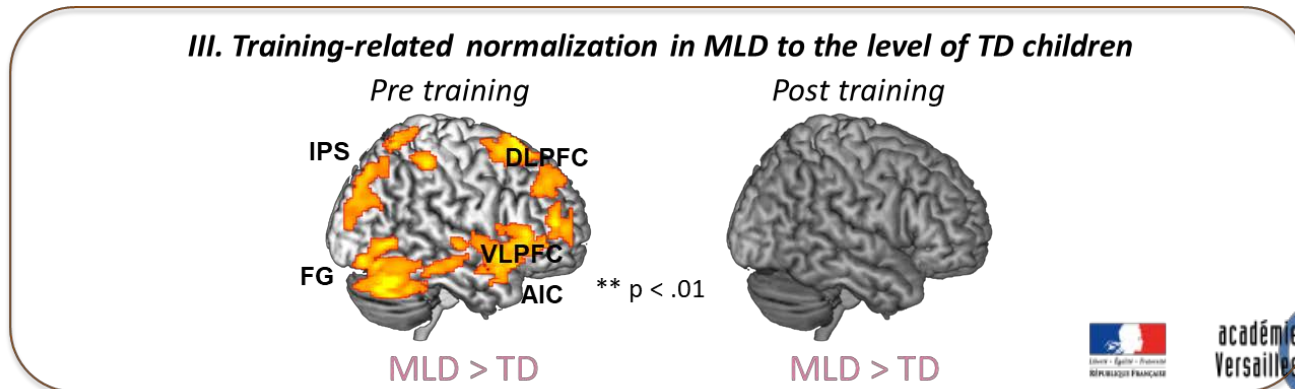
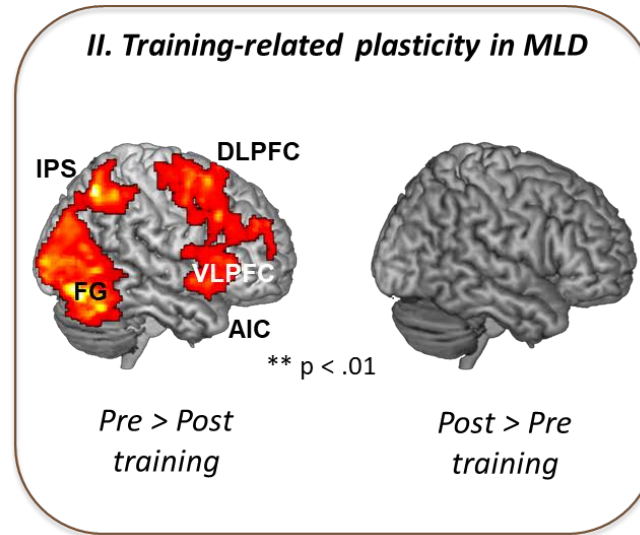
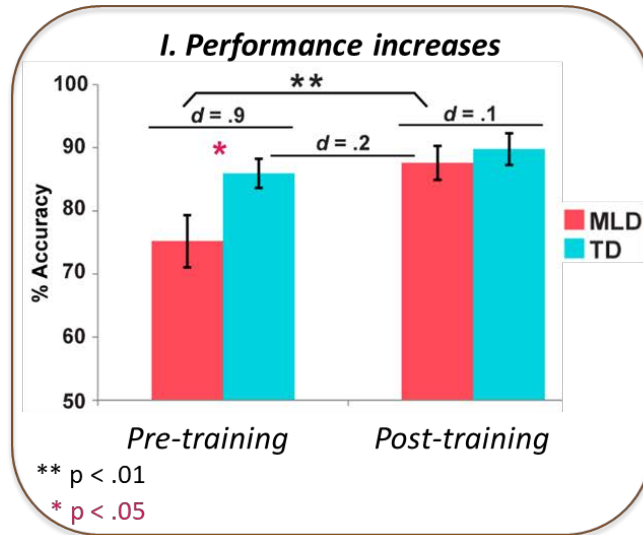
- One-on-one tutoring
- Gaming
- Reward (i.e. stickers)

Iuculano et al. (2015)





# Mathématiques, cerveau et dyscalculie



Iuculano et al. (2015)



Région académique  
ÎLE-DE-FRANCE

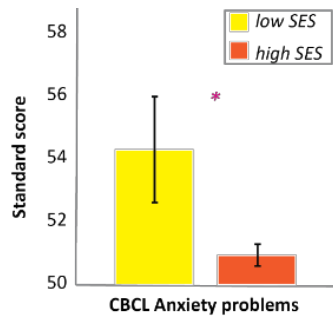
académie  
Versailles





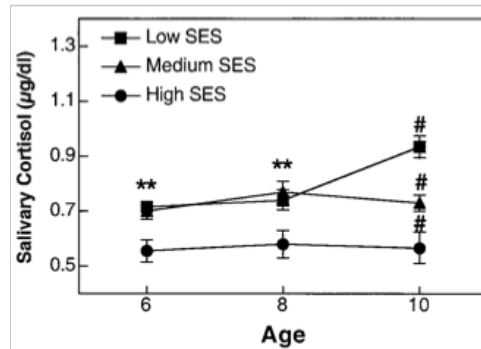
# SES, Stress et cerveau

Elevated levels of stress/anxiety in children with low-SES



Iuculano, Preliminary data

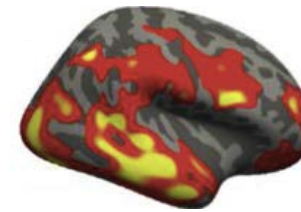
Elevated cortisol levels in children with low-SES



Lupien et al, 2000, Biological Psychiatry

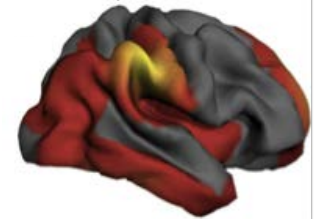
Brain structures varying with SES

Cortical thickness



Low income

Surface area



Low parental education

Farah, 2017, Neuron



# Frédéric Guilleray

## Cogni'classes

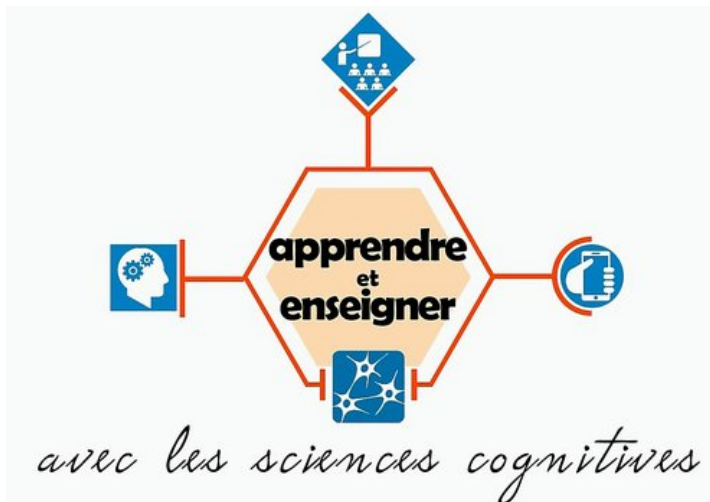
À l'origine : un MOOC

En établissement : une équipe formée

Une expérimentation concrète

Une évaluation des effets

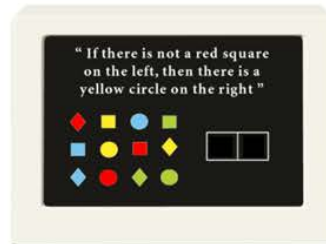
Une éthique professionnelle



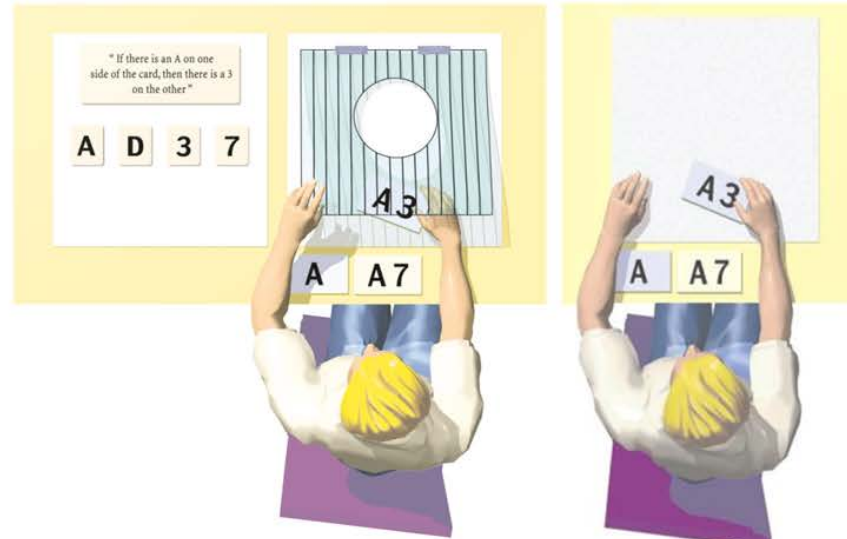
# Grégoire Borst

# Apprentissage Méta-exécutif : Raisonnement

## Pré- & Post-tests

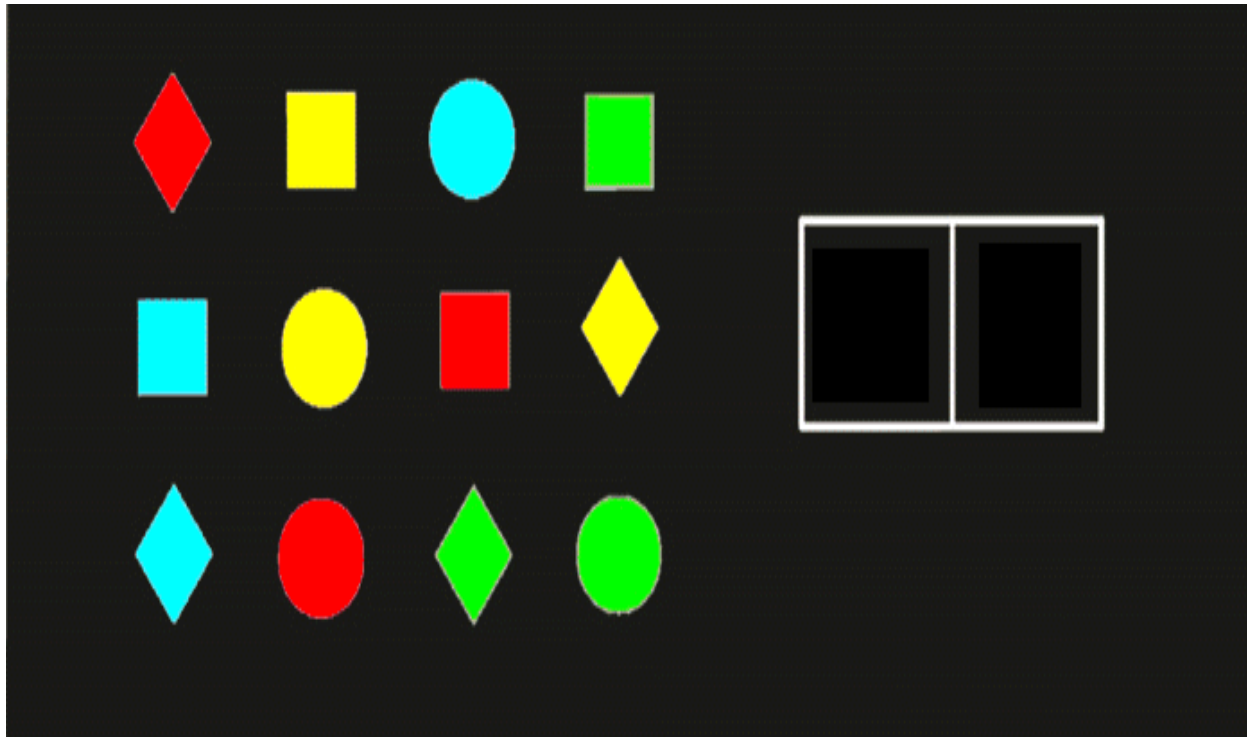


## Phase d'apprentissage hors caméra



Inhibition Logique

# Apprentissage Méta-exécutif : Raisonnement



**S'il n'y a pas de  
carré rouge à  
gauche, alors il  
y a un cercle  
jaune à droite**



# Apprentissage Méta-exécutif : Raisonnement

« Quatre cartes comportant un chiffre sur une face et une lettre sur l'autre, sont disposées à plat sur une table. Une seule face de chaque carte est visible. Les faces visibles sont les suivantes : A, 7, 3, D. Quelle(s) carte(s) devez-vous retourner pour déterminer la véracité de la règle suivante : Si une carte a un A sur une face, alors elle porte un 3 sur l'autre face. Il ne faut pas retourner de carte inutilement, ni oublier d'en retourner une. »

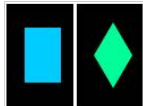
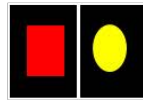


# Apprentissage Méta-exécutif : Raisonnement

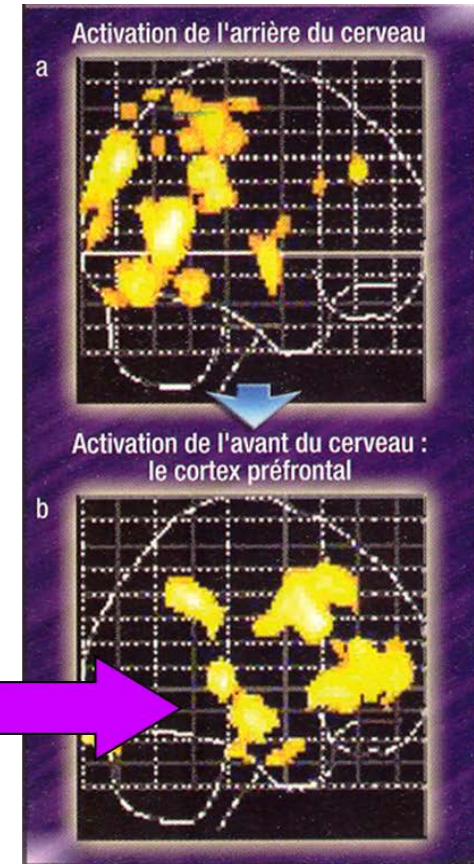
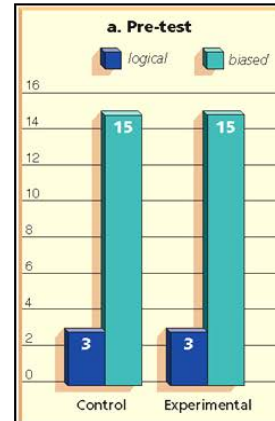
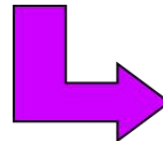
## Pré- & Post-tests



Erreur



Réponse logique







# Apprentissage Méta-exécutif : Fraction



$$\frac{7}{4} \quad ? \quad \frac{7}{3}$$

Apprentissage à l'inhibition

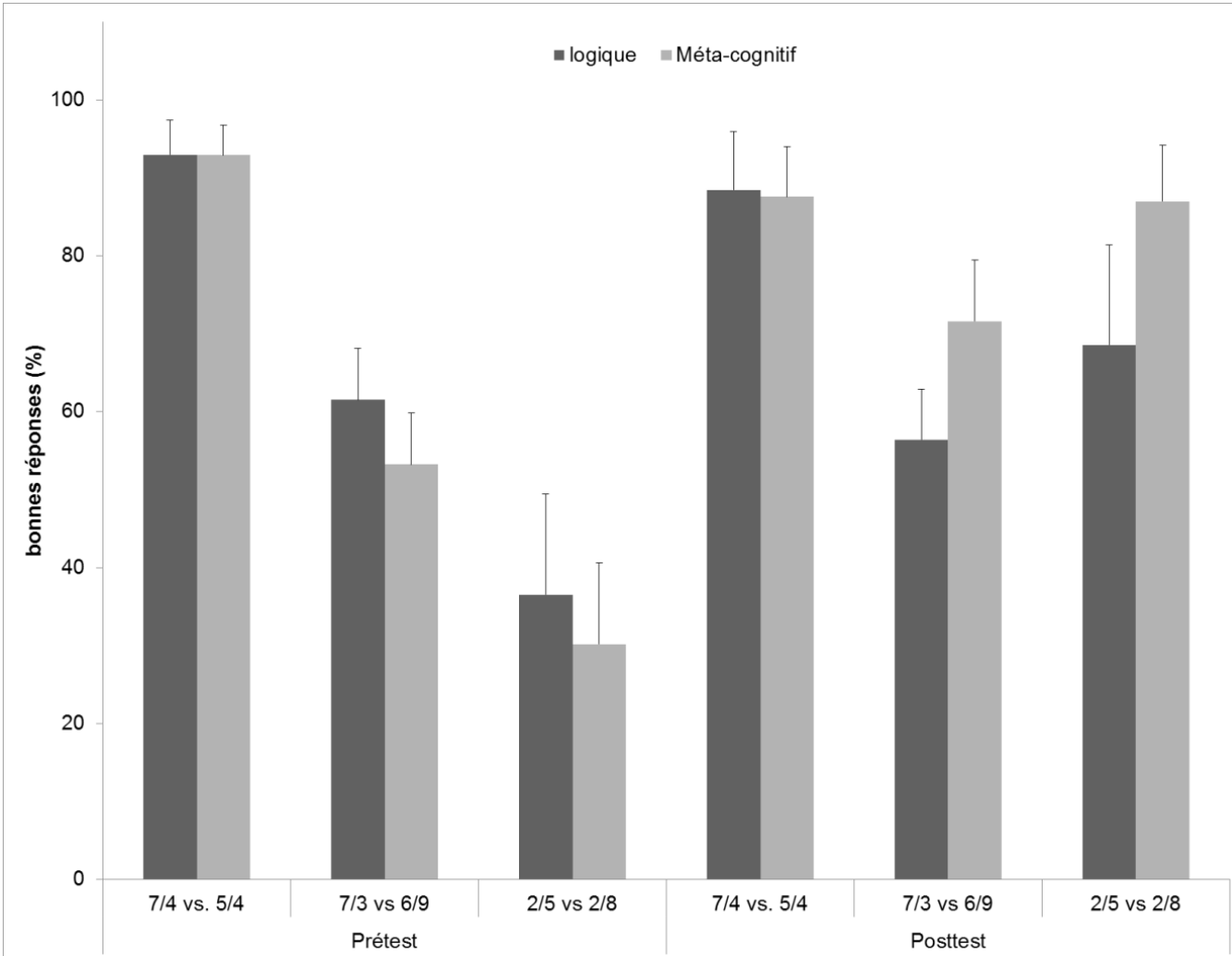
The diagram shows a grid of vertical bars. A central box contains the text:  $\frac{2}{4}$  plus grand que  $\frac{2}{5}$ . A red box below it contains:  $\frac{2}{4}$  plus petit que  $\frac{2}{5}$ . A green box above it contains:  $\frac{2}{4}$  plus grand que  $\frac{2}{5}$ .

Apprentissage classique

$\frac{7}{3}$  est plus grand que  $\frac{7}{4}$  car 2,33 est plus grand que 1,75



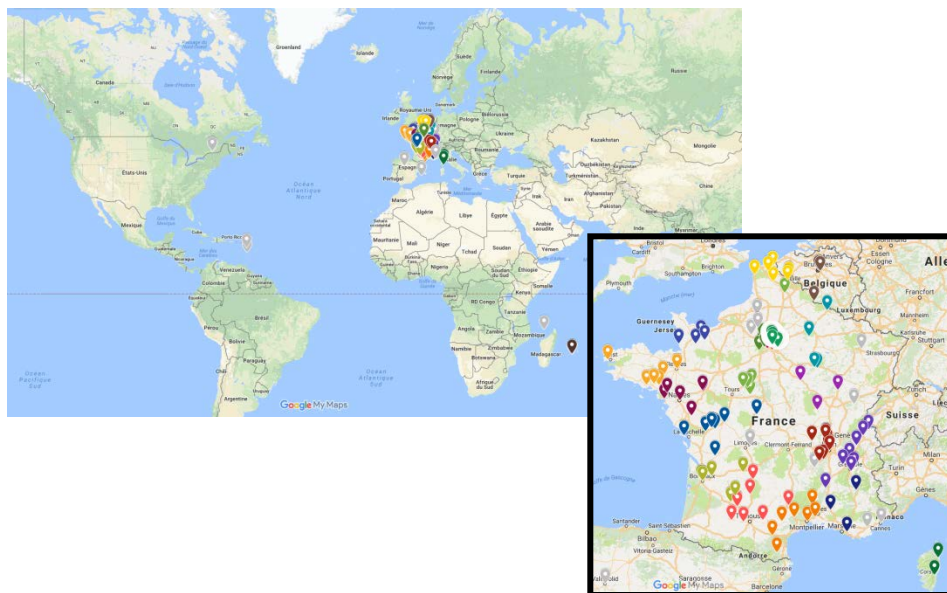
# Apprentissage Méta-exécutif : Fraction





# Apprentissage Méta-exécutif : Recherche collaborative

- Etape 1 : Visioconférence interactive sur le cerveau (160 classes de cycle 1, 2 et 3, 4000 élèves et plus de 800 questions posées en direct)  
<https://www.equalx.eu/experience-pedagogique/le-cerveau-comment-ca-marche-ij>
- Etape 2 : Cartographie des erreurs récurrentes observées dans les classes par les professeurs (74 erreurs identifiées)



Lea.fr

Nathan



académie  
Versailles  
E  
lique

dane  
académie de Versailles



# Apprentissage Méta-exécutif : Recherche collaborative

- Etape 3 : Entraînement en classe au contrôle inhibiteur (115 classes inscrites, 2800 élèves de cycle 1 et 2) <http://lea.nathan.fr/travail-collaboratif/lab-pedagogique/pre-test-cycles-2-et-3>

**PRE-TEST**  
1 semaine

CI (4 – 6 semaines)  
CA (4 – 6 semaines)

**POST-TEST**  
1 semaine

Stroop Animal,  
Empan numérique

1.2.3 Soleil, Stroop Jour/  
Nuit, Main/Bougie, Stroop  
Animal, Go/No-Go, Blanc/  
Noir, Jacques a dit, Tri de  
cartes, Bata-Clown

Stroop Animal,  
Empan numérique



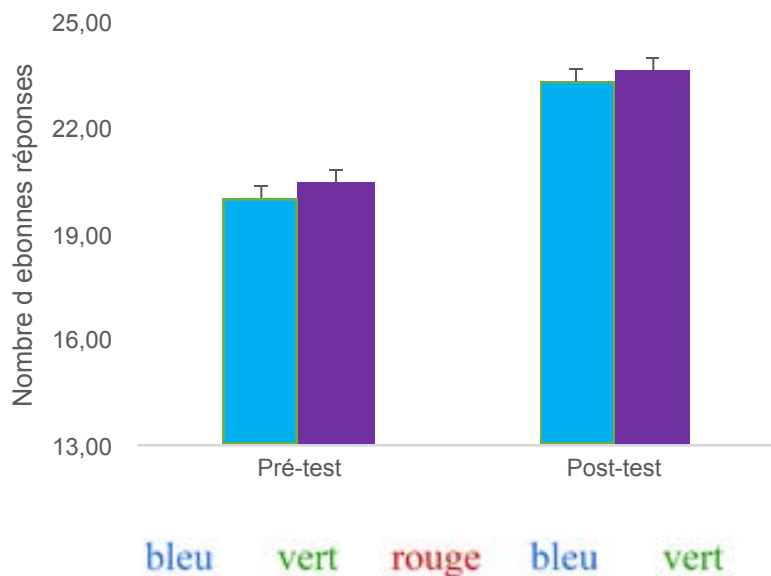
Région académique  
ÎLE-DE-FRANCE



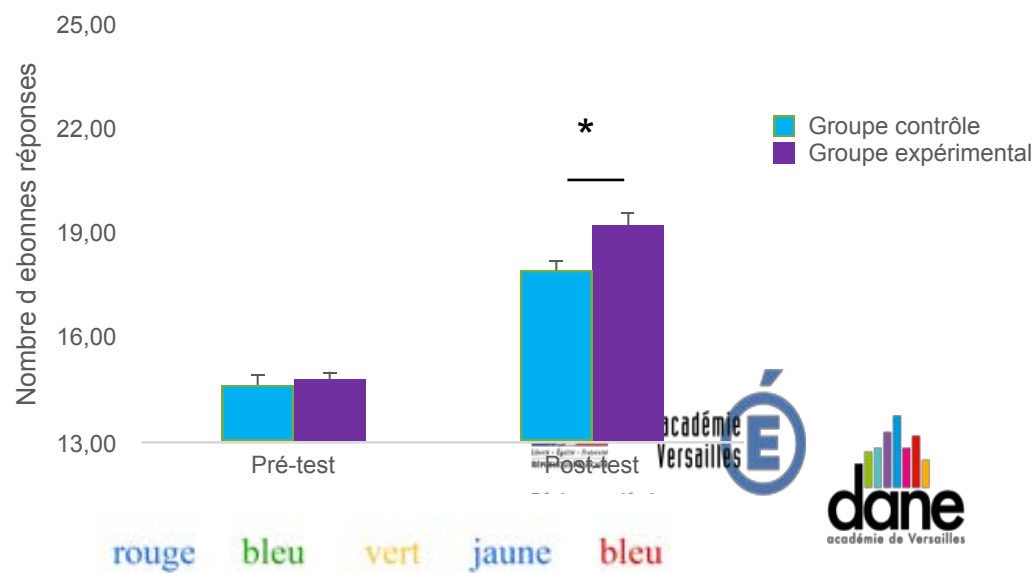
# Apprentissage Méta-exécutif : Recherche collaborative

- Etape 3 : Entraînement en classe au contrôle inhibiteur (115 classes inscrites, 2800 élèves de cycle 1 et 2) <http://lea.nathan.fr/travail-collaboratif/lab-pedagogique/pre-test-cycles-2-et-3>

Aux items congruents



Aux items interférents





# Apprentissage Méta-exécutif : Recherche collaborative

- Etape 4 : Effet d'intervention pédagogique métacognitif sur les erreurs récurrentes observées en classe.

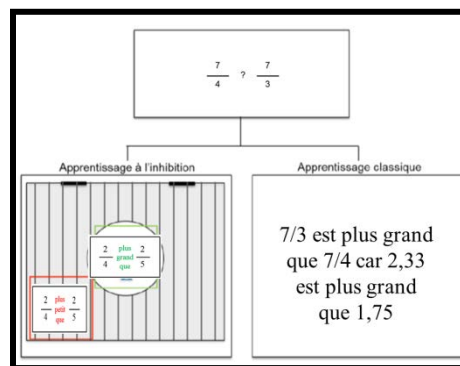
PRE-TEST  
1 semaine

CI (4 – 6 semaines)

CA (4 – 6 semaines)

POST-TEST  
1 semaine

- $3,1 \times 10 = 3,10$
- $73 - 45 = 75 - 43$
- $1h15 = 115 \text{ minutes}$
- $7/4 > 7/3$



- $3,1 \times 10 = 3,10$
- $73 - 45 = 75 - 43$
- $1h15 = 115 \text{ minutes}$
- $7/4 > 7/3$

# Adeline André

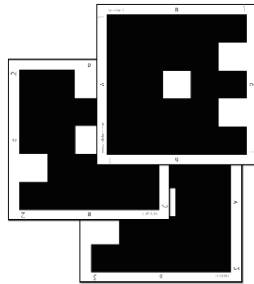


# Frédéric Guilleray





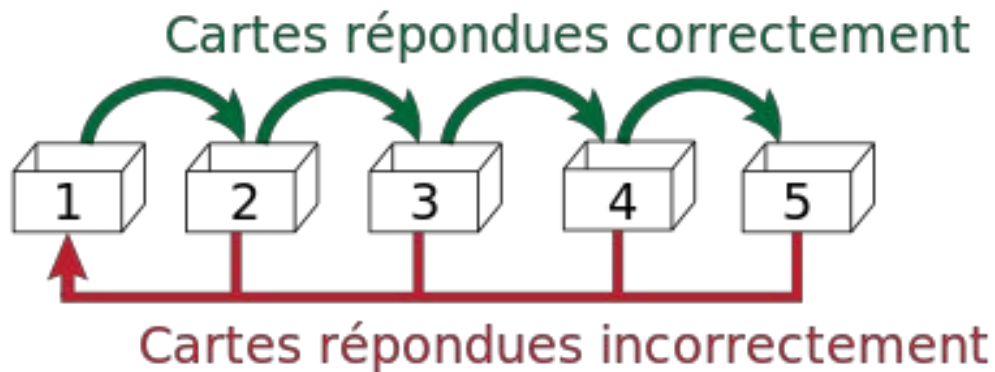
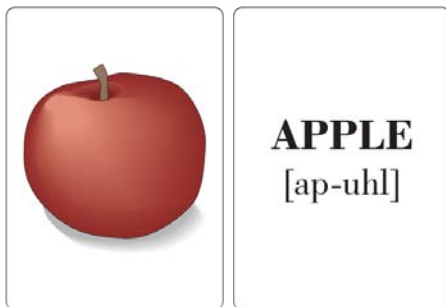
## Outils numériques





## Outils numériques

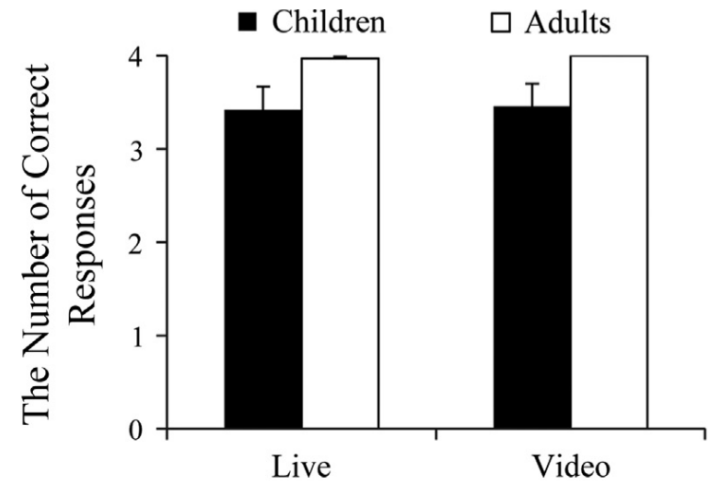
ANKI



# Grégoire Borst



# Apprentissage en distanciel et cerveau



**Enfants de 6 ans**  
**Apprentissage d'une règle logique,**  
**via un écran ou en situation « réelle »**

Moriguchi & Hiraki, 2014

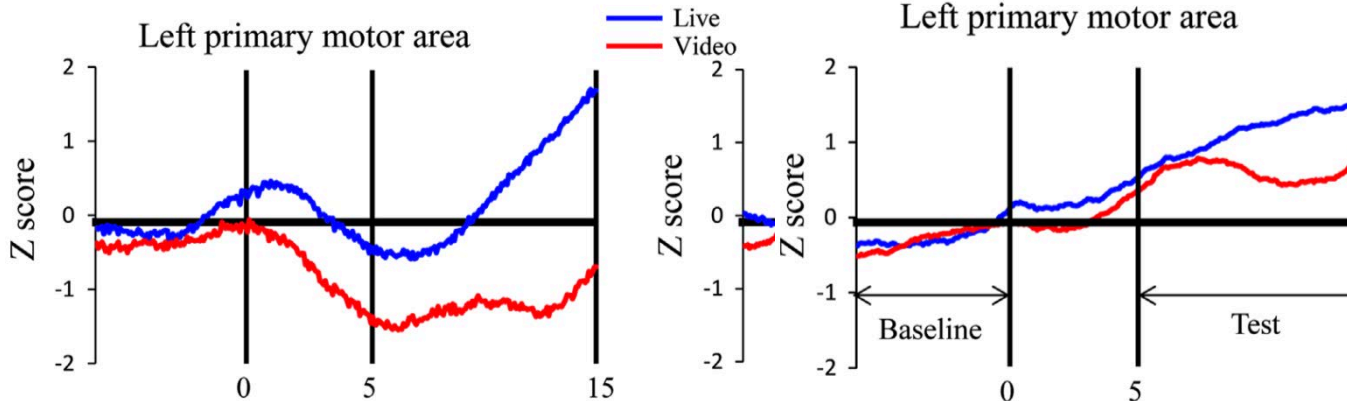
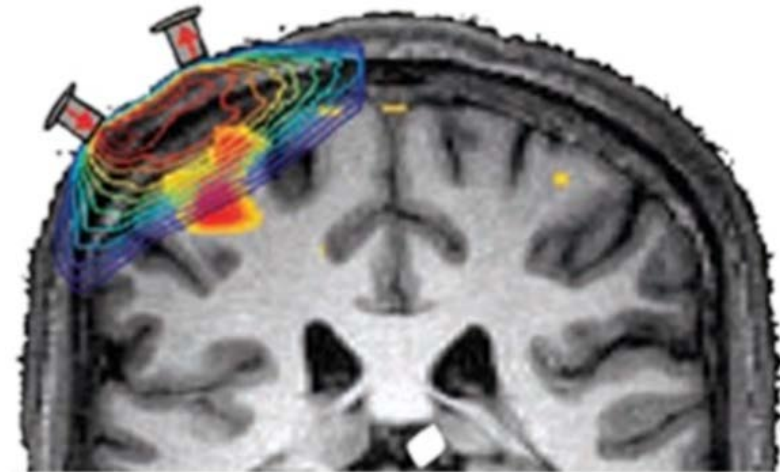


Région académique  
ÎLE-DE-FRANCE





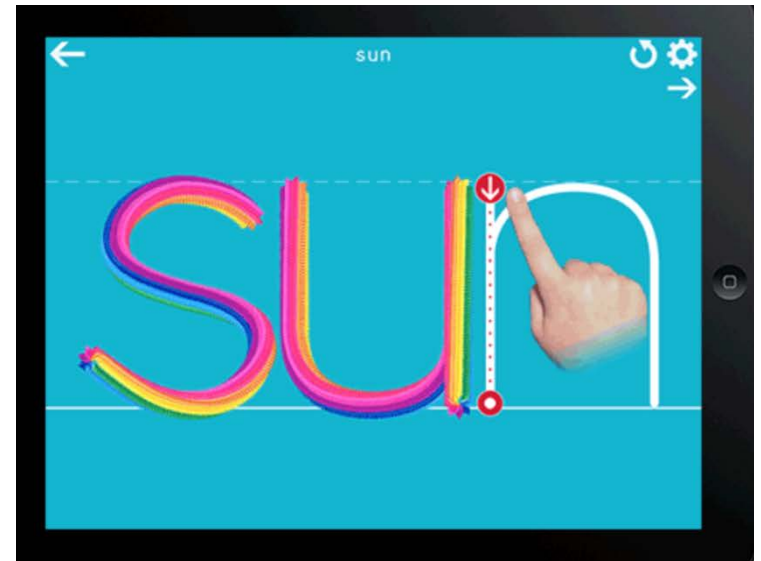
# Apprentissage en distanciel et cerveau



Moriguchi & Hiraki, 2014



# Apprentissage sur tablette : écriture



**Apprendre à écrire des lettres majuscules via une tablette avec stylet, tablette « au doigt » ou papier/crayon (niveaux initiaux en écriture équivalents)**

Patchan & Puranik, 2016

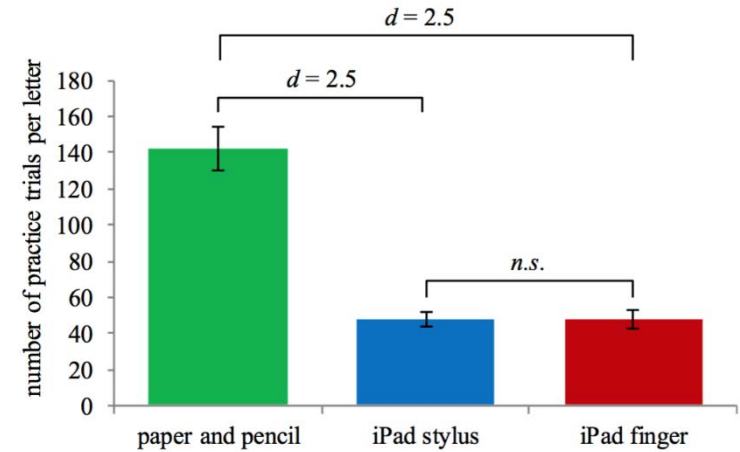
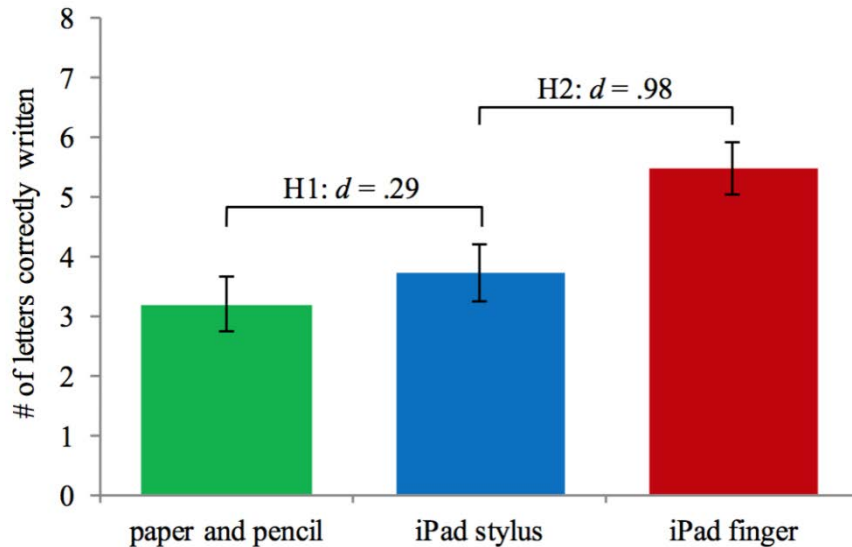


Région académique  
ÎLE-DE-FRANCE





# Apprentissage sur tablette : écriture



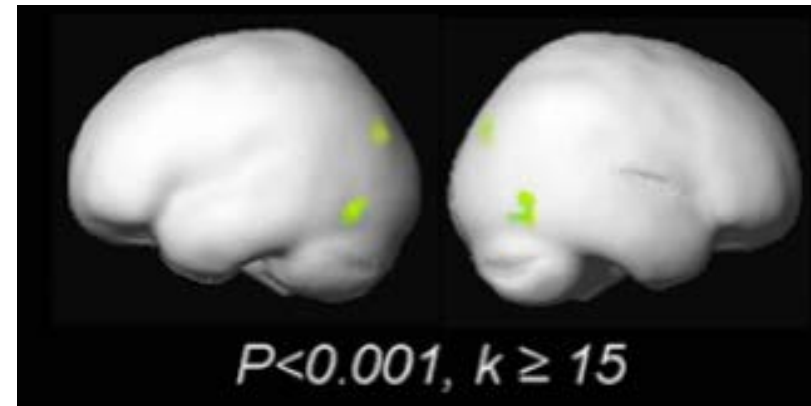
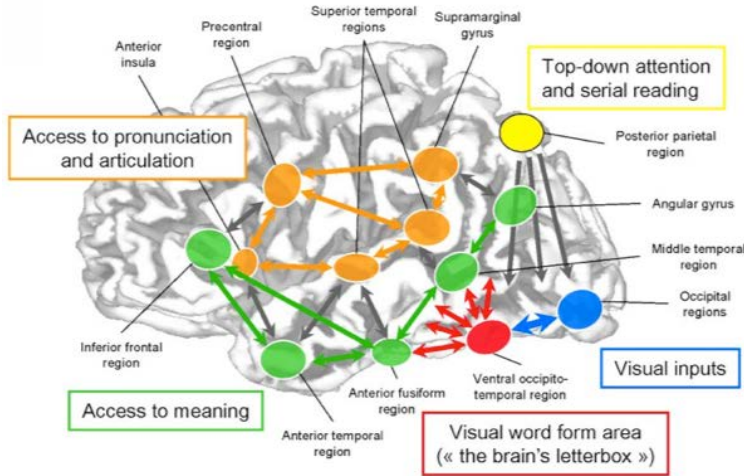
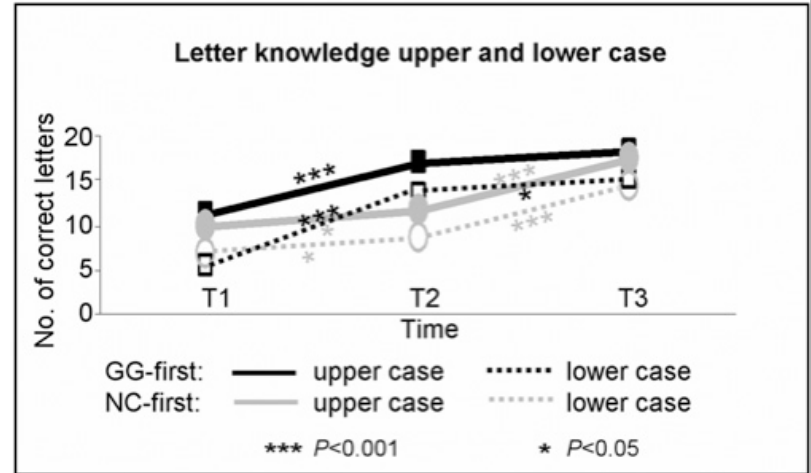
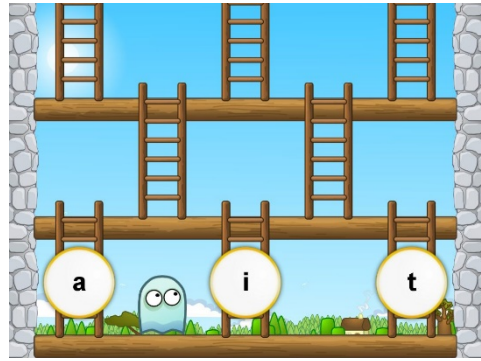
Patchan & Puranik, 2016



Région académique  
ÎLE-DE-FRANCE



# Apprentissage sur tablette : lecture



Brem et al., PNAS (2010)



# Adeline André