

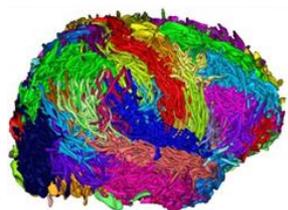
Comment aider le cerveau des élèves à dépasser certaines erreurs systématiques en classe ?

Grégoire Borst

gregoire.borst@parisdescartes.fr

Ce qu'il faut retenir

- Le cerveau continue à se développer jusqu'à 25 ans
- A tous les âges le cerveau est plastique et peut se reconfigurer après des apprentissages
- Il existe deux grandes façons d'apprendre : automatiser et résister à (inhiber) des automatismes
- A l'université comme à l'école, apprendre à raisonner et à être créatif c'est aussi apprendre à résister à ses automatismes.



Psycho-pédagogie et Neuro-éducation



Binet, A. (1904)



Piaget, J. (1936)



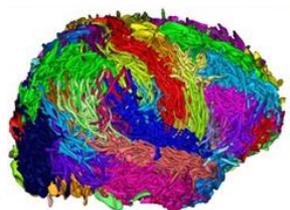
Vygotsky, L. (1936)



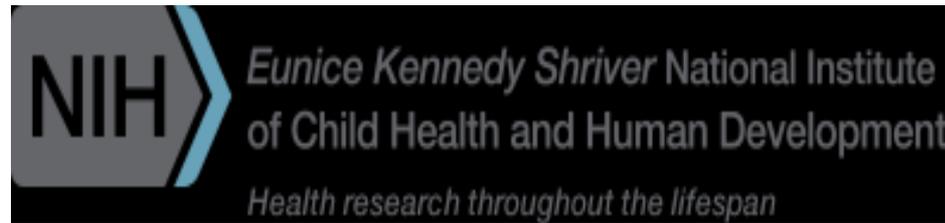
Bruner, J. (1966)



Psycho-pédagogie et Neuro-éducation



1988



1990's



2004



2010

Psycho-pédagogie et Neuro-éducation

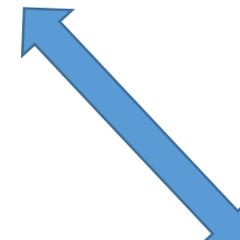
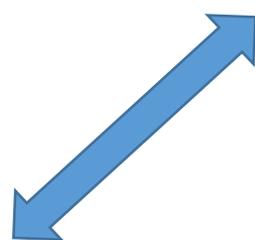
NEUROSCIENCE

PSYCHOLOGIE

EDUCATION

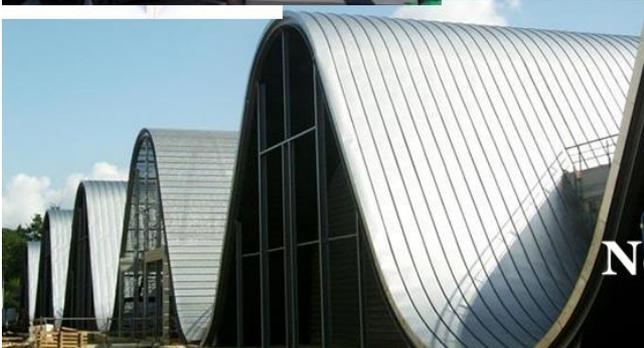
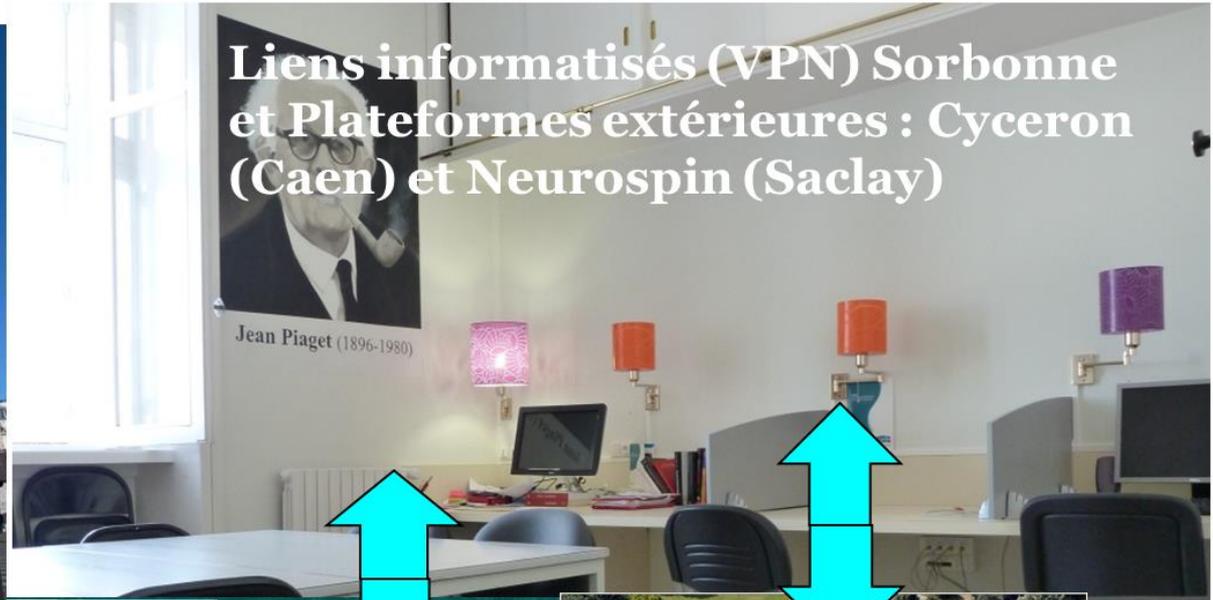
LABORATOIRE

ECOLE





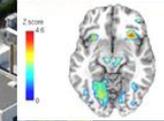
Labo Sorbonne (Binet)



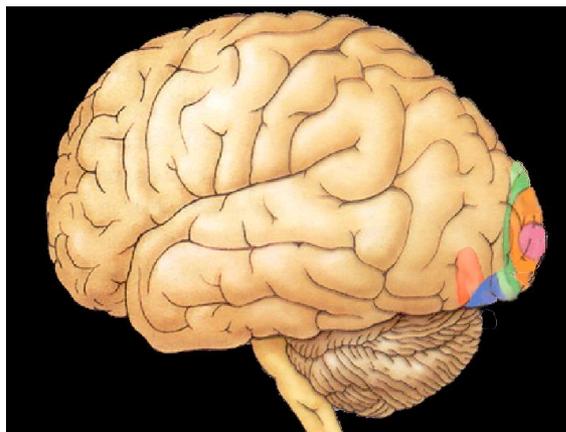
Neurospin
(Saclay)



Cyceron (Caen)

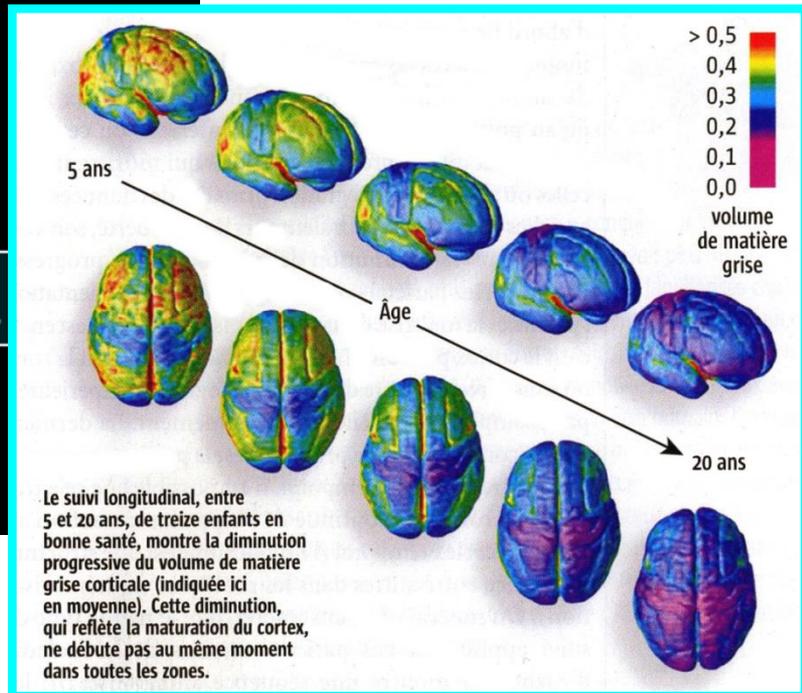
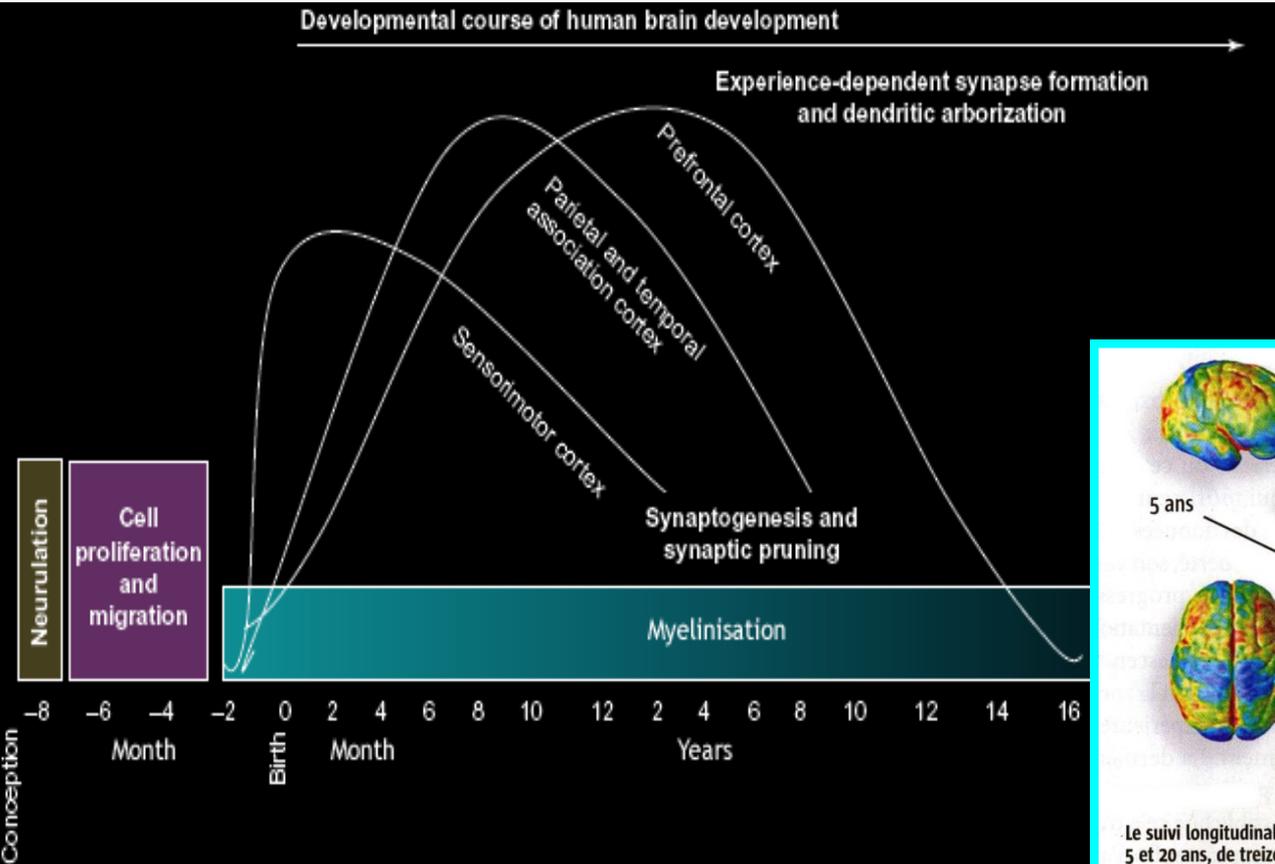






*Comment le cerveau de l'enfant
bouge, travaille, apprend :
maturation, plasticité,
vicariance (flexibilité) ?*

Developmental course of human brain development





De l'école au labo



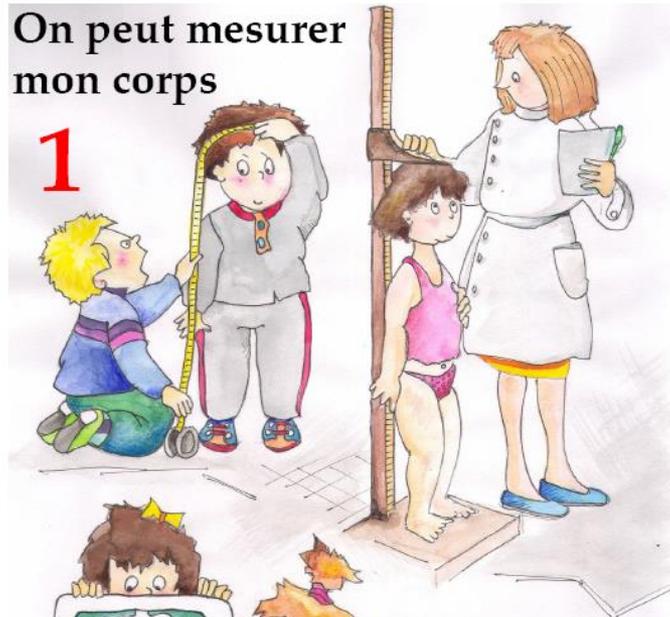
ministère
éducation
nationale



Qu'y a-t-il dans ma tête ?

On peut mesurer
mon corps

1



2



3



Pour voir le cerveau :
L'IRM = Imagerie par Résonance Magnétique

... et même voir à l'intérieur !

Préparation à l'école



Préparation à l'école



Préparation au labo



Préparation au labo

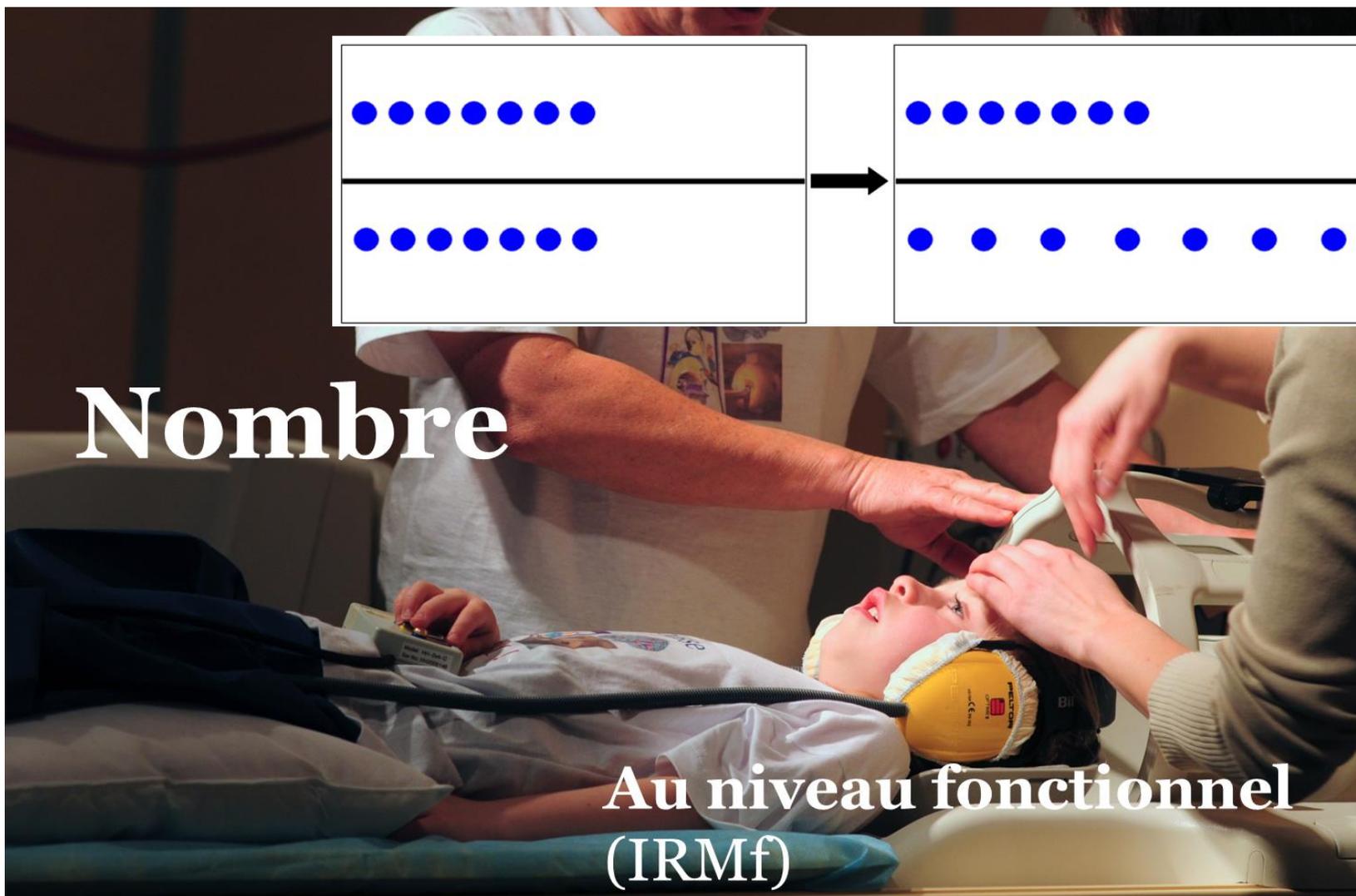


Préparation au labo

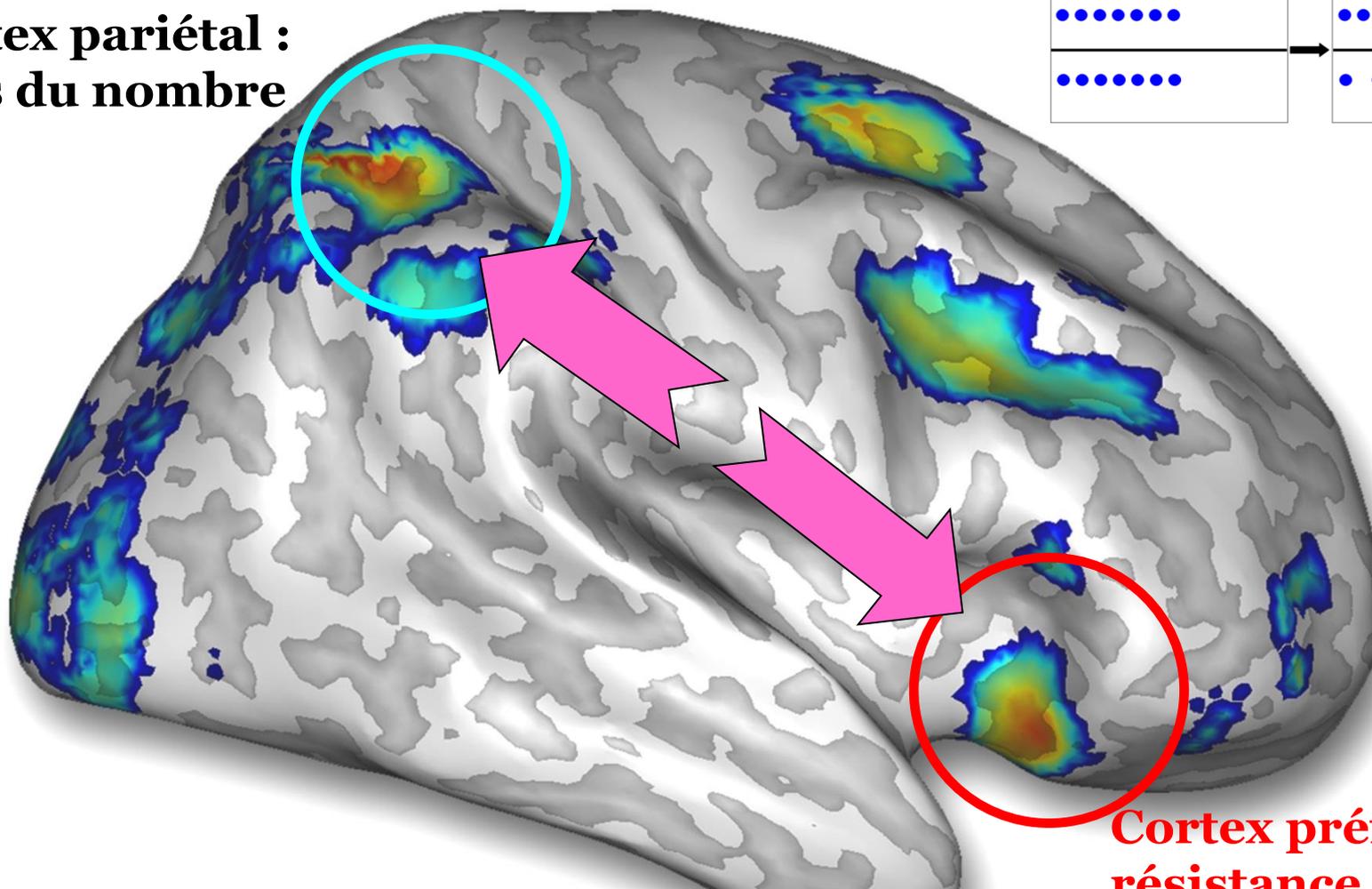


Préparation au labo





**Cortex pariétal :
sens du nombre**



**Cortex préfrontal :
résistance aux
automatismes**

Compte les animaux

1 un 

2 deux 

3 trois 

4 quatre 

5 cinq 

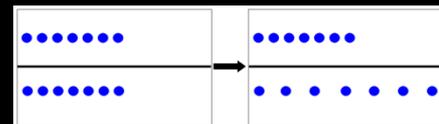
6 six 

7 sept 

8 huit 

9 neuf 

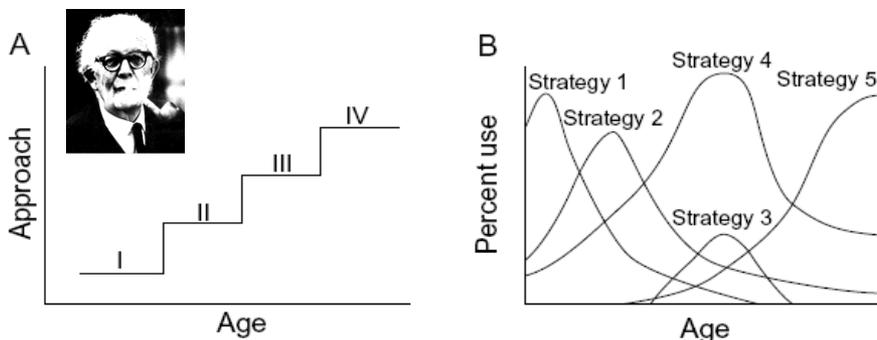
10 dix 



« *Longueur*
= *nombre* »

Systeme dynamique non linéaire

Paradoxe des compétences précoces et des incompétences tardives



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

Développement

Raisonnement

Catégorisation

Nombre

Objet

Résistance cognitive et contrôle de soi

- <http://www.theinvisiblegorilla.com/videos.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Yo4WF3cSd9Q>



VERT

JAUNE

ROUGE

BLEU

VERT

ROUGE

BLEU

VERT

ROUGE

JAUNE

BLEU

VERT

JAUNE

JAUNE

VERT

BLEU

VERT

JAUNE

BLEU

ROUGE

BLEU

JAUNE

VERT

ROUGE

VERT

JAUNE

ROUGE

BLEU

VERT

ROUGE

VERT

JAUNE

BLEU

ROUGE

JAUNE

VERT

VERT

ROUGE

JAUNE

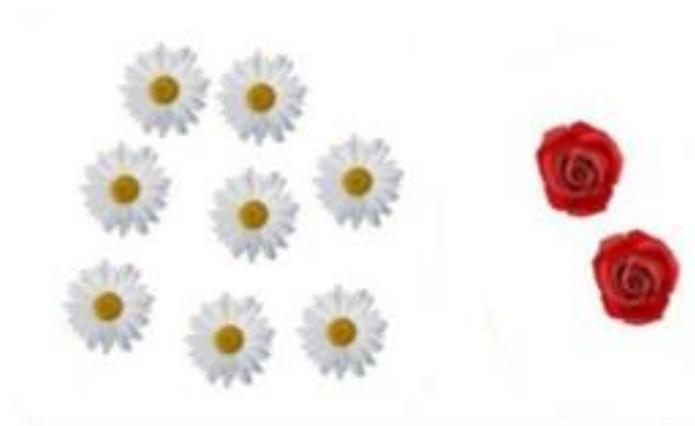
JAUNE

Le raisonnement

- Un stylo et une gomme coûtent 1,10 euros, le stylo coûte un euro de plus que la gomme. Combien coûte la gomme ?
- Une banane et un ananas coûtent 2,90 euros. L'ananas coute 2 euros. Combien coûte la banane ?
- Pierre a 20 billes. Il en a 5 de plus que Paul. Combien de billes a Paul ?
- Marie a 10 billes. Julie en a 10 de plus que Marie. Combien de billes a Julie ?

Le raisonnement

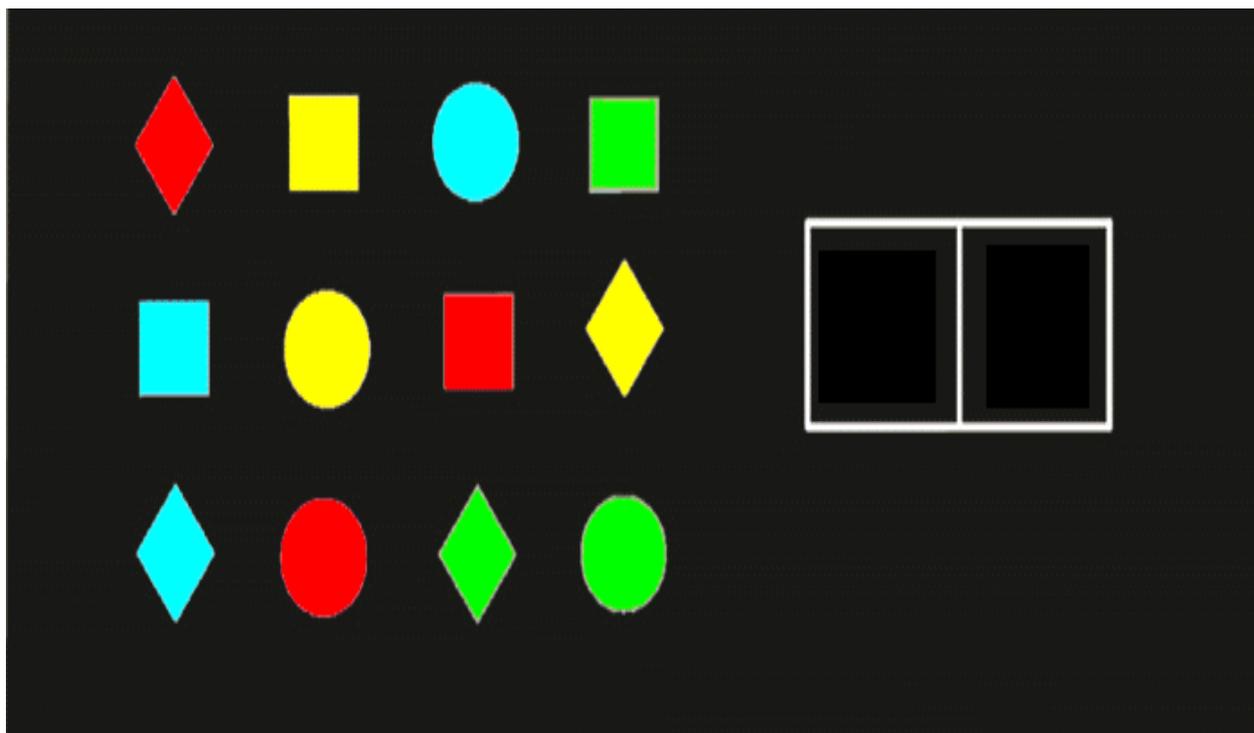
Inclusion des classes



Le raisonnement

- Linda a 61 ans, est franche, directe et intelligente. Elle a obtenu sa Licence de Philosophie. Etudiante dans les années 70 elle s'est intéressée aux questions relatives à la discrimination et à la justice sociale. Elle a participé à des manifestations contre le nucléaire. Aujourd'hui est-il plus probable que :
 - Linda soit banquière
 - Linda soit banquière et active dans un mouvement de lutttes contre les discriminations

Le raisonnement



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

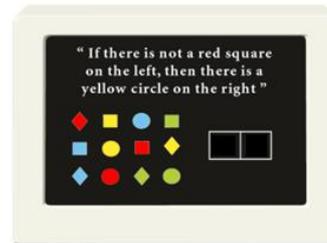
Le raisonnement

« 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. »

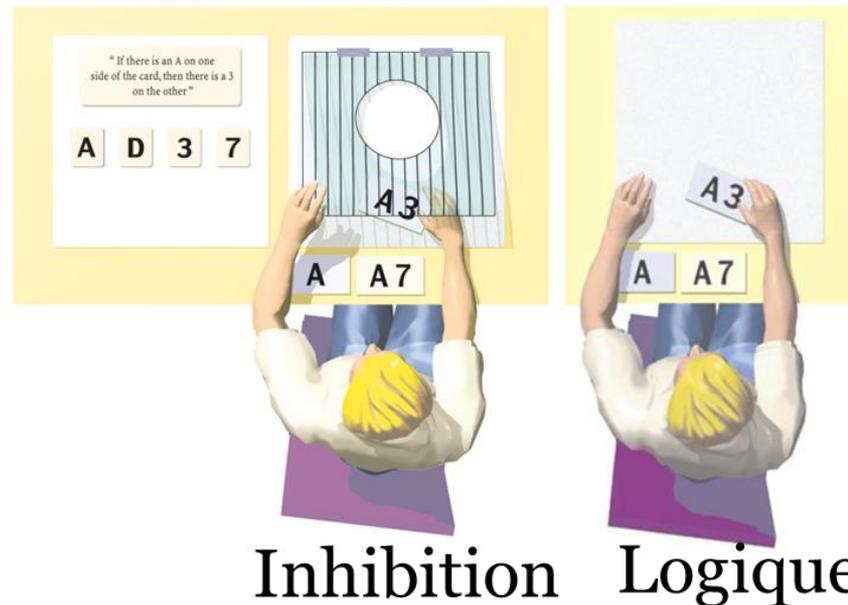


Pédagogie expérimentale

Pré- & Post-tests



Phase d'apprentissage hors caméra

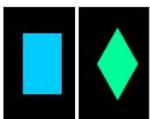
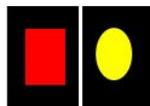


Pédagogie expérimentale

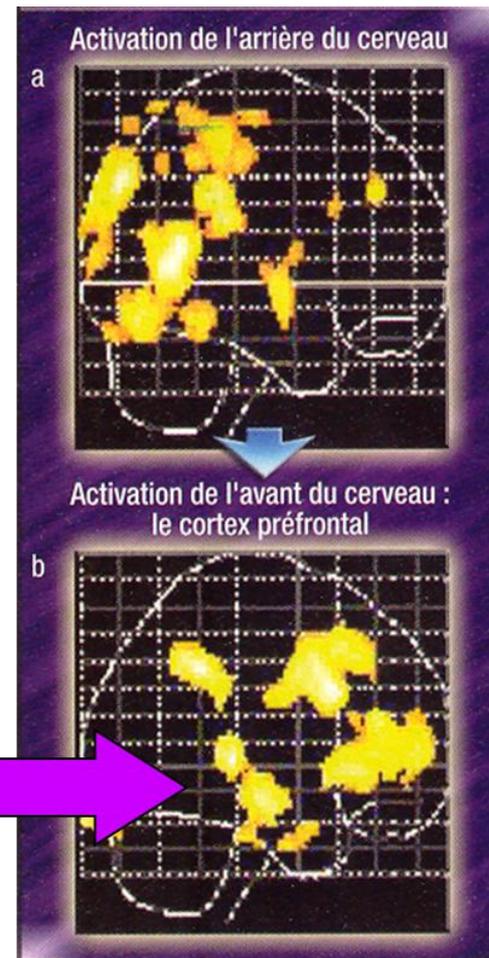
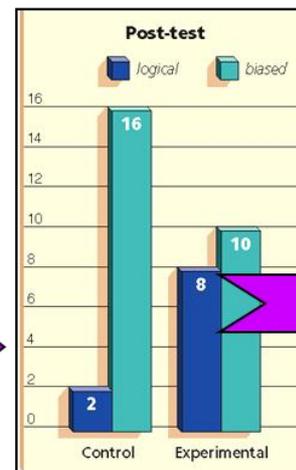
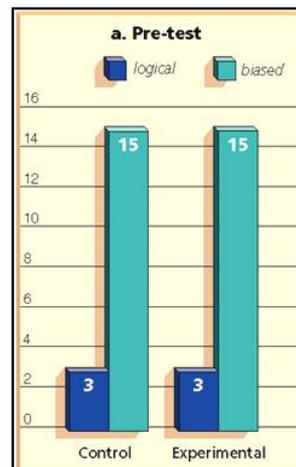
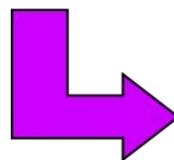
Pré- & Post-tests



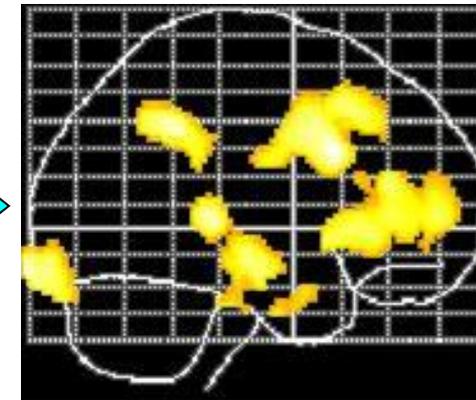
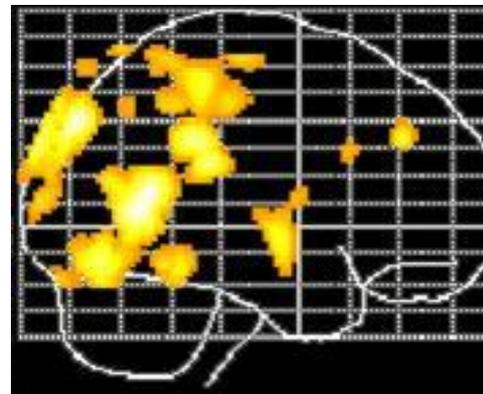
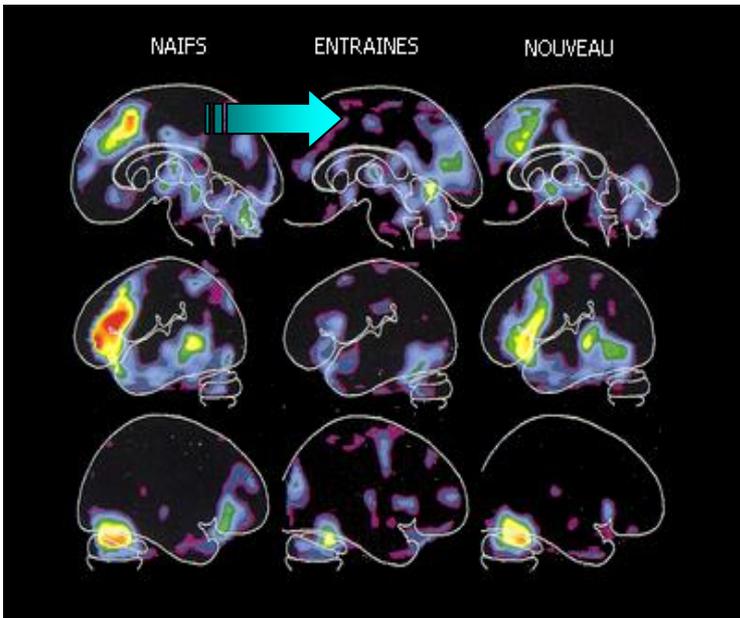
Erreur



Réponse logique



2 façons de « bouger » (d'apprendre) :



→ Automatisation

Tâche de génération de verbes à partir d'une liste de mots présentée visuellement.

→ Blocage des automatismes

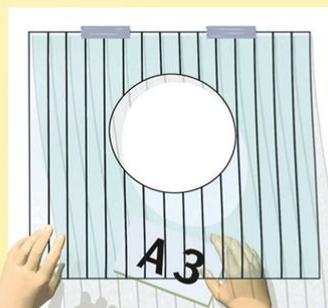
Tâche de raisonnement logique (déduction) avec nécessité d'inhiber un automatisme perceptif (apprentissage exécutif).

A l'Université et à l'école

En classe



ministère
éducation
nationale



A A7



Adele
Diamond



Jean Piaget (1896-1980)

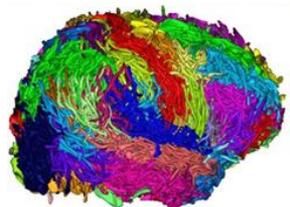


Enseigner les sciences à l'école
maternelle et élémentaire



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

Notre méthode



Amorce

Cible

Test

BLEU

JAUNE



Control

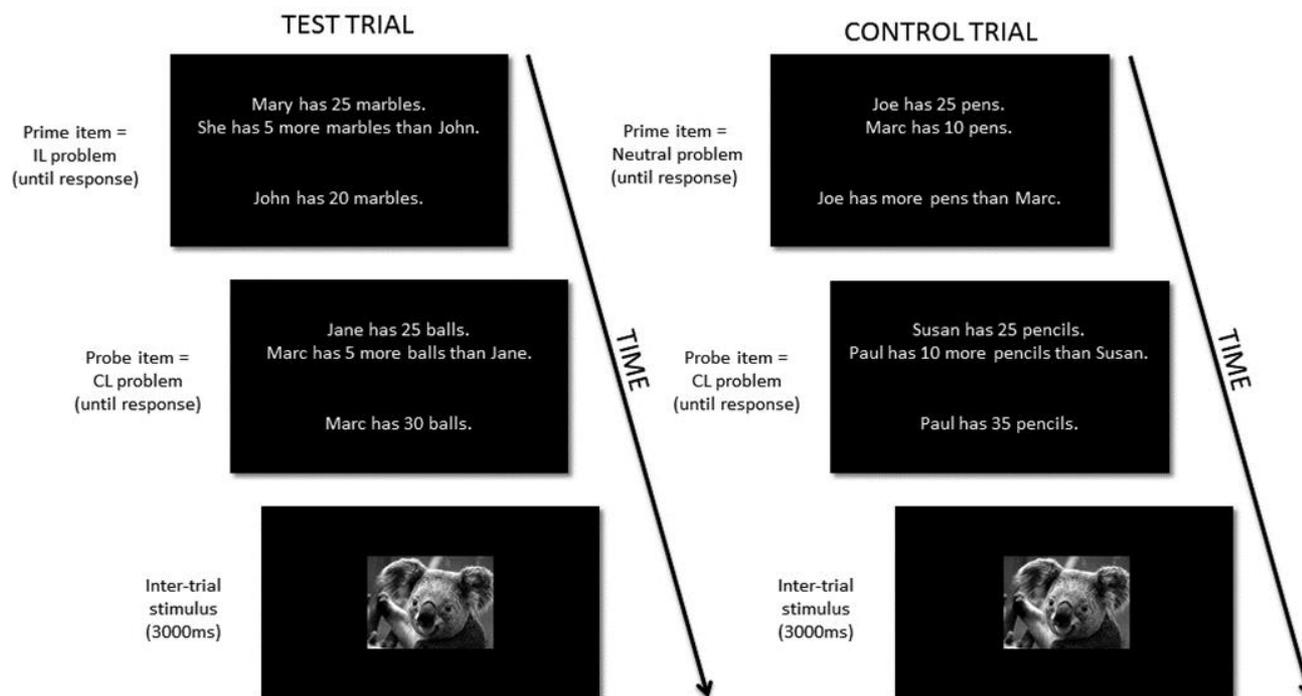
ROUGE

JAUNE

Borst, Moutier, & Houdé in *New Approaches in Reasoning Research –
Current Issues in Thinking & Reasoning* (2013)

Problème arithmétique

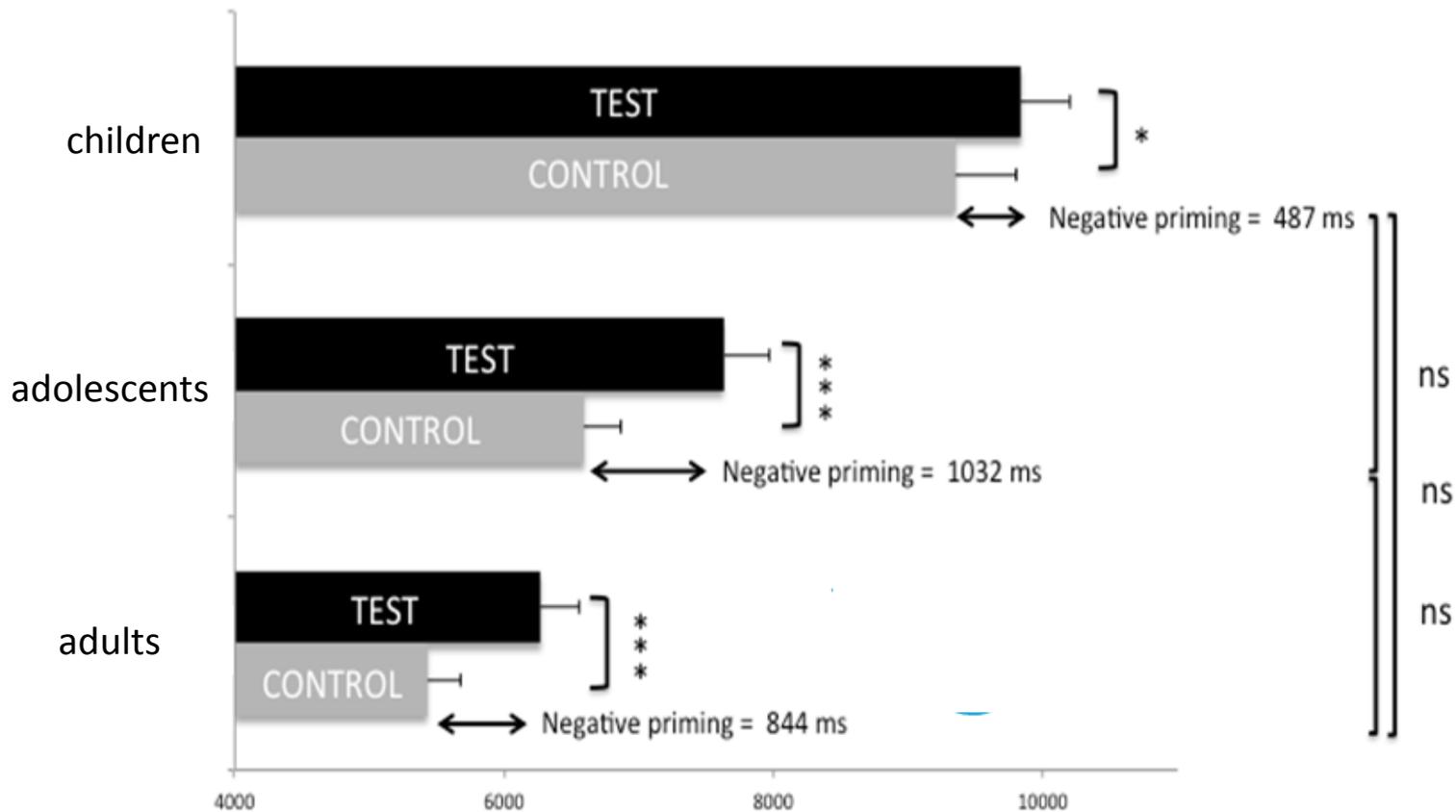
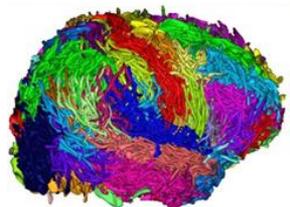
Jean a 10 billes. Il en a 5 de plus que Pierre.
Combien Pierre-a-t-il de billes ?



Lubin,..., Borst, *J. Edu. Psychol.* (2013)

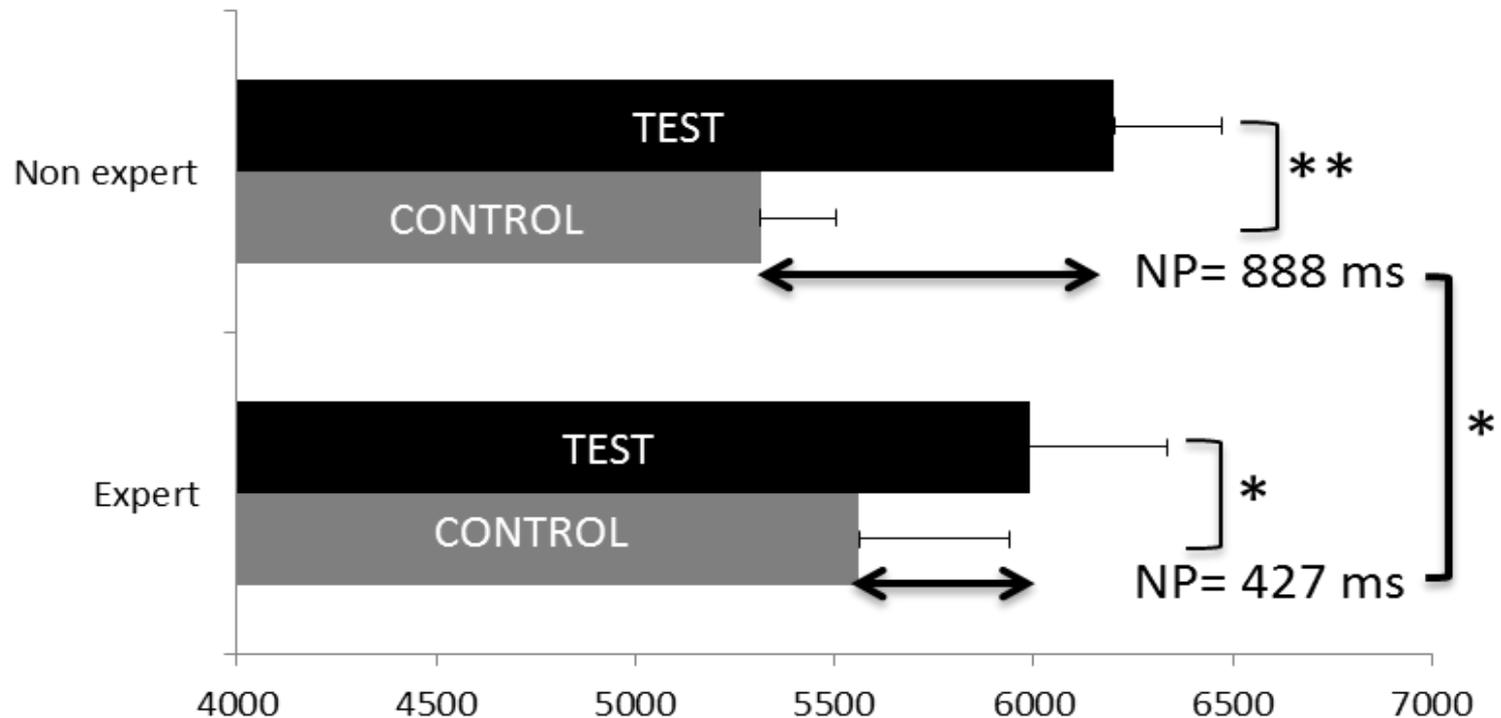


Problème arithmétique



Lubin,..., Borst, *Journal of Educational Psychology* (2013)

Problème arithmétique



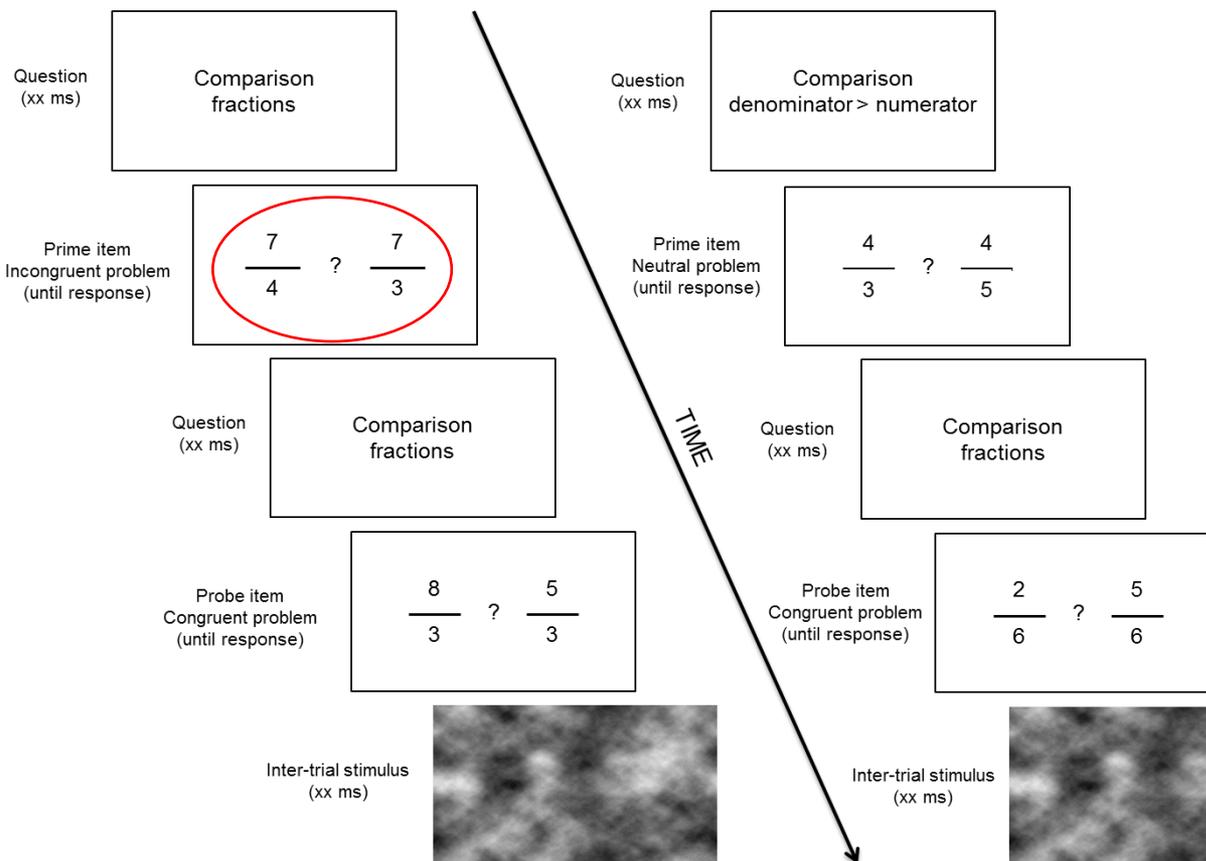
Lubin,..., Borst, *Learning & Instruction* (2016)



Comparaison de fraction

TEST TRIAL

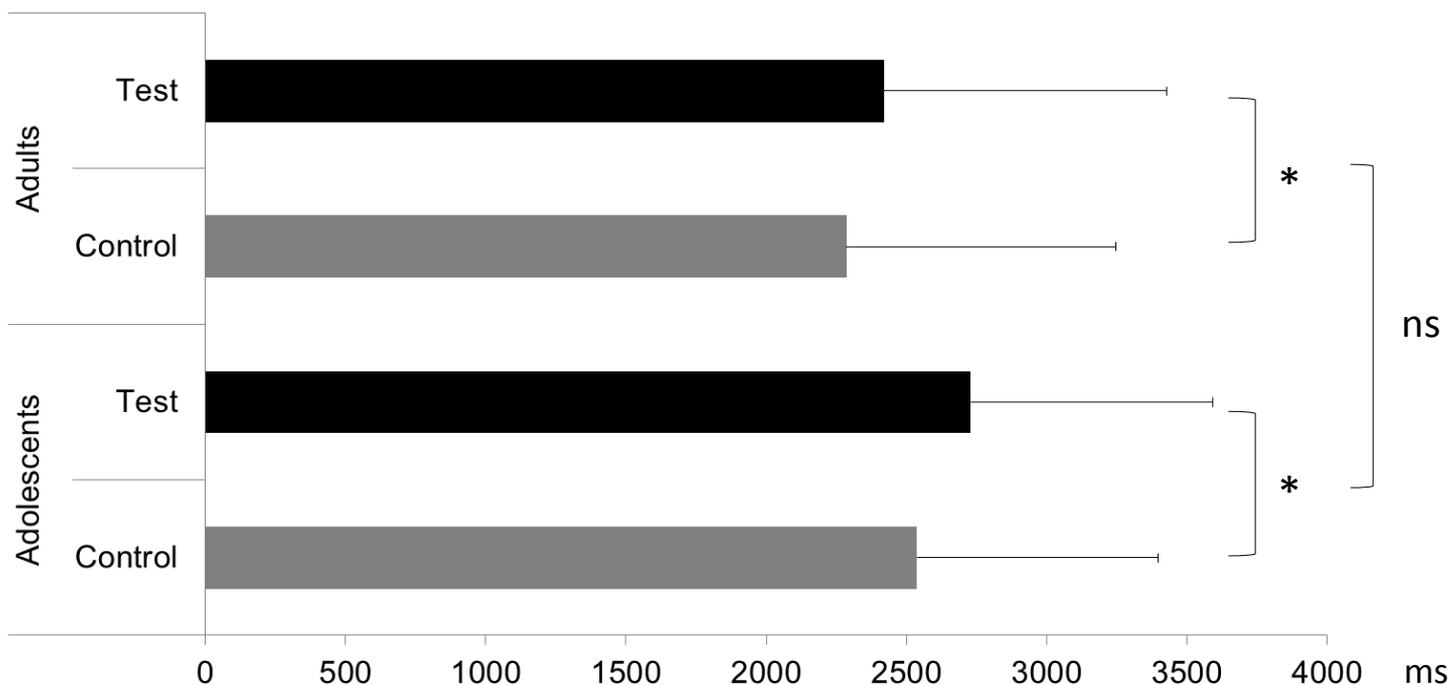
CONTROL TRIAL



Rossi,..., Borst, *JEC*P (in revision)



Comparaison de fraction



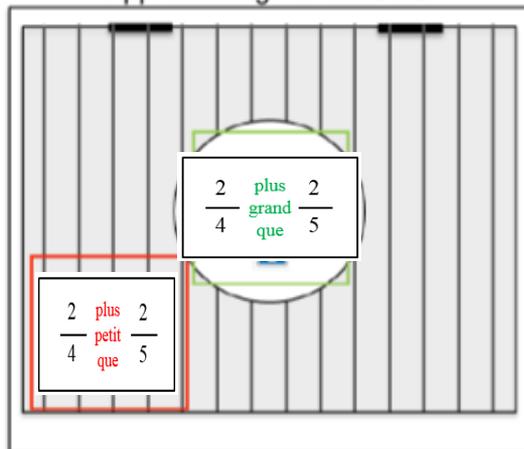
Rossi,..., Borst, *JECP* (in revision)



Comparaison de fraction

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

Apprentissage à l'inhibition



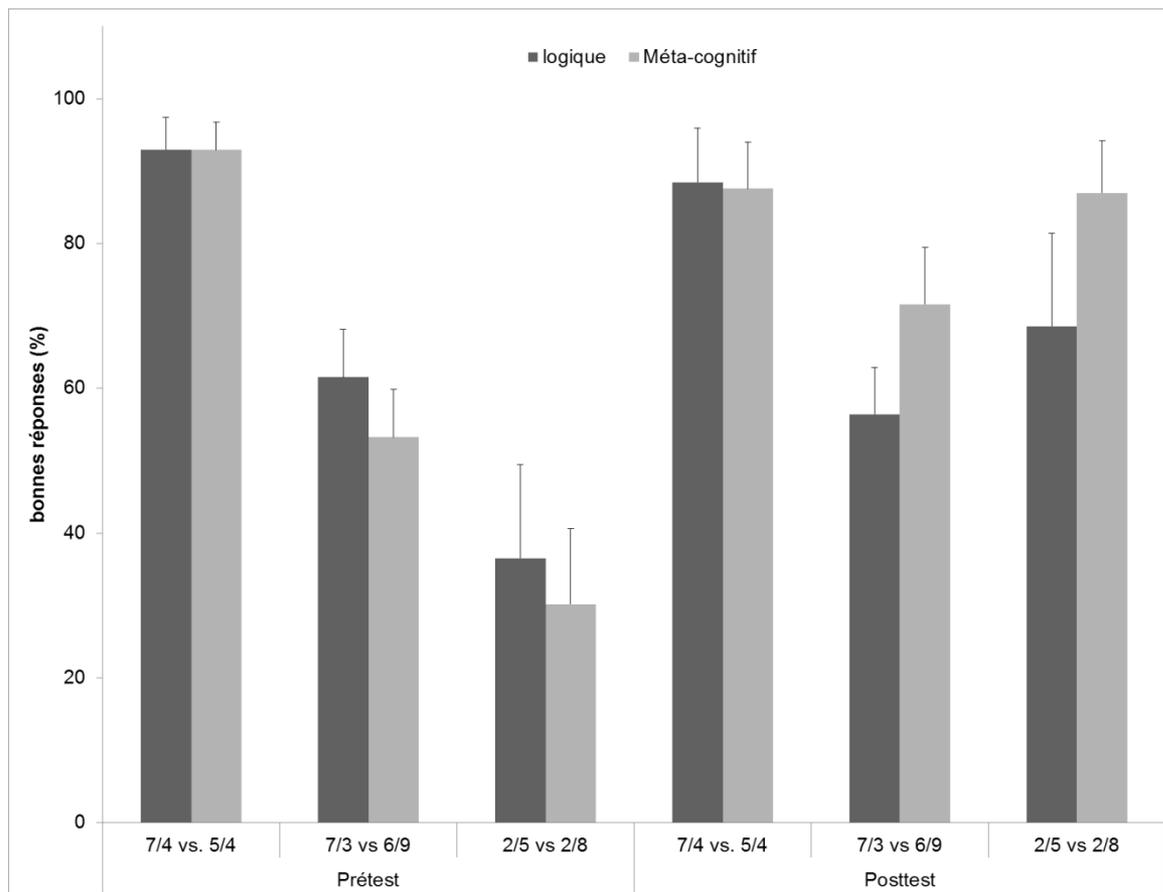
Apprentissage classique



Letang, Roell,..., Borst, (en prep)



Comparaison de fraction



Letang, Roell,..., Borst, (en prep)



Comparaison de nombres décimaux

4.7 vs 4.642

Control

PRIME

7,3 7,6

Probe

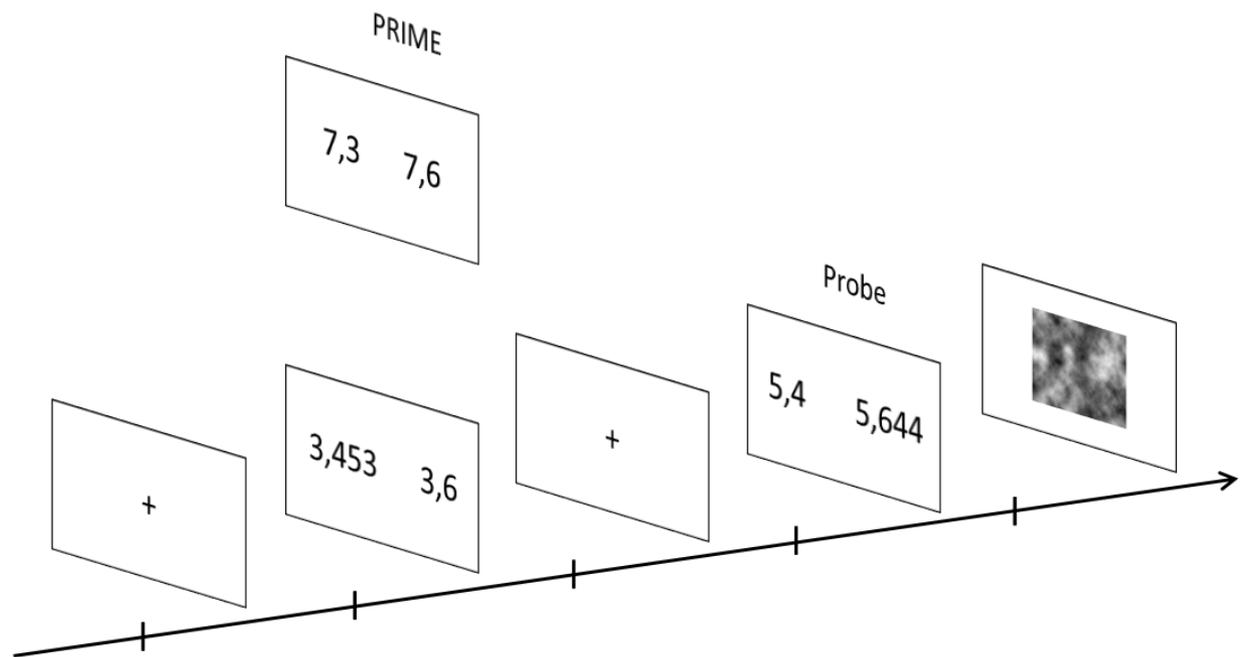
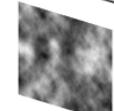
5,4 5,644

Test

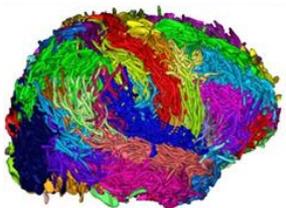
+

3,453 3,6

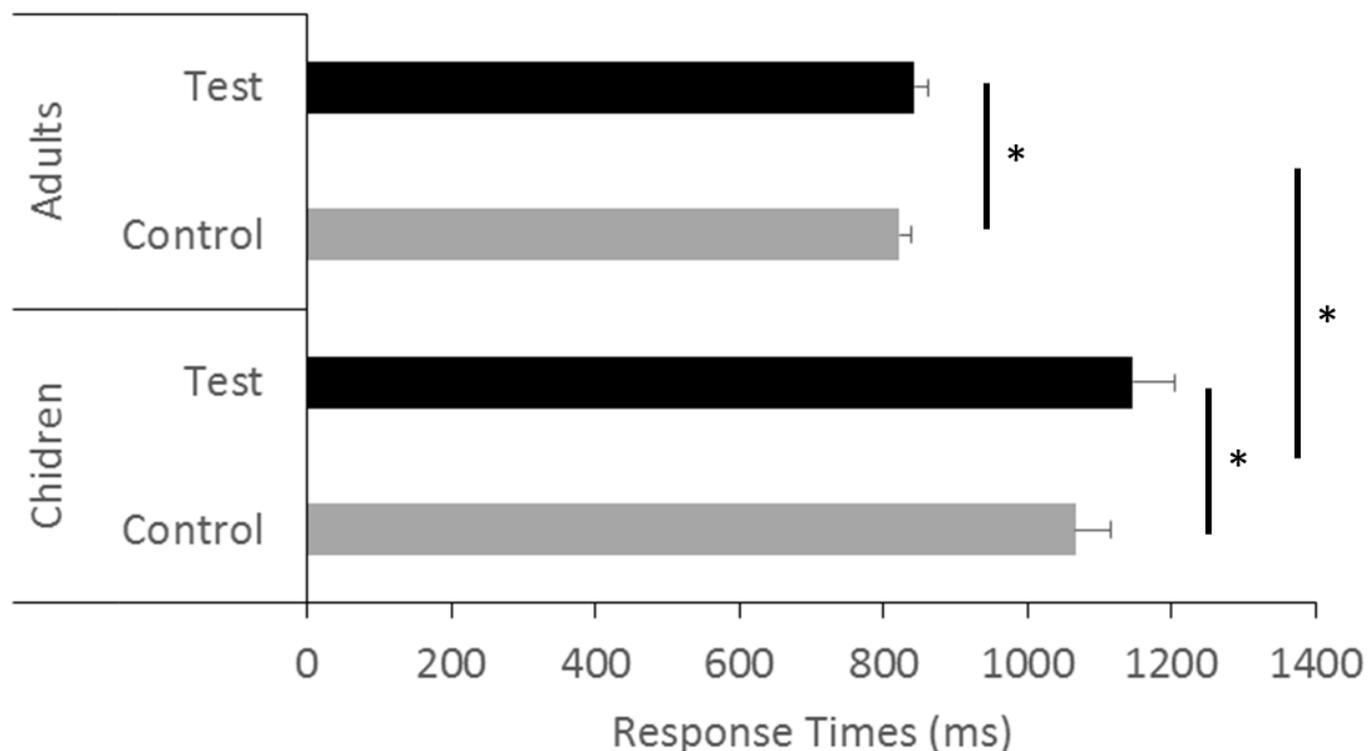
+



Roell,..., Borst, *Plos One* (2017)



Comparaison de nombres décimaux



Roell,..., Borst, *Plos One* (2017)



Flottabilité des objets



Prime

Probe

Test



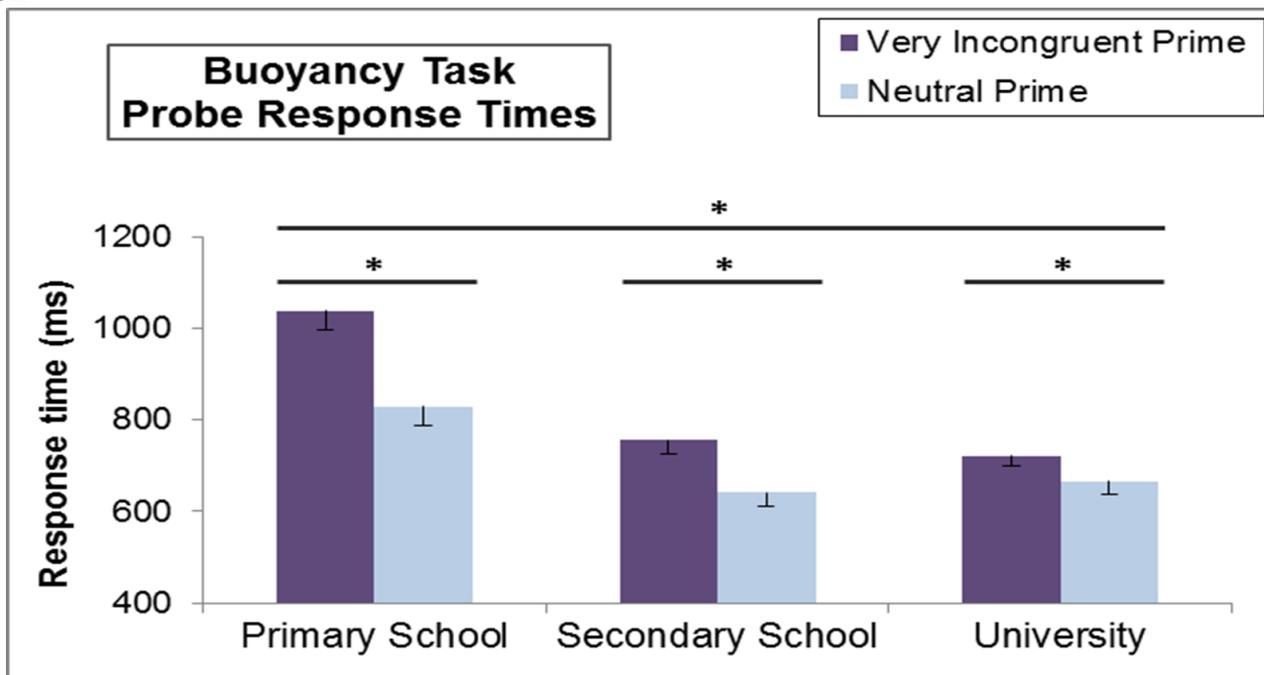
Control



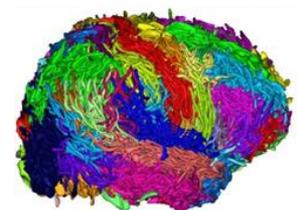
Ahr,..., Borst, (*in prep*)



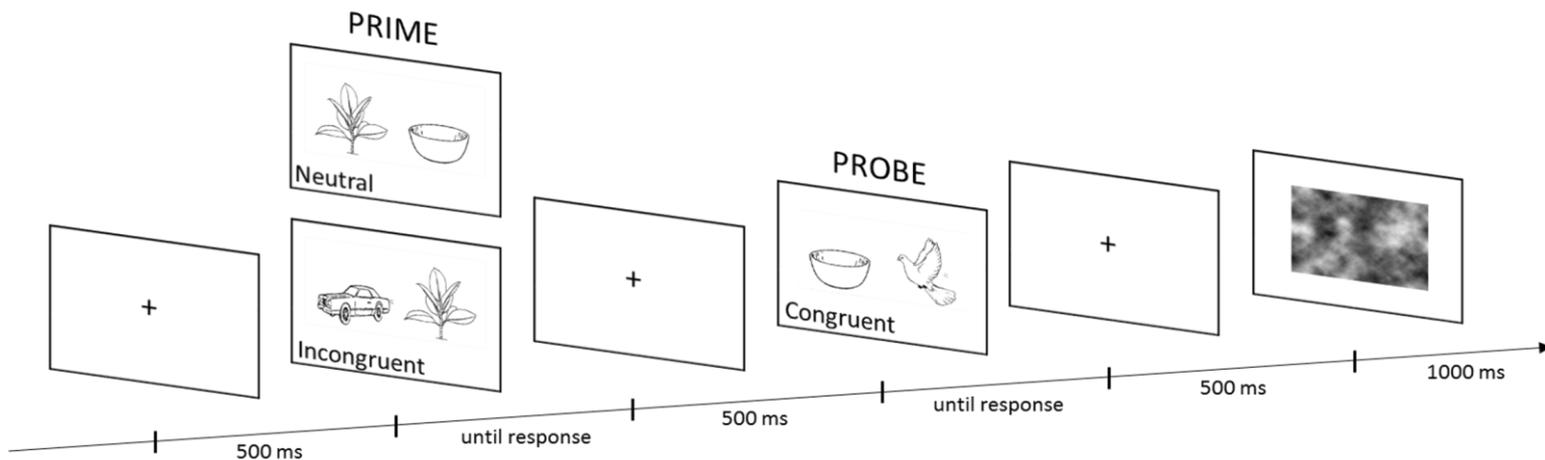
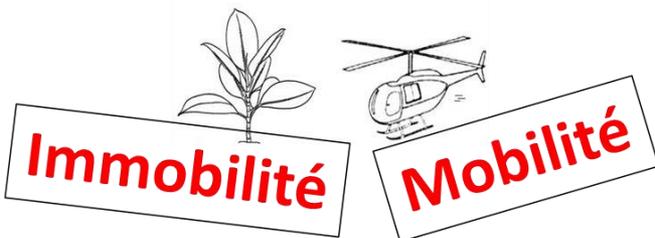
Flottabilité des objets



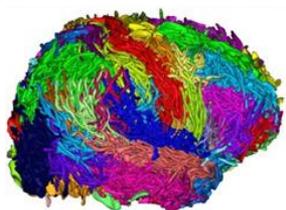
Ahr,..., Borst, (*in prep*)



Vivant / Non vivant



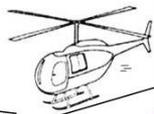
Ahr,..., Borst, (in prep)



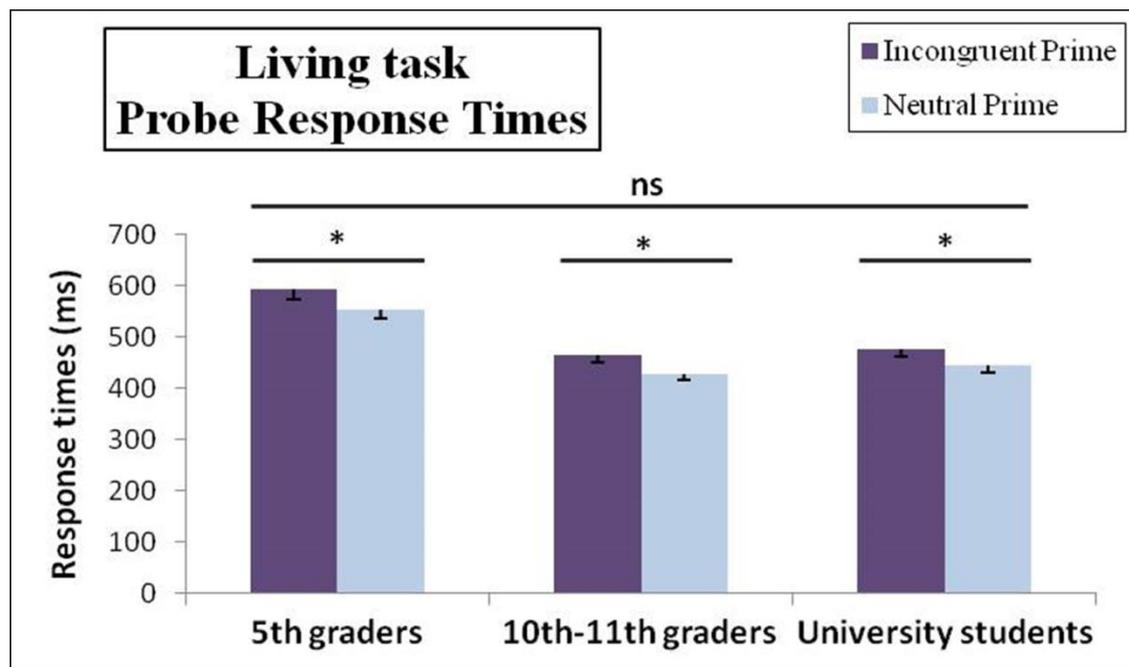
Vivant / Non vivant



Immobilité



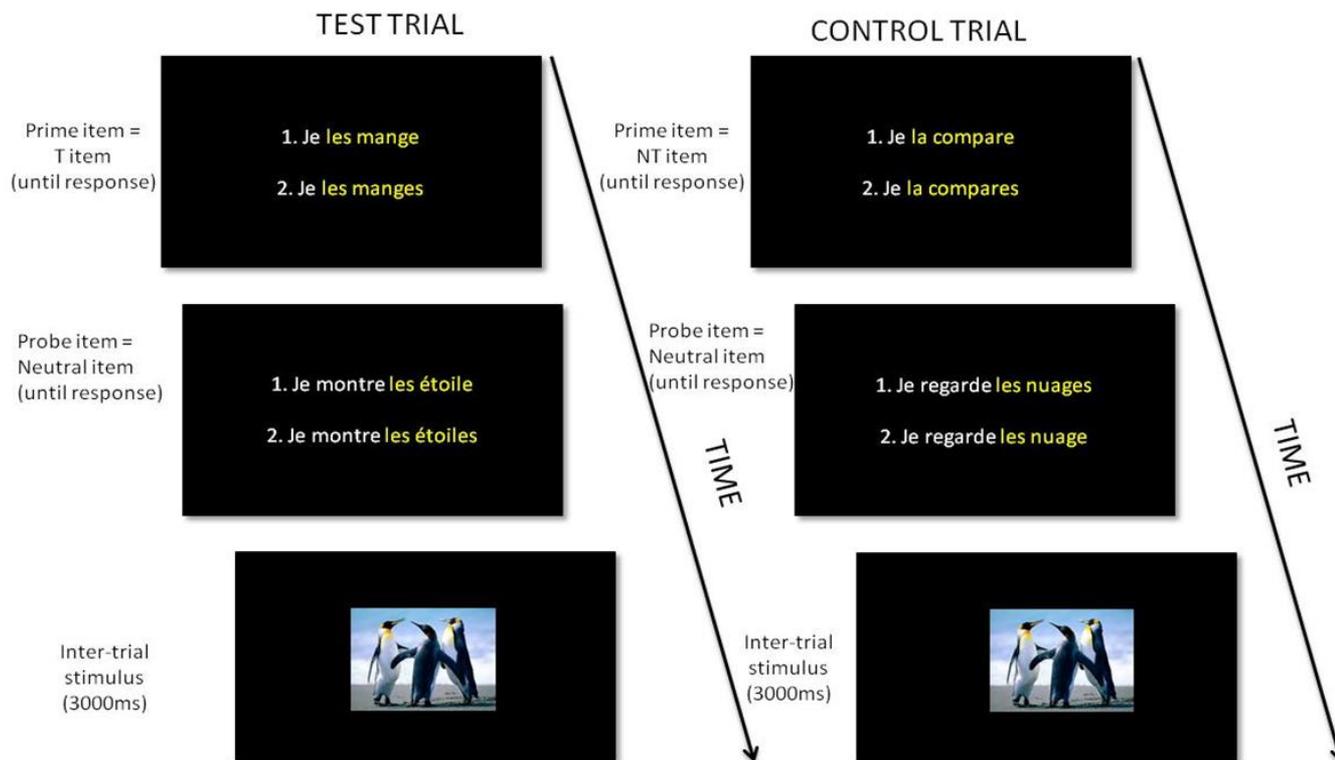
Mobilité



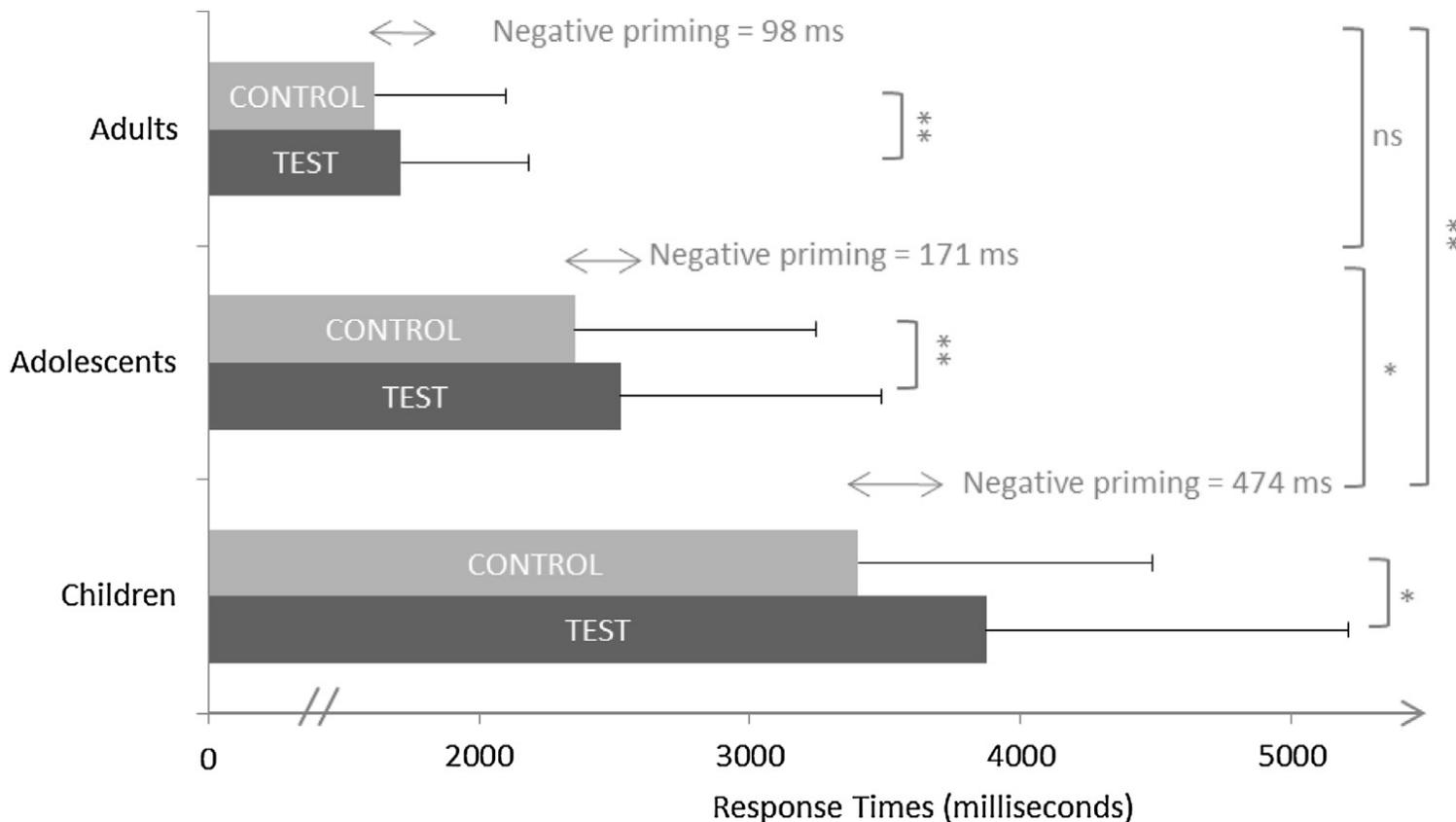
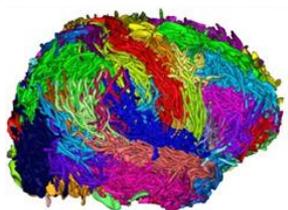
Ahr,..., Borst, (*in prep*)

Accord des verbes

Je les mange~~s~~

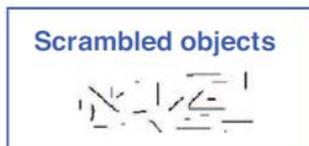
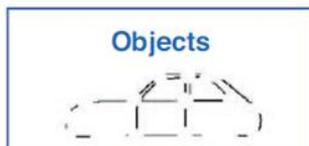
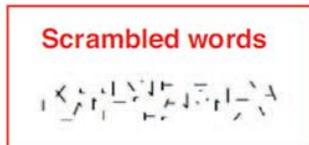
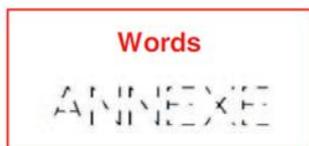


Accord des verbes

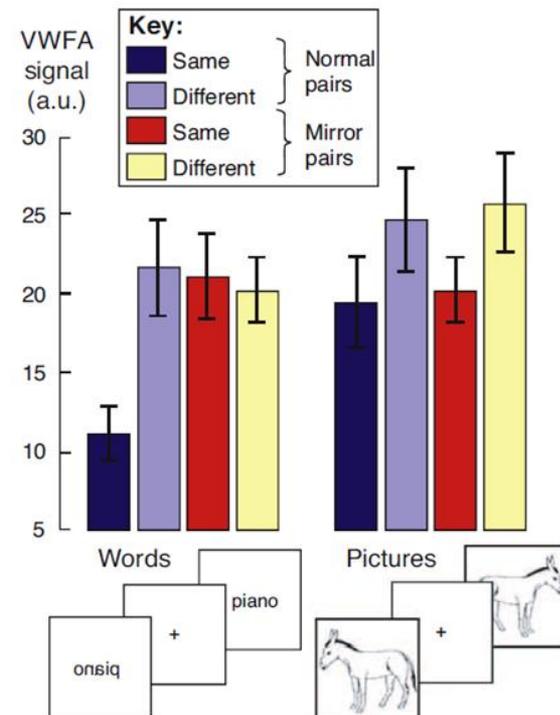
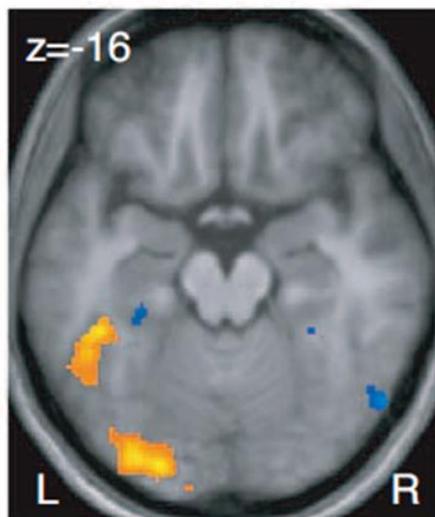


Discrimination de lettres

b/d et p/q

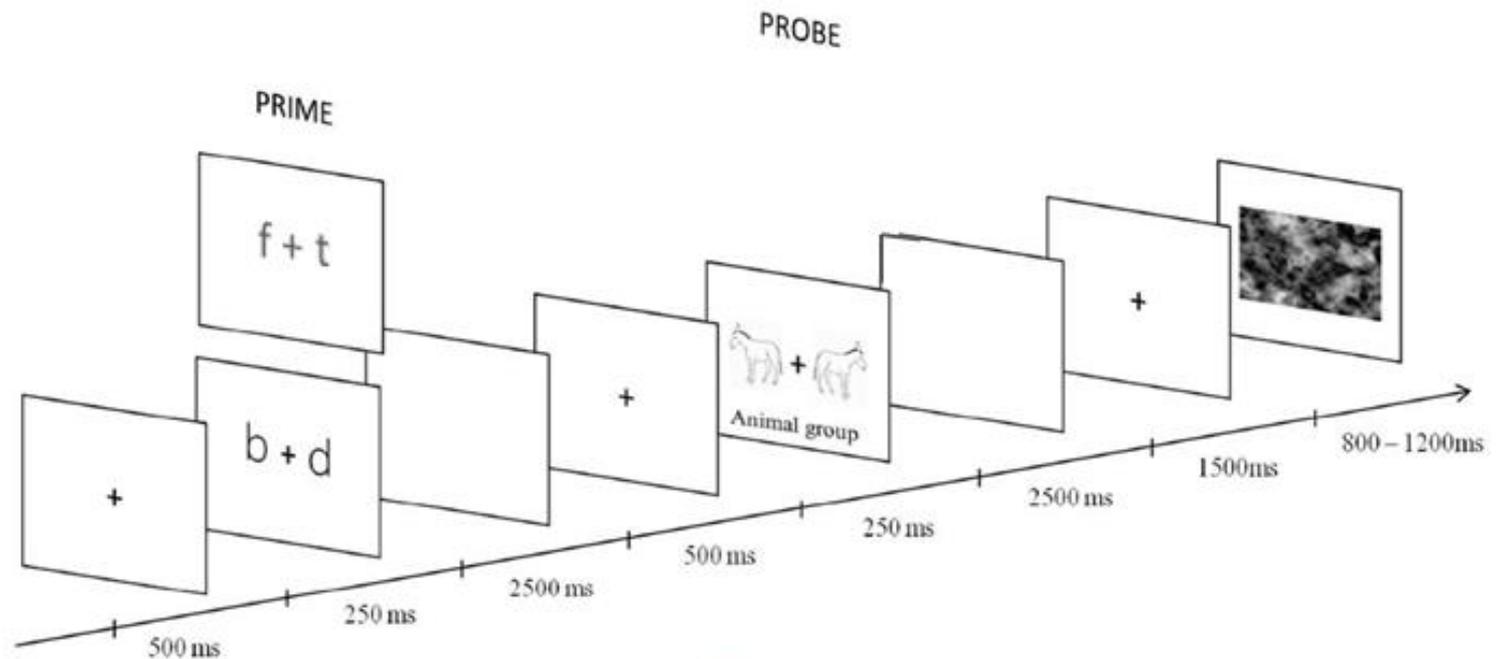
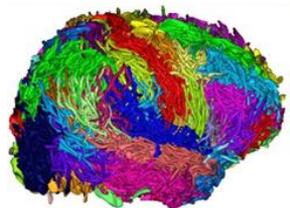


Words – scrambled
> objects – scrambled



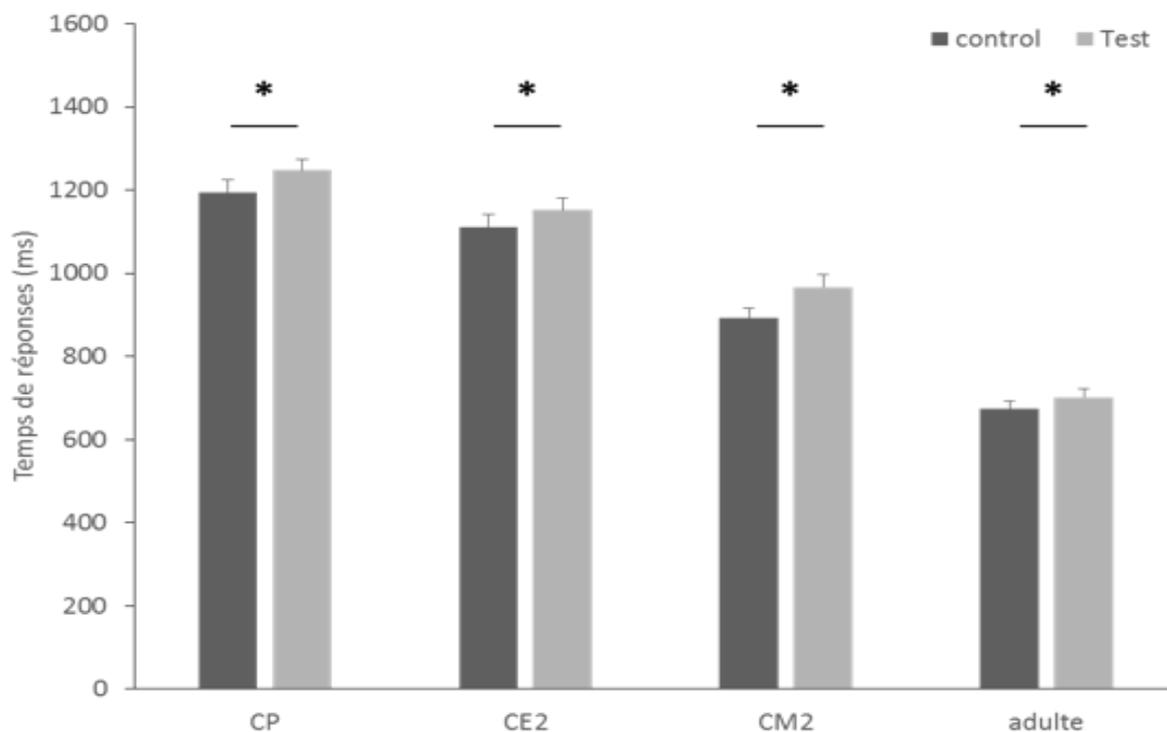
Dehaene & Cohen, *Trends in Cogn Neuro* (2011)

Discrimination de lettres

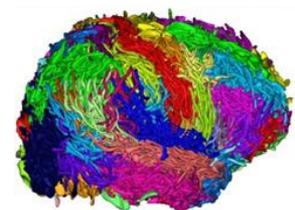


Borst et al., *Psych Bull & Rev* (2015); Ahr,..., Borst, *JECP* (2016);
Ahr et al., *Brain and Cognition* (in press)

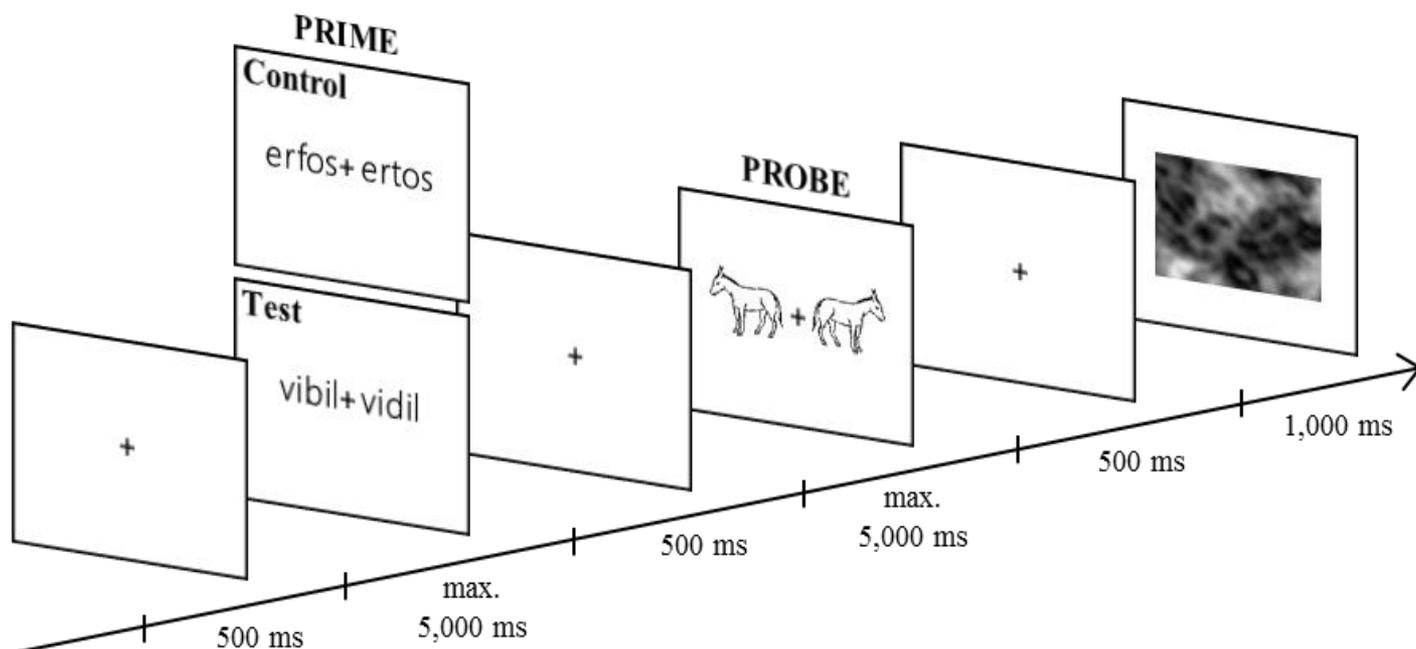
Discrimination de lettres



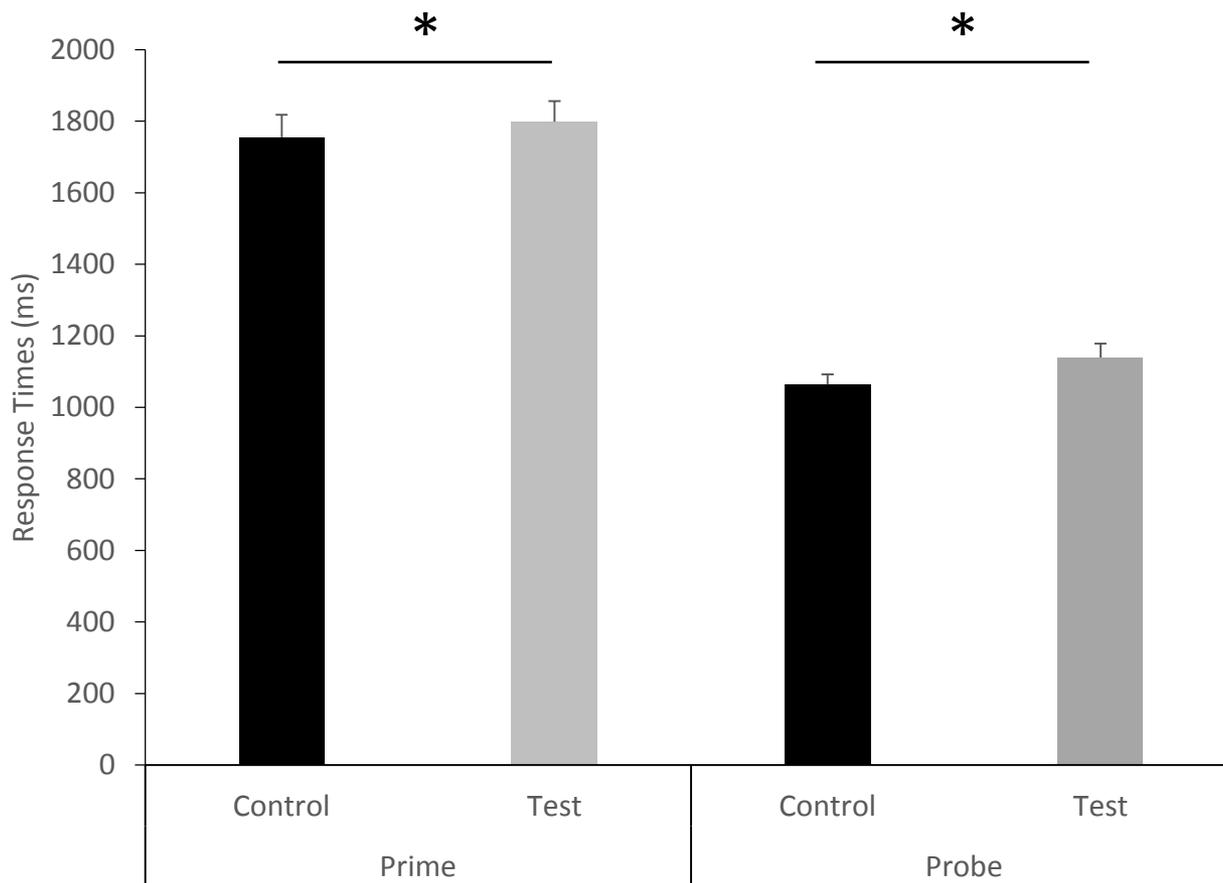
Borst et al., *Psych Bull & Rev* (2015); Ahr,..., Borst, *JECP* (2016);
Ahr et al., *Brain and Cognition* (in press)



Discrimination de mots



Discrimination de mots



Brault Foisy, Ahr,..., Borst, *JECP* (in press)

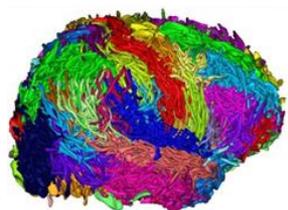




LaPsyDÉ



Chaire Sorbonne Neuroéducation et créativité



Groupes de Formation Action (GFA)



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE

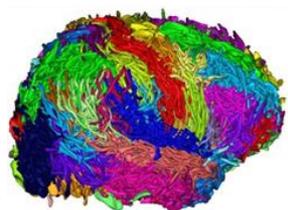


Chaire partenariale – Fondation Paris Descartes – Sorbonne Neuroéducation & Créativité sous le Haut patronage de la Présidence de la République.

Chaire Sorbonne Neuroéducation et créativité



LaPsyDÉ



UBISOFT™



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



LIBERTE EGALITE FRATERNITE

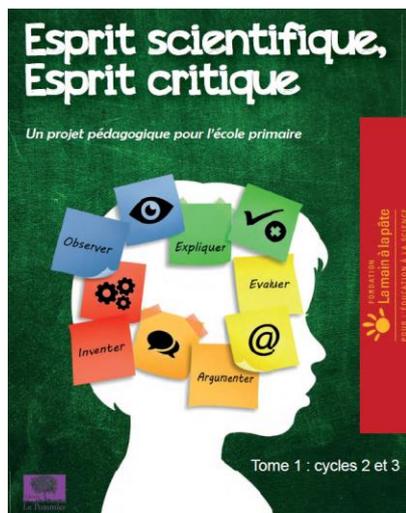
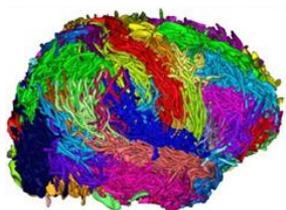


Chaire partenariale – Fondation Paris
Descartes – **Sorbonne
Neuroéducation & Créativité** sous
le Haut patronage de la Présidence de
la République.

Chaire Sorbonne Neuroéducation et créativité



LaPsyDÉ



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE,
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE



Chaire partenariale – Fondation Paris Descartes – **Sorbonne Neuroéducation & Créativité** sous le Haut patronage de la Présidence de la République.

Ce qu'il faut retenir

- Le cerveau continue à se développer jusqu'à 25 ans
- A tous les âges le cerveau est plastique et peut se reconfigurer après des apprentissages
- Il existe deux grandes façons d'apprendre : automatiser et résister à (inhiber) des automatismes
- A l'université comme à l'école, apprendre à raisonner et à être créatif c'est aussi apprendre à résister à ses automatismes.



LaPsyDE



Pour en savoir plus

