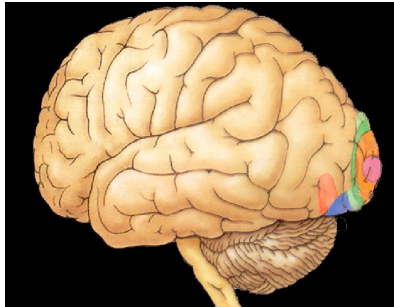


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs?

Professeur Grégoire Borst

gregoire.borst@parisdescartes.fr

Université Paris Descartes

LaPsyDE – CNRS

Ce qu'il faut retenir

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

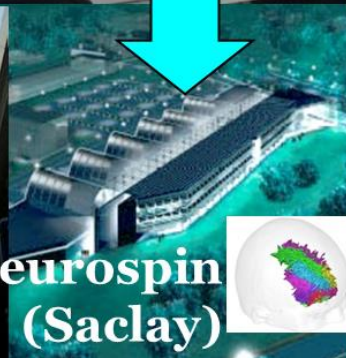
Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



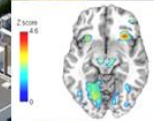
Labo Sorbonne (Binet)



Neurospin
(Saclay)



Cyceron (Caen)



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



cnrs

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



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

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Developmental course of human brain development

Experience-dependent synapse formation and dendritic arborization

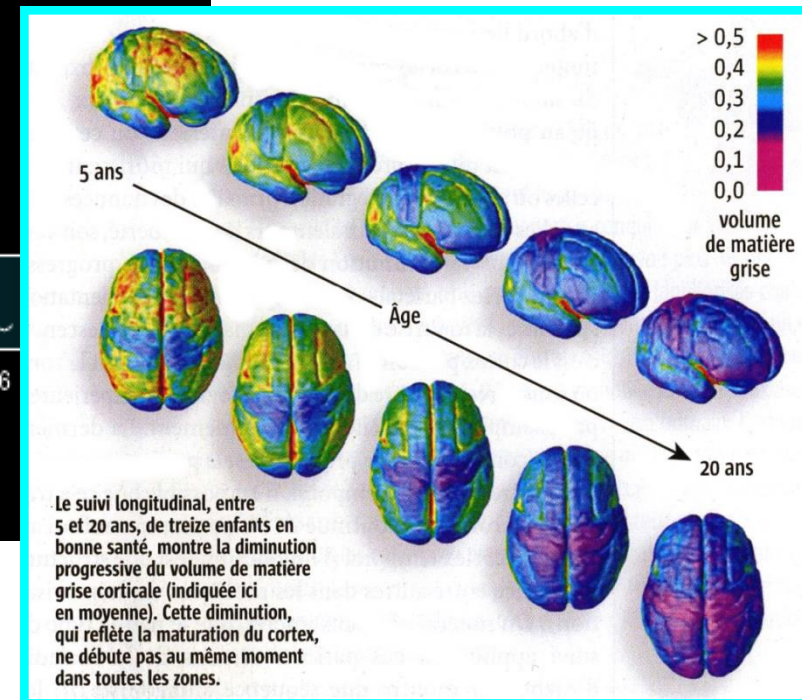
Prefrontal cortex
Parietal and temporal association cortex
Sensorimotor cortex

Synaptogenesis and synaptic pruning

Myelinisation

Neurulation
Cell proliferation and migration

Conception
-8 -6 -4 -2 0 2 4 6 8 10 12 2 4 6 8 10 12 14 16
Month Birth Month Years



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



De l'école au labo



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Qu'y a-t-il dans ma tête ?

On peut mesurer
mon corps

1



2

... et même voir à l'intérieur !



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

Planche didactique destinée aux enfants des écoles et conçue par les chercheurs du Département GIN, Groupe d'Imagerie Neurofonctionnelle (CI-NAP5), Centre Cyceron à Caen. Réalisation: Olivier Houde/illustrations inspirées de Marie-Laure Viney.

Préparation à l'école



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Préparation à l'école



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Préparation au labo



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Préparation au labo



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Préparation au labo

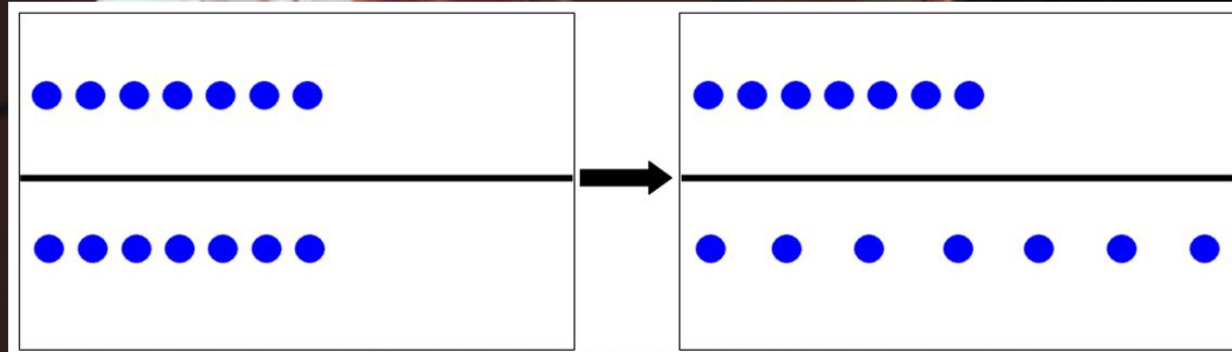


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Préparation au labo

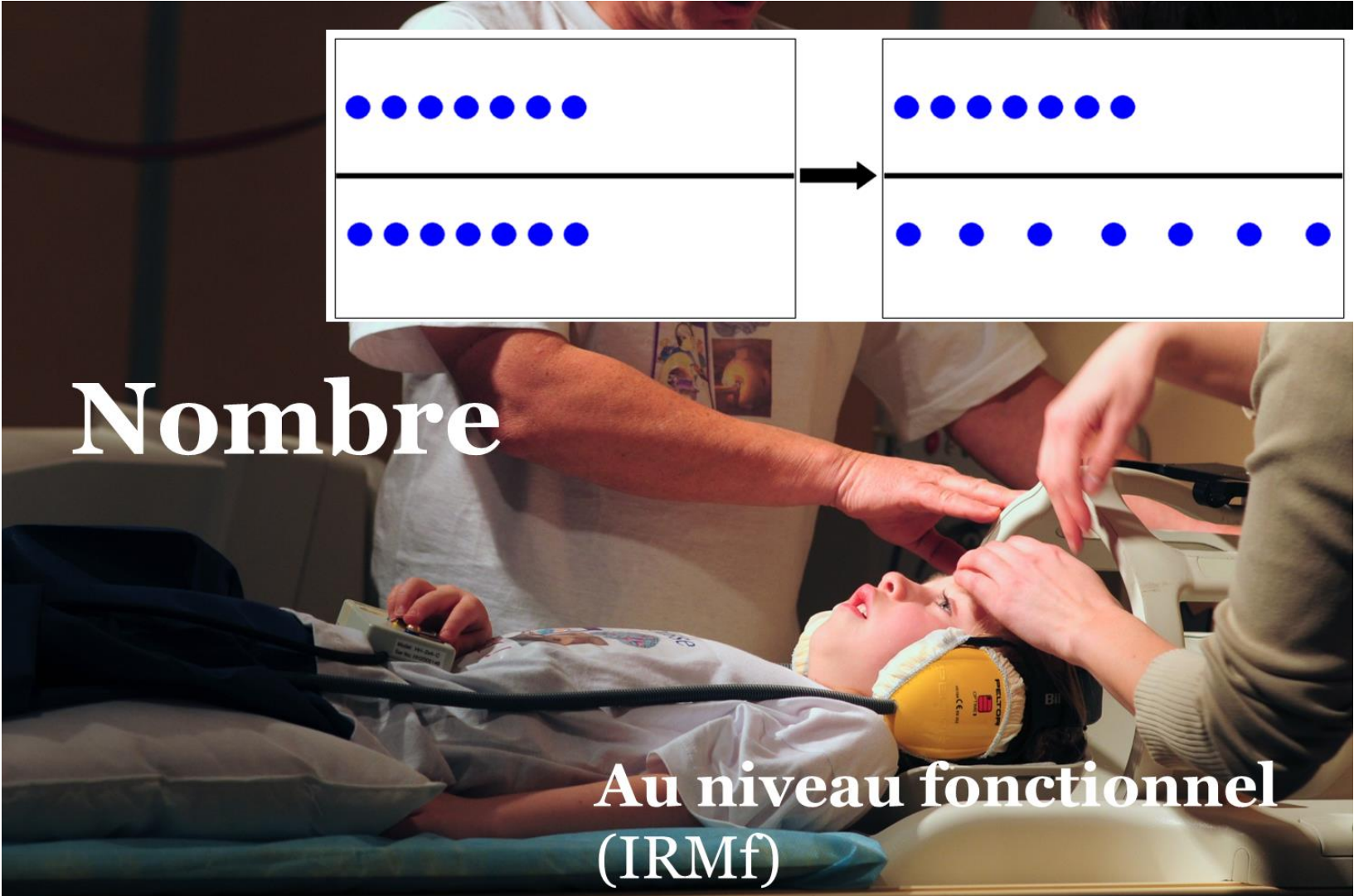


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



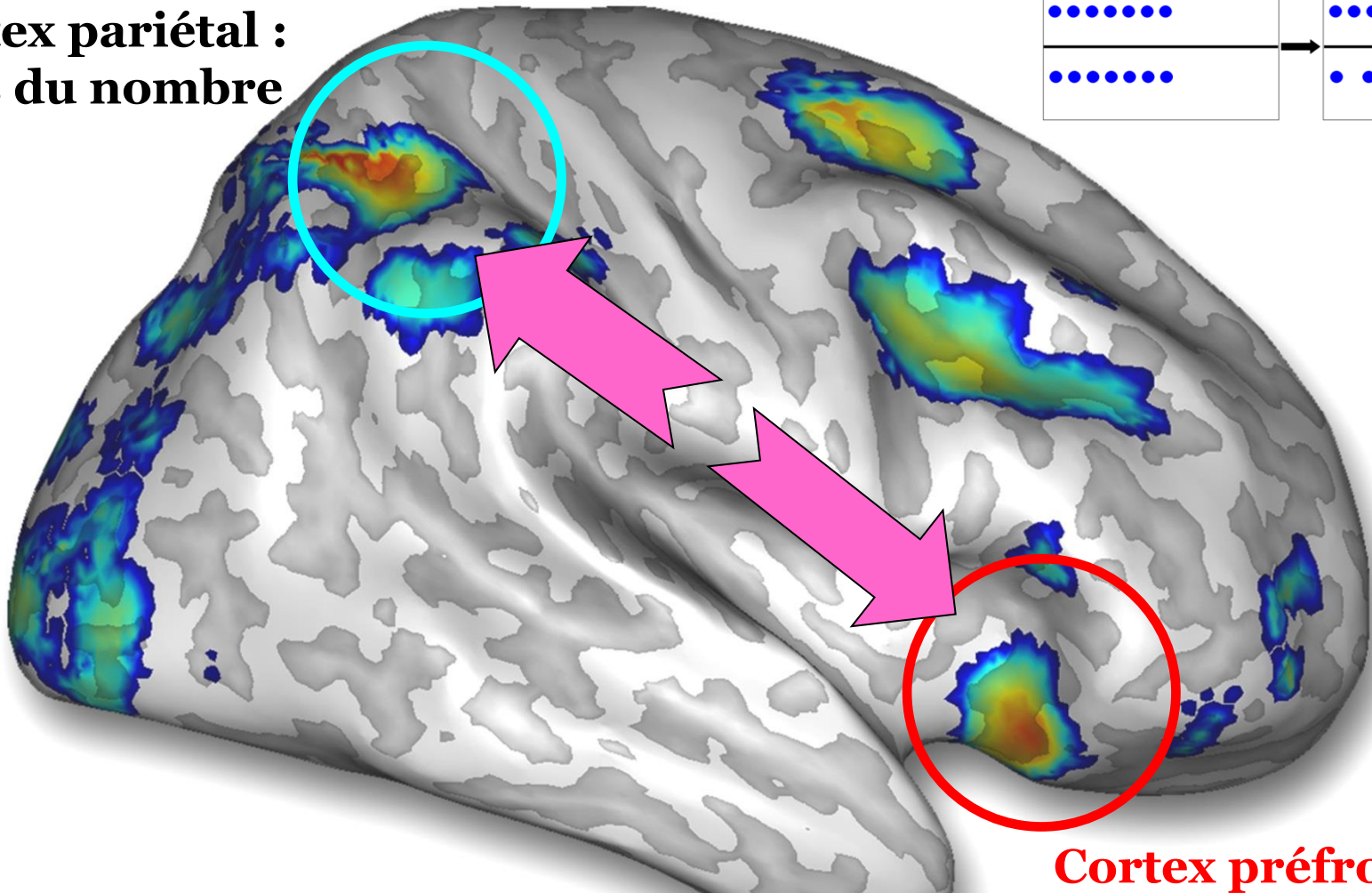
Nombre

Au niveau fonctionnel
(IRMf)



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

**Cortex pariétal :
sens du nombre**

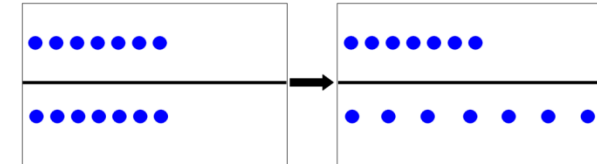


**Cortex préfrontal :
inhibition**

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

**Cortex pariétal :
sens du nombre**

N°2



**EEG
haute
densité
256
canaux**

N°1

**Cortex préfrontal :
inhibition**

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

1 un



Compte les animaux

2 deux



3 trois



4 quatre



5 cinq



6 six



7 sept



8 huit



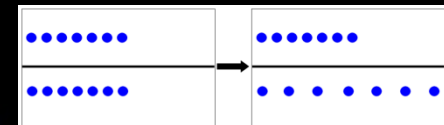
9 neuf



10 dix



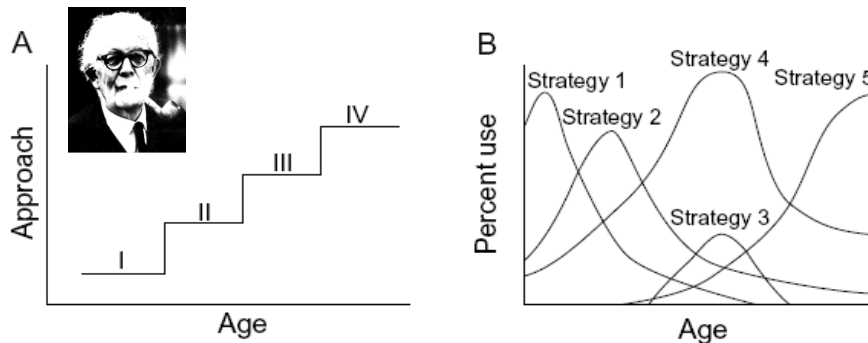
Heuristique / algorithme



« *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

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Résistance cognitive et régulation

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

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

VERT	JAUNE	ROUGE	BLEU
VERT	ROUGE	BLEU	VERT
ROUGE	JAUNE	BLEU	VERT
JAUNE	JAUNE	VERT	BLEU
VERT	JAUNE	BLEU	ROUGE

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

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 ?

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Le raisonnement

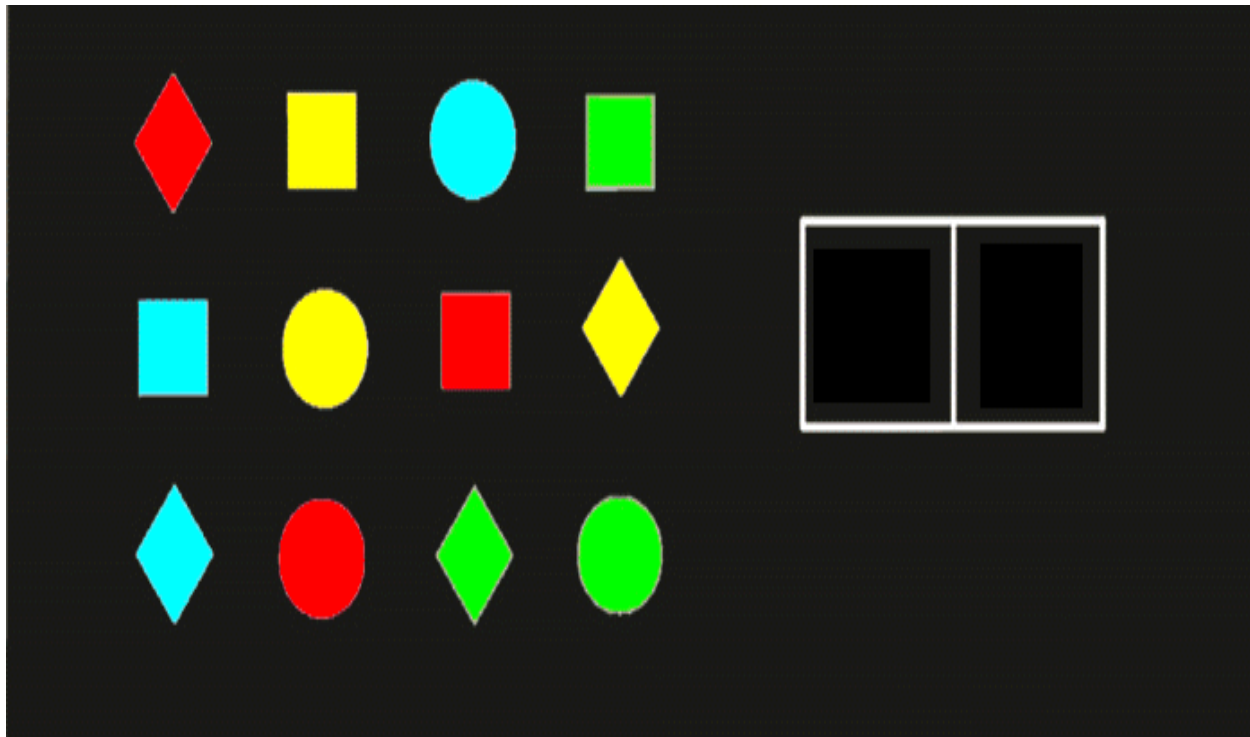
Inclusion des classes



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 luttes 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**

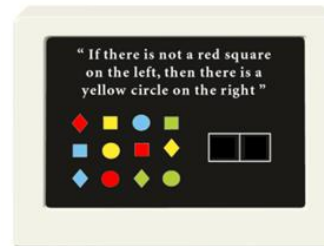
Le raisonnement

« 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. »

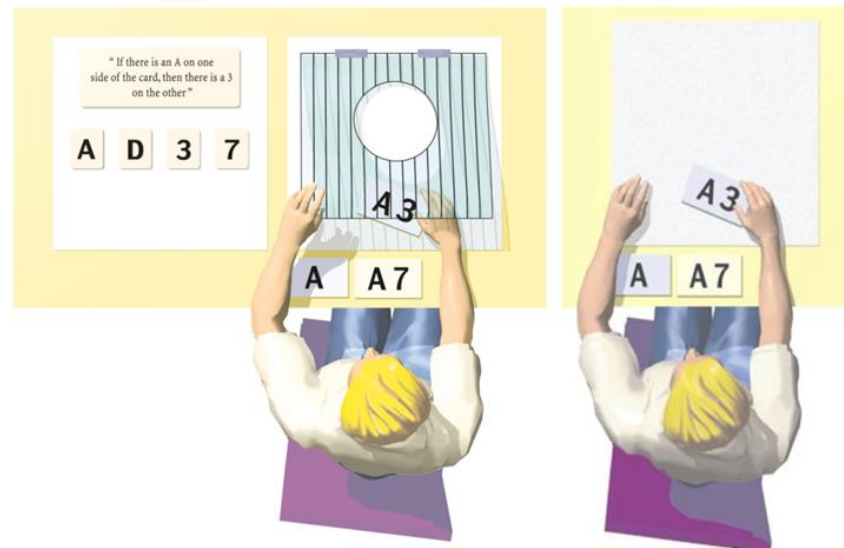


Pédagogie expérimentale

Pré- & Post-tests



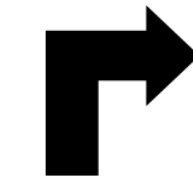
Phase d'apprentissage hors caméra



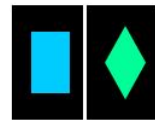
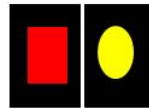
Inhibition Logique

Pédagogie expérimentale

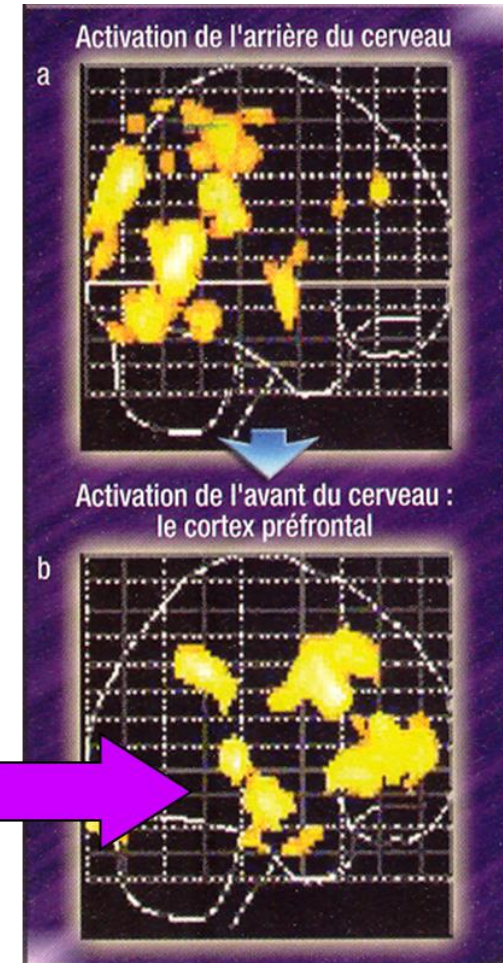
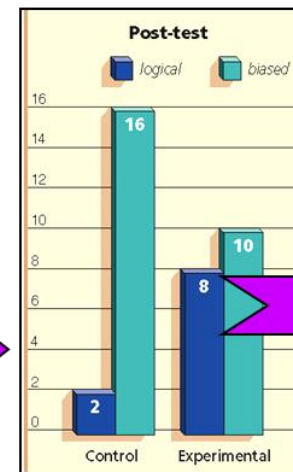
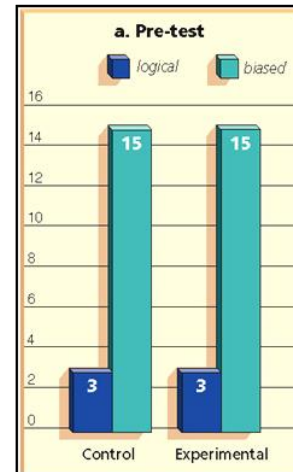
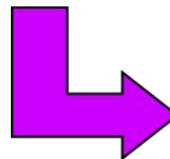
Pré- & Post-tests



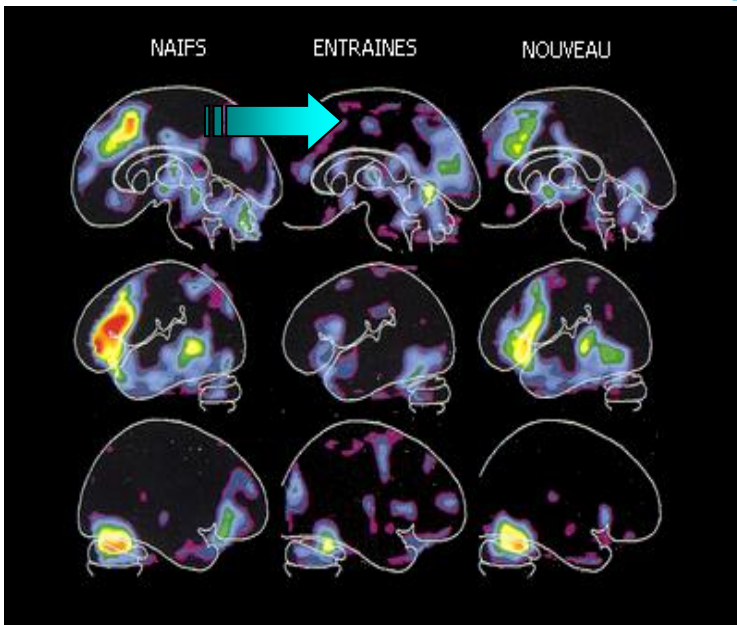
Erreur



**Réponse
logique**

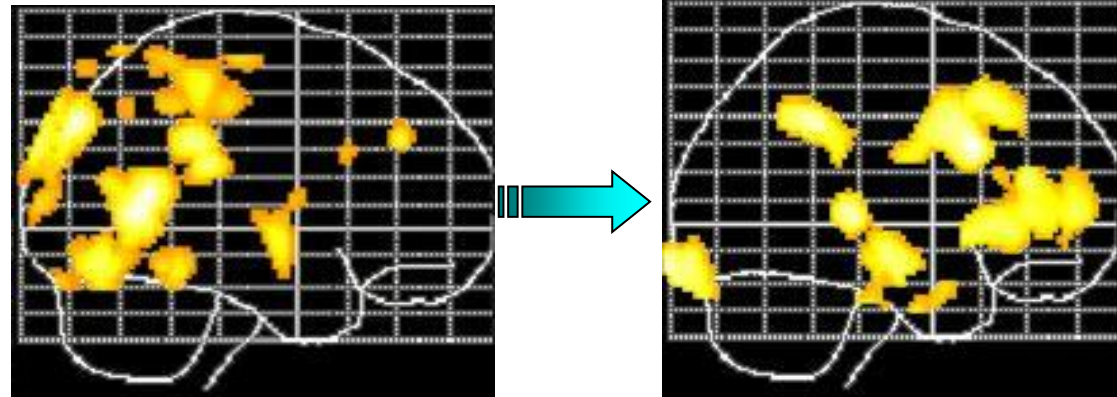


2 façons de « bouger » (d'apprendre) :



→ Automatisation

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

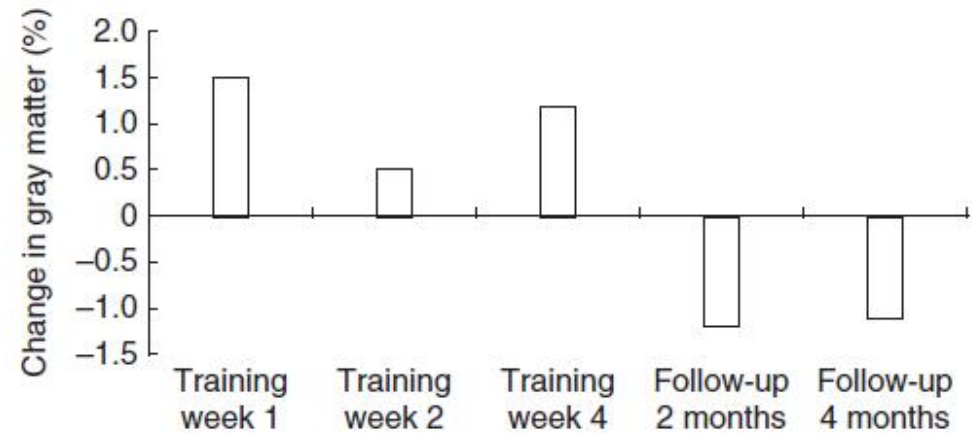
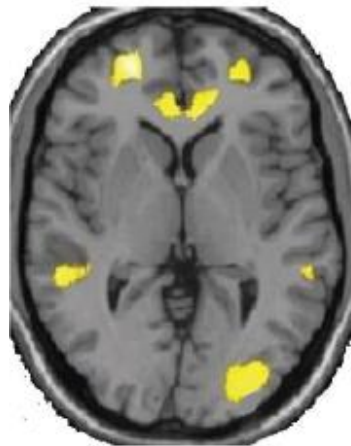


→ Contrôle inhibiteur

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

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Apprentissage et plasticité du cerveau



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Biais cognitifs dans la génération d'idées

« Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions créatives possibles au problème suivant :

Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas. »



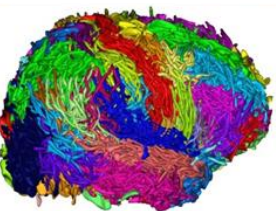
3 heuristiques de conception (**System 1**) (Agogué et al., 2014)

Ralentir la
chute

Amortir la chute

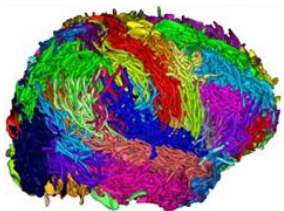
Protéger l'œuf

Agogué, M., Kazakçi, A., Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., Poirel, N., & **Cassotti, M.** (2014). The impact of type of examples on originality: Explaining fixation and stimulation effects. The Journal of Creative Behavior.



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Le rôle des exemples dans la génération d'idées



Tâche de l'oeuf

Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions créatives possibles au problème suivant :

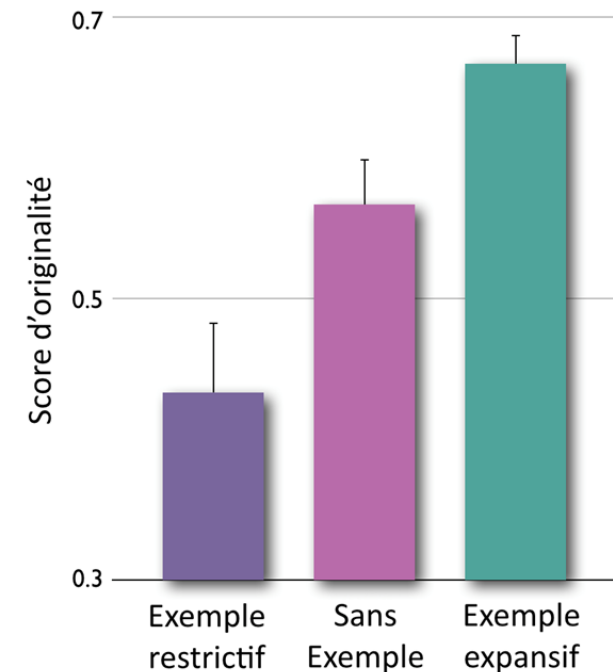
Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas.

Avec exemple restrictif

Une solution possible est de ralentir la chute grâce à un parachute

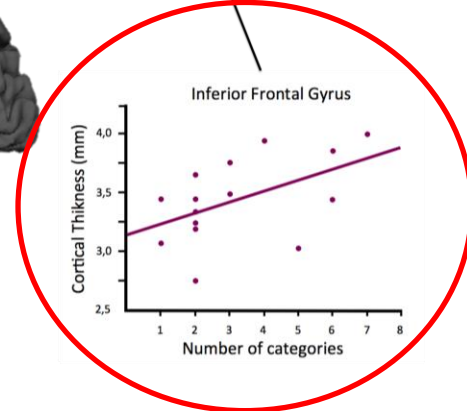
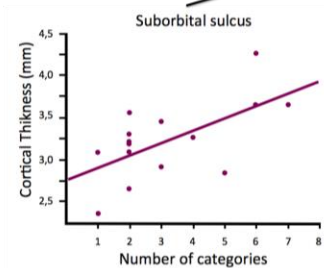
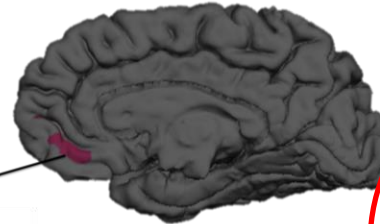
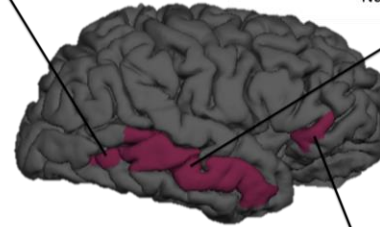
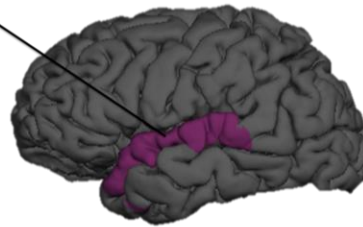
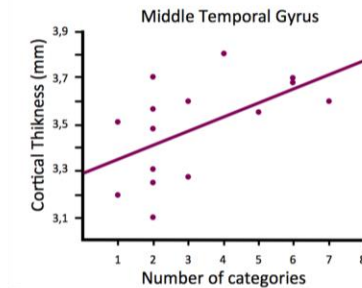
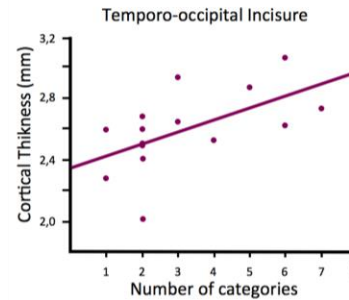
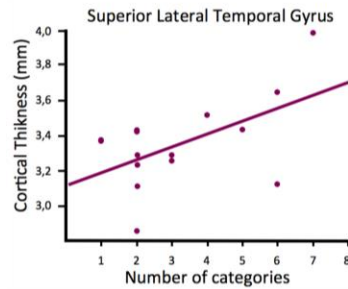
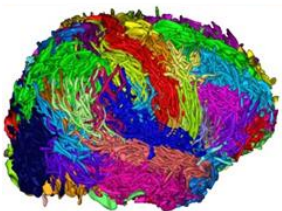
Avec exemple expansif

Une solution possible est de congeler l'œuf avant de le jeter



Agogué, M., Kazakçi, A., Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., Poirel, N., & **Cassotti, M.** (2014). The impact of type of examples on originality: Explaining fixation and stimulation effects. *The Journal of Creative Behavior*.

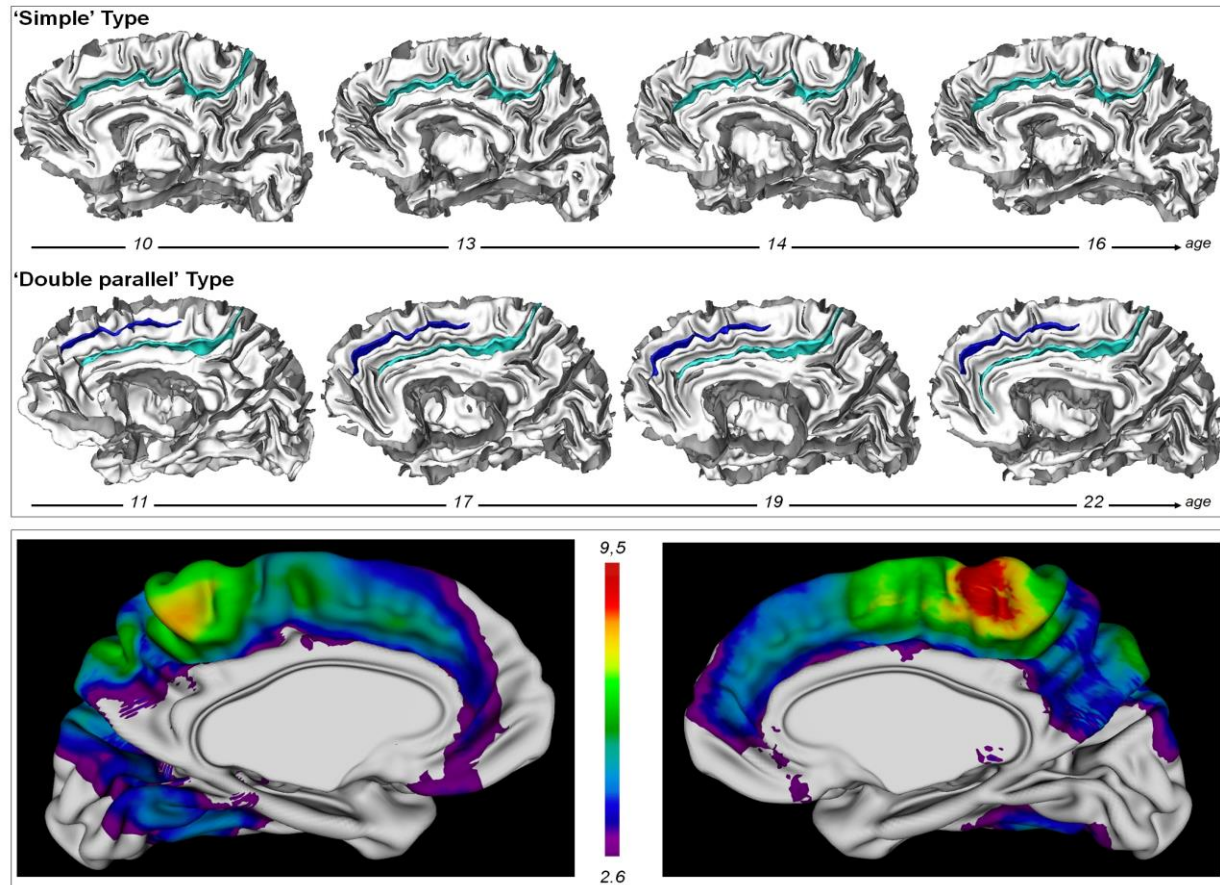
Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



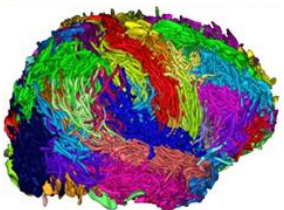
INHIBITION

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

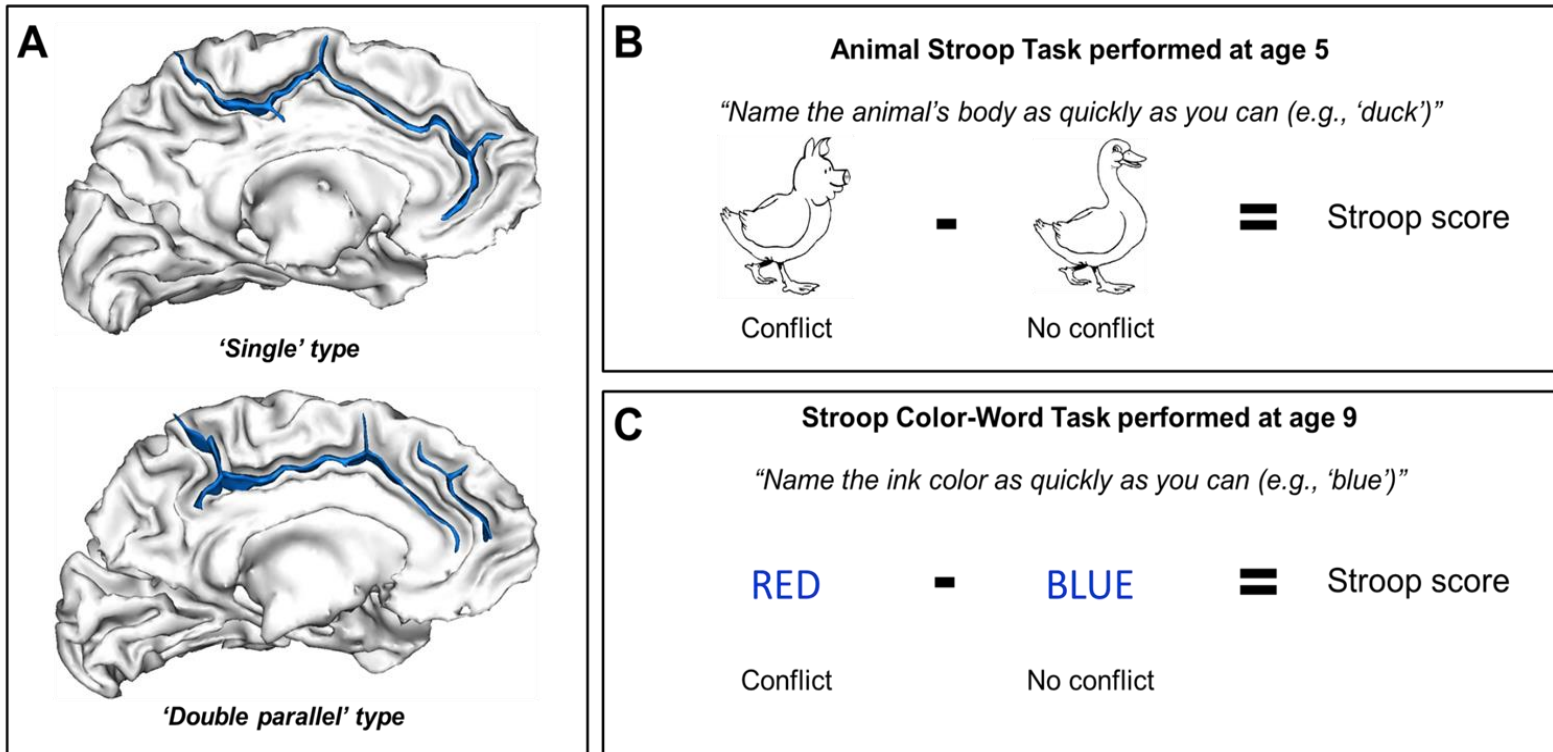
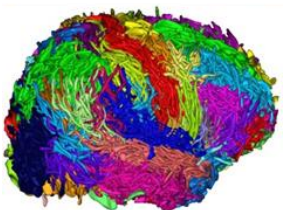
Biomarqueurs du contrôle Inhibiteur et de la lecture



Cachia, Borst, ..., Raznahan, *Dev Cogn Neurosci* (2016)

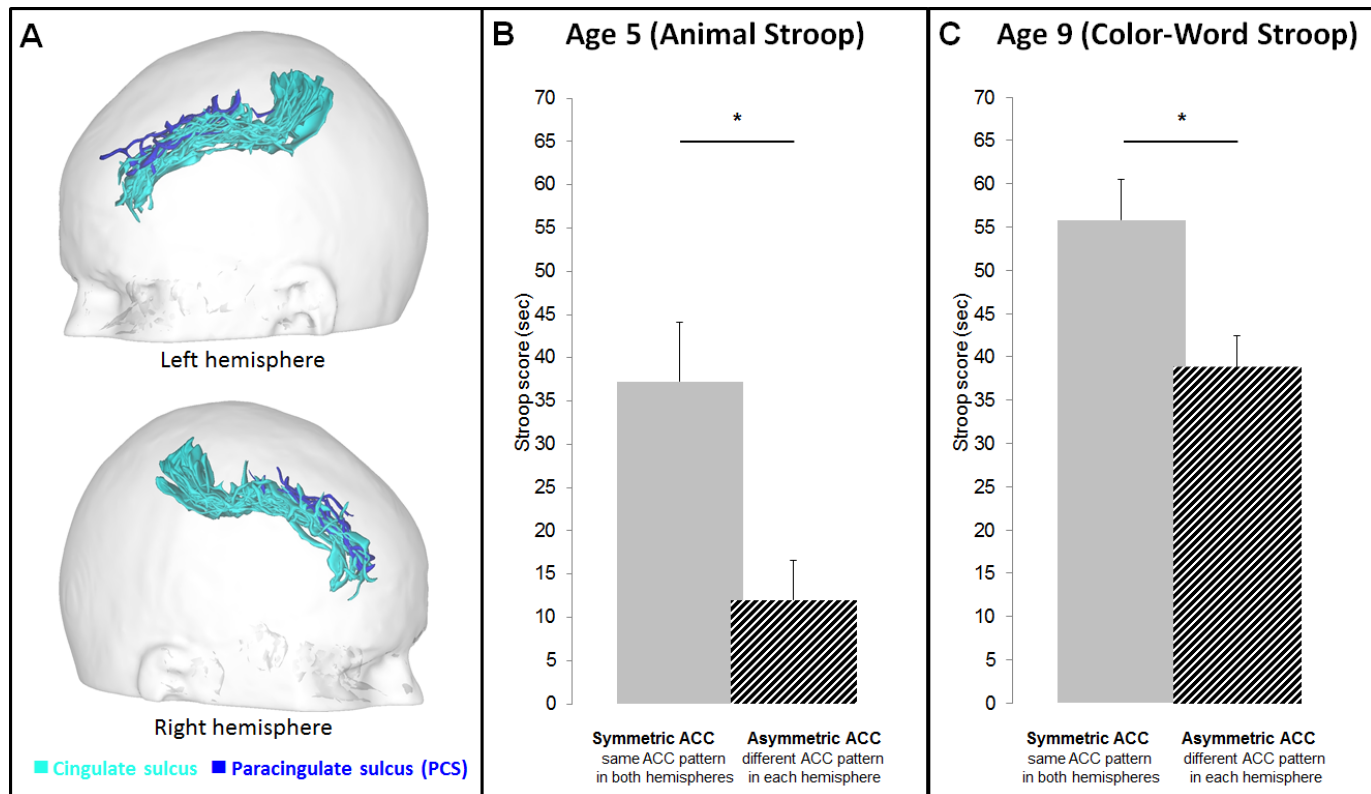
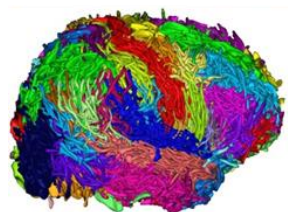


Biomarqueurs du contrôle Inhibiteur



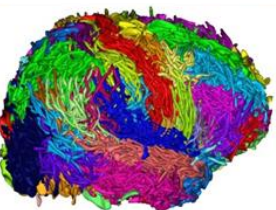
Cachia, Borst,..., & Houdé, *J Cogn Neurosci* (2013) ; Borst, Cachia,..., & Houdé, *Developmental Cognitive Neuroscience* (2014)

Biomarqueurs du contrôle Inhibiteur



Cachia, Borst,..., & Houdé, *J Cogn Neurosci* (2013) ; Borst, Cachia,..., & Houdé, *Developmental Cognitive Neuroscience* (2014)

Biomarqueurs de la lecture



Words

ANNEXE

Scrambled words

ANNEXE

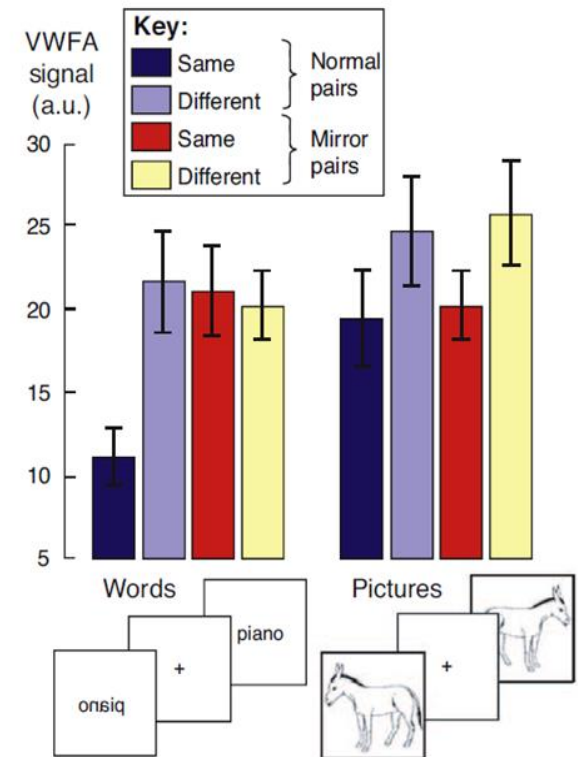
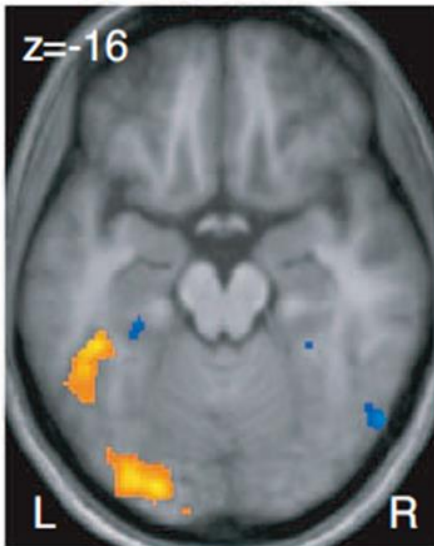
Objects

ANNEXE

Scrambled objects

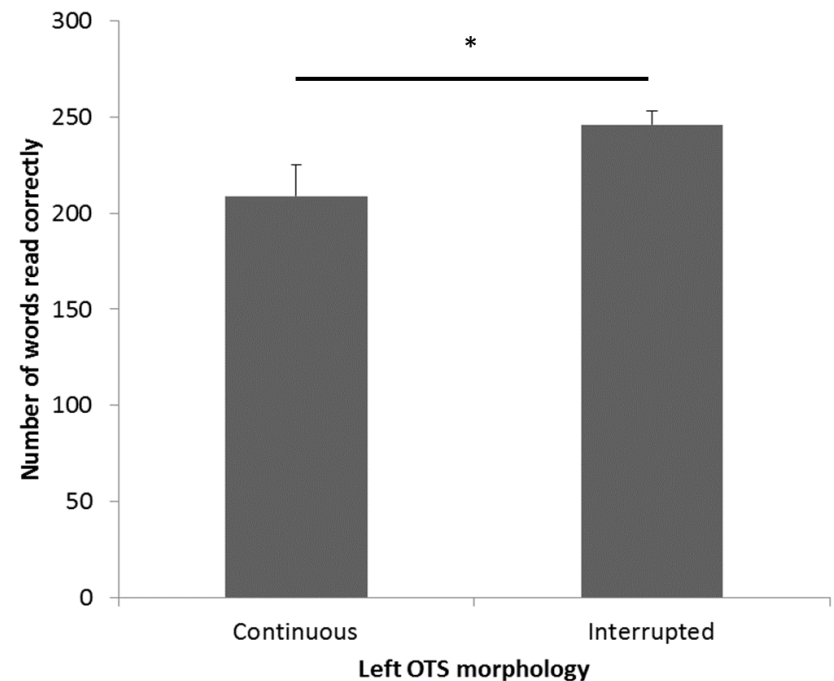
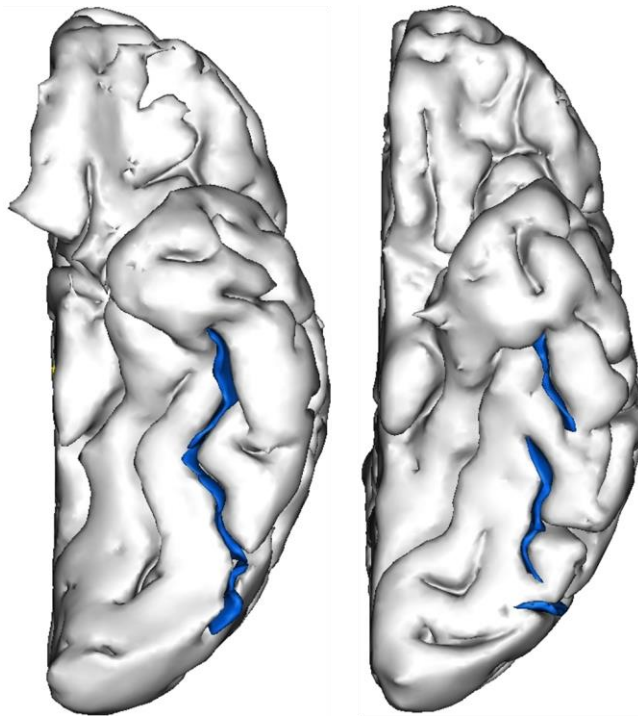
ANNEXE

Words – scrambled
> objects – scrambled

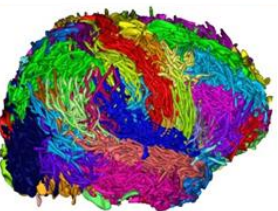


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

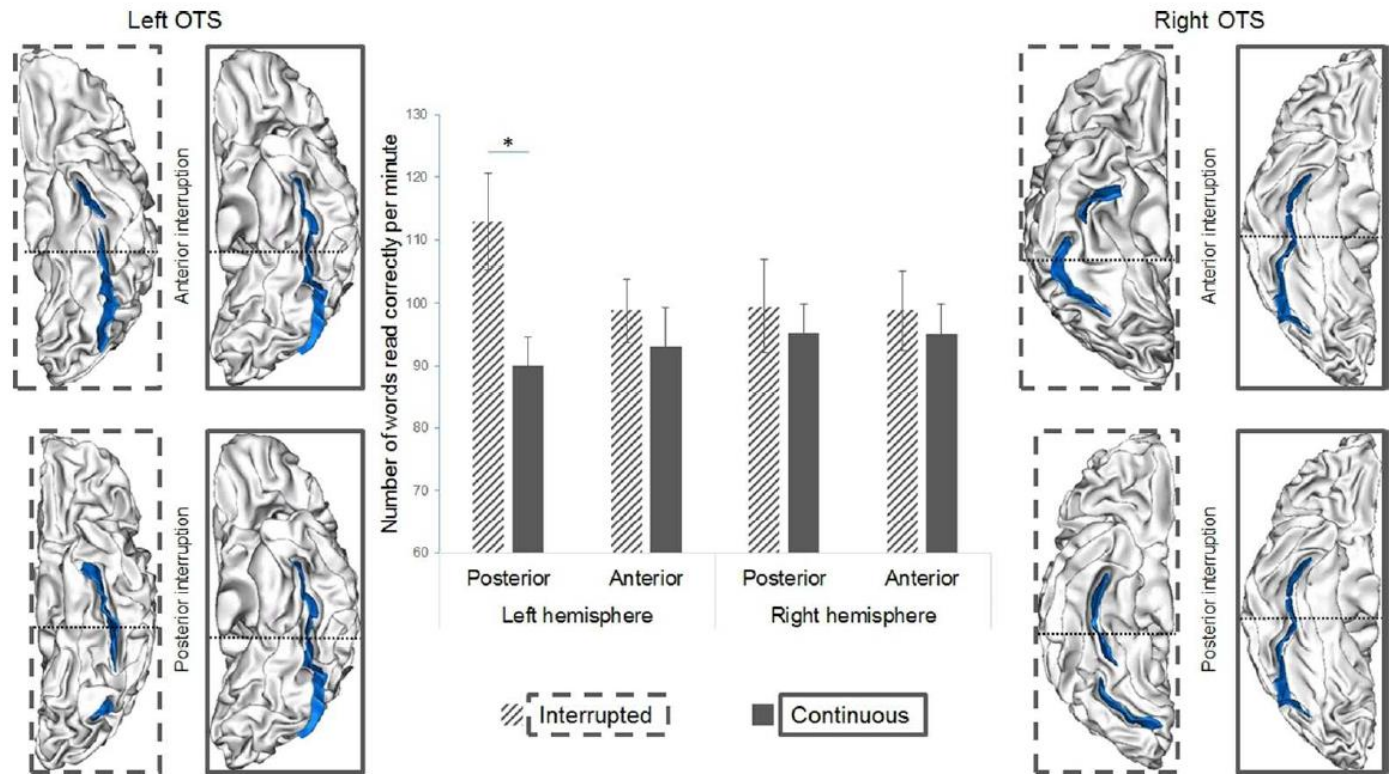
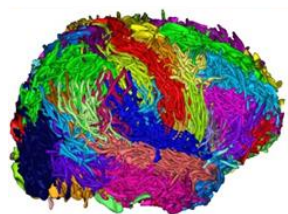
Biomarqueurs de la lecture



Borst, Cachia..., & Houdé, *Mind Brain & Education* (2016)

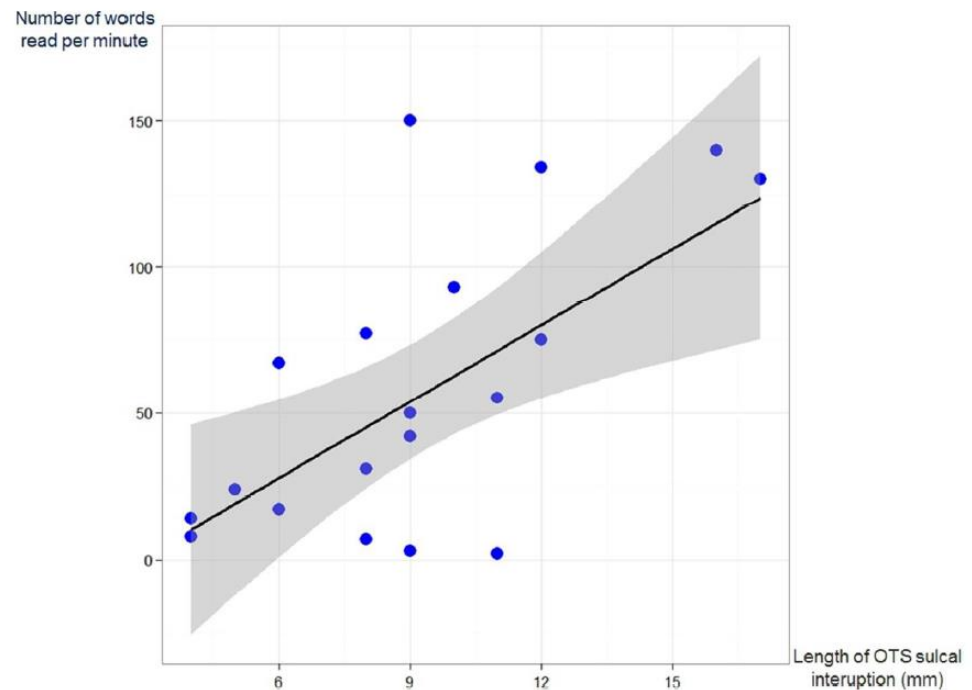
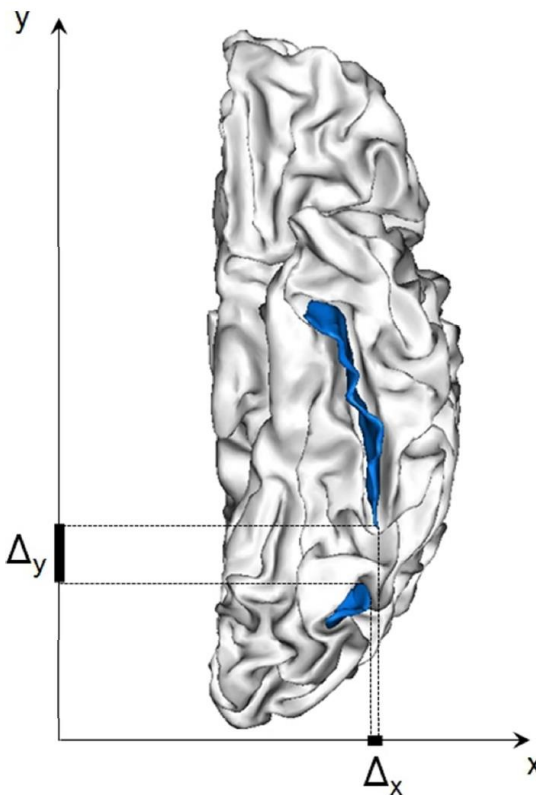


Biomarqueurs de la lecture

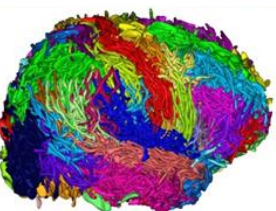


Cachia..., & Borst, *Cerebral Cortex* (under review)

Biomarqueurs de la lecture



Cachia..., & Borst, *Cerebral Cortex* (under review)



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

A l'Université et à l'école

En classe



ministère
éducation
nationale



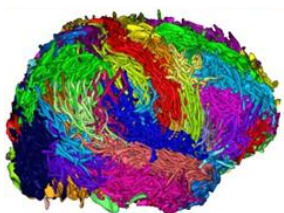
Adele
Diamond



Enseigner les sciences à l'école
maternelle et élémentaire



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Notre méthode

Amorce

Cible

Test

BLEU

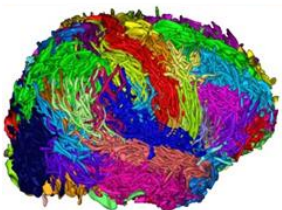
JAUNE



Control

ROUGE

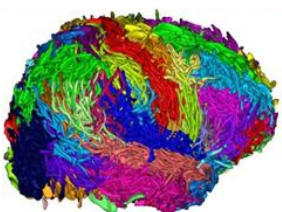
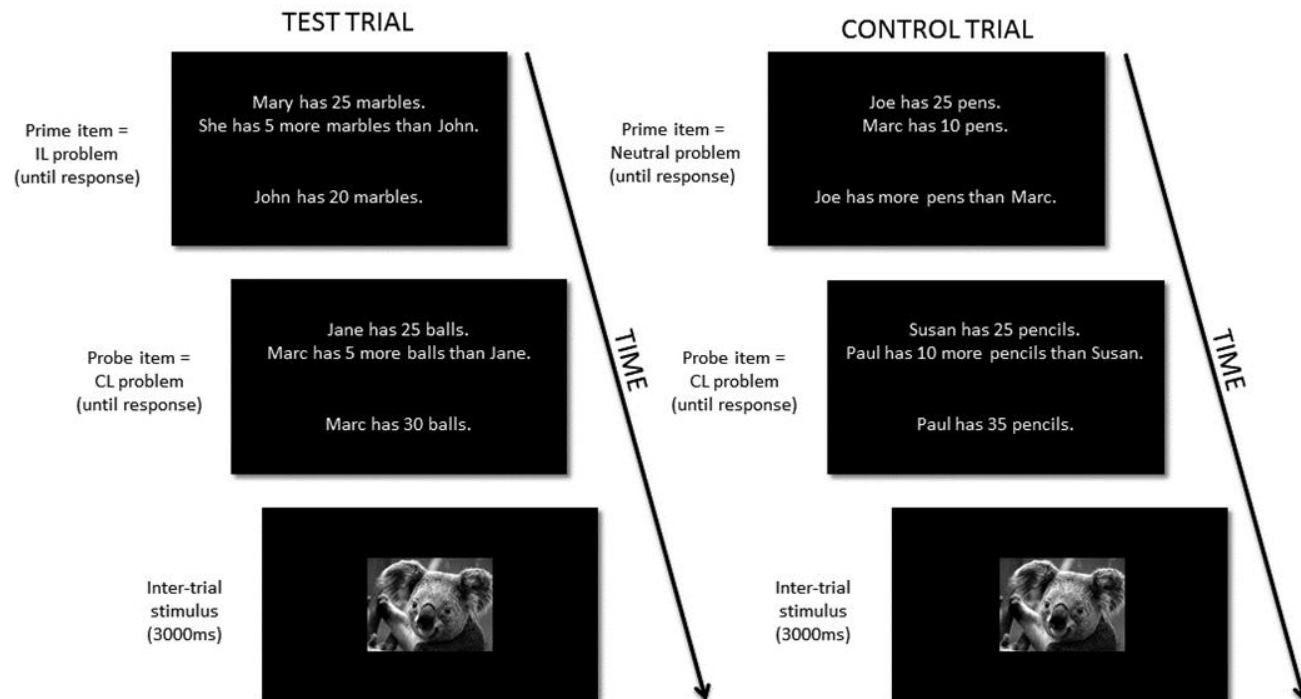
JAUNE



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

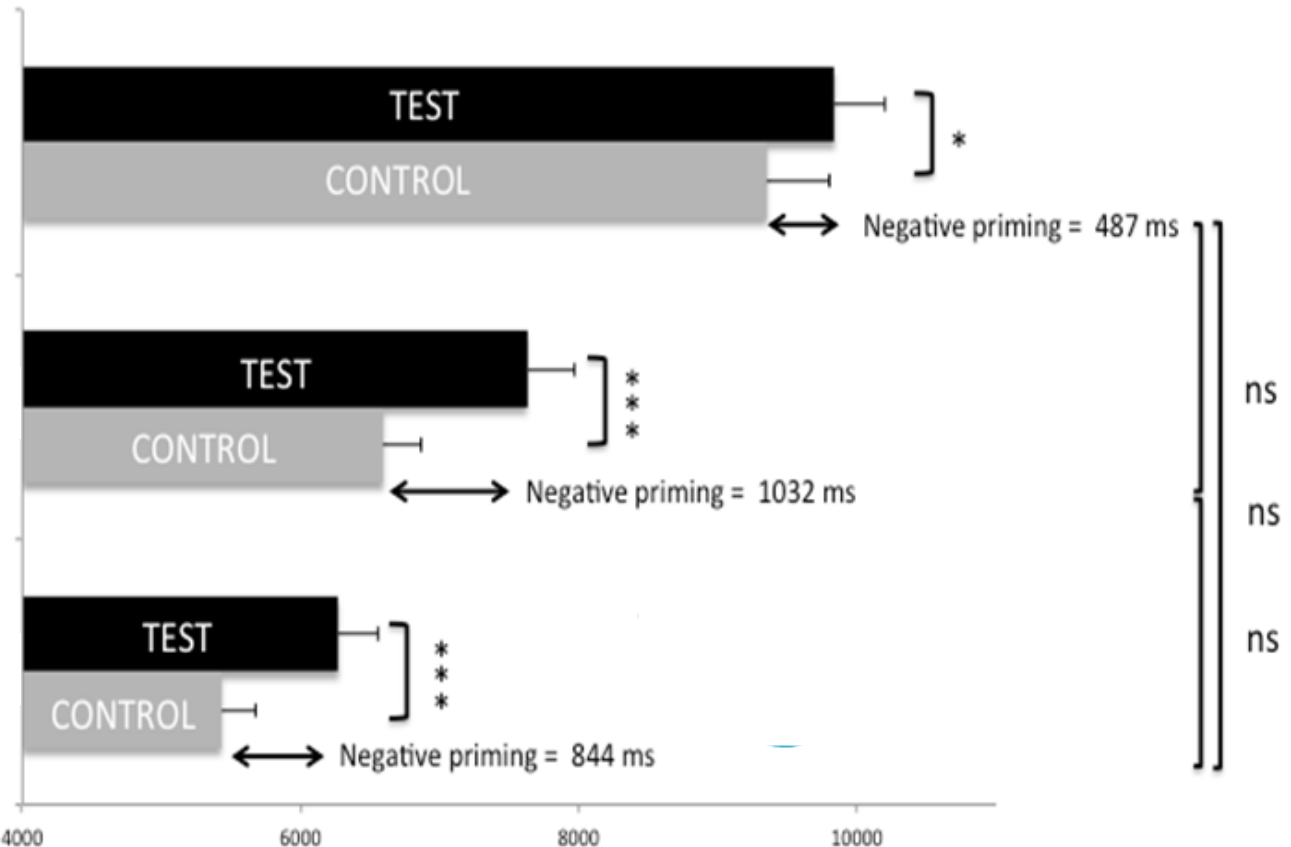
Problème arithmétique

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



Problème arithmétique

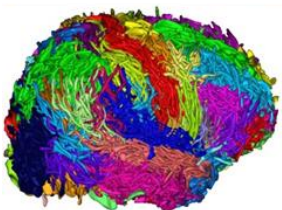
children



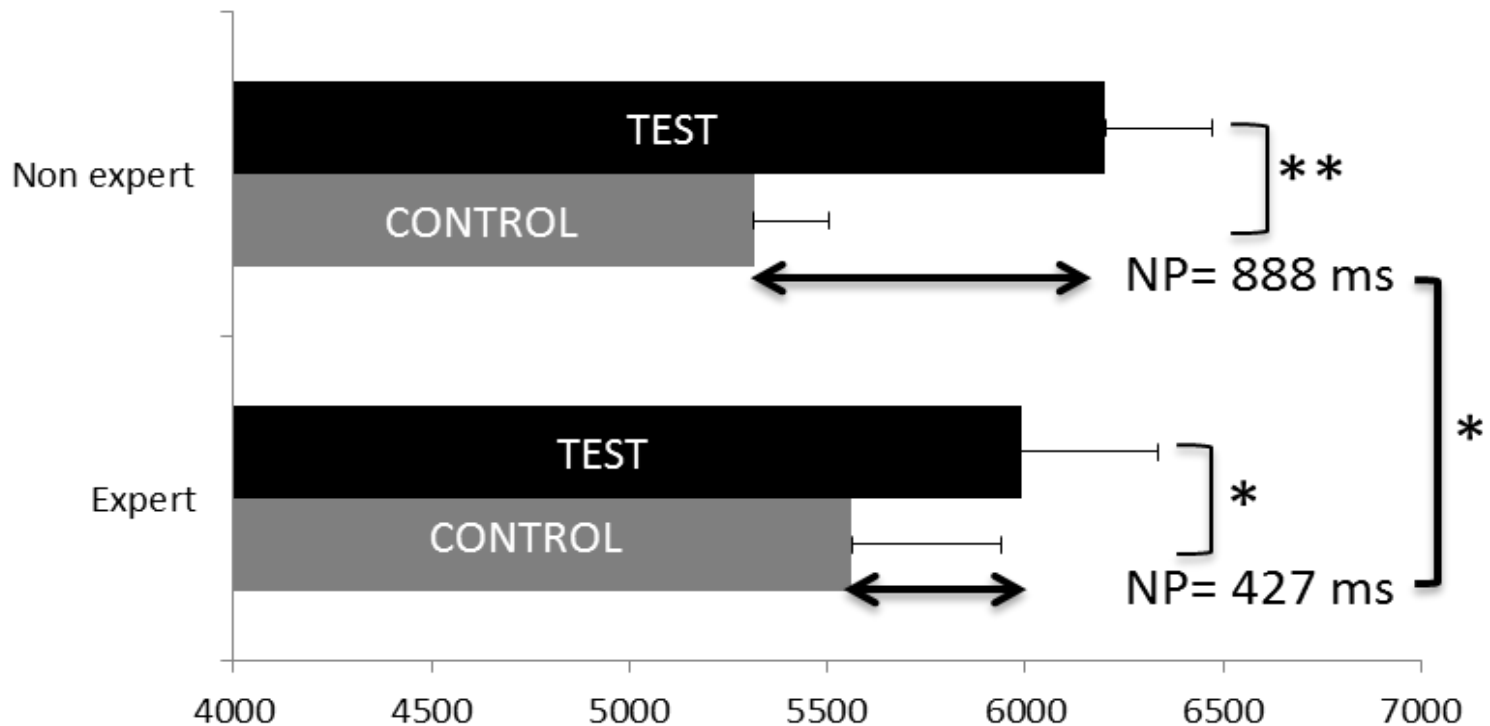
adults

adolescents

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

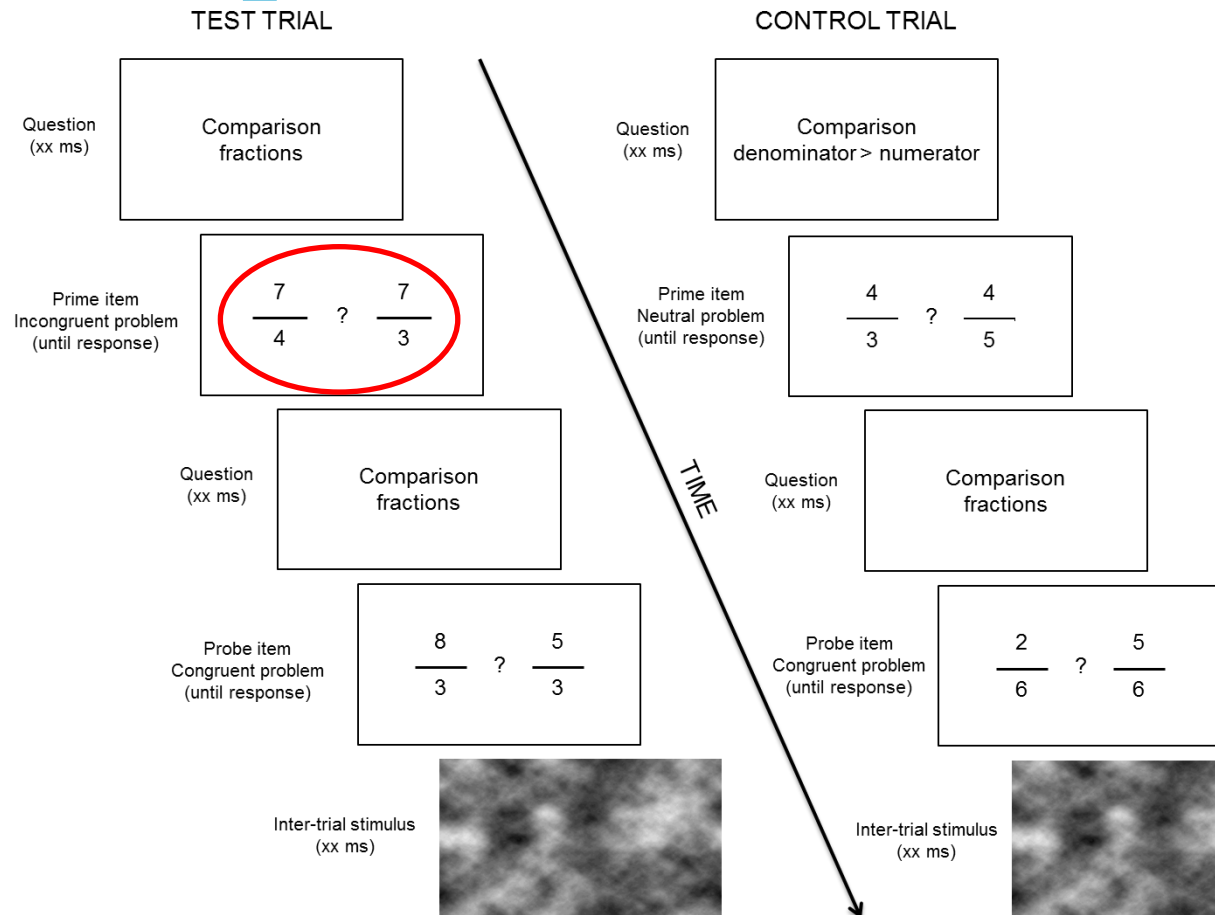


Problème arithmétique

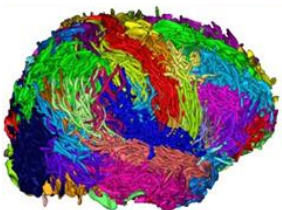


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

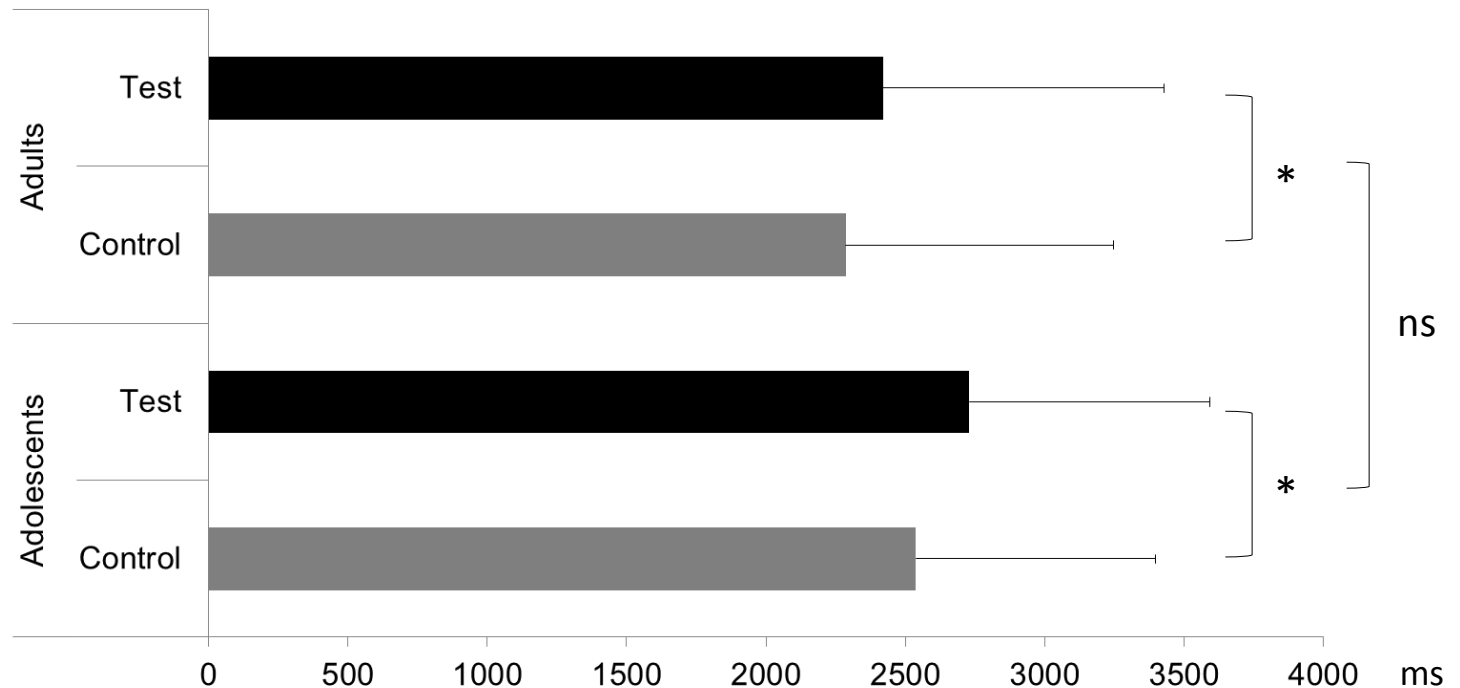
Comparaison de fraction



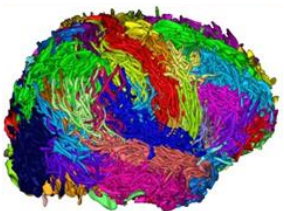
Rossi,..., Borst, *JECP (in revision)*



Comparaison de fraction



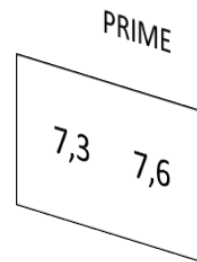
Rossi,..., Borst, *JECP (in revision)*



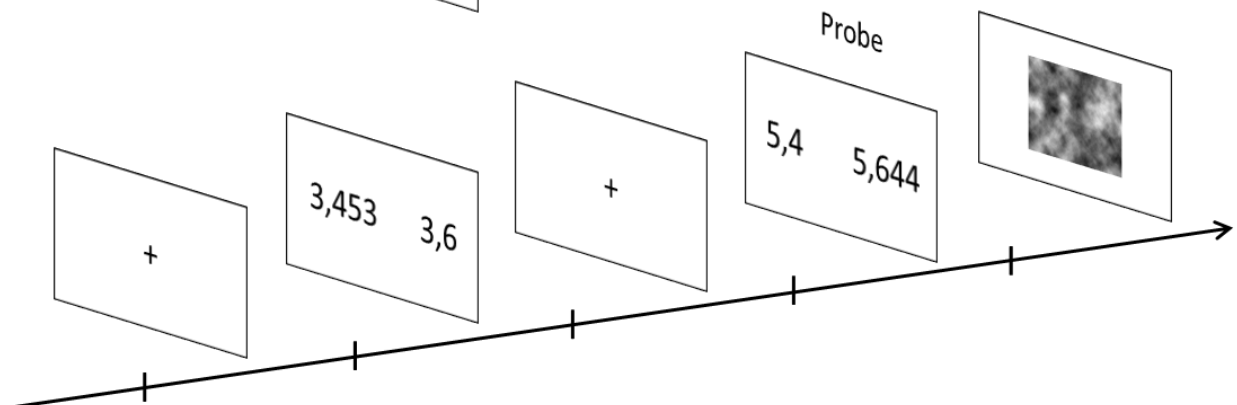
Comparaison de nombres décimaux

4.7 vs 4.642

Control

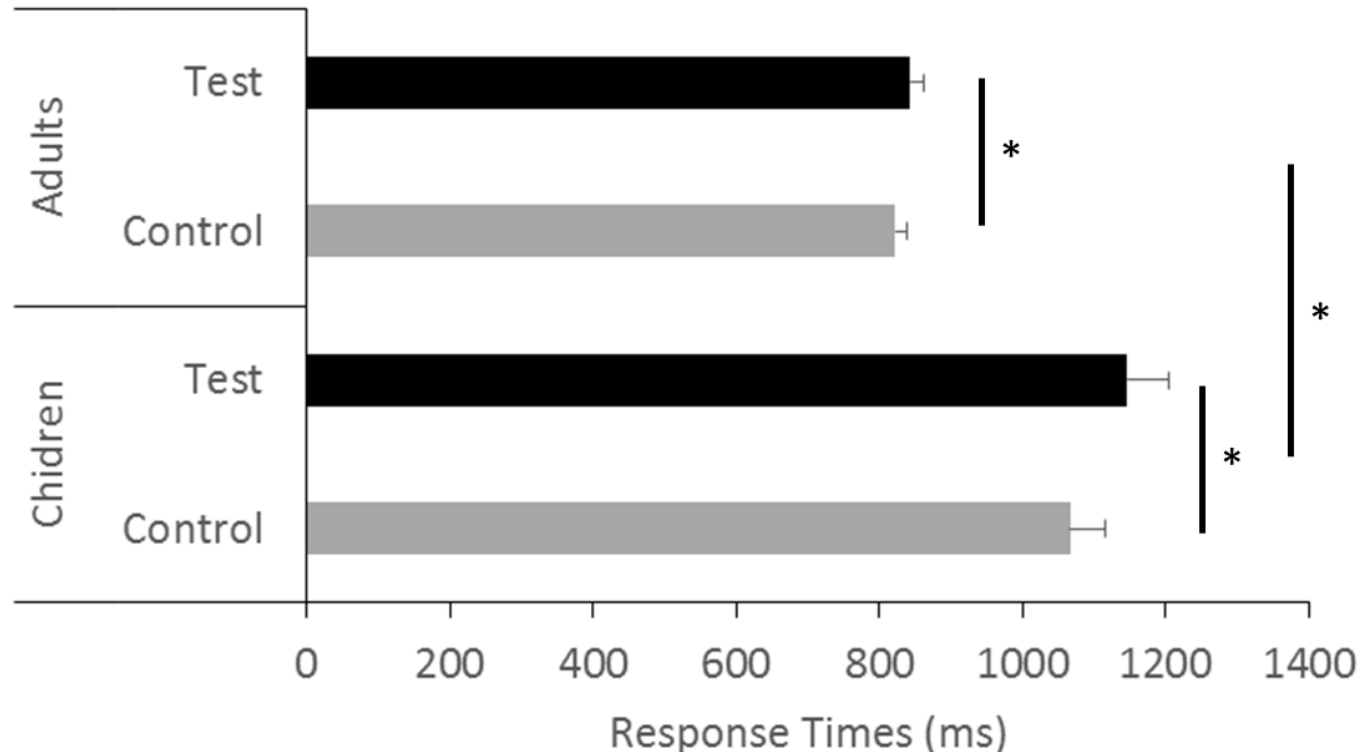


Test

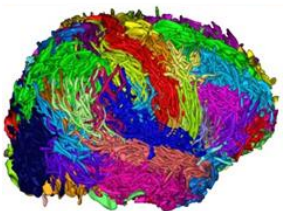


Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

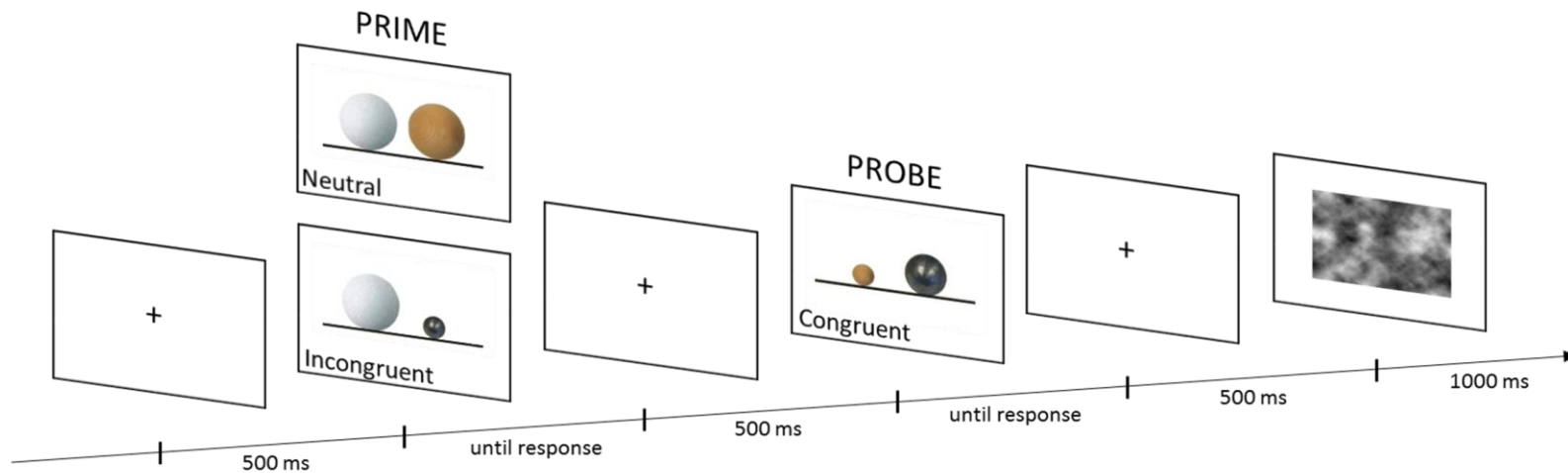
Comparaison de nombres décimaux



Roell,..., Borst, *Journal of Educational Psychology* (under review)

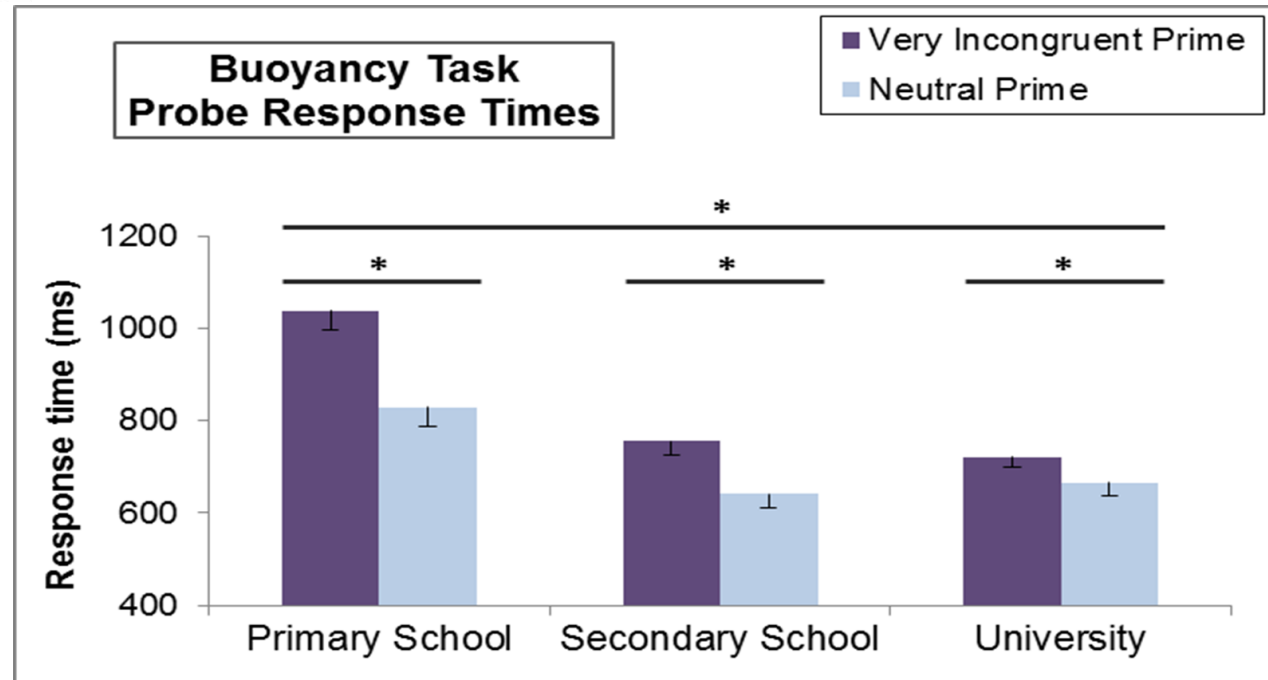


Flottabilité des objets

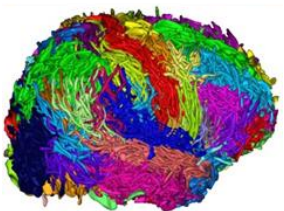


Ahr,..., Borst, (*in prep*)

Flottabilité des objets

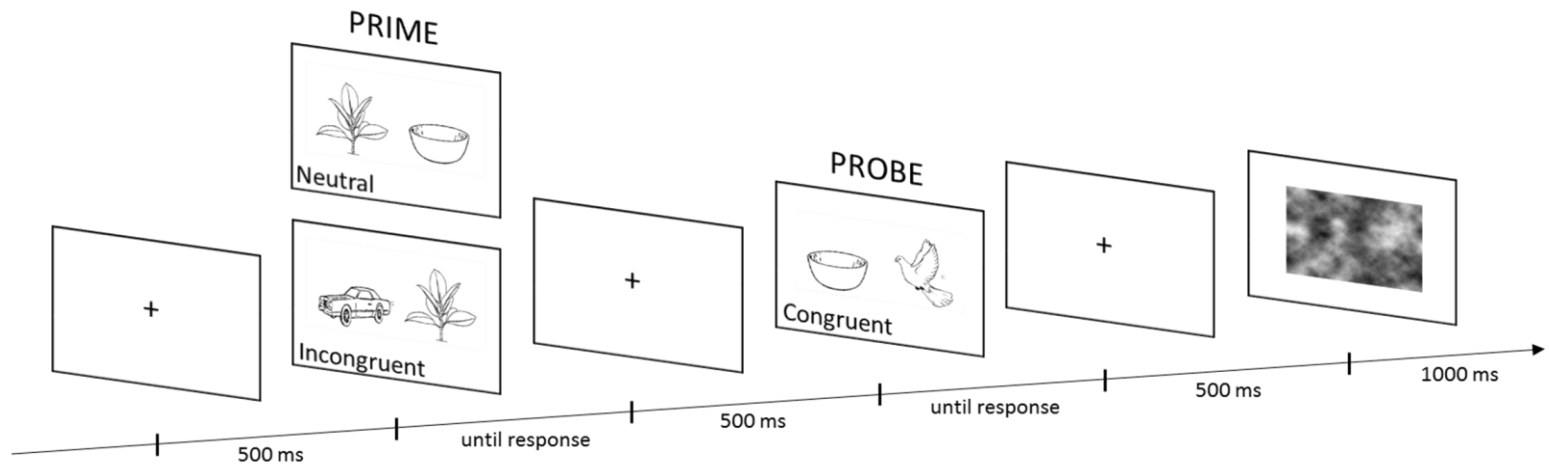
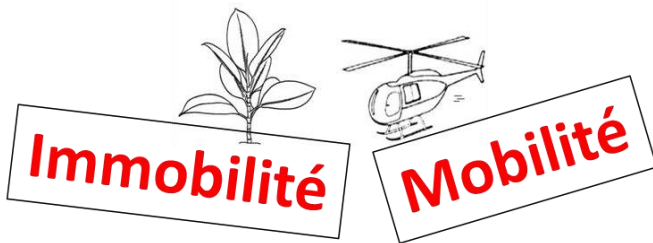


Ahr,..., Borst, (*in prep*)



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Vivant / Non vivant



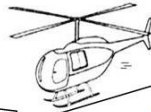
Ahr,..., Borst, (*in prep*)

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Vivant / Non vivant

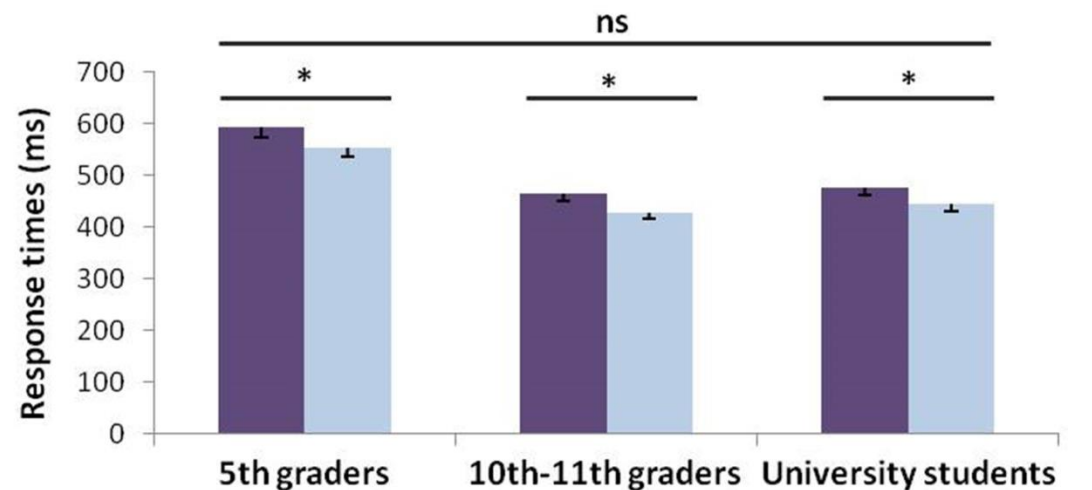


Immobilité

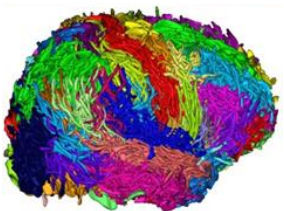


Mobilité

Living task Probe Response Times



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



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Accord des verbes

Je les mange

TEST TRIAL

Prime item =
T item
(until response)

1. Je **les** mange
2. Je **les** manges

Probe item =
Neutral item
(until response)

1. Je montre **les** étoile
2. Je montre **les** étoiles

Inter-trial
stimulus
(3000ms)



CONTROL TRIAL

Prime item =
NT item
(until response)

1. Je **la** compare
2. Je **la** compares

Probe item =
Neutral item
(until response)

1. Je regarde **les** nuages
2. Je regarde **les** nuage

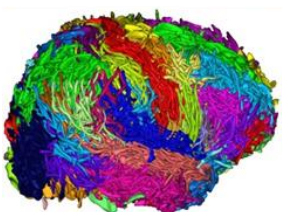
Inter-trial
stimulus
(3000ms)



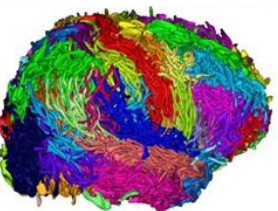
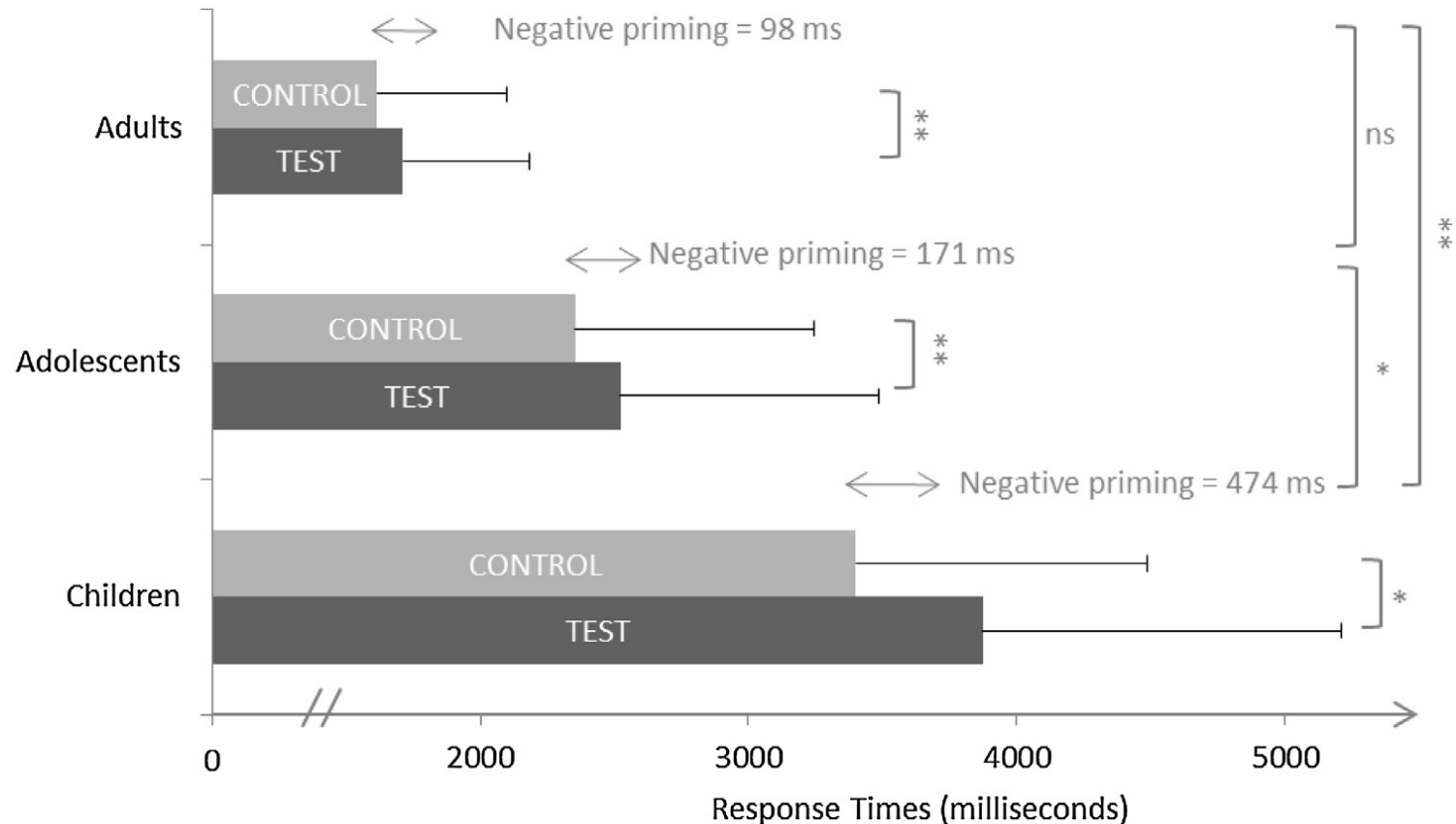
TIME

TIME

Lanoë,..., Borst, *Cognitive Development* (2016)

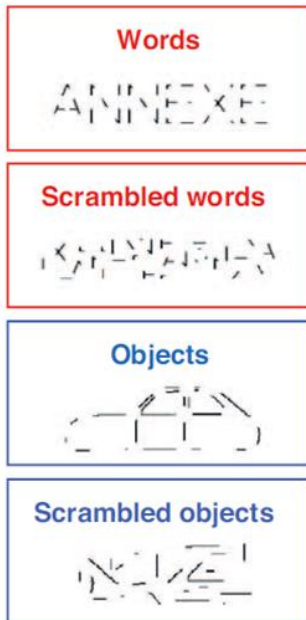


Accord des verbes

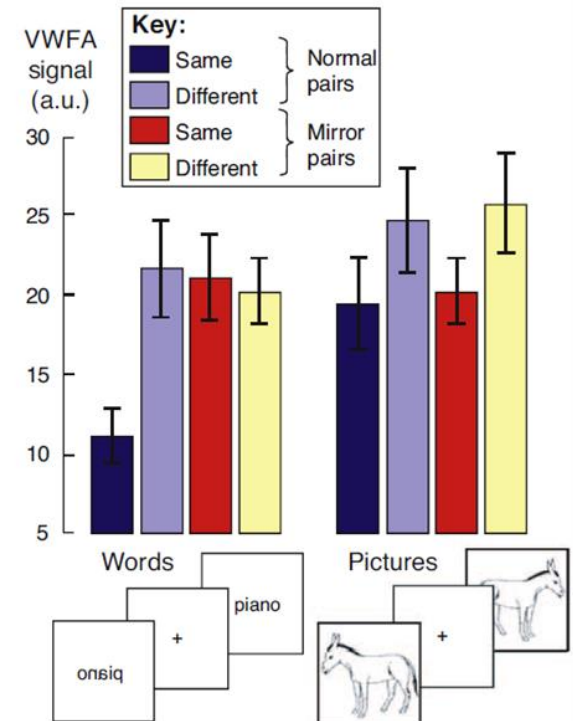
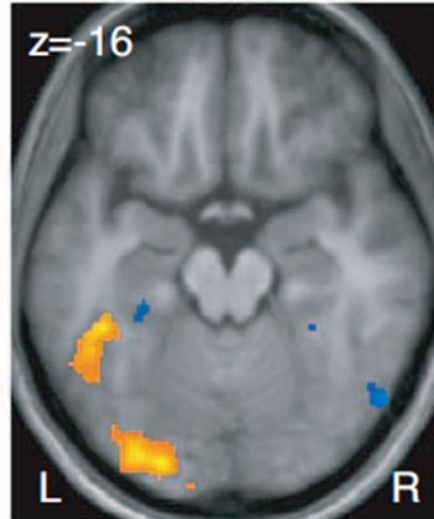


Discrimination de lettres

b/d et p/q



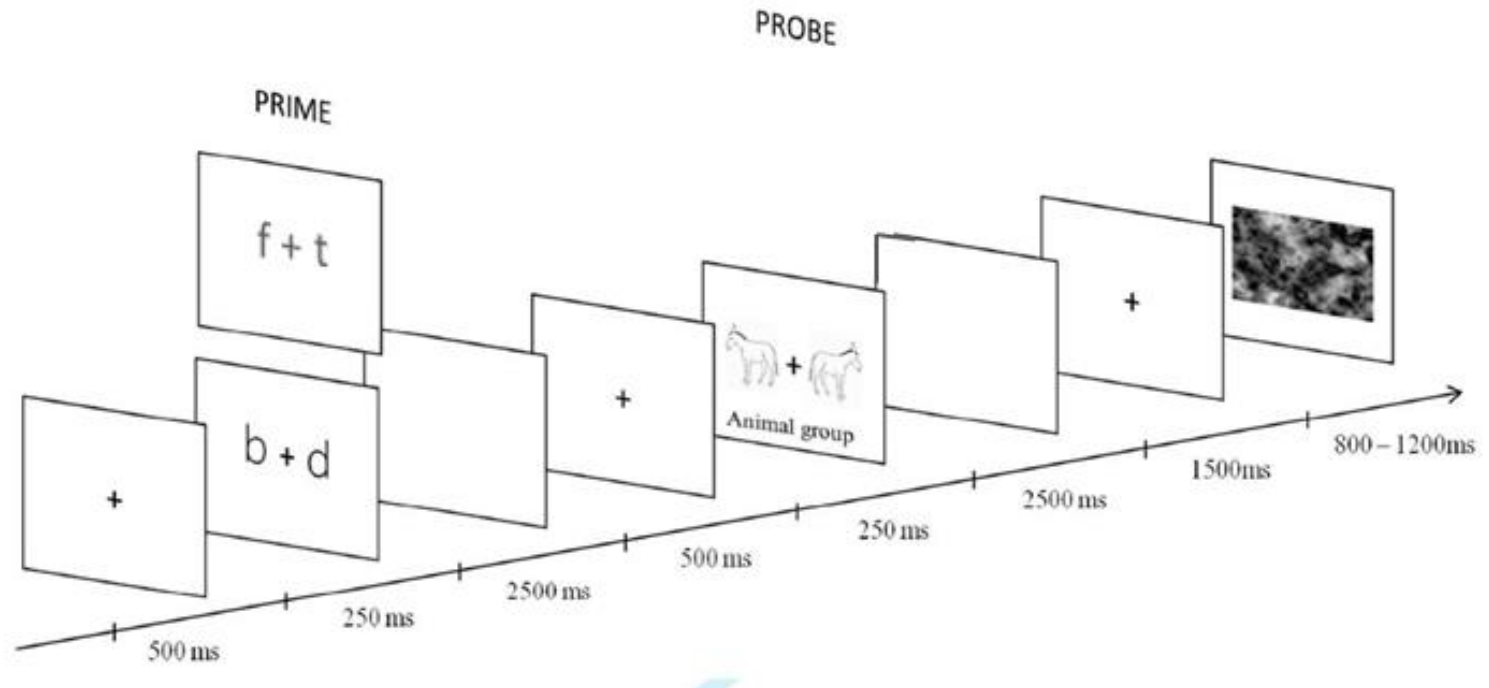
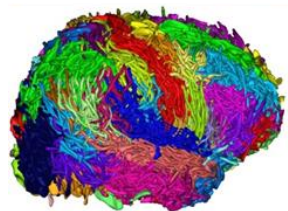
Words – scrambled
> objects – scrambled



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

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

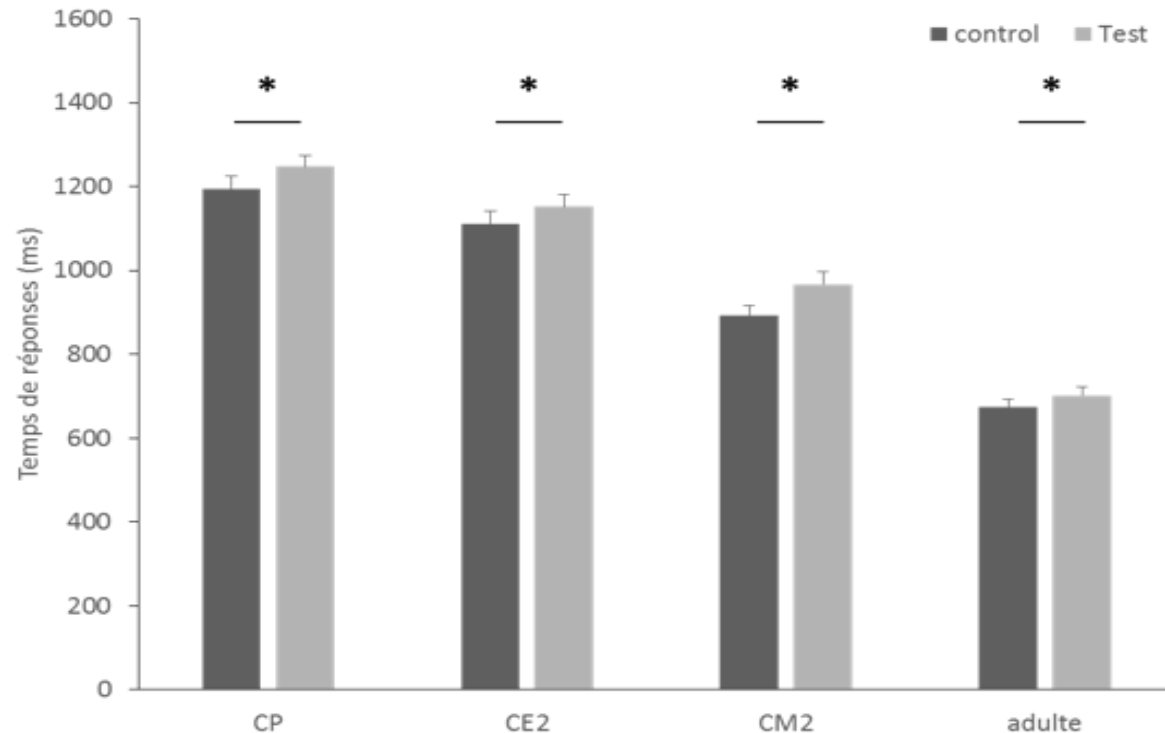
Discrimination de lettres



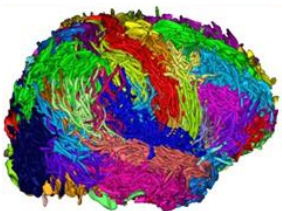
Borst et al., *Psych Bull & Rev* (2015); Ahr,..., Borst, *JECP* (2016);
Ahr et al., *Brain and Cognition* (in press)

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

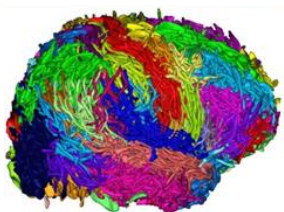
Discrimination de lettres



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

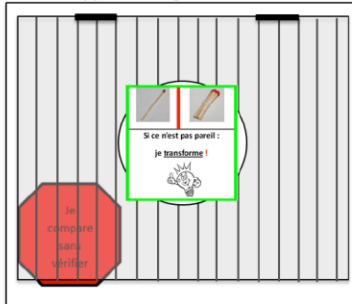


Pédagogie expérimentale

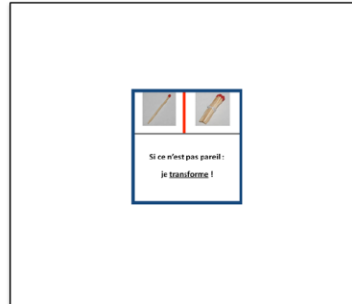


Paul a 30 brindilles et Kévin a 4 fagots.
Qui a le plus de brindilles ?

Apprentissage à l'inhibition



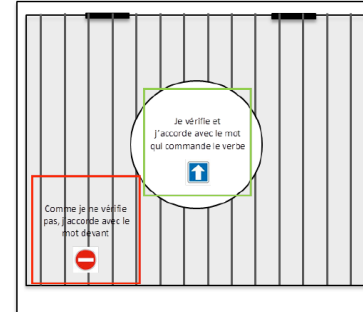
Apprentissage classique



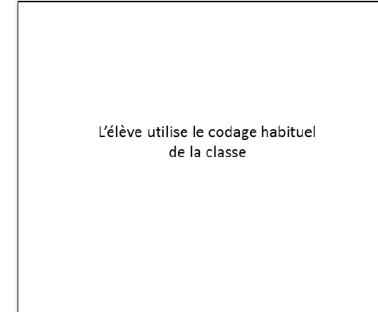
Math

Léo les aime ____

Apprentissage à l'inhibition

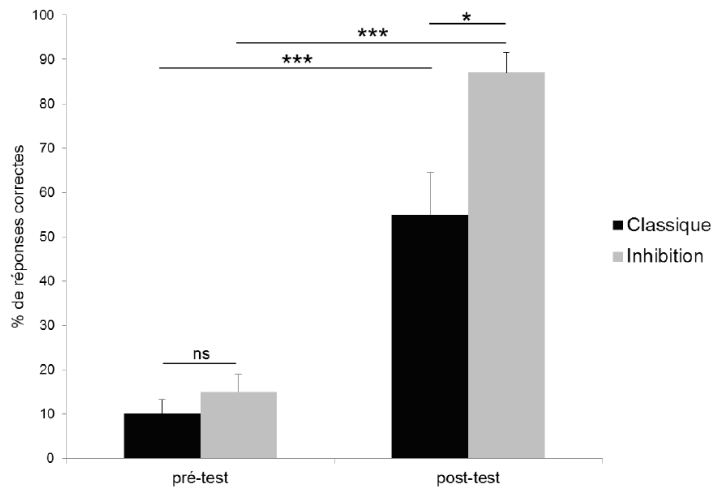
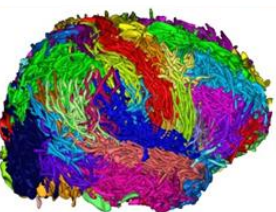


Apprentissage classique

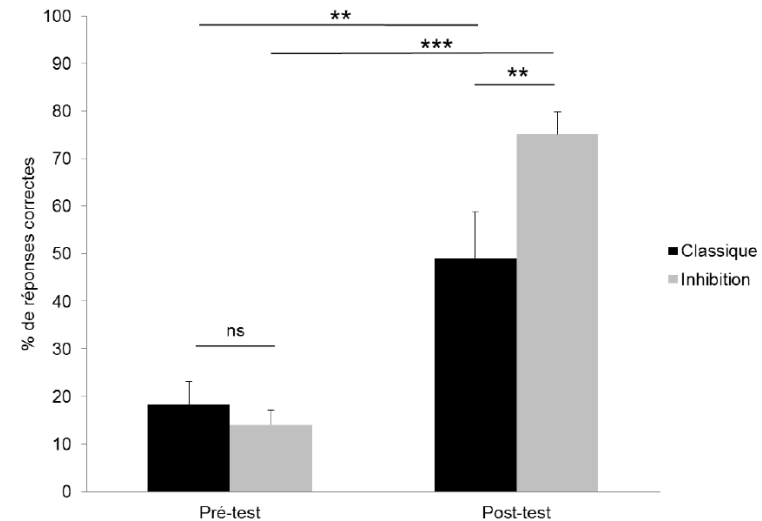


Orthographe

Pédagogie expérimentale



Math



Orthographe

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



APEX : APprentissages Exécutifs et cerveau chez les enfants d'âge scolaire



LES TROIS SYSTÈMES COGNITIFS

Système heuristique

Pensée «automatique»
et intuitive

Fiabilité 

 Rapidité



1

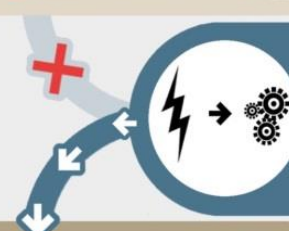


Système d'inhibition

Interrompt le système
heuristique pour activer
celui des algorithmes

→ Fonction d'arbitrage

3



Système algorithmique

Pensée réfléchie
«logico-mathématique»

Fiabilité 

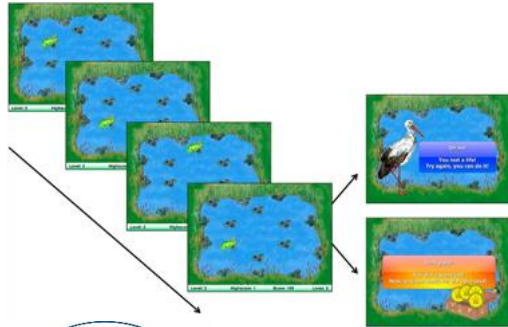
 Rapidité



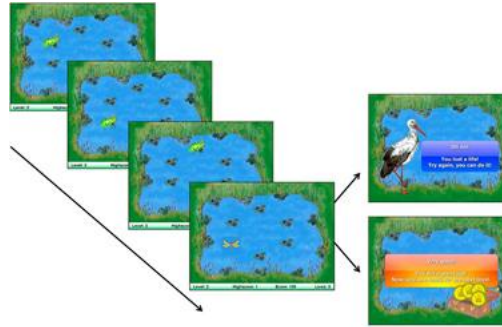
2

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

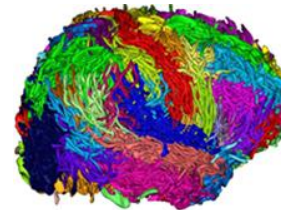
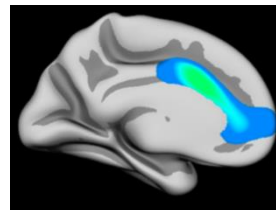
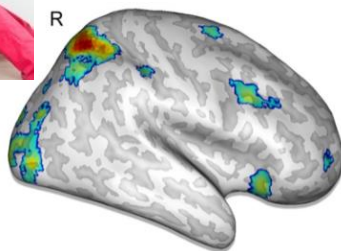
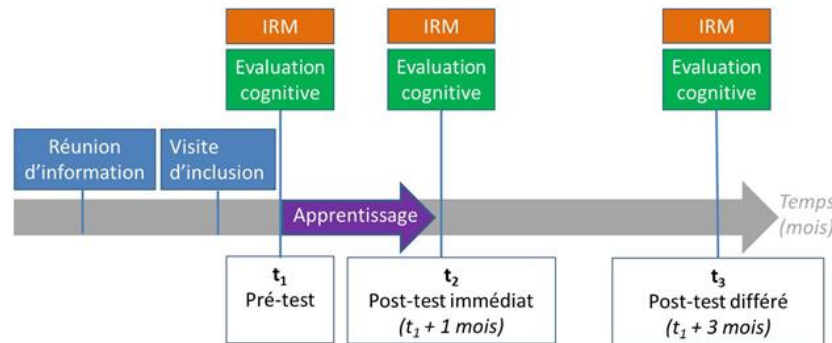
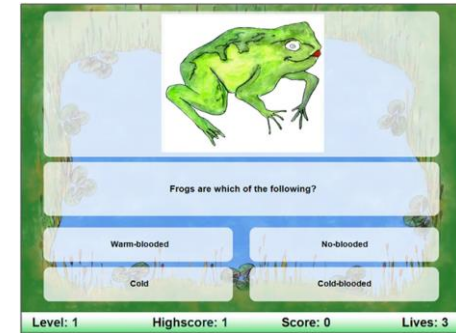
Mémoire de Travail



Inhibition



Contrôle actif



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017



APEX : APprentissages Exécutifs et cerveau chez les enfants d'âge scolaire

COMMENT PARTICIPER A NOS RECHERCHES ?

Ile de France : Adolescents de 16 à 17 ans

(Pr Arnaud Cachia : arnaud.cachia@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
- Il existe deux grandes façons d'apprendre : automatiser et résister (inhiber)
- A l'université comme à l'école, apprendre à raisonner et à être créatif c'est aussi apprendre à résister à ses automatismes.

Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

LaPsyDE



Comment aider le cerveau à surmonter les obstacles
cognitifs ? Cergy et Orsay, jeudi 20 avril 2017

Pour en savoir plus

