

# Neurosciences et apprentissage

*Intervention J.GERARD*

*IA-IPR SVT*

*Académie de Rennes*

Résoudre un problème = PLAISIR

Tous capables !!!

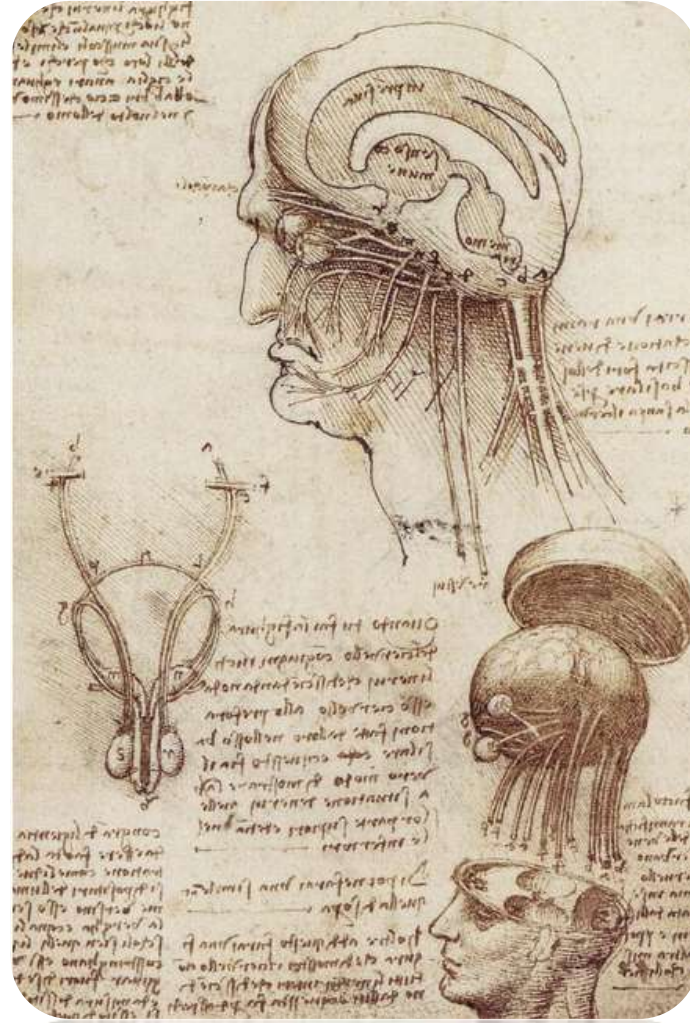


# Un peu d'histoire

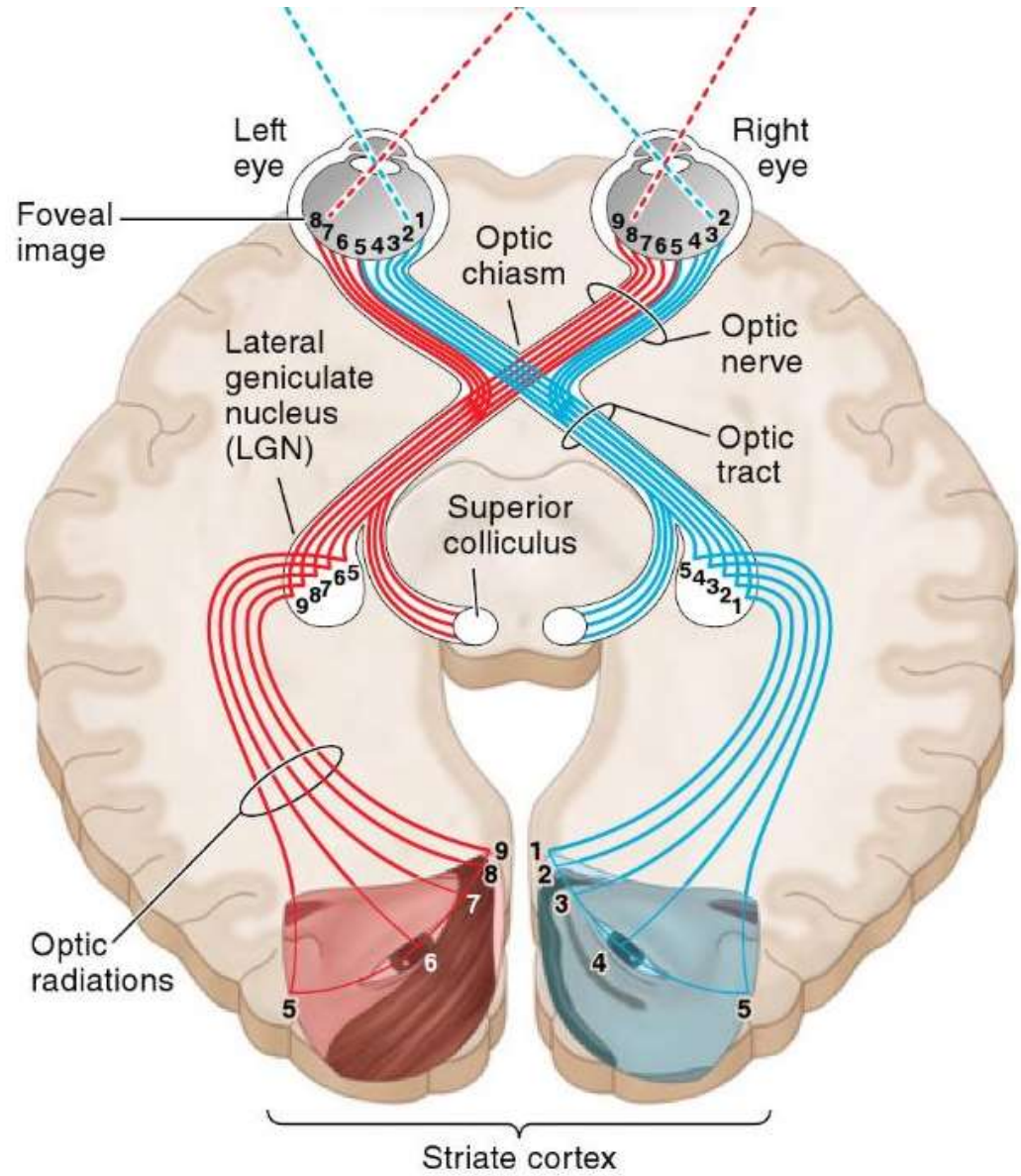
Et de géographie... Cérébrale



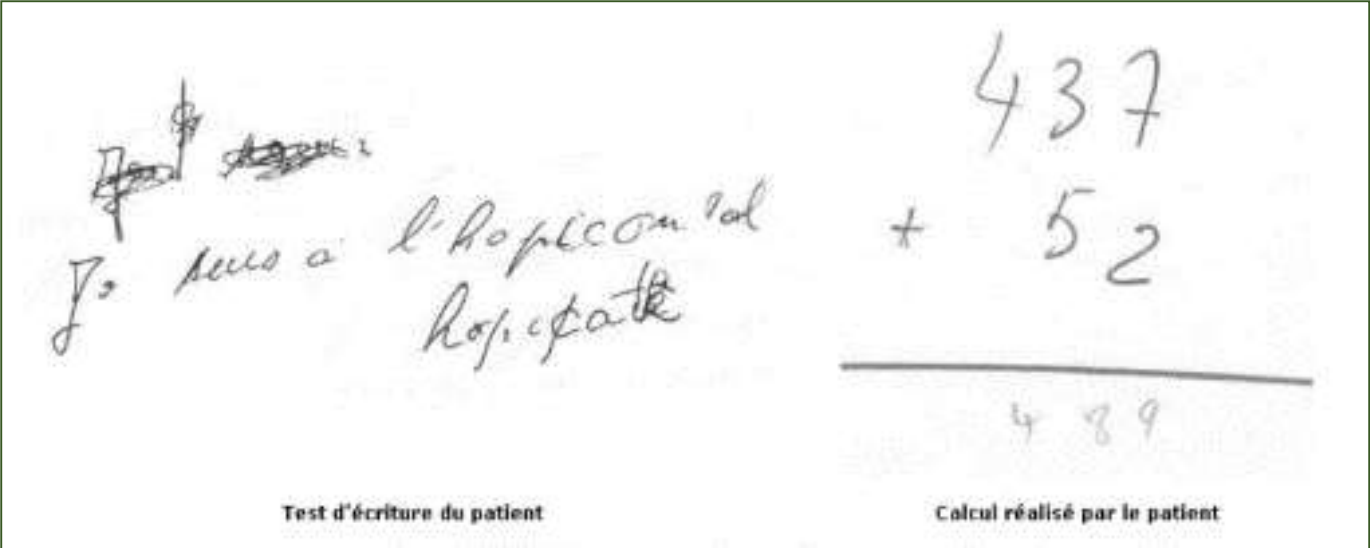
Das ist dz and  
der instrument / vñ  
das dyenet mer ob  
en vff dz haubt / dan  
sunst darnebt / oder  
binden. dar umb dz  
es nit breyte gleych  
hat / als dz nechst in  
strumit hye vor ver  
zeychnet. Vnd dyen  
et auch / wann die  
hyrnschal jungscha  
gen ist / das man sye  
mit dife instrument  
wider vffschaw.







Pour comprendre un fonctionnement « normal »...



... nous avons besoin d'étudier les pathologies



Scanner réalisé sur le patient



Traitement possible  
de la déprime

## Magnéto-encéphalographie

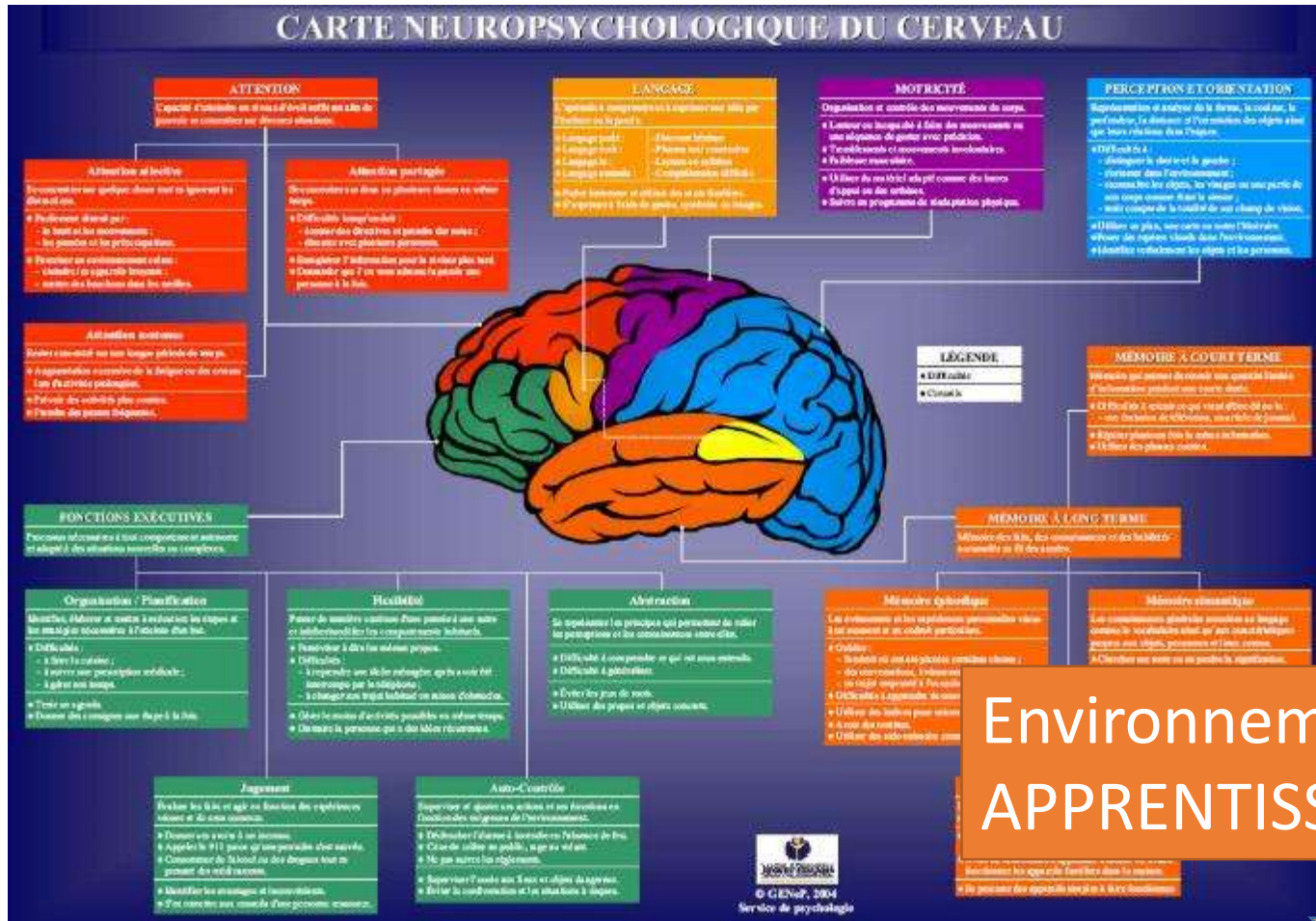


Investigation moderne : par exemple  
recherche des causes de la dyslexie en  
rapport avec des déficiences au niveau du  
cortex auditif



De proche en proche : une cartographie du cerveau

→ inné

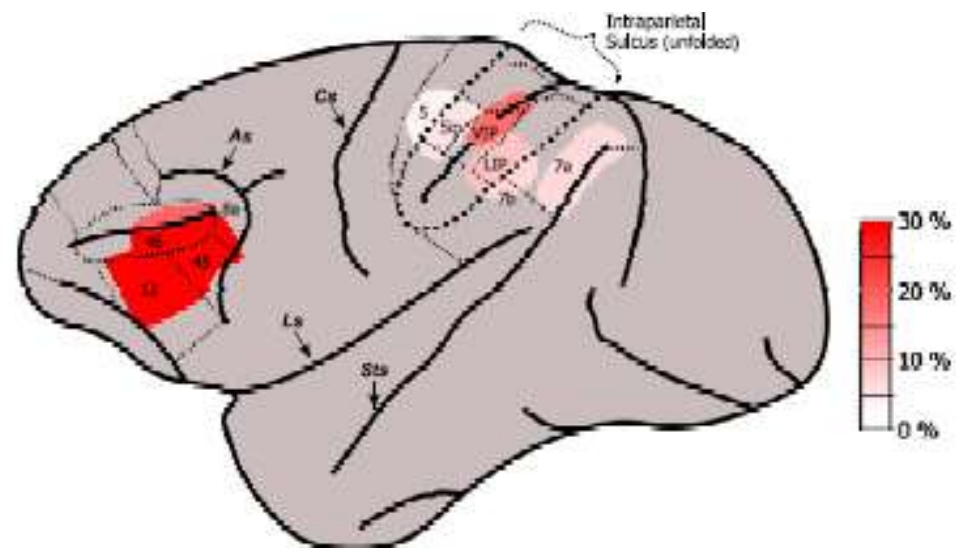


Tous capables !!!

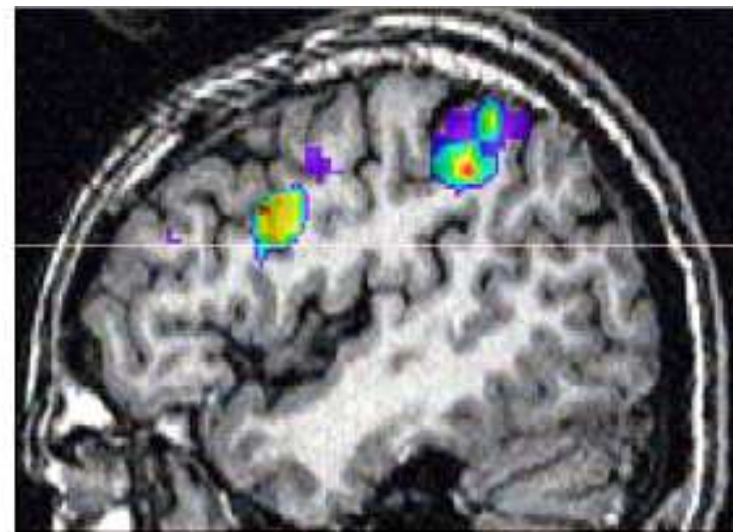
Environnement...  
APPRENTISSAGE

Mais plastique et modifiable dans une certaine mesure

→ acquis



Le sens des nombres chez le singe

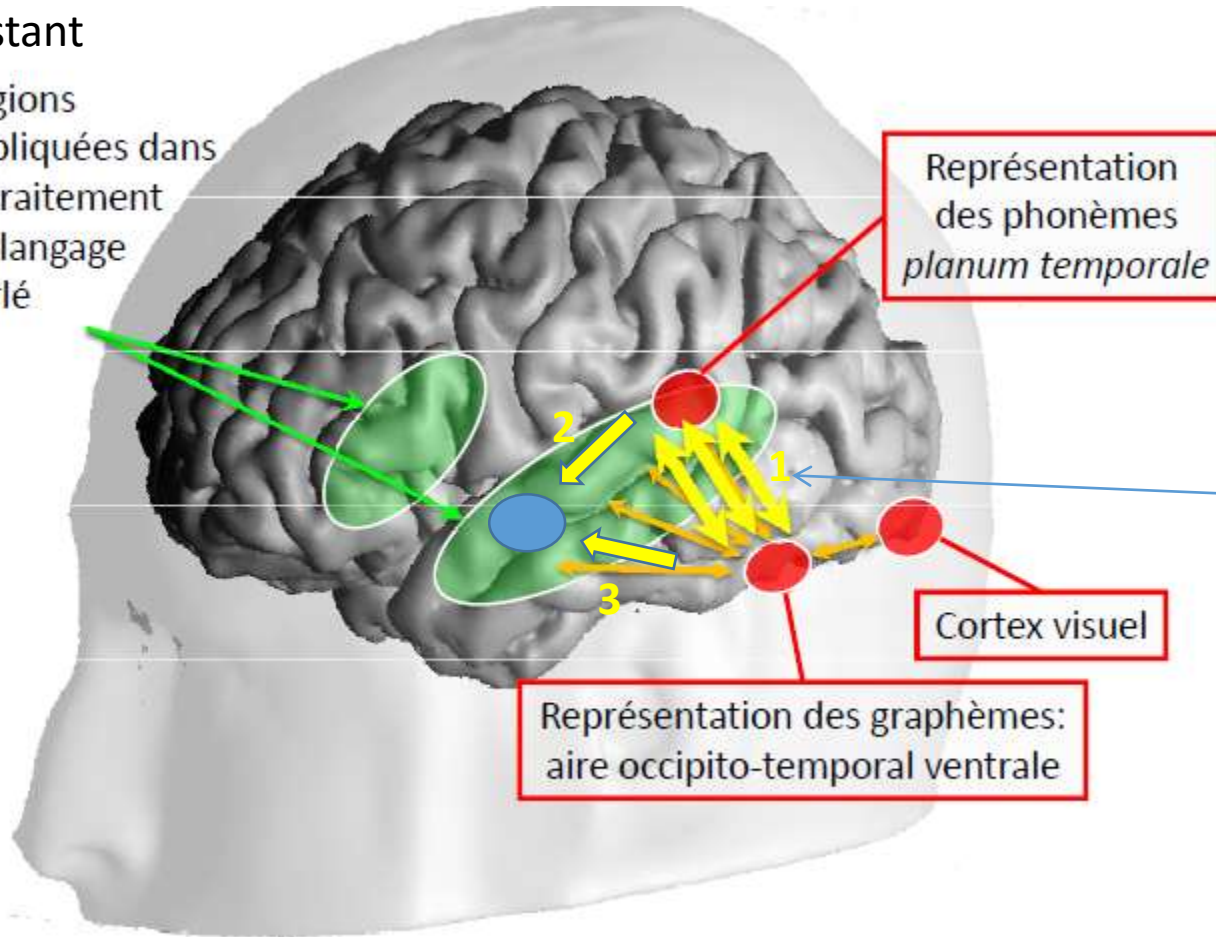


Les réseaux de l'arithmétique humaine

# Par exemple : la lecture

préexistant

Régions  
impliquées dans  
le traitement  
du langage  
parlé



Représentation  
des phonèmes  
*planum temporale*

Zone renforcée par  
l'apprentissage de la  
lecture (cela se voit  
en imagerie  
cérébrale !)

Cortex visuel

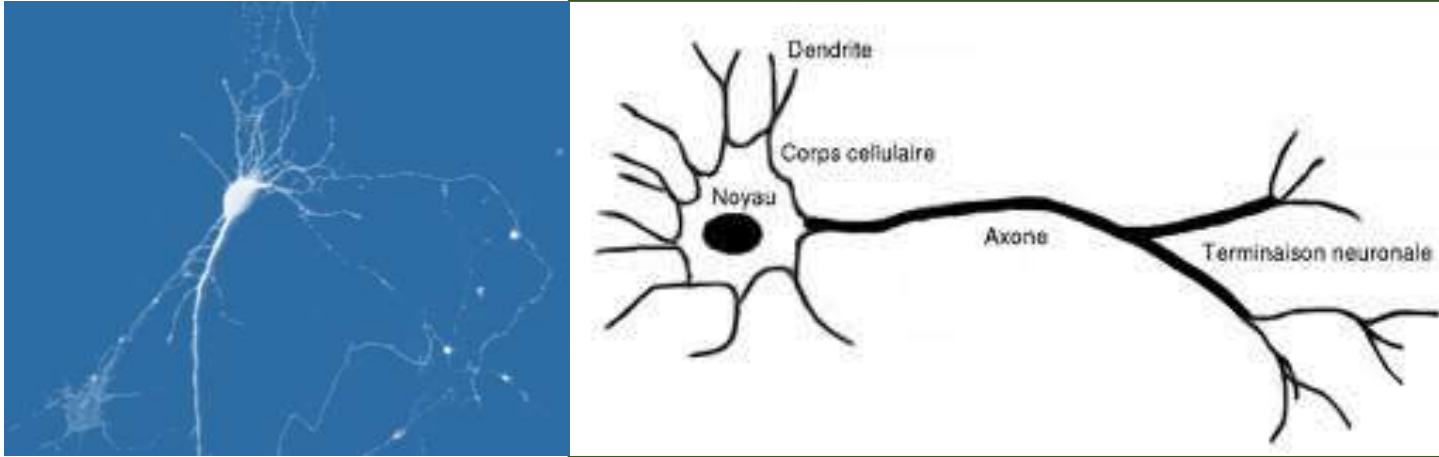
Représentation des graphèmes:  
aire occipito-temporal ventrale

# Fonctionnement du cerveau

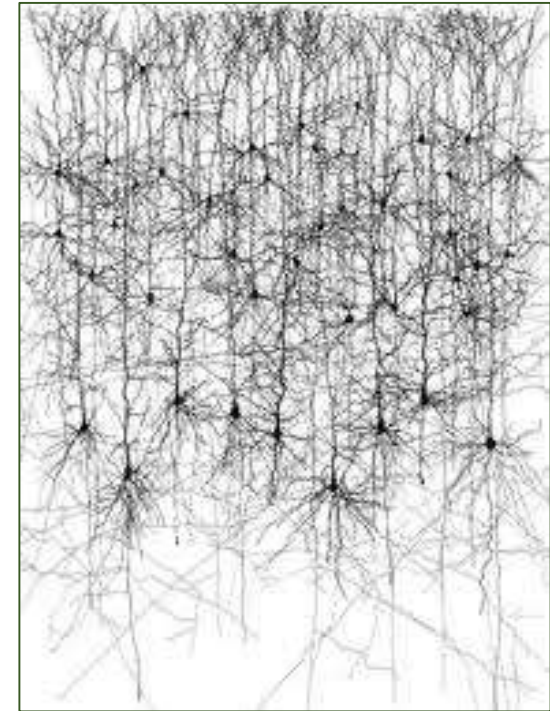
À la base, des neurones...



# Le cerveau : un ordinateur qui n'en est pas un...



Le neurone : qui désigne une valeur OUI / NON  
(donnée d'un microcircuit ON/OFF : codé en 0 et 1)  
Mais le OUI/NON est modulable... un peu/Beaucoup



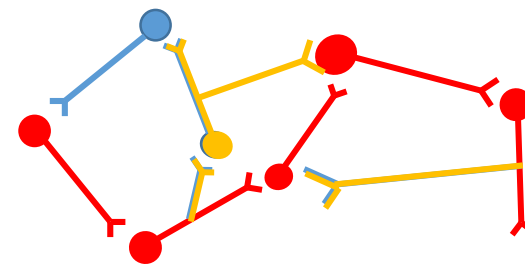
Des neurones connectés entre eux sous forme de portes logiques ET/OU

**McCullough et Pitts, 1943: le cerveau tout entier est compris comme une machine déductive**



# L'ordinateur n'apprend pas...

Ce sont les synapses qui augmentent leur efficacité suite à un apprentissage, facilitant ainsi le passage de l'influx nerveux dans un circuit particulier, permettant des connexions entre différentes zones du cerveau



Apprentissage

L'apprentissage d'un nouveau savoir-faire mobilise largement le cerveau ; plus tard, seule une petite partie sera utilisée, libérant le reste pour d'autres fonctions. Il s'agit d'un phénomène de plasticité cérébrale dont on sait qu'il repose en grande partie sur la répétition qui stabilise une organisation neuronique.

Pour apprendre ce qui est fondamental, il faut y revenir. Voilà qui doit conditionner écriture des programmes et pratiques pédagogiques.

Programmes curriculaires, spirales... Revenir sur les notions stabilise un fonctionnement



Quand on perçoit quelque chose, notre cerveau relie la forme, la couleur, l'odeur, le son, etc. d'un objet et « fabrique » une perception « synthèse » de cet objet à partir d'un ensemble de données disparates. Il donne du sens. « Se souvenir » n'est pas différent : le cerveau reconstruit ces relations pour se « rappeler » de l'objet.

La principale activité du cerveau est donc l'apprentissage. Phénomène actif, des modifications de structure s'opèrent en permanence pour tenir compte des nouvelles expériences rencontrées.  
La mémoire est infidèle...



Mais les constructions cérébrales sont robustes, ce qui rend la remédiation difficile. Un nouveau concept n'efface pas le premier : une nouvelle voie est créée tout en conservant l'ancienne, le plus souvent moins coûteuse en énergie donc persistante.

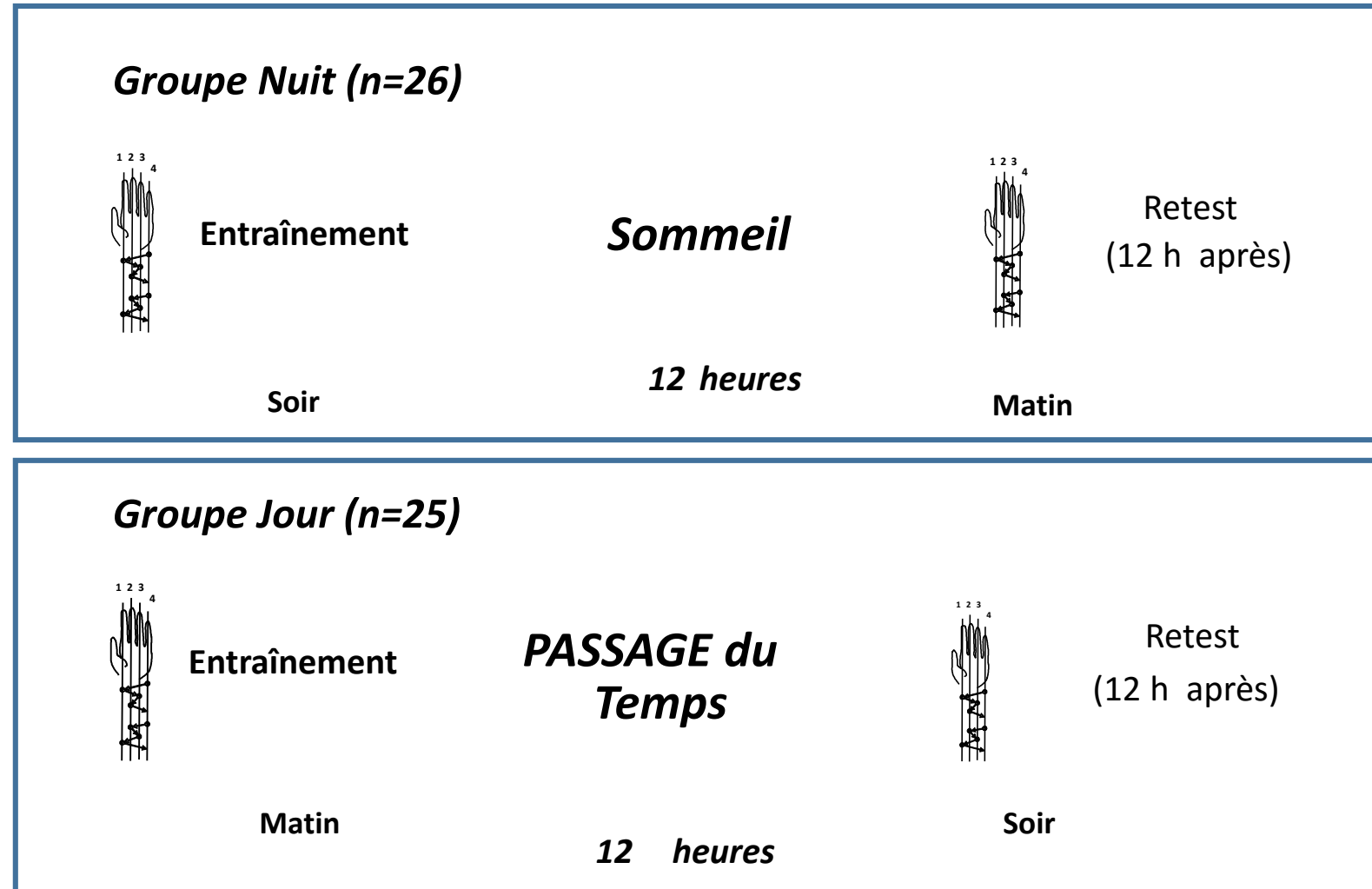
# facteurs susceptibles d'influencer le fonctionnement mnésique :

- 1- Un joueur retient particulièrement bien une partie épique ...
- 2 - Un élève qui ne retient aucune définition peut se remémorer les noms des 110 joueurs de 10 équipes de football...
- 3- Où étiez vous quand vous avez pris connaissance des attentas du 11 Septembre ?
- 4- Quelle odeur associez vous à plage ? Celle de la crème solaire ?

- 1) le degré de vigilance, **d'éveil, d'attention** et de concentration
- 2) l'intérêt, la force de **motivation**, le besoin ou la nécessité
- 3) **L'état émotionnel** : le traitement mnésique des événements chargés d'émotion fait intervenir la noradrénaline
- 4) le lieu, l'éclairage, l'odeur, les bruits, ... tout le **contexte** présent lors de la mémorisation s'enregistre avec les données à mémoriser

# Effet du sommeil sur l'apprentissage moteur

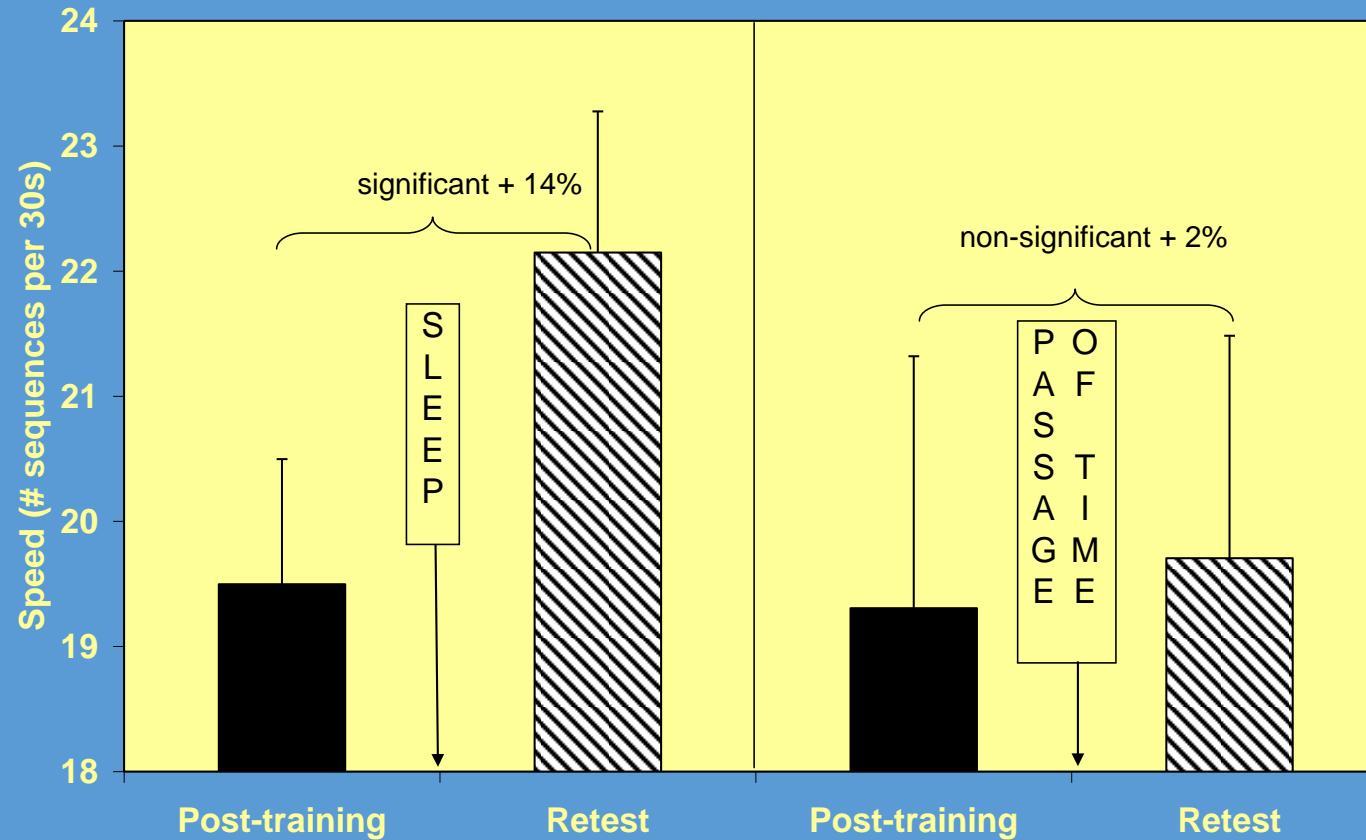
## Protocole Expérimental:





# Effet du Sommeil sur l'Apprentissage Moteur

## Apprentissage d'une séquence de mouvements

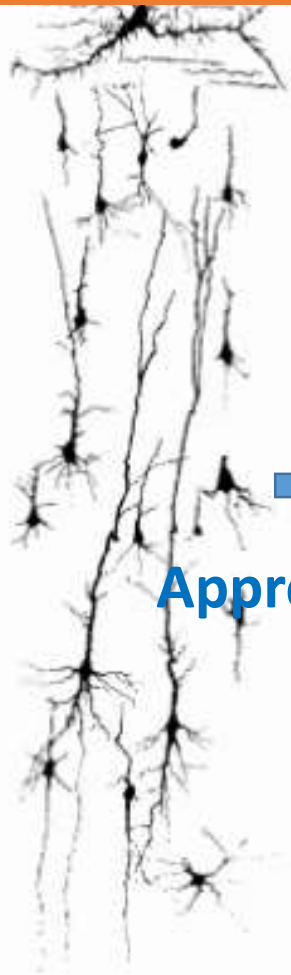


ANOVA 2 sessions X 2 groups = significant interaction effect:  $F(1, 23)=10,362$   $p=0,0038$

# Le volume du cerveau

Qui a pris la grosse tête ?

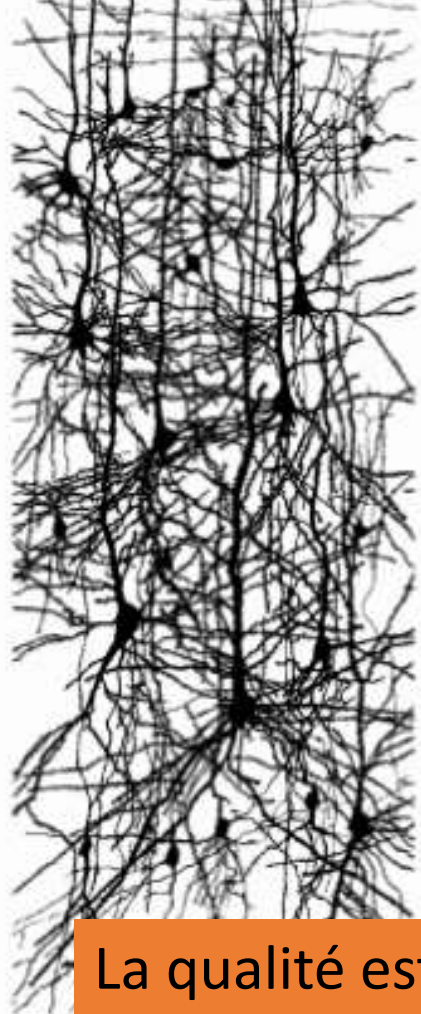
La quantité est innée



nouveau-né



3 mois après  
la naissance



La qualité est acquise

à l'âge de 2 ans

Apprentissage

Tous capables !!!

Développement des réseaux de connections entre les neurones chez l'enfant.

# Le volume du cerveau

Un ordre de grandeur : un cerveau moyen peut apprendre en un an 2500 mots en moyenne soit 50 par semaine. Combien à l'école ? Admettons que l'élève peut consacrer 50% de sa capacité à l'école. Celle-ci a donc droit à 25 idées par semaine. A peu près une par heure de cours.

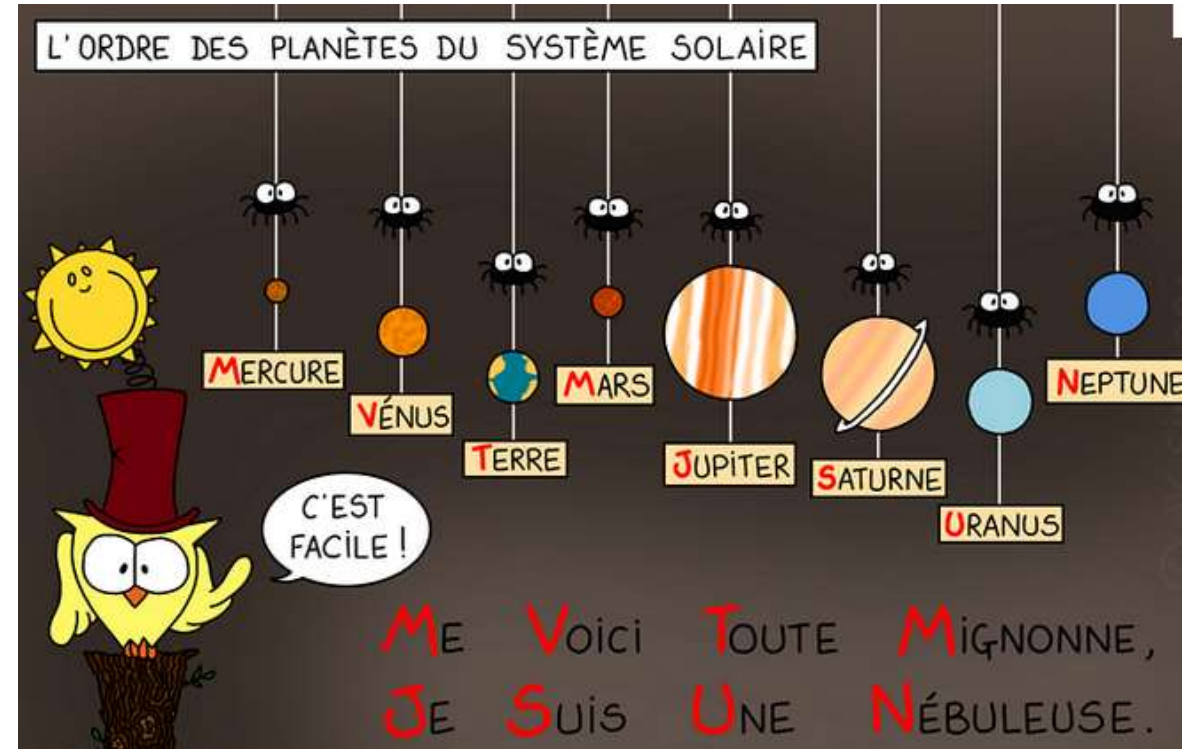
Une question simple : pendant l'heure qui vient, quelle est l'idée, unique, que je veux installer dans leur cerveau ? Voilà qui doit conditionner écriture et compréhension des programmes.

Il faut prioriser explicitement. La surcharge cognitive est un gage d'échec de l'apprentissage

# Mais le cerveau apprend par « paquets »



Je fais un dessin  
Je fais une carte heuristique  
Je catégorise dans un tableau  
...

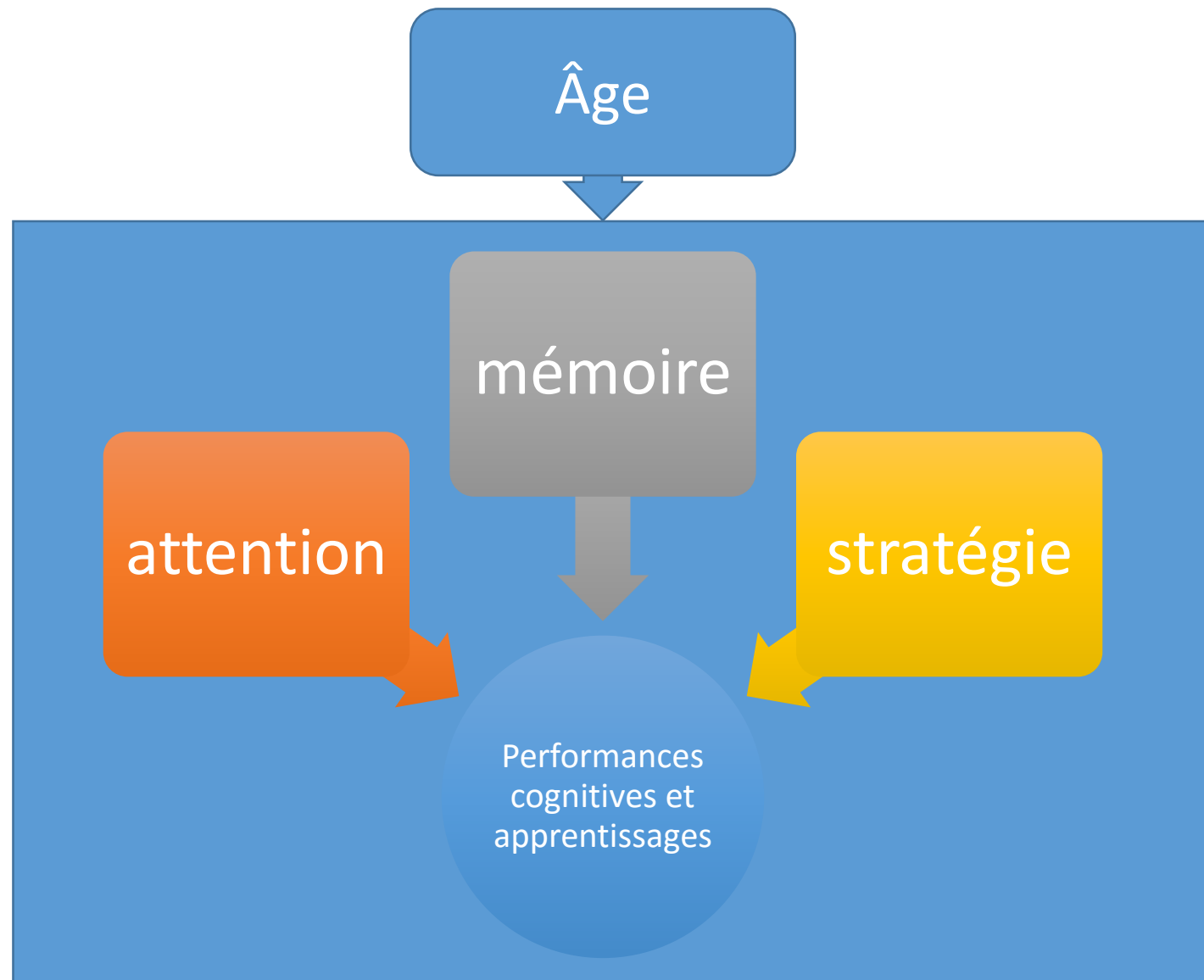


S'il y a beaucoup d'informations, il faut faire du lien



# L'âge du cerveau

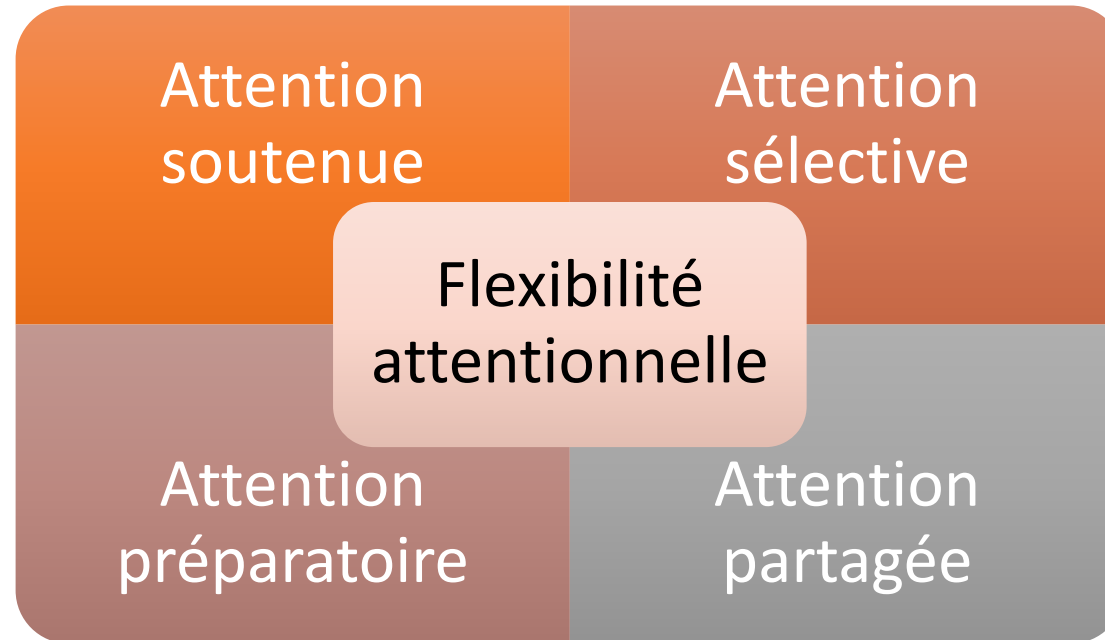
Il a 3 mois et il ne sait même pas marcher...



- Entre 4 et 8 ans : capacité de traitement de l'information multipliée par trois puis double encore au cours de l'adolescence.

Capacité de concentration  
sur une longue durée

Traitement de l'information  
pertinente au sein d'une tâche



anticipation

Traitement de plusieurs tâches en  
simultané  
« multitasking » (fonction réduite)

# Attention sélective...

La Tâche de Stroop : indiquez les couleurs de chaque mot

JAUNE	BLEU	ORANGE
NOIR	ROUGE	VERT
VIOLET	JAUNE	ROUGE
ORANGE	VERT	NOIR
BLEU	ROUGE	VIOLET
VERT	BLEU	ORANGE

Ce qui est mis en jeu : capacité à inhiber l'information non pertinente (distracteurs).

Cette capacité augmente au cours de l'enfance pour être au plus haut au cours de l'adolescence. Puis elle rediminue à l'âge adulte (retour aux capacités d'un enfant).

# Flexibilité attentionnelle

Quel nombre ?	1	3	111	333
Combien de chiffres ?	1	3	11	333

On alterne les questions rapidement et on mesure un temps de réponse

- Capacité à passer d'une tâche à l'autre (plus ou moins rapidement)
- De 10 à 16 ans cette capacité est multipliée par trois ! Puis diminue jusqu'à l'âge adulte (mais reste presque deux fois supérieure aux capacités de l'enfant).

Il faut respecter une progressivité dans les apprentissages

# La mémoire





Test

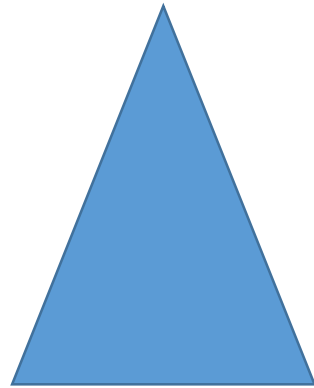


canari

2 ou 3 mots-clés qui  
viennent  
spontanément ?

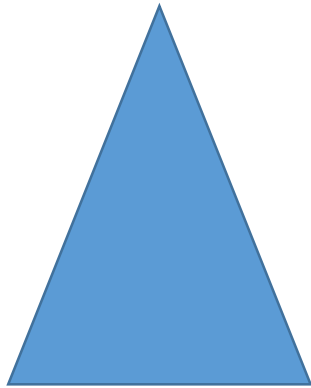
# Première catégorisation

0147

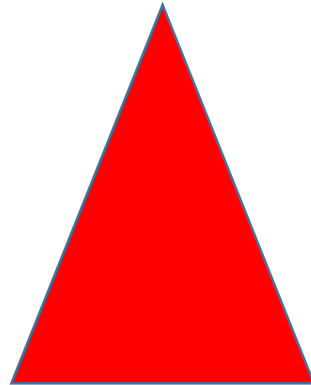


Votre souvenir ?

0147



0157



Oui mais quelle opération était présente dans la diapo n°7 ?

$$734 + 52 =$$

$$347 + 32 =$$

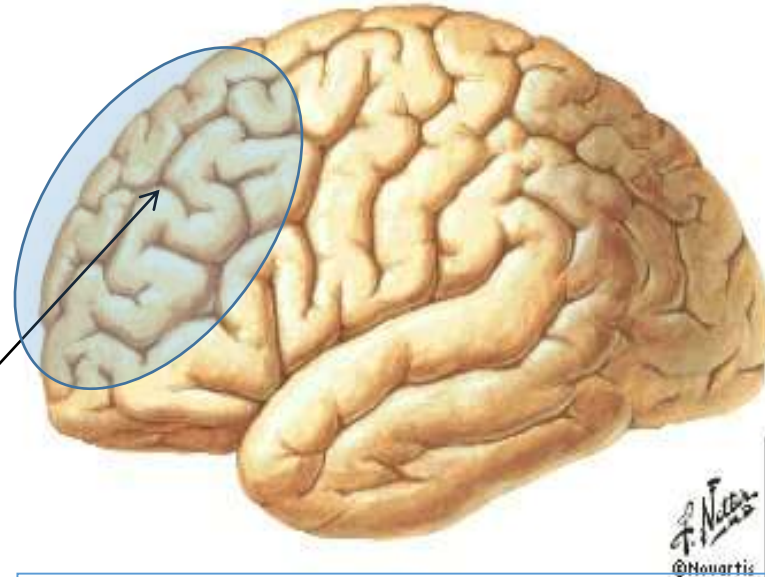
$$437 + 52 =$$

$$547 + 52 =$$

$$547 + 32 =$$

# Mémoire à court terme ou mémoire de travail: capacité limitée de stockage et oubli

- Fonction spécifique permettant de combiner des informations provenant d'autres modules: processeur central
- activation de différents modules spécialisés (visuel ou sémantique)
- Siège : Cortex Prefrontal dorsolatéral
- capacité limitée : 7 le chiffre magique
  - capacité de mémorisation immédiate ( $7 \pm 2$ ) pour différentes informations sons, lettres, mots



Système de capacité limitée destiné au **maintien temporaire** et à la réalisation de tâches cognitives diverses de compréhension, de raisonnement ou de résolution de problèmes  
**Ex: calcul mental exigeant plusieurs calculs intermédiaires**

Si une information doit resservir 30 minutes après, il faut être explicite à ce sujet...

# Mémoire à long terme (MLT).

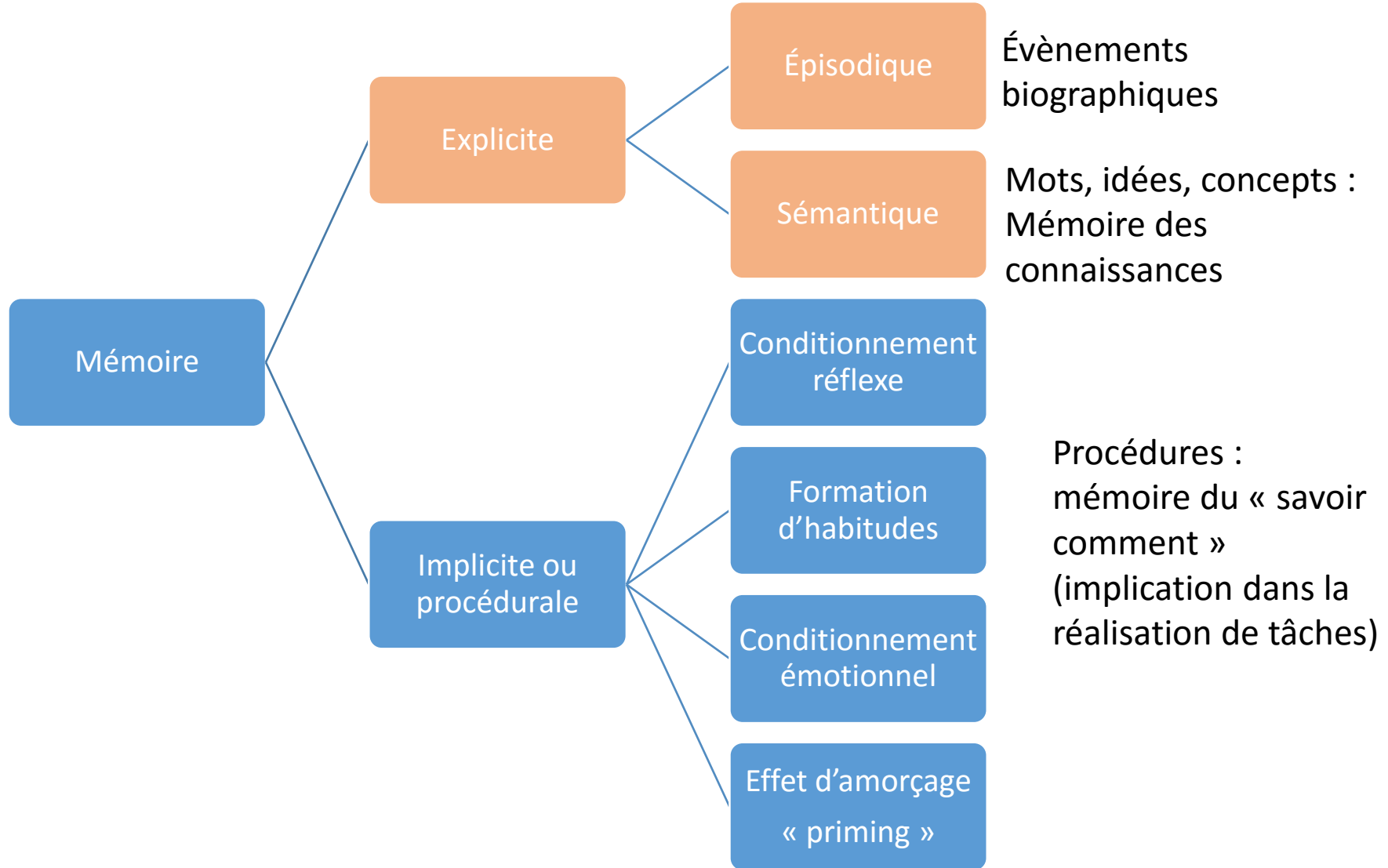
---

## Concerne plusieurs zones cérébrales

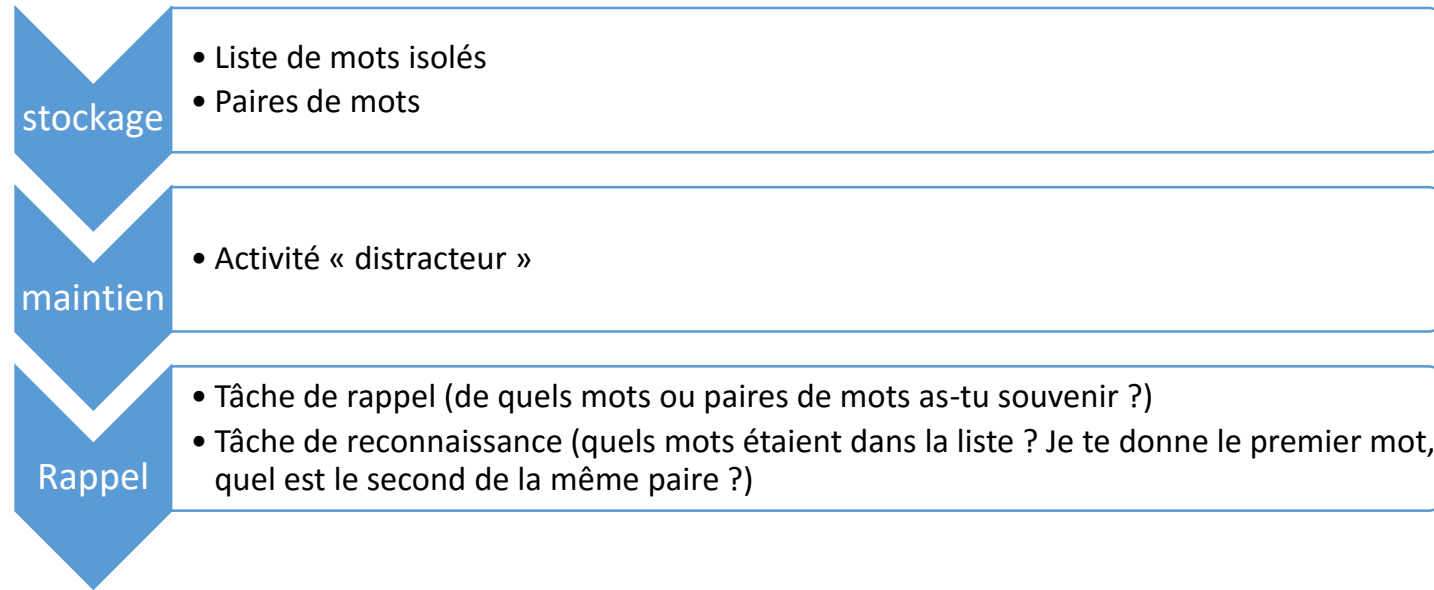
Ce type de mémoire peut durer toute une vie.

1. Correspond au sens commun du mot mémoire.
2. Sa capacité est énorme.
3. Elle est résistante après consolidation.





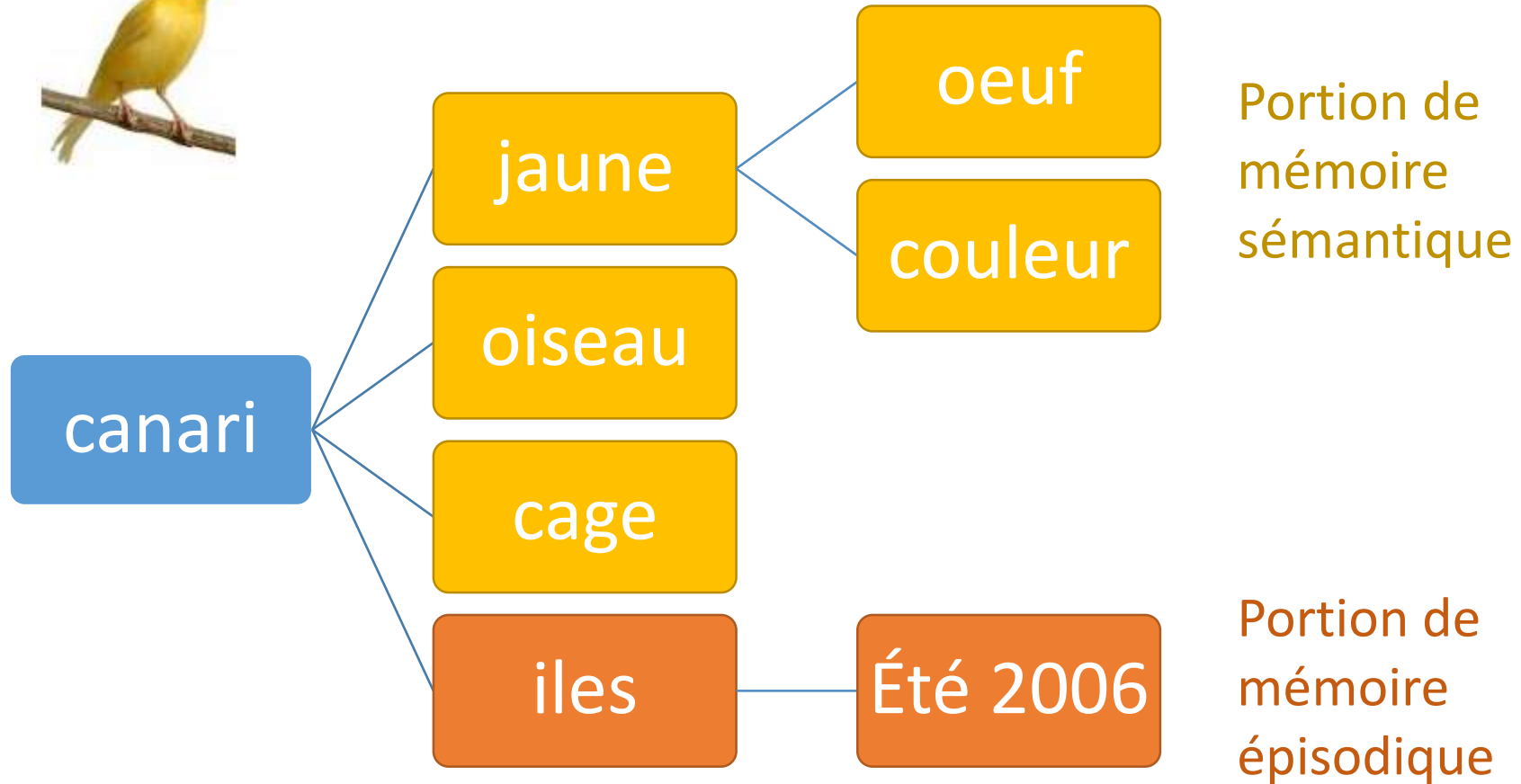
# Test



## % de mots justes

Âge	Tâche de rappel	Tâche de reconnaissance
6 ans	20	58
9 ans	30	75
12 ans	40	83

# Retour au test



Complexe / compliqué  
Aides possibles

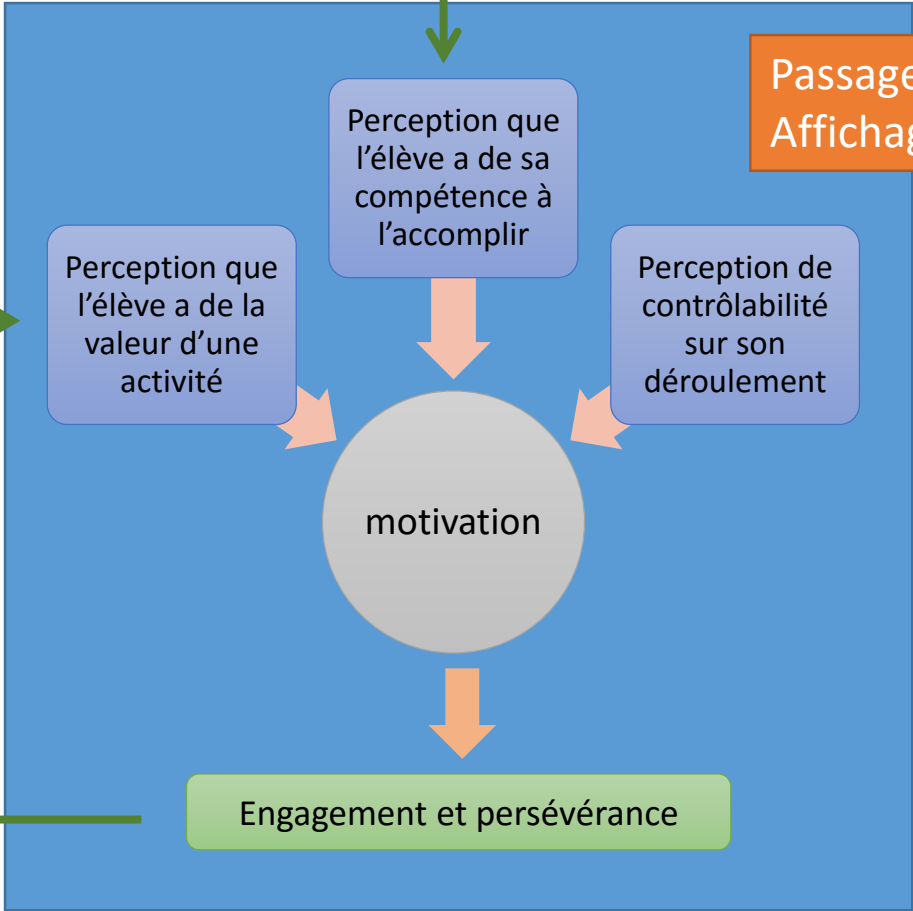
Mémoire (implicite) procédurale

Contextualisation  
Questions ouvertes :  
sens donné

Passage des consignes  
Affichage des objectifs

Vécu (explicite) de  
l'élève :  
•Mémoire sémantique  
•Mémoire épisodique

Rappels /  
reconnaissance



↑  
Plaisir

Engagement et persévérance

# En résumé

- Apprendre est un plaisir
- Échec dans une situation n'est pas échec dans toutes les situations : diversifiez !
- Accepter l'idée de voies de contournement : différenciez !
- Un fonctionnement rappelant les heuristiques : reliez !
- La répétition est efficace : répétez !
- Des reconstructions imparfaites par nature : assouplissez !
- L'importance de la motivation: contextualisez !
- Dormez !
- Essentiels et distracteurs : priorisez !
- L'âge de l'enfant/ado : graduez !
- La mémoire prend un temps d'ancrage : patientez !

# Sources

- STANISLAS Dehaene
- **Eric TARDIF**
- **Pierre-André DOUDIN**
- Jan Scholtz et Miriam Klein
- Alain Lieury