



Neuroéducation

apport des sciences cognitives

Le cerveau est nécessaire à l'apprentissage
et l'enseignement/apprentissage modifie le cerveau



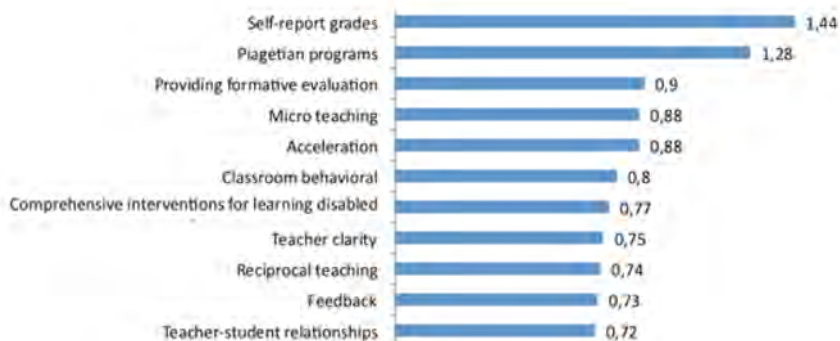
JF CAMPS
ESPE Toulouse Midi-Pyrénées
Lab. OCTOGONE J Lordat - UT2J

Au delà de la neuropédagogie: une éducation fondée sur les preuves (evidence-based education)

- La Neuropédagogie s'inscrit dans un mouvement plus vaste qui se propose d'aider la pratique éducative à partir de preuves empiriques.
- Parallèle avec le changement opéré par la médecine depuis la fin du XIXème siècle (pratique médicale basée sur les preuves).
 - Tests randomisés en double aveugle
 - Recherches en laboratoire
 - Etude de cas cliniques
- Attention à l'Effet persuasif - Mac Cabe & Castel 2007
→ imagerie ou vocabulaire scientifique a effet persuasif

Conférence CPE 21/11/2019
Elena Pasquinelli, 2014

Hattie Ranking of effect size



Hattie, 2009 / Diagram by Sebastian Waack. Conférence CPE 21/11/2019.

Sortir du Neuroenchantement



Conférence CPE 21/11/2019

Du Neuro à la mode : phénomène de Neurowashing

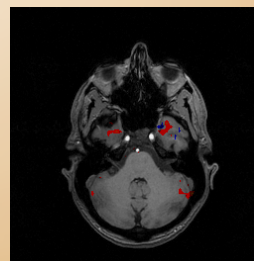
Management Ingénierie Leadership
Marketing
Cosmétique
Education Ergonomie
Politique Cinéma
Psychanalyse
Amincissement neuronal Design

Conférence CPE 21/11/2019

Spintronics

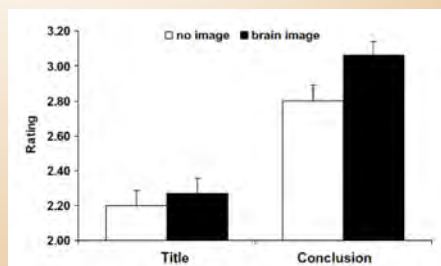
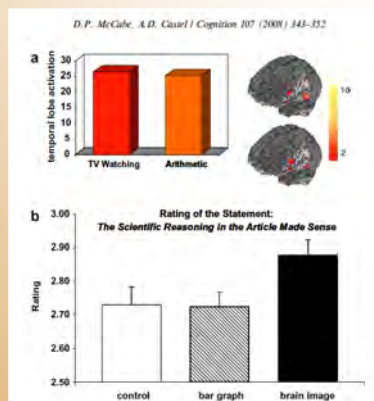
Ou

**Comment lire
la pensée humaine**



**2014 - Empirical neuroenchantment: from reading
minds to thinking critically** - [Sabrina S. Ali](#)¹, [Michael Lifshitz](#)² and [Amir L. Baz](#)^{3,4}

Conférence CPE 21/11/2019



Seeing is believing: the effect of brain images on judgments of scientific reasoning. McCabe DP¹, Castel AD. *Cognition*. 2008 Apr;107(1):343-52. Epub 2007 Sep 4.

Conférence CPE 21/11/2019

Définissons, définissons

« La neuroéducation est le mariage entre les neurosciences et les sciences de l'éducation.

Plus que de nouvelles pratiques pédagogiques, elles apportent souvent une base scientifique à des pratiques éducatives éprouvées

Chez les anglo-saxons : Educational neurosciences, brain-based education...

Conférence CPE 21/11/2019

Ces neuromythes qui ont la vie dure !!



Conférence CPE 21/11/2019

Représentations des enseignants

- Royaume-Uni, Pays-Bas, Turquie, Grèce, Chine
- Quelques résultats
 - 25% UK, Tk : déshydratation et rétrécissement cérébral si moins de 6 verres d'eau par jour
 - 50 % : 10% seulement du cerveau est actif
 - Perte d'attention après ingestion boisson ou nourriture sucrée
 - 70% à 91% (UK) Left-Brained et Right-Brained
 - > 90% Intérêt des styles d'apprentissage

Paul A. Howard-Jones. Neuroscience and education : myths and messages. Nature Reviews Neuroscience, 2014 ; DOI : 10.1038/nrn3817

Conférence CPE 21/11/2019

Utiliser 10% de
ses capacités cérébrales



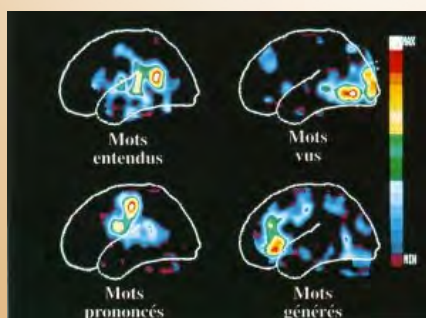
Dans les années 30,

les journaux auraient titré que
« nous n'utilisons que 20% de notre cerveau »
à la place « nous n'utilisons que 20% des
cellules pour penser... »

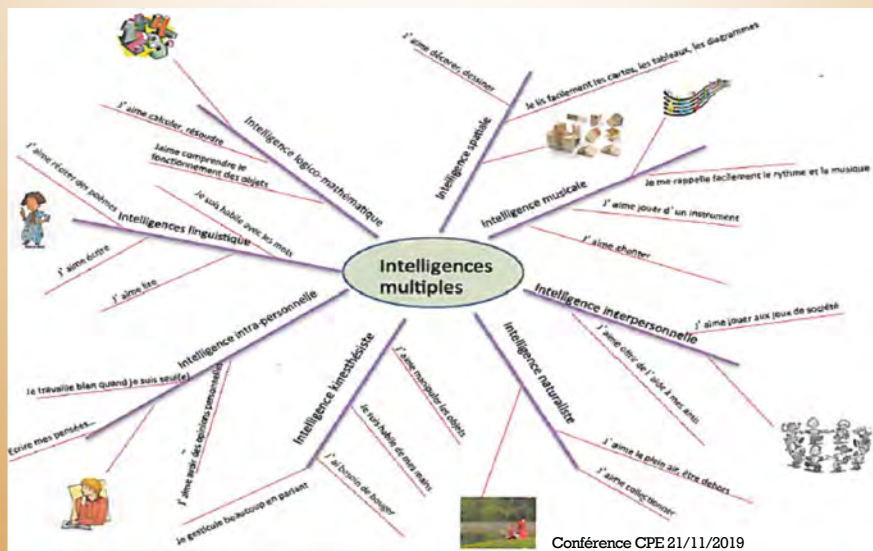
Plus récemment, Einstein dans une interview

Conférence CPE 21/11/2019

L'IRM fonctionnelle

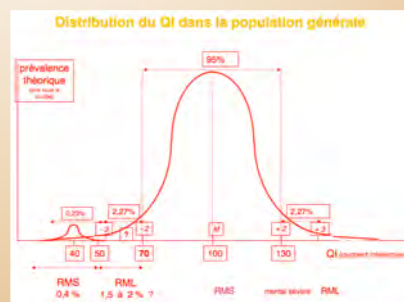
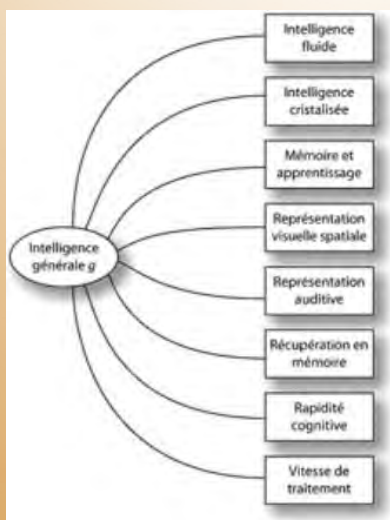


Intelligences Multiples – H. Gardner



P. Toscani

Evolution des modèles d'intelligence



Conférence CPE 21/11/2019

Les intelligences multiples – Gardner H. 1993

- Chaque Forme d'intelligence a-t-elle son propre circuit ?

NON !

- Chaque IM requiert perception, mémoire, langage
- Des corrélations aux résultats à des sous tests du QI
- Des gènes associés (10% des gènes liés aux compétences de la lecture chez l'enfant interviennent également en mathématiques)
- Les chemins de traitement partagés voire superposés du quoi et du où
- Les chemins partagés pour langage, motricité, musique, émotion

Conférence CPE 21/11/2019

Cerveau Gauche et Cerveau droit

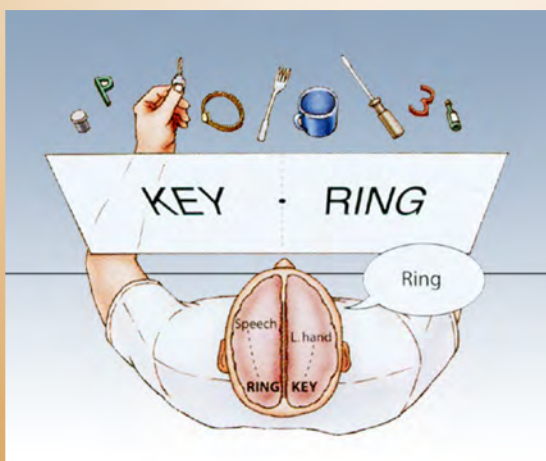
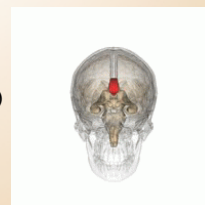


Conférence CPE 21/11/2019
iki Kayahara

Cerveau Gauche - Cerveau Droit

En réalité

Phénomène de l'interprète - patient split-brain (Sperry - Gazzaniga)



Conférence CPE 21/11/2019
Source knowingneurons

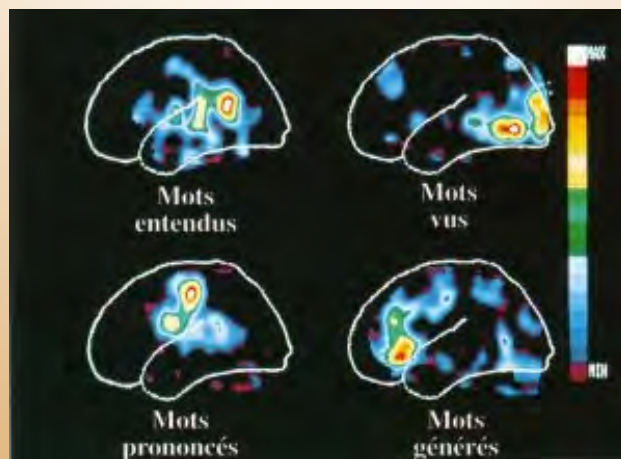
Cerveau Gauche - Cerveau Droit



F. Boussa

Conférence CPE 21/11/2019

Langage et hémisphère gauche



Conférence CPE 21/11/2019 Rizzolatti et al. 1994

Langage : Hémisphère gauche ?

- Intonation et prosodie
- Traitement des métaphores
- L' Humour

Conférence CPE 21/11/2019

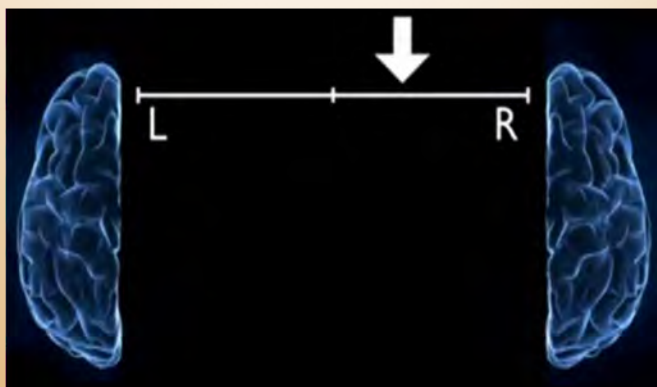
Musique

- HD : Perception et compréhension de la musique
- Nombreux cas de patients avec atteinte de la parole (HG) et/ou préservation du chant (HD) et réciproquement.
- Perception et jugement hauteur mélodie : HD
- Identification mélodie et reconnaissance notes : HG
- Oreille absolue : zone + active HG



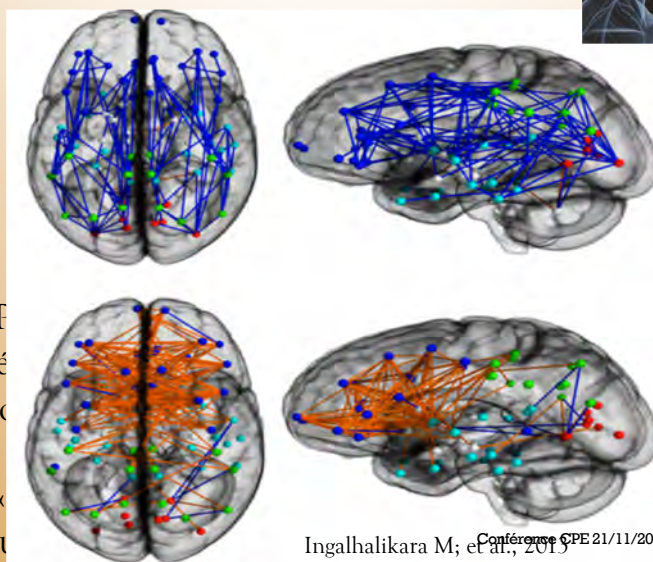
Conférence CPE 21/11/2019

Cerveau gauche - Cerveau droit



Conférence CPE 21/11/2019
Banish, 1995

Cerveau Homme vs Femme

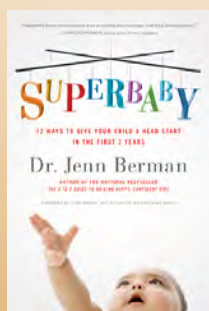
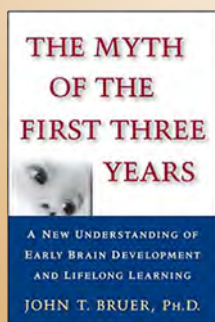


Ingalhalikara M; et al., 2019

F
fé
co
«
cu

et
e

Tout se joue avant 3 ans



Conférence CPE 21/11/2019

Tout se joue avant 3 ans

- Une histoire de période critique ?
- Période sensible plus que critique
 - Plasticité attendant de l'expérience
→ Myélinisation (Stevens et Fields, 2000).
 - Plasticité issue de l'expérience
- Généralisation travaux de Lorentz sur le poussin pas correcte. Aucune donnée neuroscientifique sur relation prédictive entre densité synaptique du premier âge et amélioration de la capacité d'apprentissage » (CERI, 2007).

Conférence CPE 21/11/2019

Les périodes critiques : l'importance de l'environnement sur le développement

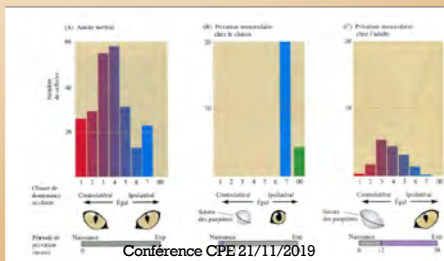
- Le cas du langage: observation de cas



- Le cas de la vision: évidence expérimentale



David Hubel and Torsten Wiesel



Nature de la stimulation environnementale

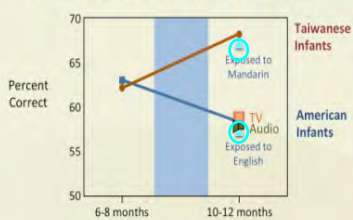
(a) Foreign-Language Exposure



Television Exposure



Performance on Mandarin ㄊ-ㄘ Sounds

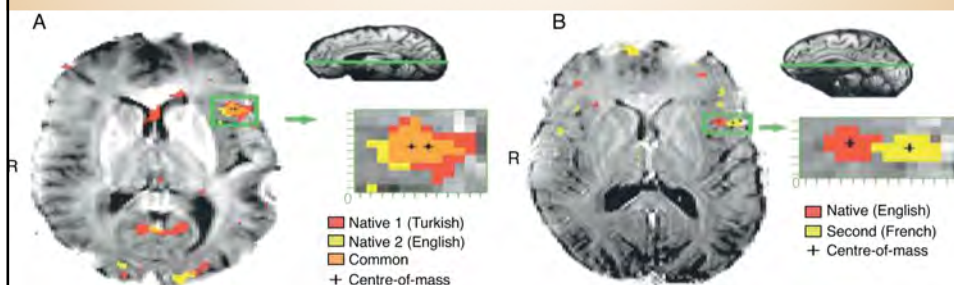


Kuhl, 2006

Conférence CPE 21/11/2019

TED.com presentation: 2011, http://www.ted.com/talks/patricia_kuhl_the_linguistic_genius_of_babies.html

Apprentissage précoce d'une L2



A : app. précoce L2

B : app. tardif L2

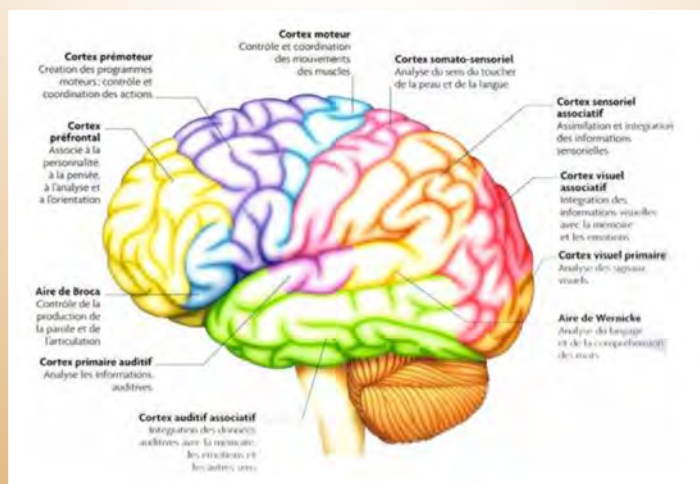
Leisman et al. 2015

Conférence CPE 21/11/2019

Visuel, Auditif, Kinesthésique ?

- Simonds 2014 - 92% utilisent - 65% questionnent l'impact sur les performance ou disent la difficulté à mesurer
- Fleurant (2010) 94% connaissent ; 74% pensent que c'est efficace.
- De la Garanderie (1989 →1996) vs Lieury (1990)
- Krätzig & Arbuthnott (2006) Questionnaire style et tests mémoire : ☹
- Alferink & Farmer-Dougan (2010) : conserver un large éventail d'habiletés d'apprentissage.
- Seitz, Kim & Shams (2006) : l'Apprentissage multisensoriel

Conférence CPE 21/11/2019



Conférence CPE 21/11/2019

Brain Gym



- Boire de l'eau
- Les Mouvements croisés
- Les Contacts croisés
- Les huit couchés

Hyatt (2007) Spaulding et al, 2010

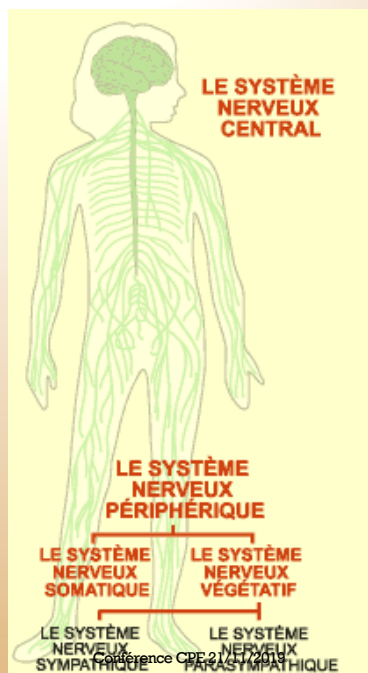
Conférence CPE 21/11/2019

Un peu de neuroanatomie

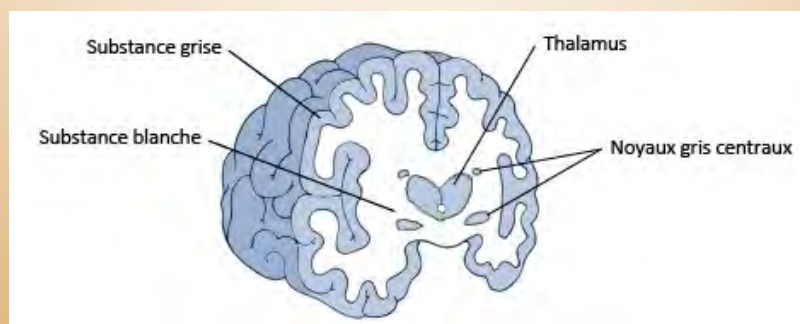


Conférence CPE 21/11/2019

1- division SNC / SNP



Vous avez dit matière grise ?



Niveaux d'organisation: du cerveau global à la molécule

Cerveau global

Colonne corticale
2mm

Neurone
Cellule: 20 microns

100 milliards de neurones

10^{14} à 10^{16} de synapses

20 000 connexions possibles pour 1 neurone

Synapse

Neurotransmittes released into synapse

Axon

Dendrite

Conférence CPE 21/11/2019

La plasticité synaptique

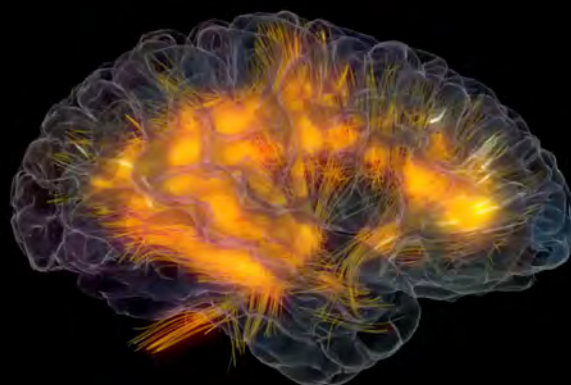
SANS POTENTIALISATION A LONG TERME

APRÈS POTENTIALISATION A LONG TERME

GYRUS DENTÉ

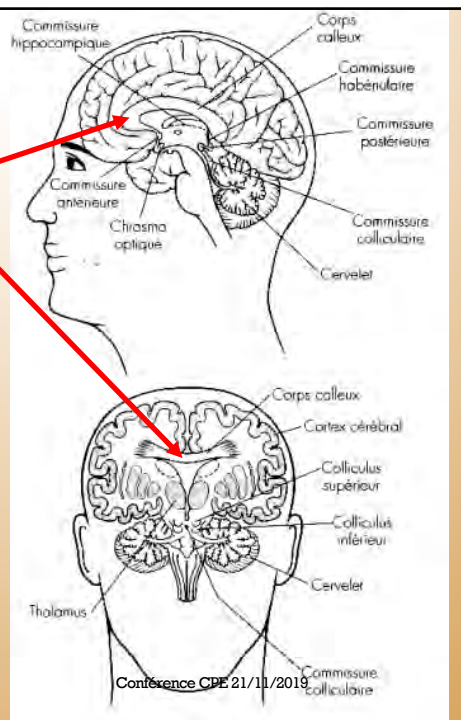
Conférence CPE 21/11/2019

Un cerveau en activité

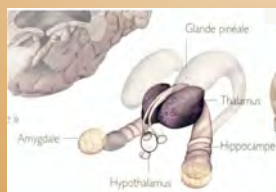
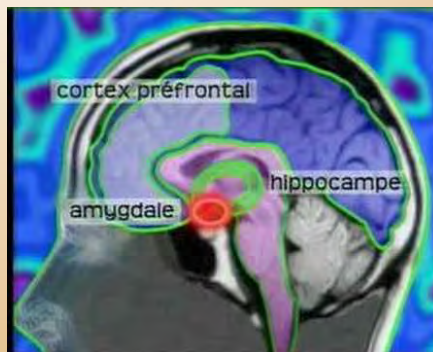
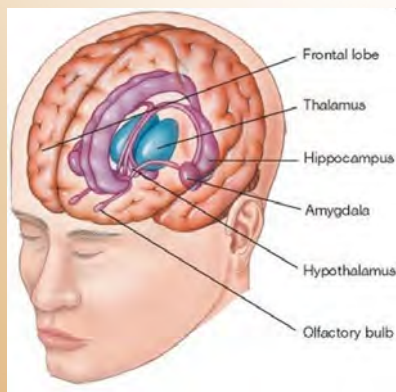


EEG powered by BCLAB | SIFT

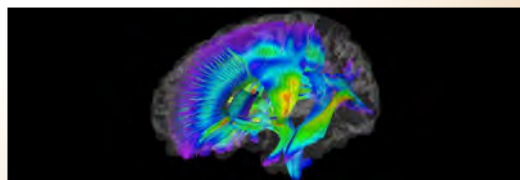
Connexions inter-hémisphériques :
le corps calleux



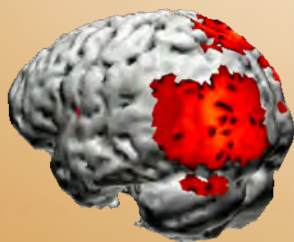
Système limbique



Conférence CPE 21/11/2019




Faisons un point sur l'Imagerie cérébrale




Conférence CPE 21/11/2019

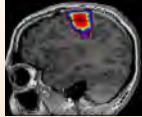
Techniques d'imagerie cérébrale



IRM fonctionnelle




→



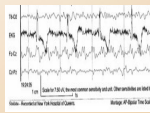
Activité cérébrale

Espace


EEG




→



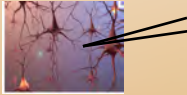
Temps

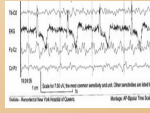



Neuropsychologie: lésions cérébrales




EEG









EEG







Conférence CPE 21/11/2019

EEG - MEG

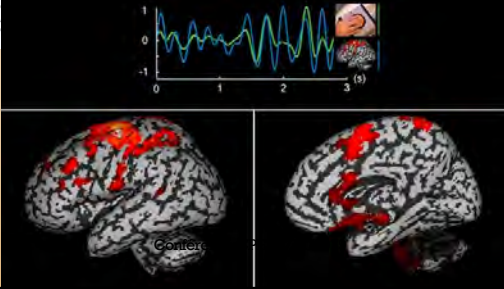


EEG





MEG mvt main



21

Que nous apportent les connaissances sur le développement cérébral ?

Conférence CPE 21/11/2019

Conférence CPE 21/11/2019

Migration neuronale

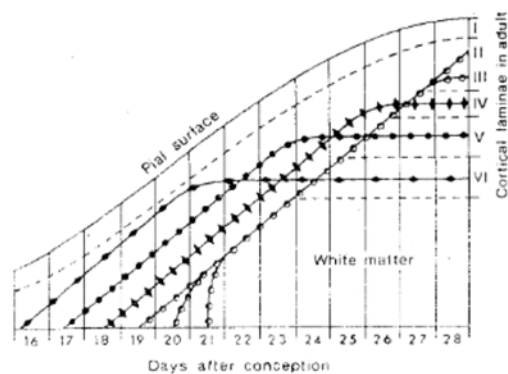
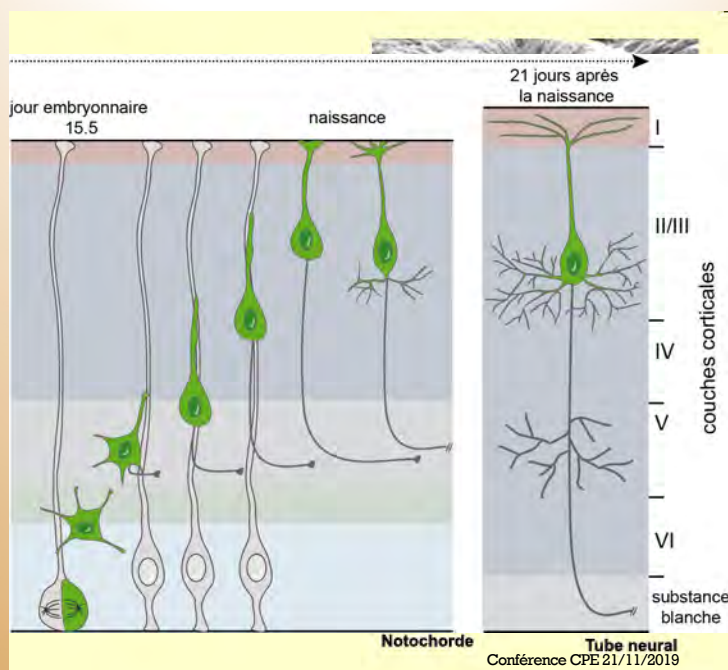
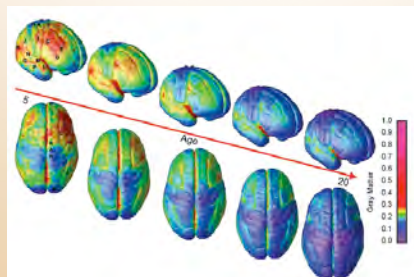


Figure 7
 Origine et mode de migration des neurones dans le cortex cérébral du rat, révélés par le marquage radioactif de cellules entre les 16ème et 21ème jours de gestation
 (from M. Berry, AW. Rogers and JT. Eayrs, *Nature* 203 : 591-593, 1964)

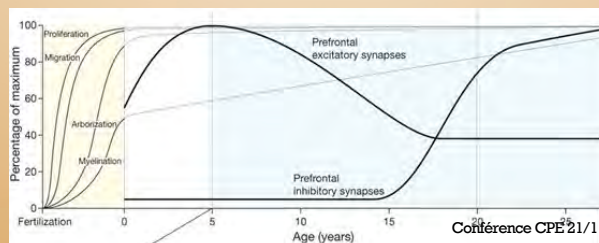


Le développement cérébral

- Un développement très prolongé dans le temps



Gotgay et al., 2004



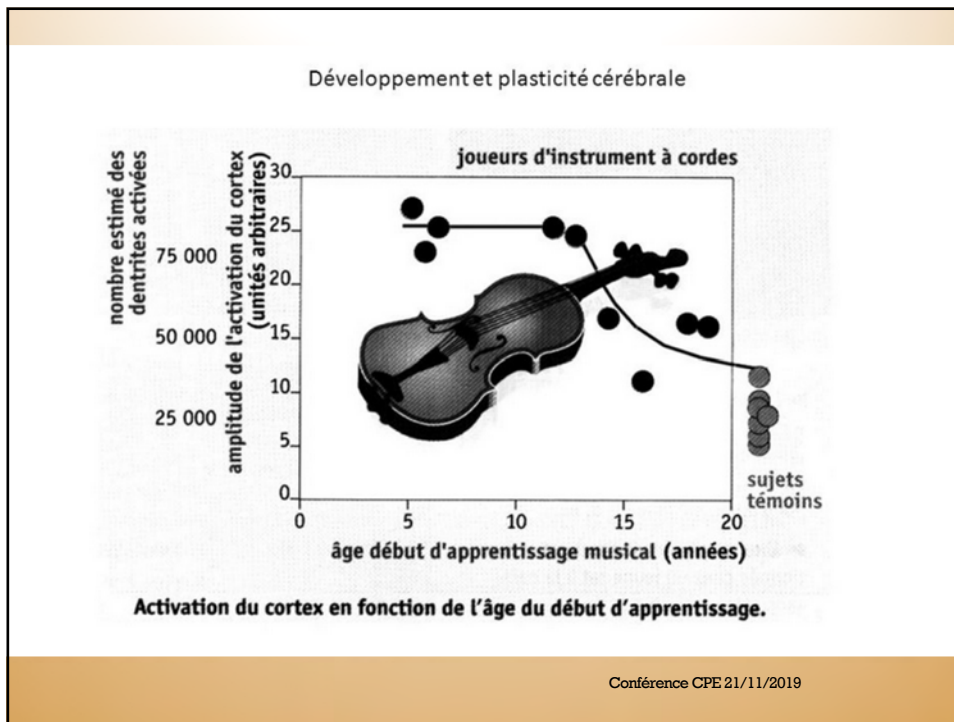
Insel, 2010

Conférence CPE 21/11/2019

Le phénomène central :

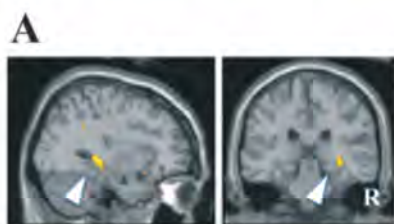
La plasticité cérébrale

Conférence CPE 21/11/2019

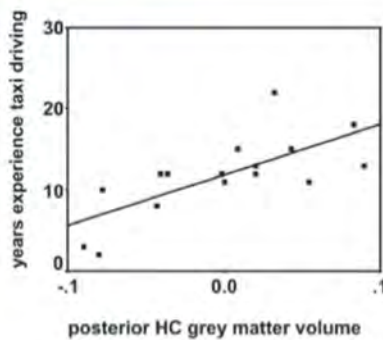


Neuroplasticité

Maguire et al., 2000; IRMs
Neuroplasticité chez les chauffeurs de taxis



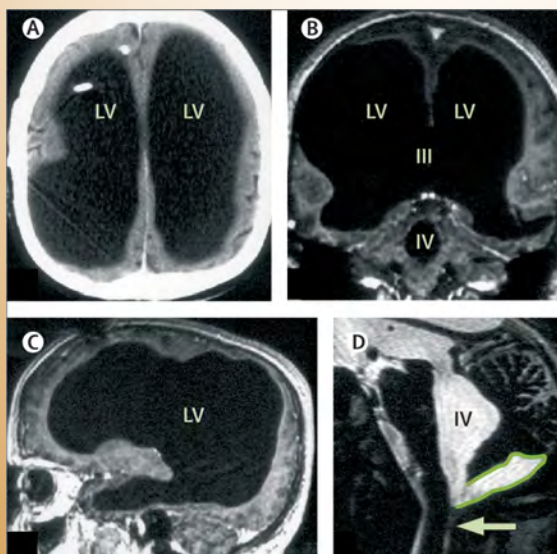
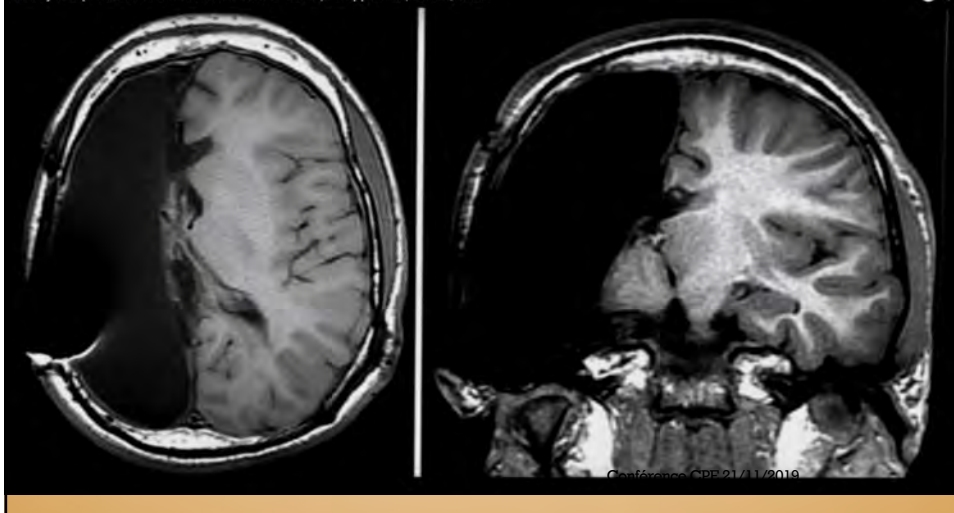
Hippocampe postérieur



Conférence CPE 21/11/2019 M. Insignini

Plasticité cérébrale et épilepsie

L'incroyable plasticité cérébrale du cerveau humain | Philippe Fait | TEDxQuébec



Feuillet, L., Dufour, H. & J. Pelletier, 2007, **Brain of a white-collar worker**, 370 (9583), *The Lancet*.

Conférence CPE 21/11/2019

Des connaissances issues des Neurosciences et des Sciences Cognitives

Conférence CPE 21/11/2019

Cognition: lat: *cognitio* (action de connaître). Ensemble des structures et activités psychologiques dont la fonction est la connaissance.

Les grandes fonctions cognitives

Perception
Attention
Action
Mémoire
Raisonnement
Apprentissage
Émotions
Langage
Calcul
Cognition sociale
Fonctions exécutives



Place Tahrir, 2011



Conférence CPE 21/11/2019

L'Attention

Conférence CPE 21/11/2019

L' attention

Définition

Capacité à filtrer, sélectionner l' information

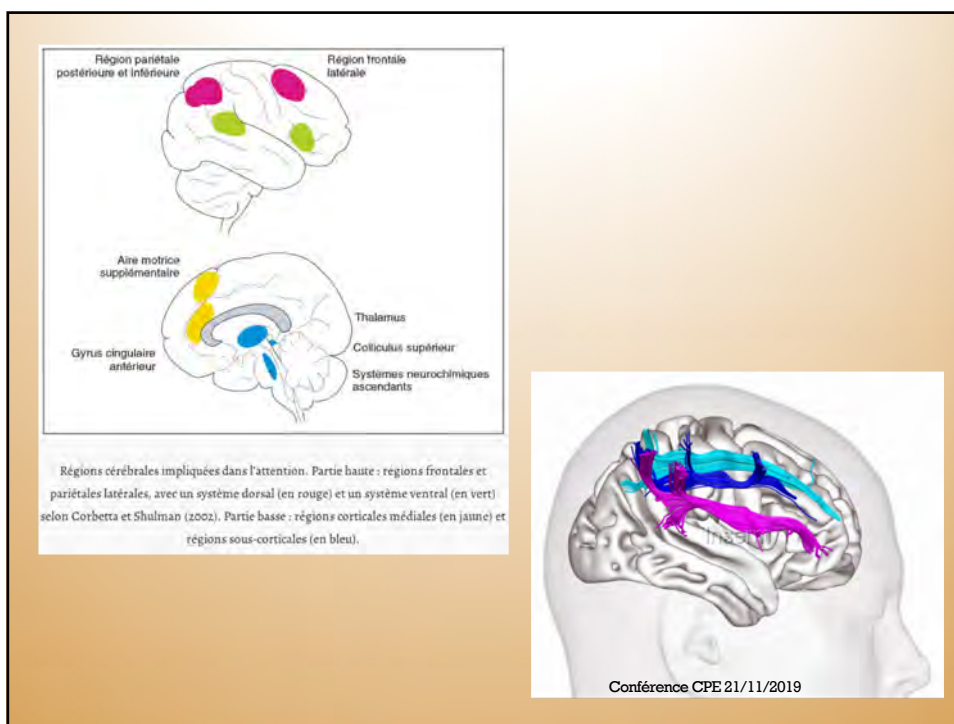
Contenu

Traiter un stimuli (dans l' environnement), une pensée, une réponse motrice.

Différents systèmes attentionnels (différents réseaux cérébraux)

- Alerte (état de vigilance)
- Orientation (orienter son attention)
- Attention exécutive
 - notion de conflit, d'inhibition → inhiber un distracteur
 - Attention soutenue, Attention partagée, SAS (supervision)

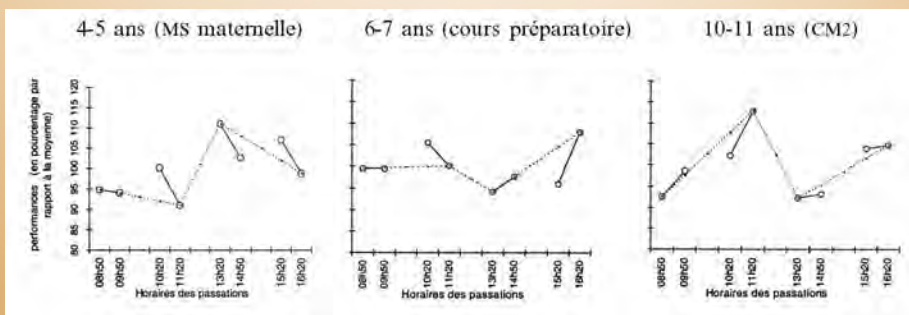
Conférence CPE 21/11/2019



Variation Attentionnelle



Source : Dr. Guilhem Pérémarty

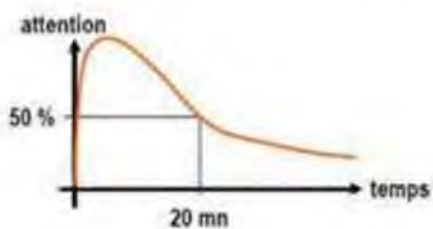


Janvier & Testu, 2005

Conférence CPE 21/11/2019

Variation temporelle


Au bout de combien de temps a-t-on perdu la moitié de l'auditoire?



Macwork, Adams et Wilikinson (1950, 1955 et 1959), cf. Mc Leich, John (1976) 'The Lecture Method' in Gage, N.L., *The Psychology of Teaching Methods*. The 75th yearbook of the NSSE, pages 252-301.

Conférence CPE 21/11/2019

Exemple, dans les années 50, les recherches ont montré qu'après 30 min, l'opérateur ne surveille que 30% de l'écran (voir cycle ultradien de l'attention)



Conférence CPE 21/11/2019

Extrait de P Olivier – Valence Agen

Durant le cours

Les activités

Structure de la séance: cours

J'annonce les savoirs/savoirs faire abordés
Je dis dès le départ ce qu'ils doivent retenir (flashtest)

Concentration Attention

Je découpe :

1 à 15 min	Contenu du cours
30 s	Pause
30 s	Flashtest
1 à 15 min	Contenu du cours
30 s	Pause

7 Notions

Travail Individuel, collaboratif

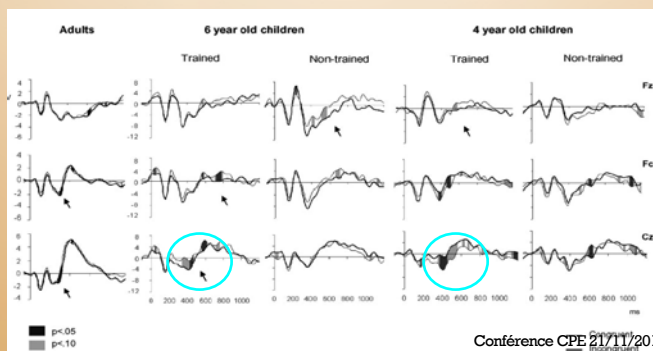
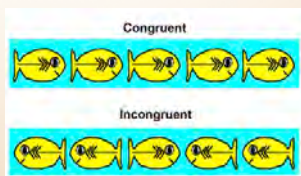
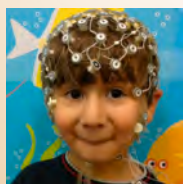
Cahier de l'inventeur

Manuel & Numérique

Prof

Conferérence CPE 21/11/2019

Entraîner l'attention ????



Conférence CPE 21/11/2019

Comment travailler l'attention

- Le système doit en permanence détecter **ce qui est important** de ce qui ne l'est pas donc des objectifs précis et simples (JP Lachaux)
- Préférer une activité non automatique non pas du texte (lecture automatique - Raz & Buhl, 2006) mais une photo qui nécessite traitement (encodage , association) (Medina, 2008).
- Découper le temps d'activité en changeant de tâche, de support, d'organisation spatiale...
- Activer l'attention en début de séquence en stimulant l'intérêt des élèves

Conférence CPE 21/11/2019
Julia Volkman

Travailler l'attention 2

- Limiter les sources d'informations, Si trop d'informations, elles ne sont plus traitées par ordre d'importance mais chronologiquement
- Focaliser l'attention par exemple en indiquant ce qui est important...
- Une étude récente a par exemple montré qu'un entraînement de l'attention de 5 jours n'avait pas permis d'augmenter l'attention mais d'accroître significativement la performance d'enfants de 4 . 6 ans dans des tests d'intelligence ultérieurs (Rueda et al., 2005).

Conférence CPE 21/11/2019

Concernant le multitâche

- on ne peut réaliser 2 tâches faisant appel aux mêmes circuits neuronaux simultanément.
- Seulement si
 - l'une des tâche est automatique
 - l'une des tâches ne fait pas appel au même circuit

- ATTENTION AU DOUBLE-TACHES !!!!!!!!!

Conférence CPE 21/11/2019

La mise au calme

- Pratique de « méditation », travail sur la respiration, la recentration... mindfulness techniques

Conférence CPE 21/11/2019

La Mémoire

Conférence CPE 21/11/2019

La mémoire

Pour le traiter dans le
présent, récupérer le
passé, afin de préparer
l'avenir...



Avez vous une mémoire visuelle
photographique ?

*pierre qui roule
n'amasse pas mousse*

Conférence CPE 21/11/2019

Pourquoi pas de mémoire photographique ?

- Vision nette sur 2° d'angle

La lecture est étroitement contrainte sur le plan visuel

Il n'y a peut-être pas de jours de notre existence que nous n'ayons
plutôt que ceux que nous avons cru laisser sans les voir,
que nous avons passés avec un livre préféré. Tout ce qui, véritablement,
nous appartient pour les autres, et que nous écartions comme un obstacle,
religieux à un glissement divin : le jeu pour lequel on veut rester éternel.

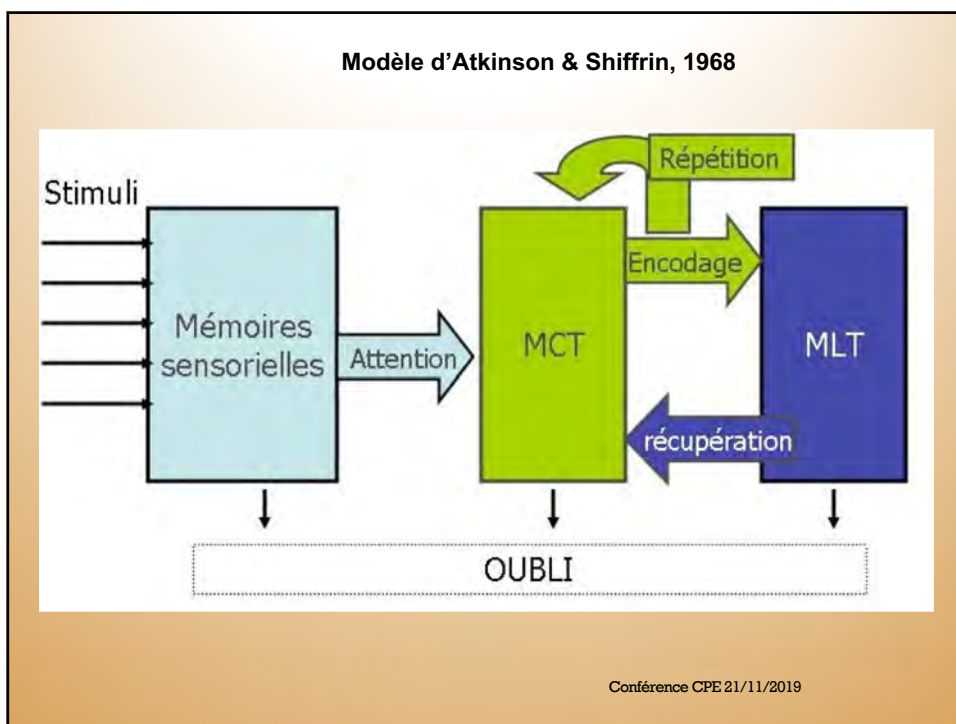
Il n'est guère utile d'agrandir la police, car la résolution diminue avec l'excentricité.
La seule solution consiste donc à déplacer le regard.

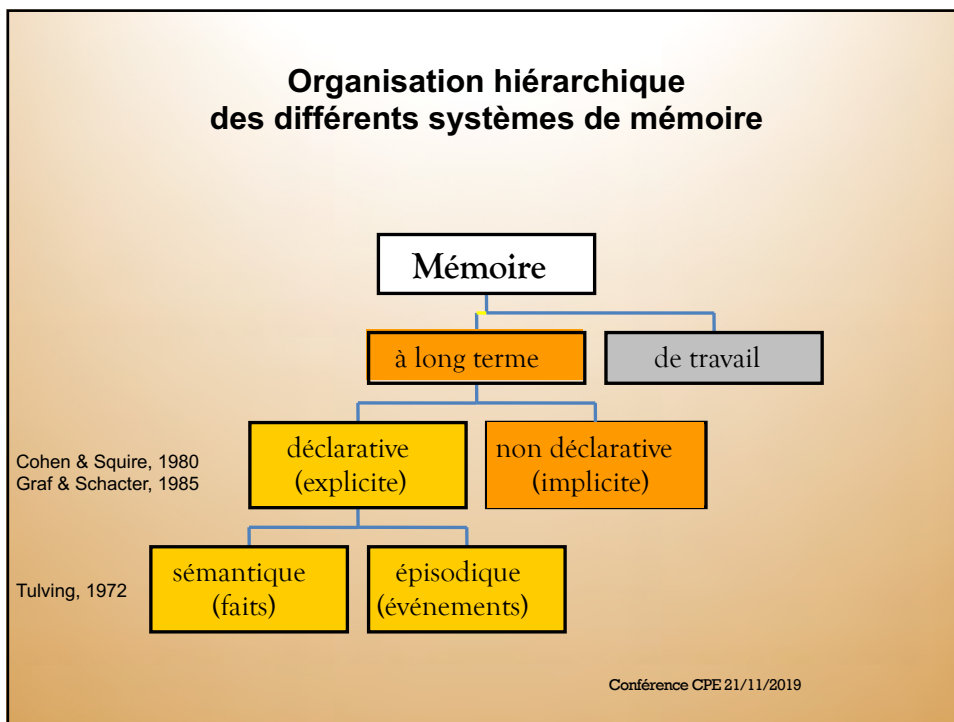
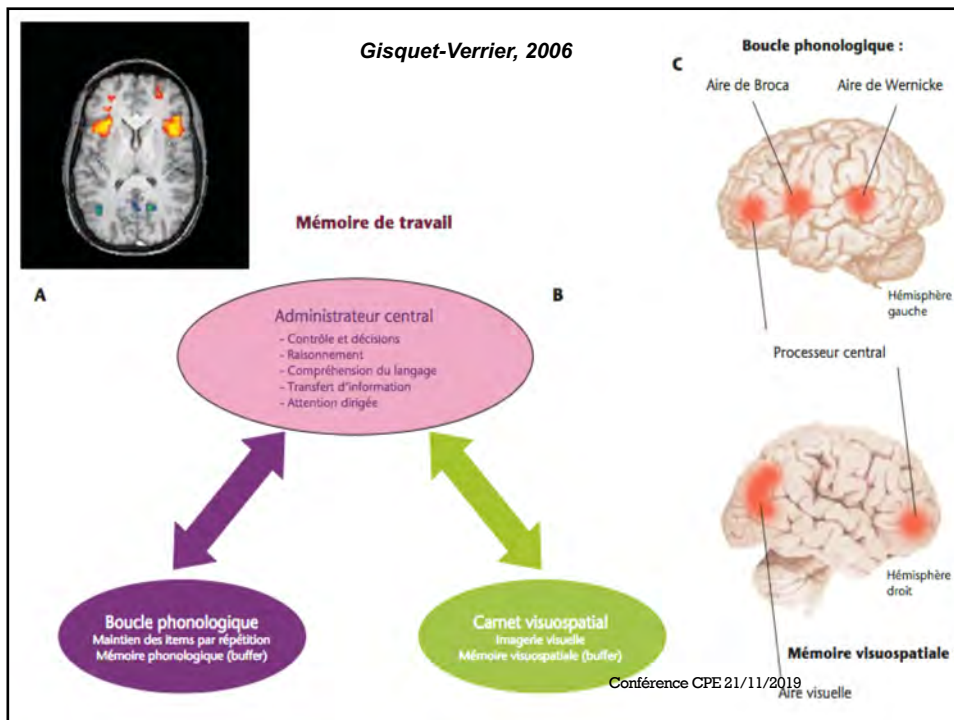
... que ceux que nous avons cru laisser
... passés avec un livre préféré. Tout ce
... les autres, et que nous écartions en

Seri, Marendaz & Hermit, Perception (2000)

- Mémoire iconique : 250 ms

Conférence CPE 21/11/2019





Mémoriser

- Encoder
 - Rendre signifiante la stimulation
- Stocker
 - Organiser l'information signifiante
- Rappeler
 - Réactiver

Conférence CPE 21/11/2019

Encoder – les indices récupérateurs

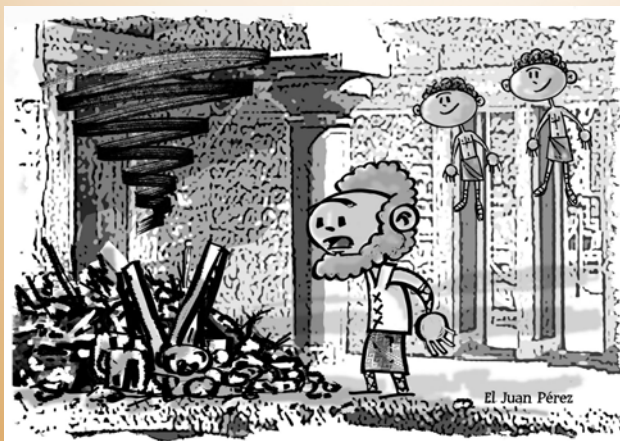
- ENCORE
- 1M3S

Moyens mnémotechniques

- Me Voici, Tonton Marcel, Je Suis Un Nageur Professionnel
- Jeune veuve joyeuse cherche vieux baron même malade afin de vivre mieux point
- Que j'aime à faire apprendre un nombre utile aux sages

Conférence CPE 21/11/2019

Encoder – le palais de la mémoire ou la méthode des loci



- *L'ordre*
- *L'association*
- *La répétition*

Conférence CPE 21/11/2019
Simonide de Céos – 556-467

Stockage - Classement

Classer

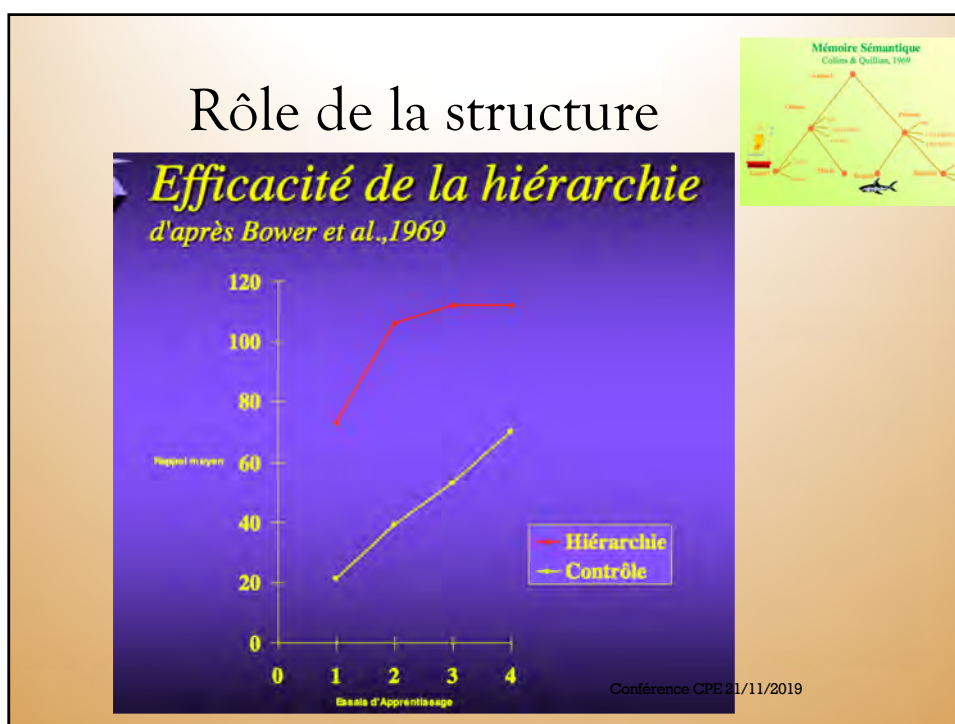
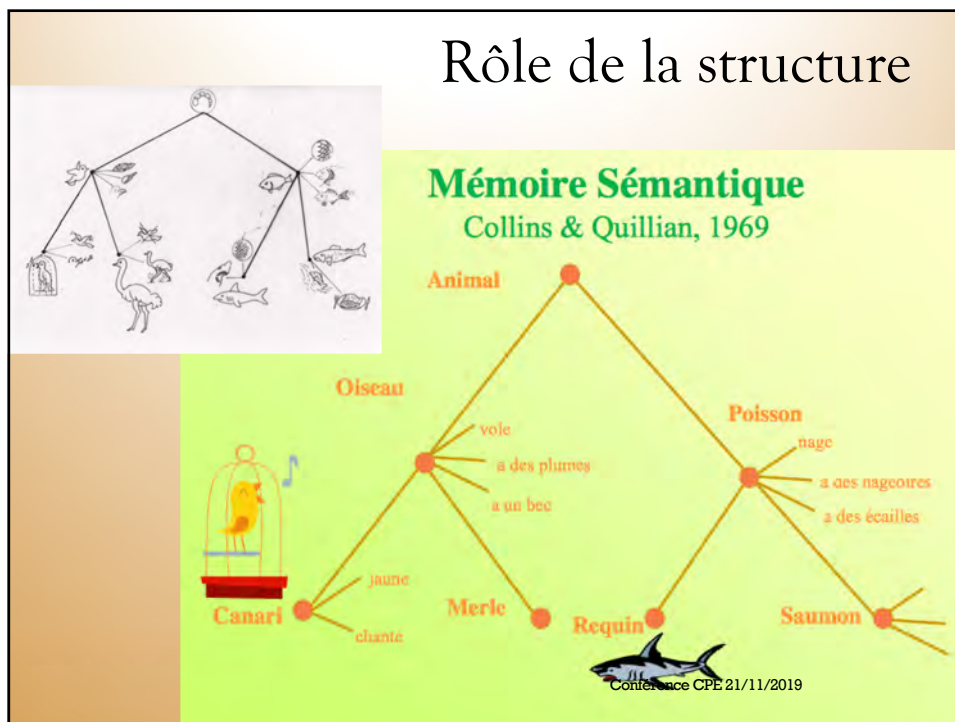
Regrouper

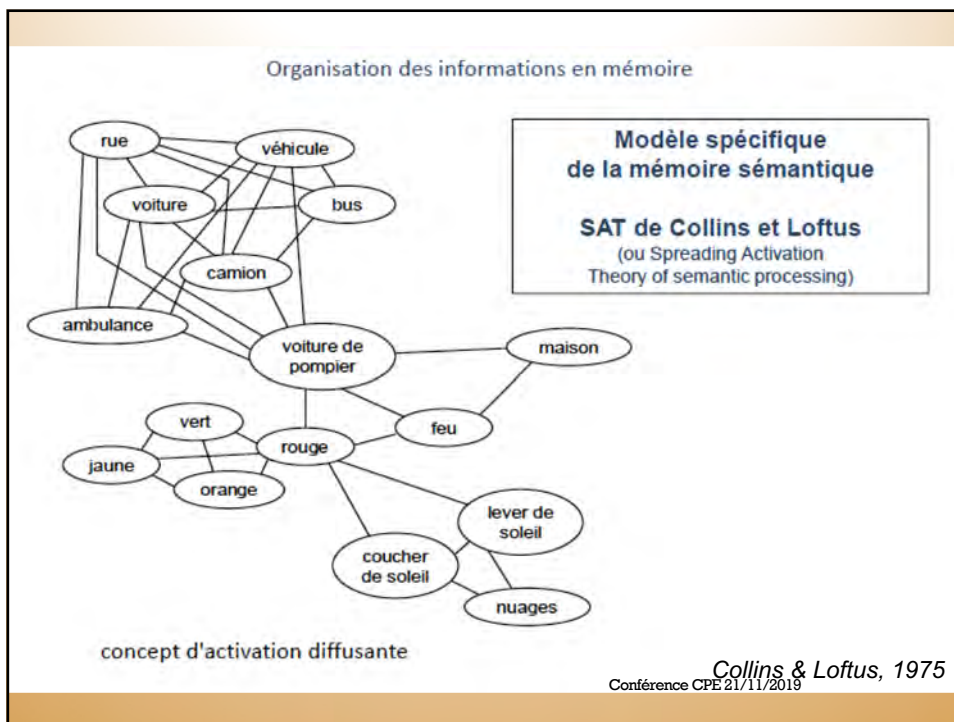
Organiser



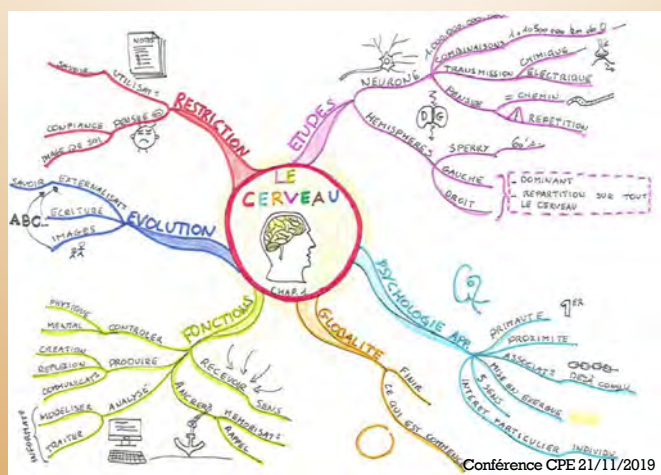
Fraise
Tennis
Pomme
Allemagne
Eau
France
Football
Poire
Vin
Coca
Sénégal
Rugby
Volley
Orangina
Kiwi
Chine

Conférence CPE 21/11/2019





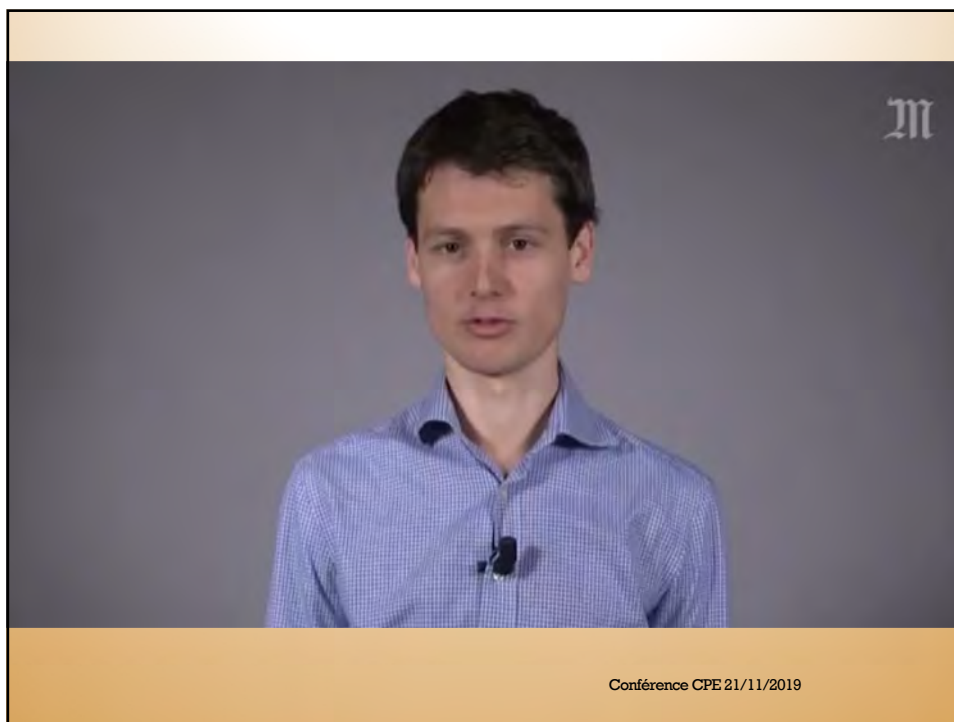
Stockage – Organisation Réaliser une carte heuristique



Exemple de carte mentale sur le cerveau, extrait de Mind map, Dessine-moi l'intelligence de Tony et Barry Buzan

Rappeler - Restituer

- Le sommeil - phase de sommeil paradoxal (Leconte Lambert, 1992 ; Raschet al., 2006 ; Howard-Jones, 2010a)
- L'exercice physique (Hillman et al., 2008 ; Winter et al., 2007 ; CERI,2007)
- L'entraînement



Faire travailler sa mémoire

Conférence CPE 21/11/2019

Faire communiquer Mdt et MLT

- Indispensable de faire des allers-retours pour mémoriser
 - Relire, questionner.. Pour les élèves
 - Réactiver en début de cours, activité de recentrage en fin ...
Pour les profs.
 - Ne pas se limiter à la question : “tout le monde a compris” ?

Conférence CPE 21/11/2019

Faire communiquer mémoire épisodique et mémoire sémantique

l'effet redondant imprime d'autant plus l'information.

→ les deux s'adressant à des mémoires différentes, il faut les développer toutes les deux. (A. Lieury)

Conférence CPE 21/11/2019

Apprendre sa leçon

- Écrire au brouillon tout ce dont on se souvient
- Reprendre le cours et comparer
- Noter sur feuille les éléments manquants et les apprendre

Conférence CPE 21/11/2019

Mémorisons

- Les fiches de mémorisation
- Les quiz associés à la vérification des prérequis
- Les temps de mémorisation en classe
- La première mémorisation en fin de cours
- Les groupes d'interrogation
- La planification des reprises expansées
- La préparation des contrôles
- La précision des mots et des concepts
- Fléchage des essentiels

Source : Neurosciences cognitives dans la classe – ESF 2018

Conférence CPE 21/11/2019

Communiquer

- Optimiser la communication par la maîtrise de mots de vocabulaire, de concepts, définitions
- Facilitation de la compréhension
- Compréhension & mémorisation
- Capacité de mémorisation augmente avec les acquis

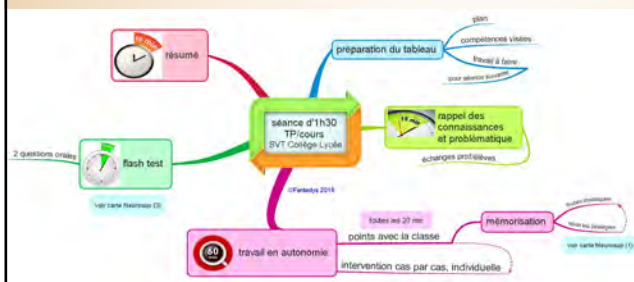
Conférence CPE 21/11/2019

Essentiels vs Recommandés

- Identification pour chaque chapitre des essentiels
- Essentiels sur support de mémorisation : carte question
- Evaluation régulière de ces essentiels
 - Quelques questions
 - Intégrées dans autre évaluation
 - Feedback très proche
- Technique de la mémorisation de fin de cours

Conférence CPE 21/11/2019

Structuration de séquences



Source : fantadys.com



P. Olivier - Valence Agén

Explication entre pairs

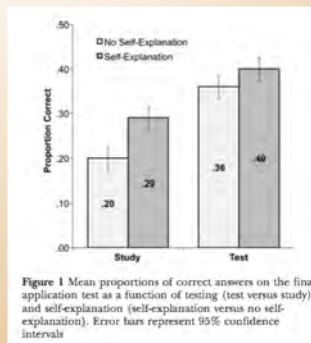


Figure 1 Mean proportions of correct answers on the final application test as a function of testing (test versus study) and self-explanation (self-explanation versus no self-explanation). Error bars represent 95% confidence intervals

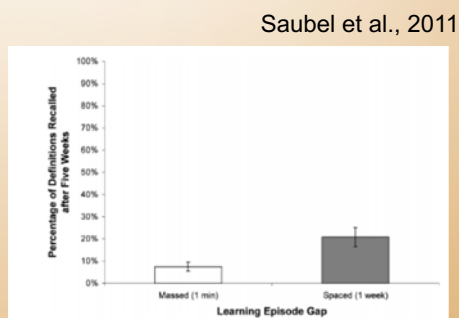
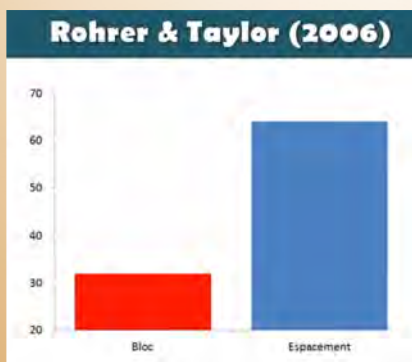
Larsen et al. 2013

(Larsen & al., 2013 ; Sekeres et al., 2016)

Conférence CPE 21/11/2019

Effet d'espacement

– intervalle entre répétitions : entre 10% et 20%



(Rohrer et al., 2014 ; Taylor & Rohrer, 2006, 2010 ; Carpenter et al., 2009; Sobel, et al., 2011)

Conférence CPE 21/11/2019

La planification des reprises expansées

Reprises expansées

Semaine	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
date			6/7/11	13/14	20/11	23/11	4/12	11/12	18/12	8/1	15/1	22/1	29/1	1/2	12/2
liste étendu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
liste révisions						1/6	2/4	3/3	4/2	5/1	6/0	7/0	8/0	9/0	10/0
Diétète			1	2	3	4	5/1	6/2	7/3	8/4	9/5	10/6	11/7	12/8	13/9

Semaine	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30
date	5/3	12/3	19/3	26/3	3/4	9/4	16/4	23/4	30/4	7/5	14/5	21/5	28/5	4/6	11/6
liste étendu					13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
liste révisions	12/2/8	13/3/5	14/4/6	15/5/7	16/6/8	17	18/3	19/4/11	20/8	21/10	22/16	23/22	24/29	25/36	26/43
Diétète	12/10/8	13/16/6	2/16/6	7/19/11	12/20/8	13	14/3	15	16/8	17/15	2/16/6	7/19/11	12/20/8	13/27/14	18/33/24

DANE AC VERSAILLE

Conférence CPE 21/11/2019

Pratique imbriquée

Efficacité et sentiment d'efficacité (Kornell et Bjork, 2008)

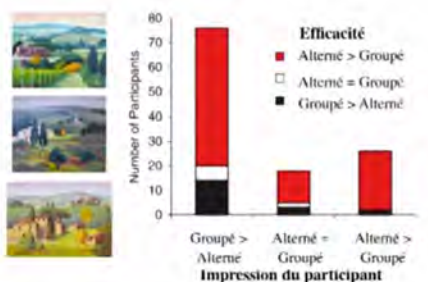


Table 1 Proportions correct on test

	Mean	SD
Interleaved practice	.72	.30
Blocked practice	.38	.35


Rohrer et al, (2014)

Conférence CPE 21/11/2019

Effet Test

Méta-analyse de Adesope, Trevisan, & Sundararajan, 2017

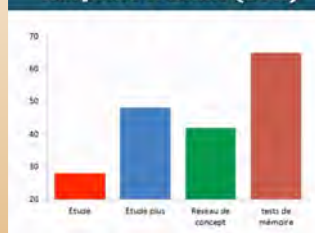
<p>Recto</p> <p>Produit scalaire</p> $\vec{u} \cdot \vec{v} ?$	<p>Verso</p> $ \vec{u} \cdot \vec{v} + \cos(\vec{u} + \vec{v})$
--	--

<p>Front</p> <p>What are the first three days of the week?</p> 	<p>Back</p> <p>Monday, Tuesday, Wednesday</p>
--	---

Roediger & Karpicke (2006)

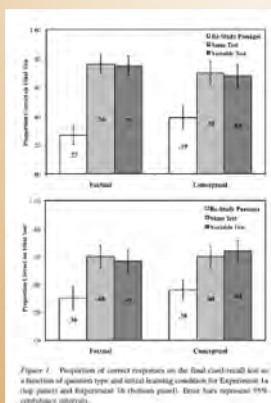


Karpicke & Blunt (2011)

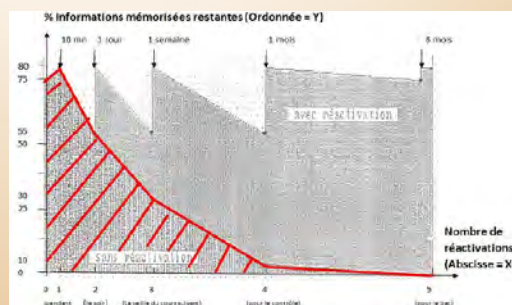


Conférence CPE 21/11/2019

Effet Répétition



Butler, 2010



Conférence CPE 21/11/2019