

PLAN DE LA SÉRIE

~~Cours 1~~ : Le « connais-toi toi-même » de Socrate à l'heure des sciences cognitives;
Évolution et émergence des systèmes nerveux

~~Cours 2~~ : Un neurone, deux neurones, quelques neurones
(la grammaire de base du cerveau)

Cours 3 : Des milliers et des millions de neurones:
nos mémoires et leurs structures cérébrales associées

Cours 4 : Nos réseaux de milliards de neurones et leur activité dynamique :
l'exemple de l'éveil, du sommeil et du rêve

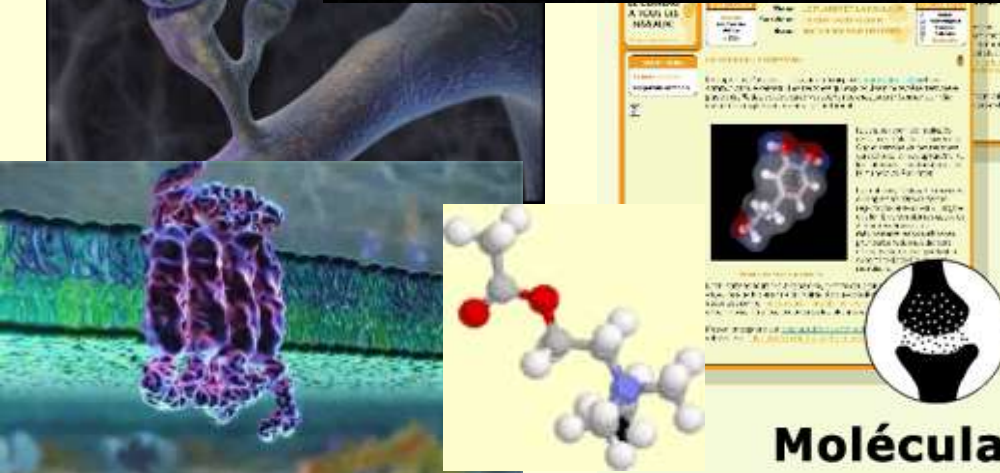
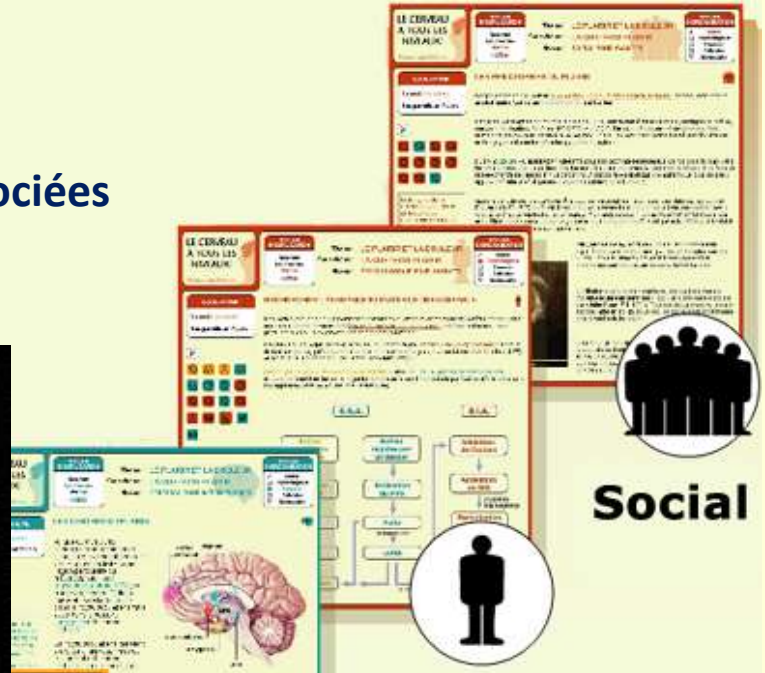
Cours 5 : Tout ce qui précède permet de simuler le monde pour décider quoi faire

Cours 6 : Cerveau et corps ne font qu'un : origine et fonction des émotions

Cours 7 : Le langage : une propriété émergente de la vie sociale chez les humains

Cours 8 : « Moi » conscient versus motivations inconscientes :
notre espèce a-t-elle de l'avenir ?

Des milliers et des millions de neurones : Nos mémoires et leurs structures cérébrales associées



Cours 3:

Des milliers et des millions de neurones : Nos mémoires et leurs structures cérébrales associées

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe



B- Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?



A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

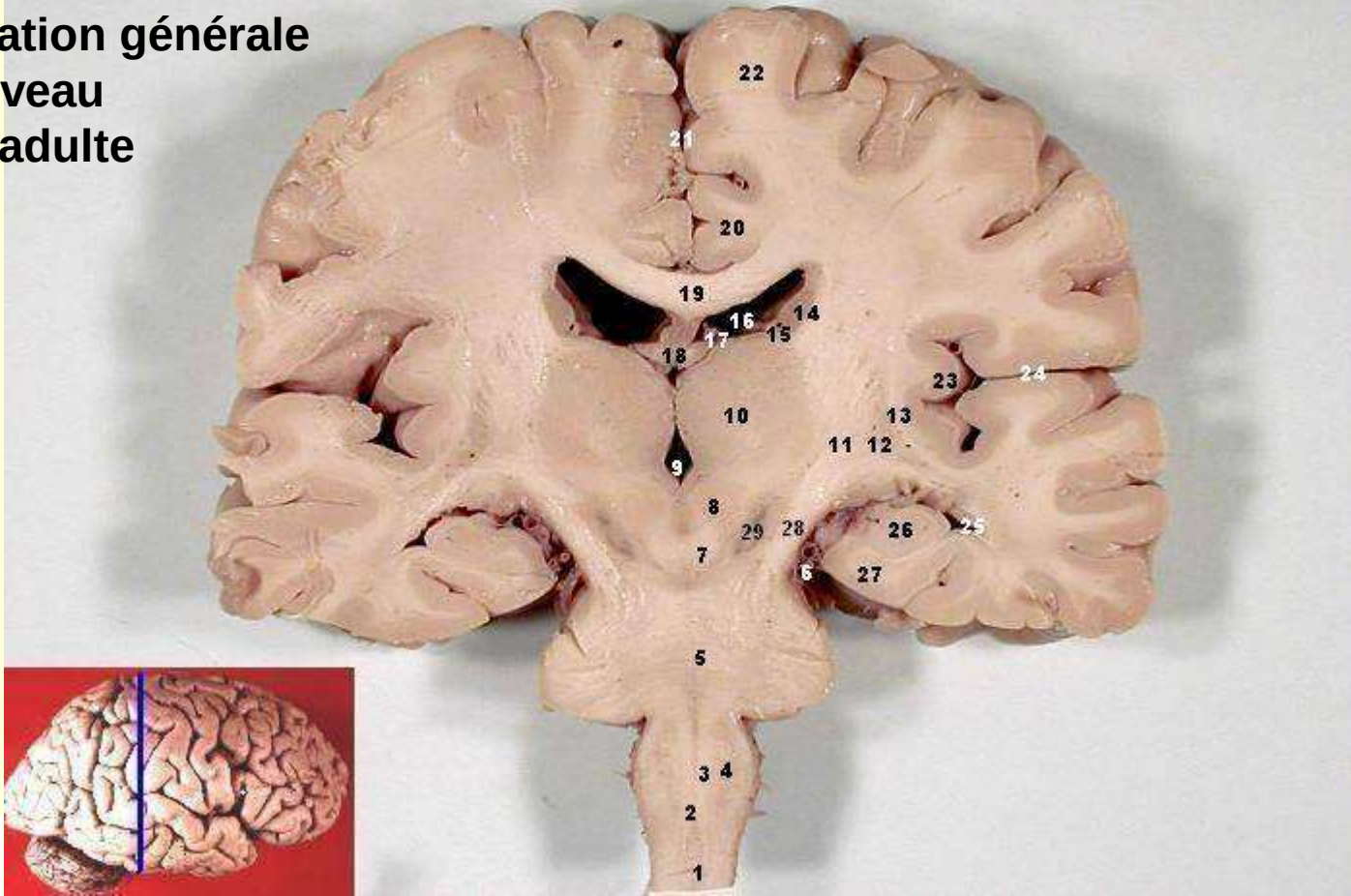
Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

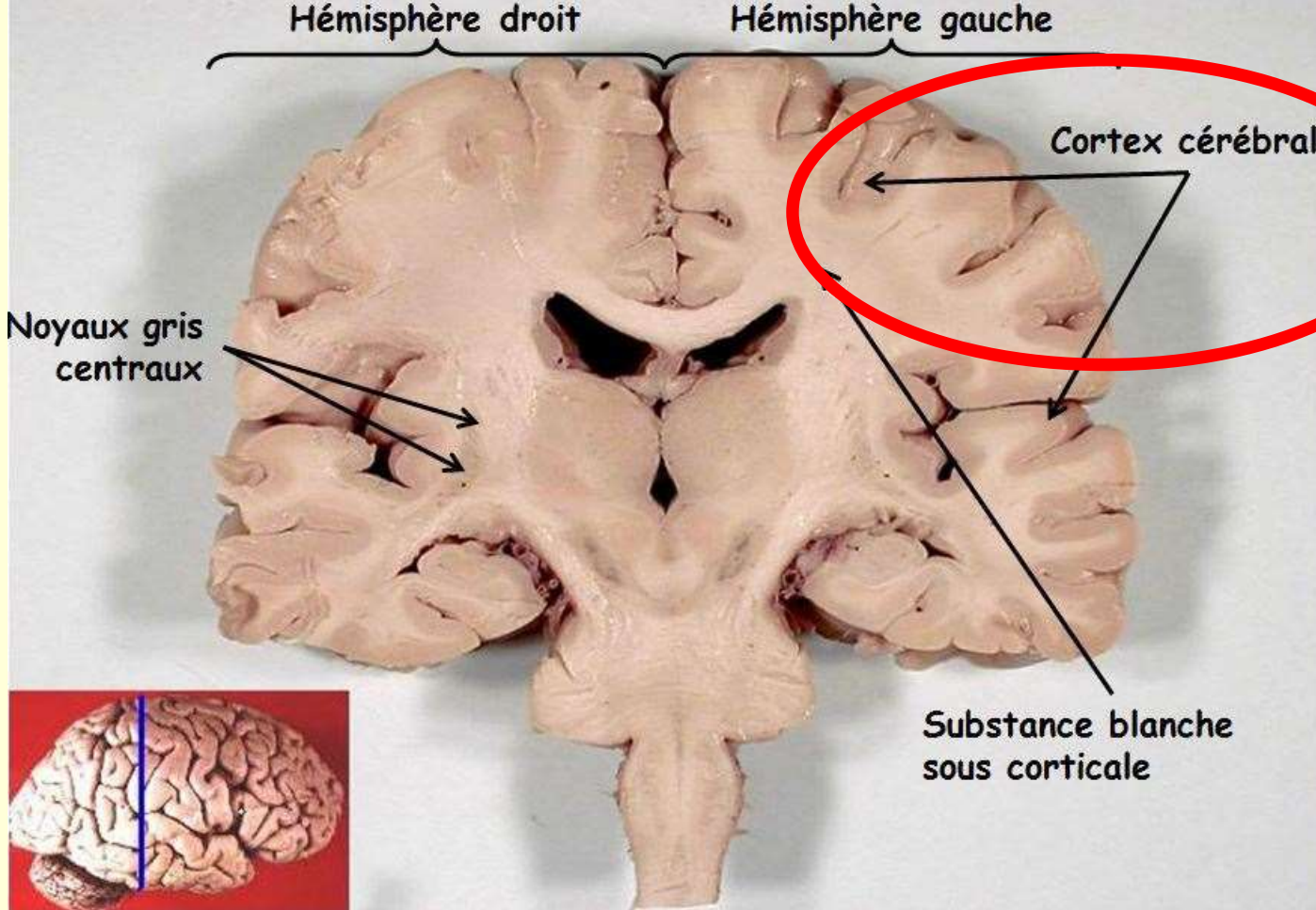
La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir

Organisation générale d'un cerveau humain adulte

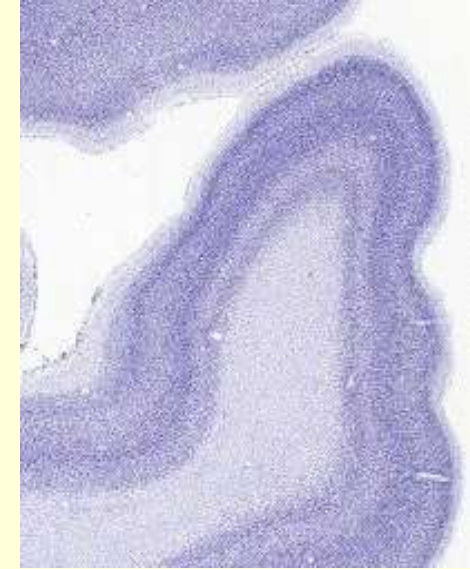
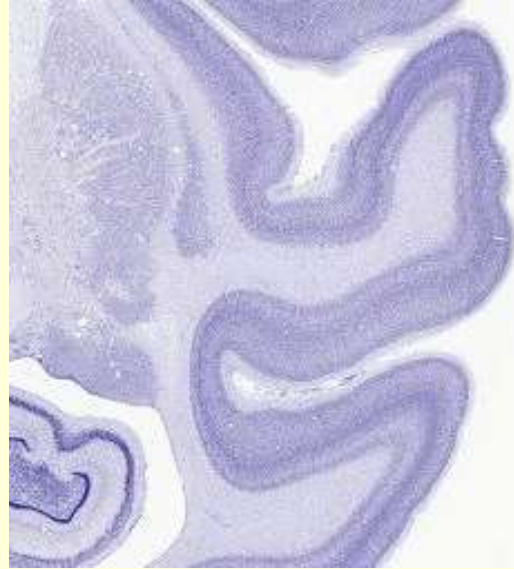


(fruit d'un long développement
que l'on n'a pas le temps
d'aborder ici...)

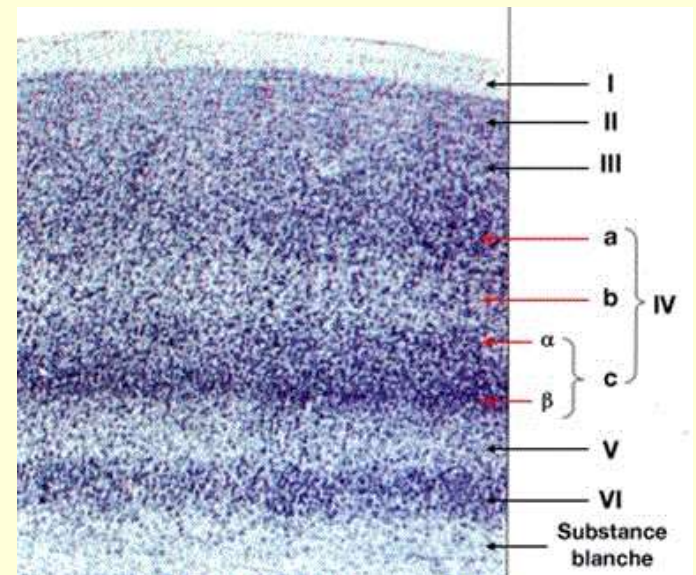
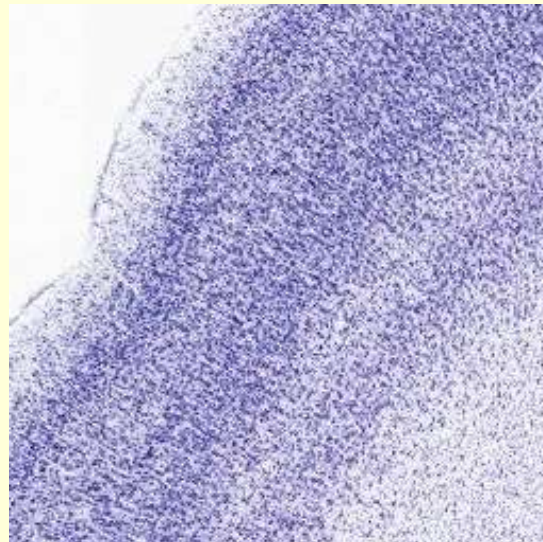


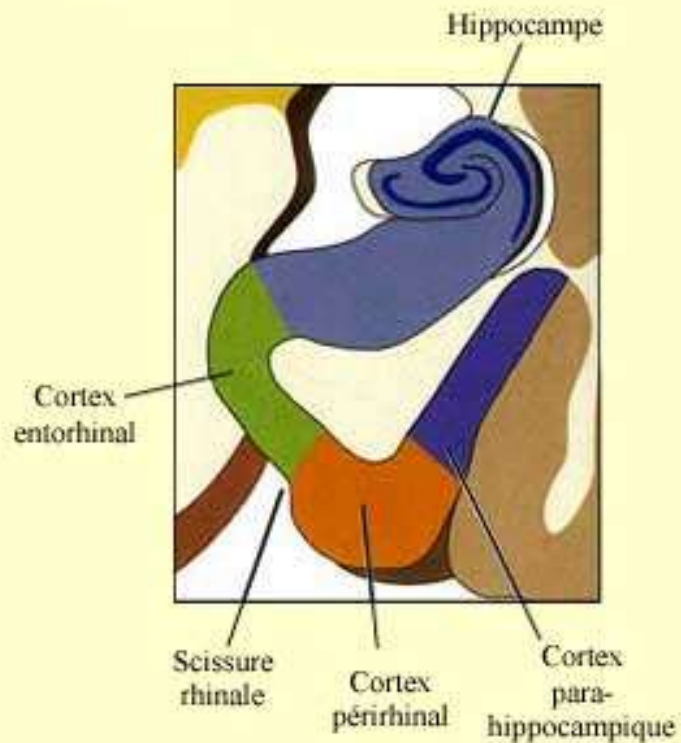
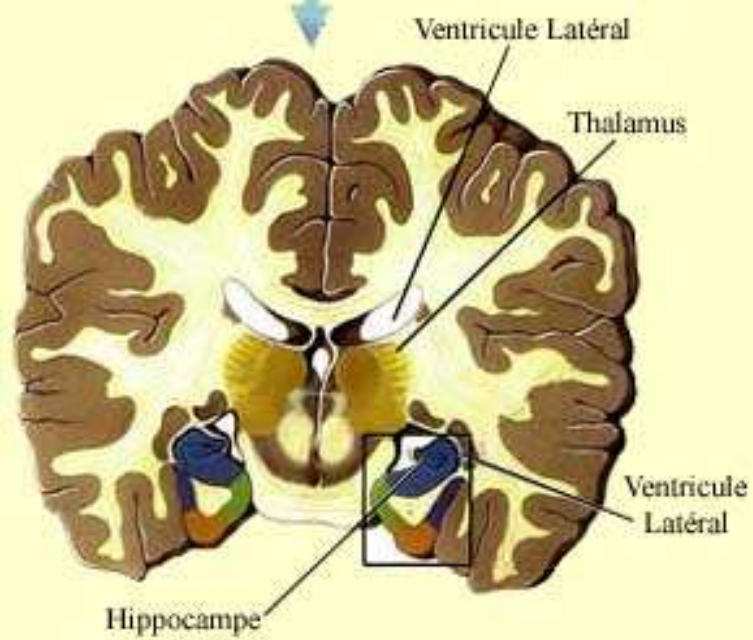


Comment sont répartis les neurones dans le cerveau ?

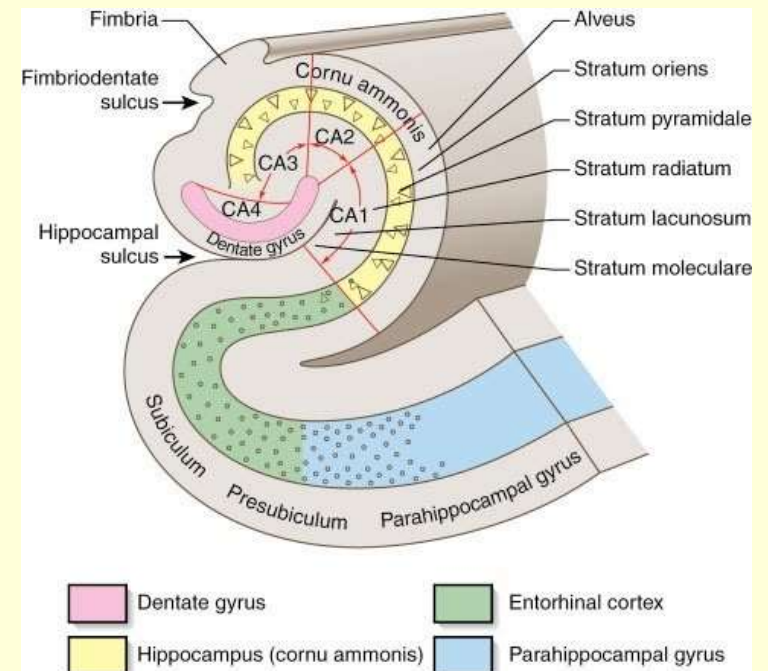
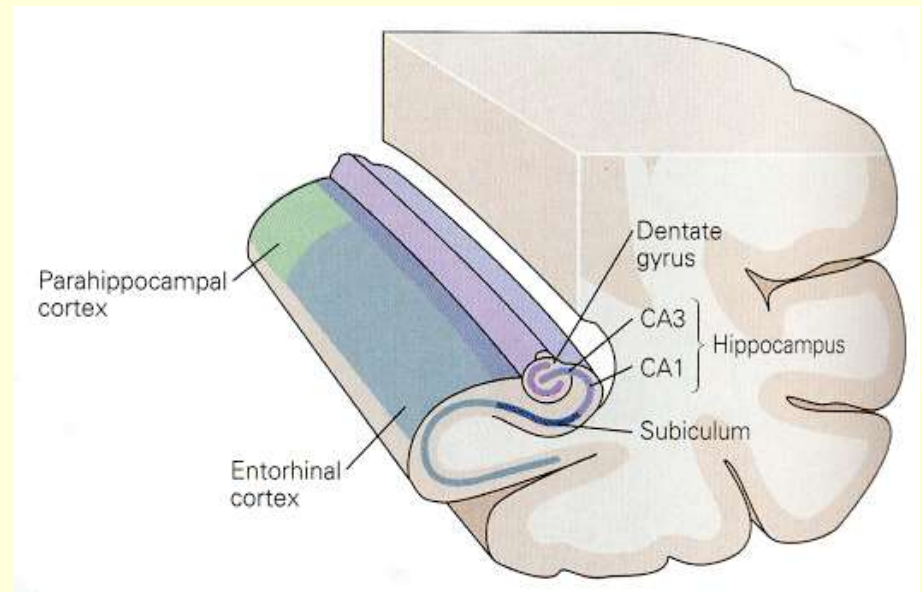


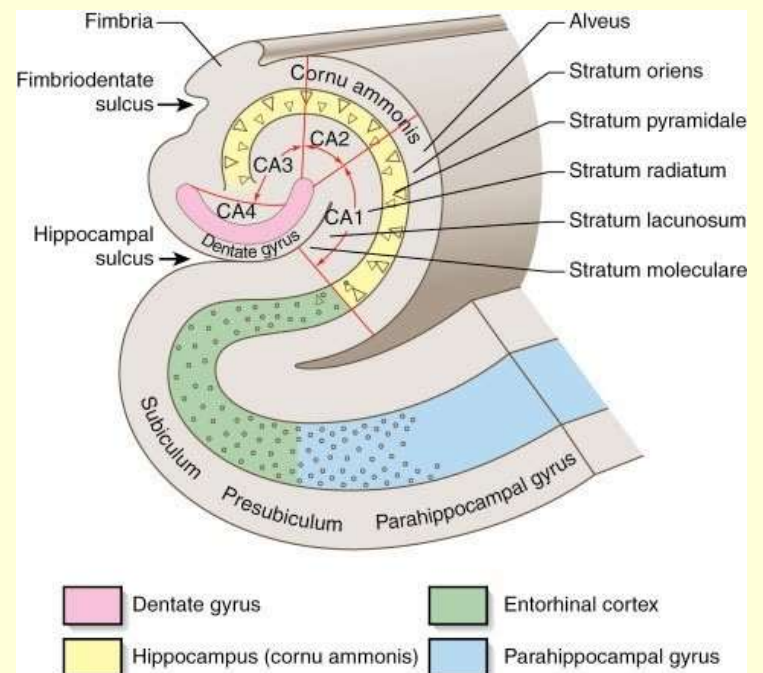
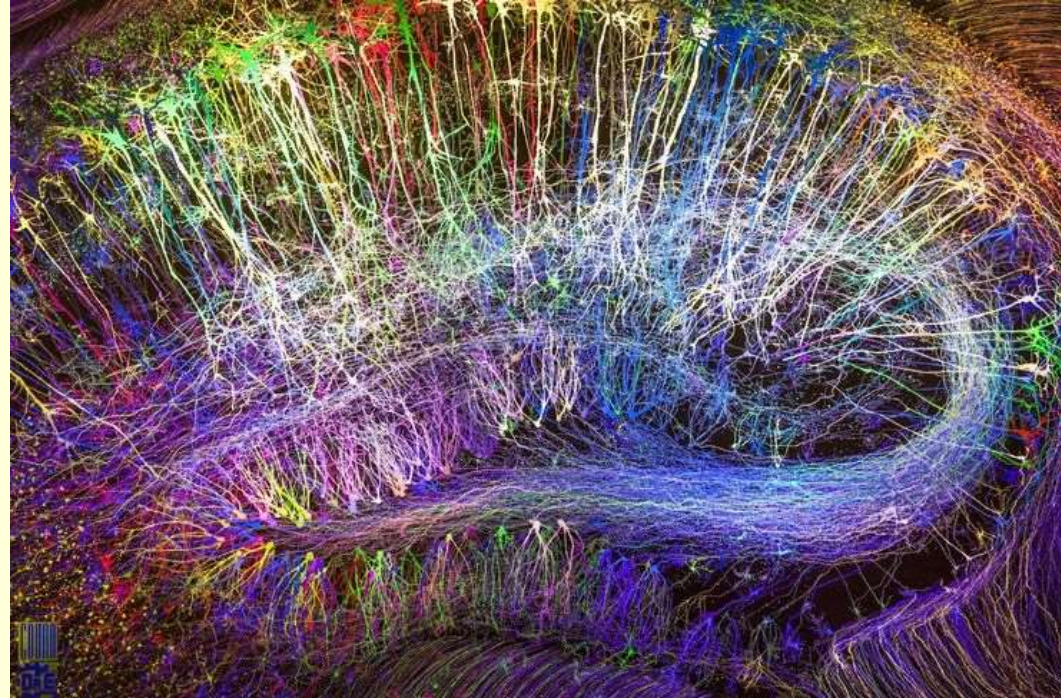
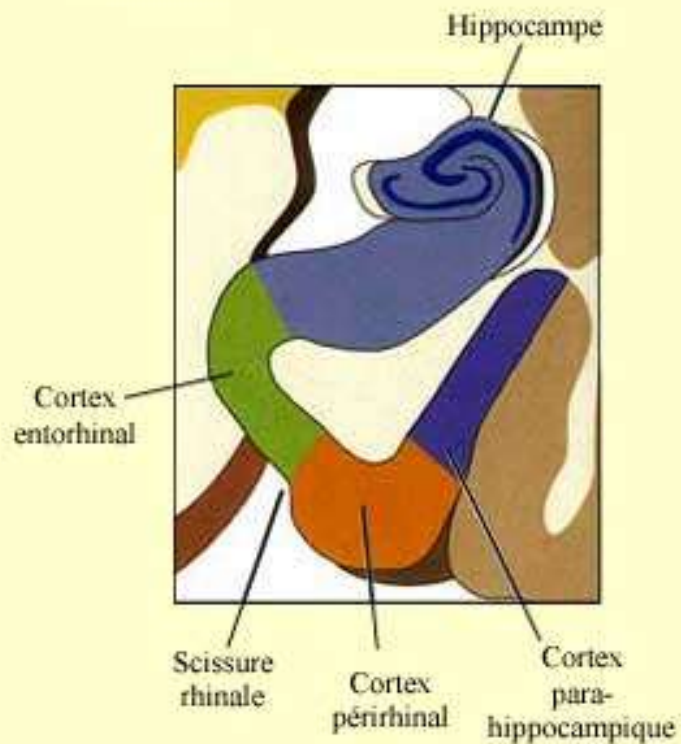
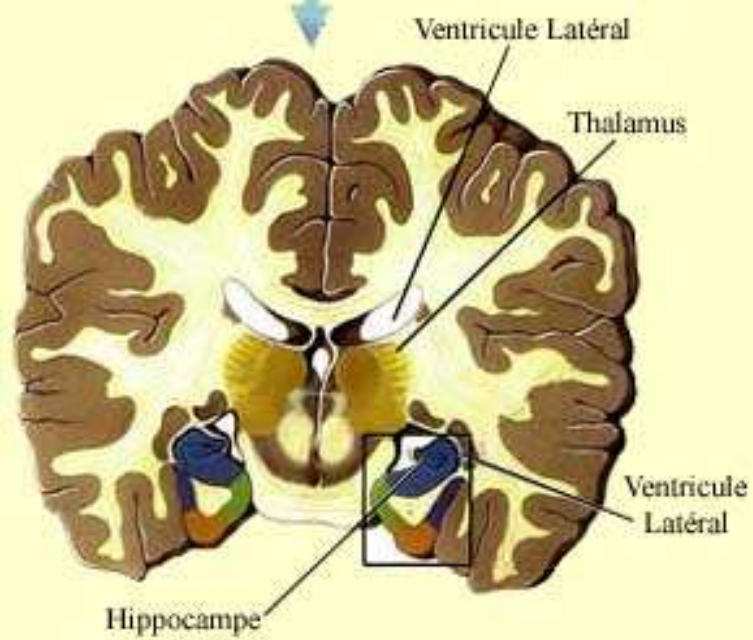
Dans le **cortex**,
on distingue une
organisation en
couches avec
diverses
colorations.





Hippocampe

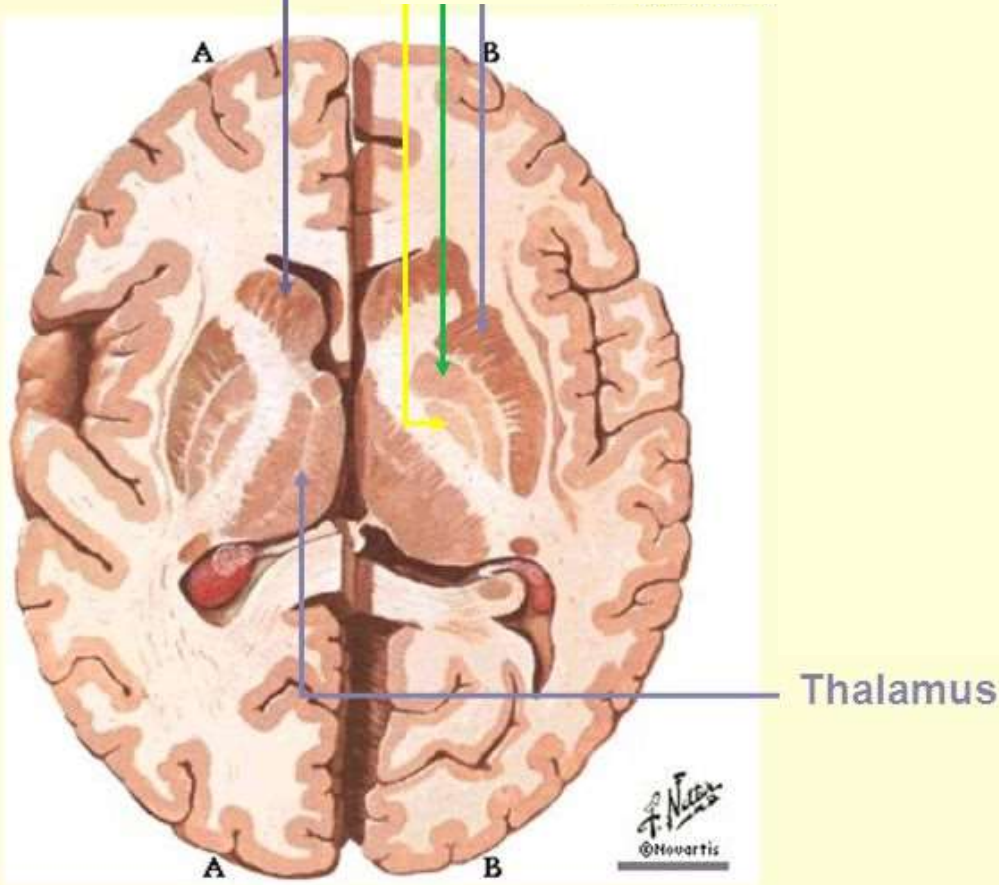




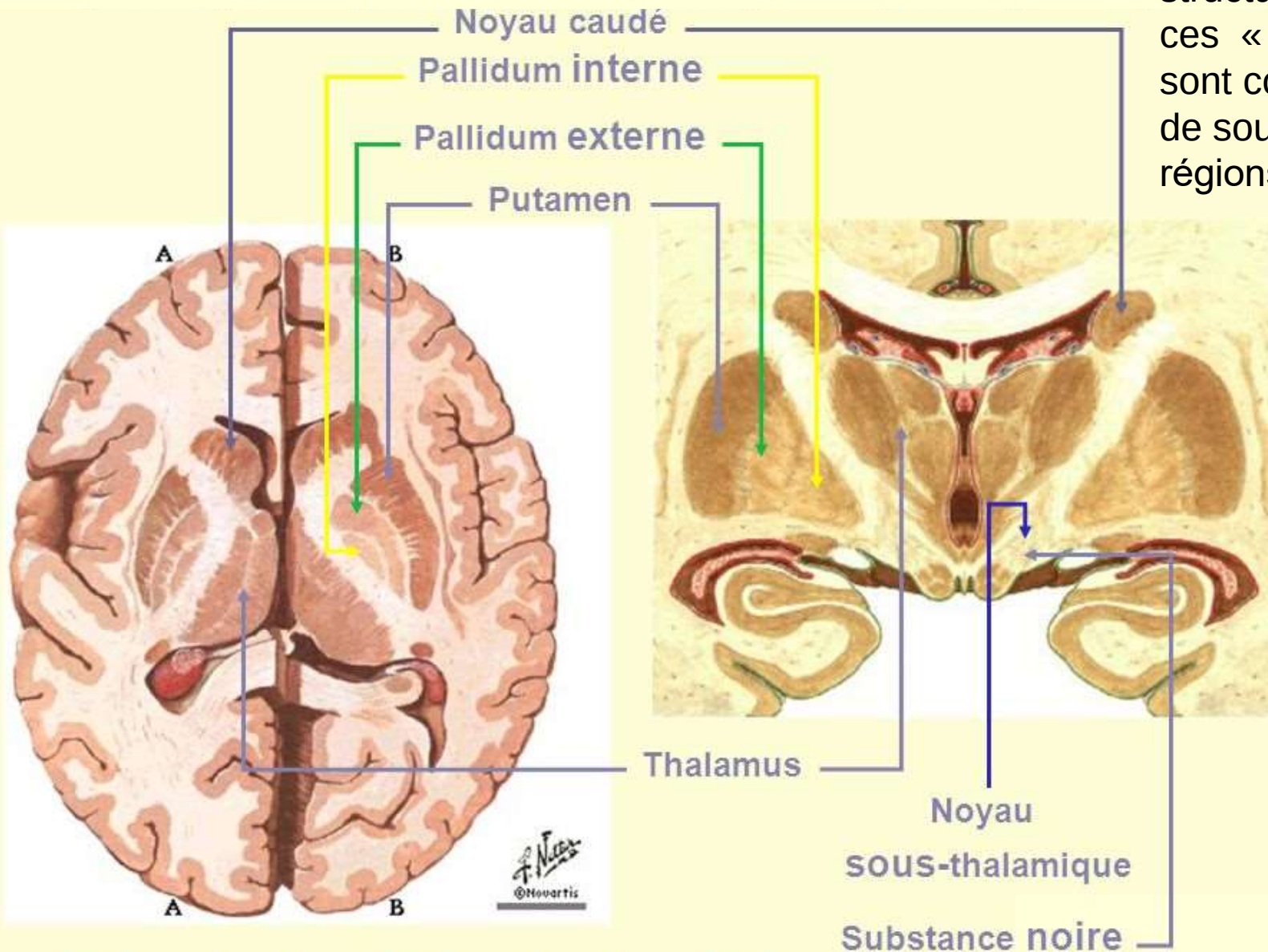
On observe d'autres structures cérébrales où sont concentrés des neurones.

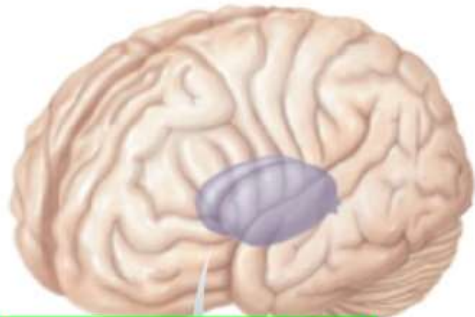
Noyau caudé

« Noyaux » veut dire ici un
amas de neurones

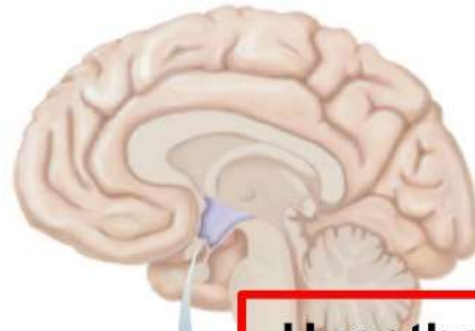
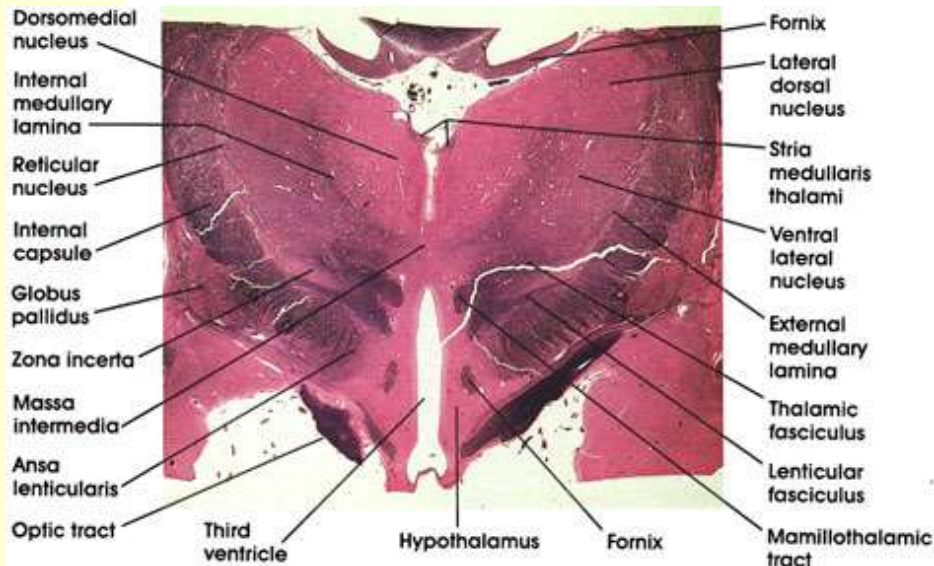
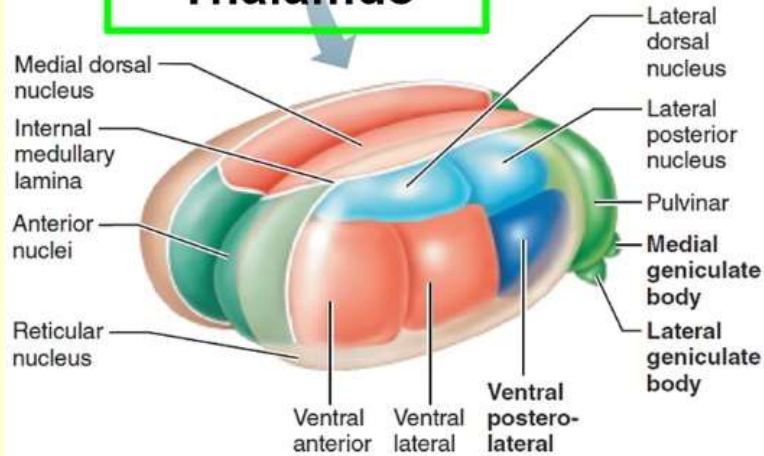


Et l'on se rend compte que ces structure ou ces « noyaux » sont constituée de sous-régions...

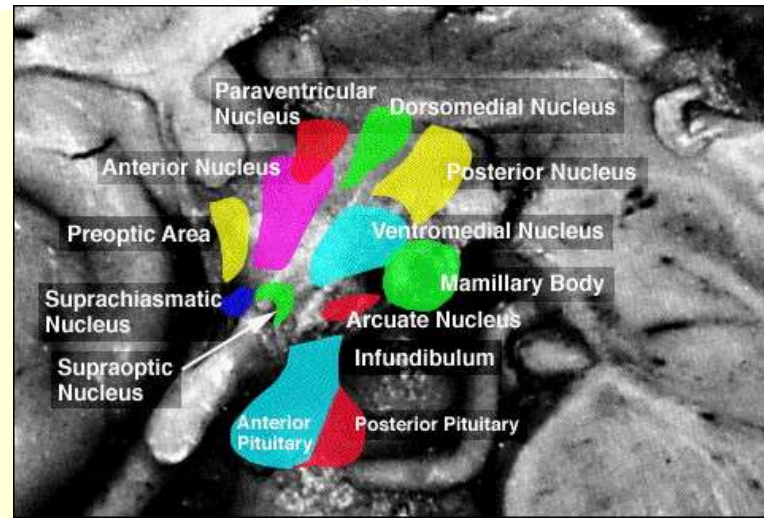
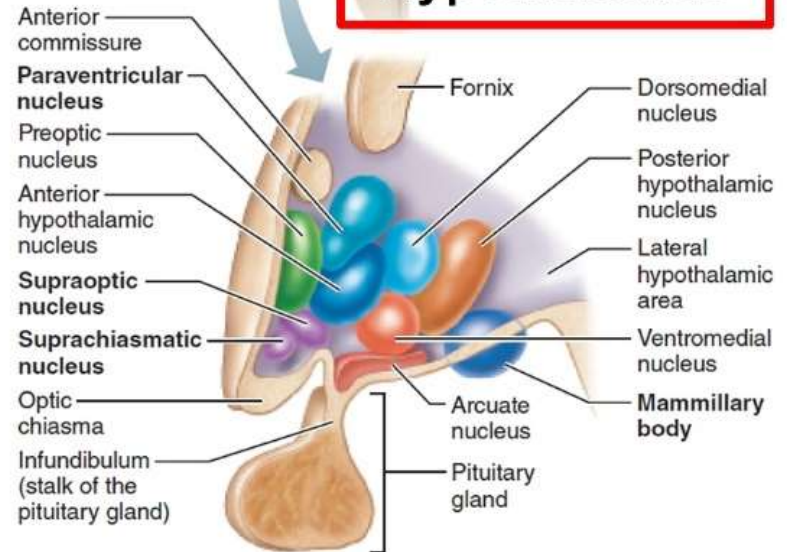




Thalamus



Hypothalamus



A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir

Comportements

**Approche
(recherche de plaisirs)**

**Évitement de
la douleur**





manger,
boire,
se reproduire

protéger son
intégrité physique



Comportements

Approche
(recherche de plaisirs)

manger,
boire,
se reproduire

Évitement de
la douleur

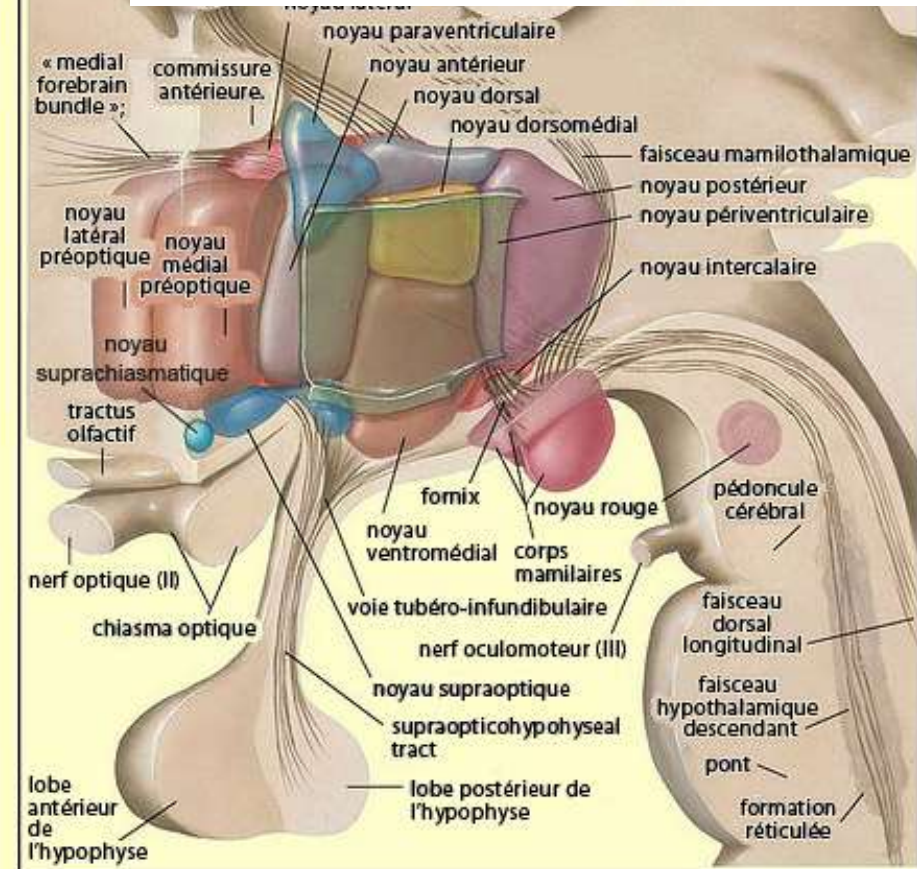
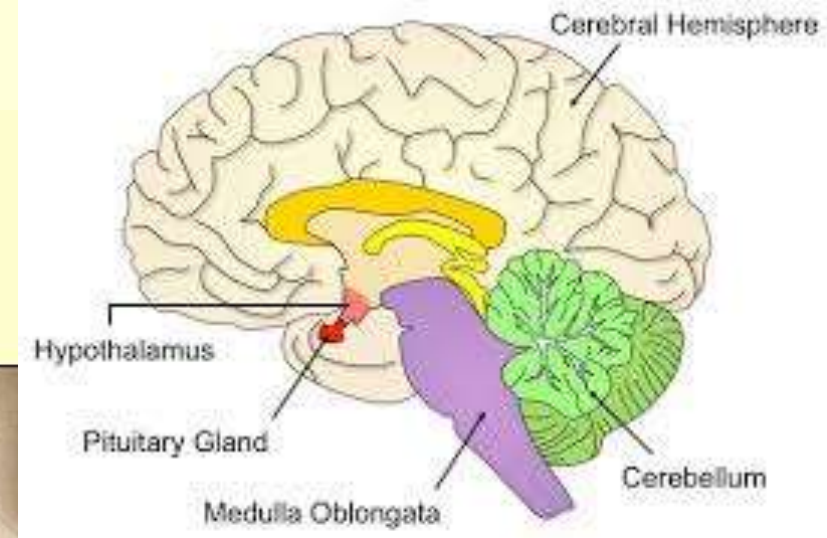
protéger son
intégrité physique





**Approche
(recherche de plaisirs)**

manger,
boire,
se reproduire





Manger



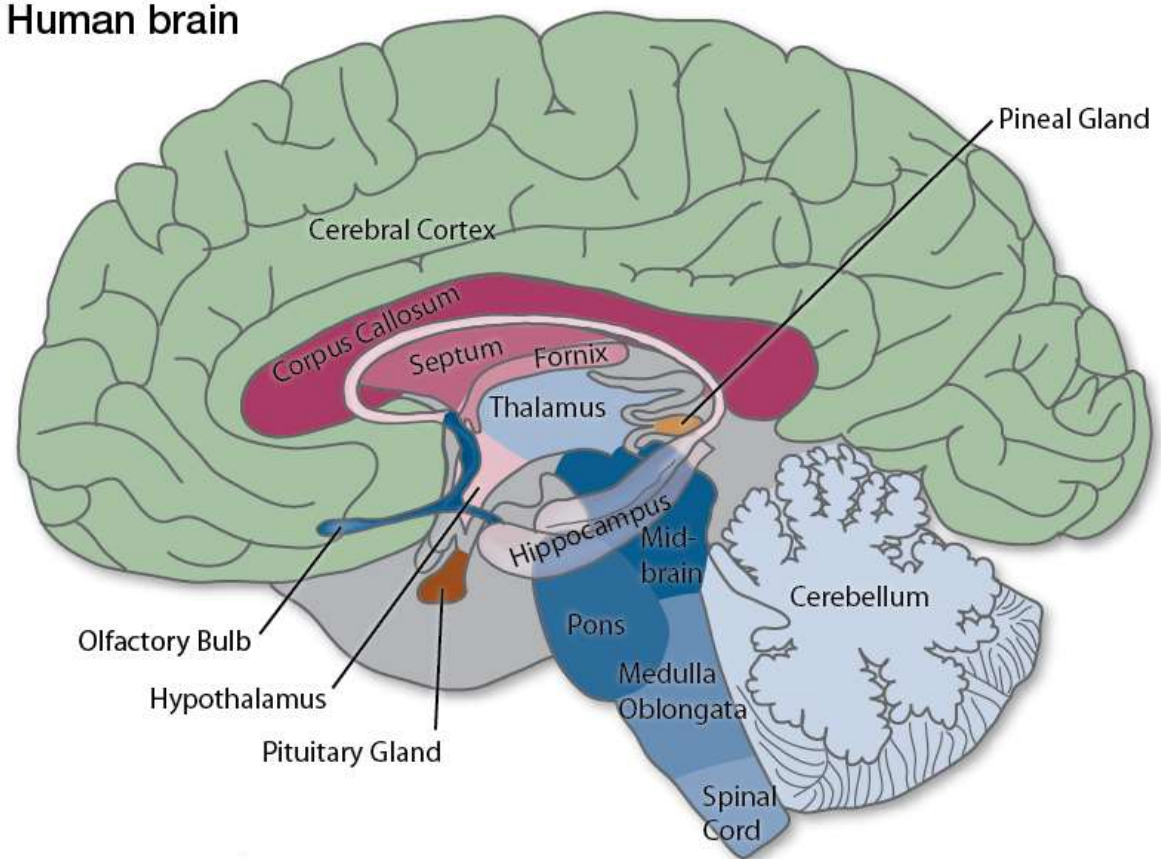
Boire



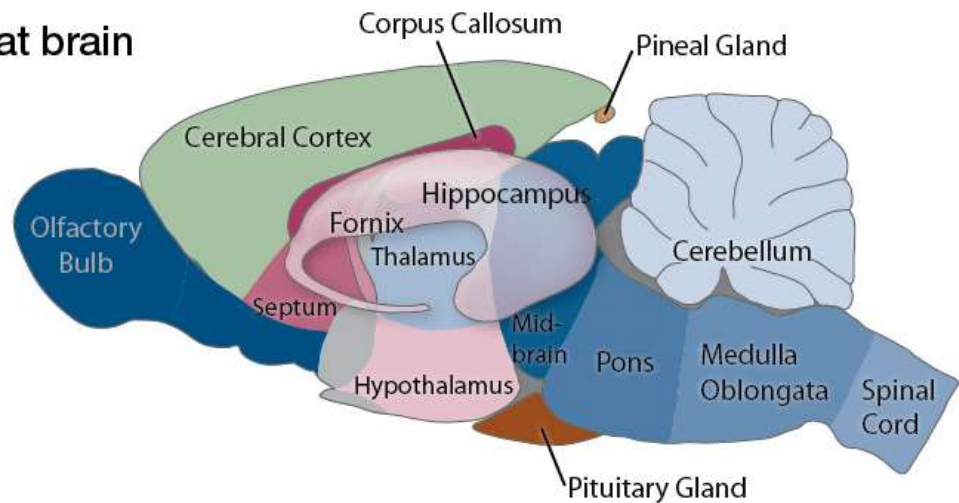
Se reproduire



Human brain



Rat brain





Manger



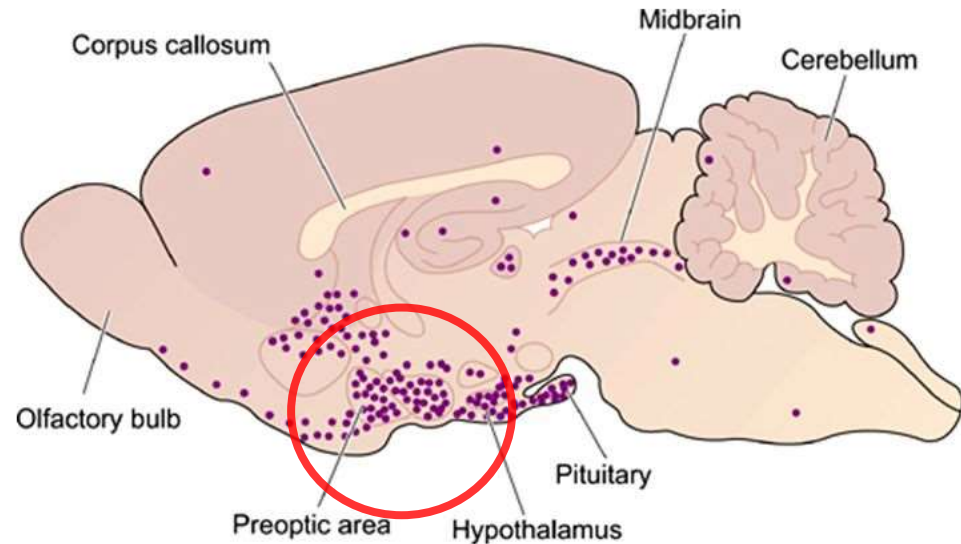
Boire



Se reproduire

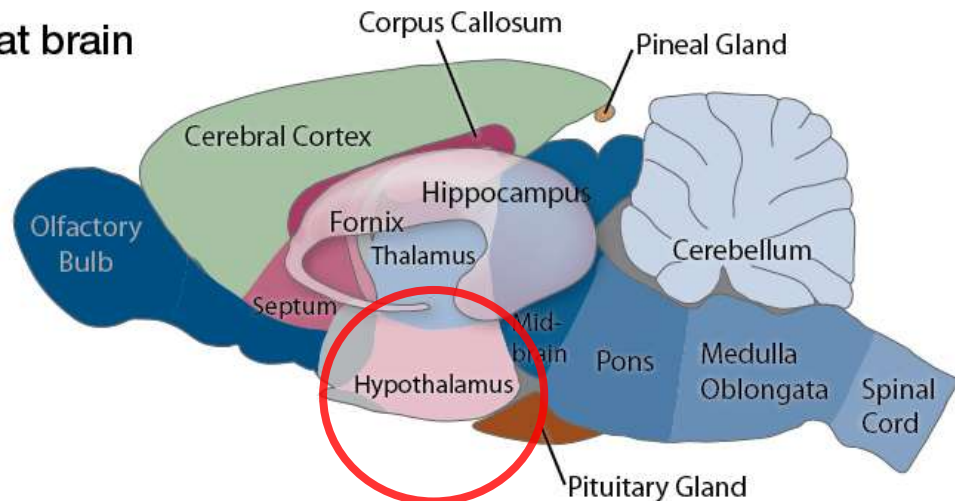
The Hormonal Control of Sex

Concentration of estradiol receptors in sagittal section of rat brain



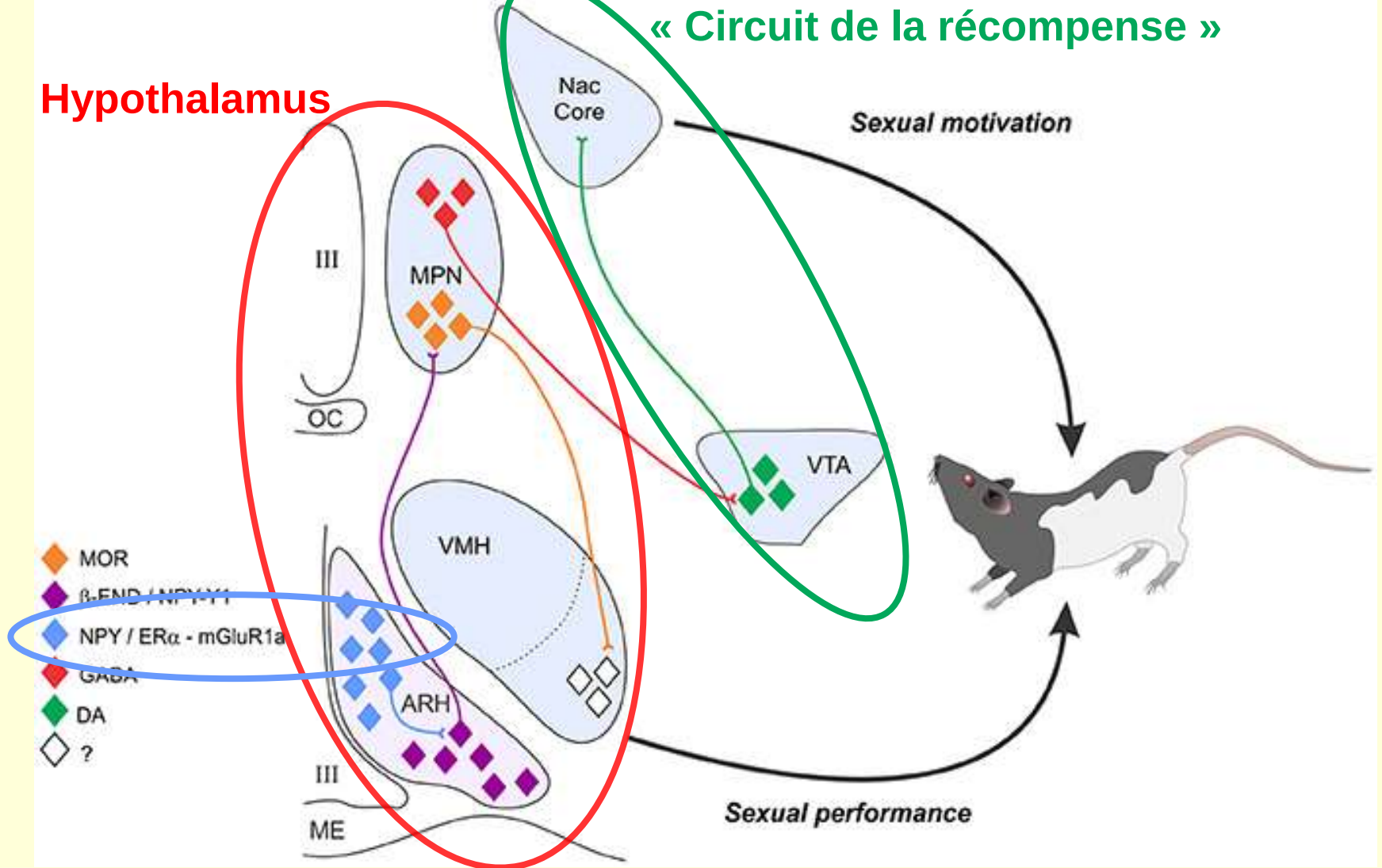
Copyright © 2007 Wolters Kluwer Health | Lippincott Williams & Wilkins

Rat brain



« Circuit de la récompense »

Hypothalamus



The estradiol induction of sexual receptivity in the female rat is indicated by lordosis behavior.

In : Integrating Neural Circuits Controlling Female Sexual Behavior

Paul E. Micevych^{1,2*} and Robert L. Meisel³

Front. Syst. Neurosci., 08 June 2017 |

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnsys.2017.00042/full>

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

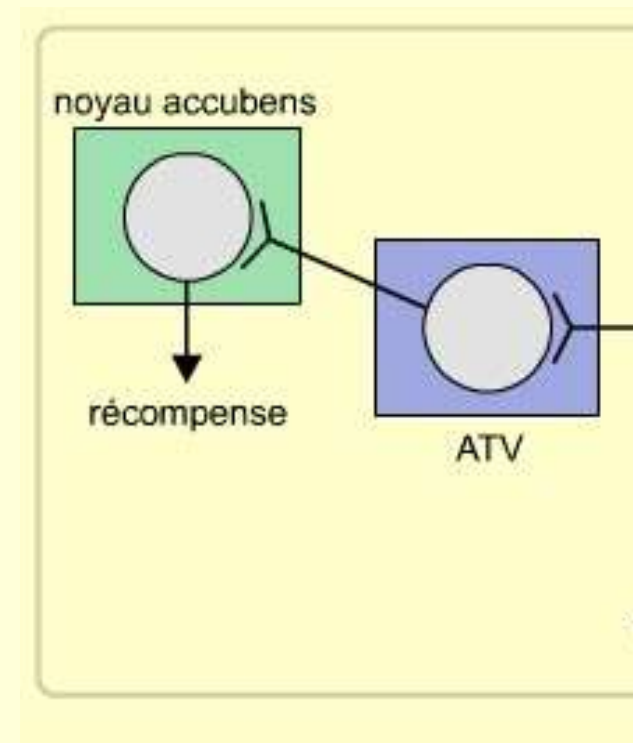
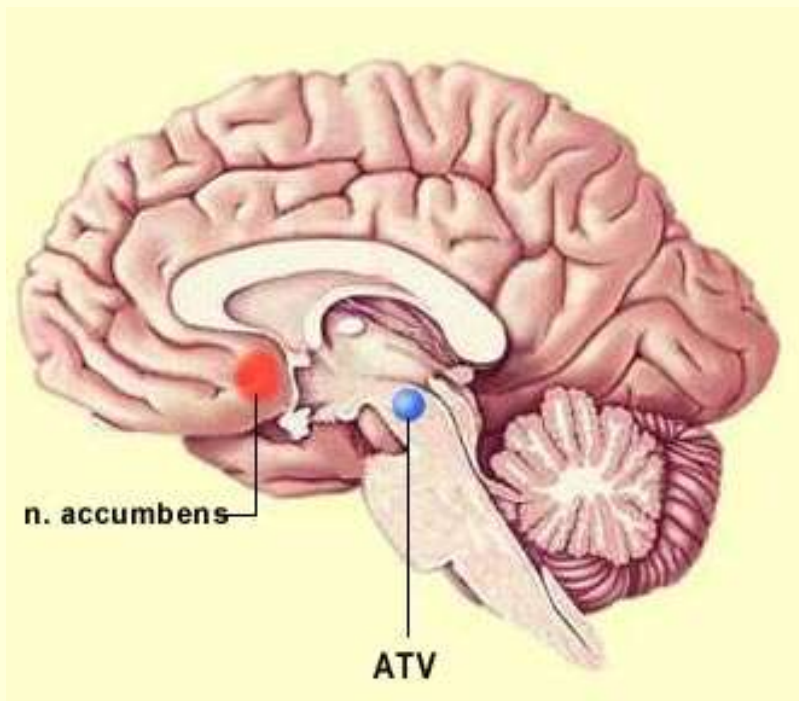
- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

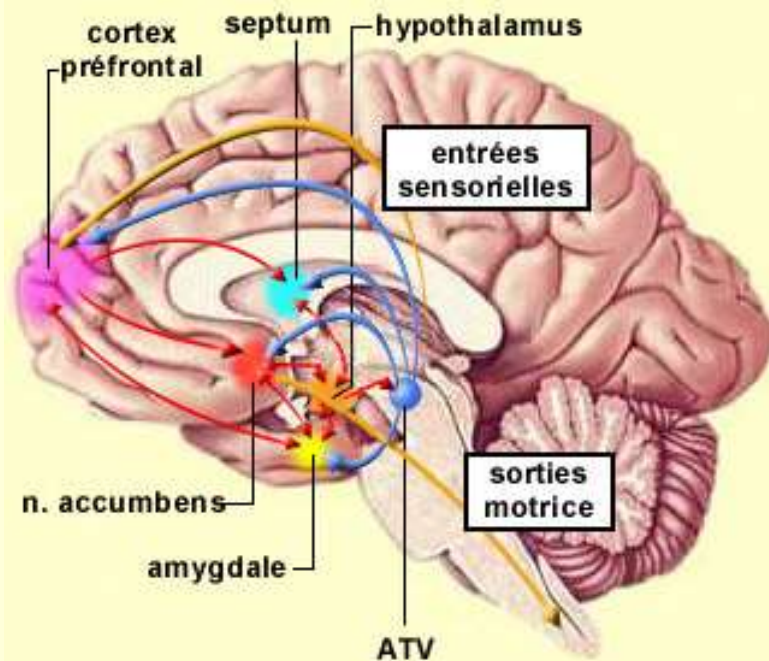
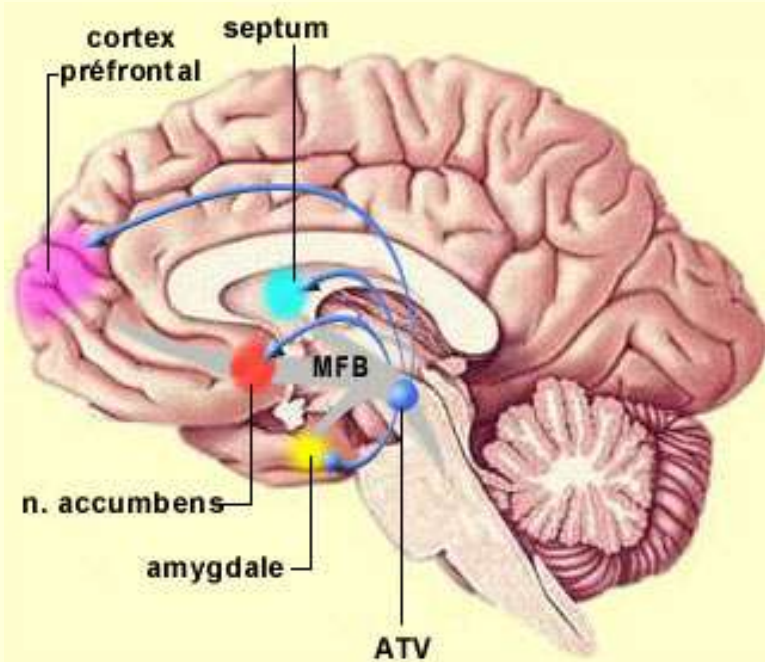
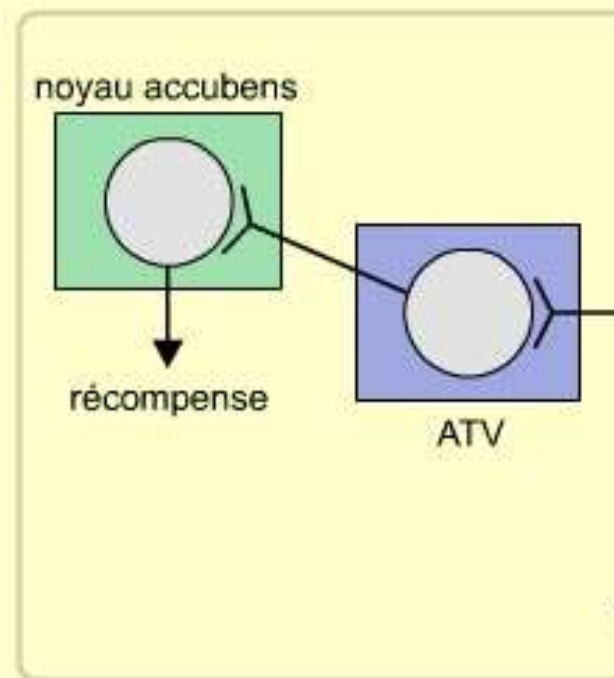
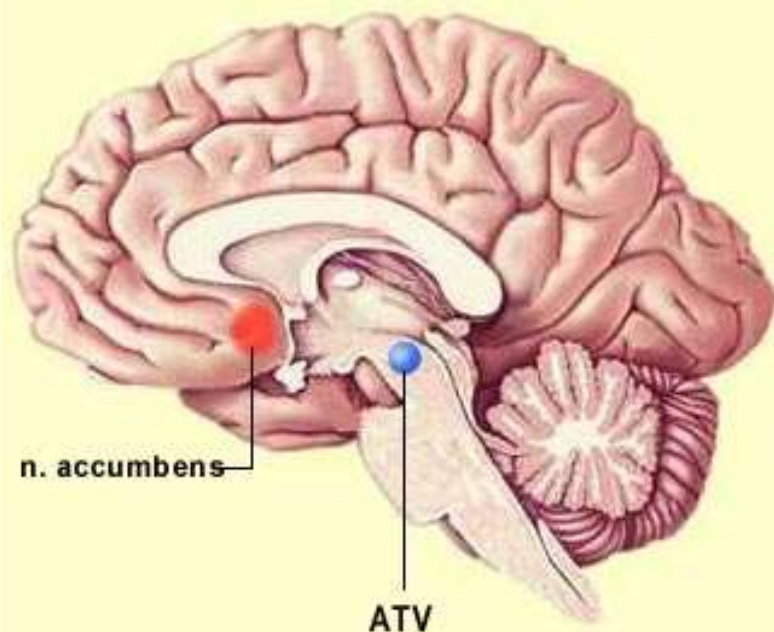
L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

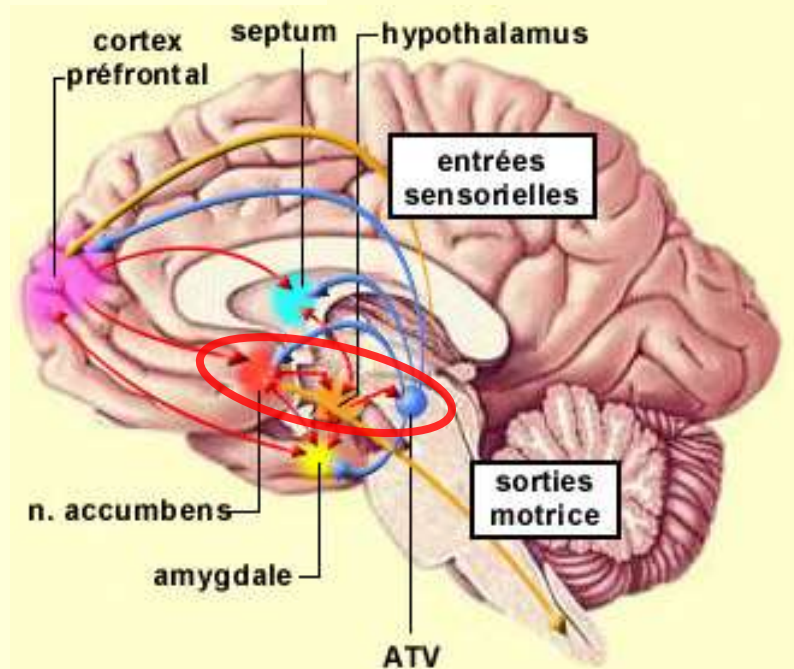
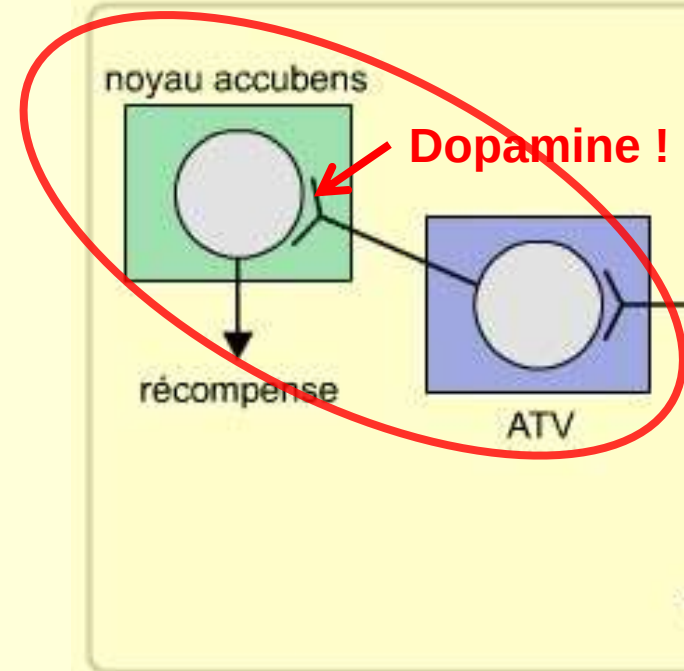
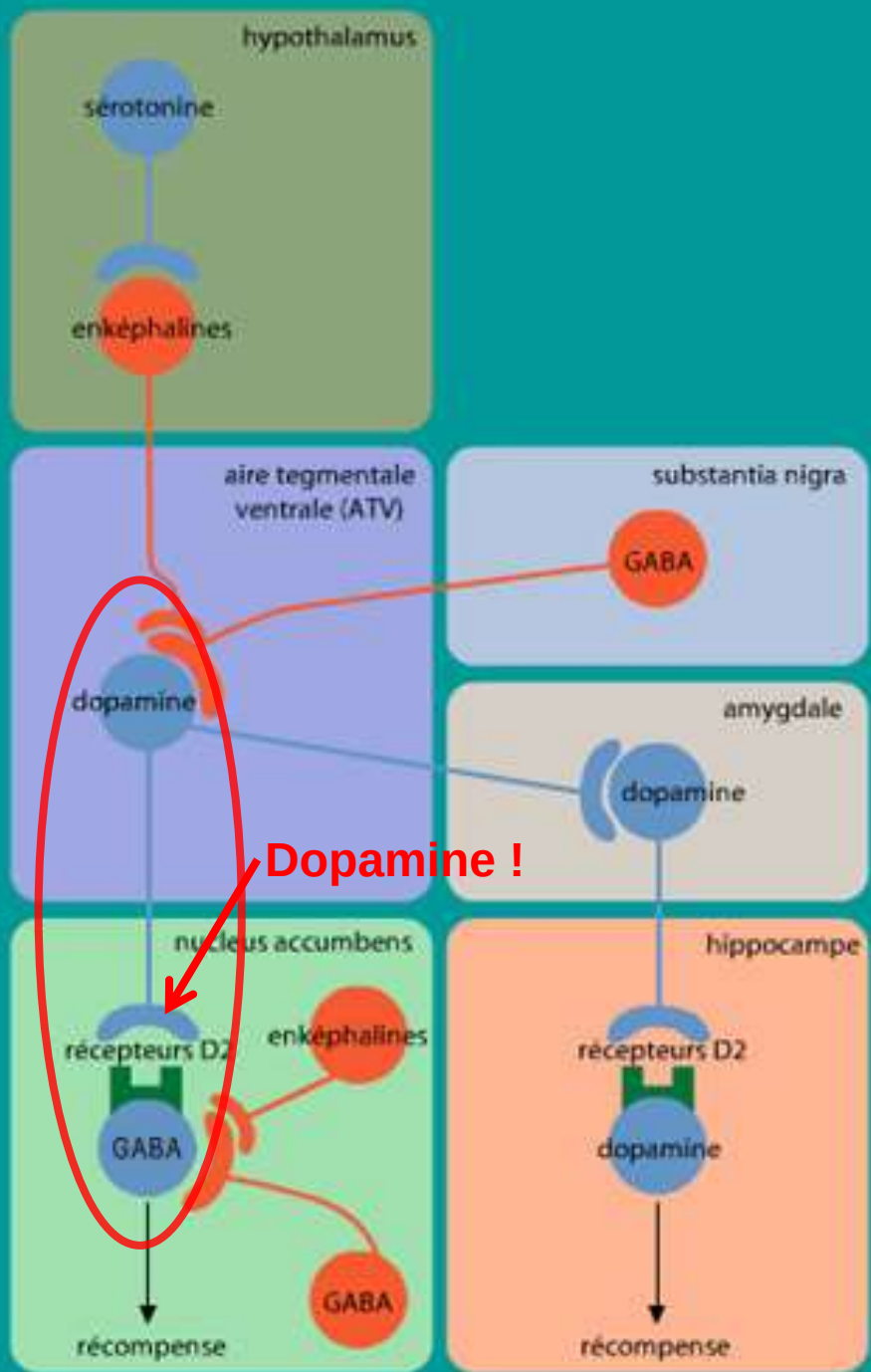
Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

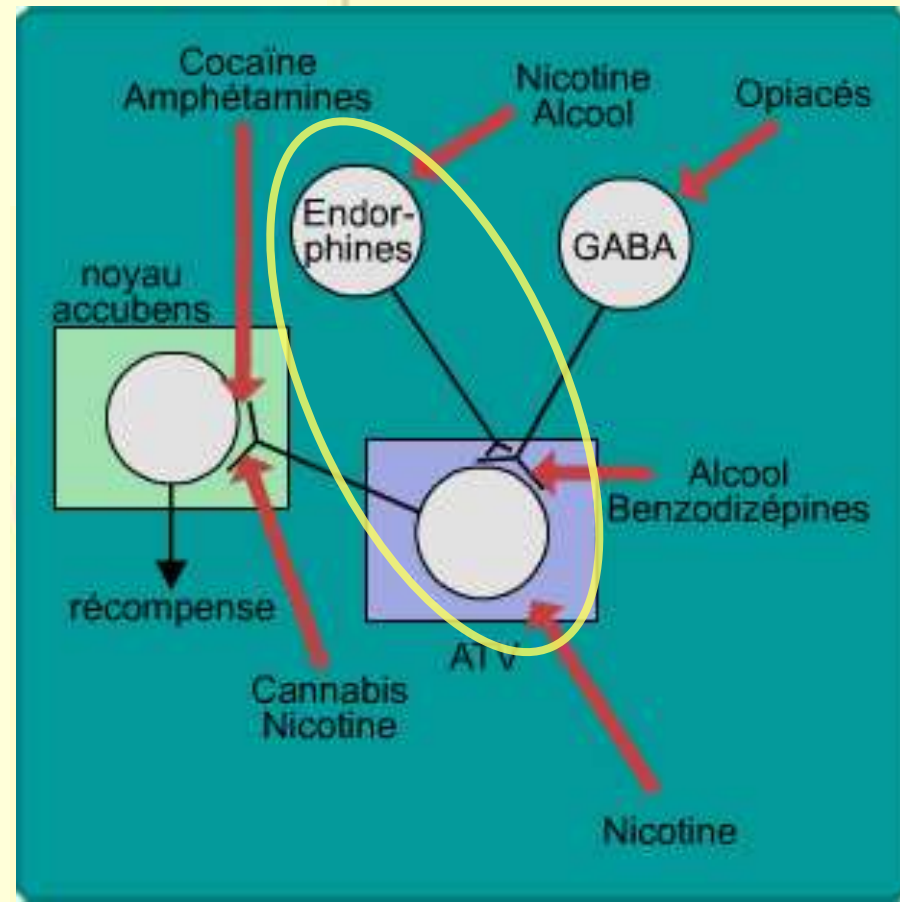
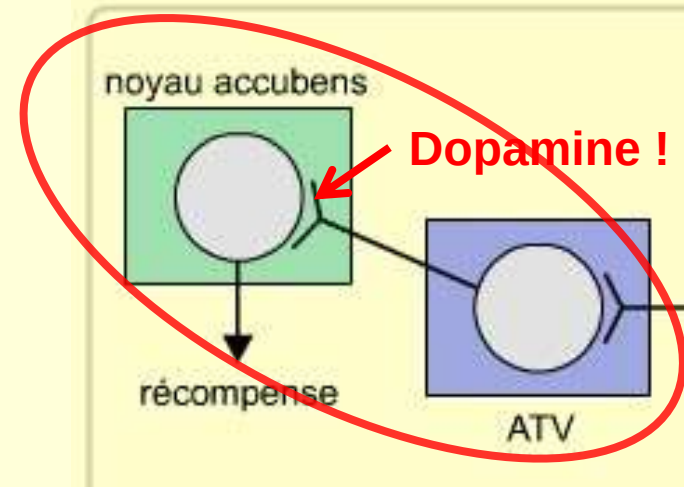
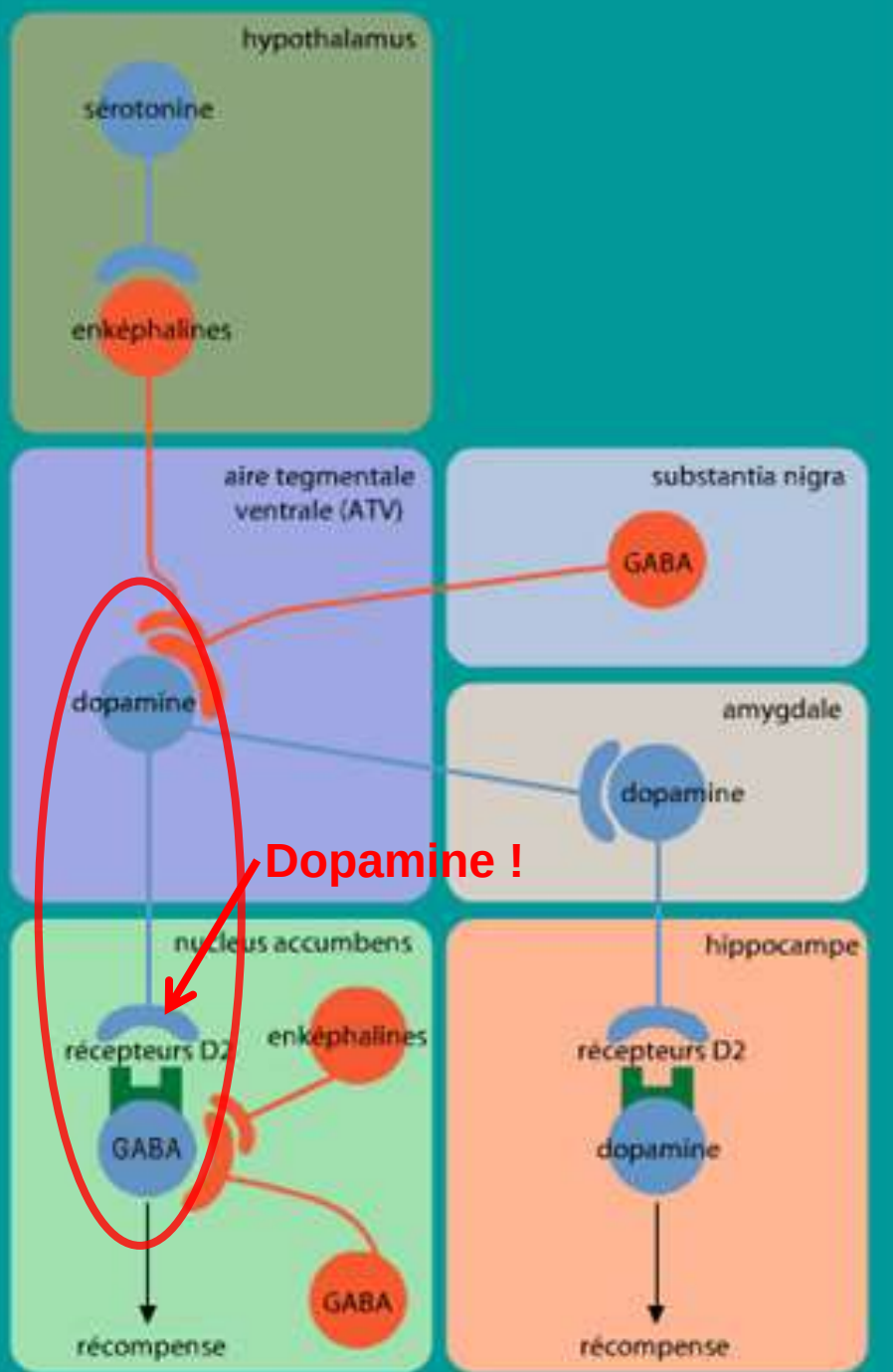
La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir



On a développé au cours de l'évolution
certains circuits de neurones qui nous incitent
à **renforcer les comportements favorables** à notre survie.

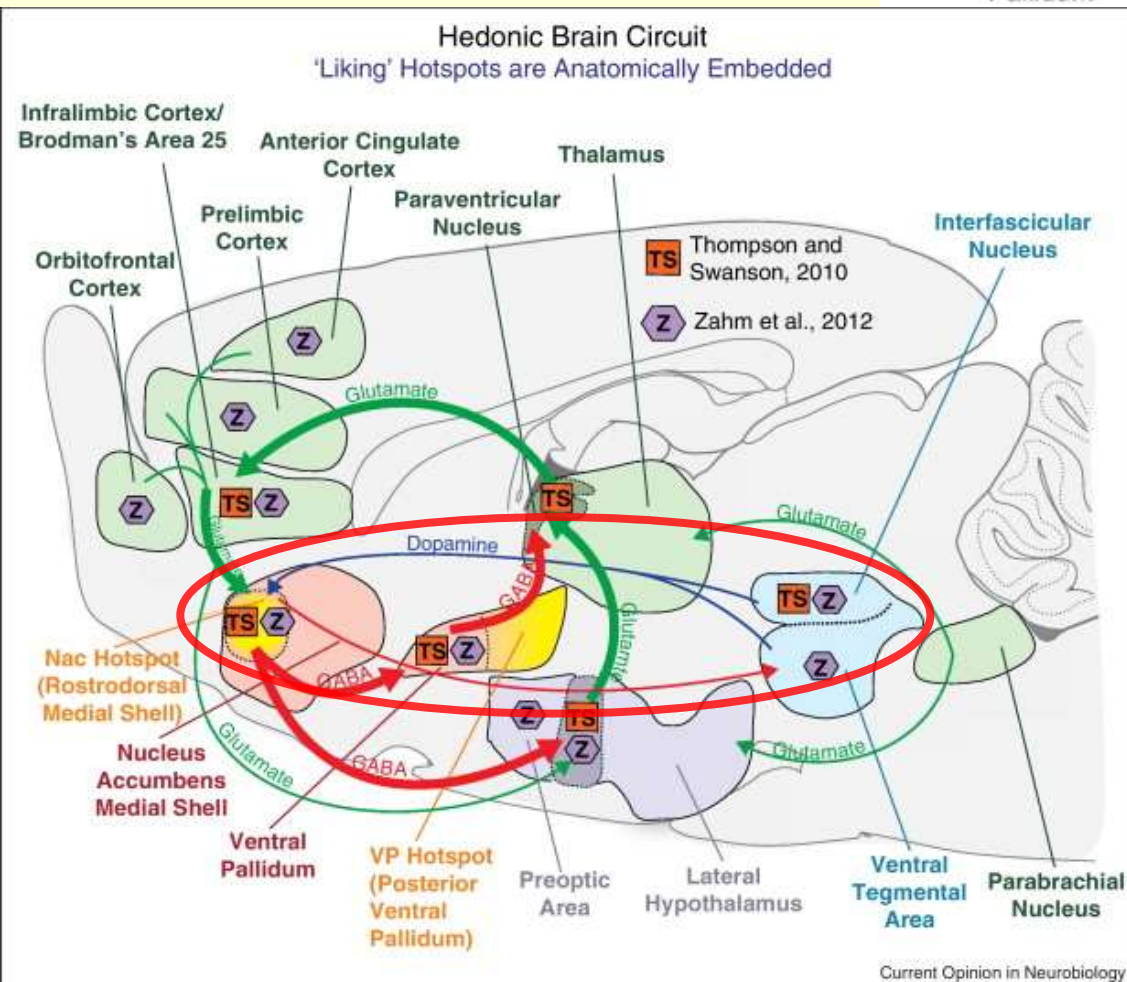
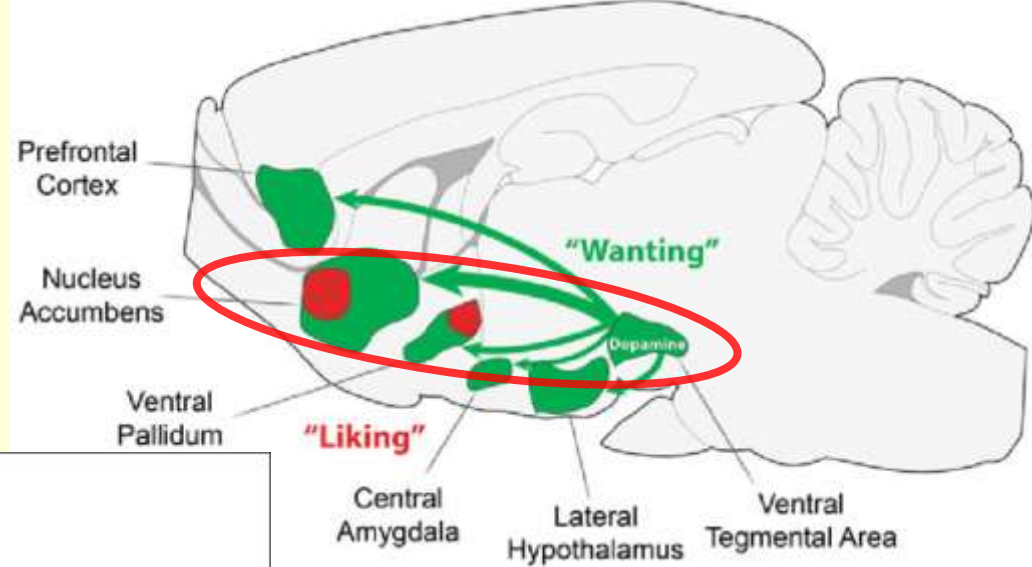






“**Liking**” : **opioid** and related stimulation increases "liking" reactions to sucrose taste

“**Wanting**” : **dopaminergic** afferents from VTA increase "wanting" and the attribution of incentive salience



Roles of "Wanting" and "Liking" in Motivating Behavior: Gambling, Food, and Drug Addictions

•Sep 2015

https://www.researchgate.net/figure/Mesocorticolimbic-circuitry-of-liking-and-wanting-This-sagittal-view-of-a-rodent_fig1_282249713

Neuroscience of affect: brain mechanisms of pleasure and displeasure

Kent Cberridge, Morten Lkringelbach
Current Opinion in Neurobiology
Volume 23, Issue 3, June 2013, Pages 294-303

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959438813000330>

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir



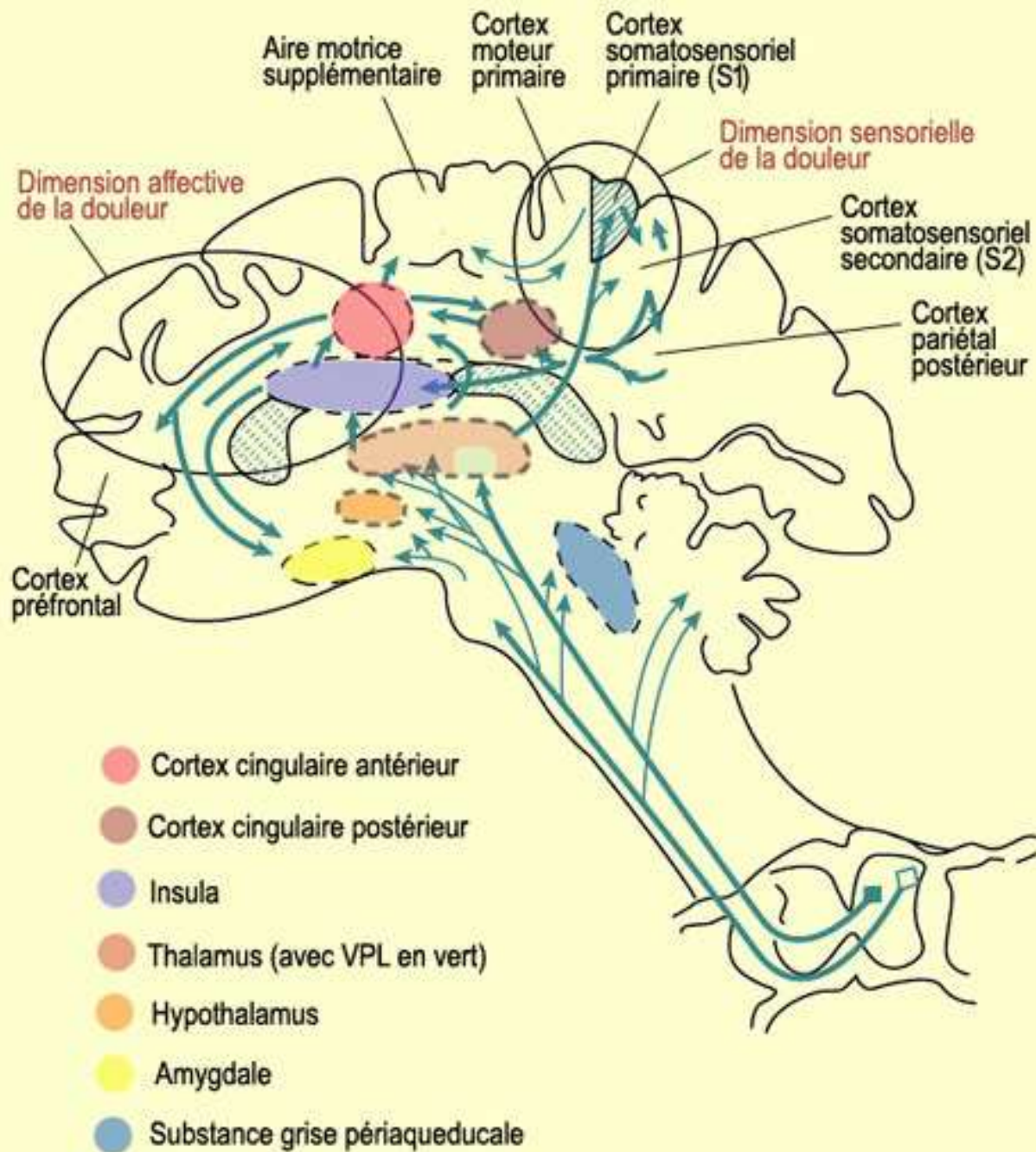
Comportements

Approche
(recherche de plaisirs)

manger,
boire,
se reproduire

Évitement de
la douleur

**protéger son
intégrité physique**

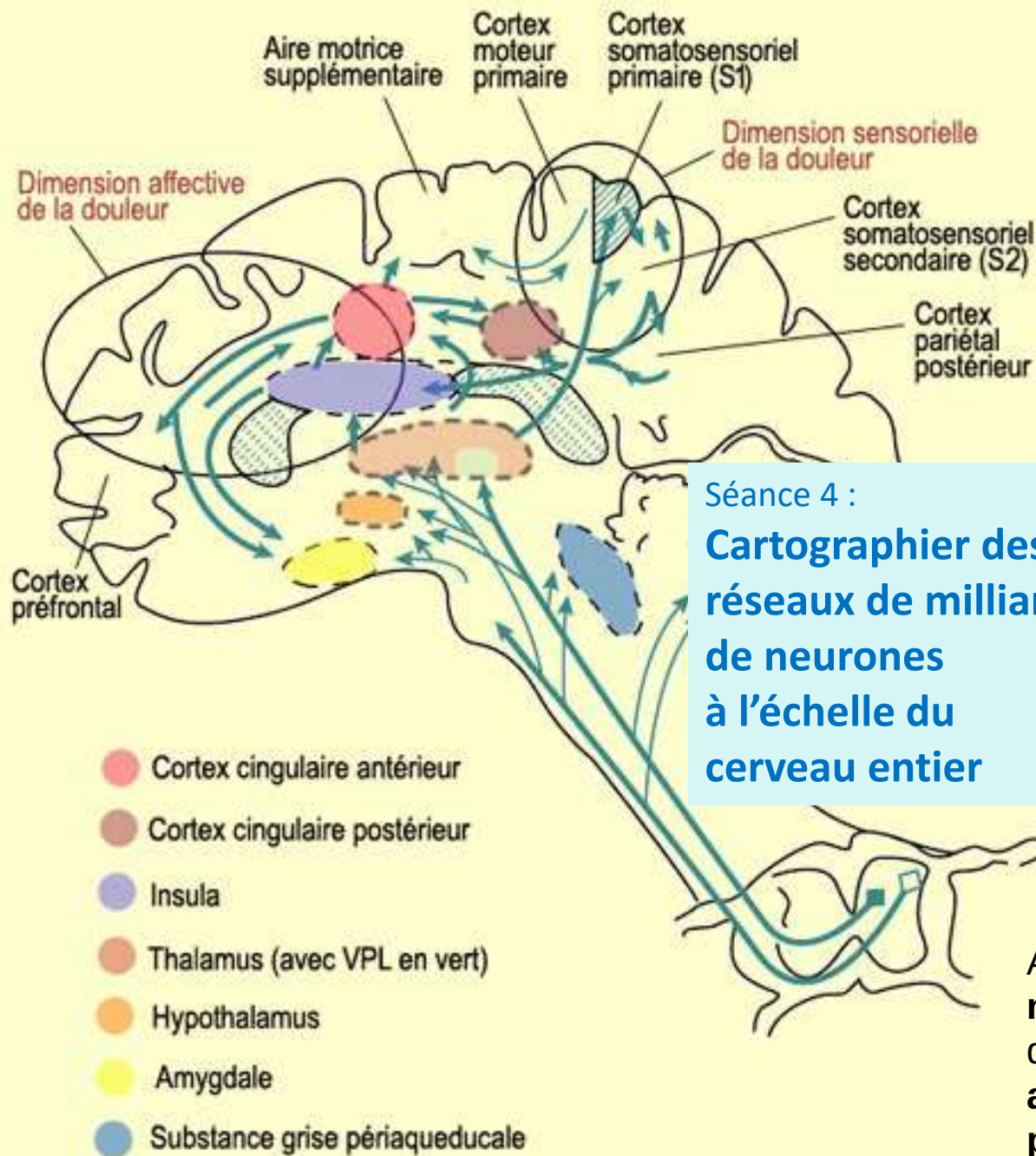


Évitement de la douleur

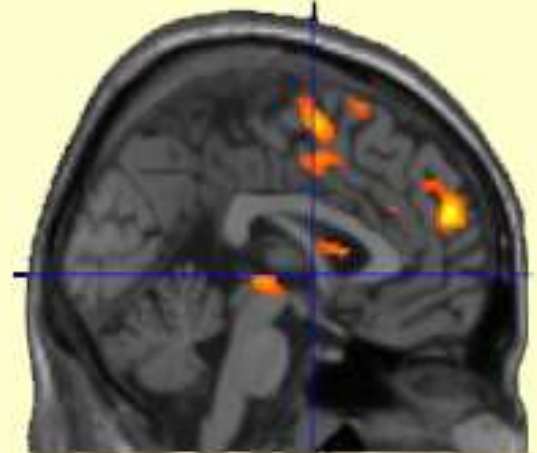
protéger son intégrité physique

LA NEUROMATRICE DE LA DOULEUR

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_cr/a_03_cr_dou/a_03_cr_dou.html



Séance 4 :
Cartographier des réseaux de milliards de neurones à l'échelle du cerveau entier



Activation de régions de la **neuromatrice de la douleur**, dont l'**insula**, le **cortex cingulaire antérieur**, la **substance grise périaqueducule**, le **cortex préfrontal médian** et l'**aire motrice supplémentaire**.

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

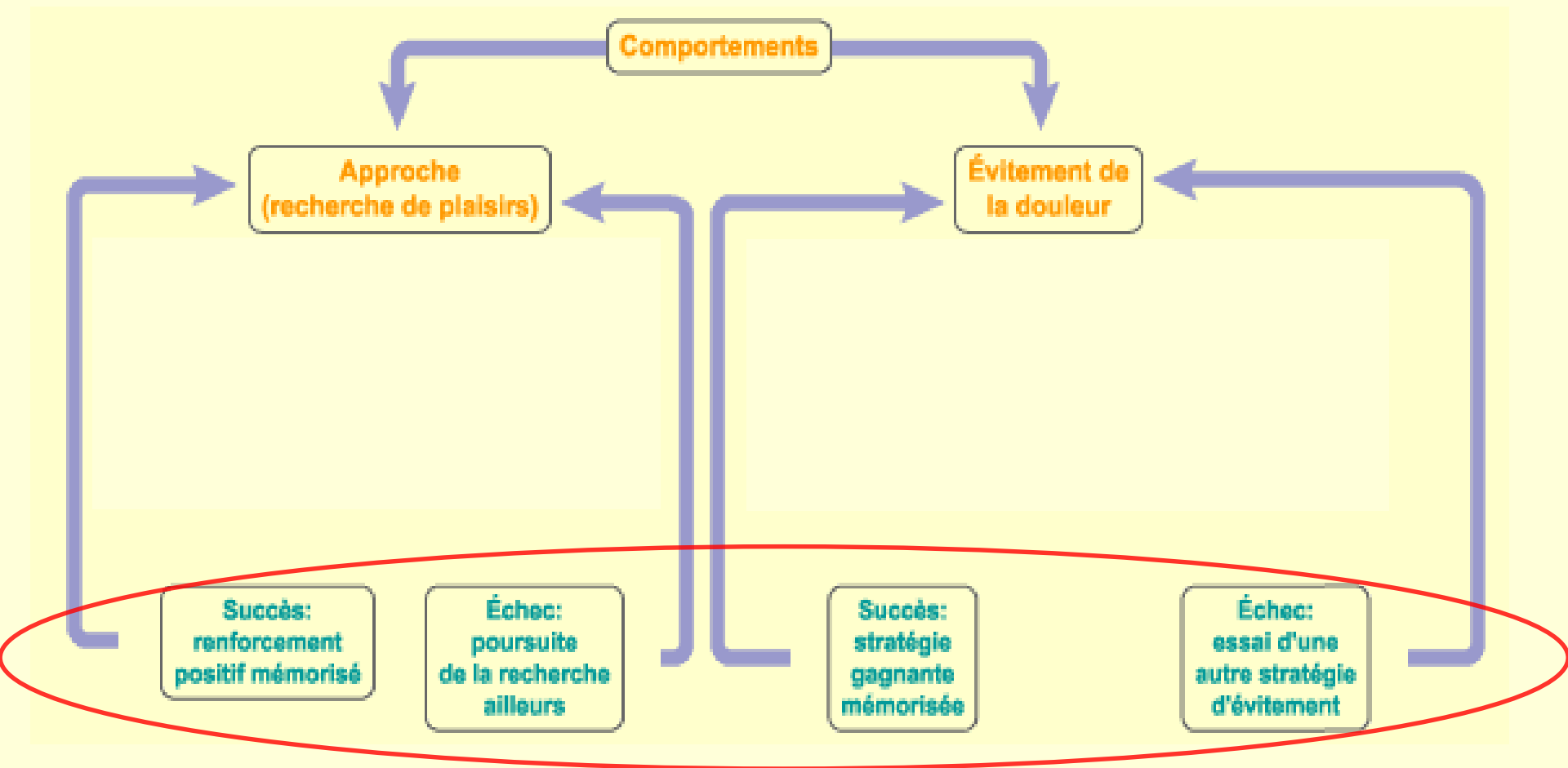
- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir



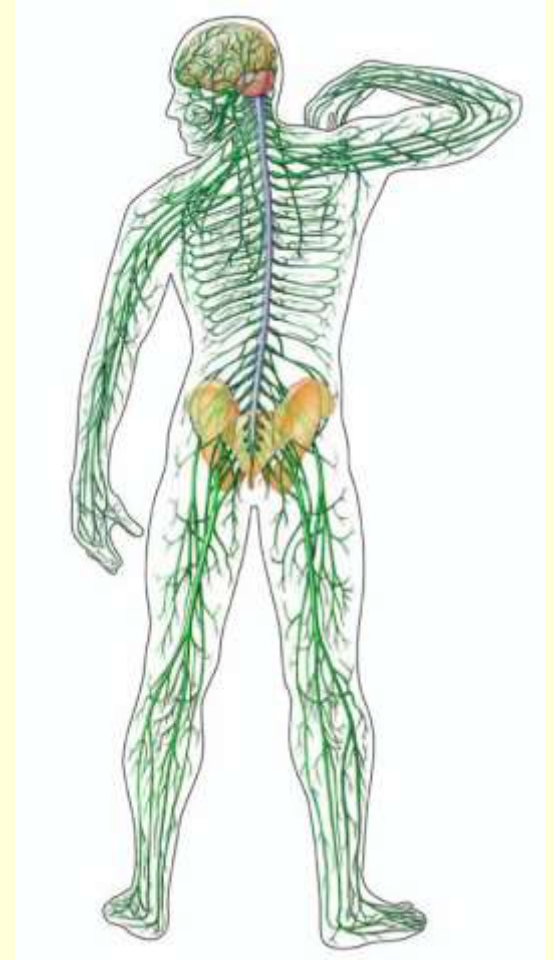
**Apprentissage et mémorisation
des « bons et mauvais coups »**

« La mémoire du passé n'est pas faite pour se souvenir du passé, elle est faite pour prévenir le futur.

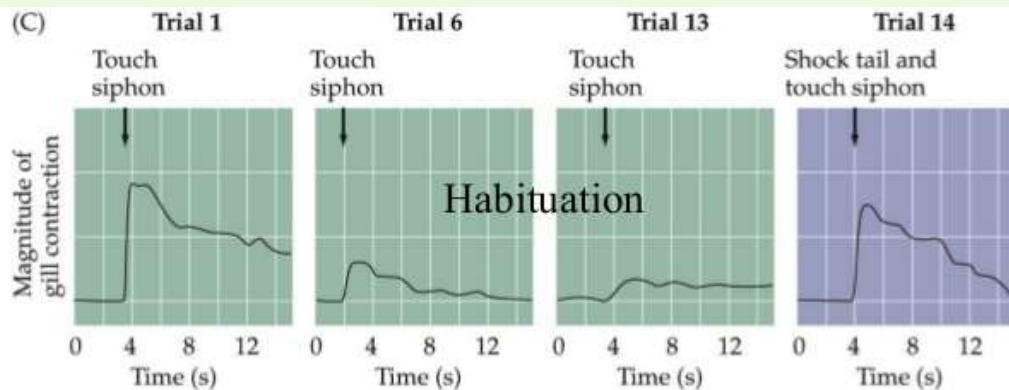
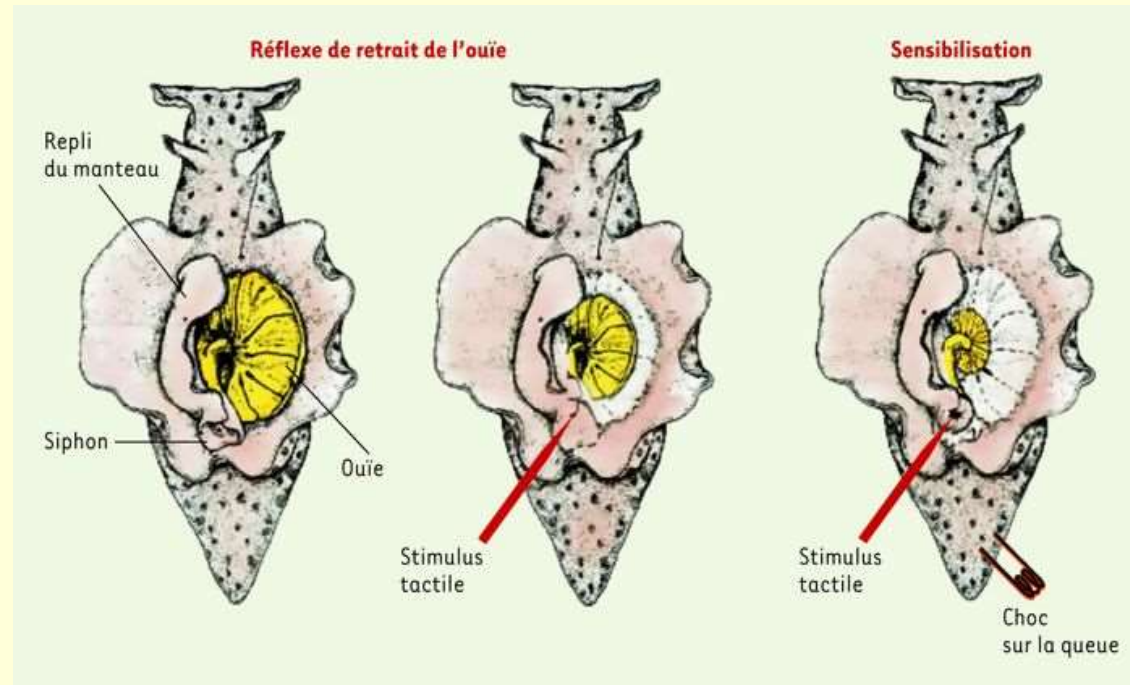
La mémoire est un instrument de **prédiction**. »

- Alain Berthoz

→ Pouvoir se souvenir de ses bons et mauvais coups amène un **avantage adaptatif** certain.

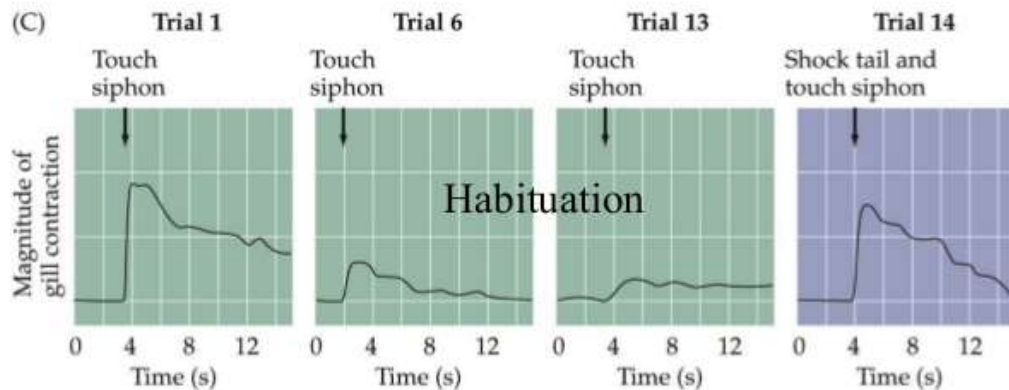
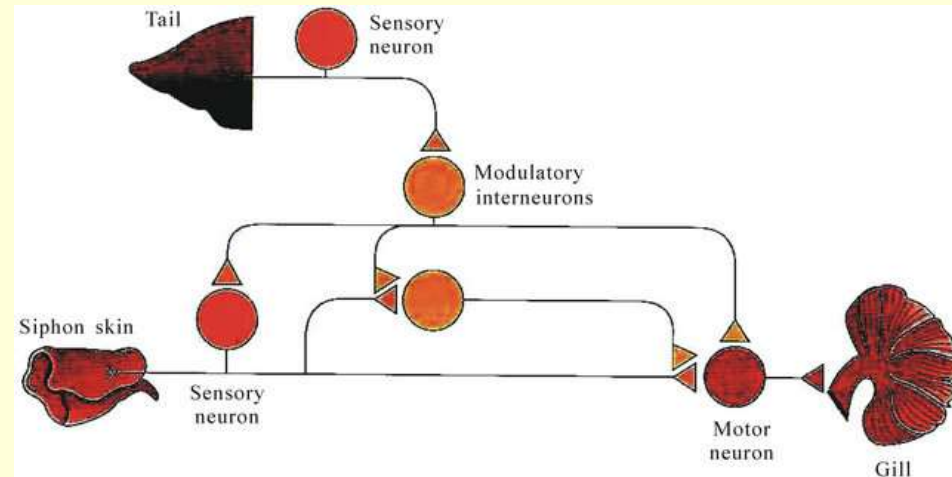
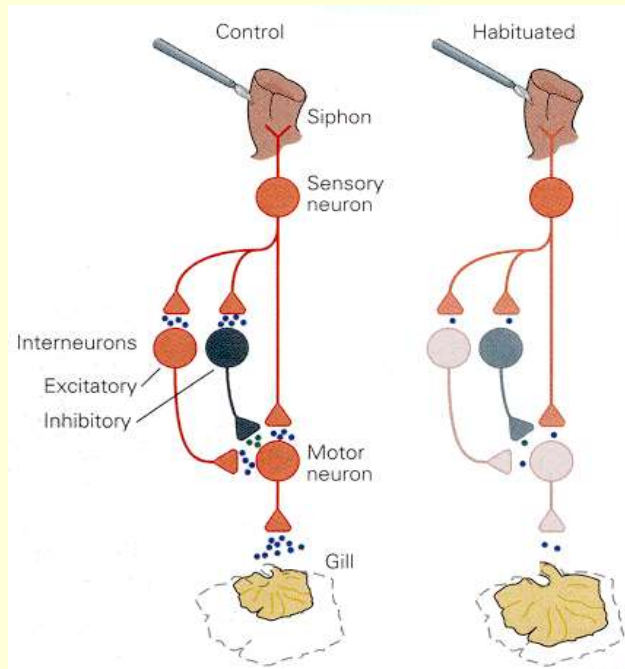


Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



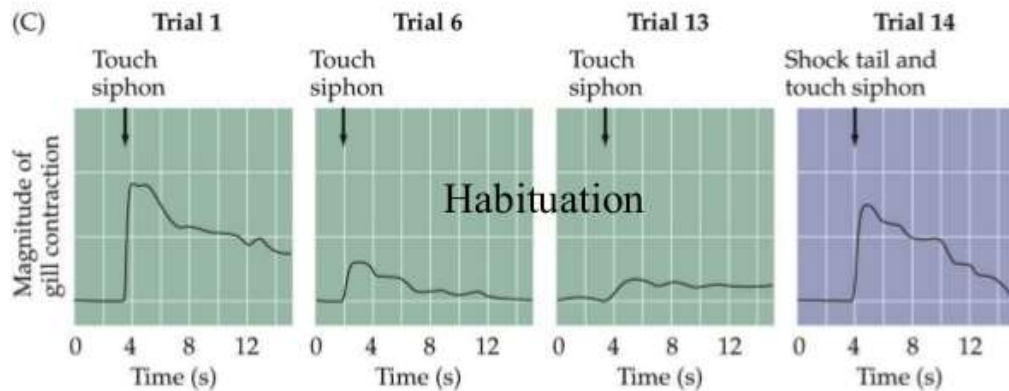
Sensibilisation

Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Sensibilisation

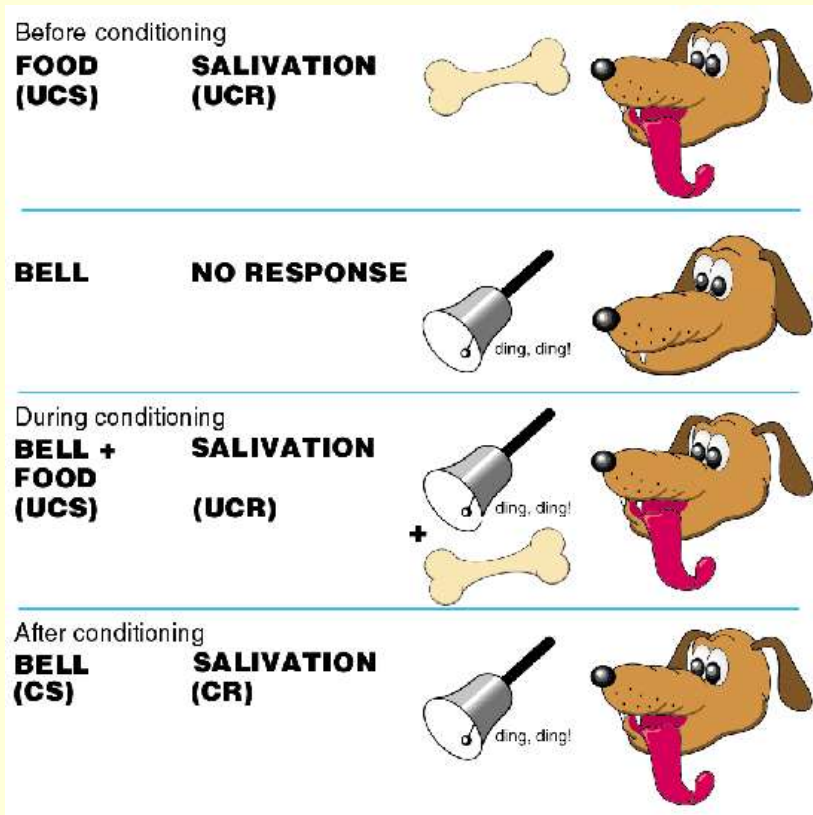
Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain !

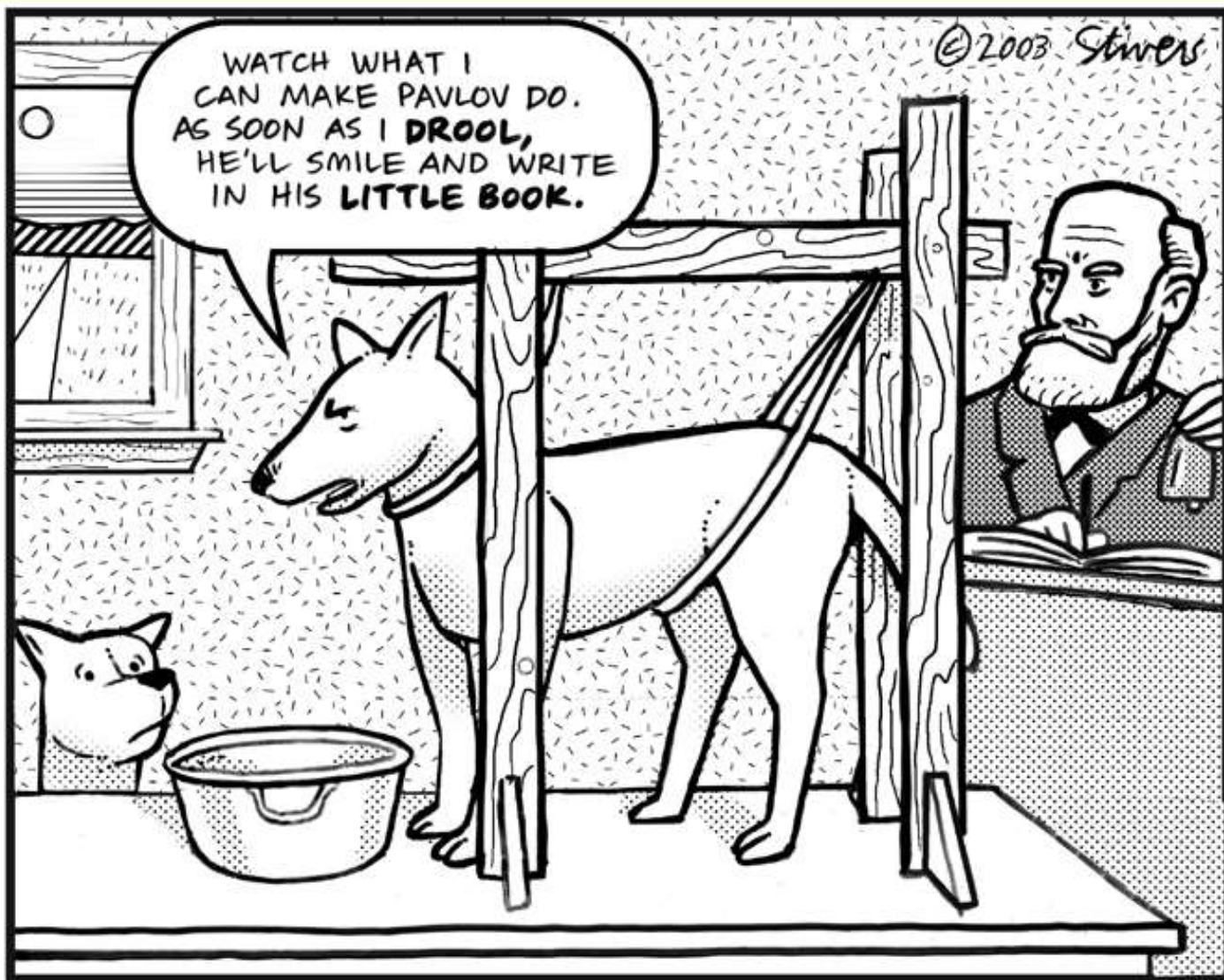


Sensibilisation

Tout comme d'autres formes d'apprentissage qui vont aussi
apparaître assez tôt dans l'évolution :

Le **conditionnement classique**,
où l'on apprend que 2 stimuli
sont associés.





**TOUS LES JOURS
JE LAVE MON CERVEAU
AVEC LA PUB**

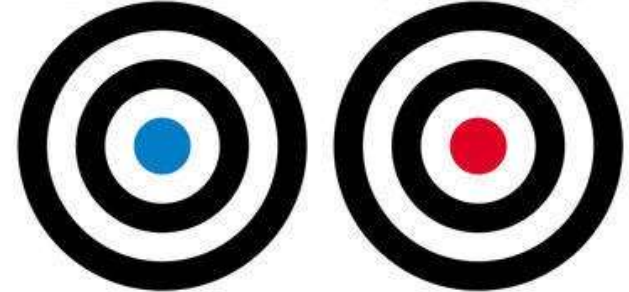


« Je suis effrayé par les automatismes qu'il est possible de créer à son insu dans le système nerveux d'un enfant.

Il lui faudra dans sa vie d'adulte une chance exceptionnelle pour s'évader de cette prison, s'il y parvient jamais. »

- Henri Laborit

**LES MÉDIAS VEILLENT
DORMEZ CITOYENS**





Éloge de la suite

autour d'Henri Laborit et d'autres parcours
qui l'ont croisé

À PROPOS
DU FILM

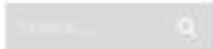


POURQUOI CE
FILM ?

FINANCEMENT

PERSONNAGES

BANDE-
ANNONCE



POURQUOI CE SITE ?

BIOGRAPHIES

LIVRES

ARTICLES

AUDIO

VIDÉO

PHOTOS

CITATIONS

CONTACT

LA SUITE... (INFLUENCES DEPUIS SON DÉCÈS EN 1995, ET PROJETS EN COURS)



LE FILM !

Découvrez le film « Sur les
traces d'Henri Laborit »
associé à ce site !

Publié le 21 novembre 2014 • Laisser un commentaire

Consultez les sections du menu en haut à droite de la page pour tout

DERNIÈRES PUBLICATIONS SUR LE SITE :

OÙ ÊTES-VOUS ?



LA SUITE... / LE FILM !

Sur les traces d'Henri
Laborit – Partie 2 :
Biologie

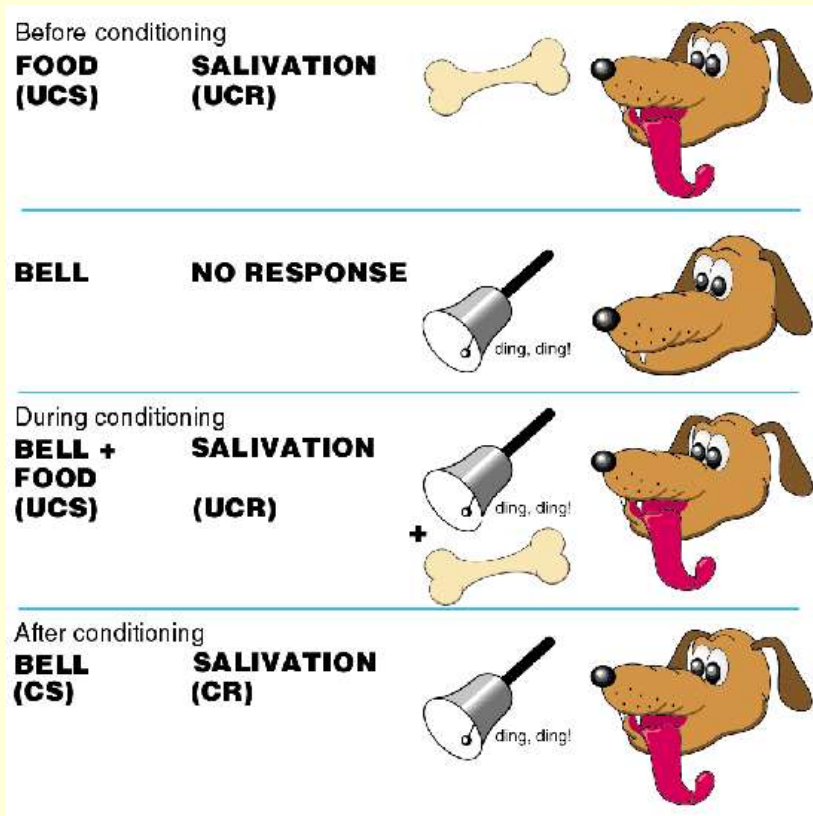
Vous êtes sur un site web qui tente de rassembler le plus de documents possible autour de l'œuvre d'Henri Laborit dans le but d'en faire profiter gratuitement le plus grand nombre. Un film en préparation sur des parcours qui ont croisé Laborit utilise également ce site comme vitrine.

www.elogedelasuite.net

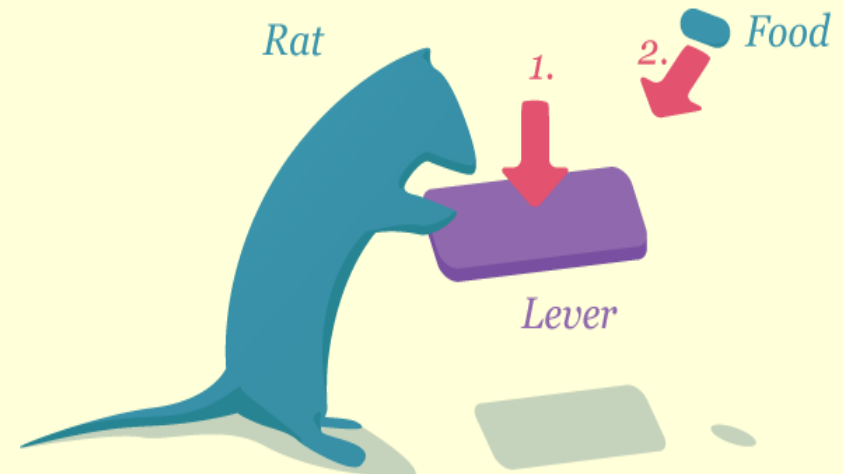
Né en 1914,
Henri Laborit
fut d'abord
chirurgien de
la marine
française où
il bouscula
plusieurs
concepts de
la médecine.

Tout comme d'autres formes d'apprentissage qui vont aussi **apparaître assez tôt dans l'évolution** :

Le **conditionnement classique**,
où l'on apprend que 2 stimuli
sont associés.

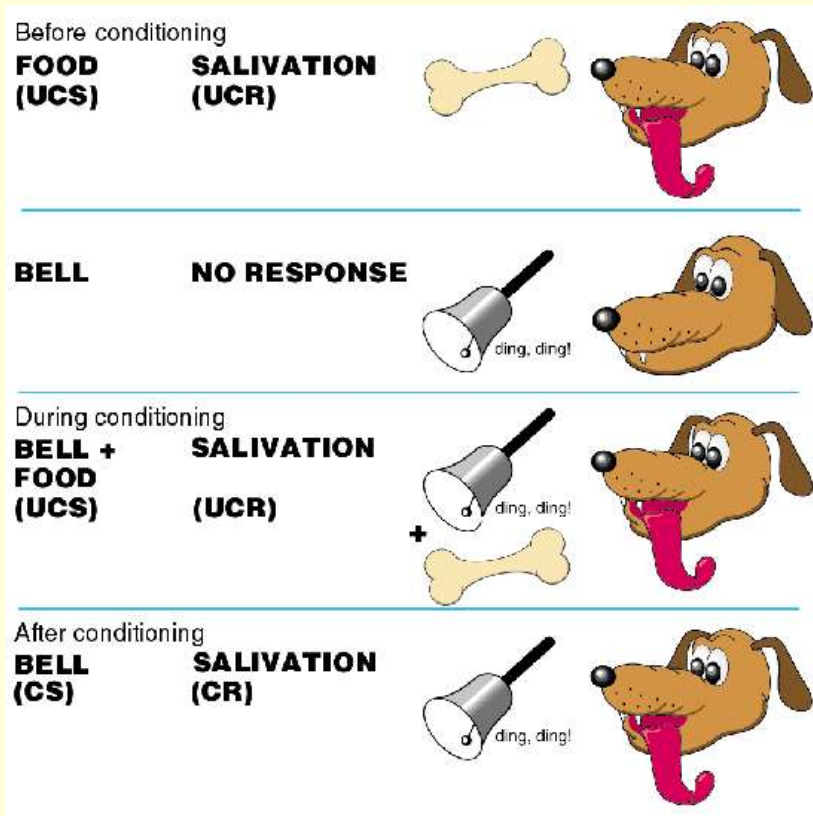


Le **conditionnement opérant**,
où l'on apprend qu'avoir tel
comportement amène une
récompense.



Et qui sont encore très importantes chez l'humain !

Le **conditionnement classique**,
où l'on apprend que 2 stimuli
sont associés.



Le **conditionnement opérant**,
où l'on apprend qu'avoir tel
comportement amène une
récompense.



Mémoire à long terme

« on apprend sans
s'en rendre compte »

Implicite (Non-déclarative)

Non associatives

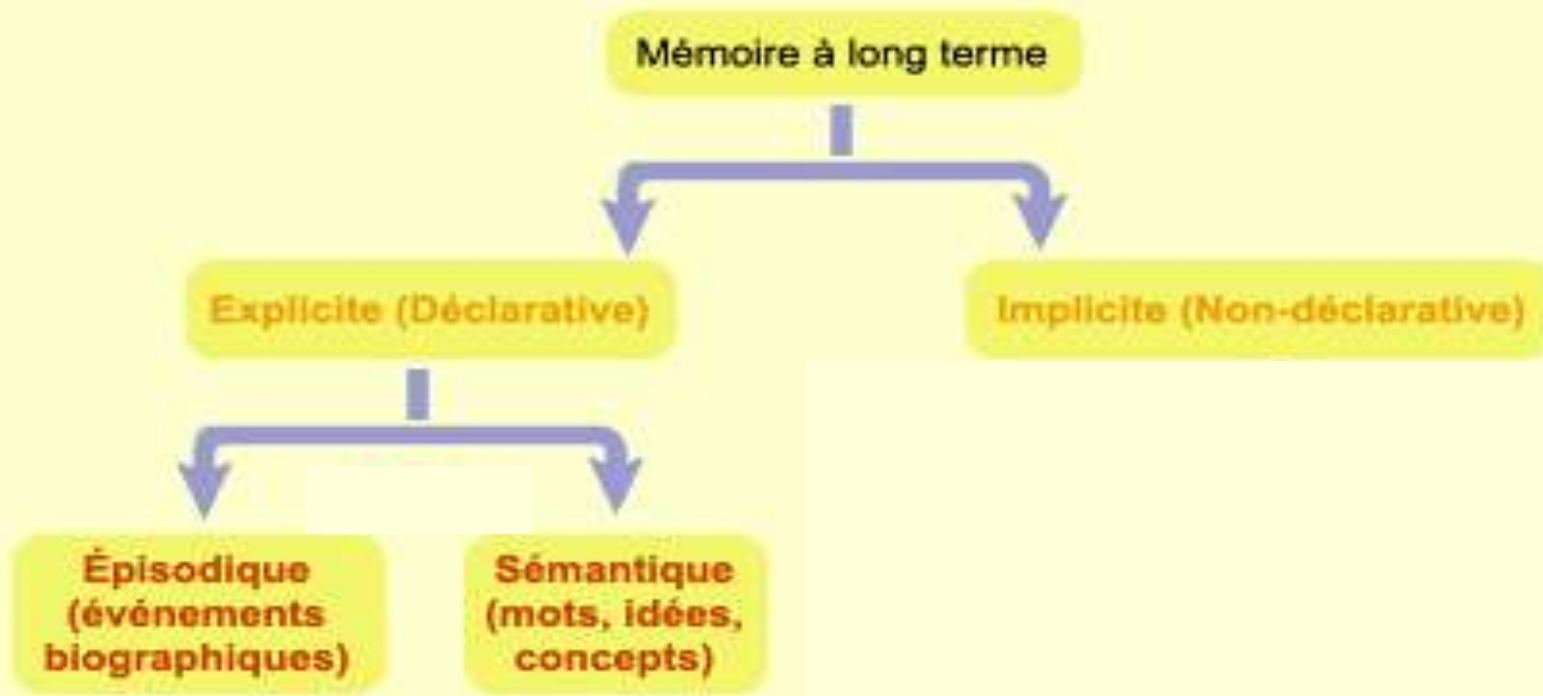
Habitude
Sensibilisation

Associatives

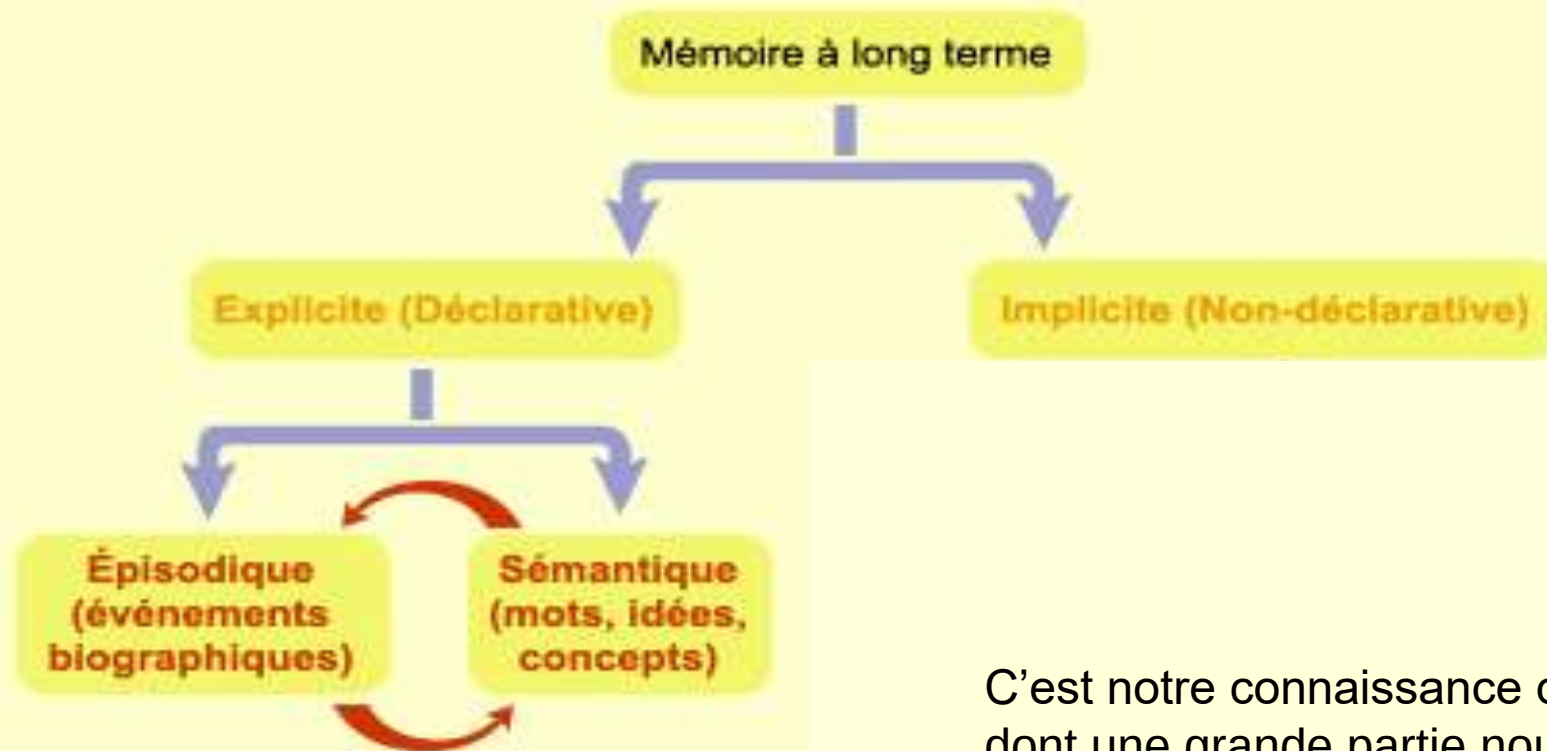
Conditionnement
classique et opérant

Procédurale
(habiletés)





On est l'acteur des événements
qui sont mémorisés avec tout leur contexte et leur charge émotionnelle.



C'est notre connaissance du monde dont une grande partie nous est accessible rapidement et sans effort.

La mère de Toto

Elle devient indépendante du contexte spatio-temporel de son acquisition.

L'oubli, mécanisme clé de la mémoire

http://www.lemonde.fr/sciences/article/2017/08/21/l-oubli-mecanisme-cle-de-la-memoire_5174858_1650684.html

21/08/2017

Une « bonne mémoire »
doit **parvenir à effacer l'accessoire, le superflu, les détails.**

Cet oubli « positif » nous permet
de **forger des concepts, des catégories et des analogies** [séance #7 !]

et d'adapter nos comportements aux **situations nouvelles.**

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

22 janvier 2019

Pourquoi l'oubli peut vous sauver la vie

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2019/01/22/7844/>

“La mémoire est un instrument
de **prédiction.**” - Alain Berthoz



A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

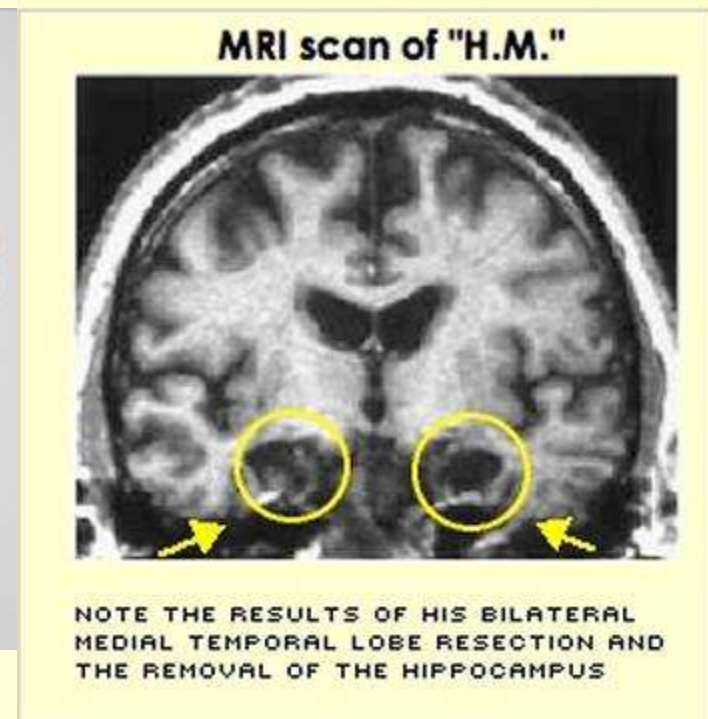
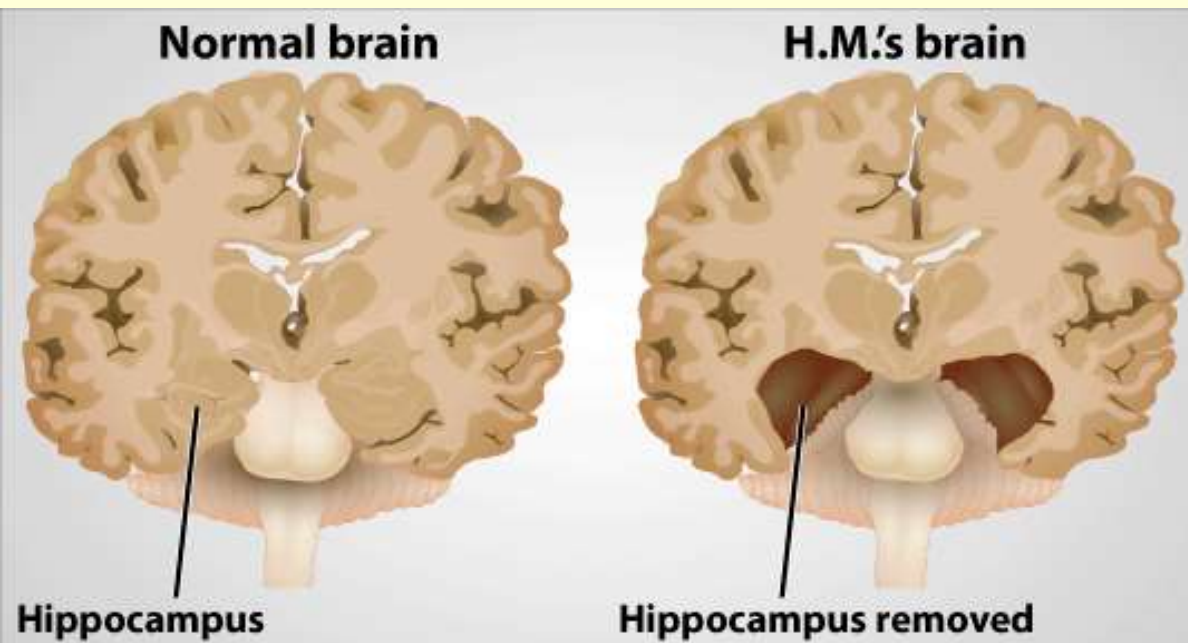
Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir

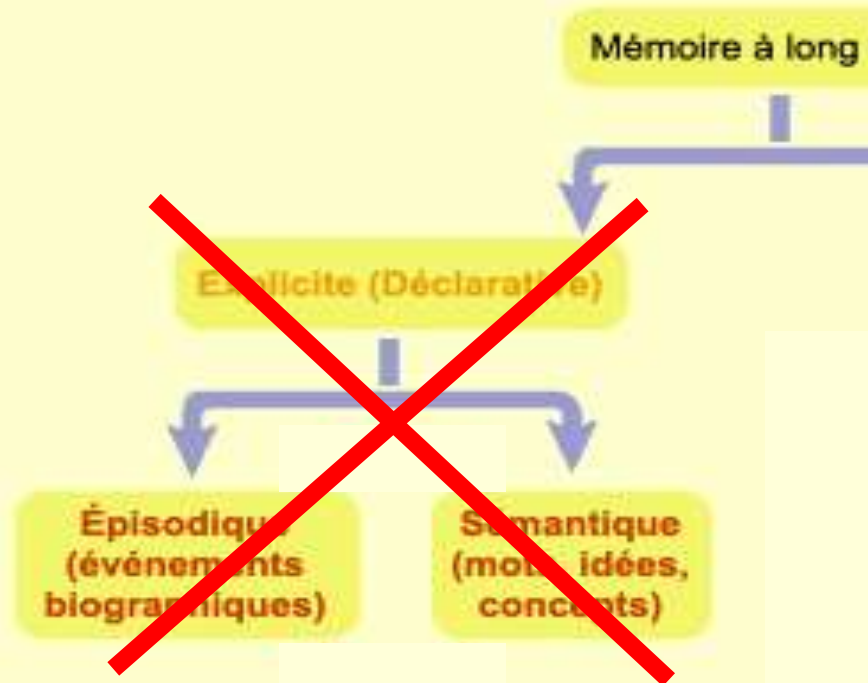


La personne ayant probablement contribué plus que quiconque à notre compréhension de la mémoire humaine (décédé en décembre 2008 à l'âge de 82 ans).

Henry Molaison (le fameux « patient H.M. ») était un jeune épileptique auquel on avait enlevé en 1953, à l'âge de 27 ans, les deux **hippocampes** cérébraux pour diminuer ses graves crises d'épilepsie.



L'opération fut un succès pour contrôler l'épilepsie mais eut un effet secondaire imprévu : **H.M. avait perdu la capacité de retenir de nouvelles informations sur sa vie ou sur le monde** (mémoire déclarative).

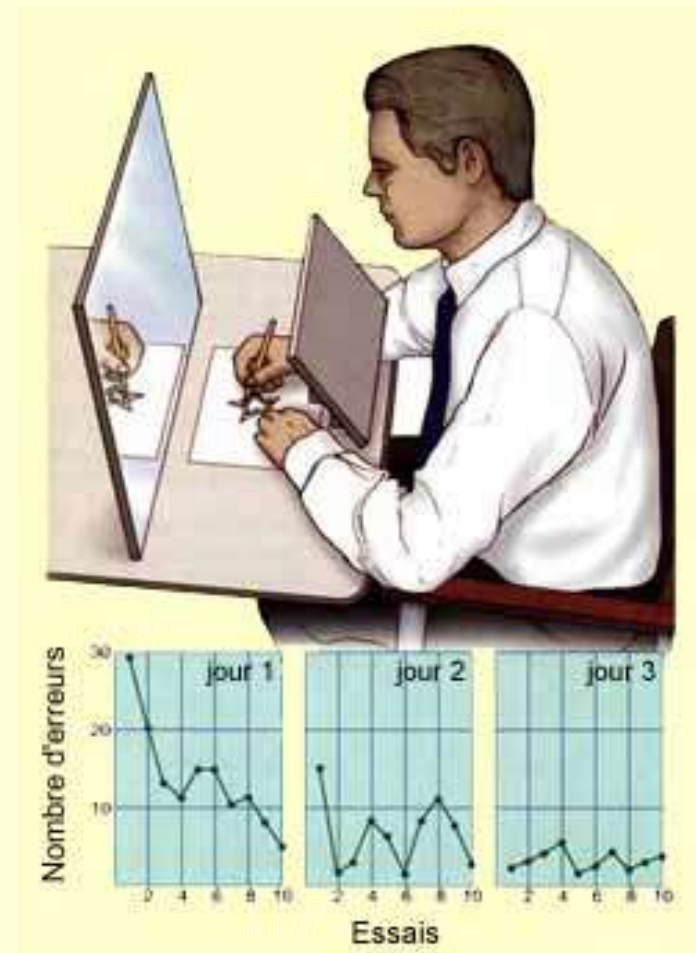


L'opération fut un succès pour contrôler l'épilepsie mais eut un effet secondaire imprévu : **H.M. avait perdu la capacité de retenir de nouvelles informations sur sa vie ou sur le monde** (mémoire déclarative).

Mais...



La **mémoire procédurale**, faite d'automatismes sensorimoteurs inconscients, **était préservée**, ce qui suggérait des voies nerveuses différentes.



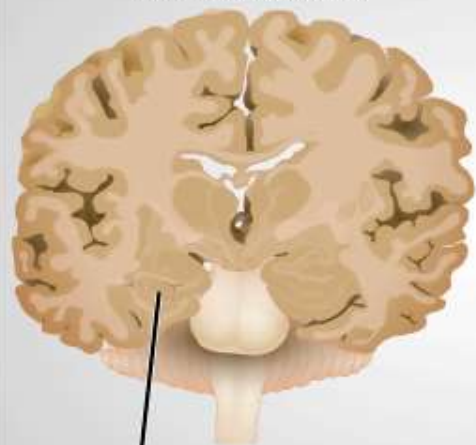
Mémoire à long terme

~~Explicite (Déclarative)~~

~~Épisodique
(événements
biographiques)~~

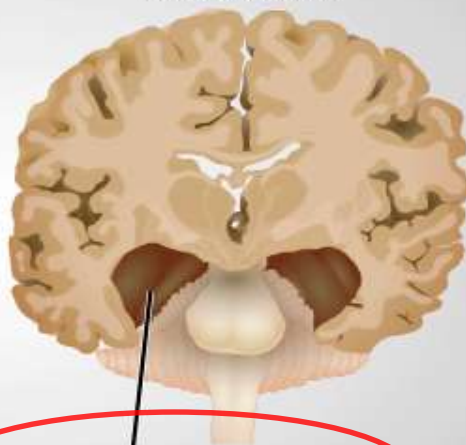
~~Sémantique
(mots, idées,
concepts)~~

Normal brain



Hippocampus

H.M.'s brain

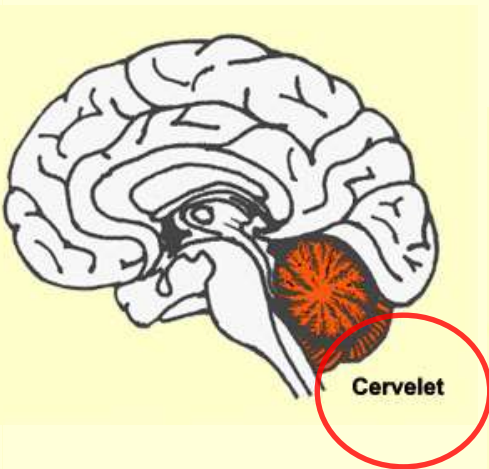


Hippocampus removed

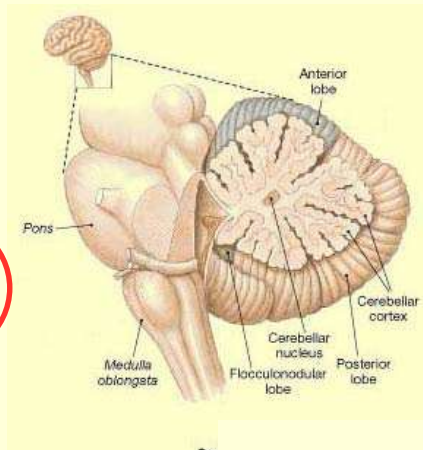
Mémoire à long terme

Implicite (Non-déclarative)

Procédurale
(habiletés)



Cervelet



noyau caudé

thalamus
noyau ventral antérieur
noyau ventrolatéral

putamen

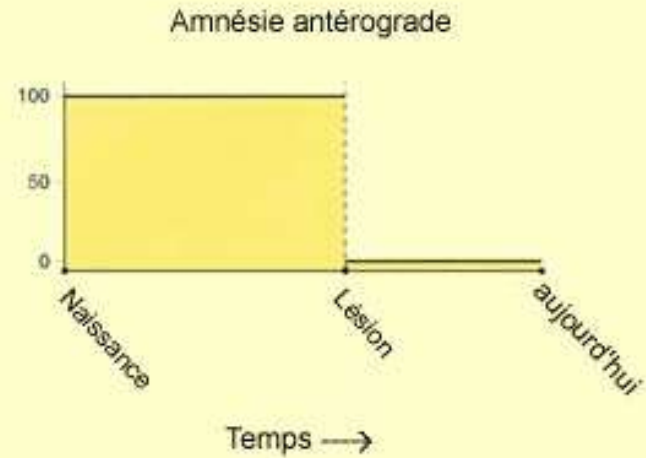
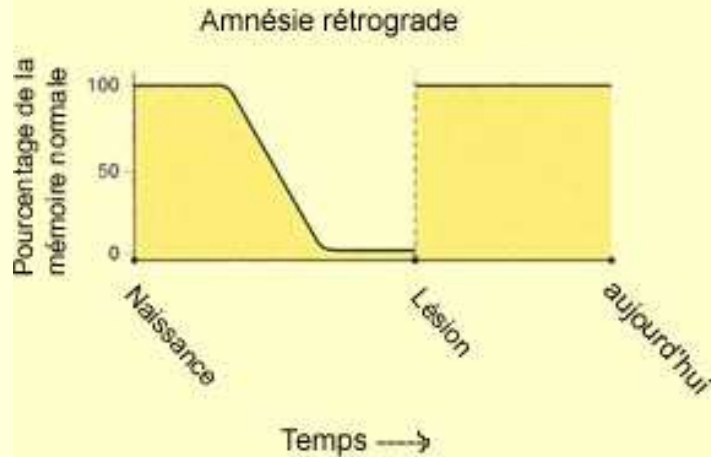
globus pallidus
division externe
division interne

noyau sous-thalamique

télencéphale

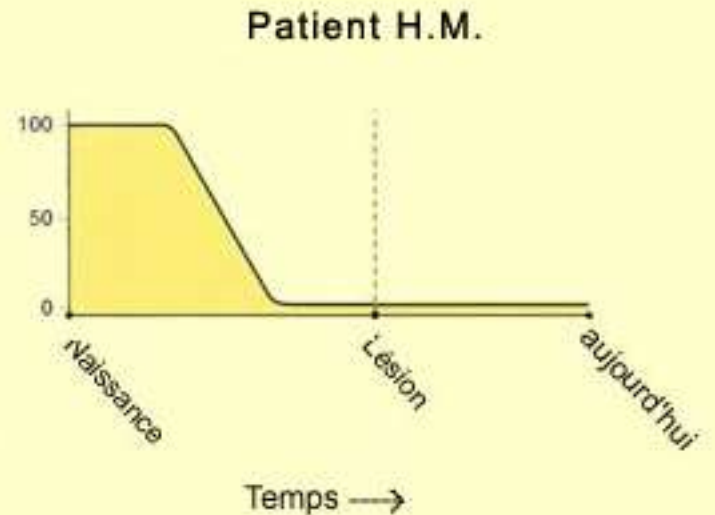
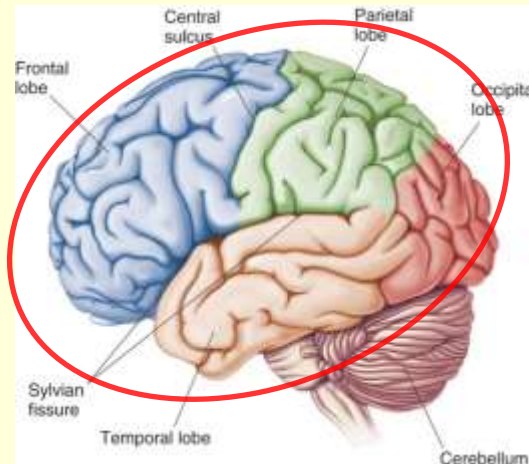
- En plus de cette amnésie « antérograde », H.M. avait une amnésie « **rétrograde** » **graduelle** (avait oublié ce qui s'était passé avant l'opération, mais avait gardé ses souvenirs anciens, d'enfance, etc.)





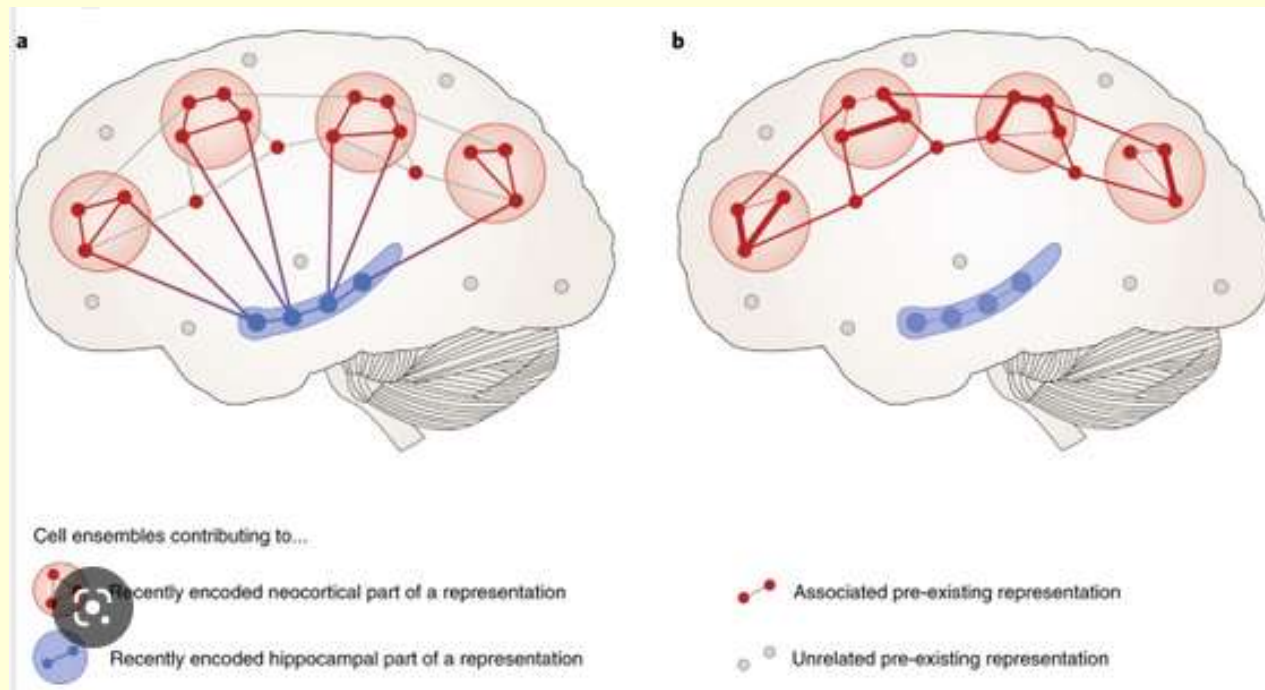
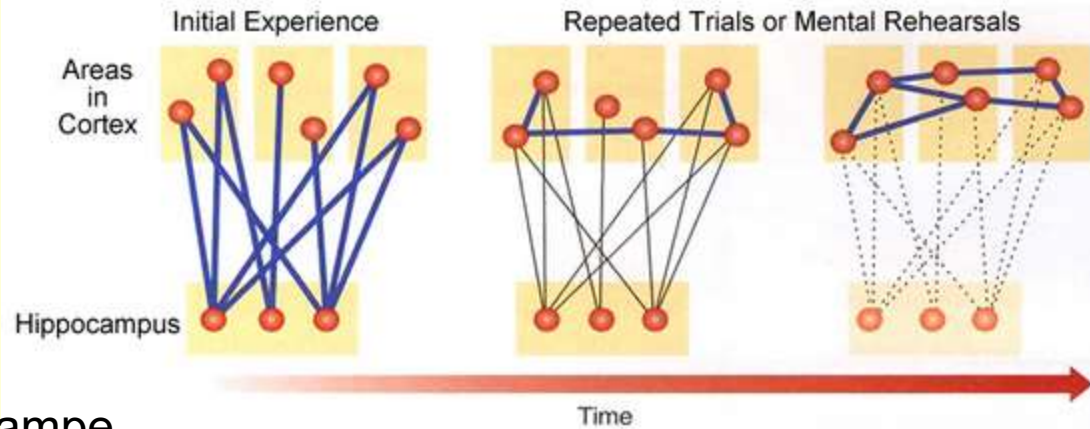
Les très vieux
souvenirs semblent
pouvoir se passer de
l'hippocampe,

comme si la trace
pouvait être
transférée au
cortex...



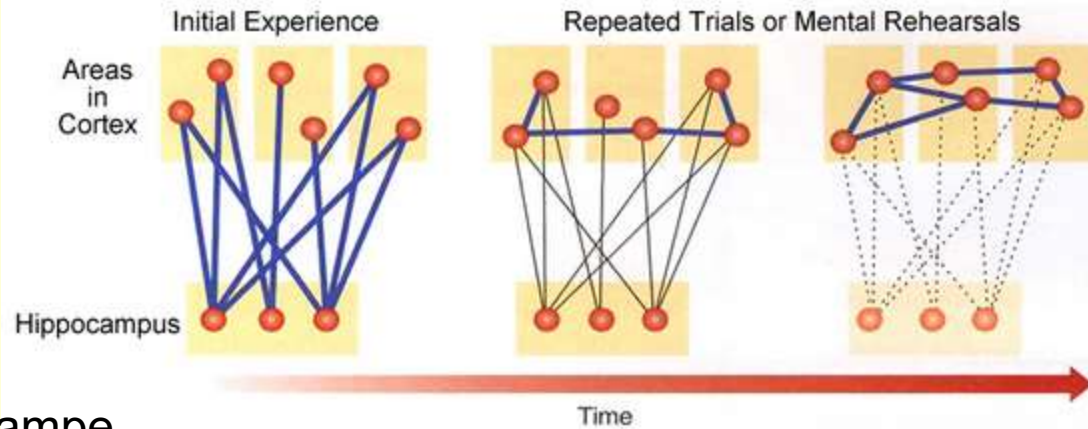
Le « modèle de la consolidation standard »

- Les souvenirs sont formés en premier dans l'hippocampe
- Avec le temps, ils se transfèrent dans le cortex
- Donc rôle **transitoire** de l'hippocampe



Le « modèle de la consolidation standard »

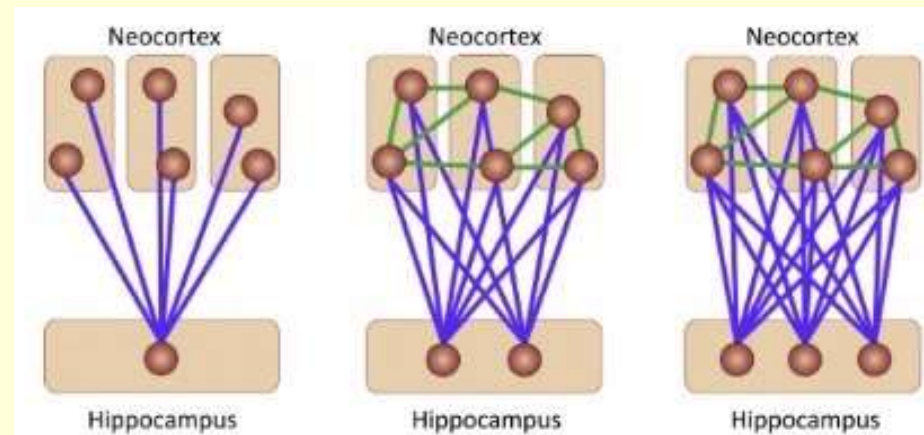
- Les souvenirs sont formés en premier dans l'hippocampe
- Avec le temps, ils se transfèrent dans le cortex
- Donc rôle **transitoire** de l'hippocampe



La « théorie des traces multiples » (« multiple memory trace theory »)

→ Depuis 20 ans, suite à des études de lésions causant des amnésies...

- Les souvenirs sont encore formés en premier dans l'hippocampe
- Mais seulement les souvenirs **sémantiques** seront encodés dans le **cortex** (et + de réactivations = + d'index créés dans l'hippocampe)



- L'hippocampe serait toujours nécessaire pour le rappel d'un souvenir **épisodique**, contrairement à la théorie standard, et ce, peu importe l'âge de ce souvenir.

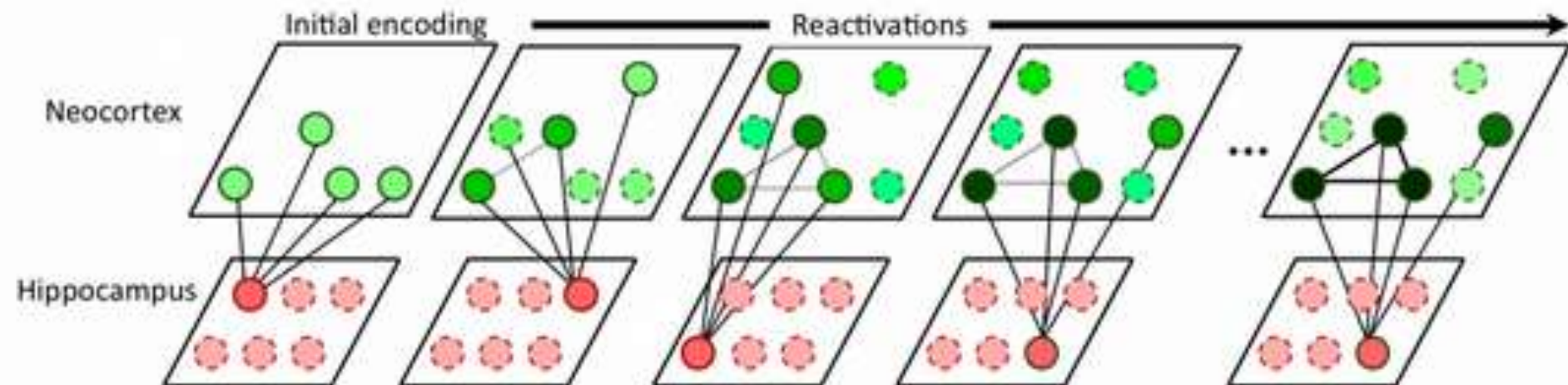
La théorie des traces compétitives

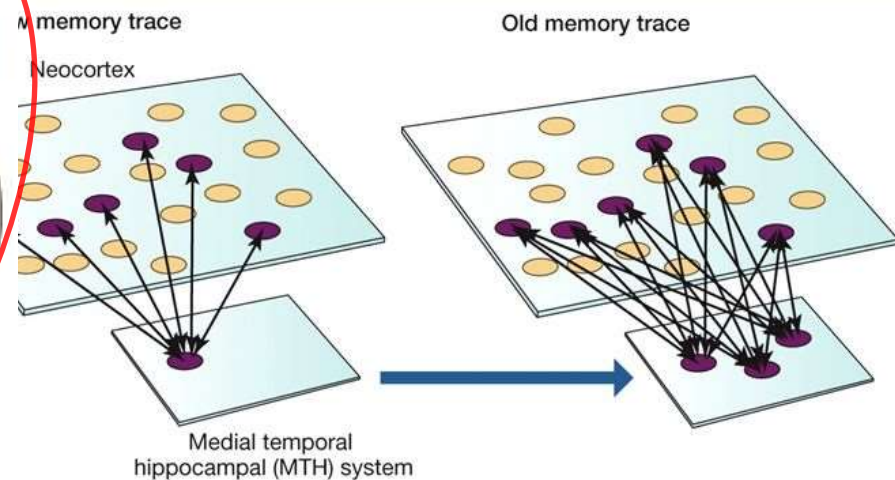
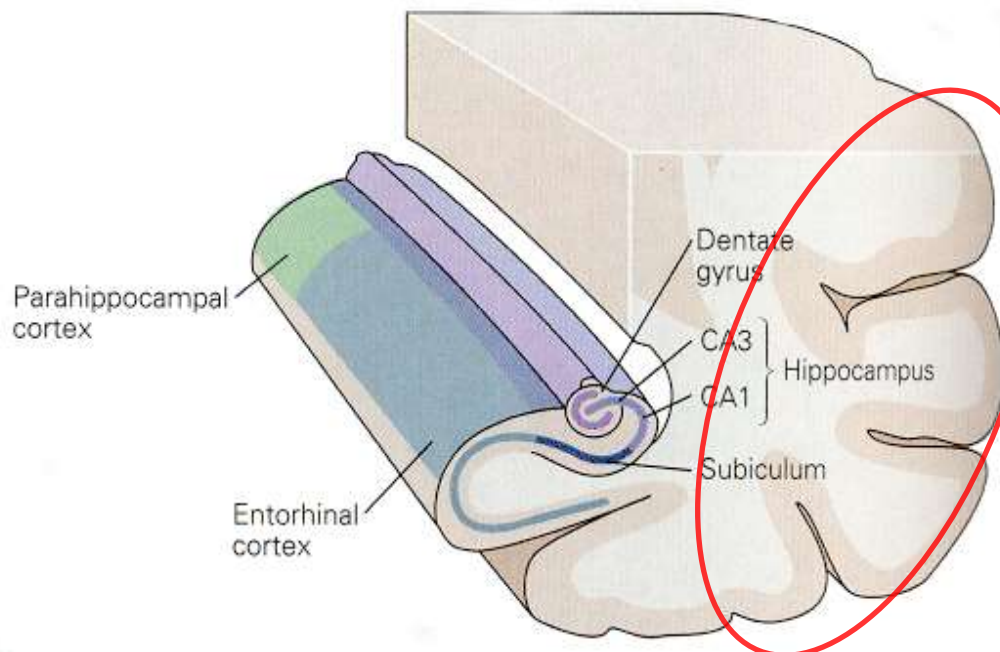
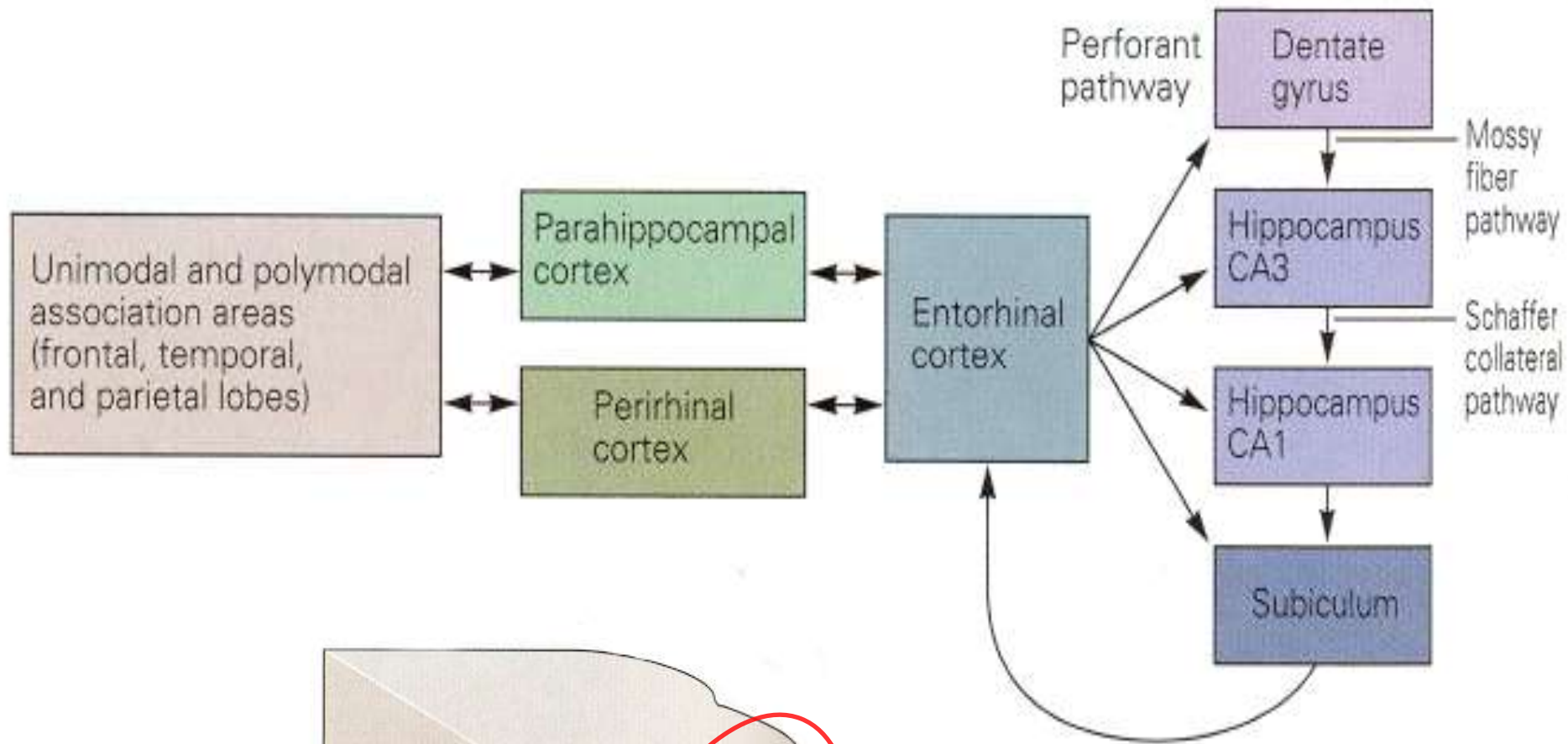
Considère la distinction entre souvenirs épisodiques et sémantiques comme **trop tranchée et simpliste**.

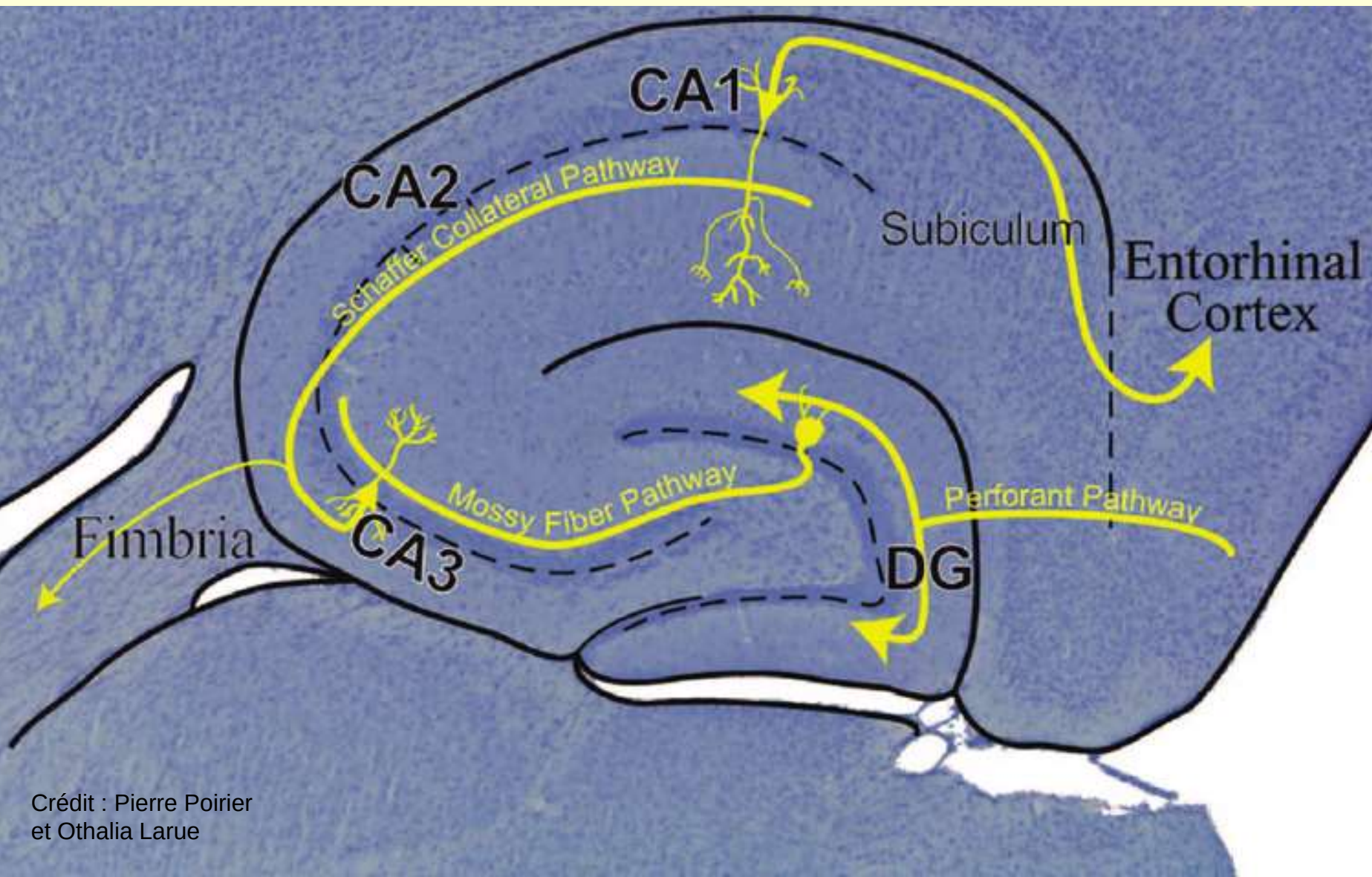
Envisage plutôt la fonction de l'hippocampe, quand on se rappelle de quelque chose, **comme en étant une de « recontextualisation »**.

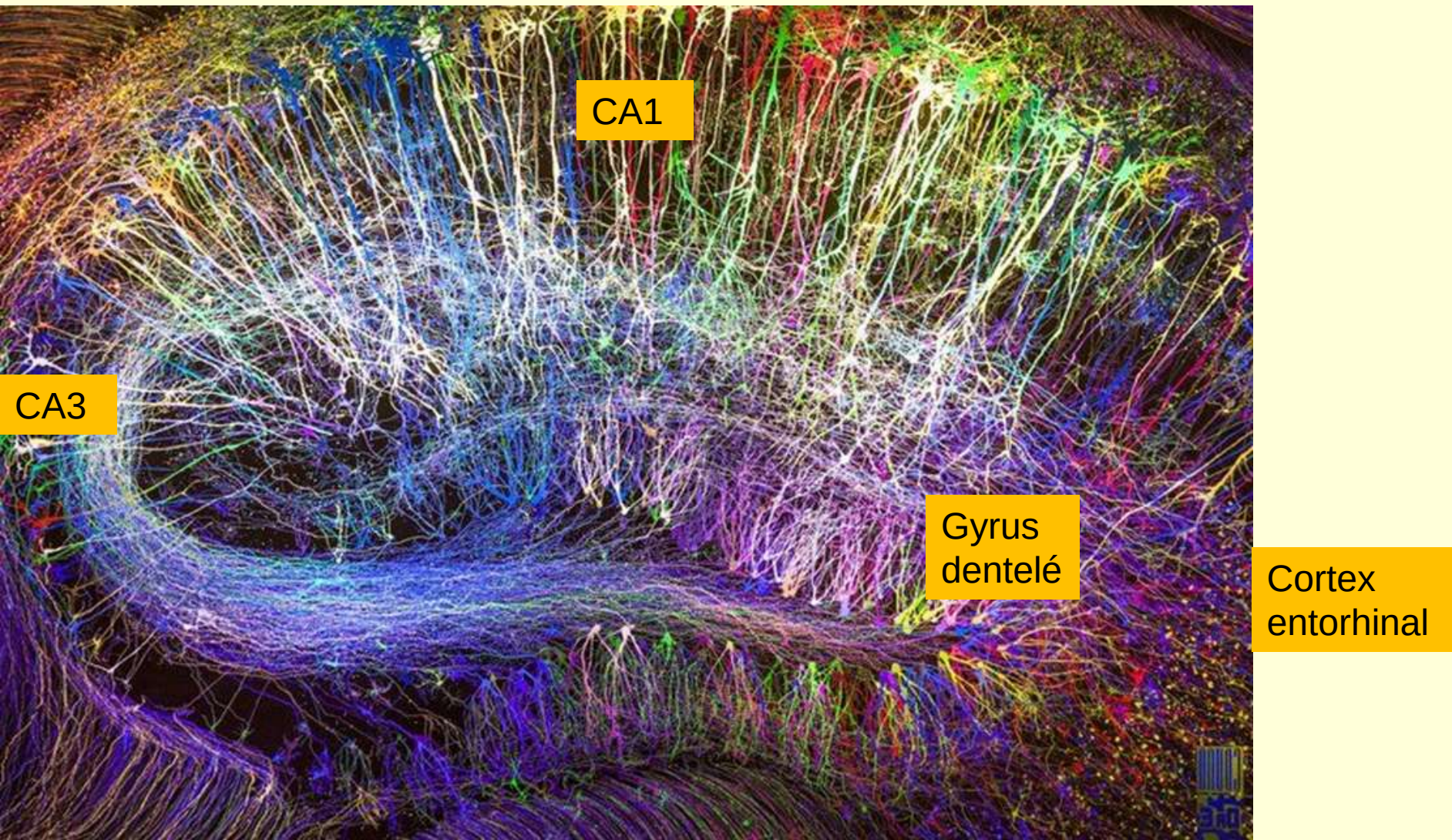
Chaque fois qu'on se rappelle un souvenir, l'hippocampe le réencoderait dans le cortex de manière similaire **mais non identique**.

Avec le temps, le rappel répété d'un souvenir dans différents contextes produit entre les engrammes corticaux correspondant une « **interférence compétitive** », phénomène qui va solidifier à la longue ce qui constitue le **cœur de cet engramme** au détriment de ses régions plus variables.









Coloration « **Brainbow** »

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

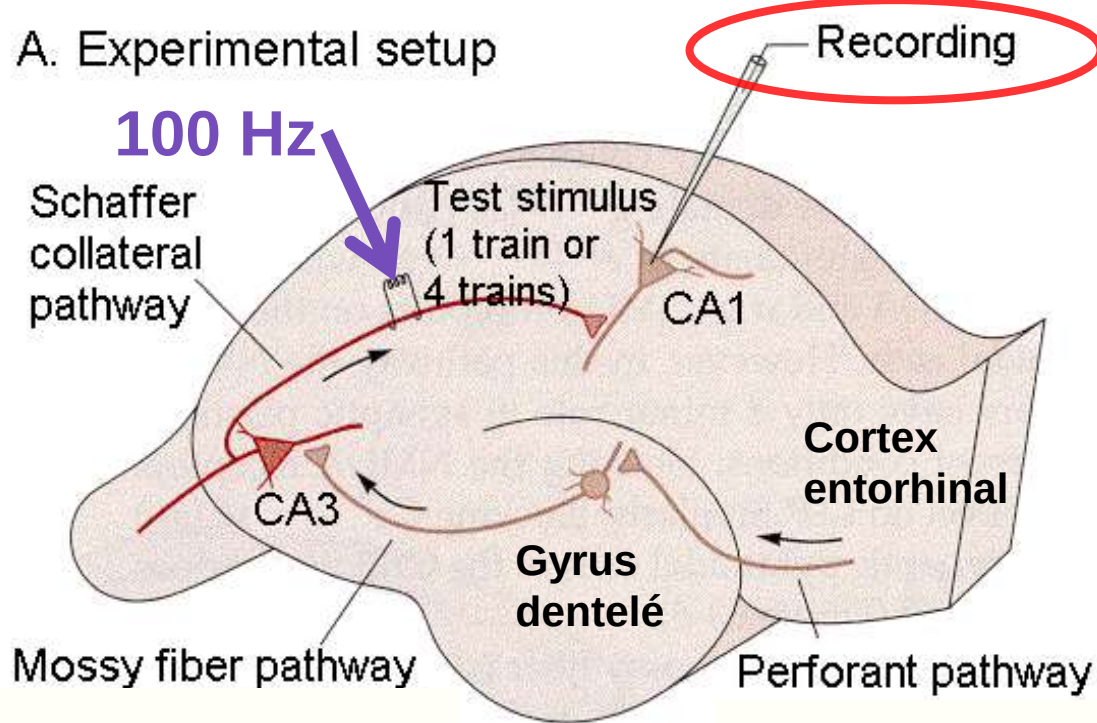
Évolution des différents types de mémoire

L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir

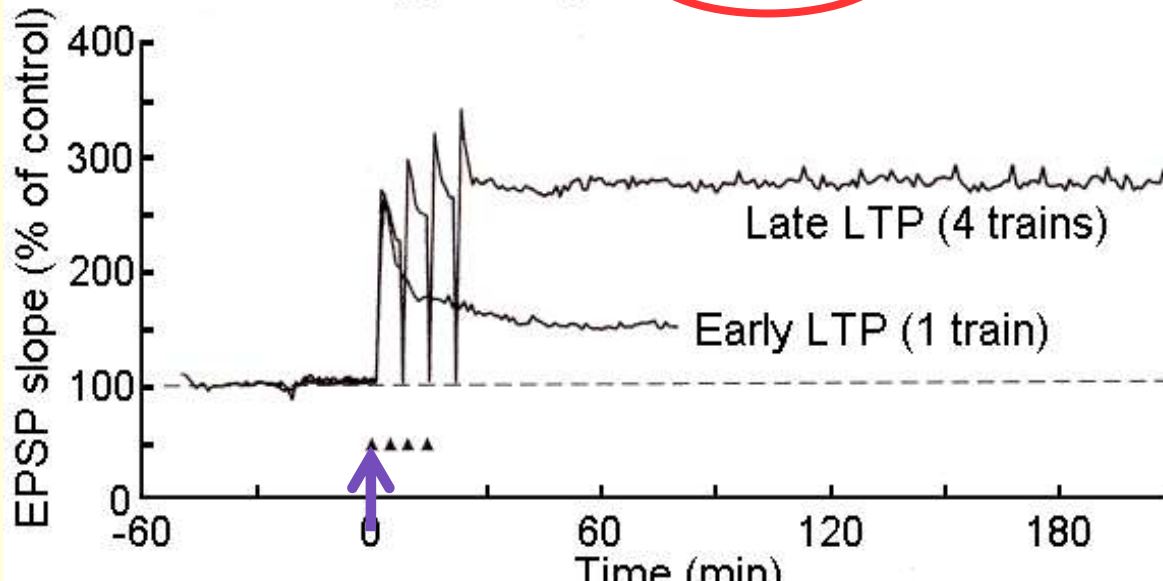
A. Experimental setup



En **1973**,
on a découvert dans
les neurones de
l'hippocampe un
phénomène qu'on
appelle la
**potentialisation à long
terme (PLT)**

en stimulant à haute-
fréquence les
collatérales de Schaffer

B. LTP in the hippocampus CA1 area

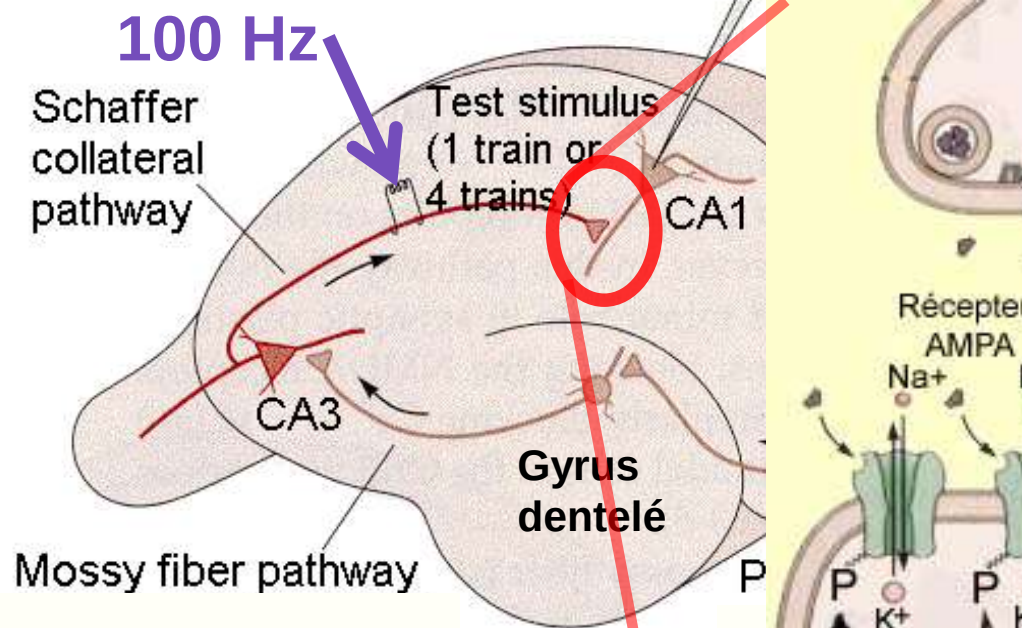


Video : Neuroscience –
Long-Term Potentiation
Carleton University

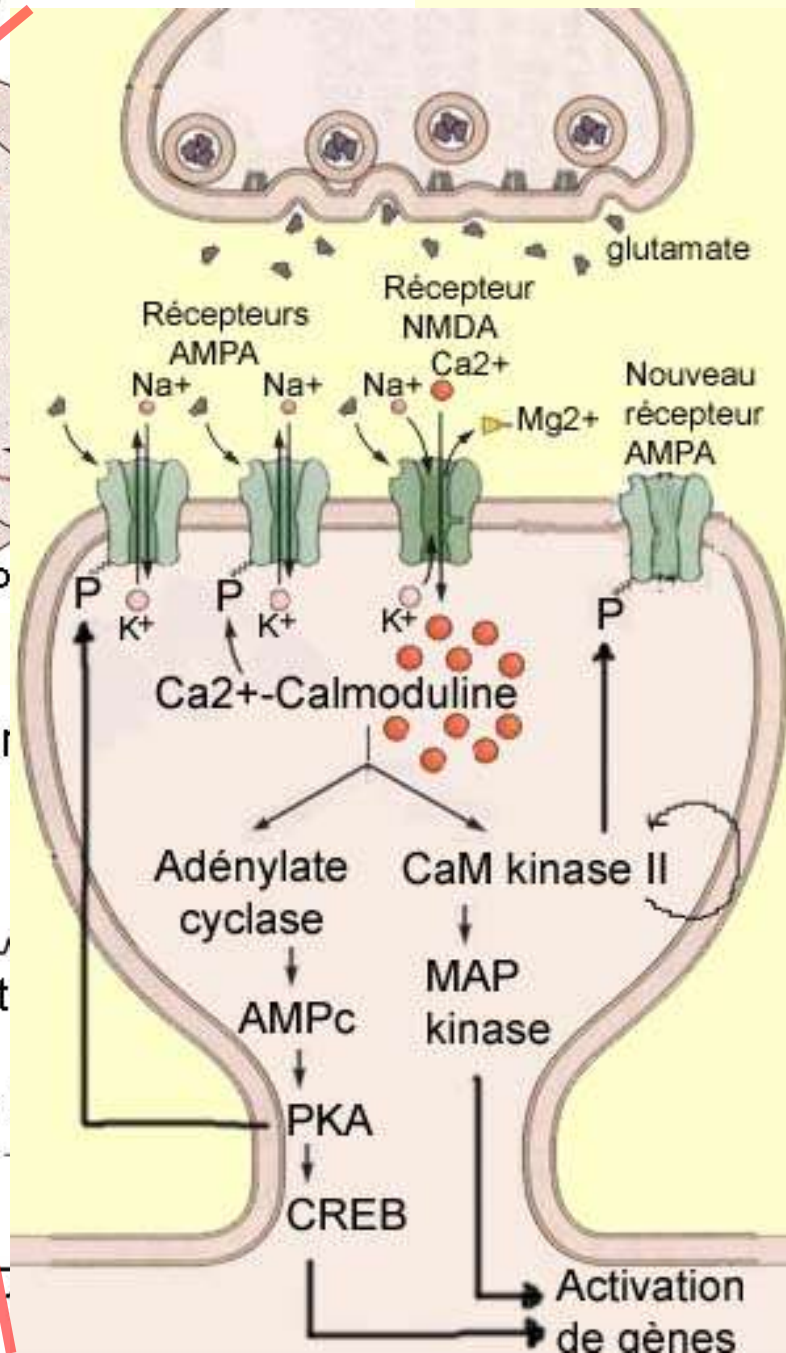
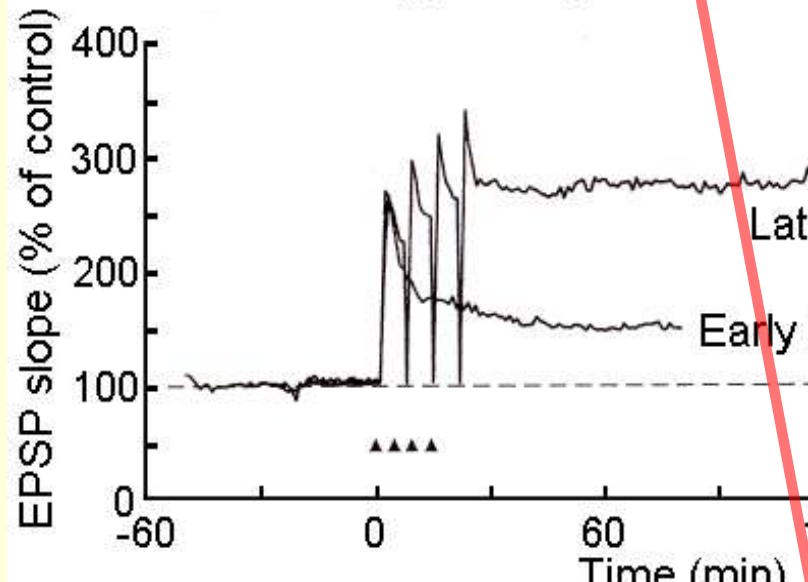
https://www.youtube.com/watch?v=vso9jgfpI_c

2:40 à 6:30

A. Experimental setup

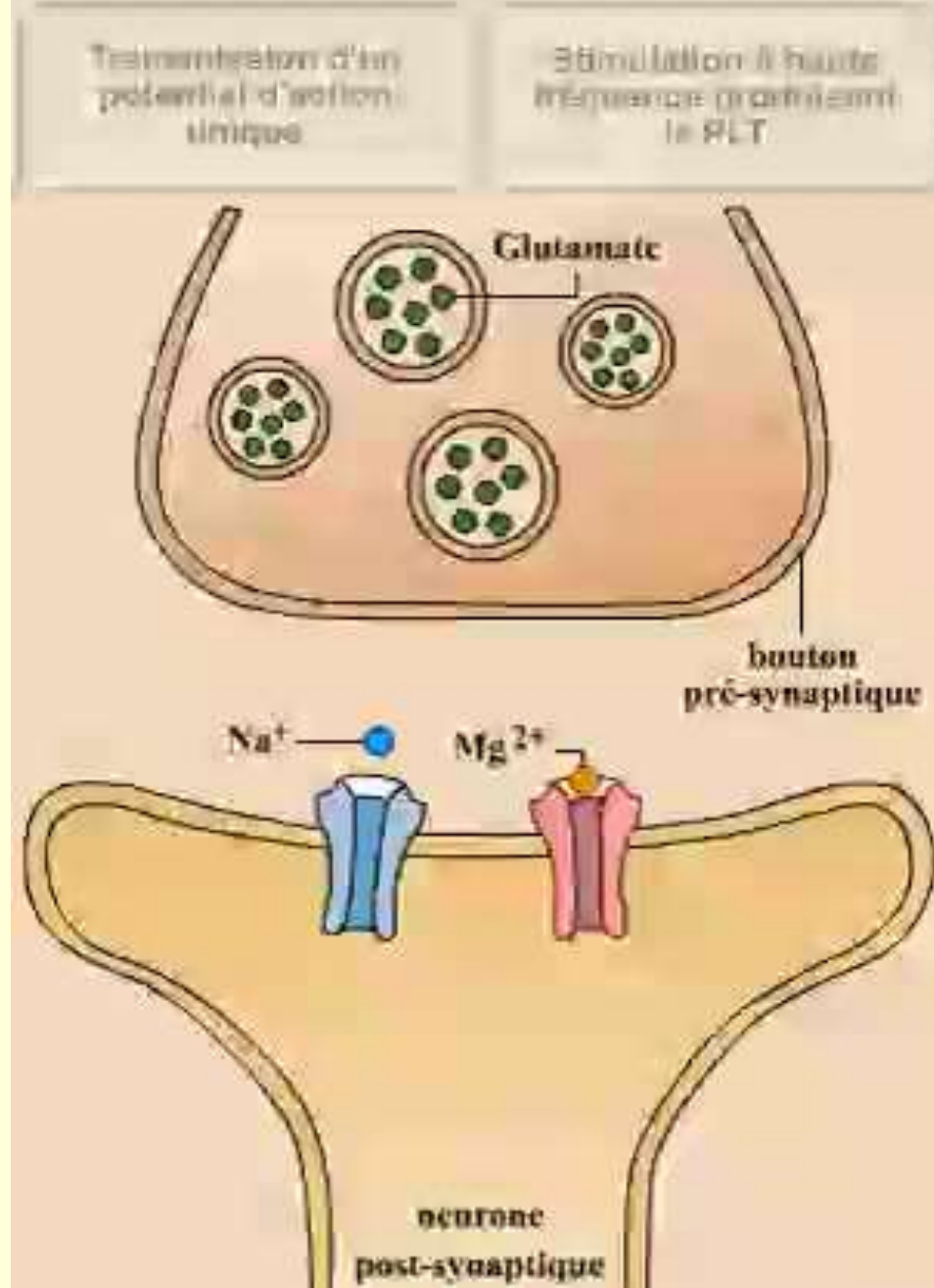


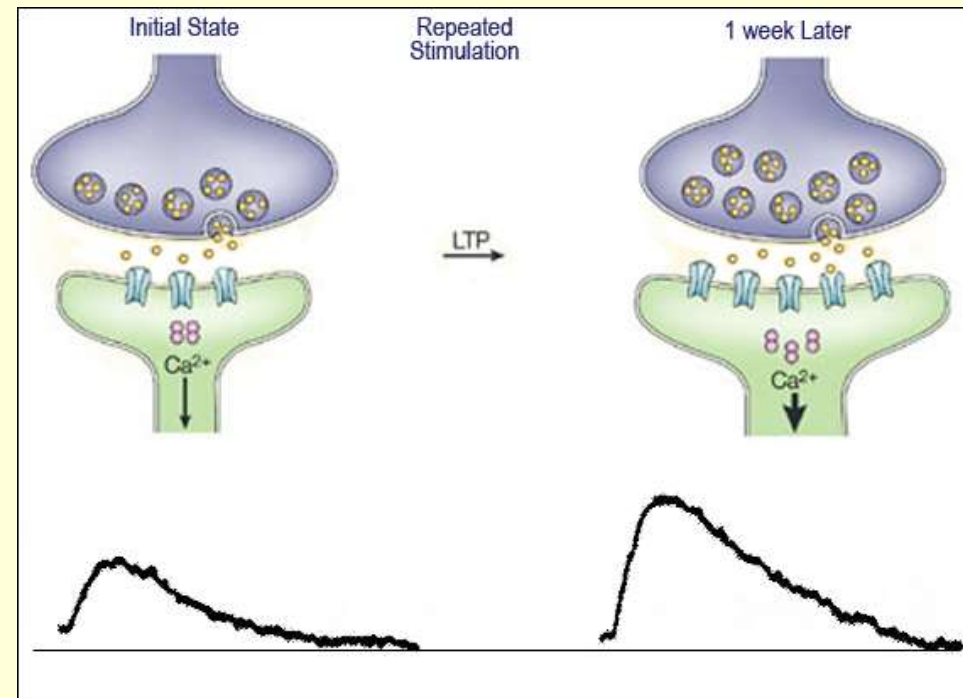
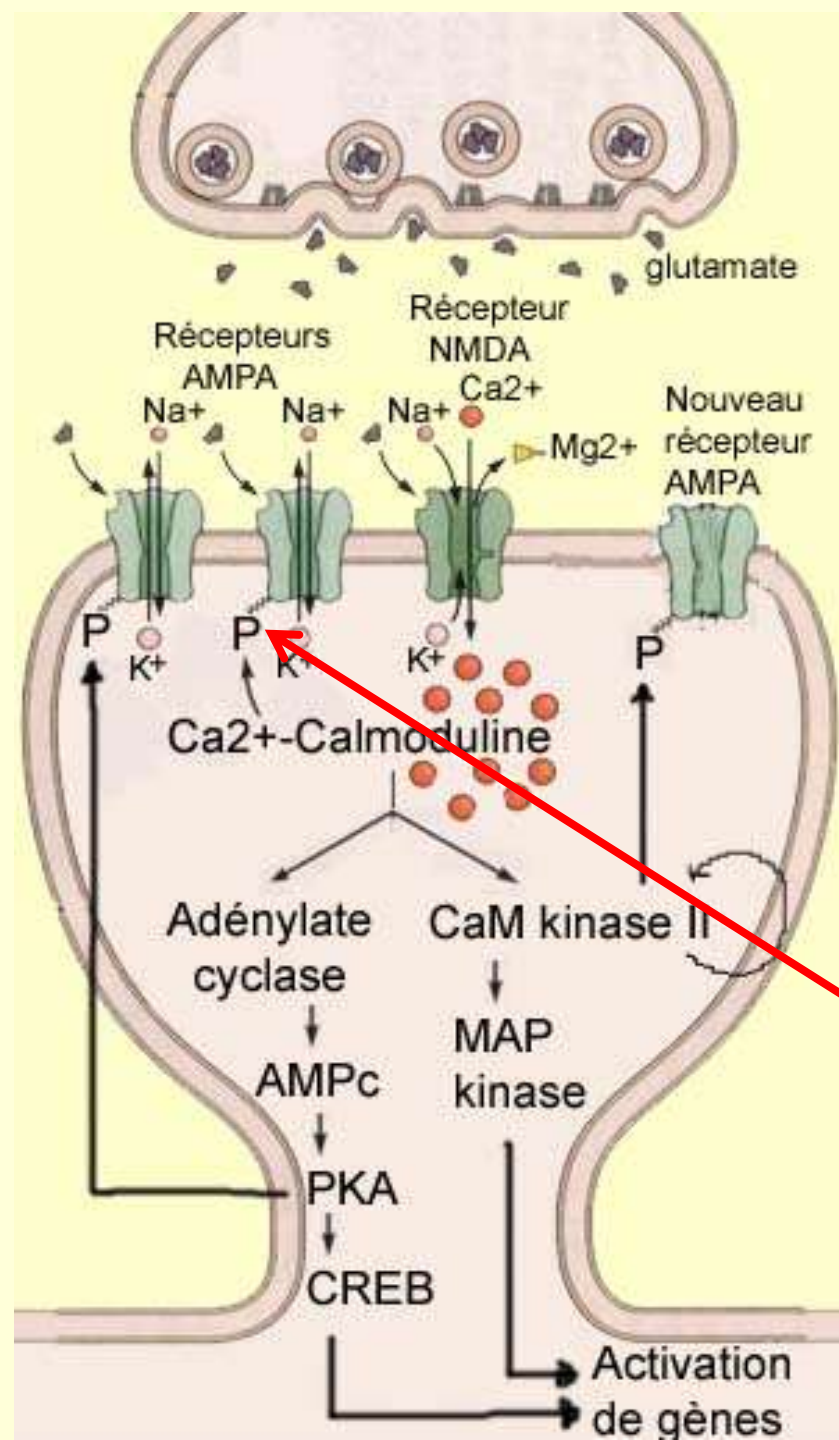
B. LTP in the hippocampus CA1 area



PLT : un des phénomènes de plasticité à la base de l'apprentissage

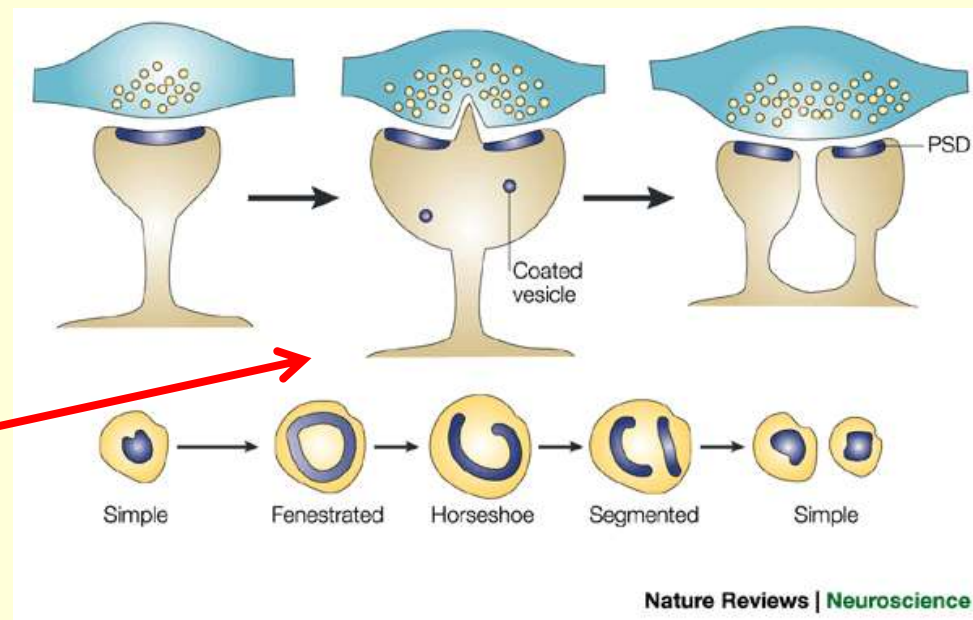
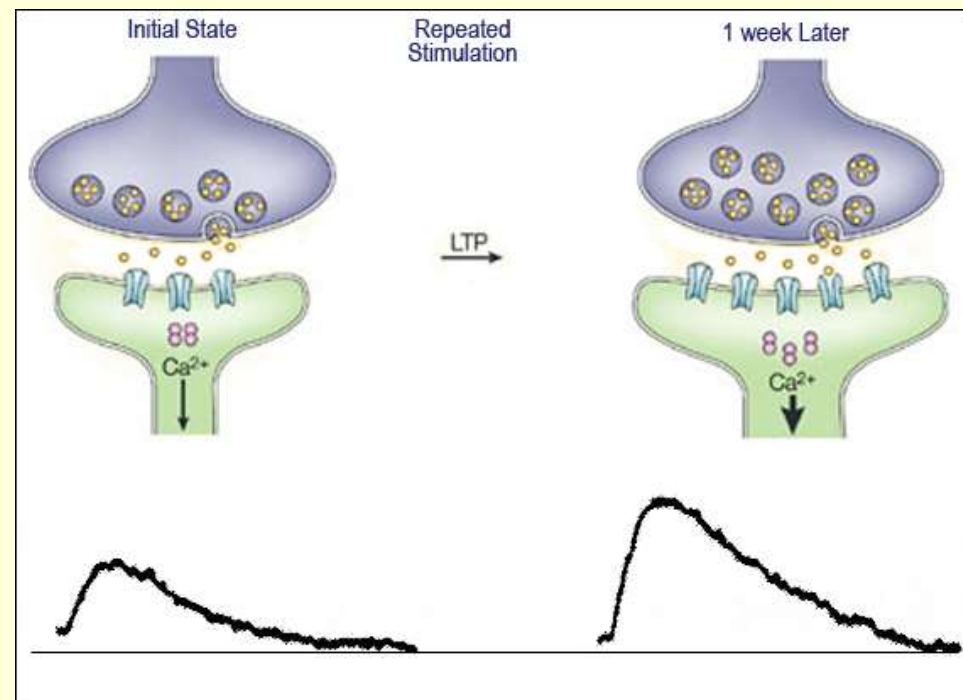
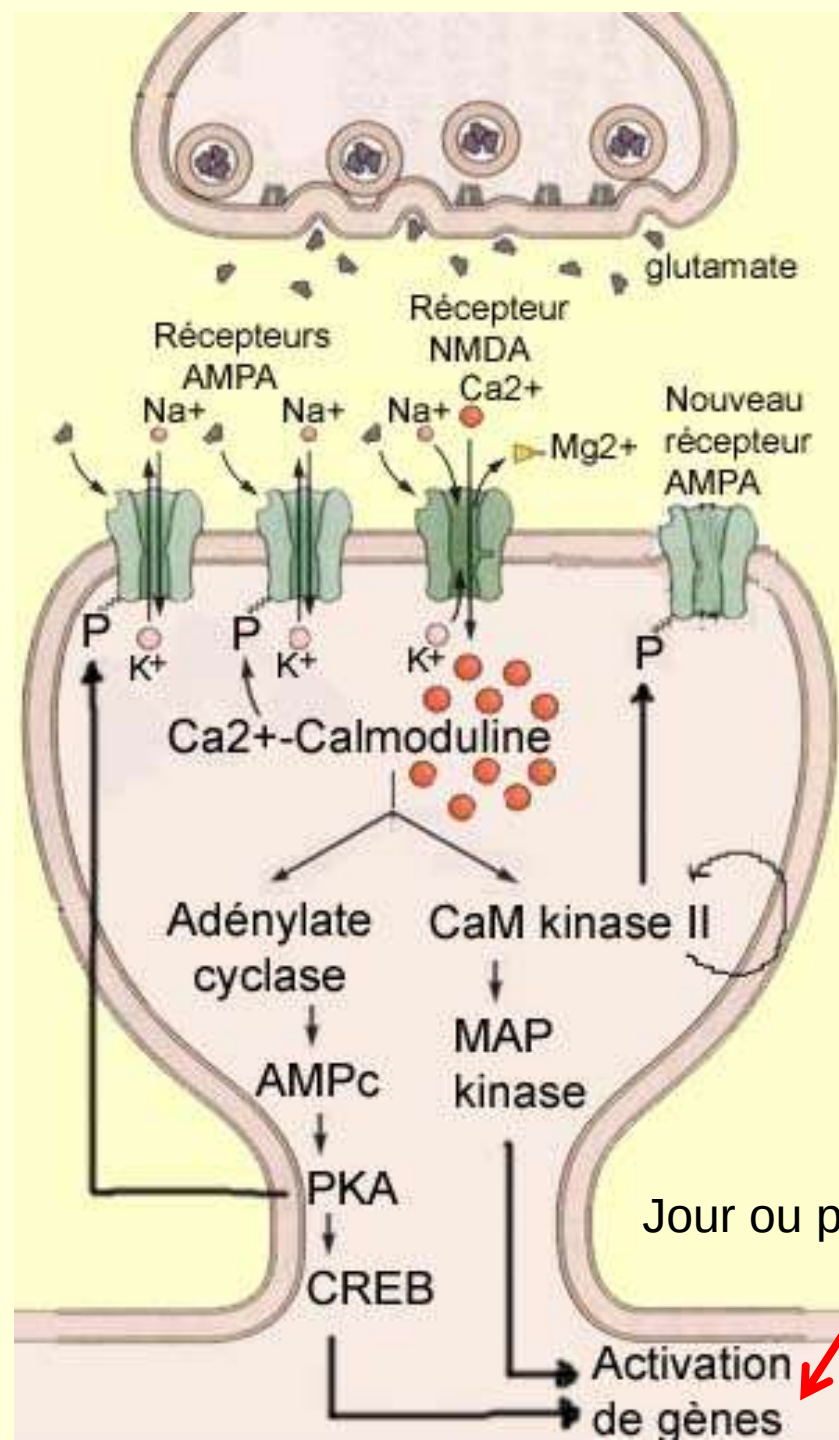
http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_07/i_07_m/i_07_m_tra/i_07_m_tra.html





Ordre de grandeur temporelle :

Minutes ou heures

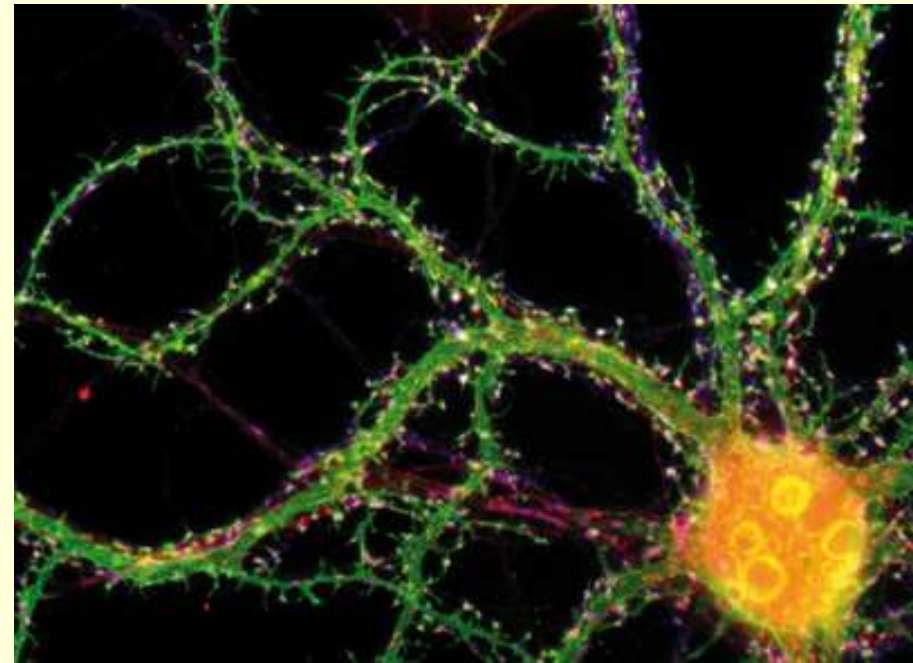
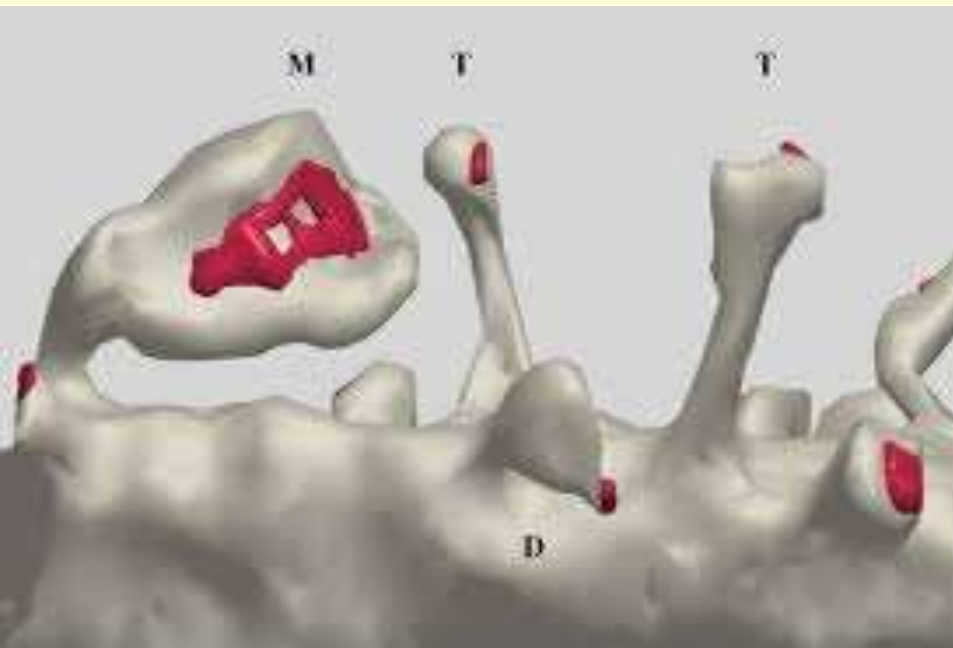


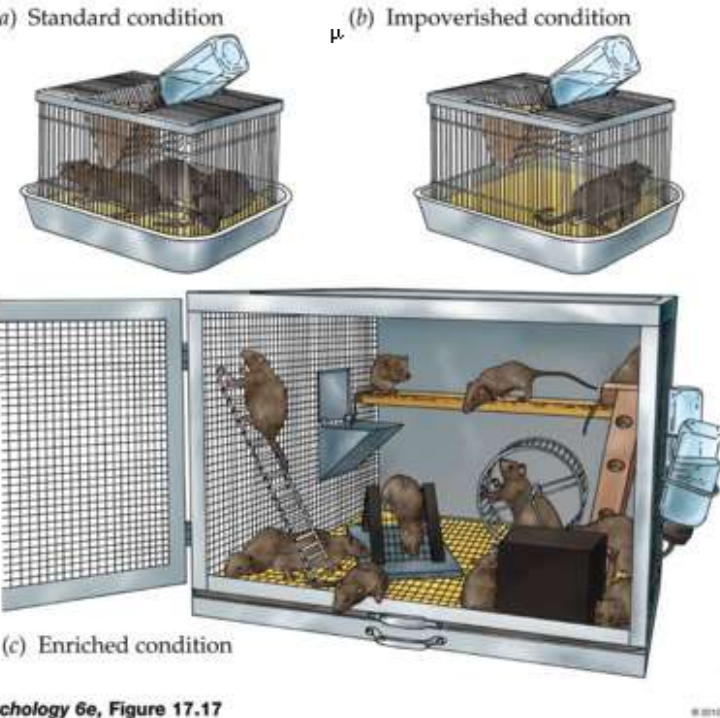


Nos diverses interactions quotidiennes avec le monde font augmenter d'environ 20% la surface du bout de l'axone et de l'épine dendritique qui se font face.

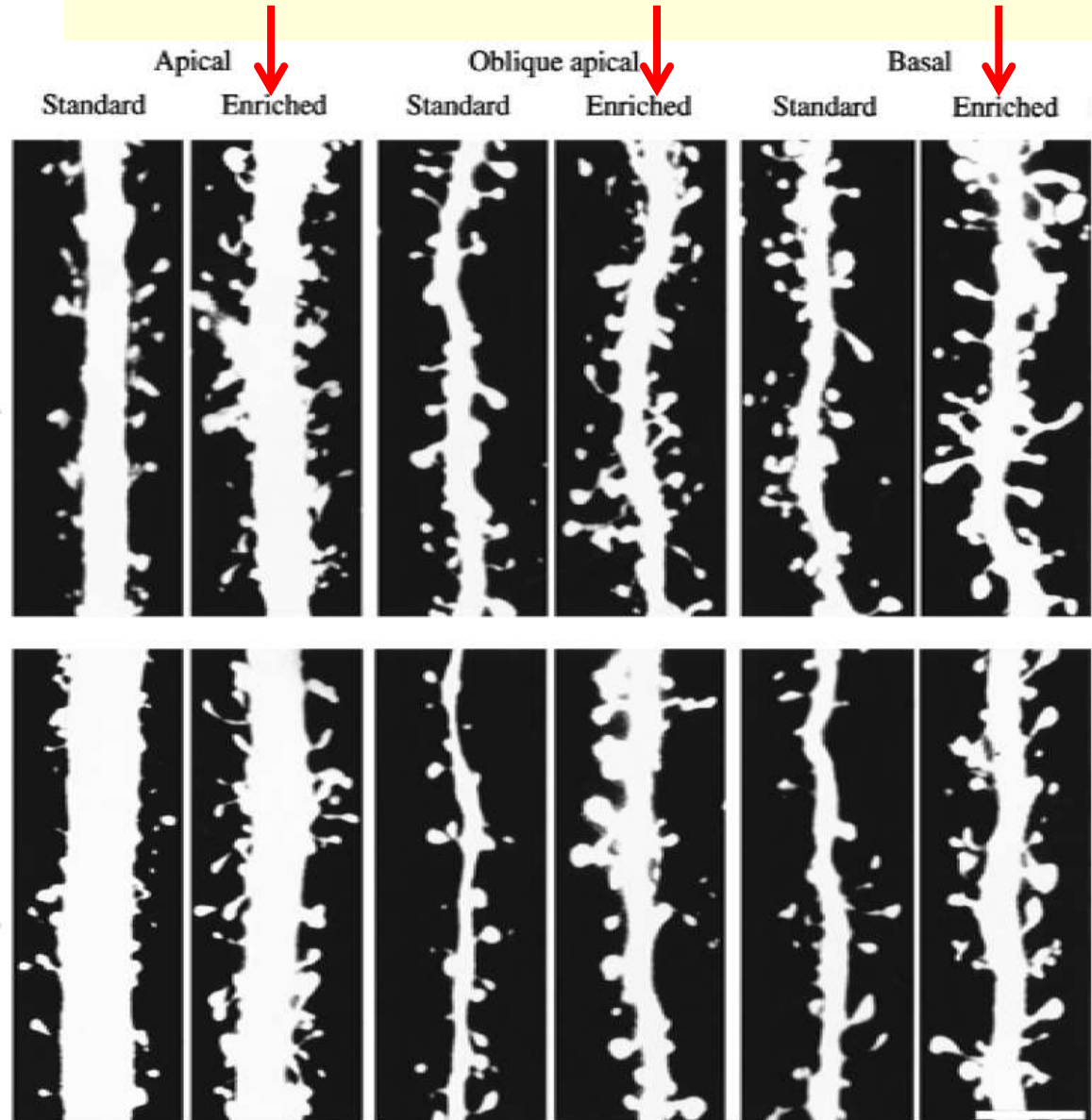
Et l'inverse se produit durant la nuit : une diminution d'environ 20% de la surface synaptique (sauf peut-être pour celles des souvenirs marquants de la journée).

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/02/27/les-traces-neurales-de-nos-souvenirs-conceptuels/>





Les neurones pyramidaux du groupe venant de l'environnement **enrichi** ont davantage d'épines dendritiques que ceux des rats du groupe standard à la fois dans les couches II/III et V/VI.



Épines dendritique de neurones du cortex somatosensoriel de rats adultes ayant grandi dans des cages **standard** ou dans un environnement **enrichi** durant 3 semaines.

Changes in grey matter induced by training

Nature, 2004

Bogdan Draganski*, Christian Gaser†, Volker Busch*, Gerhard Schuierer‡, Ulrich Bogdahn*, Arne May*

https://www.researchgate.net/publication/305381022_Neuroplasticity_changes_in_grey_matter_induced_by_training

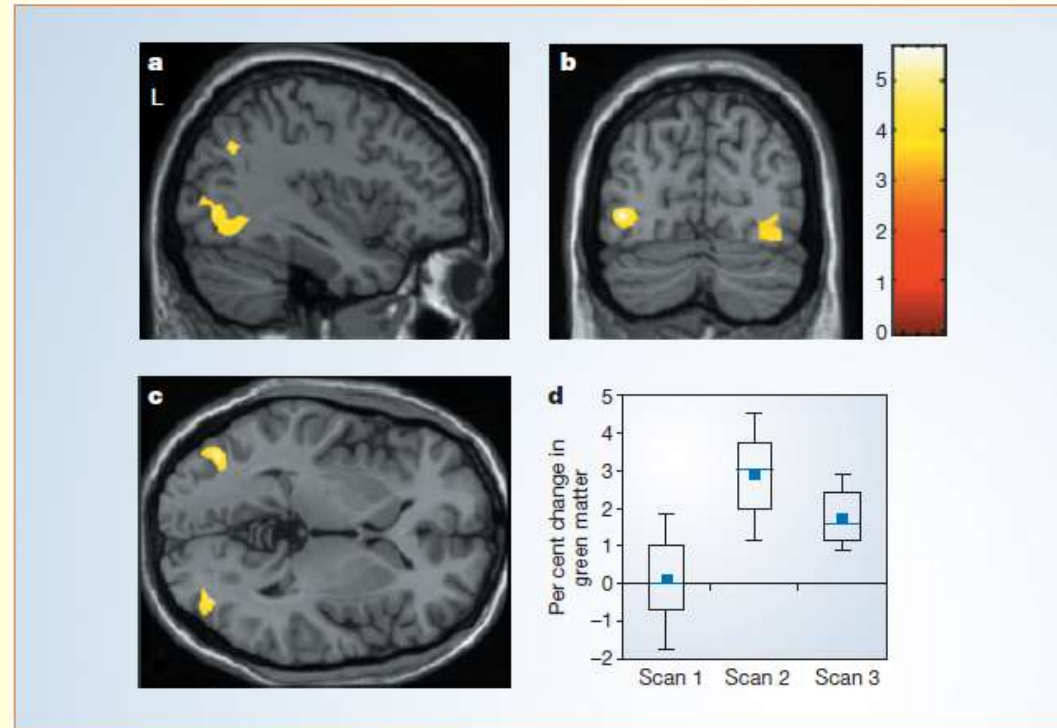


Figure 1 Transient changes in brain structure induced while learning to juggle. **a–c**, Statistical parametric maps showing the areas with transient structural changes in grey matter for the jugglers group compared with non-juggler controls. **a**, Sagittal view; **b**, coronal view; **c**, axial view. The increase in grey matter is shown superimposed on a normalized T1 image. The left side (L) of the brain is indicated. A significant expansion in grey matter was found between the first and second scans in the mid-temporal area (hMT/V5) bilaterally (left: $x, -43; y, -75; z, -2$, with $Z = 4.70$; right: $x, 33; y, -82; z, -4$, with $Z = 4.09$) and in the left posterior intraparietal sulcus ($x, -40; y, -66; z, 43$ with $Z = 4.57$), which had decreased by the time of the third scan. Colour scale indicates Z scores, which correlate with the significance of the change. **d**, Relative grey-matter change in the peak voxel in the left hMT for all jugglers over the three time points. The box plot shows the standard deviation, range and the mean for each time point.

NATURE | VOL427 | 22 JANUARY 2004 | www.nature.com/nature

Augmentation de l'épaisseur de 2 régions du cortex
3 mois après être devenu « **expert** »,
puis **diminution** après 3 mois **d'inactivité**.

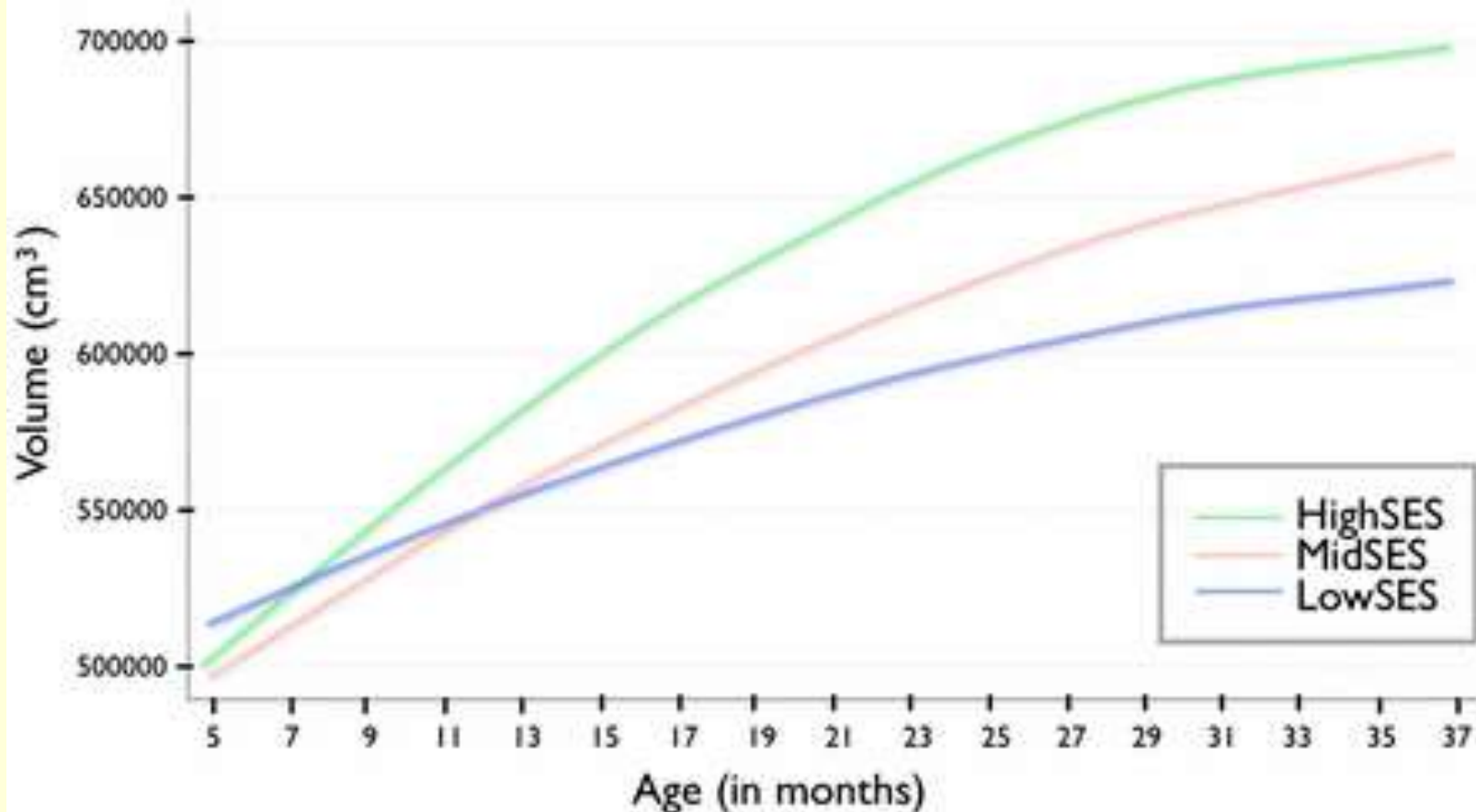
Wednesday, **February 03, 2016**

The neuroscience of poverty.

http://mindblog.dericbownds.net/2016/02/the-neuroscience-of-poverty.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Mindblog+%28MindBlog%29

Total Gray Matter

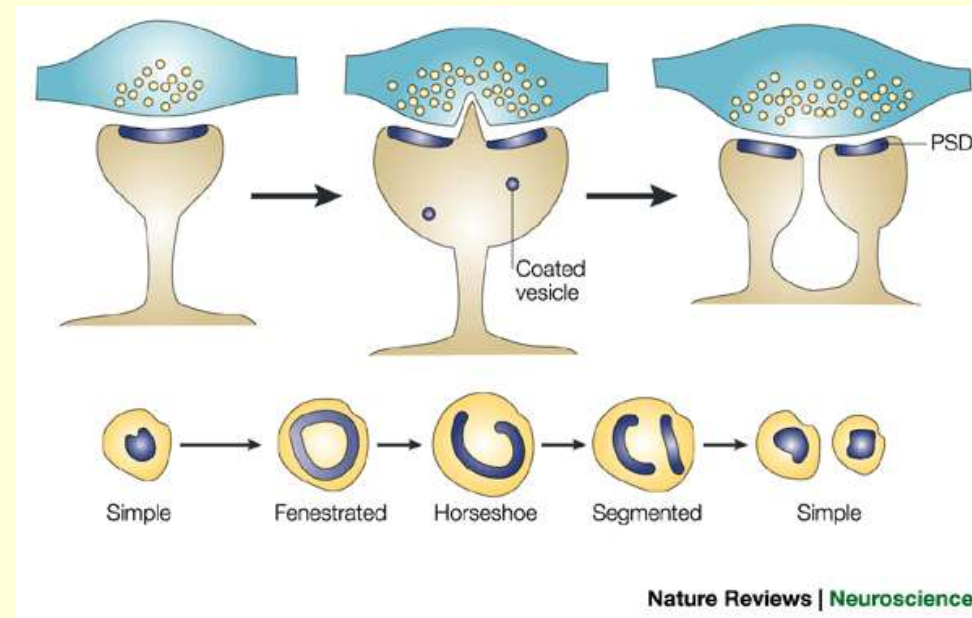
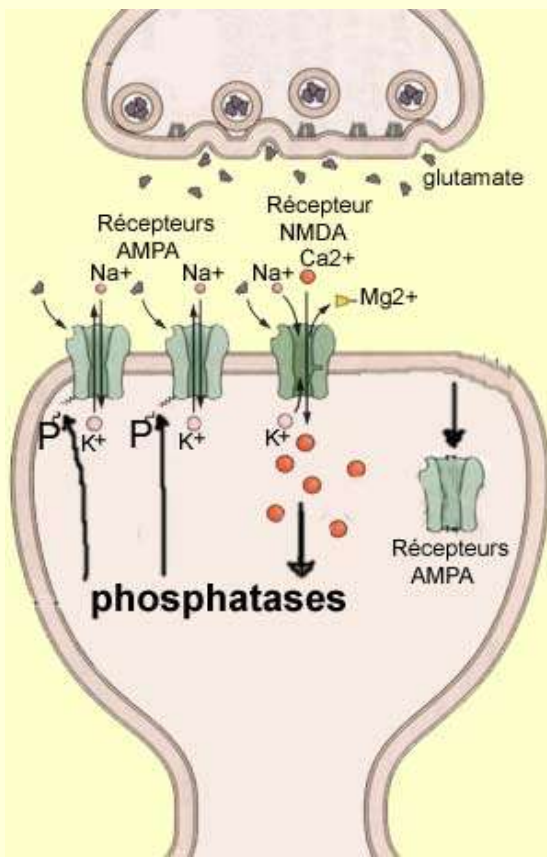
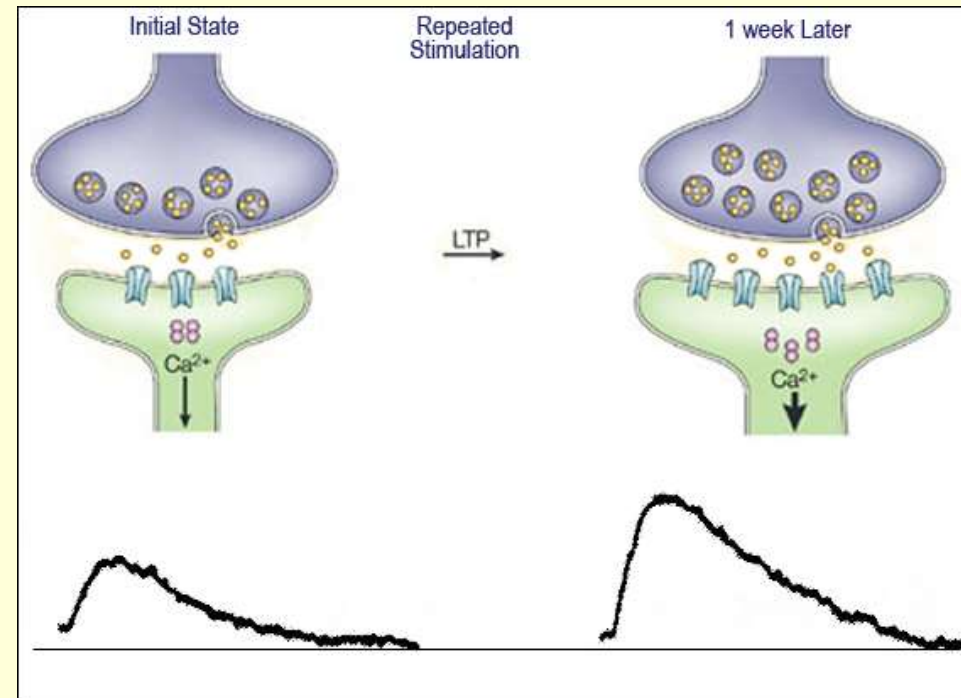
Surtout dans le lobe frontal et l'hippocampe.



La **potentialisation à long terme** (PLT) est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

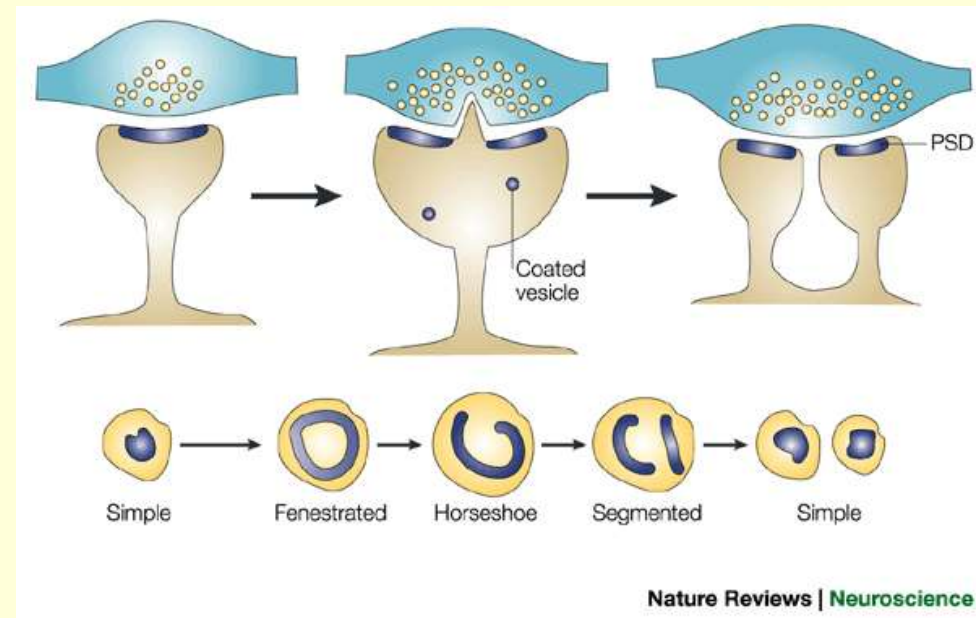
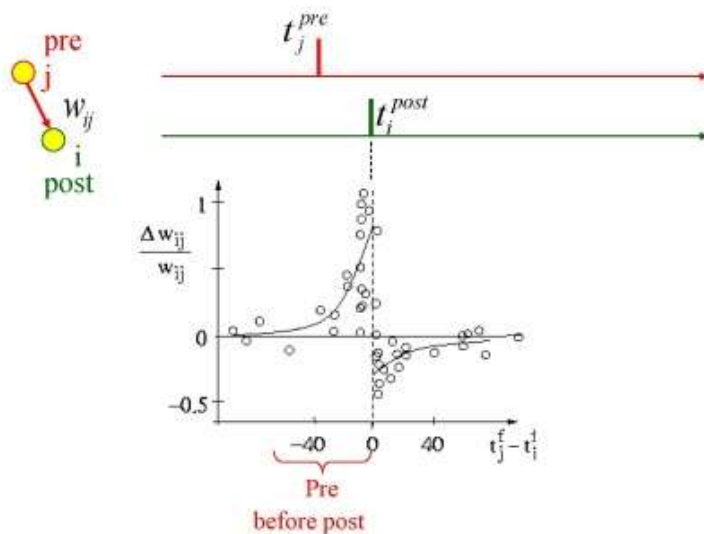
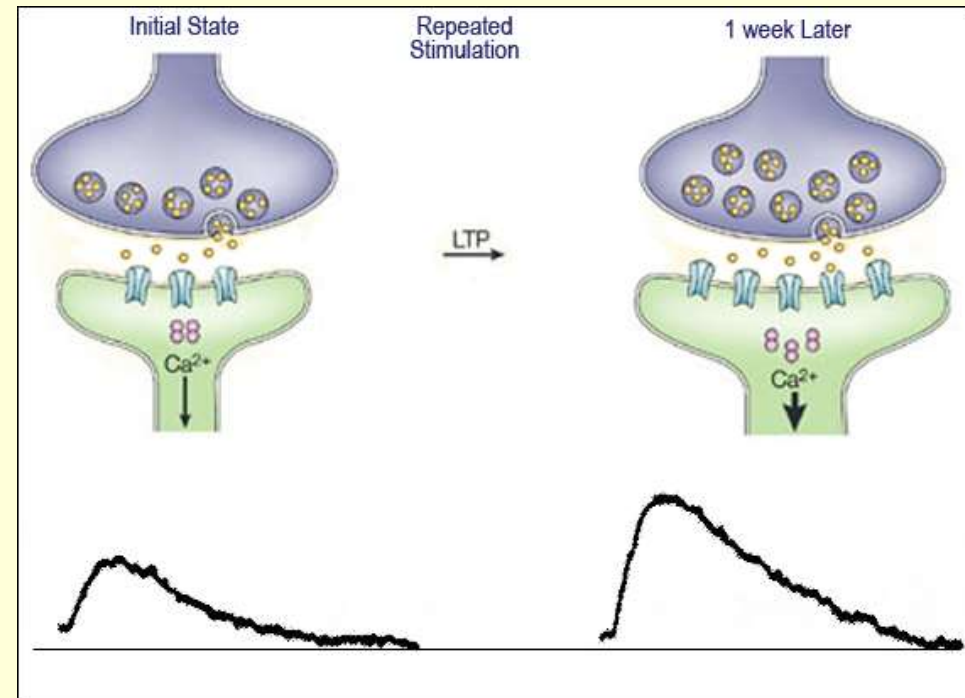
- La **dépression à long terme** (DLT)



La **potentialisation à long terme** (PLT) est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

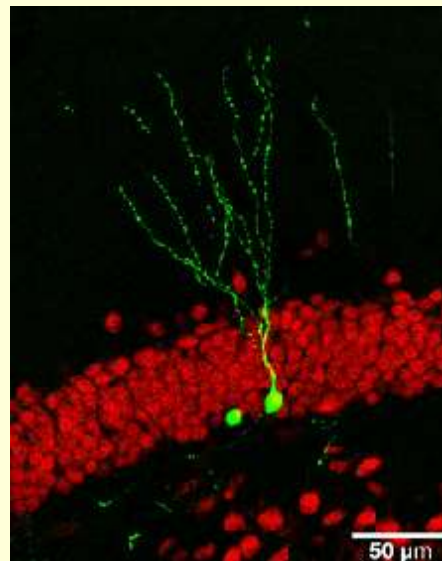
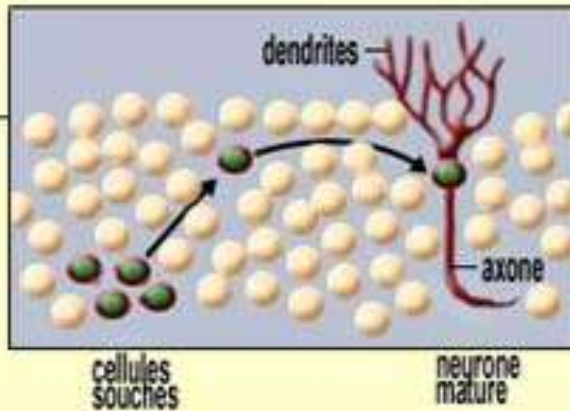
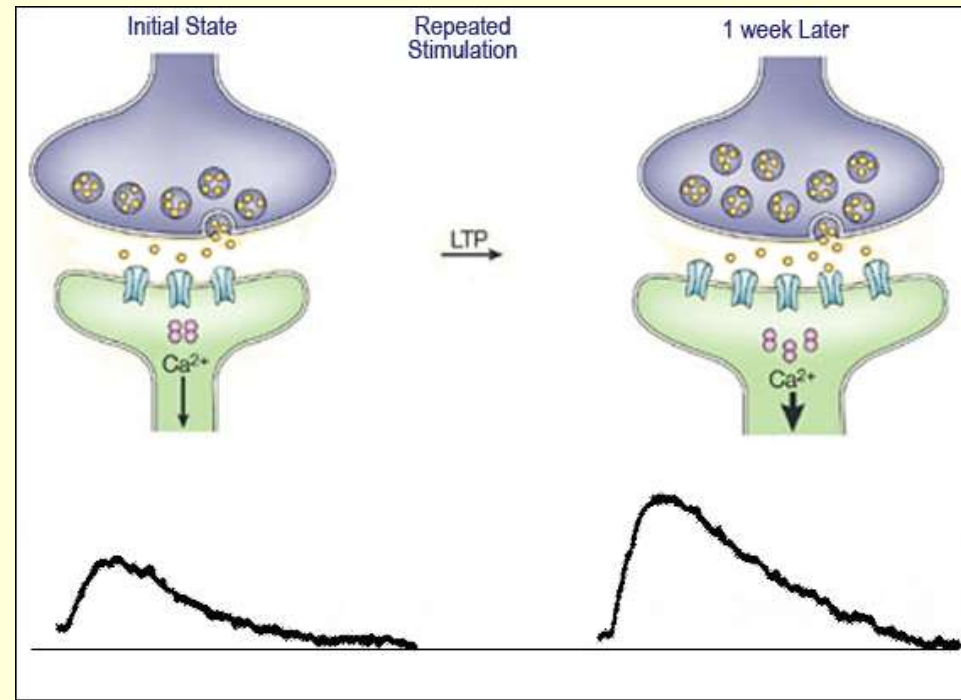
- La **dépression à long terme** (DLT)
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)



La **potentialisation à long terme** (PLT) est l'un des mécanismes les plus documentés derrière les phénomènes d'apprentissage et de mémoire.

Mais il y en a beaucoup d'autres !

- La **dépression à long terme** (DLT)
- La **plasticité dépendante du temps d'occurrence des impulsions** (« Spike-timing-dependent plasticity » ou STDP)
- La neurogenèse, etc...



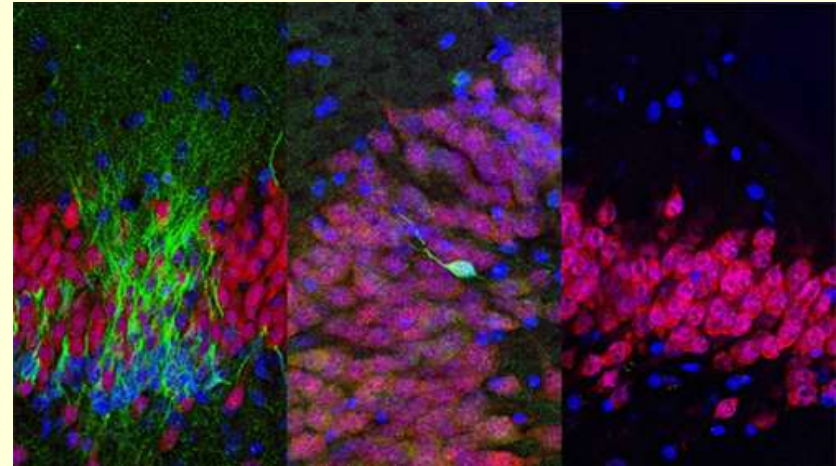
Débat / Controverse :

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

27 mars 2018

La neurogenèse dans le cerveau humain adulte remise en question

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/03/27/la-neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-remise-en-question/>

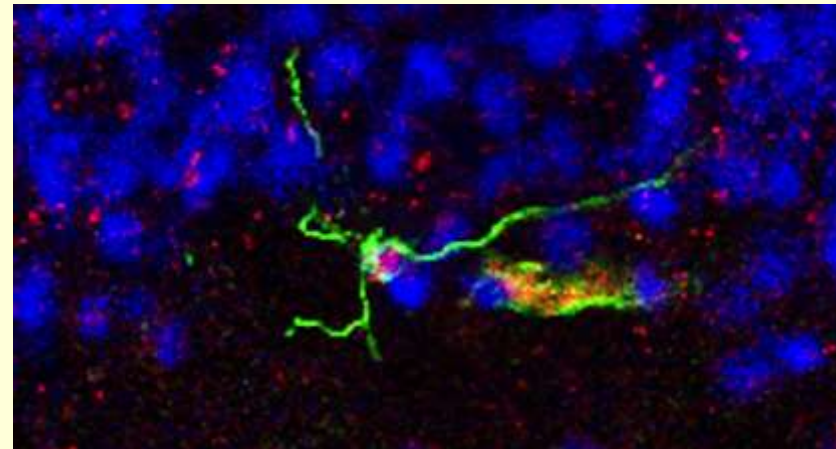


17 avril 2018

Neurogenèse dans le cerveau humain adulte ?

Après le récent « non », un « oui » tout aussi affirmatif !

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2018/04/17/neurogenese-dans-le-cerveau-humain-adulte-apres-le-recent-non-un-oui-tout-aussi-affirmatif/>



A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

Des millions de neurones forment des structures cérébrales impliquées

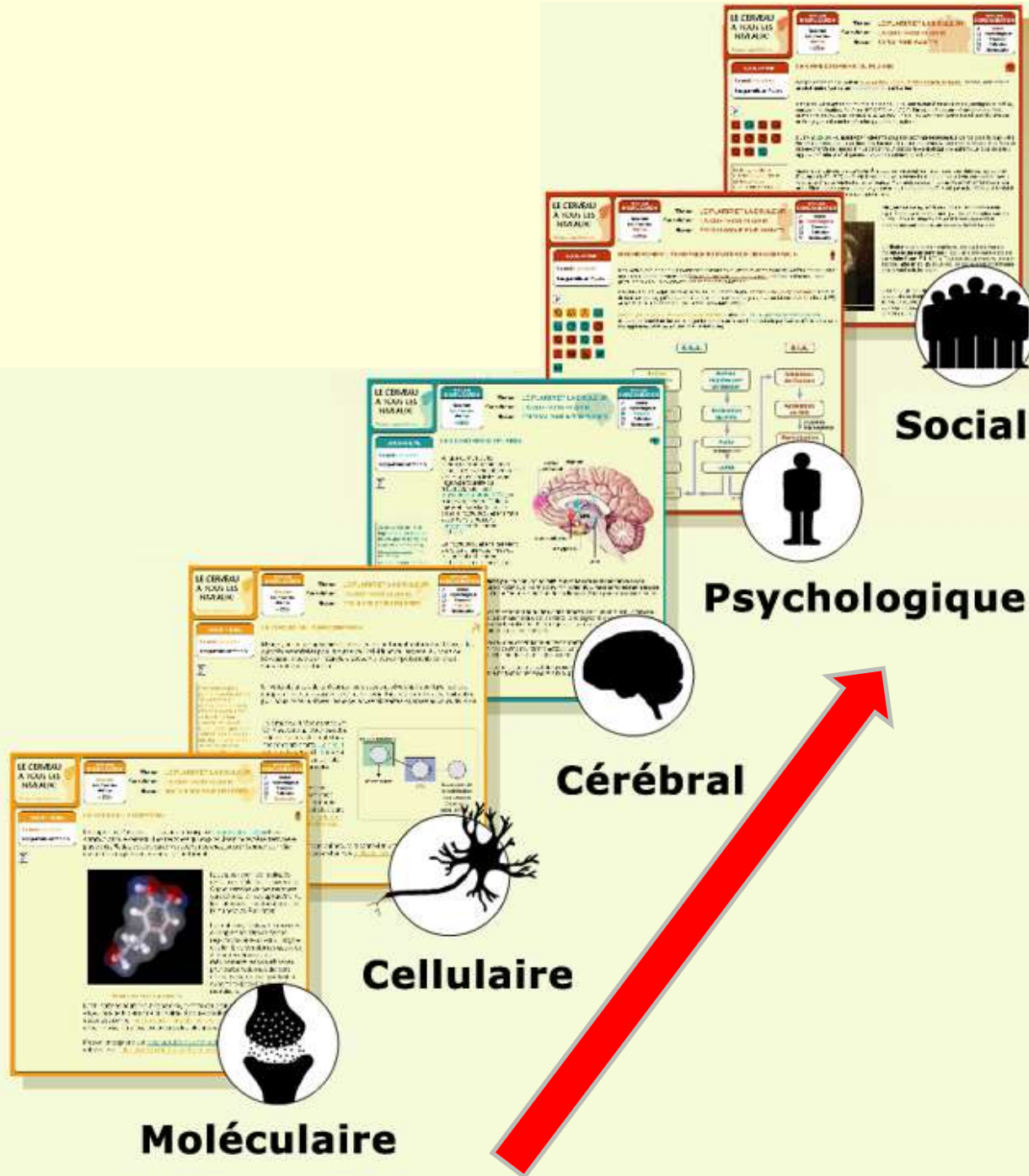
- a) dans la **survie immédiate**
- b) dans la recherche **plaisir** et l'évitement **douleur**

Évolution des différents types de mémoire

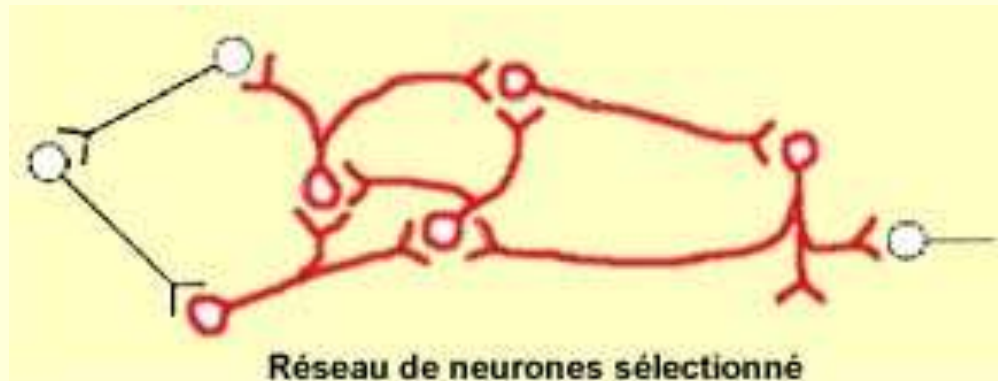
L'ablation de l'hippocampe chez **le patient H.M.**

Quelques **mécanismes** cellulaires à la base de notre mémoire

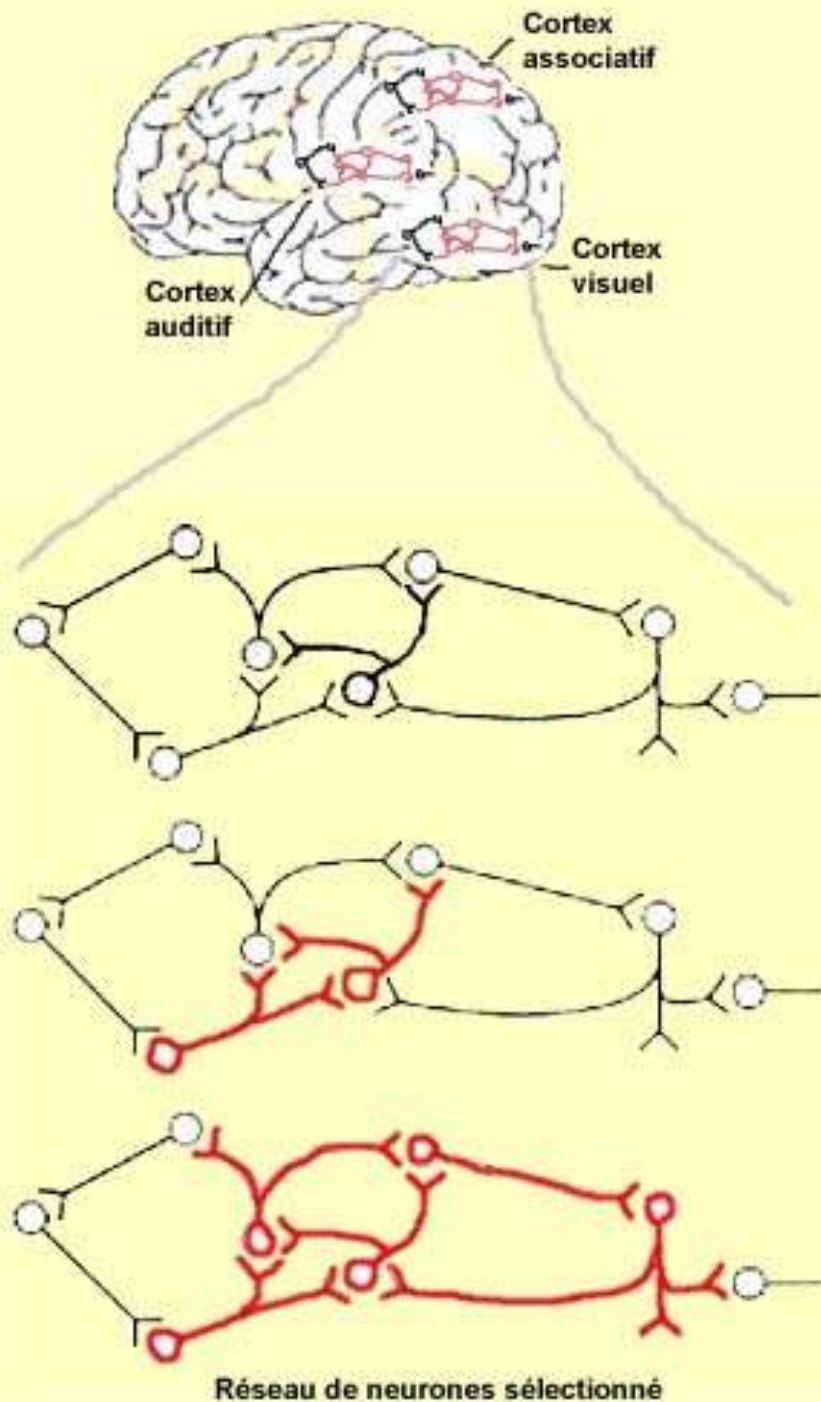
La trace physique ou « **l'engramme** » d'un souvenir



Assemblées de neurones

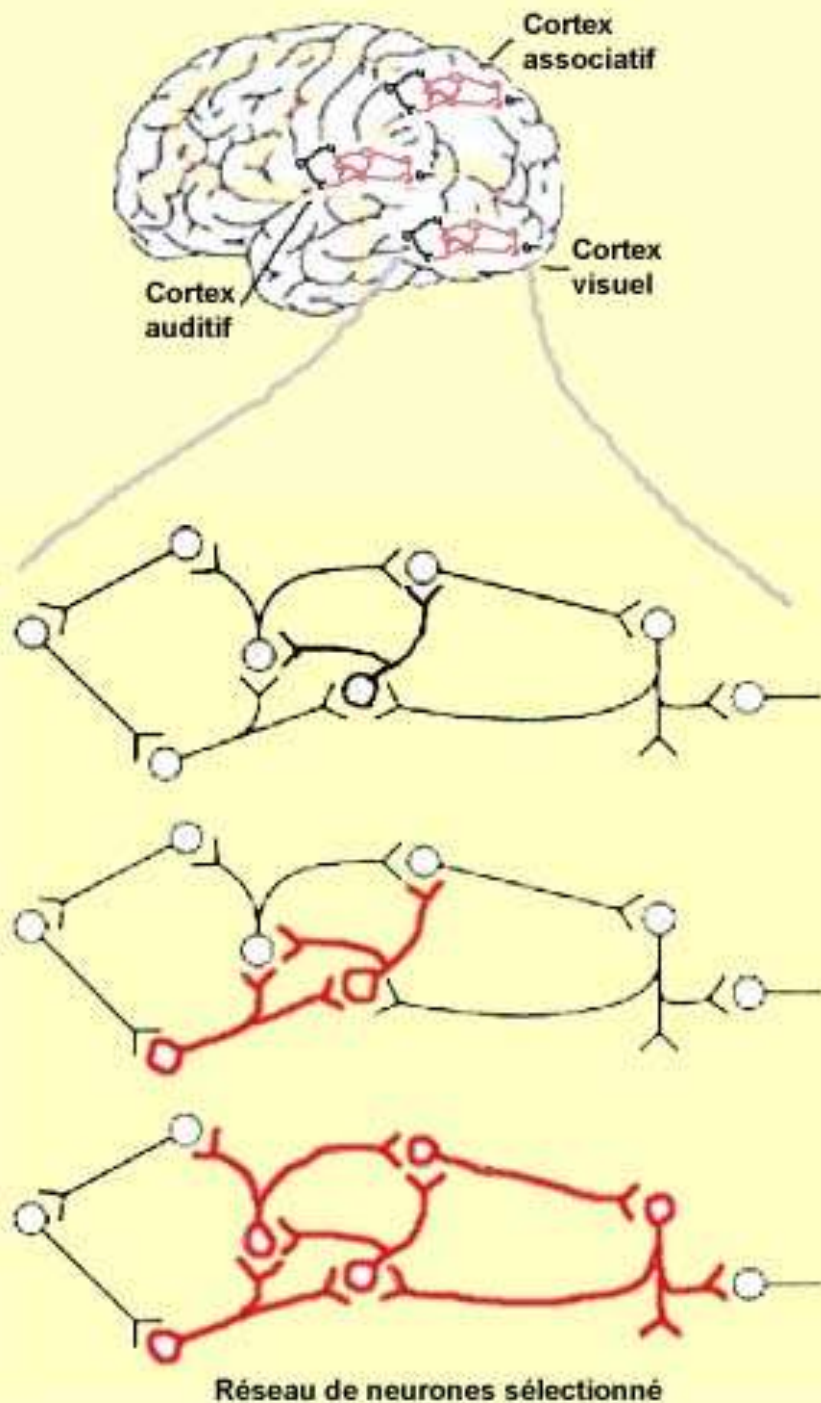


Étudier, s'entraîner, apprendre...



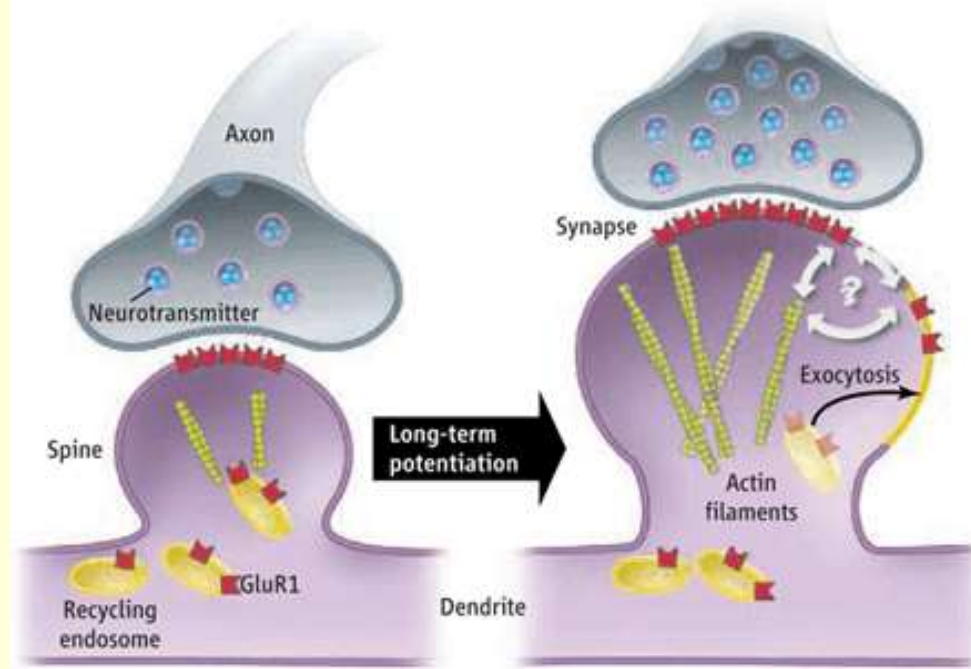
...c'est renforcer des connexions neuronales.

pour former des groupes de neurones qui vont devenir **habitués** de travailler ensemble.



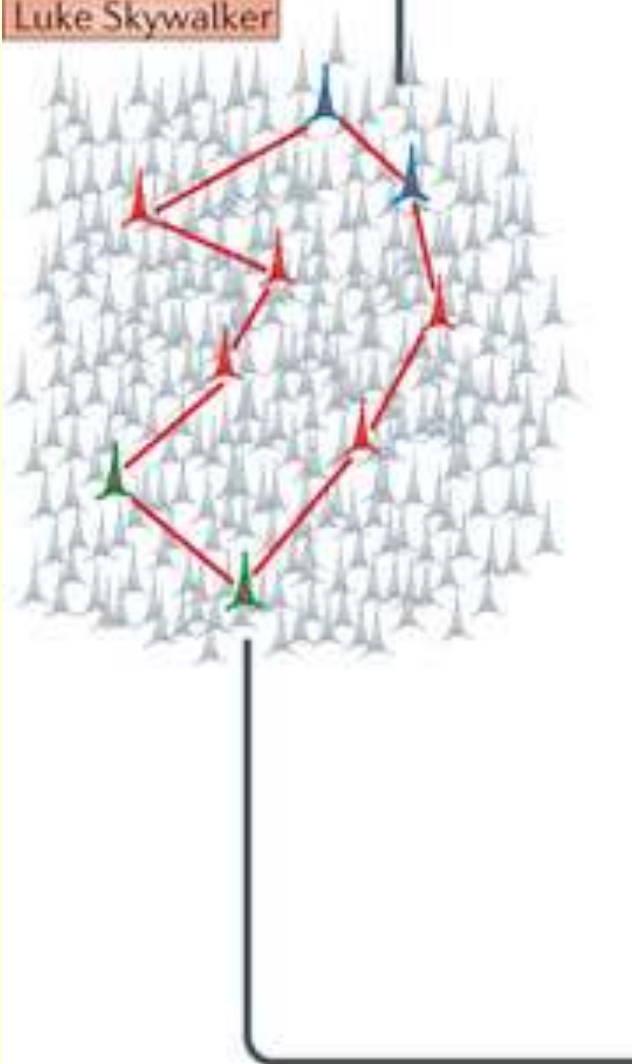
Comment ?

Grâce aux synapses
qui varient leur efficacité !





Luke Skywalker



Au début du 20e siècle, le biologiste allemand Richard Semon avait proposé sa théorie de **l'engramme** mnésique (“engram theory of memory” ([Semon 1923](#)))

Plusieurs expériences ont récemment confirmé que ces réseaux de neurones sélectionnés constituent « **l'engramme** » d'un souvenir.

Identification and Manipulation of Memory Engram Cells ([2014](#))
[Xu Liu](#), [Steve Ramirez](#), [Roger L. Redondo](#) and [Susumu Tonegawa](#)
<http://symposium.cshlp.org/content/79/59.full>

BMC Biol. 2016; 14: 40. Published online **2016** May 19.

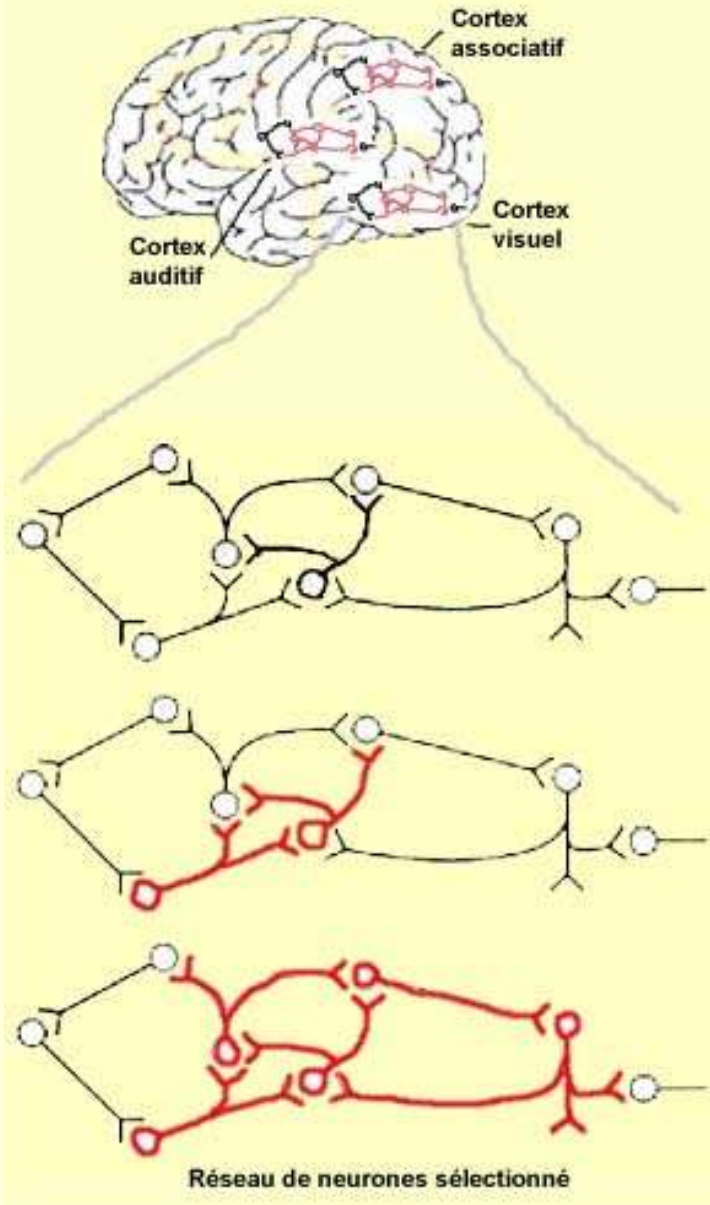
What is memory? The present state of the engram

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4874022/>

→ Il y a consensus que la modification de l'efficacité synaptique par des mécanismes comme la PLT ou la DLT représente un mécanisme fondamental pour la formation **d'engrammes mnésiques** distribués dans de multiples régions cérébrales

→ Le “poids synaptique” (l'efficacité d'une synapse) contrôlerait **l'accessibilité** de l'information encodée

→ Et la connectivité particulière d'une assemblée de neurone contrôlerait la **spécificité** de l'information encodée



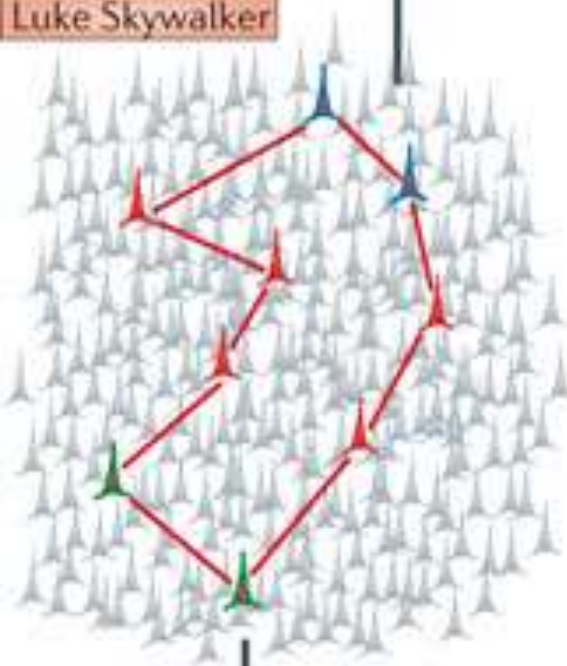
La théorie de Semon contenait implicitement l'idée d'un mécanisme de rappel appelé **“pattern completion”**

“si une partie des stimuli originaux sont rencontrés à nouveau,

ces neurones constituant l'engramme sont **réactivés** pour évoquer **le rappel de ce souvenir spécifique.**”



Luke Skywalker



C'est aussi
de cette
façon qu'un
concept ou
un souvenir

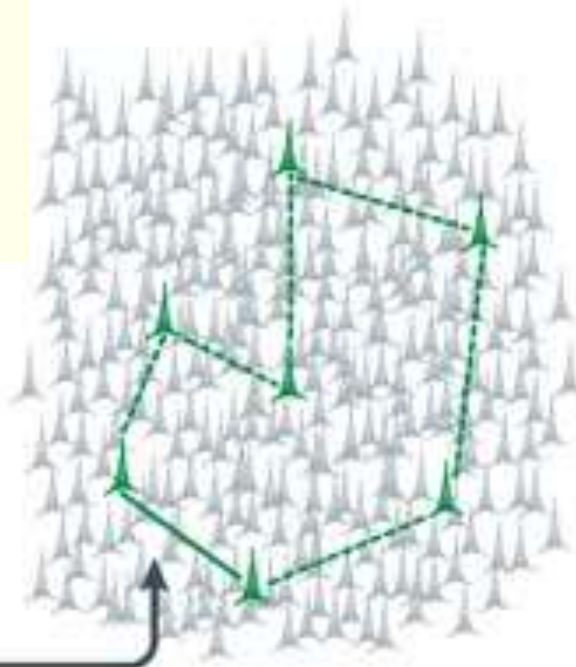
peut
en évoquer
d'autres...



Yoda



Darth Vader





Luke Skywalker



Yoda

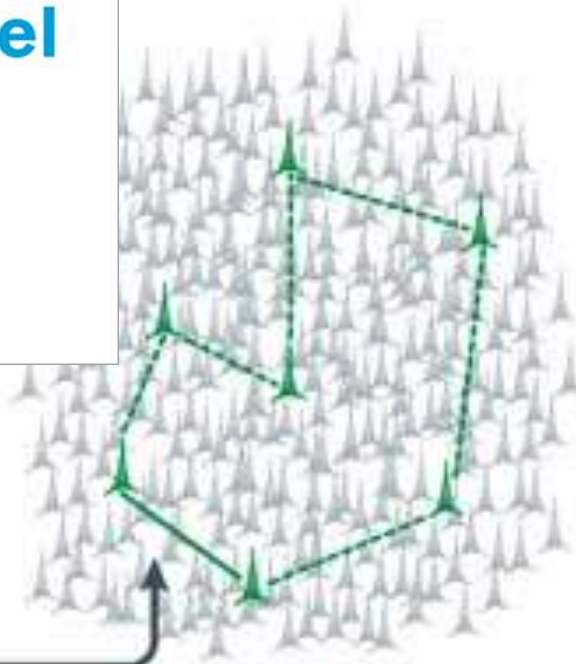


L'Analogie
Cœur de la pensée

**Douglas
Hofstadter
Emmanuel
Sander**



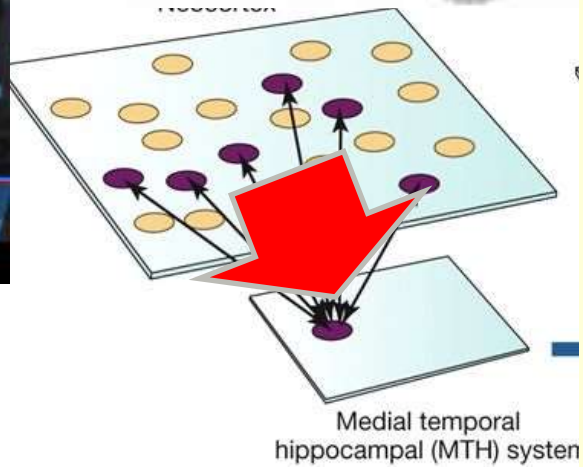
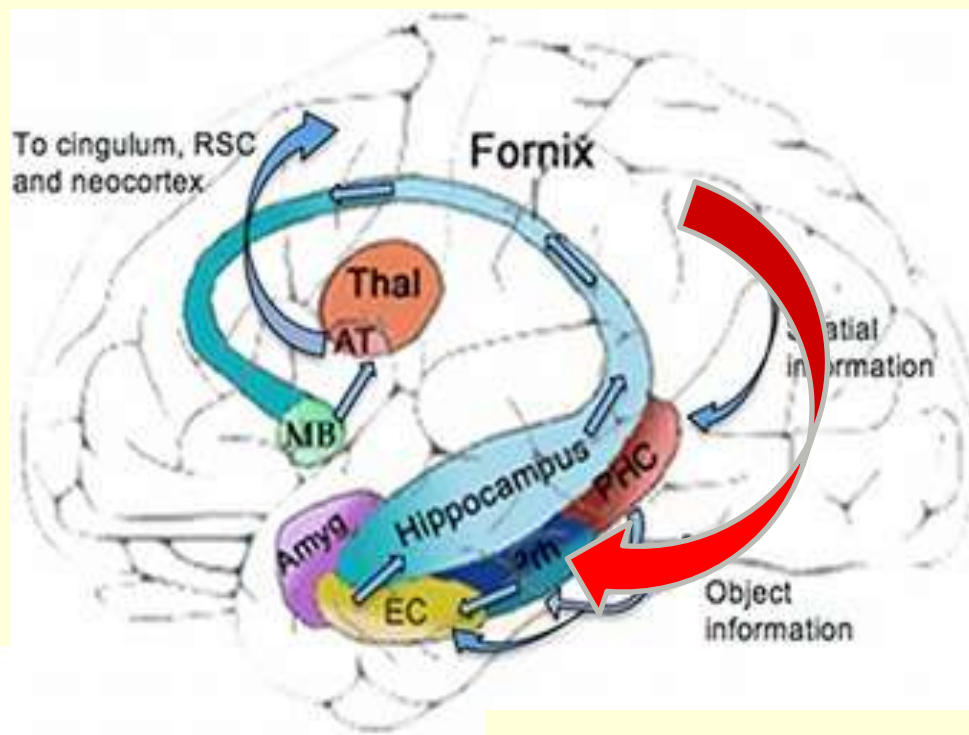
(2013)



Darth Vader

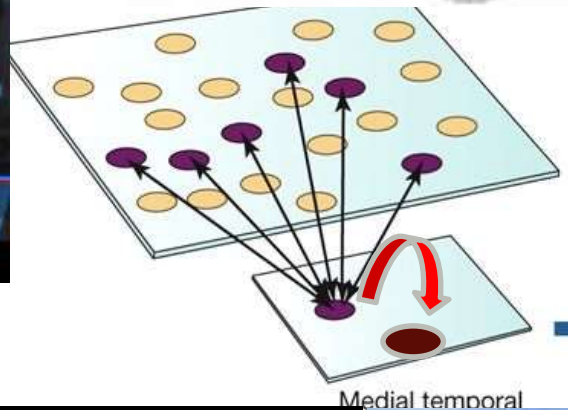
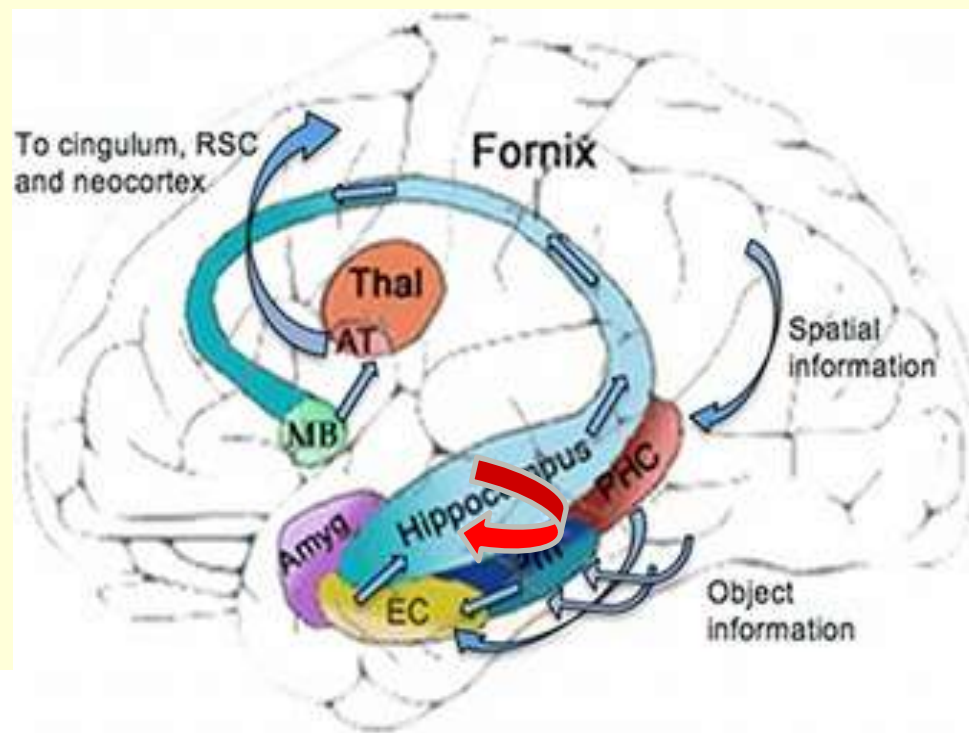
La « théorie des traces multiples »

Exemple fictif :



La « théorie des traces multiples »

Exemple fictif :



Medial temporal

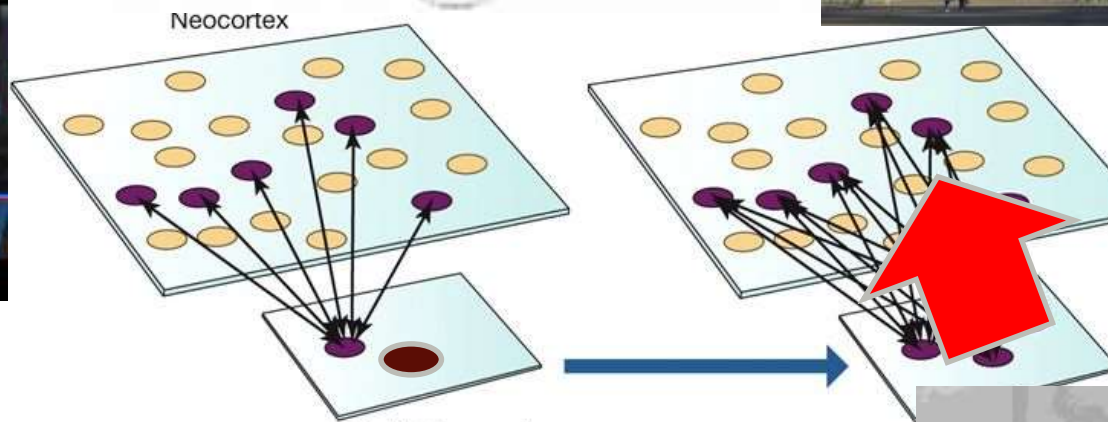
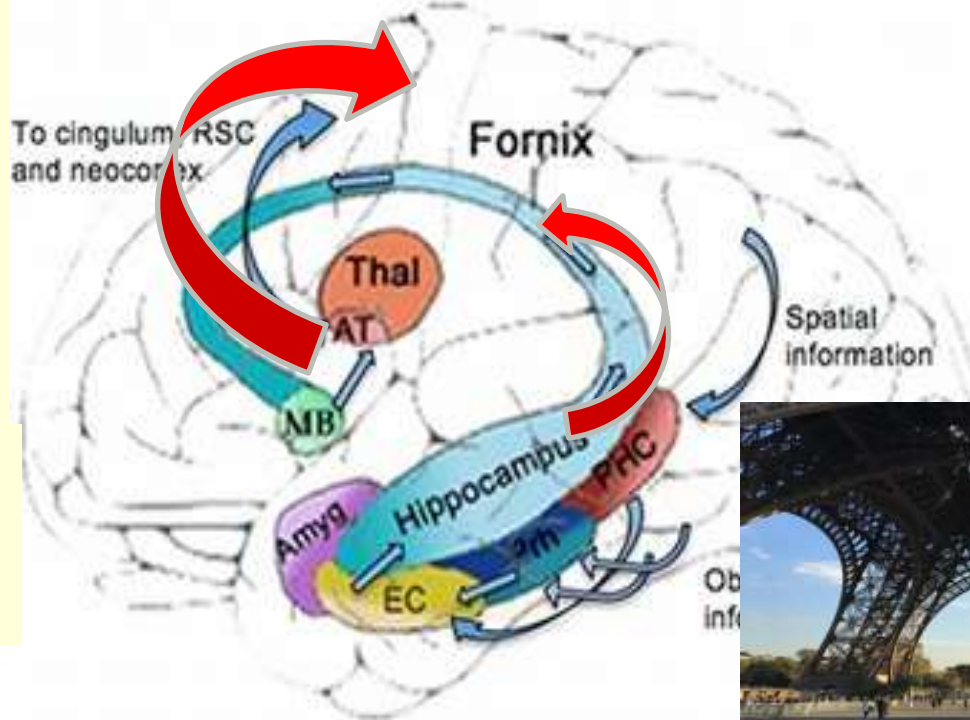
- Les souvenirs **épisodiques** demeurent dans l'hippocampe



« J'avais rencontré Alain par hasard sous la tour Eiffel... »

La « théorie des traces multiples »

Exemple fictif :



Multiple levels of analysis of an engram

Récapitulons :
**elle est où la trace
d'un souvenir dans
notre cerveau ?**

Le BLOGUE du CERVEAU À TOUS LES NIVEAUX

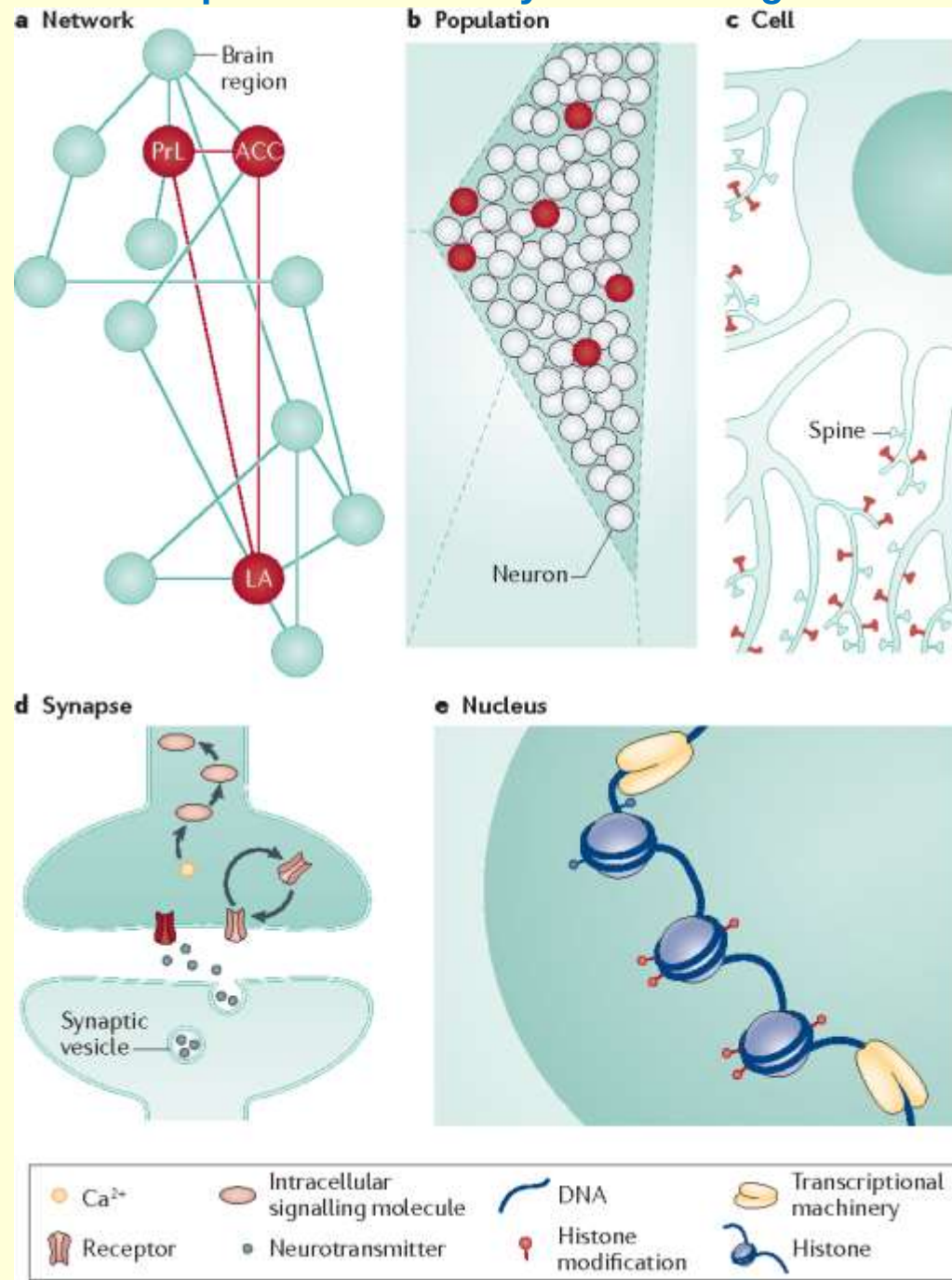
30 avril 2019

Les multiples niveaux
d'organisation du vivant, plus
que jamais au cœur des
sciences cognitives

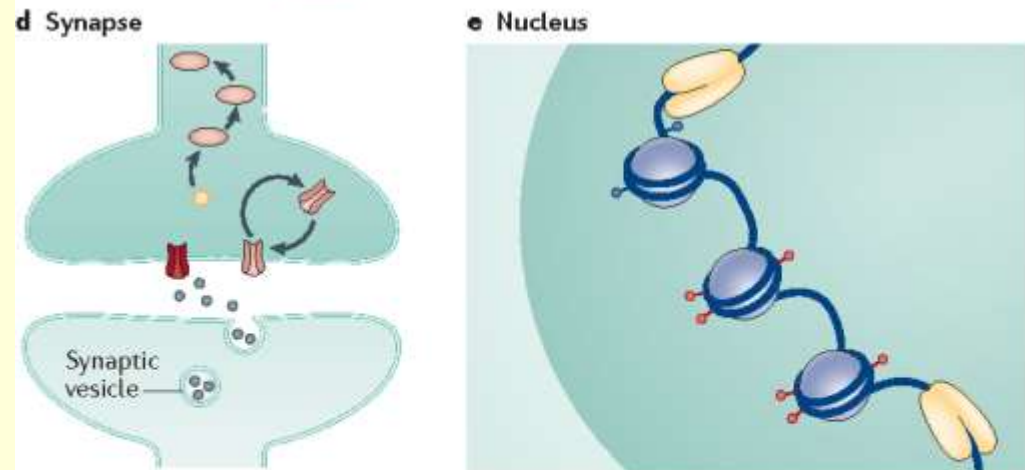
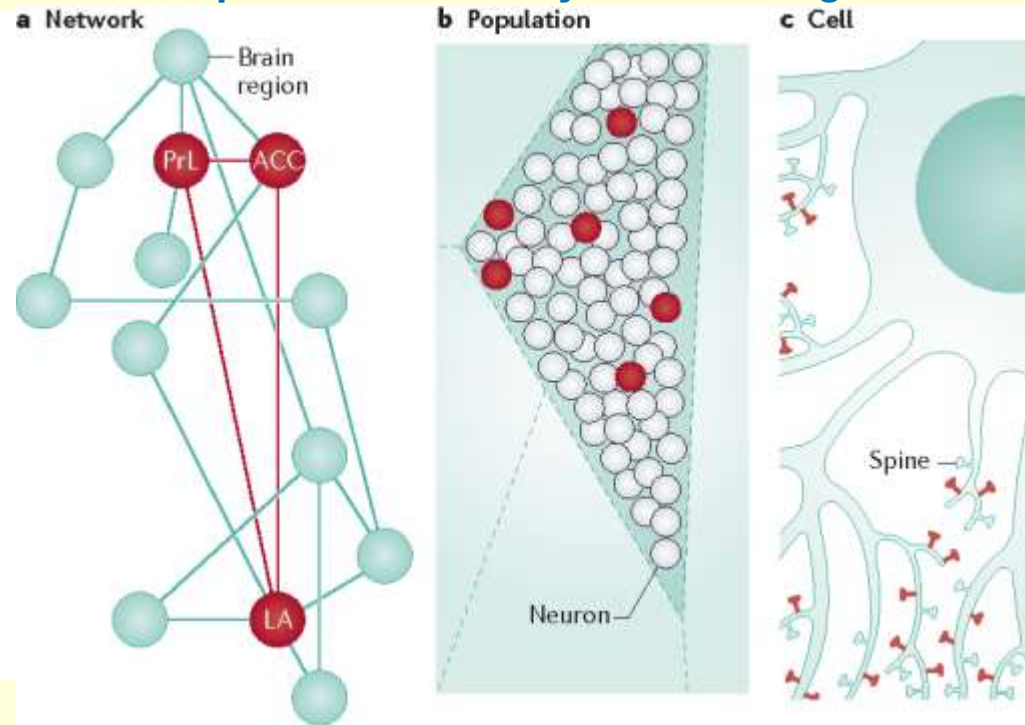
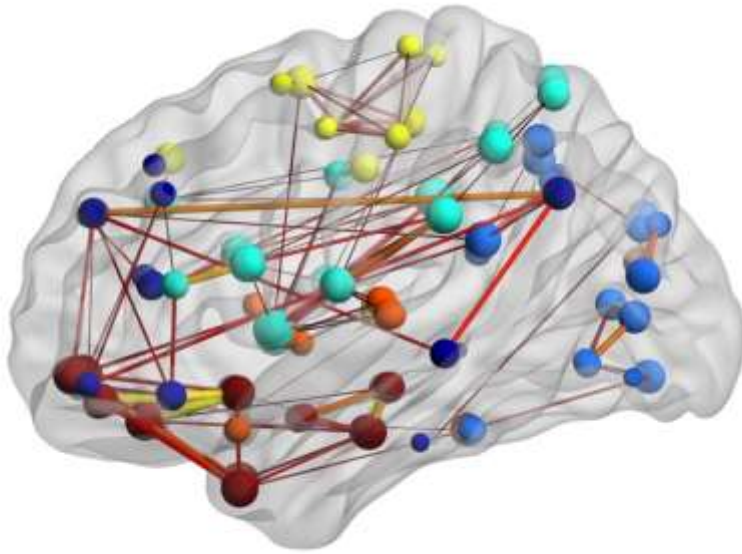
Finding the engram

•Sheena A. Josselyn, Stefan
Köhler, Paul W. Frankland
2015 in Nature Reviews
Neuroscience

<https://www.semanticscholar.org/paper/Finding-the-engram-Josselyn-K%C3%B6hler/269657152b4666ebd489ee54c2ab17534bb72496>



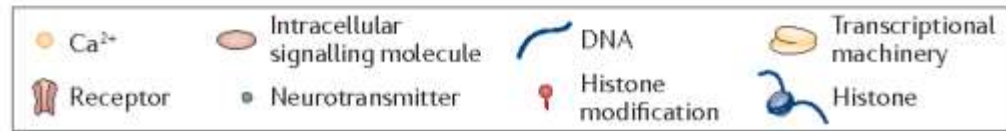
Multiple levels of analysis of an engram



Finding the engram

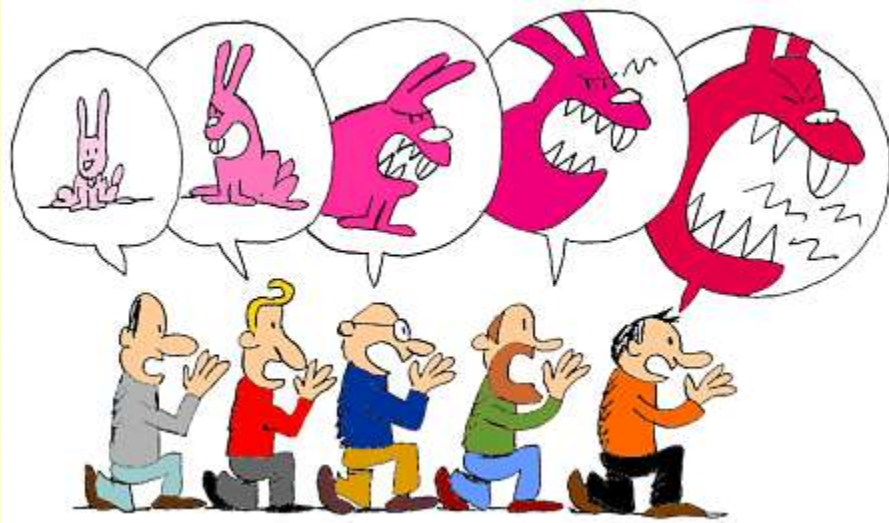
•Sheena A. Josselyn, Stefan Köhler, Paul W. Frankland
2015 in Nature Reviews Neuroscience

<https://www.semanticscholar.org/paper/Finding-the-engram-Josselyn-K%C3%B6hler/269657152b4666ebd489ee54c2ab17534bb72496>



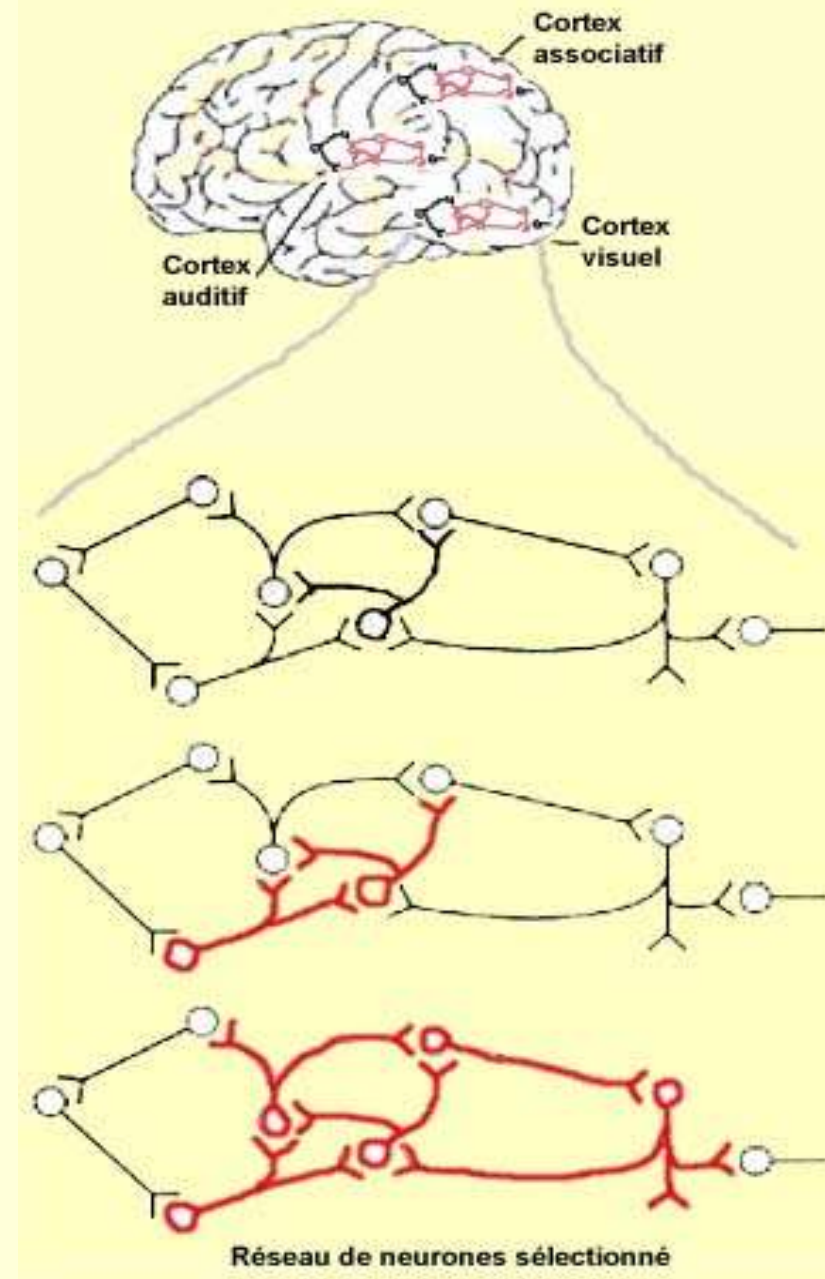
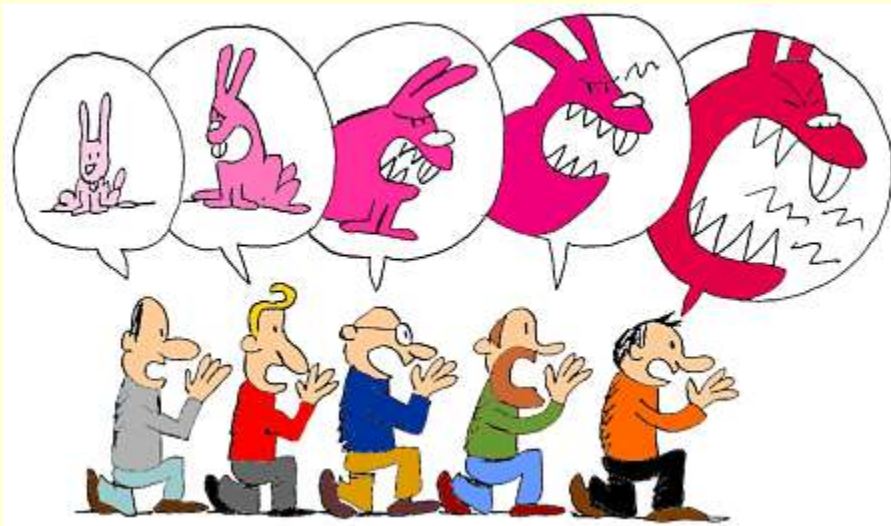
Question quiz :

Sachant cela, quelle
serait la meilleure
métaphore
pour la mémoire
humaine ?



La mémoire humaine est forcément une **reconstruction**.

Notre cerveau, et donc notre **identité**, n'est donc jamais exactement la même au fil des jours...



Consolidation

STM
Short-term memory

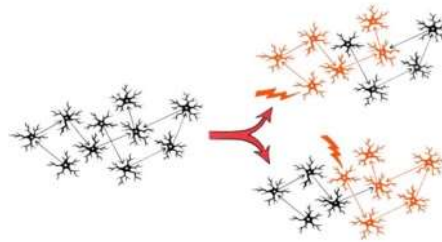
LTM
Long-term memory

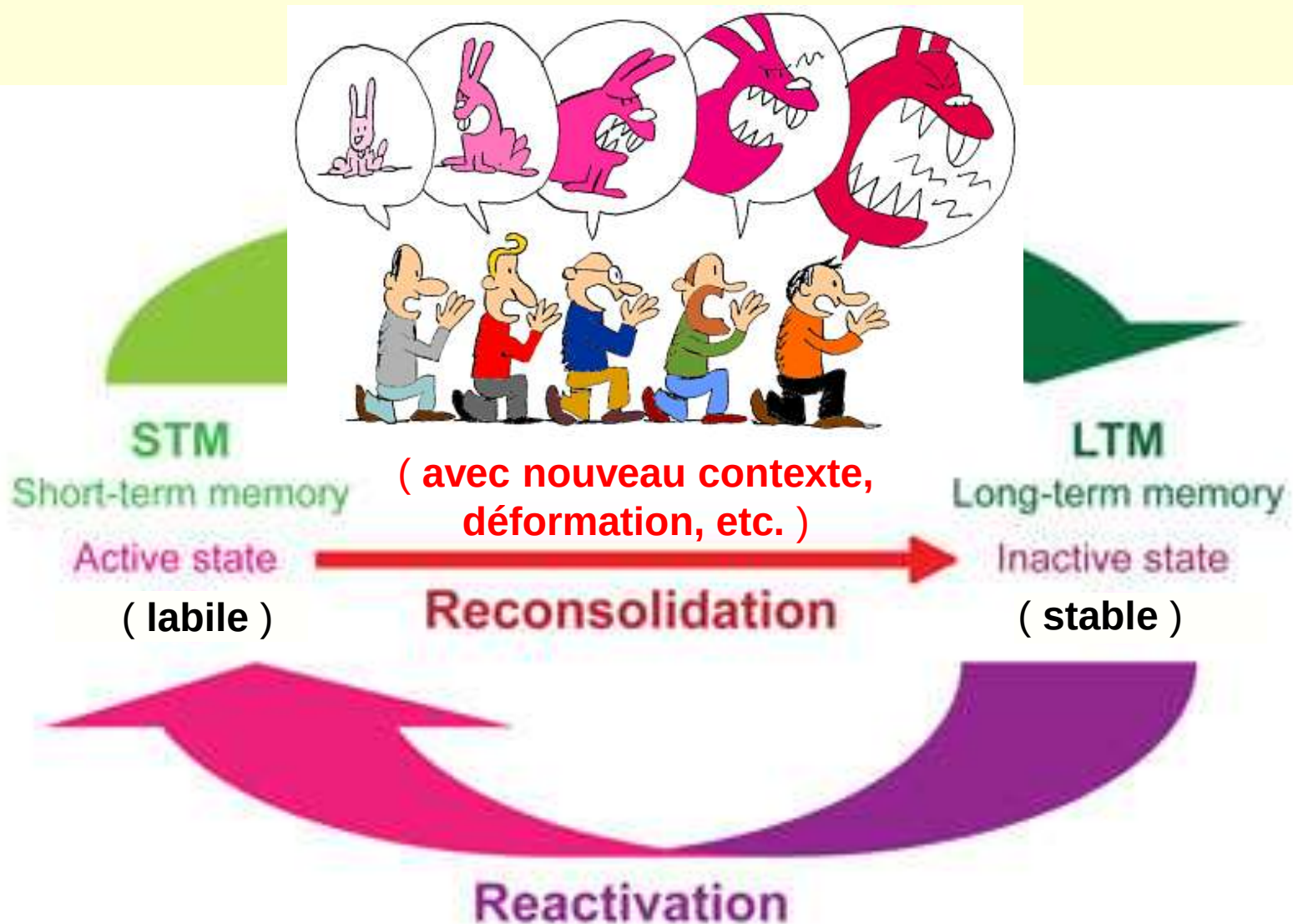
Active state
(labile)

Inactive state
(stable)

Reconsolidation

Reactivation





Memory retrieval and the passage of time: from reconsolidation and strengthening to extinction.

Inda MC, Muravieva EV, Alberini CM. Journal of Neuroscience 2011 Feb 2; 31(5):1635-43.

<http://www.hfsp.org/frontier-science/awardees-articles/function-memory-reconsolidation-function-time>

[http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t\(RSS_EMAIL_CAMPAIGN\)](http://knowingneurons.com/2017/02/01/mandela-effect/?ct=t(RSS_EMAIL_CAMPAIGN))

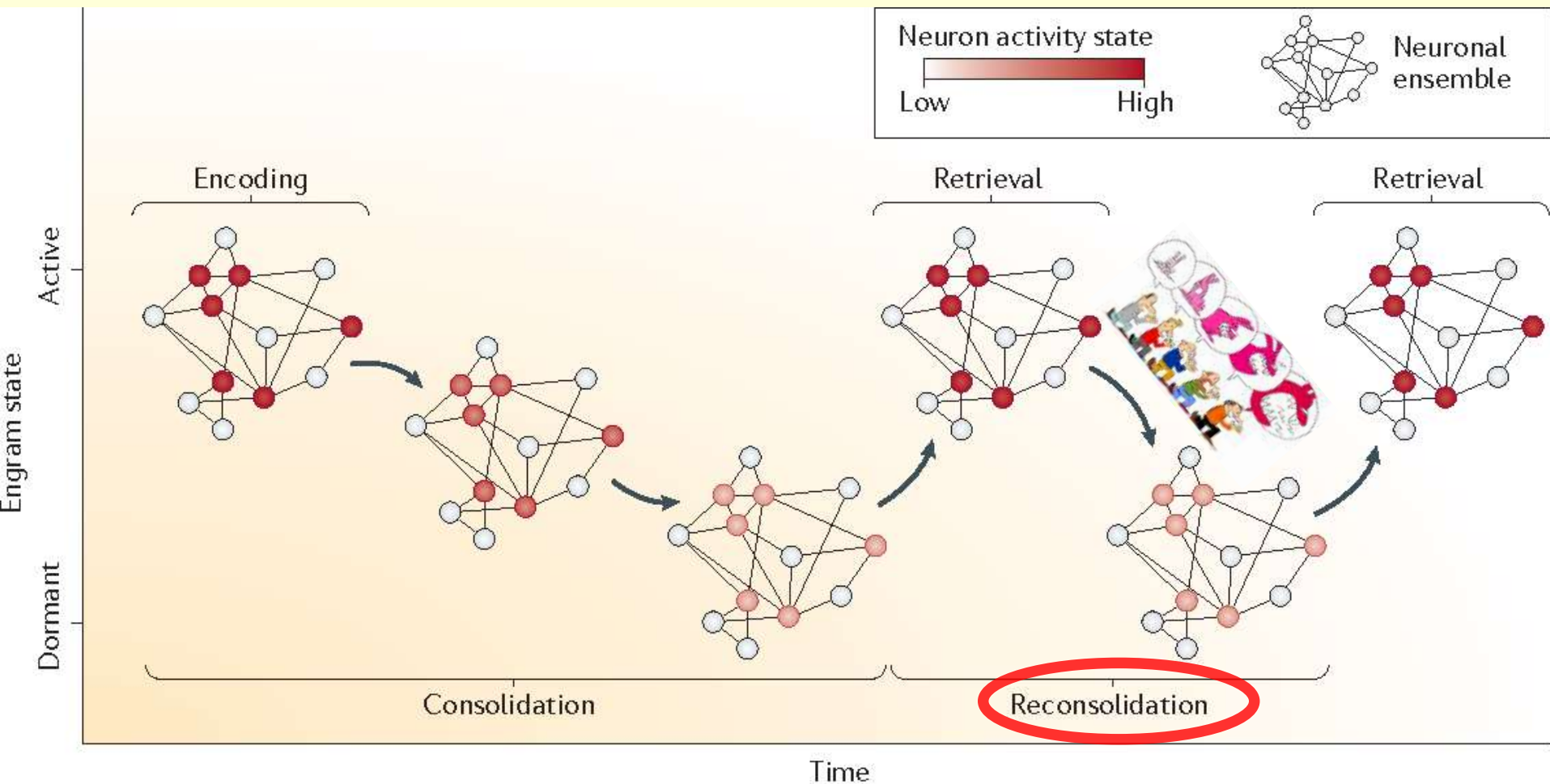


Figure 1 | The lifetime of an engram The formation of an engram (encoding) involves strengthening of connections
<https://www.semanticscholar.org/paper/Finding-the-engram-Josselyn-K%C3%B6hler/269657152b4666ebd489ee54c2ab17534bb72496>

Peut-on effacer les souvenirs?

1. Les méandres de la mémoire

Isabelle Paré

15 décembre 2018

<https://www.ledevoir.com/societe/543662/peut-on-effacer-les-souvenirs>

L'approche du Dr. **Alain Brunet**, de l'hôpital Douglas à Verdun :

« Cette approche se fonde sur le fait que lorsque les symptômes émanent d'un événement traumatique, **si on diminue les souvenirs émotifs liés à cet événement, on diminuera les symptômes** », explique le chercheur, aussi clinicien. L'objectif n'est donc pas d'effacer le souvenir, insiste-t-il, mais plutôt de **le dépouiller des émotions extrêmes** qui l'accompagnent.

Dans le cabinet du thérapeute, cela se traduit par la prise d'un médicament, le **Propanolol**, un bêtabloquant capable d'inhiber la production des hormones de stress relâchées quand un souvenir traumatisant refait surface. Absorbé par le patient 90 minutes avant qu'il passe en revue ses souvenirs difficiles, le Propanolol permet à celui-ci de « **restocker** » **ce souvenir en le délitant des sensations physiques adverses** qu'il générerait au départ.

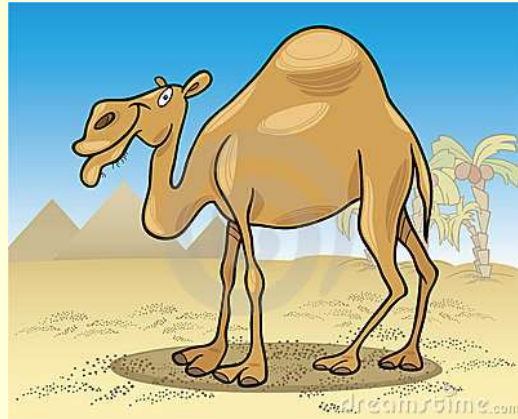
Après **six séances**, le souvenir factuel reste, mais les symptômes, domptés par le Propanolol, ont disparu de la mémoire.

2 petits tests de mémoire pour après la pause.

Il s'agit de retenir dans l'ordre les duos d'objets suivants.











Fin du test 1

Début du test 2











Fin du test 2

On se revoit après la pause...

;-)

Cours 3:

Des milliers et des millions de neurones : Nos mémoires et leurs structures cérébrales associées

A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe



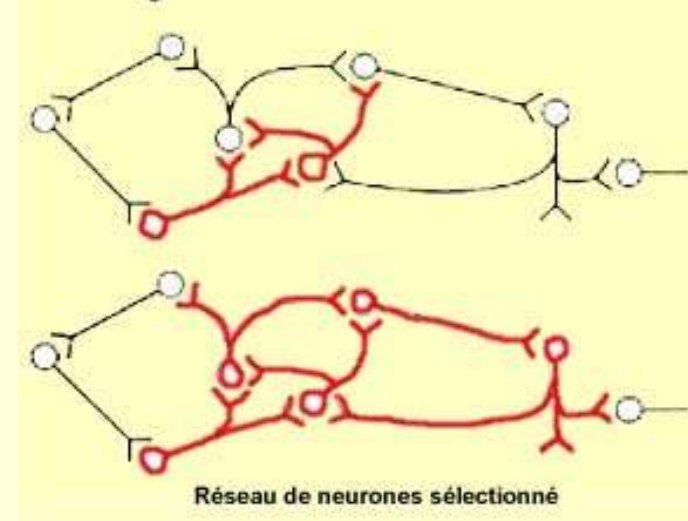
B- Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?



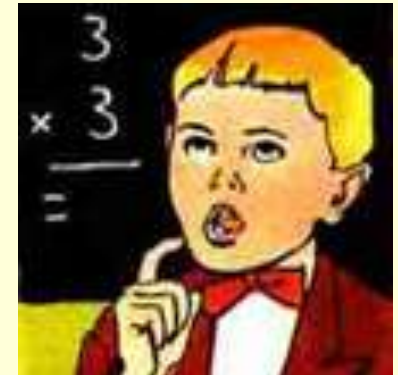
Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie

L'apprentissage et la mémoire
étant des processus de
reconstruction constants, cela
veut dire que **l'intelligence**
(« whatever that means ... »)
ce n'est **pas** quelque chose
qui est **fixé d'avance**.



On peut tous **apprendre**
et s'améliorer durant
toute notre vie
parce que notre cerveau
se modifie constamment.



(il y a bien sûr des courbes de déclin des facultés cognitives, en particulier mnésiques, mais certaines sont plutôt faible et tardives...)

En **2006**, Carol Dweck a démontré qu'expliquer aux jeunes (ici de 5^e année) que leur cerveau est **plastique** (et peut donc développer de nouvelles habiletés avec la **pratique** et **l'effort**) a des effets positifs sur leur apprentissage futur :

- meilleure attitude après des erreurs ou des échecs;
- motivation plus forte pour atteindre la maîtrise d'une compétence.

Social Cognitive and Affective Neuroscience

Soc Cogn Affect Neurosci. 2006 September; 1(2): 75–86.

doi: [10.1093/scan/nsl013](https://doi.org/10.1093/scan/nsl013)

PMCID: PMC1838571

NIHMSID: NIHMS16001

Why do beliefs about intelligence influence learning success? A social cognitive neuroscience model

Jennifer A. Mangels,¹ Brady Butterfield,² Justin Lamb,¹ Catherine Good,³ and Carol S. Dweck⁴

[Author information](#) ► [Article notes](#) ► [Copyright and License information](#) ►

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

Abstract

Go to:

Students' beliefs and goals can powerfully influence their learning success. Those who believe intelligence is a fixed entity (entity theorists) tend to emphasize 'performance goals,' leaving them vulnerable to negative feedback and likely to disengage from challenging learning opportunities. In contrast, students who believe intelligence is malleable (incremental theorists) tend to emphasize 'learning goals' and rebound better from occasional failures. Guided by cognitive neuroscience models of top-down, goal-directed behavior, we use event-related potentials (ERPs) to understand how these beliefs influence attention to information associated with successful error correction. Focusing on waveforms associated with conflict detection and error correction in a test of general knowledge, we found evidence indicating that entity theorists oriented differently toward negative performance feedback, as indicated by an enhanced anterior frontal P3 that was also positively correlated with concerns about proving ability relative to others. Yet, following negative feedback, entity theorists demonstrated less sustained memory-related activity (left temporal negativity) to corrective information, suggesting reduced effortful conceptual encoding of this material—a strategic approach that may have contributed to their reduced error correction on a subsequent surprise retest. These results suggest that beliefs can influence learning success through top-down biasing of attention and conceptual processing toward goal-congruent information.

Keywords: Dm, episodic memory, P3a, TOI, achievement motivation

En 2007, **Dweck** et son équipe ont étudié l'évolution des performances scolaires de 373 élèves qui avaient une conception **fixiste** (un élève est doué ou non) ou **évolutive** (un élève qui travaille évolue, se transforme et s'améliore) des enfants.

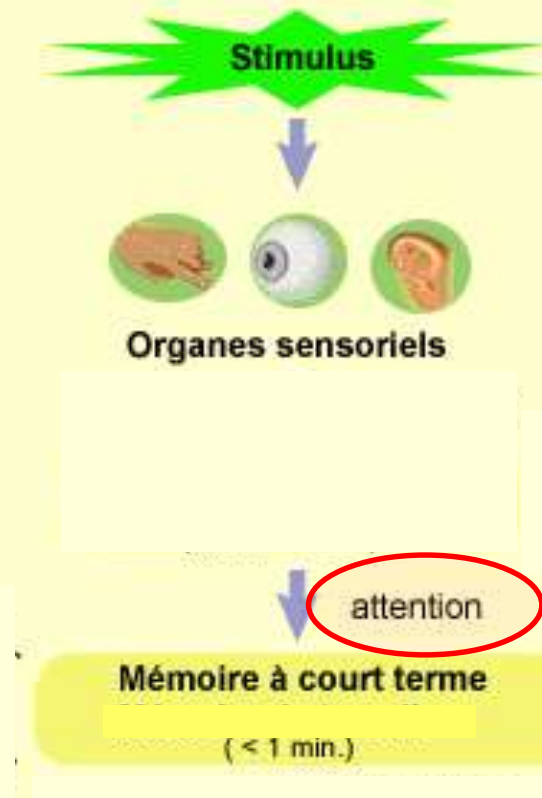
Au début du suivi, les performances en mathématiques des élèves fixistes et évolutifs étaient **comparables**.

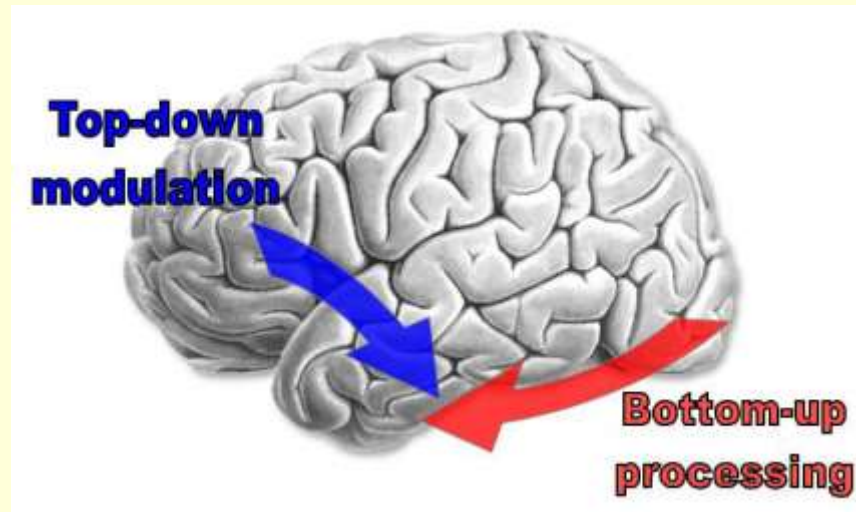
Mais **lorsque les difficultés** d'acquisition des notions **sont devenues plus ardues**, les évolutifs ont surpassé leurs camarades fixistes.

Le fait de s'être focalisés sur l'apprentissage, l'effort et la persévérance, dans une logique de transformation graduelle, avait porté ses fruits.

Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention

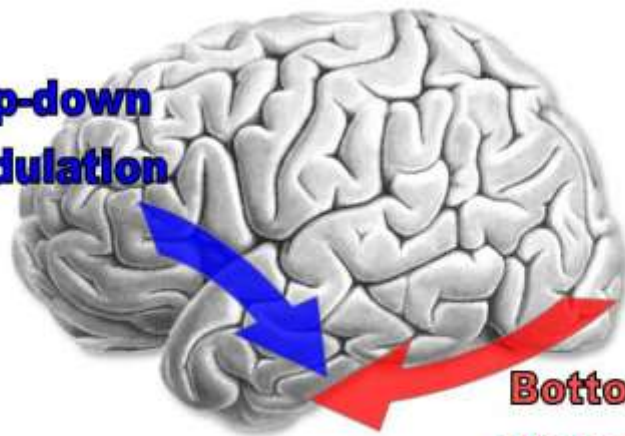




À une époque plus « calme et frugale », la recherche de **nouvelles ressources prometteuses** a été un mécanisme adaptatif fondamental de notre cerveau qui demeure donc très sensible au « bottom up ».



**Top-down
modulation**

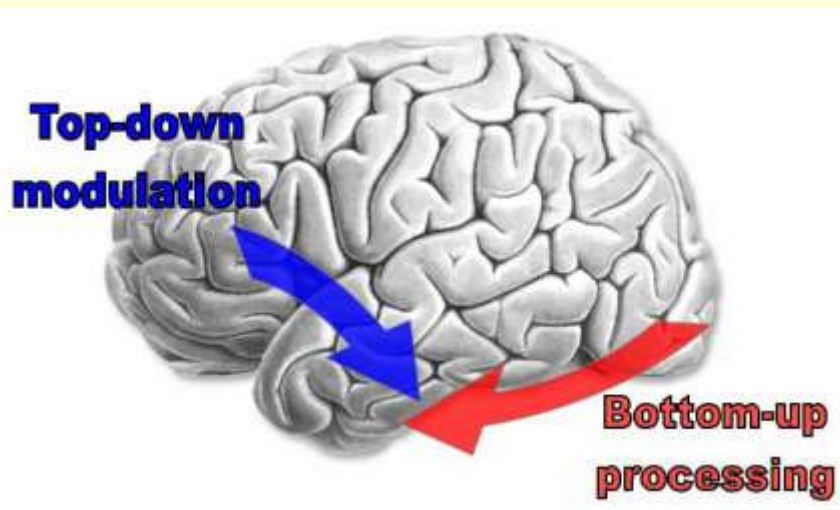


**Bottom-up
processing**



Des « fonctions exécutives »
comme **l'attention** peuvent être
sollicitées pour **contrer** des stimuli
« bottom up » trop intrusifs...





« Nous sommes à la fois **maîtres** et **esclaves** de notre attention.

Nous pouvons l'orienter et la focaliser, mais elle peut aussi nous échapper, être captée par des événements ou objets extérieurs. »

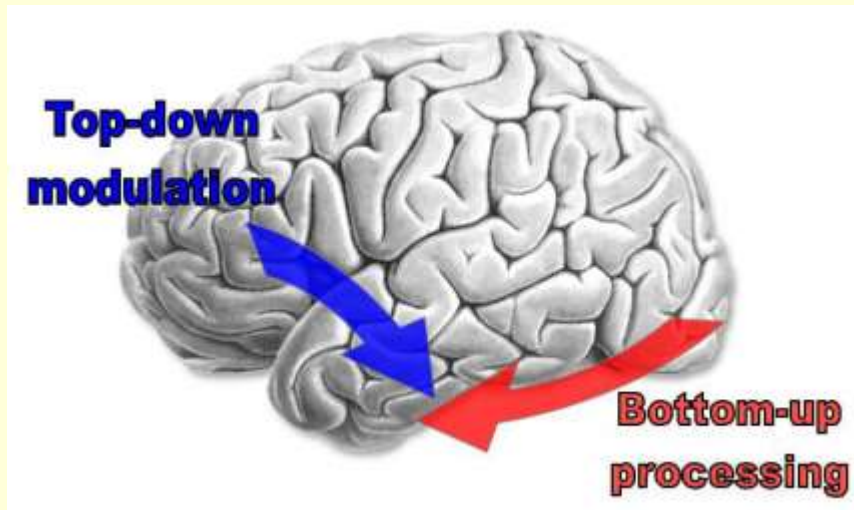
Par des « **voleurs d'attention** » !

- **Jean-Philippe Lachaux**

<http://www.blog-lecerveau.org/blog/2013/03/11/2463/>



Le contrôle du « haut vers le bas »
(ou « **top down** ») peut aussi
constituer un formidable **filtre**
qui nous empêche d'être distrait
par d'autres stimuli que ceux qui
concernent la tâche à effectuer.

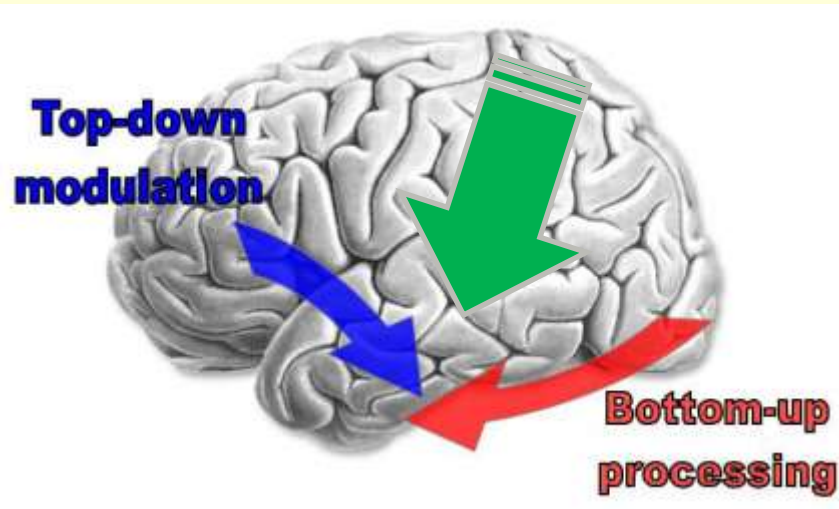


Limite de l'attention :

On ne peut pas réaliser deux tâches véritablement en même temps
(à part bien sûr les comportements devenus automatiques...)

« **multitasking** » → on peut apprendre à alterner rapidement entre **deux** tâches
(mais si on introduit une 3^e tâches, les performances chutent...)

On peut aussi apprendre à inhiber de façon top down certains **automatismes** comportementaux ou de pensée qui sont **inappropriés** dans un contexte donné.



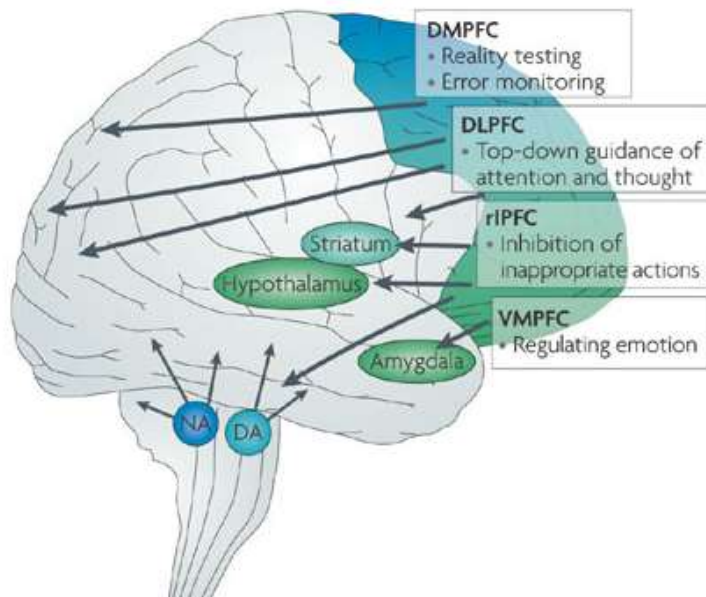
innés....

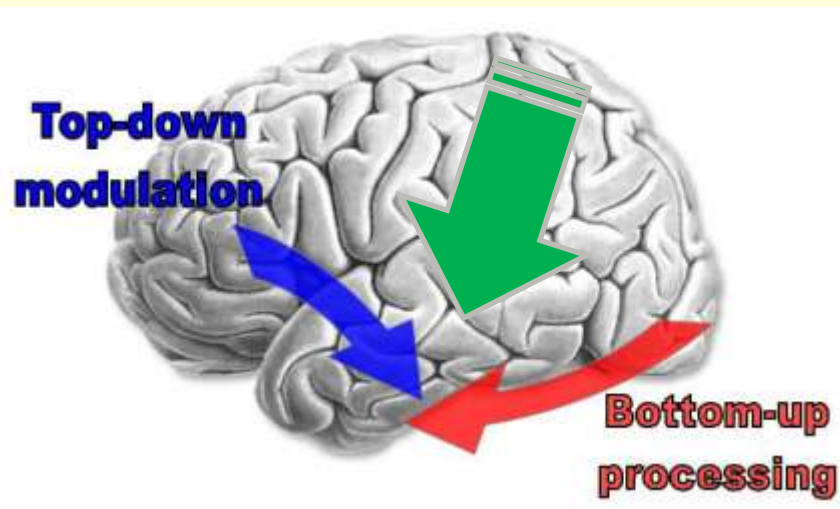
Le contrôle inhibiteur



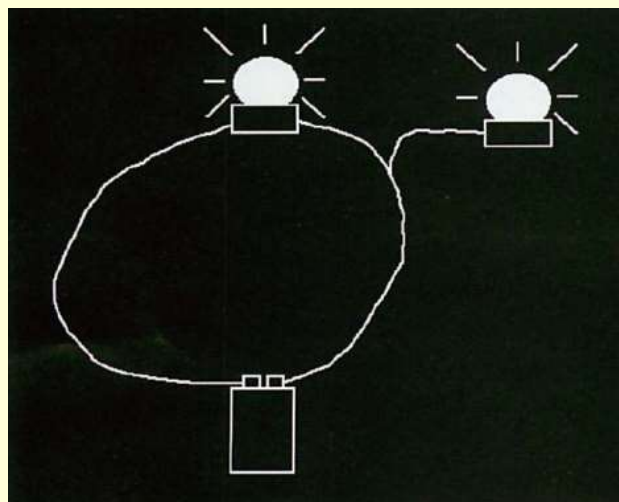
Bref, il faut...

a Prefrontal regulation during alert, non-stress conditions





La réponse à inhiber
peut être aussi
acquise....



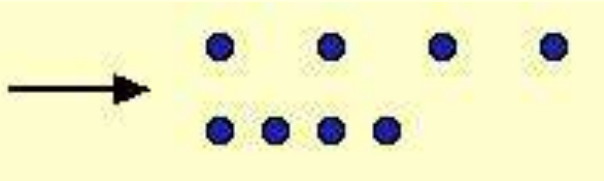
On peut aussi résister **aux interférences non-pertinente**.

Exemple : Le test de Stroop : nommer la couleur de **l'encre**





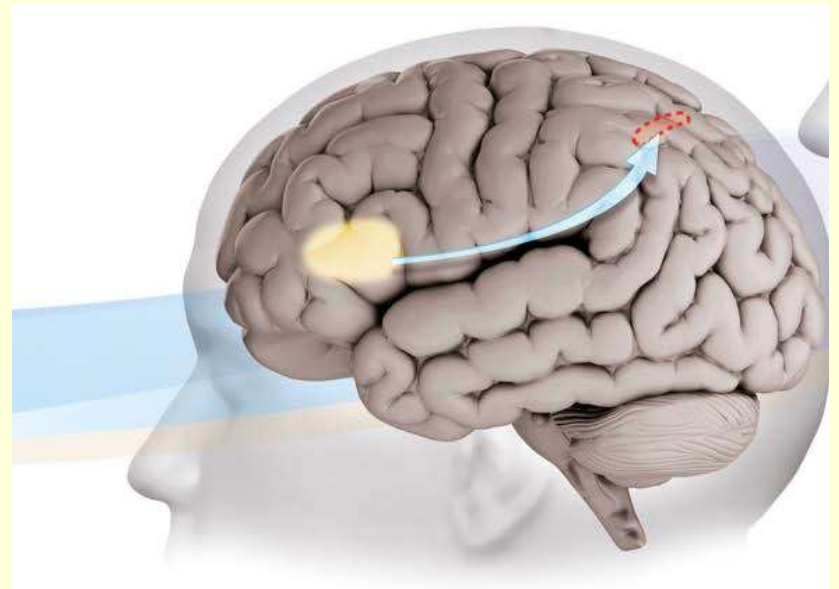
Ce que l'équipe de Houdé a mis en évidence, c'est que vers l'âge de 6-7 ans, ou avec l'aide d'un parent avant, **l'enfant parvient à mettre entre parenthèses sa croyance spontanée** pour examiner la situation au moyen de ses outils logiques.



À ce moment, on observe une activation au niveau du cortex **cortex préfrontal inférieur**.

Or on sait que les neurones de cette régions projettent leur axone vers d'autres zones du cerveau impliquées dans ces automatismes de pensée

(le **sillon intrapariétal latéral**, par exemple).

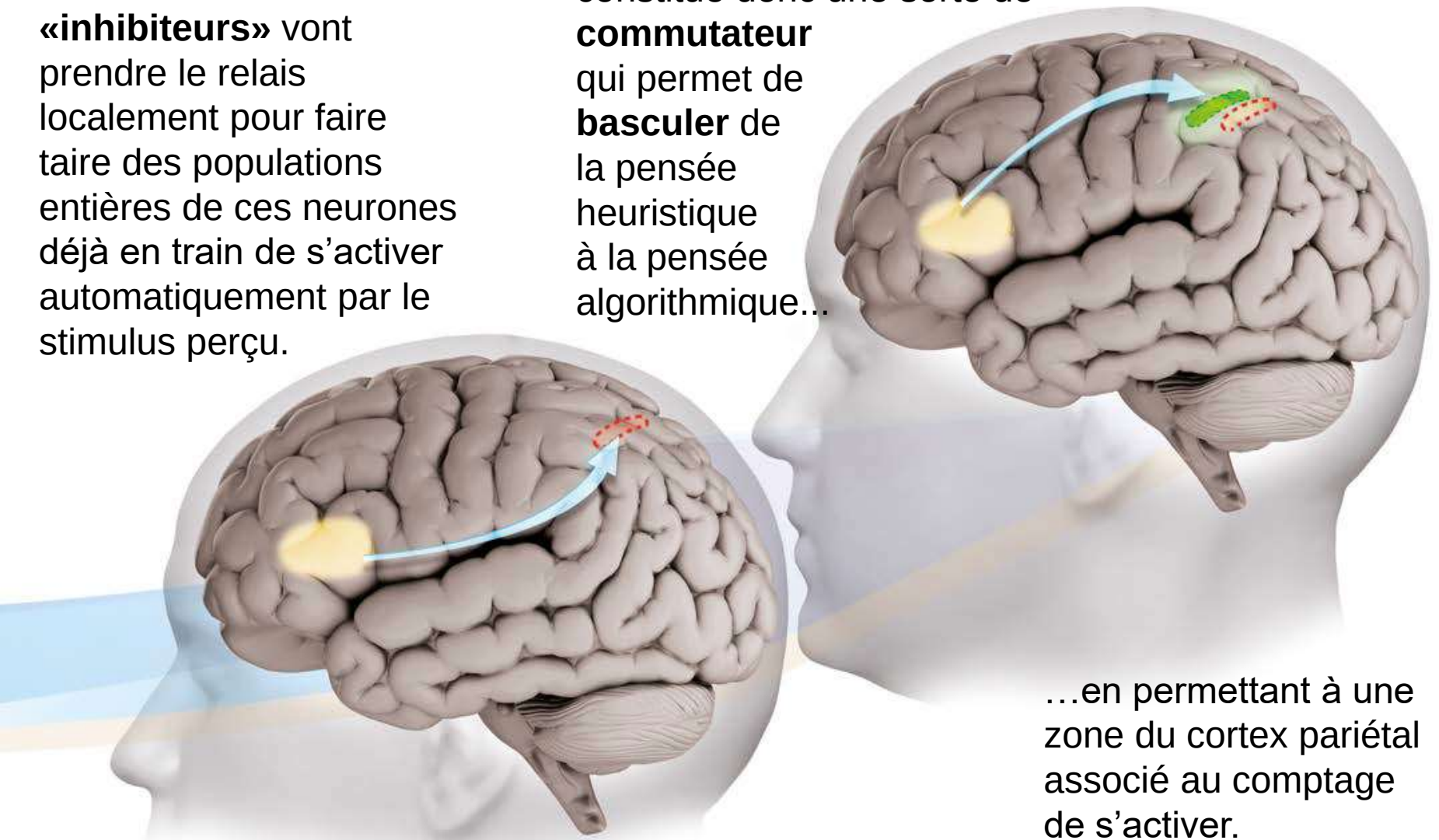


Dans ces zones, d'autres **neurones dits «inhibiteurs»** vont prendre le relais localement pour faire taire des populations entières de ces neurones déjà en train de s'activer automatiquement par le stimulus perçu.

Ce cortex préfrontal inférieur constitue donc une sorte de **commutateur** qui permet de **basculer** de la pensée heuristique à la pensée algorithmique...

...en permettant à une zone du cortex pariétal associé au comptage de s'activer.

Bref, le **cortex préfrontal inférieur permet de bloquer les automatismes mentaux** pour activer une pensée discursive et logique.



Les trois systèmes cognitifs

Système heuristique

Pensée «automatique»
et intuitive

Fiabilité 

 Rapidité



1

Anatomiquement, le système inhibiteur est la région du cerveau qui se développe le plus **tardivement** et le plus **lentement**.

Le système heuristique et celui algorithmique **coexistent très tôt**, sans doute dès le début du développement, c'est-à-dire dans les premiers mois de la vie.

Système d'inhibition

Interrompt le système heuristique pour activer celui des algorithmes

→ *Fonction d'arbitrage*

3

Système algorithmique

Pensée réfléchie
«logico-mathématique»

Fiabilité 

 Rapidité

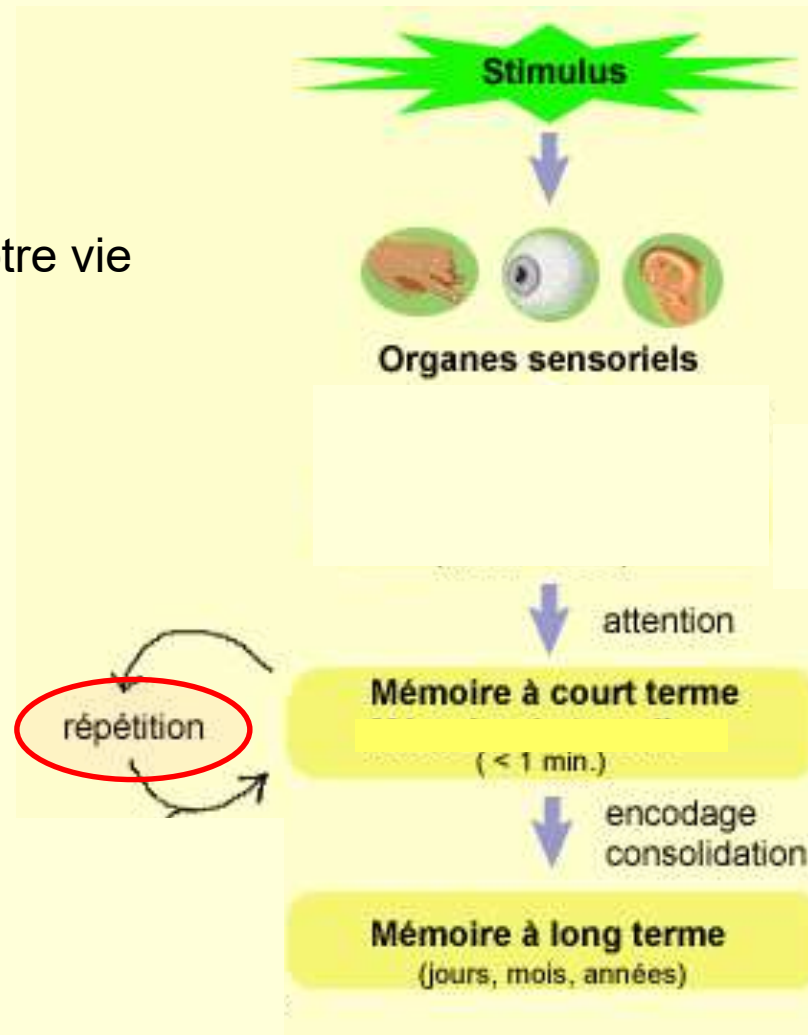


2

La maturation du cortex préfrontal commence seulement **à partir de 12 mois** et elle dure **jusqu'à l'âge adulte**.

Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

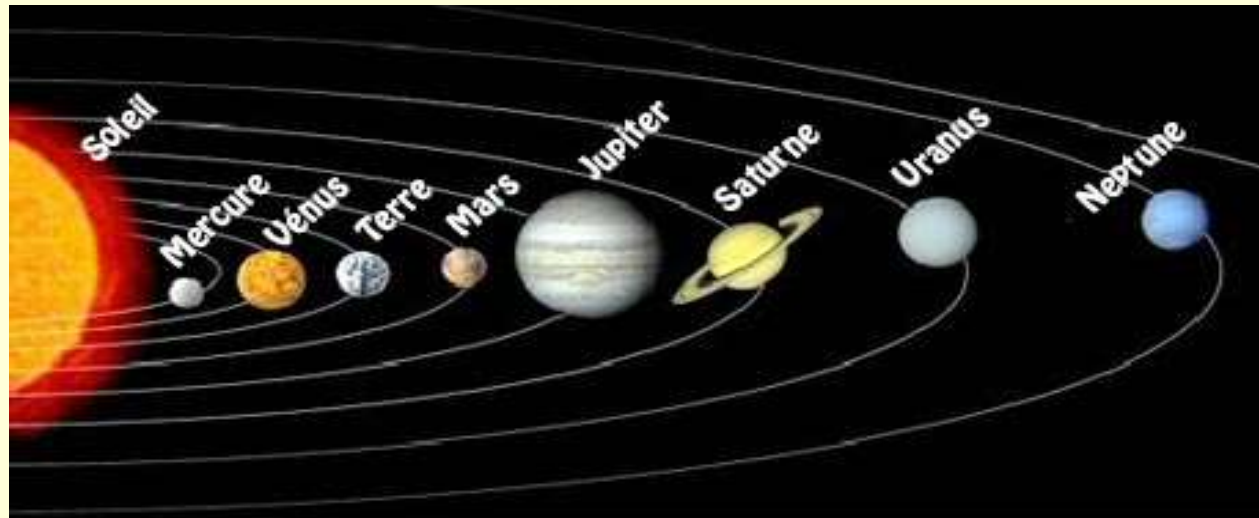
- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter



Devant la **capacité limitée** de notre mémoire de travail, on a découvert certains « trucs mnémotechniques ».

Combiner plusieurs éléments en un seul

En regroupant plusieurs items dans un tout qui fait du sens, on réduit le nombre d'items à mémoriser, ce qui facilite la rétention.



Ex. : "Mon Vieux Tu Me Jette Sur Un Nuage."

Autre exemple :

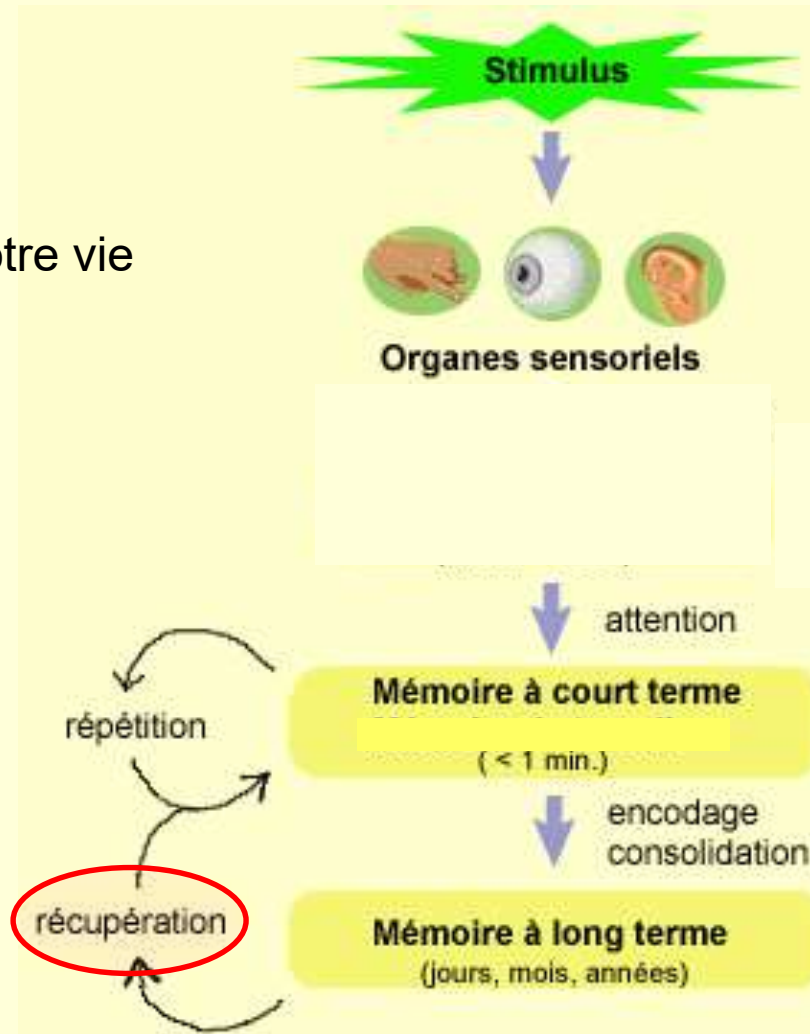
"Mais où est donc Carnior ?"

Pour retenir les conjonctions de coordination
(Mais, Où, Et, Donc, Car, Ni, Or).

« chunking » : mémoire court terme limitée

Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter
- Faire des tests de rappel



Étude versus tests de rappel

Groupe 1 : 4 blocs d'étude, 4 tests (ÉT ÉT ÉT ÉT)

Groupe 2 : 6 blocs d'étude, 2 tests (ÉT ÉÉ ÉT ÉÉ)

Groupe 3 : 8 blocs d'étude, 0 test (ÉÉ ÉÉ ÉÉ ÉÉ)

Les meilleurs résultats de rappel deux jours plus tard sont :

groupe 1,

puis **groupe 2**

et finalement **groupe 3.**

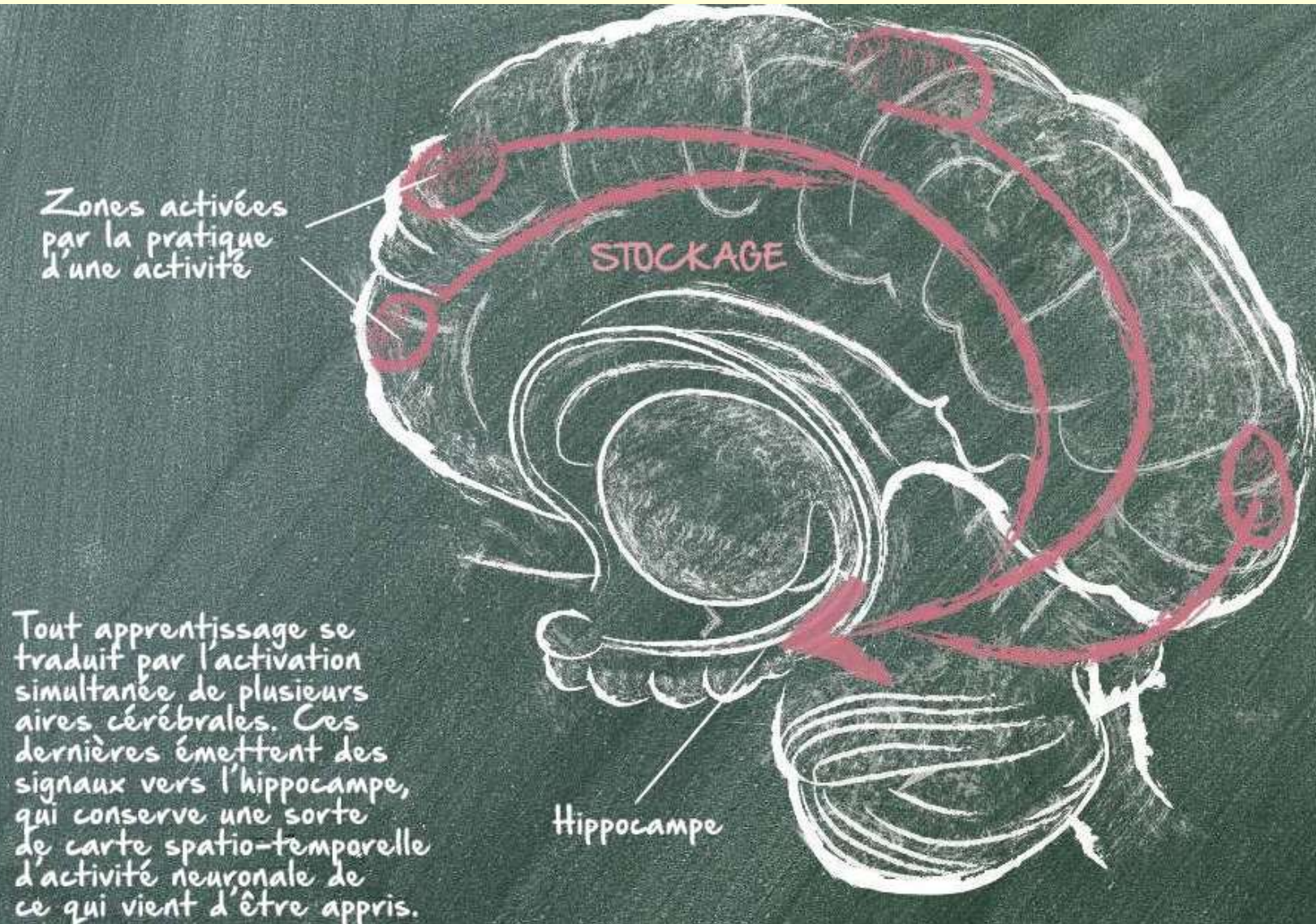
→ Faire des **tests de révision fréquents** nous force à récupérer en mémoire une information récemment apprise

→ Ce rappel est suivi d'une **reconsolidation** qui permet le **stockage plus profond** de cette information en mémoire à long terme.

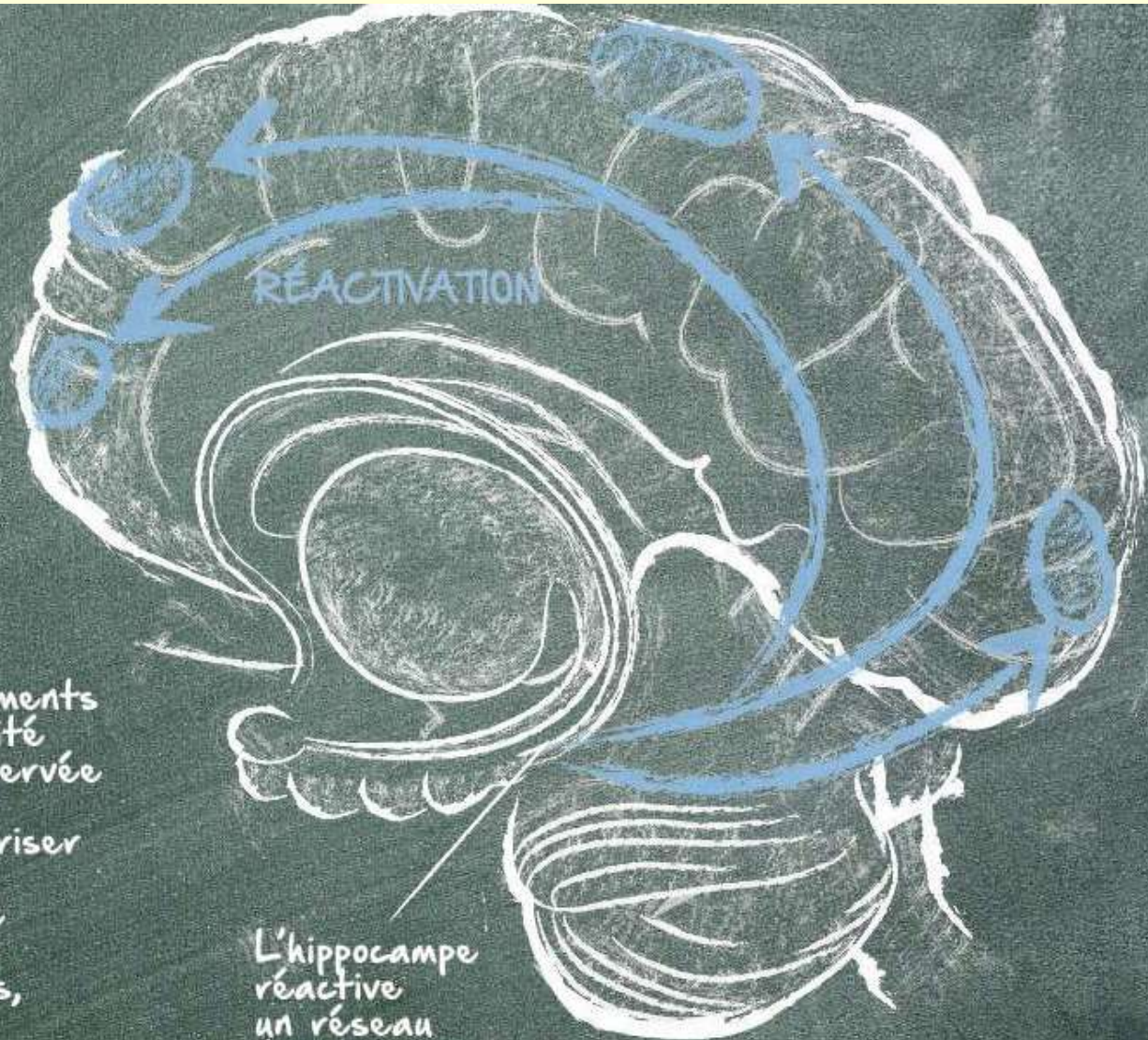
Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter
- Faire des tests de rappel
- Bien dormir

Les apprentissage du jour...



Les apprentissage du jour... sont **réactivés** et **consolidés** la nuit.



Loin d'être inactif, le cerveau affiche pendant certains moments du sommeil une activité identique à celle observée pendant la veille. En effet, pour mémoriser les apprentissages récents, l'hippocampe réactive les réseaux de neurones impliqués, ce qui consolide l'apprentissage.

L'hippocampe réactive un réseau de neurones

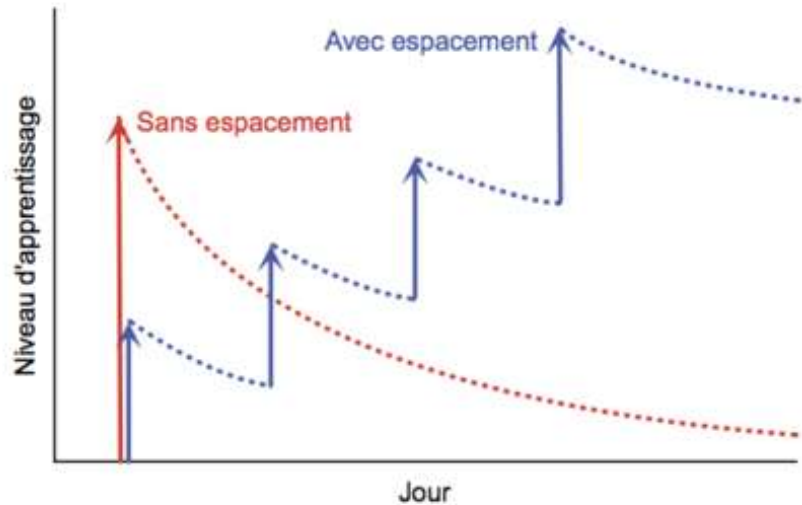


Fig. 1 – Comparaison des effets de deux pratiques d'enseignement (avec et sans espacement) sur l'apprentissage et l'oubli des élèves.

Un simple **espacement des périodes d'apprentissage** semble avoir un **effet bénéfique** (en plus du sommeil) :

- 4 x 30 min marche mieux que de 1 x 2h
- donc espacer les périodes d'étude (pas 3h avant l'examen)

Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter
- Faire des tests de rappel
- Bien dormir et espacer les périodes d'apprentissage
- Être motivé



Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter
- Faire des tests de rappel
- Bien dormir et espacer les périodes d'apprentissage
- Être motivé
- Créer des liens, des associations, du sens

« Apprendre c'est accueillir le nouveau dans le déjà là. »

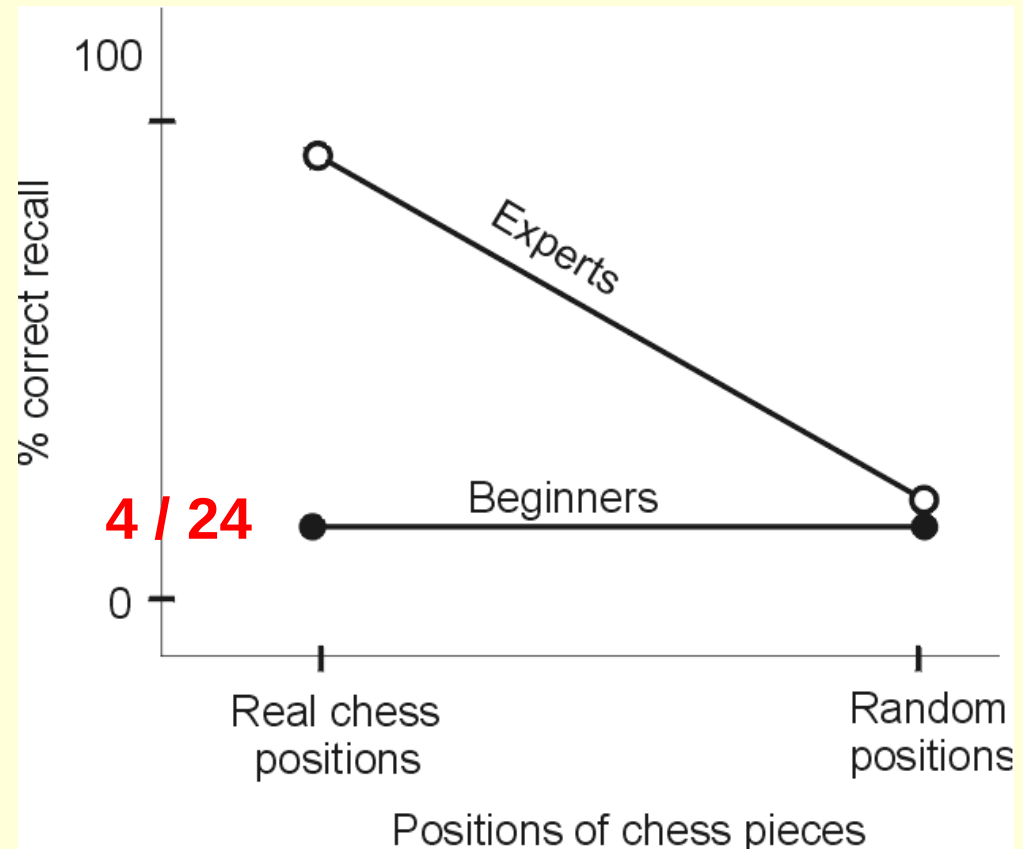
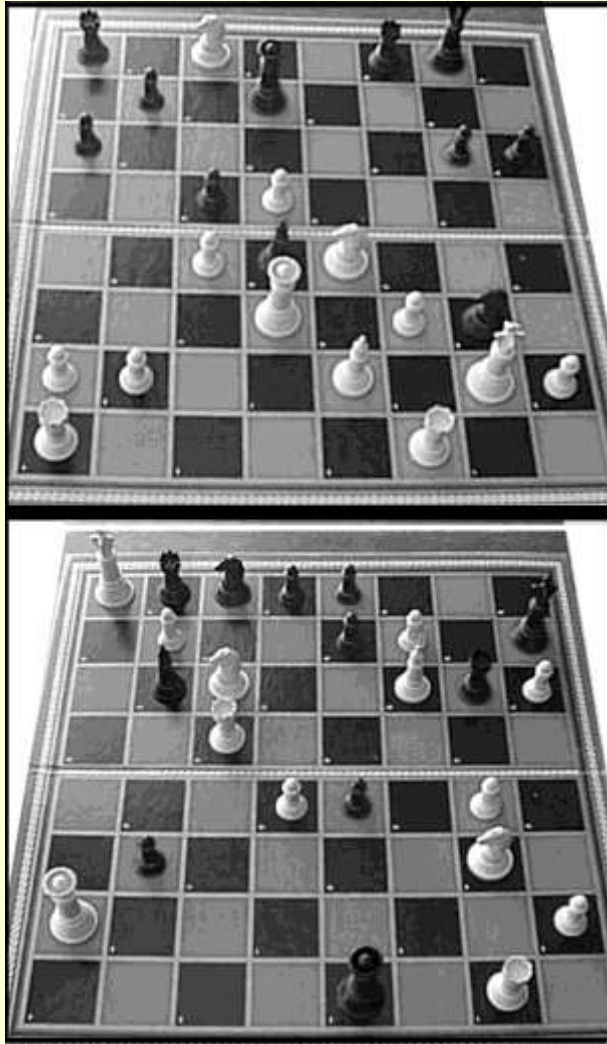
- Hélène Trocme Fabre

How experts recall chess positions

By Daniel Simons, on February 15th, 2012

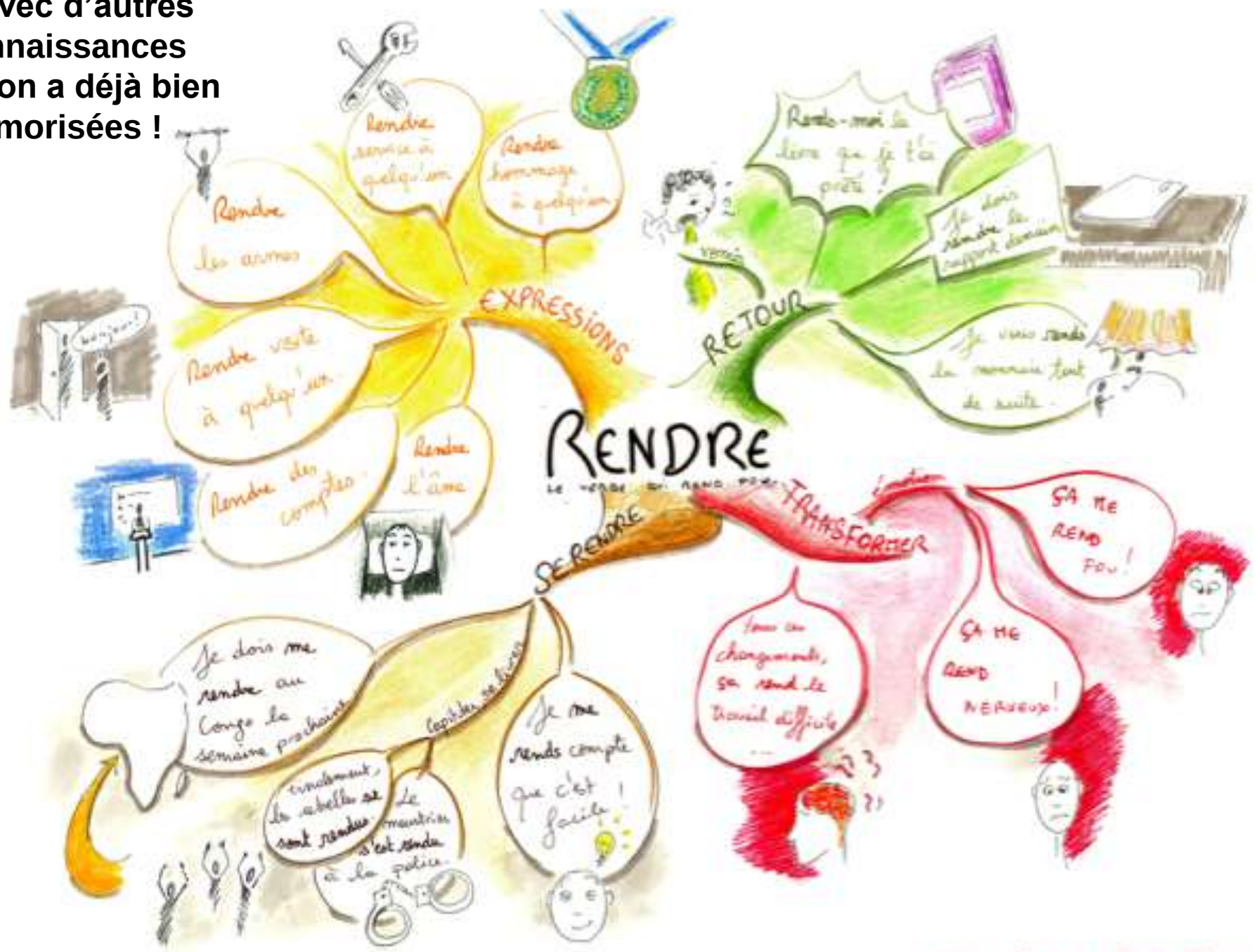
<http://theinvisiblegorilla.com/blog/2012/02/15/how-experts-recall-chess-positions/>

5 s.



A **meaningful** configuration (**top**)
and a random configuration (bottom)

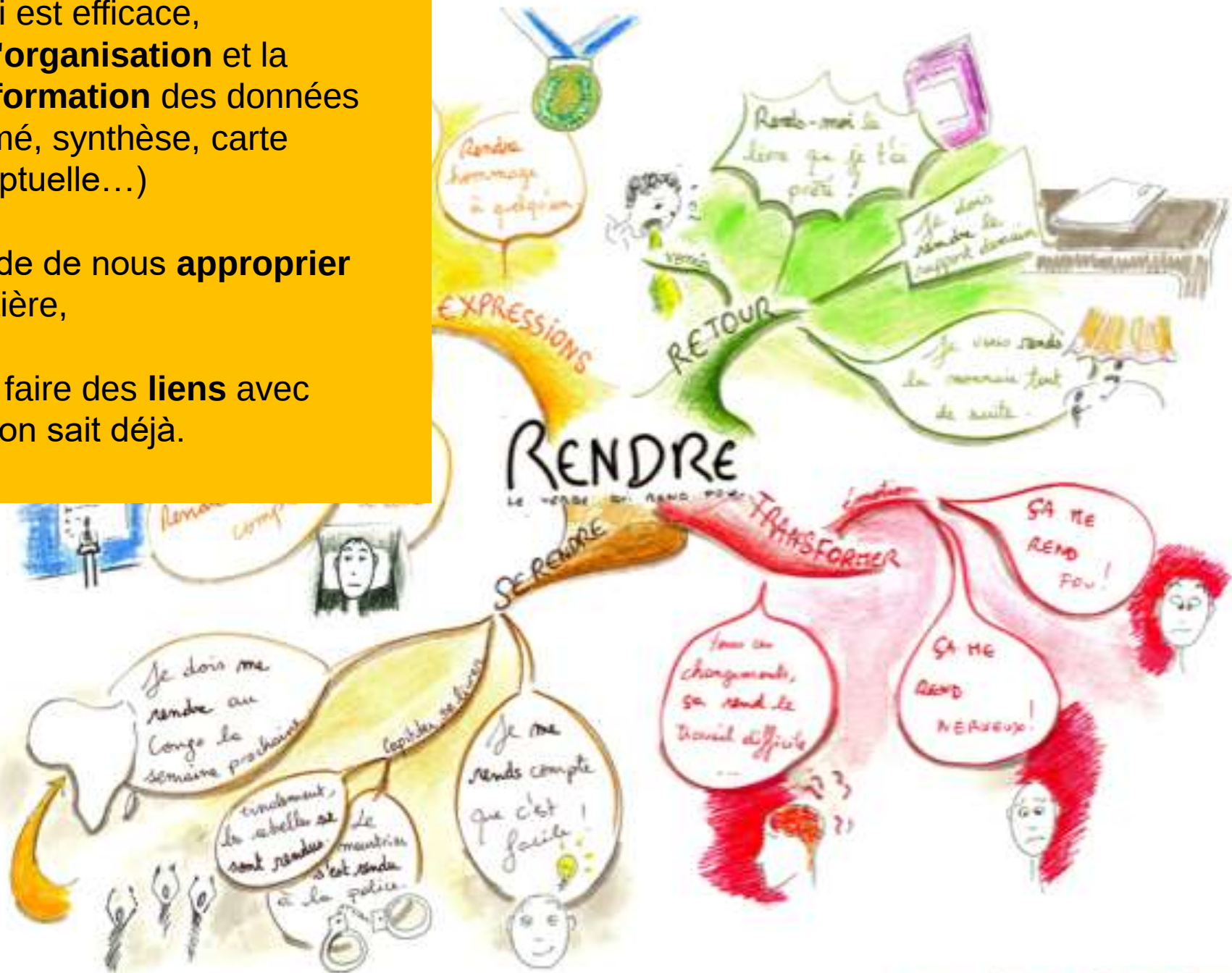
...avec d'autres connaissances qu'on a déjà bien mémorisées !



Ce qui est efficace,
c'est **l'organisation** et la
transformation des données
(résumé, synthèse, carte
conceptuelle...)

C'est de nous **approprier**
la matière,

bref à faire des **liens** avec
ce qu'on sait déjà.



Championnat de mémorisation: un sport extrême

Publié le 29 mars 2009

<http://www.lapresse.ca/vivre/sante/200903/29/01-841335-championnat-de-memorisation-un-sport-extreme.php>



Parviennent par exemple à mémoriser **l'ordre exact d'un jeu de 52 cartes mélangées en 1 minutes 37 secondes.**

« It's all about **having fun.** And letting the brain makes strong connections. »

« The next time you want to remember something, **make a fun story of it** »

How to become a Memory Master :
Idriz Zogaj at TEDxGoteborg

<https://www.youtube.com/watch?v=9ebJlcZMx3c>

Pour les nombres, l'un des systèmes couramment employés par les champion du monde de mémoire consiste à représenter chaque nombre de 0 à 99 par **une personne dans une action**.

Le 07 peut être incarné par James Bond qui tire au pistolet.



Pour le 66, on peut voir le diable embrochant des enfants avec sa fourche.

Pour le 98, on peut faire le lien avec la Coupe du monde de football de 1998 et voir Zidane shootant dans un ballon.



Si la séquence **986607** est à retenir

ils imaginent Zidane (98) qui embroche (66) James Bond (07).

Et ensuite on passe
à six autres chiffres
comme 548231, etc.



Et au fur et à mesure, on place
ces scènes dans un **palais de
mémoire** pour en retenir l'ordre.

Concrètement, qu'est-ce qui peut favoriser l'apprentissage et la mémoire ?

- Comprendre qu'on peut s'améliorer durant toute notre vie
- Porter attention
- Répéter
- Faire des tests de rappel
- Bien dormir et espacer les périodes d'apprentissage
- Être motivé
- Créer des liens, des associations, du sens
- Associer des items à un trajet bien connu aide à les retenir

Cette méthode est utilisée depuis plus de deux mille ans !

La première mention d'une association lieux/objets remonterait au poète grec **Simonides de Céos** né en 556 av. J.-C.



Un Art de la Mémoire

13 mai 2017

<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-13-mai-2017>

27 mai 2017

Le Mnémoniste (sur le patient de A. Luria)

<https://www.franceinter.fr/emissions/sur-les-epaules-de-darwin/sur-les-epaules-de-darwin-27-mai-2017>



Donc pour retenir une liste :

associer des images mentales
surprenantes à des lieux **connus**

Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange



Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange



Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange



Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange





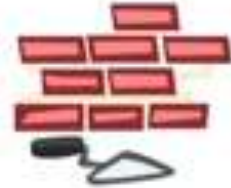
Liste d'épicerie :

- Yogourt grec
- Bagel
- Mangue
- Jus d'orange



- 1) Créer une image mentale flyée pour l'association
- 2) La situer dans l'espace (en un « trajet »)

Ça vous rappelle quelque chose ?





L'influence de l'âge sur diverses capacités cognitives

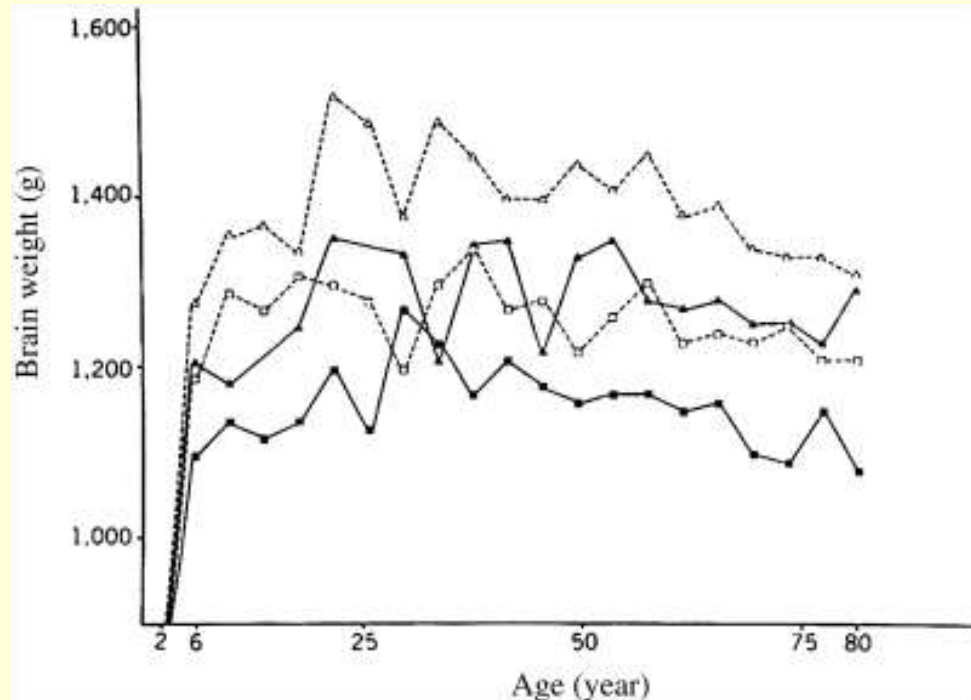


Old age begins at 27 as mental powers start to decline, scientists find (2009)

<http://www.telegraph.co.uk/news/newstopics/howaboutthat/4995546/Old-age-begins-at-27-as-mental-powers-start-to-decline-scientists-find.html>



Int J Neurosci. 2009; 119(5):691-731. **Whole brain size and general mental ability: a review.** Rushton JP, Ankney CD.



La perte de masse du cerveau est d'environ 2 grammes par année à partir de 26 ans jusqu'à 80 ans.

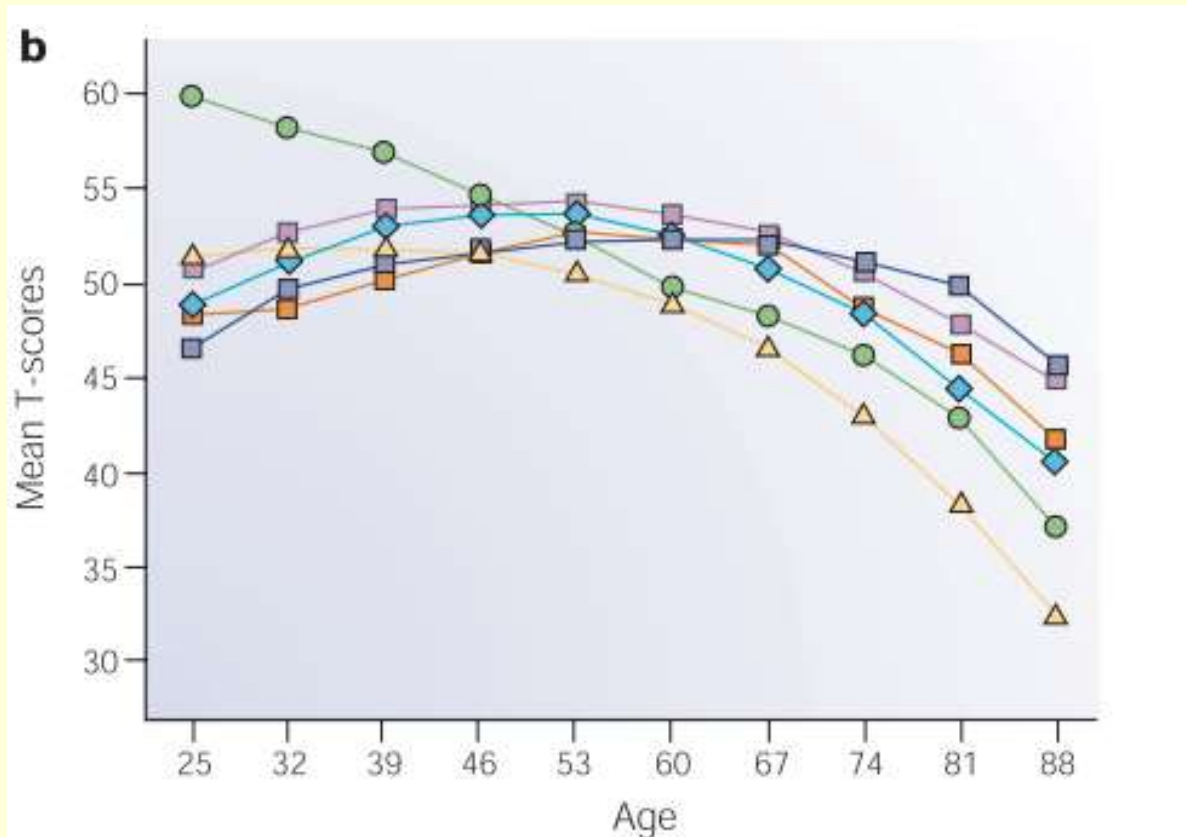
On perd donc environ 108 g de notre 1450 g initial pour descendre à 1342 g.

Une perte de 7,5% au total. Après l'âge de 80 ans, le taux de perte passe à 5 g par année environ.

Nat Rev Neurosci. **2004** Feb;5(2):87-96.

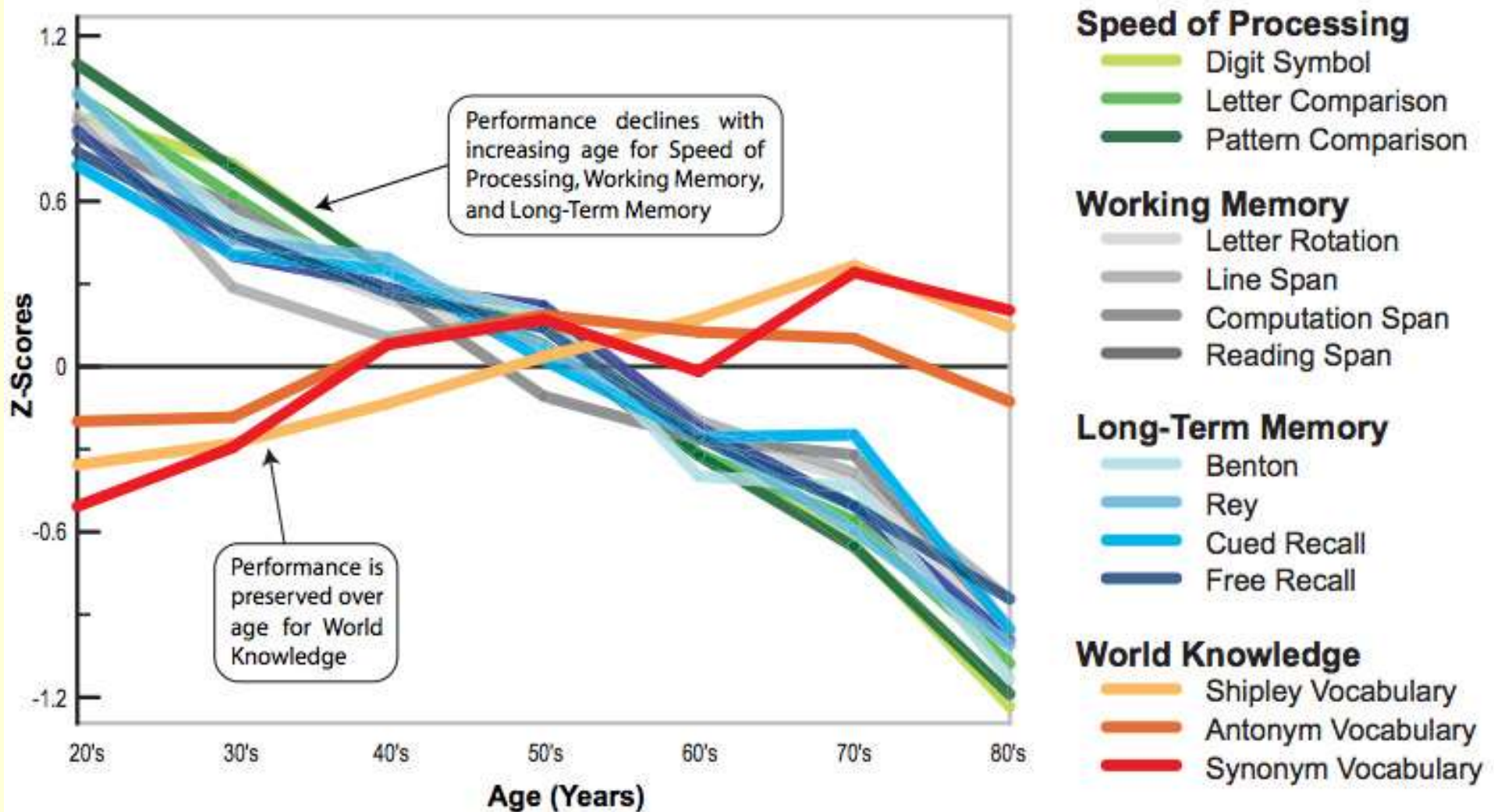
Insights into the ageing mind: a view from cognitive neuroscience.

Hedden T, Gabrieli JD.



Alors que certaines fonctions cognitives ont leur maximum autour de l'âge de **25 ans** (ce qui correspond à la masse maximum du cerveau),

plusieurs autres n'atteignent leur maximum passé **50 ans** (comme le raisonnement inductif ou les habileté verbales).



Jusqu'où peut aller la plasticité cérébrale ?

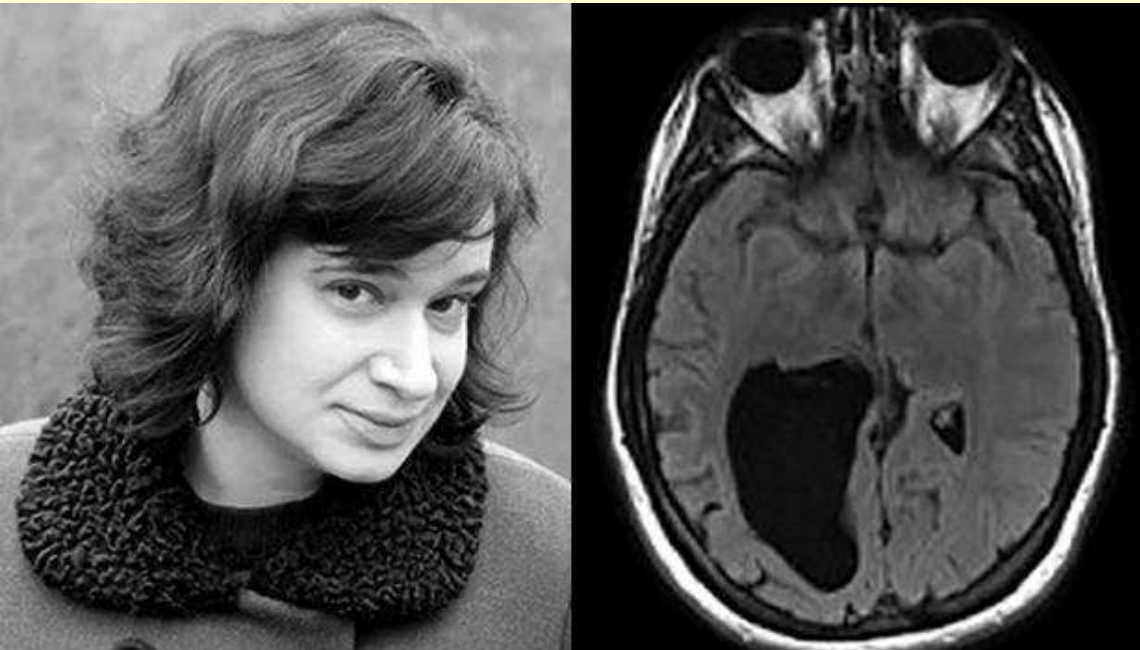
The woman with a lemon-sized hole in her brain

<http://www.cbsnews.com/news/cole-cohen-woman-with-lemon-sized-hole-in-her-brain/>

May 21, 2015

Cole Cohen a grandi sans jamais savoir pourquoi elle ne pouvait pas comprendre le temps et l'espace. Elle n'était pas non plus capable de lire l'heure sur un cadran analogique, évaluer la vitesse d'une voiture qui approche dans la rue, ou encore savoir combien de temps faire une accolade à quelqu'un.

Les médecins se confondaient en diagnostics, incluant TDAH et dyslexie. Finalement, quand elle a eu 26 ans, quelqu'un lui suggéra de passer un scan d'IRM.



Les résultats furent renversants : elle avait un trou dans son cerveau de la taille d'un citron. Rempli de liquide cérébro-spinal, le trou se retrouvait où son **lobe pariétal** aurait dû être, une région du cerveau impliquée dans la navigation spatiale, la compréhension des nombres, certaines informations sensorielles, etc.

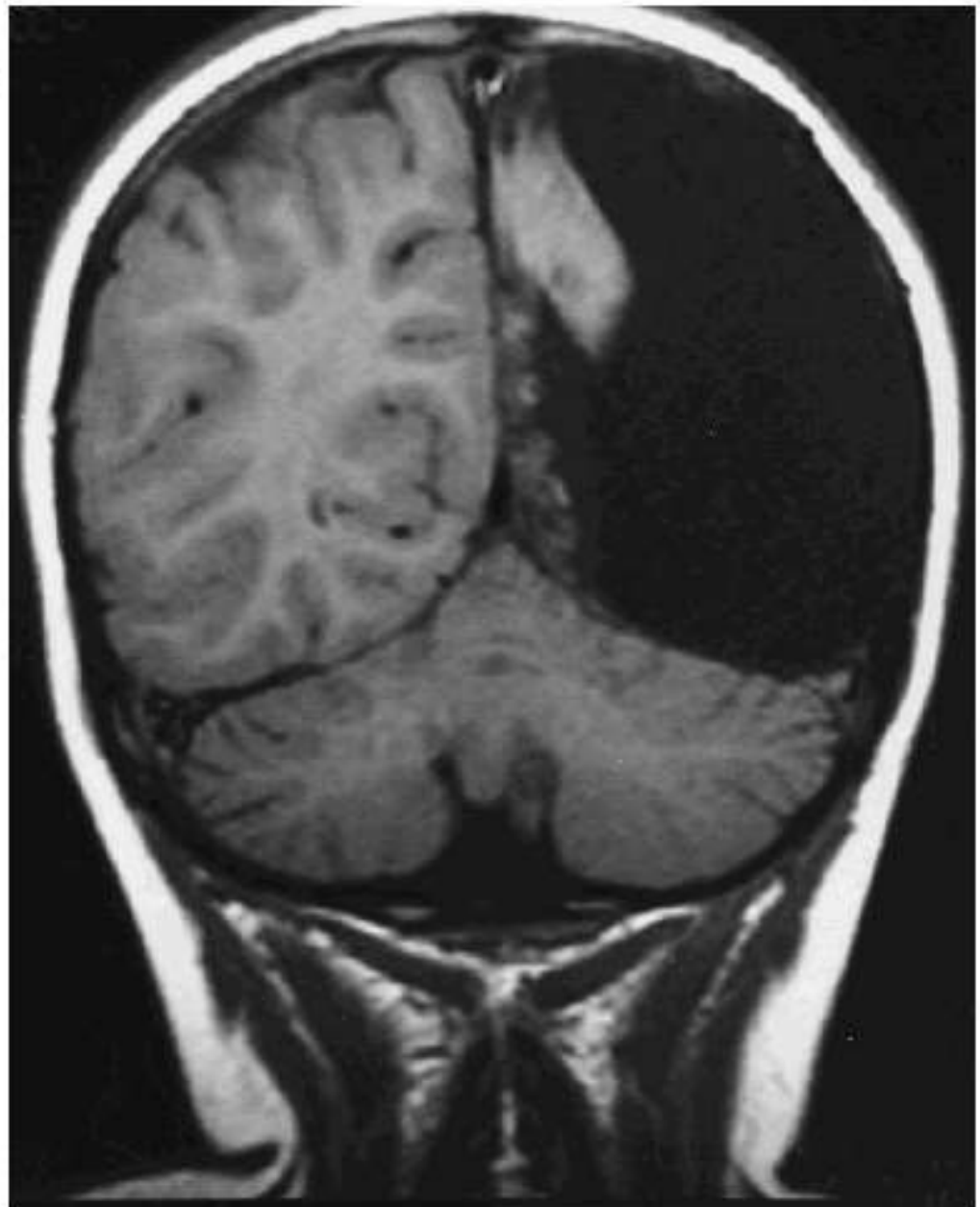
Clinical picture

The Lancet, 359, February 6, 2002

Half a brain

*Johannes Borgstein,
Caroline Grootendorst*

This 7-year-old girl had a hemispherectomy at the age of 3 for Rasmussen syndrome (chronic focal encephalitis). Intractable epilepsy had already led to right-sided hemiplegia and severe regression of language skills. Though the dominant hemisphere was removed, with its language centres and the motor control for the left side of her body, the child is fully bilingual in Turkish and Dutch, while even her hemiplegia has partially recovered and is only noticeable by a slight spasticity of her left arm and leg. She leads an otherwise normal life.



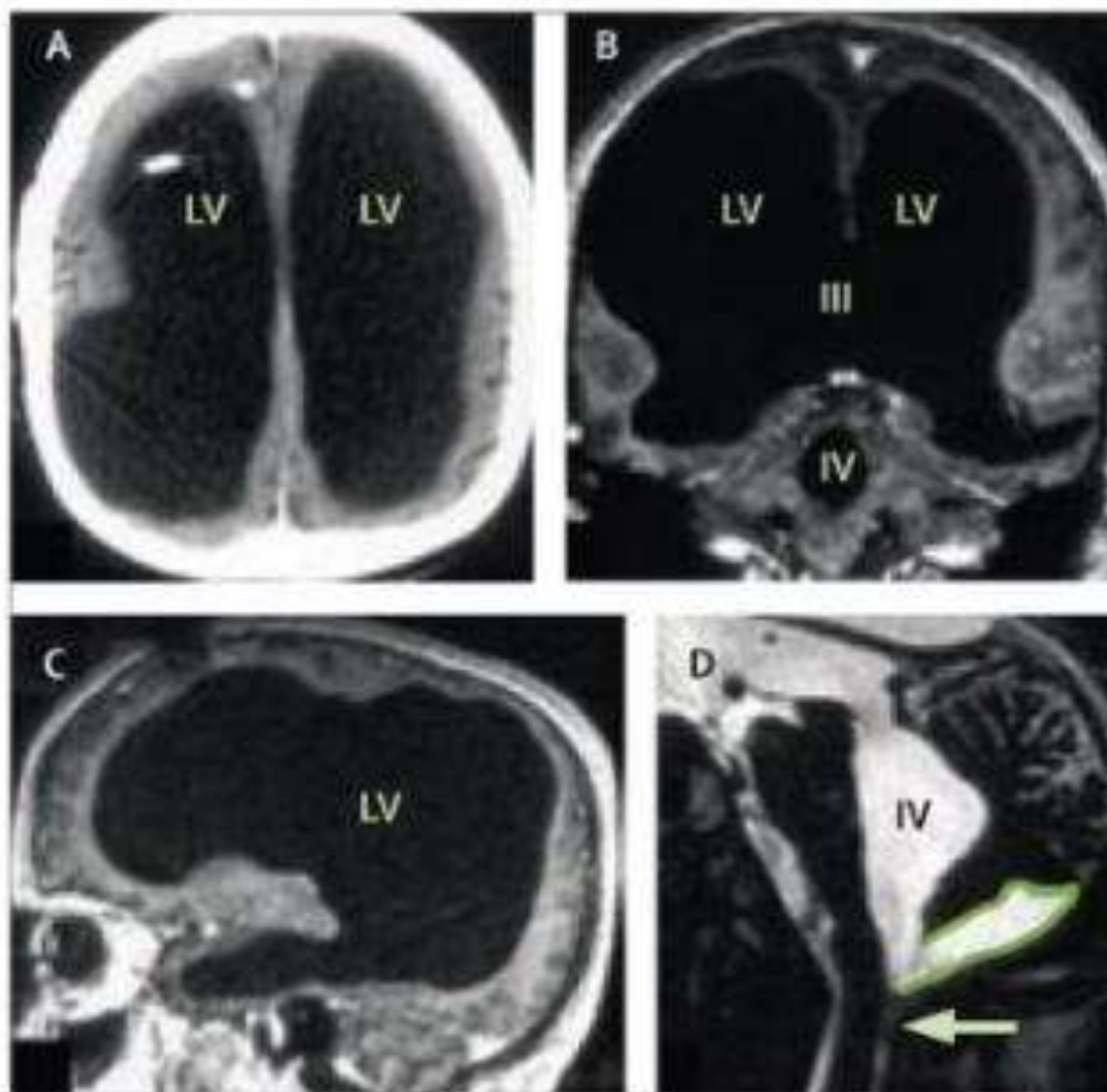


Figure: Massive ventricular enlargement, in a patient with normal social functioning

(A) CT; (B, C) T1- weighted MRI, with gadolinium contrast; (D) T2-weighted MRI. LV=lateral ventricle. III=third ventricle. IV=fourth ventricle. Arrow=Magendie's foramen. The posterior fossa cyst is outlined in (D).

NEW YORK TIMES BESTSELLER
NORMAN DOIDGE, M.D.
Author of
THE BRAIN THAT CHANGES ITSELF



The
BRAIN'S WAY
of HEALING

REMARKABLE DISCOVERIES
and RECOVERIES FROM
FRONTIERS of NEUROPLASTICITY

2007

2008

☆☆☆ l'esprit d'ouverture ☆☆☆

NORMAN DOIDGE

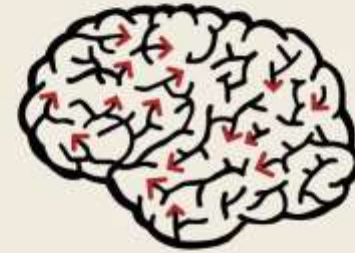
Les étonnants
pouvoirs
de transformation
du cerveau

Guérir grâce
à la neuroplasticité

PRÉFACE DE
MICHEL CYMES

NORMAN DOIDGE

The Brain that
Changes Itself



Stories of Personal Triumph from
the Frontiers of Brain Science

'The power of positive
credibility
TH

'Doidge has identified
potential one in medicine
PEN

2015

☆☆☆ l'Esprit d'ouverture ☆☆☆

NORMAN DOIDGE

Guérir
grâce à
la neuroplasticité



Découvertes remarquables
à l'avant-garde de la recherche
sur le cerveau

2016

En espérant avoir laissé
quelques traces dans
vos forêts de neurones...

; -)

