

# Mémoire et mémoires



**Pr Sophie JACQUIN-COURTOIS**  
Hôpital Henry Gabrielle - Hospices Civils de Lyon

# Pré-learning

**A- Les différents modèles et leur évolution récente**

**B- Anatomie et neurophysiologie de la mémoire**

# Introduction

- **apprentissage:**
  - modification relativement permanente du comportement
  - marque un gain de connaissance, de compréhension ou de compétencegrâce aux souvenirs mémorisés
- la **mémoire** est le fruit de cet apprentissage, la trace concrète qui en est conservée dans nos réseaux de neurones



# Introduction

- la plupart de nos souvenirs sont des **reconstructions**, à partir d'éléments épars dans différentes aires cérébrales
- notre mémoire est fondamentalement **associative**
- plutôt que la simple évocation de traces fixes, la mémoire est donc aujourd'hui considérée comme un **processus continu de recatégorisation**
  - changement continu des voies neuronales
  - traitement en parallèle de l'information dans le cerveau

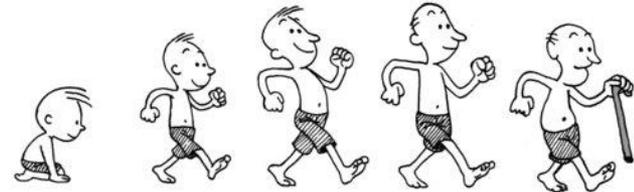


# Introduction

- selon le contexte
- culture : mémoire commune dans une histoire qui compose l'identité d'un peuple



- petite enfance, éducation, scolarisation :  
élaboration d'une identité qui s'enrichit progressivement d'un savoir et d'un savoir-faire

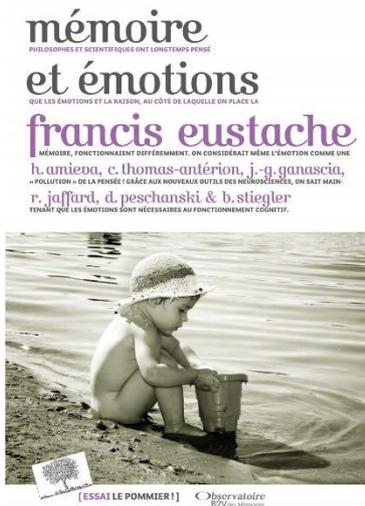


- permet à l'homme de se reconnaître dans un présent qui constitue à la fois le produit de son histoire et la racine de son avenir
  - “ Conscience signifie d'abord mémoire ” – Bergson
  - “ L'être vivant est une mémoire qui agit ” – Laborit

⇒ multiplicité extrême de la mémoire

# Introduction

- mise en œuvre: 3 étapes
  - après réception, sélection (consciente ou non) et “traitement” de l’information reçue (**encodage**)
  - la consolidation puis le **stockage** (traces ou engrammes) réparti sur un ensemble de neurones au sein de réseaux
  - la capacité d’accès à l’information lors du **rappel**
- liens complexes entre mémoire et émotions
  - certaines situations de blocage de l’enregistrement ou du rappel, à l’occasion d’émotions aiguës, en sont le témoin



# Pré-learning

**A- Les différents modèles et leur évolution récente**

B- Anatomie et neurophysiologie de la mémoire

# **A- Les différents modèles et leur évolution récente**

**1- Ribot (1881), James (1890)**

**2- Modèle d' Atkinson et Shiffrin (1968)**

**3- Mémoire à long terme: modèles de Tulving et Squire**

**4- Mémoire de travail: modèle de Baddeley (1974)**

**5- Conception multisystémique de la mémoire  
Tulving (1995)**

**6- Autres aspects**

# 1- Ribot (1881), James (1890)



- **Ribot:**
  - modèle de réseau dynamique
  - description de la perte de la mémoire autobiographique après lésion cérébrale
- loi de Ribot:
  - information récente plus labile
  - mémoire du passé lointain plus résistante que celle des évènements récents
  - souvenirs affectifs plus résistants que les souvenirs intellectuels
- **James:**
  - mémoire *primaire*: capable de retenir un petit nb d'informations
    - immédiatement présentes à l'esprit
  - mémoire *secondaire*: nb pratiquement illimité de connaissances
    - effort de rappel nécessaire

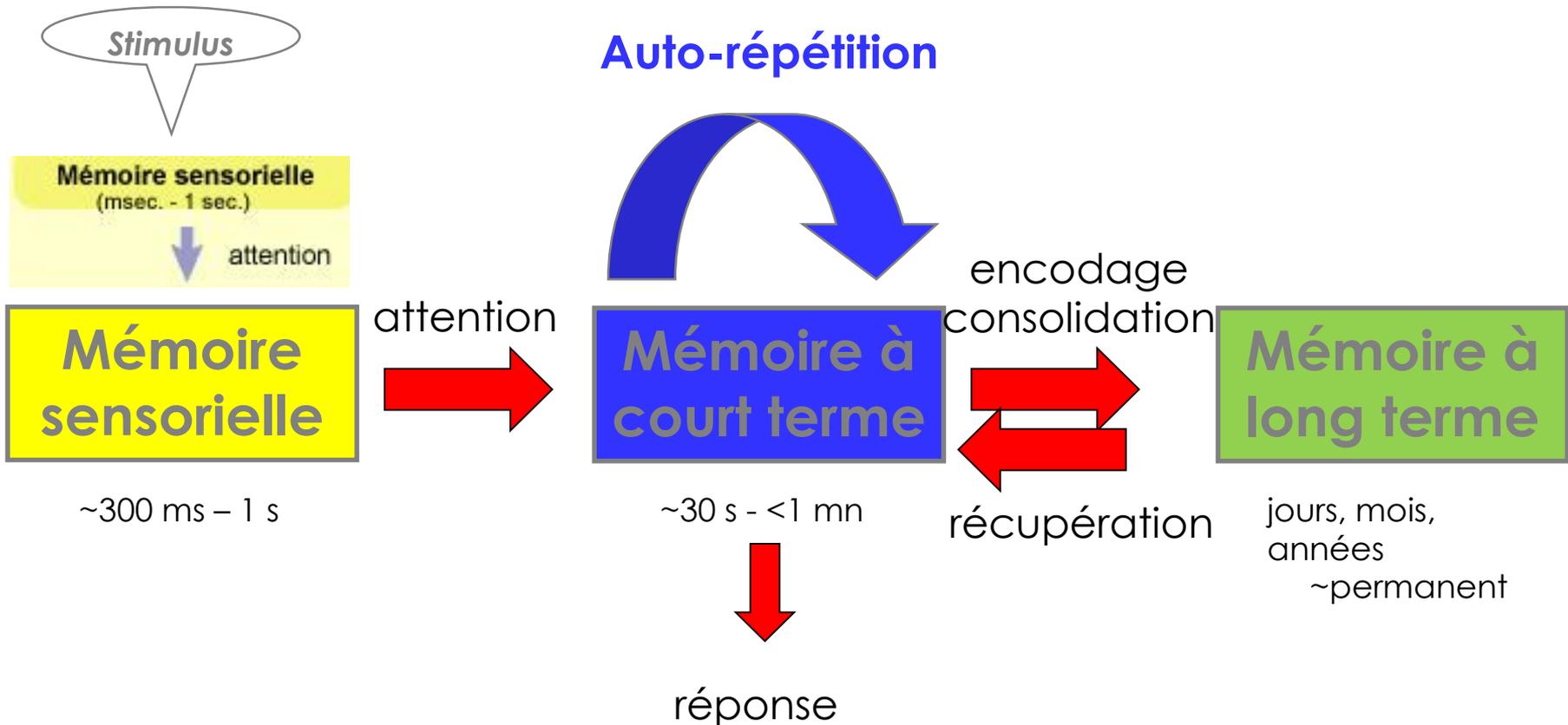
## 2 - Modèle d'Atkinson et Shiffrin (1968)

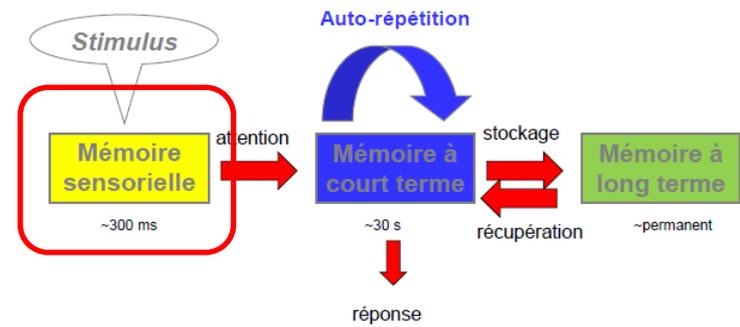
= schéma séquentiel classique

- mémoire “**sensorielle**”  
trace mnésique très courte de 300 à 500 ms du stimulus sensoriel
- mémoire **à court terme** MCT (ou mémoire immédiate)  
dont la mémoire de travail (MdT)
- mémoire **à long terme** MLT

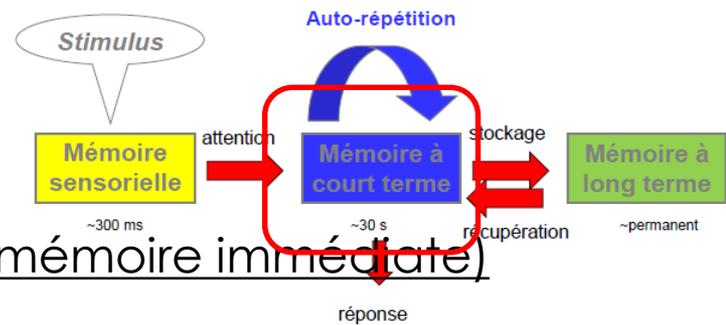
# Modèle structural de la mémoire

(Atkinson & Shiffrin, 1968)

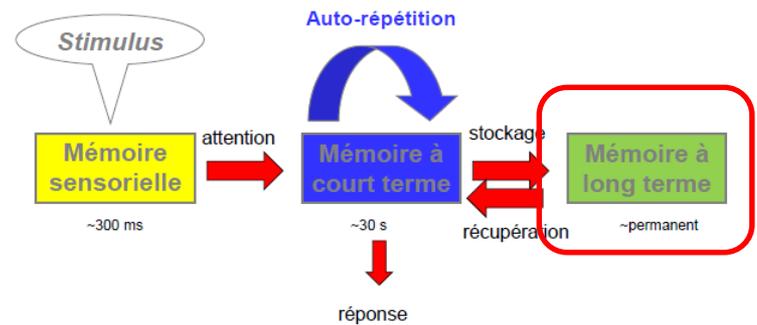




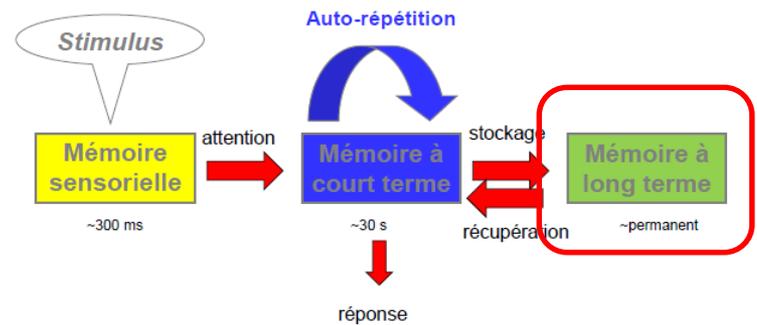
- Mémoire "sensorielle"
- trace mnésique très courte de 300 à 500 ms d'un stimulus sensoriel
- **iconique** pour le domaine **visuel**  
**échoïque** pour le domaine **auditif**
- sert à stimuler la vigilance et à extraire les caractéristiques du stimulus sensoriel



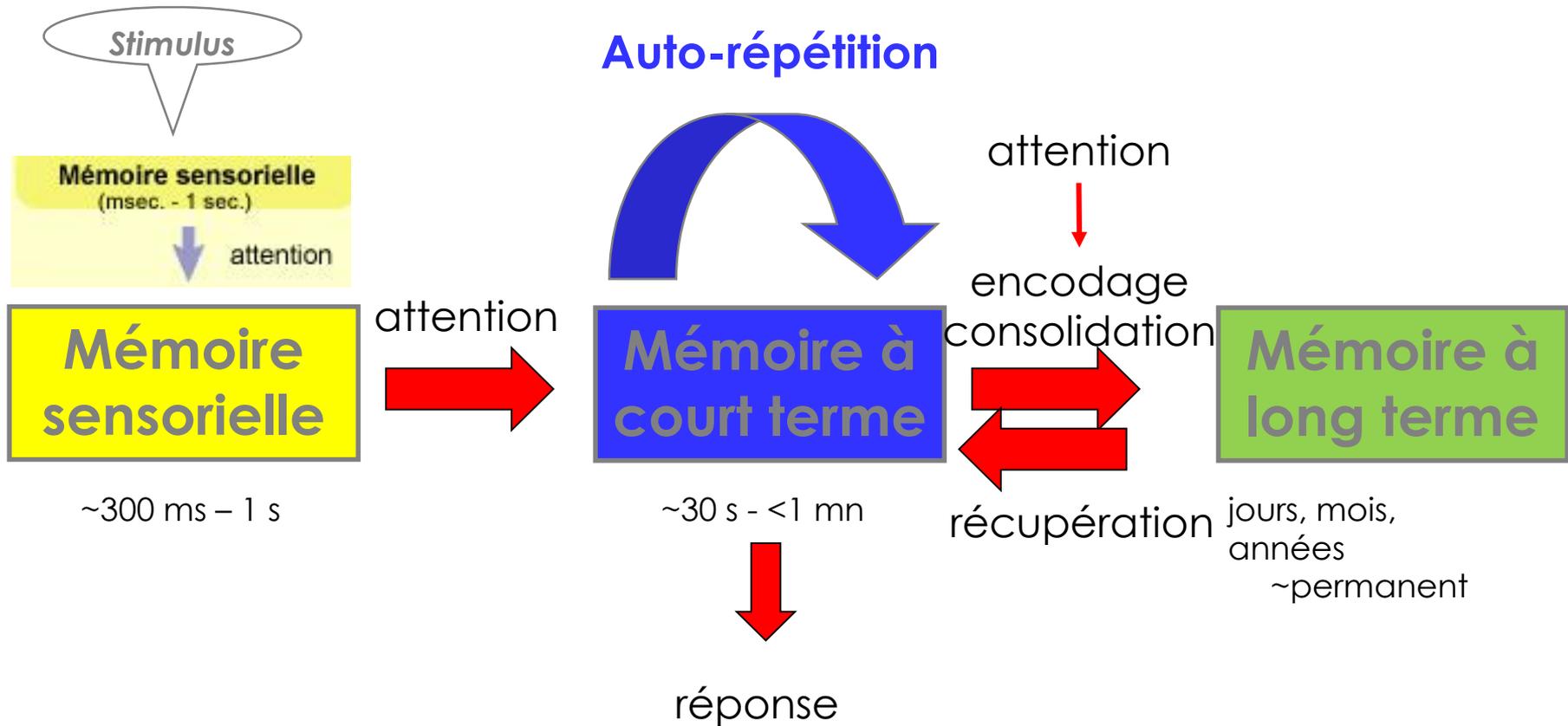
- mémoire à court terme MCT (ou mémoire immédiate)
- permet la reproduction immédiate d'une information
- capacité limitée
  - en durée: 30 à 90 sec
  - en quantité: pas plus de  $7 \pm 2$  items.
- mesurée par l'**empan mnésique direct** (ou span direct)
  - répétition à l'endroit de séries croissantes de chiffres
  - empan nominal (mots), empan spatial
- très sensible aux interférences et aux troubles attentionnels
- normale dans les syndromes amnésiques purs  
diminuée dans les syndromes confusionnels ou la maladie d'Alzheimer et les démences
- une partie de cette MCT correspond à la **mémoire de travail**  
permet de réaliser des manipulations cognitives sur les informations maintenues temporairement



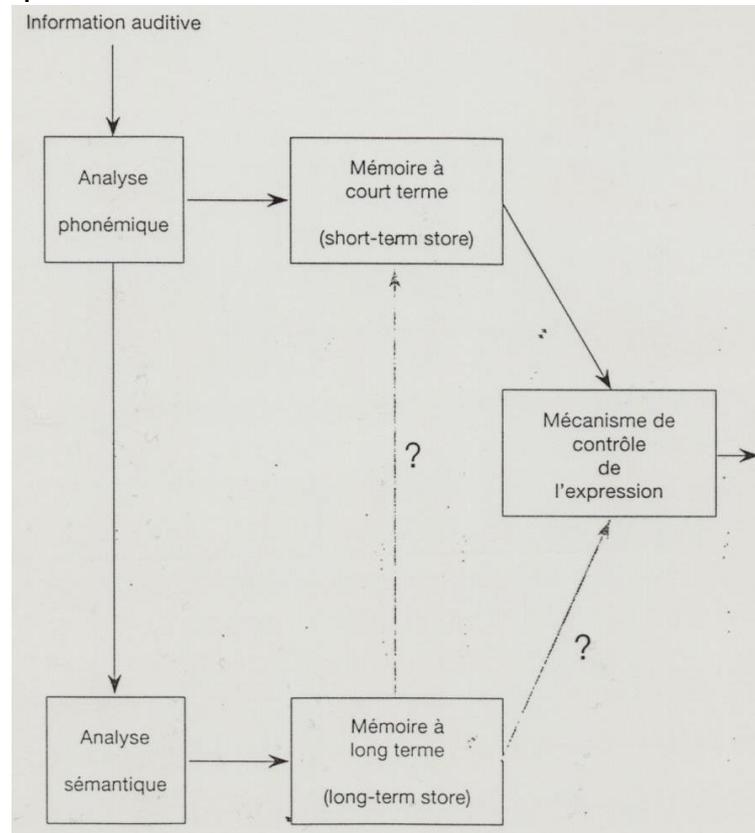
- mémoire à long terme MLT
- permet le maintien prolongé en mémoire de l'information
  - au delà de 90 secondes
  - la trace mnésique pouvant persister pendant des dizaines d'années
- mémoire des faits récents (souvenirs encore fragiles)  
mémoire des faits anciens (souvenirs consolidés)
- succession de 3 processus de base:
  - apprentissage ou **encodage**
  - **stockage**
  - **rappel** ou restitution des informations



- mémoire à long terme MLT
- **apprentissage ou encodage**
  - vise à donner un sens et un poids à l'information
  - intervention de processus complexes conscients et inconscients
  - processus de catégorisation
  - de la profondeur de l'encodage dépendra l'efficacité de la récupération
  - motivation, contexte (spatio-temporel, émotionnel)+++
- **stockage**
  - phases de consolidation et d'organisation
  - certain degré d'effacement dans les jours suivant l'encodage
  - puis consolidation: rôle ++ répétition, sommeil (paradoxal)
- **rappel ou restitution des informations**
  - évocation libre et spontanée: rappel **libre**
  - évocation à partir d'indices: rappel **indiqué**
  - rappel sous forme de **reconnaissance**



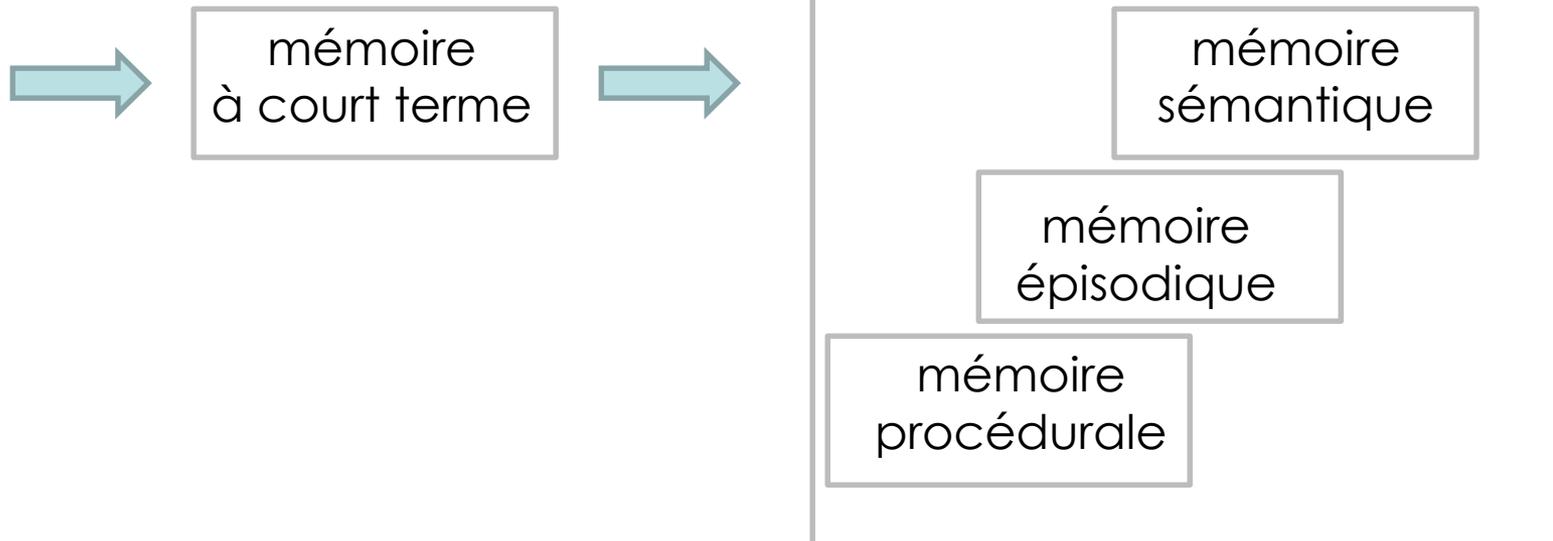
- modèle de Shallice et Warrington (1970)
- double dissociation atteinte MCT/MLT (atteinte MCT sans atteinte MLT)
- remise en cause du traitement séquentiel, sériel des informations
- organisation parallèle



## **3 - MLT: modèles de Tulving et de Squire**

- mémoire à long terme MLT: modèle de Tulving (1972)

3 types de MLT



- mémoire à long terme MLT: modèle de Squire

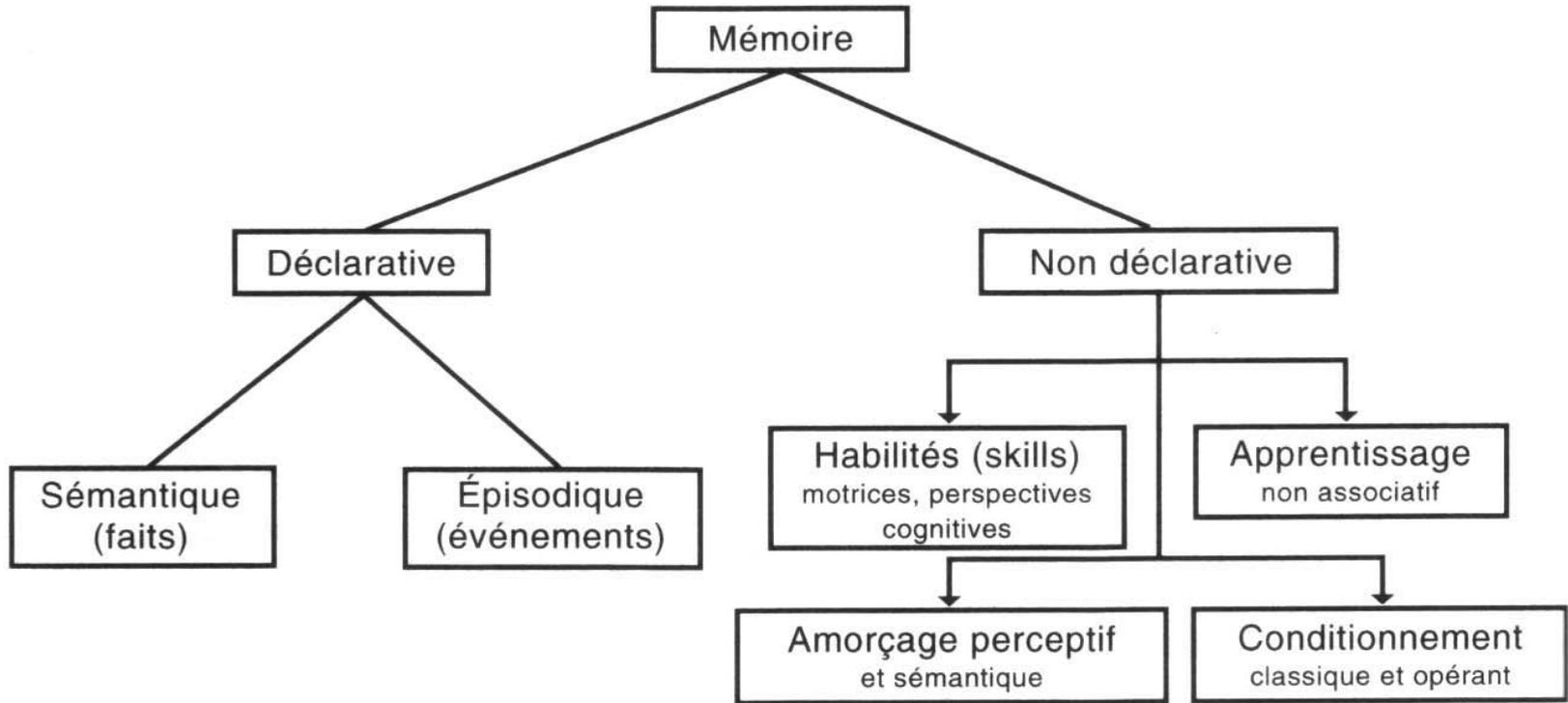
2 types de MLT



mémoire  
à court terme

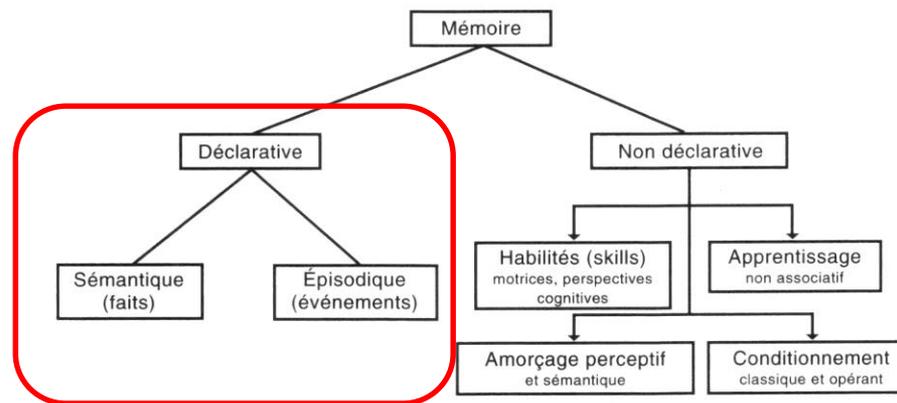


## modèle de Squire



- mémoire **déclarative** ou **explicite**
  - mémoire épisodique
  - mémoire sémantique

- mémoire **non déclarative** ou **implicite**
  - mémoire procédurale
  - amorçage (ou priming)
  - métamémoire
  - autres  
(conditionnement réflexe et apprentissage non associatif)



- mémoire **déclarative** ou **explicite**

- système de rappel explicite et conscient d'informations
- = les faits (savoir quoi)

- mémoire *épisodique*

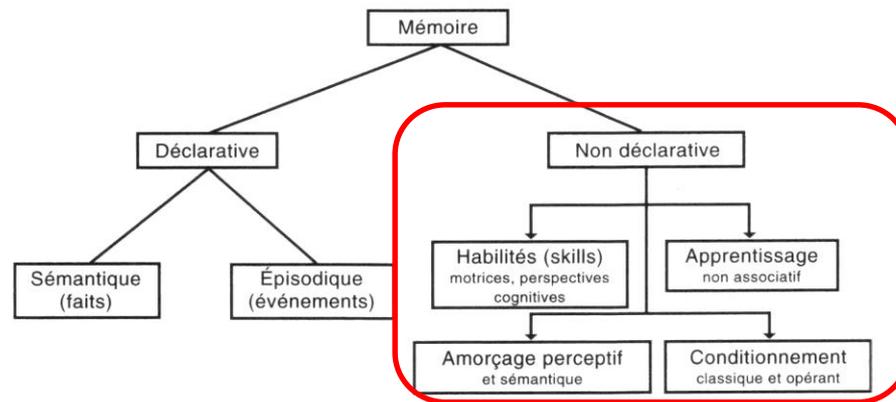
- « quoi » relié à un « où » et à un « quand »
- souvenir des faits autobiographiques et événements personnels

J'ai pris l'avion pour Toulouse ce matin  
au départ de Lyon

- mémoire *sémantique*

- située hors du contexte
- impliquée dans la connaissance du monde et du langage
- pas de référence nécessaire aux conditions d'acquisition
- mémoire des mots, des idées, des concepts

Paris est la capitale de la France



- mémoire **non déclarative** ou **implicite**
  - fait référence à des apprentissages qui ne peuvent être rappelés par un processus conscient
  - mémoire *procédurale*
    - mémoire du savoir-faire par apprentissage inconscient d'habiletés

MÉMOIRE  
PROCÉDURALE



motrices

sport, emploi d'outils, instruments

perceptives

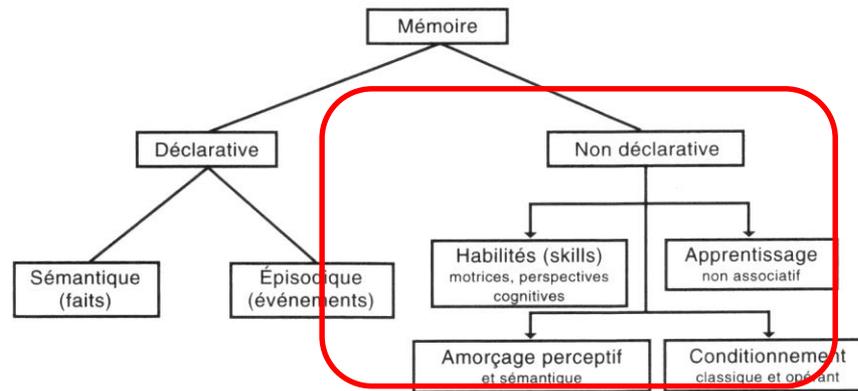
lecture

cognitives

procédures stratégiques

but: faciliter l'accomplissement automatique des tâches du quotidien

- intervention de la mémoire déclarative, explicite, au début de l'acquisition, puis automatisations



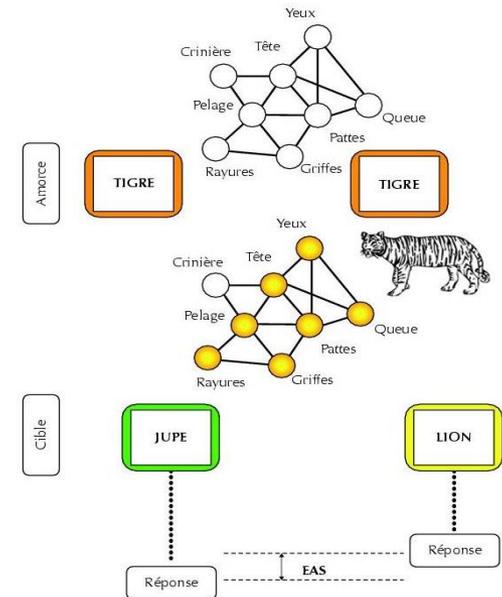
- mémoire **non déclarative** ou **implicite**

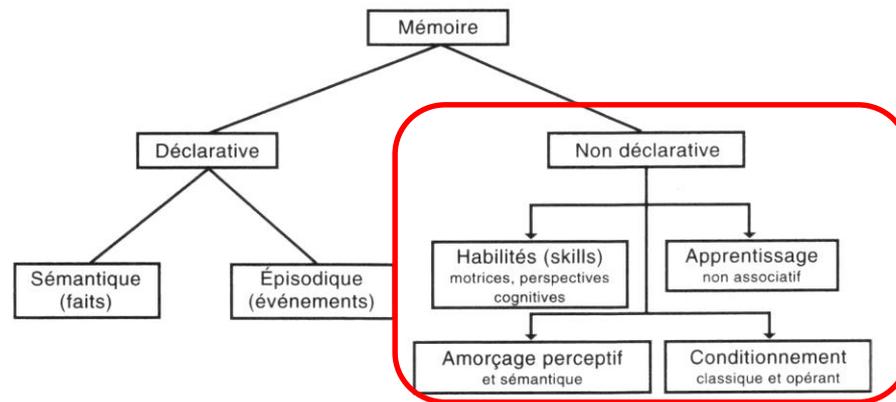
- fait référence à des apprentissages qui ne peuvent être rappelés par un processus conscient

- mémoire *procédurale*

- *amorçage* (ou priming)

- + grande rapidité et facilité de reconnaissance perceptives ou sémantiques d'un matériel appris de façon inconsciente
- activation de réseaux associatifs qui facilitent la perception



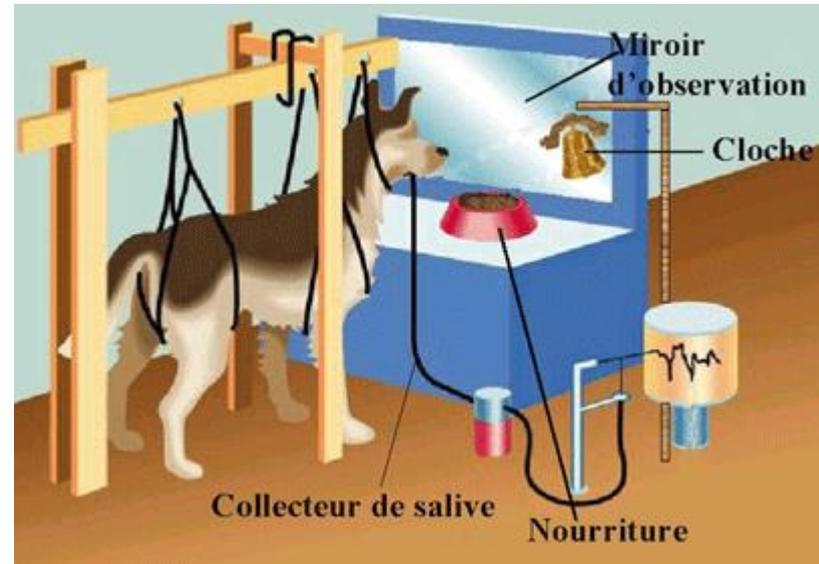


- mémoire **non déclarative** ou **implicite**
  - fait référence à des apprentissages qui ne peuvent être rappelés par un processus conscient
  - mémoire *procédurale*
  - *amorçage* (ou priming)
    - + grande rapidité et facilité de reconnaissance perceptive ou sémantique d'un matériel appris de façon inconsciente
  - *métamémoire*
    - connaissances du sujet sur ses propres capacités mnésiques
  - *autres* (conditionnement réflexe et apprentissage non associatif)
    - conditionnement réflexe: apprentissage par conditionnement (Pavlov), association entre S et R
    - apprentissage non associatif: comportement modifié suite à une action stimulante répétitive

**conditionnements** = apprentissages associatifs (Pavlov)

stimulus inconditionnel (nourriture)  
réponse inconditionnelle (salive)

stimulus neutre (sonnerie)  
+ stimulus inconditionnel



quand association répétée,  
le stimulus neutre suffit à provoquer la réponse inconditionnelle

## 4 - Mémoire de travail: modèle de Baddeley (1974)

- permet de réaliser des manipulations cognitives sur des informations maintenues temporairement
- système de mémoire transitoire
  - mémoire de courte durée, mémoire « tampon »
  - opérations de stockage et opérations de traitement
- capacités de stockage (qq sec): 2 systèmes « esclaves »
  - boucle phonologique**
    - stockage et rafraichissement de l'information verbale
  - calepin visuo-spatial**
    - maintien des informations spatiales ou visuelles
- capacités de « stockage + traitement »: 1 système « maître »
  - administrateur central**
    - composante attentionnelle
    - sélectionne, coordonne et contrôle les opérations de traitement

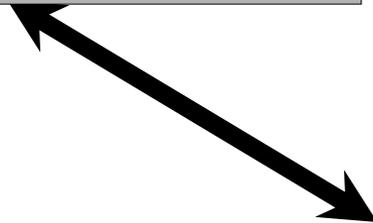
# Modèle de la mémoire de travail

(Baddeley & Hitch, 1974)

**Entrée verbale**



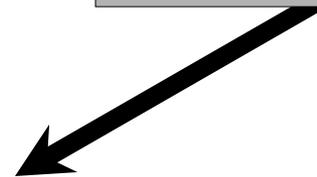
**Boucle phonologique**  
*Unité de stockage phonologique*  
*Mécanisme de répétition*  
*articulatoire*



**Entrée visuelle**



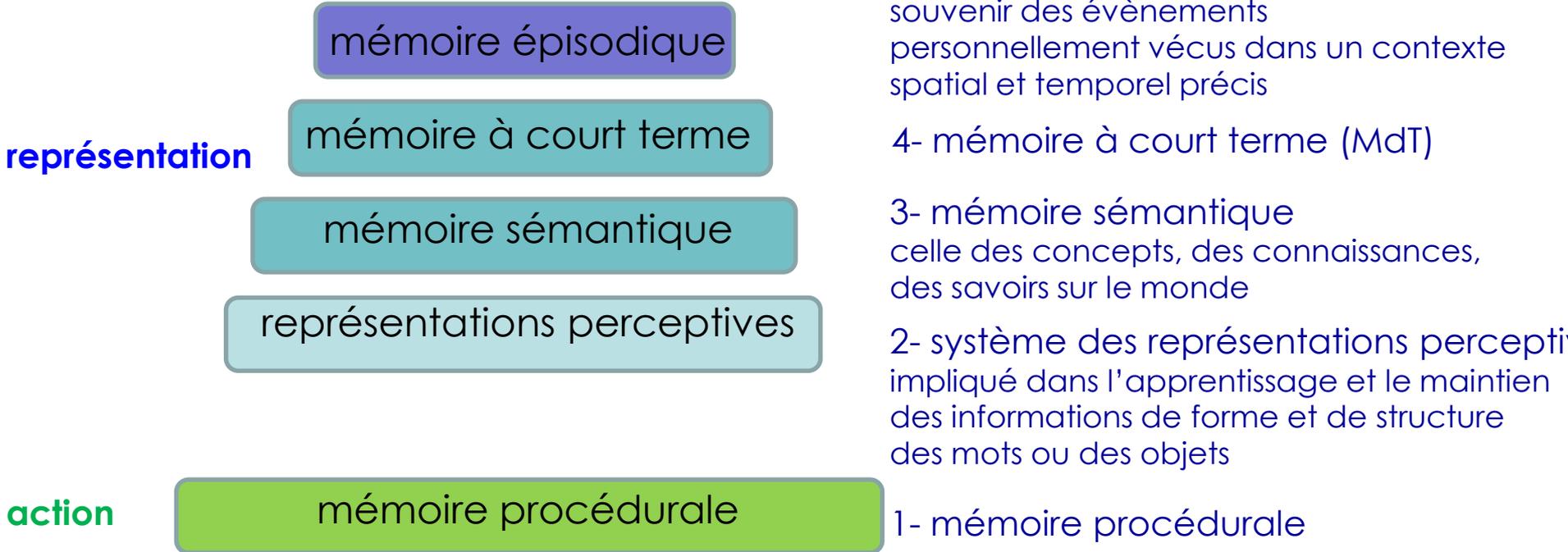
**Calepin visuo-**  
**spatial**



**Administrateur central**

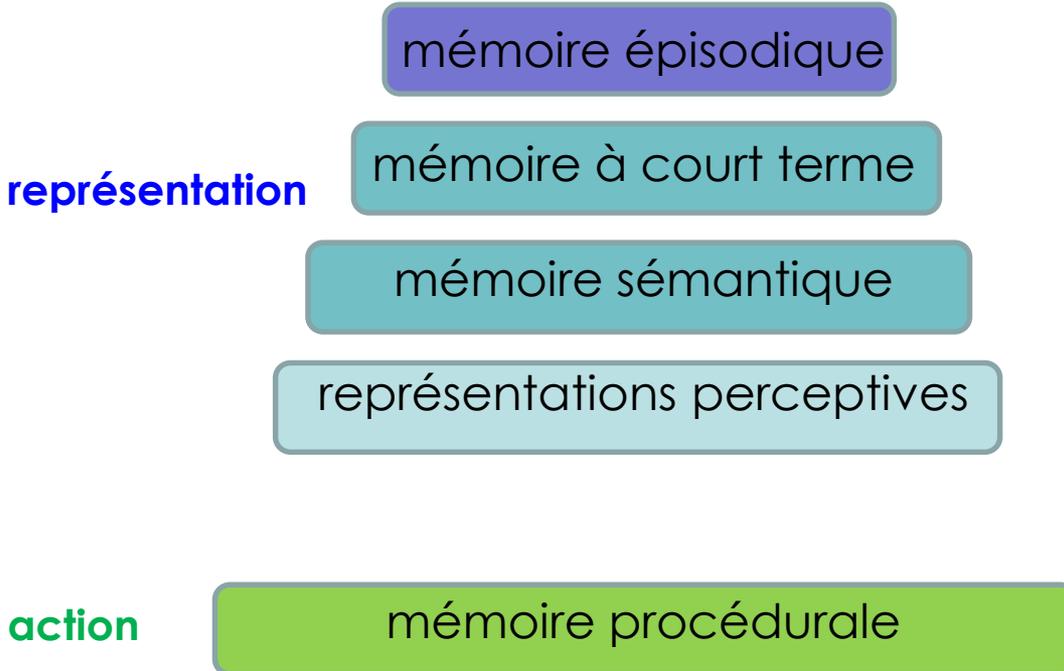
## 5 – Conception multisystème de la mémoire

- modèle par emboîtement de la mémoire à long terme (Tulving, 1995)



# 5 – Conception multisystème de la mémoire

- modèle par emboîtement de la mémoire à long terme (Tulving, 1995)



## SPI Sériel Parallèle Indépendant

S= encodage *sériel*  
encodage de nouvelles informations à un niveau conditionné par l'intégrité des niveaux inférieurs

P= stockage *parallèle*  
matériaux propres à chaque niveau stockés en parallèle

I= récupération *indépendante*  
récupération des traces mnésiques de différentes natures se faisant indépendamment des niveaux auxiliaires

## 6 - Autres aspects

- mémoire **prospective**

mémoire permettant de planifier l'avenir  
organise le quotidien en élaborant, maintenant et réalisant des  
projets à moyen ou long terme

- **spécialisation hémisphérique**

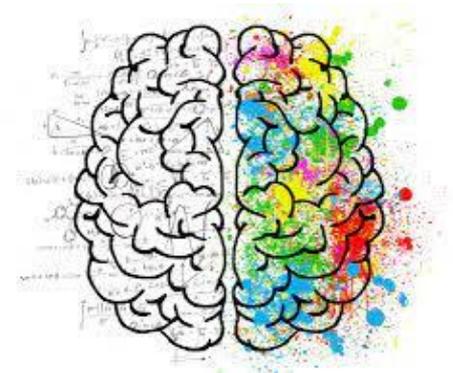
selon la nature du matériel et la stratégie d'apprentissage qui en  
résulte

hémisphère *gauche*: matériel *verbal*

histoire logique, liste de mots

hémisphère *droit*: matériel *non verbal (visuel)*

figure complexe, liste d'images non verbalisables





# PORTFOLIO REMÉDIATION COGNITIVE

Camille Peraio & Mathieu Cerbai (2021)

ACCOMPAGNER LES USAGER.E.S  
VERS UN MEUX-ÊTRE AU QUOTIDIEN

## MÉMOIRES

### MÉMOIRE DE TRAVAIL

- Phrases dans une conversation
- Numéro de téléphone, recette
- Quête dans un jeu vidéo
- Retenir et manipuler des informations
- Sur un court laps de temps

### MÉMOIRE PROCÉDURALE

- Mémoire des automatismes
- Elle permet de...
  - Faire du vélo, du ski ou nager
  - Jouer d'un instrument, conduire
- Particulièrement sollicitée chez...
  - Artistes
  - Sportifs

### MÉMOIRE AUTOBIOGRAPHIQUE

- Se connaître
  - Événements importants de notre vie
  - Notre personnalité et caractère
  - Nos qualités et défauts

### MÉMOIRE ÉPI SODIQUE

- Se rappeler d'un événement vécu avec...
  - Un contexte spatio-temporel
  - Des émotions
  - Une capacité à se replonger mentalement dans l'événement
- Se souvenir...
  - D'un film que l'on a vu
  - D'un livre que l'on a lu
  - De notre week-end

### MÉMOIRE SÉMANTIQUE

- Pouvoir se replonger dans notre passé et anticiper notre futur
- Connaître
  - Une date importante
  - Des sujets variés
  - Un personnage célèbre
- Sans se rappeler du contexte de l'apprentissage

A retenir

# A- Les différents modèles et leur évolution récente

- mémoire à court terme / à long terme
- MCT: 30 à 90s, 7+/- 2, très sensible aux tr attentionnels
- MdT: mémoire tampon, manipulations cognitives sur info temporaires (stockage verbal/visuel + traitement)
- MLT: >90s, encodage / stockage / rappel
  
- Tulving:
  - mémoire **épisodique**: souvenirs personnellement vécus, situés dans le temps et dans l'espace, avec accompagnement émotionnel
  - mémoire **sémantique**: savoirs partagés
- mémoire **procédurale** (implicite, savoir-faire)

# Pré-learning

A- Les différents modèles et leur évolution récente

**B- Anatomie et neurophysiologie de la mémoire**

# **B- Anatomie et neurophysiologie de la mémoire**

**1- Circuits anatomiques**

**2- Bases neurophysiologiques**

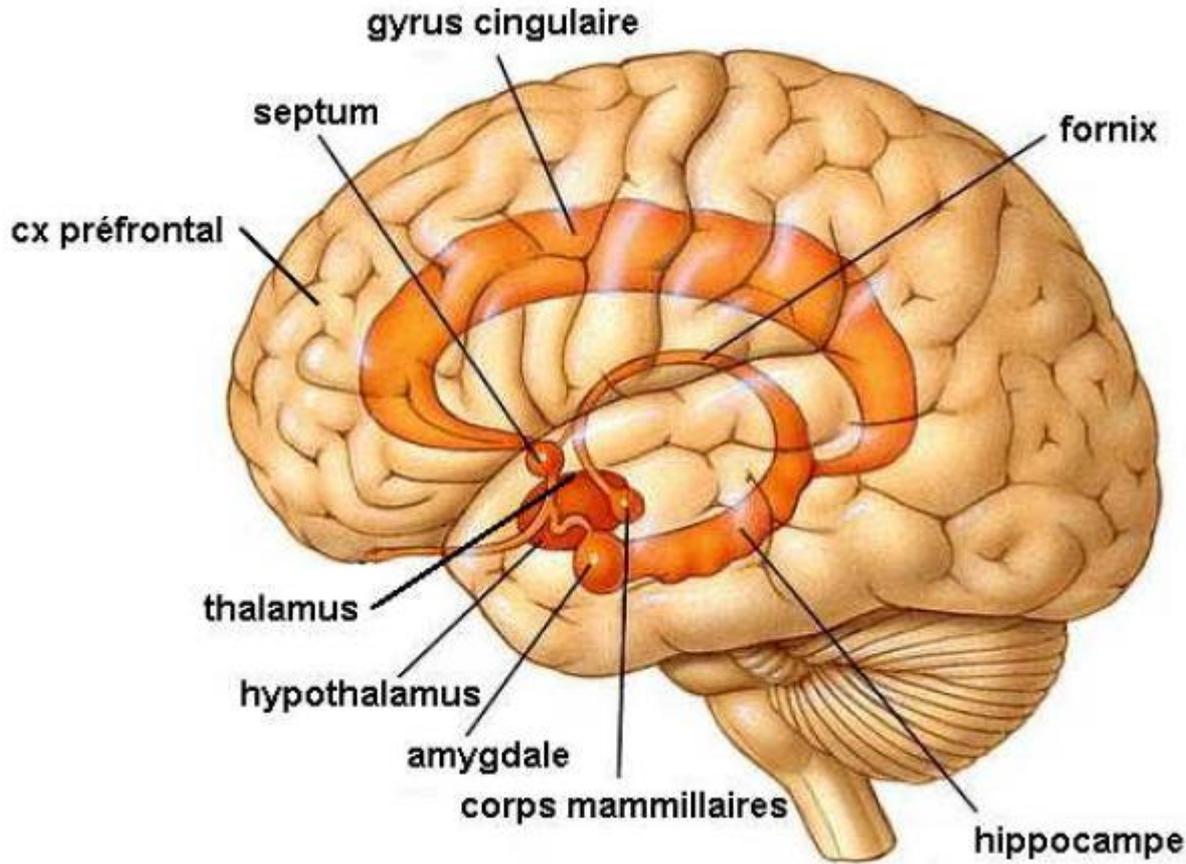
**3- Bases neurochimiques**

# 1 - Circuits anatomiques

- a- système limbique
- b- circuit amygdalien des émotions
- c- lobe frontal
- d- néocortex
- e- système cortico-striatal

## **a- système limbique**

- système impliqué dans l'olfaction, les émotions, les apprentissages et la mémoire
- partie du SNC qui se situe à la base du cerveau et qui comprend
  - la région septale
  - le fornix
  - l'hippocampe
  - le complexe amygdalien
  - les cortex insulaire et fronto-orbitaire postérieur



système limbique:

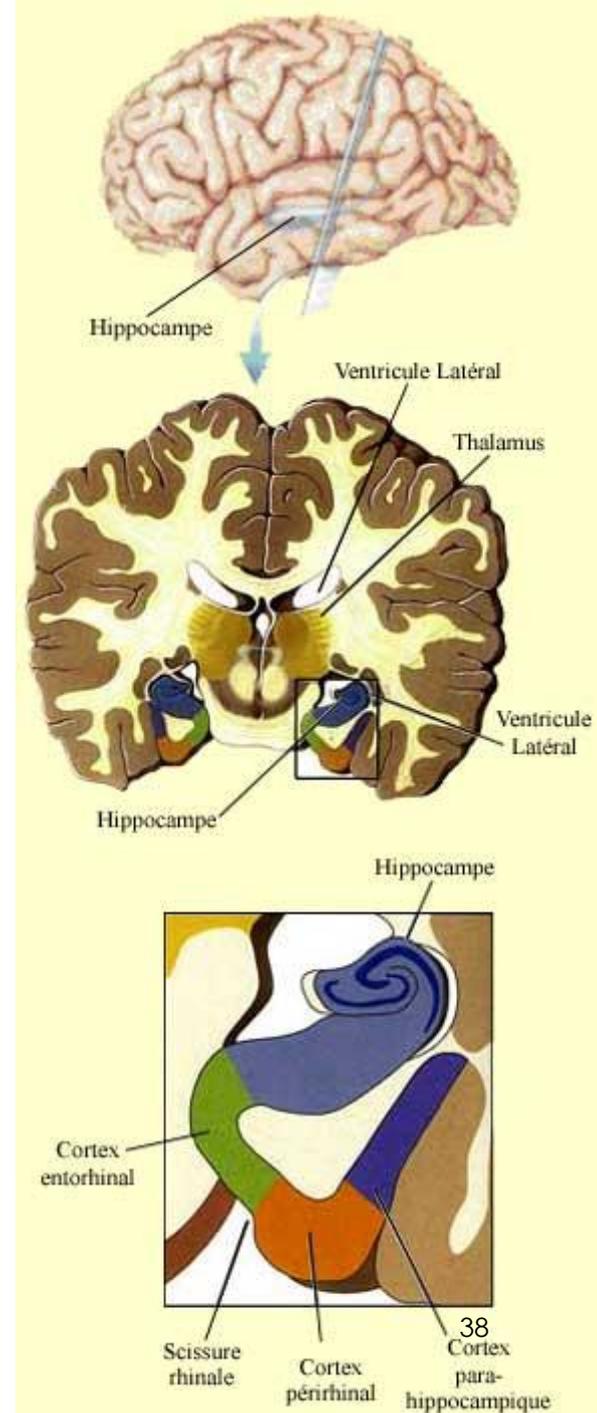
la région septale

le fornix

l'hippocampe

le complexe amygdalien

les cortex insulaire, cingulaire ant et orbito-frontal

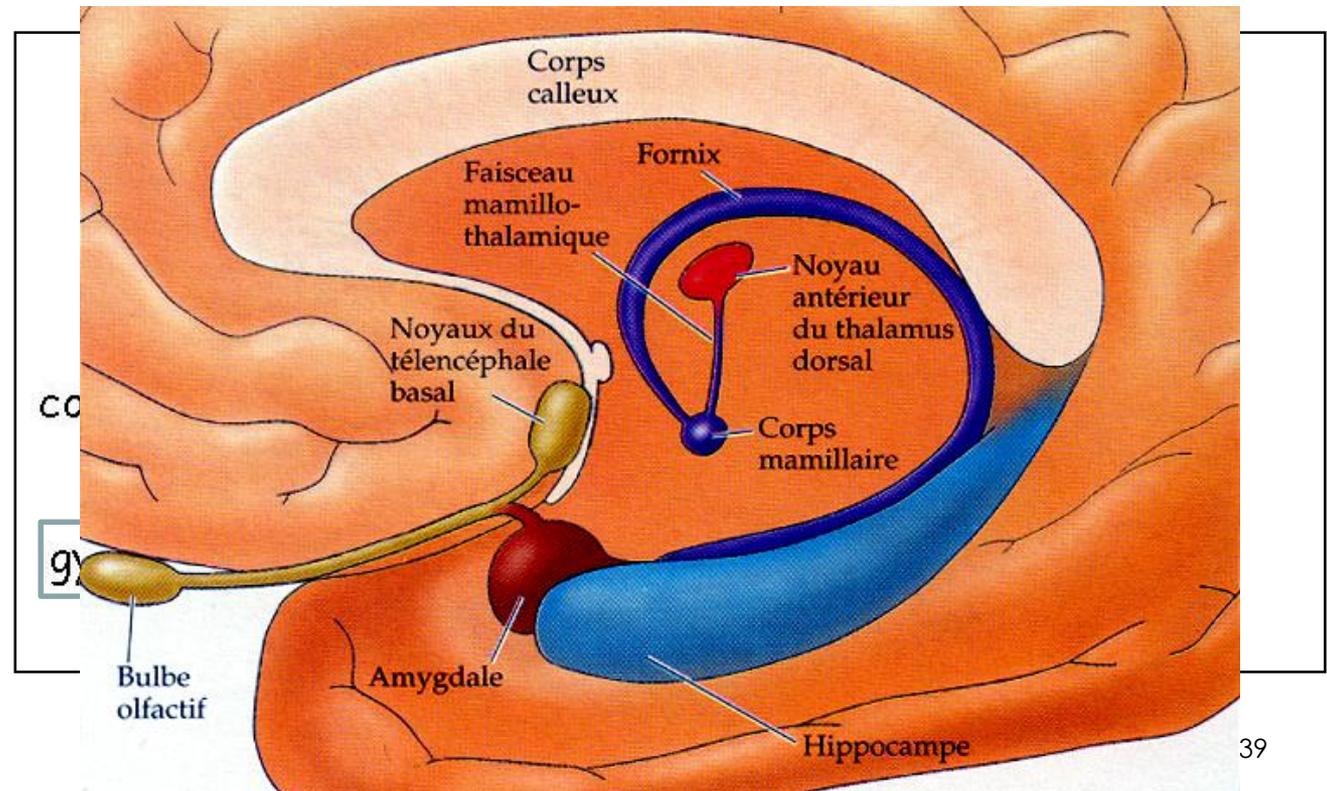
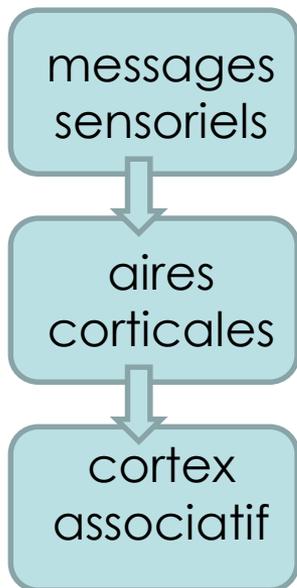


## a- système limbique

- étape « obligatoire » pour une mise en MLT
- circuit de Papez

bilatéral et symétrique

intervient dans l'encodage, la consolidation et le rappel initial des informations déclaratives



## circuit de Papez

circonvolution  
parahippocampique

gyrus cingulaire

afférences



efférences



régions sensorielles  
polymodales

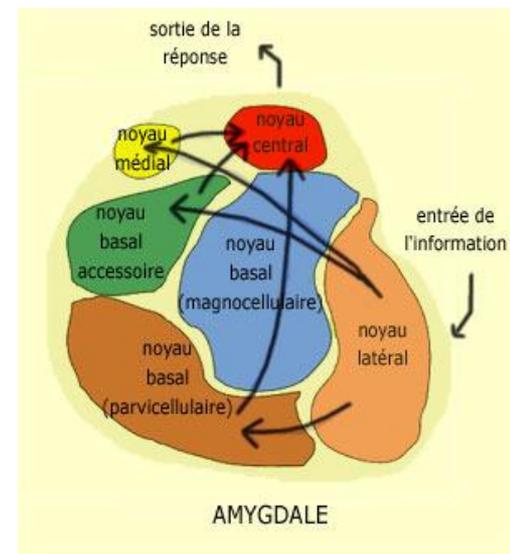
régions néocorticales  
(régions préfrontales++)

## **a- système limbique**

- rôle du système limbique
  - évaluer la signification des nouvelles informations
  - réaliser d'éventuelles associations entre celles-ci et d'autres informations (émotionnelles par ex.)
  - les intégrer aux informations préexistantes dans un processus de consolidation à long terme
- ensemble « néocortex-système limbique-néocortex »
  - transformer une perception en souvenir
- au bout d'un certain temps, associations stabilisées et indépendantes de l'hippocampe
- lésion bilatérale de l'hippocampe
  - empêche la formation de nouveaux souvenirs à long terme
  - n'efface pas les souvenirs encodés avant l'accident

## **b- circuit amygdalien des émotions**

- circuit amygdalo-thalamo-cingulaire  
autre composante du système limbique  
reçoit des informations de  
thalamus, hypothalamus  
tronc cérébral  
cortex cérébral (sensoriel primaire, associatif)  
hippocampe  
parallèle au circuit de Papez, avec lequel il est interconnecté
- impliqué dans  
analyse émotionnelle  
indigage émotionnel et affectif des souvenirs



circuit de Papez: monde « extérieur »  
circuit amygdalo-thalamo-cingulaire: monde « intérieur »

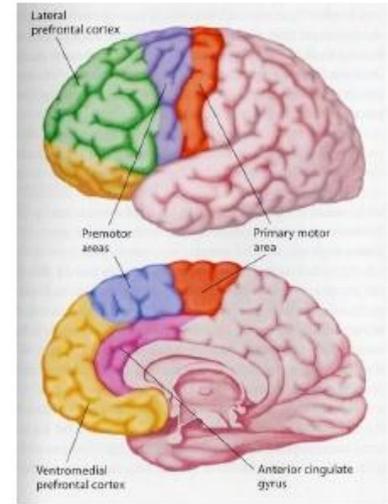
mémoire explicite: hippocampe  
mémoire implicite: amygdale

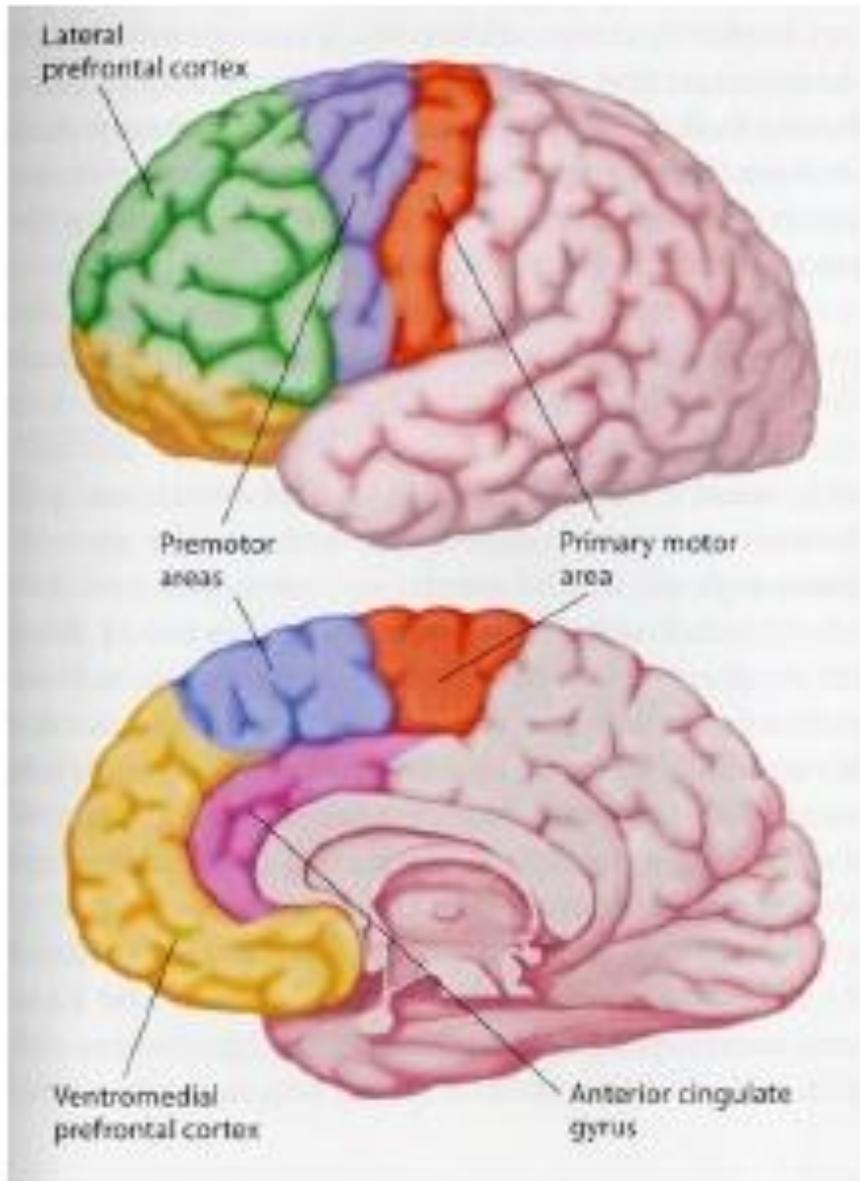
## **c- lobe frontal**

- rôle important dans  
processus de mise en mémoire et de rappel  
organisation temporo-spatiale des données  
mémoire de travail, attention

cortex préfrontal: rôle primordial dans la MdT

- spécialisation hémisphérique  
lobe frontal droit: rappel d'un souvenir en mémoire épisodique  
lobe frontal gauche: rappel sémantique  
mise en mémoire d'une donnée épisodique





Lobe frontal:

aire motrice primaire  
aires pré-motrices

cortex pré-frontal dorsolatéral  
cortex pré-frontal  
ventromédian  
gyrus cingulaire antérieur

## **d- néocortex**

- acquisition et stockage des informations dans zones néocorticales  
là où l'information a été traitée: cortex visuel, auditif, tactile...

## **e- système cortico-striatal**

- apprentissage d'habiletés motrices: système cortico-striatal  
autour de 3 grandes structures impliquées dans les fonctions motrices

le cervelet

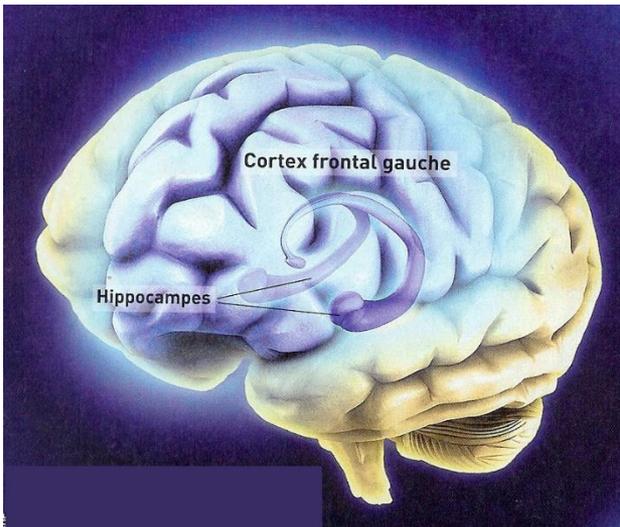
cortex et noyaux profonds

les ganglions de la base (striatum) et le thalamus ventral

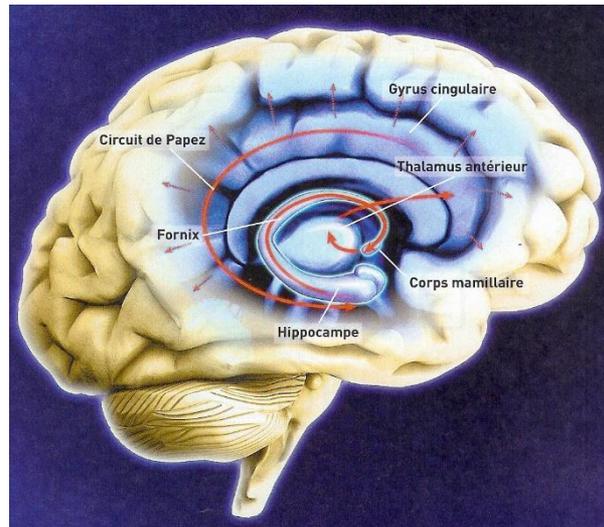
le cortex pariétal postérieur et le cortex frontal (cx moteur, pré-moteur et préfrontal)

- rôle++ des ganglions de la base  
interface entre régions sensorielles et régions frontales pré-motrices  
lien entre stimulus sensoriels et réponses motrices

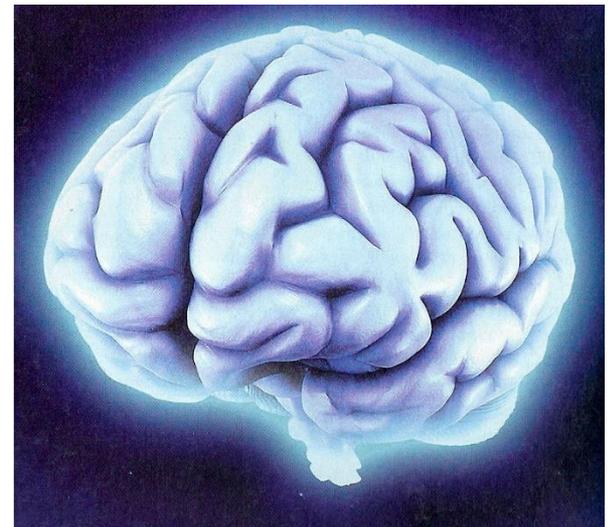
## encodage



## consolidation



## stockage



## 2 – Bases neurophysiologiques

a- potentialisation à long terme (LTP)

b- dépression à long terme (LTD)

c- changements structurels des synapses

## **$\alpha$ - potentialisation à long terme (LTP)**

- grande plasticité des neurones de l'hippocampe
- LTP découverte dans l'hippocampe (1973) mais présente également dans de nombreuses régions du cortex
- *processus de renforcement synaptique*:  
permet le renforcement durable des synapses entre 2 neurones qui sont activés simultanément

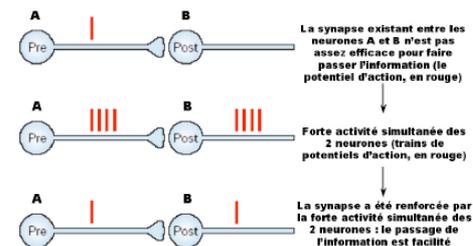
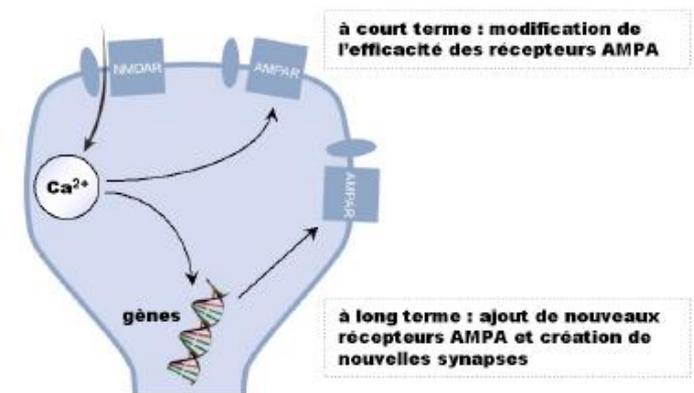
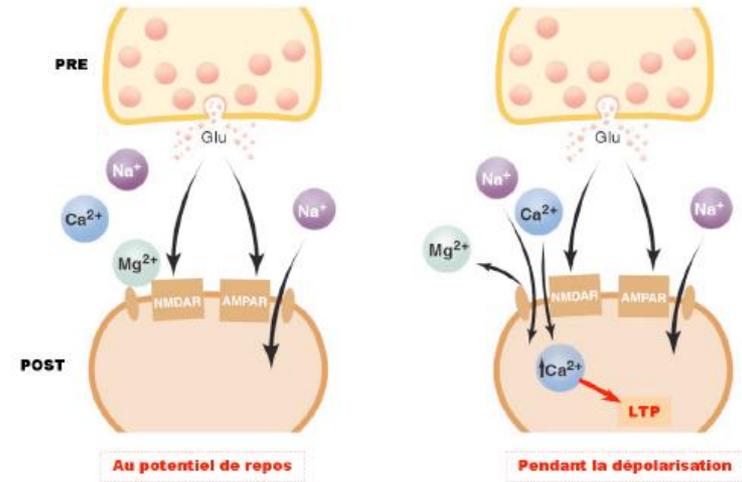


Figure 2. La loi de Hebb. "When an axon of cell A is near enough to excite B and repeatedly or persistently takes part in firing it, some growth process or metabolic change takes place in one or both cells such that A's efficiency, as one of the cells firing B, is increased" Hebb, D. O. The Organization of Behavior: a Neuropsychological Theory (Wiley, New York, 1949).

- augmentation de l'amplitude de la réponse post-synaptique à la suite d'une intense activation présynaptique  
courte (<1s) mais de fréquence élevée (>100Hz)
- pendant cette phase d'excitabilité majorée  
consolidation des contenus d'apprentissage  
transfert de la MCT vers la MLT

## **$\alpha$ - potentialisation à long terme (LTP)**

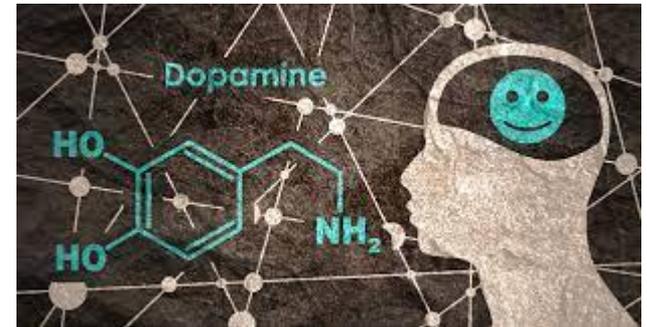
- glutamate → récepteurs AMPA et NMDA
- récepteur AMPA
  - entrée de  $\text{Na}^+$
  - dépolarisation locale du dendrite
  - si atteinte du seuil : PA
- récepteur NMDA
  - entrée de  $\text{Ca}^{2+}$
  - au repos, canal bloqué par  $\text{Mg}^{2+}$
  - dépolarisation nécessaire pour débloc
- stimulation haute fréquence
  - activité soutenue récepteurs AMPA
  - dépolarisation post-synaptique
  - retrait du  $\text{Mg}^{2+}$
  - entrée de  $\text{Ca}^{2+}$  dans la cellule
  - réactions biochimiques
  - à court terme: augmentation prolongée de l'efficacité de cette synapse
  - à long terme: modification de l'expression des gènes



## **b- dépression à long terme (LTD)**

- phénomène inverse de la LTP
- déclenchée par une stimulation synaptique à basse fréquence (1 à 5 Hz)
- conduit à la mise sous silence de la synapse
  
- rôle important dans le cervelet++
  - lors de la mémoire implicite procédurale
  - inhibition des réseaux neuronaux impliqués dans des mouvements erronés
- LTD: correction des procédures motrices
  - lors de l'apprentissage du savoir-faire

- mémorisation: ne dépend pas uniquement de la LTP dans quelques synapses de l'hippocampe
- systèmes de neuromodulation du cerveau (dopamine, sérotonine) influencent la plasticité synaptique



- rôle dans motivation, récompense, émotion influencent l'apprentissage



## c- changements structurels des synapses

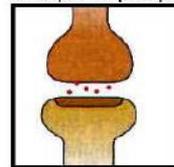
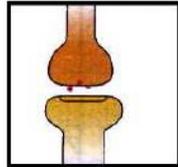
- pendant le développement de la MLT
- **augmentation de la libération du NT** à partir des terminaisons présynaptiques
- **augmentation du nombre de vésicules** au niveau des terminaisons présynaptiques
- **augmentation du nombre de terminaisons présynaptiques**

Avant l'apprentissage

Après l'apprentissage

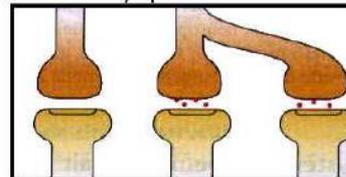
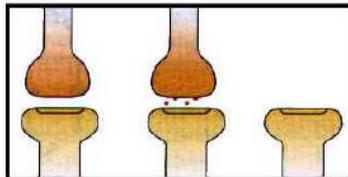
Changements structurels

Aires pré- et postsynaptiques plus grandes



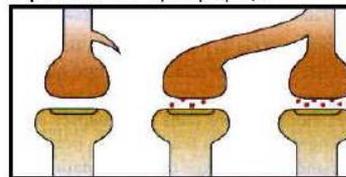
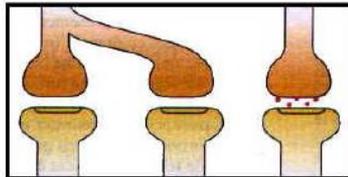
Changements structurels

Des nouvelles synapses sont formées



Changements structurels

Déplacement de l'input synaptique

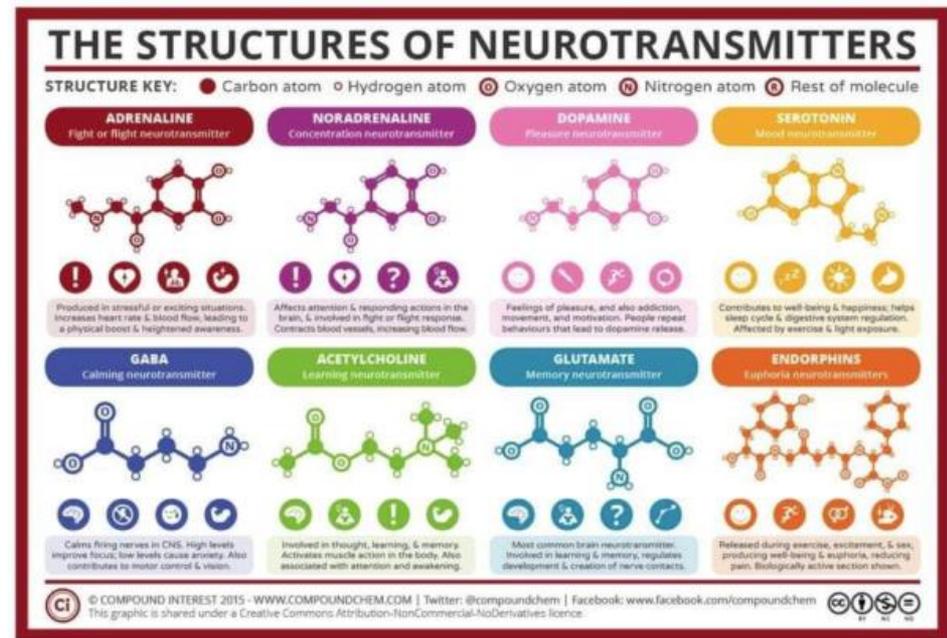


## c- changements structurels des synapses

- pendant le développement de la MLT
- **augmentation de la libération du NT** à partir des terminaisons présynaptiques
- **augmentation du nombre de vésicules** au niveau des terminaisons présynaptiques
- **augmentation du nombre de terminaisons présynaptiques**
- maturation génétique 
- influences environnementales: formation de connexions favorisée par environnement riche 

activation simultanée d'une cellule ou d'une aire corticale par 2 stimulus
- apprentissage
  - modifications des synapses situées aux connexions des épines dendritiques
  - dépérissement des synapses inutilisées

# 3 - Bases neurochimiques



## a- ACh

rôle majeur dans processus de mémorisation  
diminuée dans la maladie d'Alzheimer

## b- sérotonine

influences du sommeil et de l'humeur

## c- noradrénaline et dopamine

mécanismes de vigilance et d'éveil

## d- GABA

action amnésiante des BZD sur la mémoire explicite

## e- glutamate

agit sur la plasticité synaptique

# B- Anatomie et neurophysiologie de la mémoire

A retenir

- système limbique: émotion, apprentissage, mémoire
- circuit de Papez: perception → souvenir
  - **hippocampe** – monde extérieur – explicite
- circuit amygdalo-thalamo-cingulaire
  - **amygdale** – monde intérieur – implicite
- régions frontales (mise en mémoire et rappel, MdT, attention)
- néocortex (stockage des info selon leur modalité sensorielle)
- système cortico-striatal (savoir-faire)
  
- **LTP**: processus de renforcement synaptique
- changements structurels des synapses