



Introduction aux Neuro-Sciences Cognitives

Exemples de fonctions émotionnelles et cognitives

B Millet



26112009

- **Terre : 5 milliards d'années,**
- **Vie: 3,5 milliards d'années,**
- **Homo sapiens sapiens:**
100.000 années

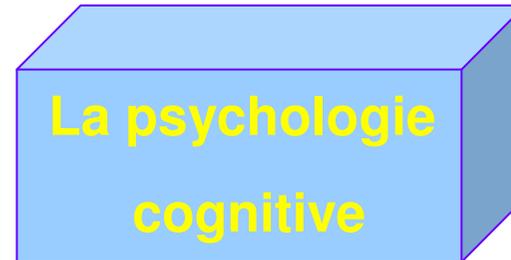


- **Les neurosciences cognitives sont récentes: elles contribuent à la réflexion de l'homme sur lui même, sur l'origine de ses pensées, sur le sens de son existence, sur l'interaction de son cerveau avec son environnement.**

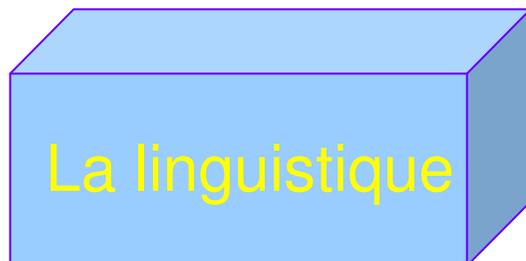
Les neurosciences cognitives



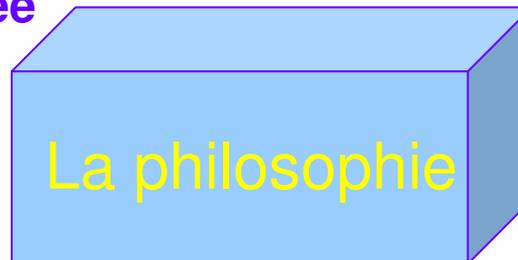
Aspects neurobiologiques ,
neuroanatomiques
Sous-tendant le fonctionnement
du système nerveux et s'intéressant au
processus de pensée



Analyse du
comportement humain et
du fonctionnement
du psychisme



Etude scientifique des langues
s'intéressant à l'évolution du langage
humain,



Etude rationnelle de la pensée
humaine



Etude de l'intelligence des
machines comparée à celle de
l'homme

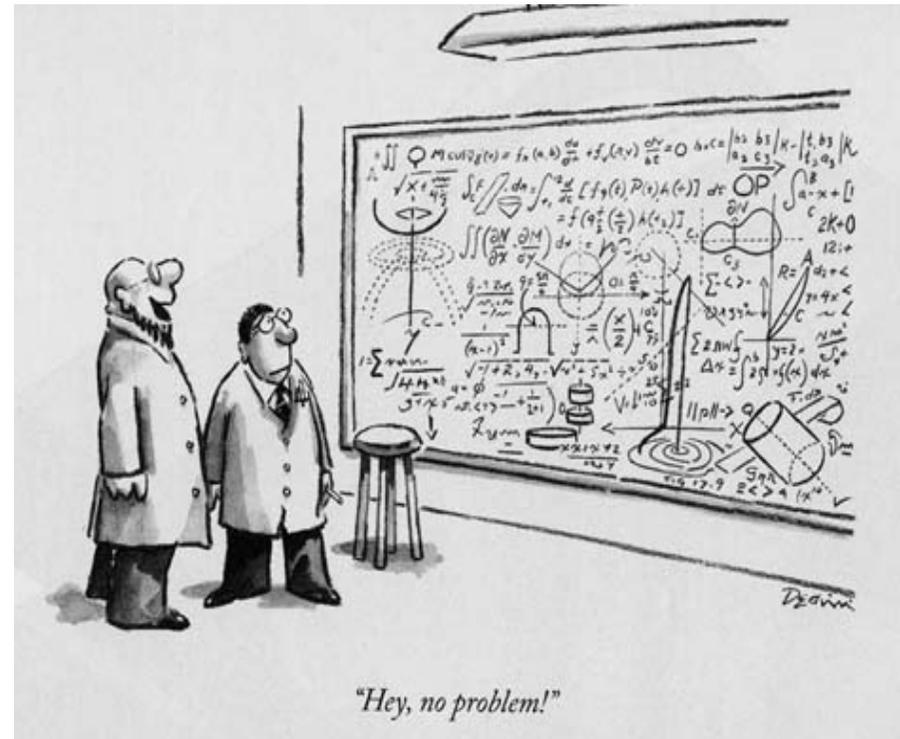
- **Pendant longtemps, la réflexions sur notre fonctionnement psychique (comment nous réfléchissons, nous éprouvons des émotions...) a reposé sur une démarche Introspective (je pense donc je suis...Descartes 1637 « Le discours de la méthode »)**



- **Les neurosciences cognitives introduisent la démarche scientifique dans la compréhension du fonctionnement du cerveau**

La démarche scientifique

- Observer, faire une hypothèse,
- Expérimenter,
- Reproduire l'expérience,
- Interpréter les résultats,
- Vérifier les résultats.



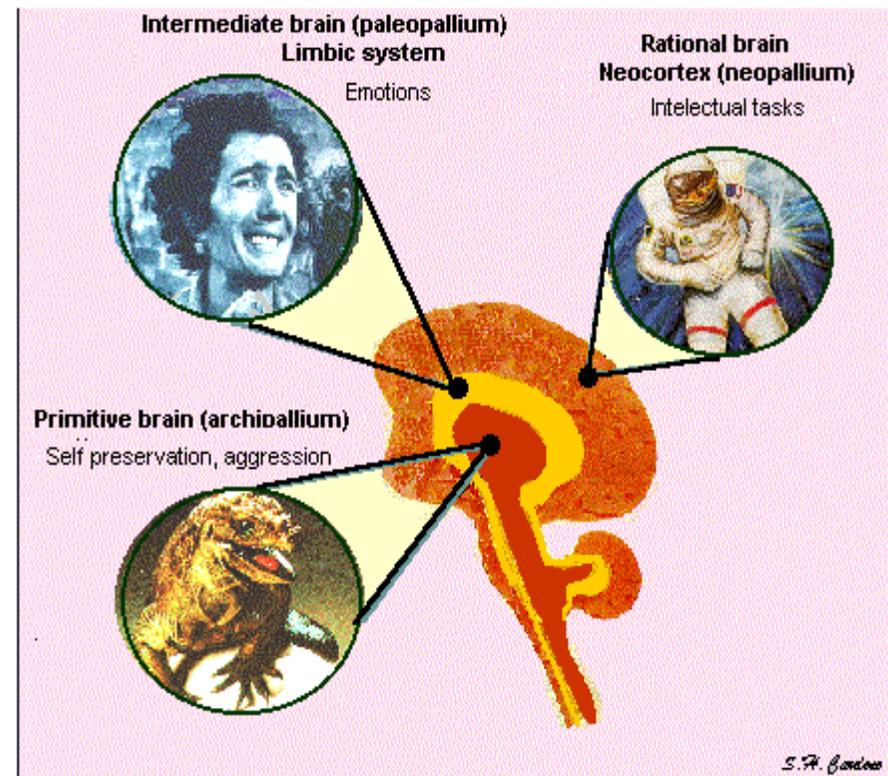
Ex: Existe-t-il une altération de la reconnaissance des émotions dans la dépression ?

- **Hypothèse** : Existence d'un trouble de la reconnaissance des émotions communiquées par la voix au cours de la dépression
- **Expérimentation**:
 - étude comparative d'un groupe de sujets déprimés avec un groupe de sujets sains contrôles appariés en sexe et en âge
 - Instruments utilisés: MADRS («échelle de dépression»), échelle de démence
 - Test de prosodie (caractéristiques acoustiques influençant l'intonation et la production vocale) émotionnelle
- **Résultats** : les sujets déprimés reconnaissent moins bien globalement les stimuli chargés émotionnellement que les sujets contrôles sur le plan auditif
- **Perspectives** : réseaux cérébraux impliqués dans le domaine de la reconnaissance des émotions.
- **Vérification et réplication** manquent

Les neurosciences cognitives doivent permettre de répondre à la question :

Comment le cerveau nous permet-il de: voir, penser, juger, résoudre des problèmes, éprouver des sentiments et des émotions, et nous reconnaître nous-même, et de reconnaître les autres, nous souvenir et nous projeter dans le futur ?

En médecine, elles doivent nous permettre de comparer le fonctionnement psychique normal par rapport au fonctionnement pathologique



La psychologie cognitive

Sous-discipline de la psychologie qui se focalise sur la cognition

Étude scientifique de la pensée humaine ?

La cognition : faculté mobilisée dans de nombreuses activités
telles que :

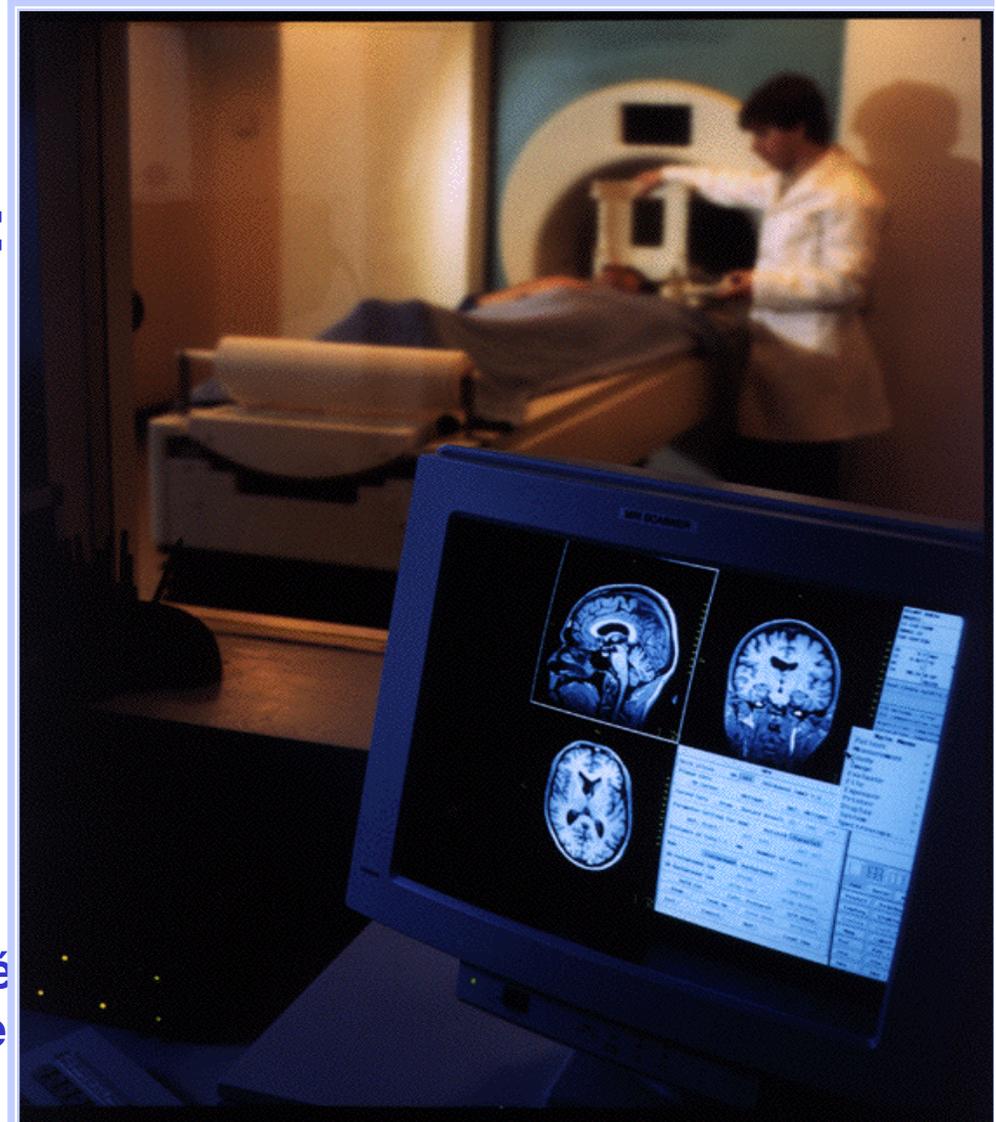
La perception (des objets, des formes, des couleurs...); Les sensations (gustatives, olfactives...); Les actions; La mémorisation et le rappel des informations; La résolution de problèmes; Le raisonnement; La prise de décision et le jugement; La compréhension et la production du langage

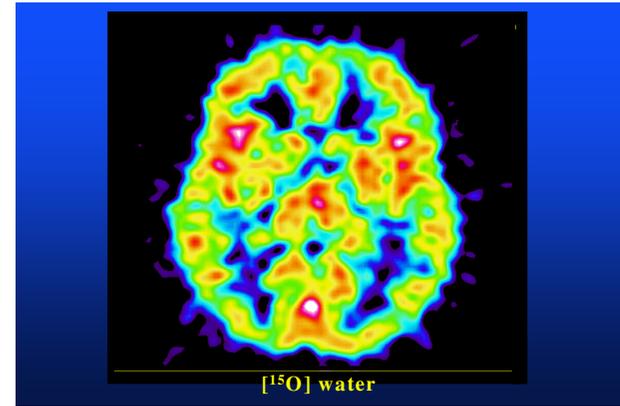
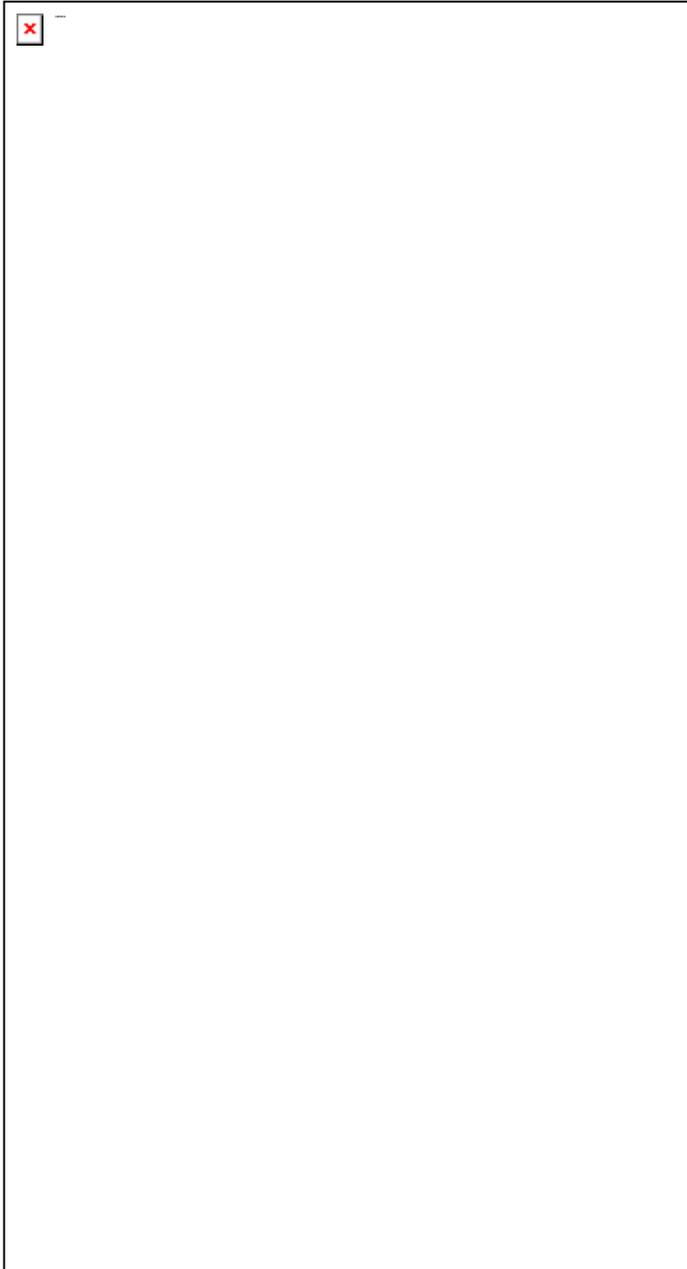
Ces champs d'investigation du comportement et de la pensée peuvent être explorés par la neuro-imagerie

- L'imagerie cérébrale:
 - Structurale: Scanner X, IRM: elles permettent de visualiser les structures cérébrales: ventricules, cortex cérébral, structures sous corticales, substance blanche, substance grise

L'Imagerie Fonctionnelle: TEP, IRMf.

- Permet d'évaluer la fonctionnalité des structures cérébrales : l'activité du métabolisme du glucose dans le cerveau, de l'oxygène, de l'eau





PET :

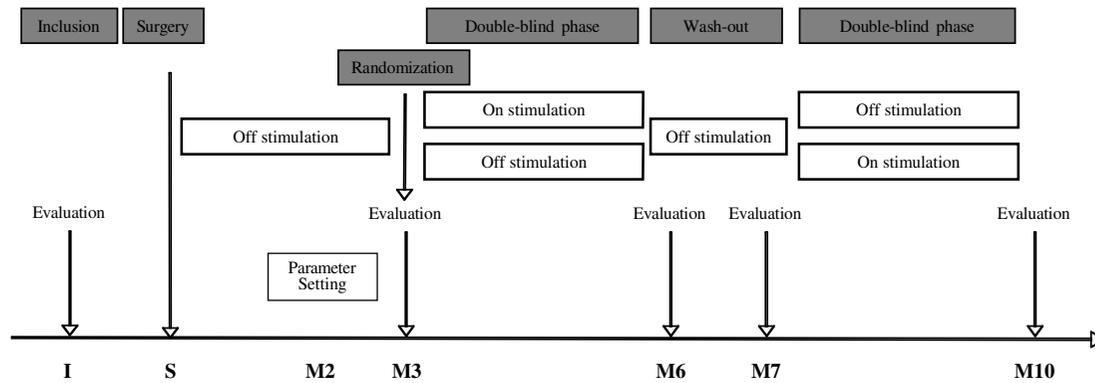
Tomographie par émission de positrons

Injection dans la circulation sanguine de solutions contenant des molécules marquées radioactivement, qui vont au contact des molécules présentes dans le cerveau émettre des positrons détectés par des capteurs autour de la tête de la personne

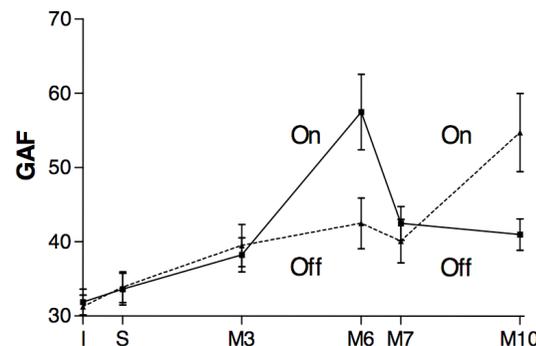
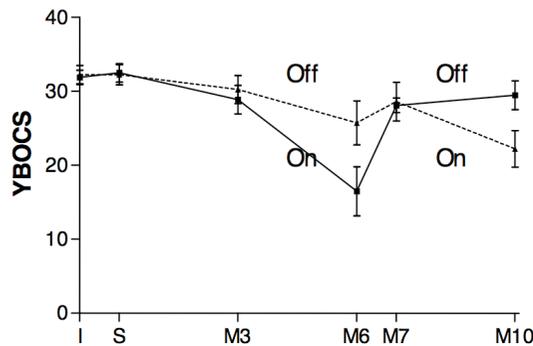
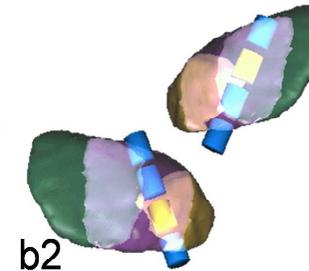
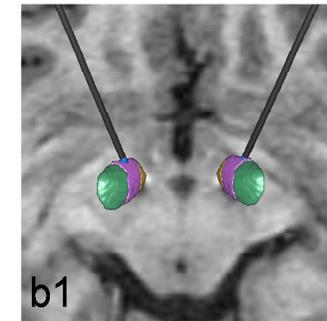
-Marqueur du Sang cérébral : eau avec ^{15}O

-Glucose : ^{18}F Fluor deoxy glucose

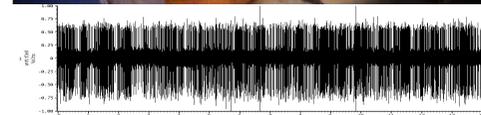
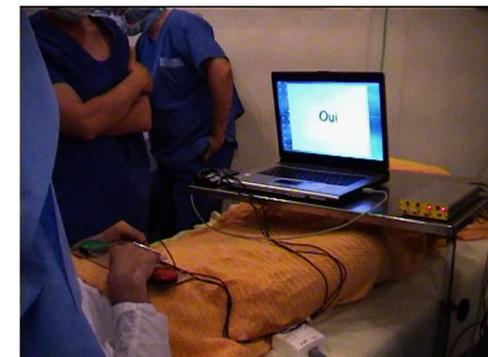
Le noyau sub-thalamique représente une cible pour le traitement des Troubles Obsessionnels Compulsifs sévères



Randomized double blind cross-over design
 10 French centers
 17 patients operated

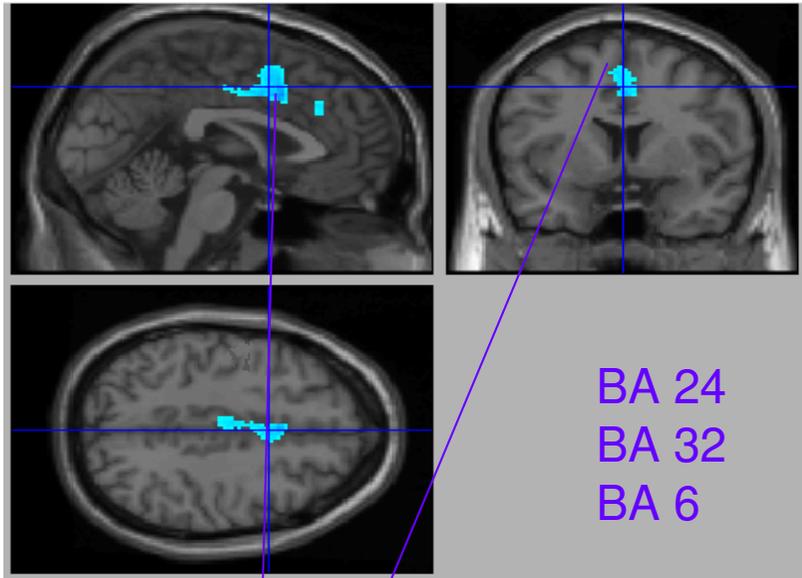


69% improved OCD symptomatology >25%
 88% improved global functioning >25%

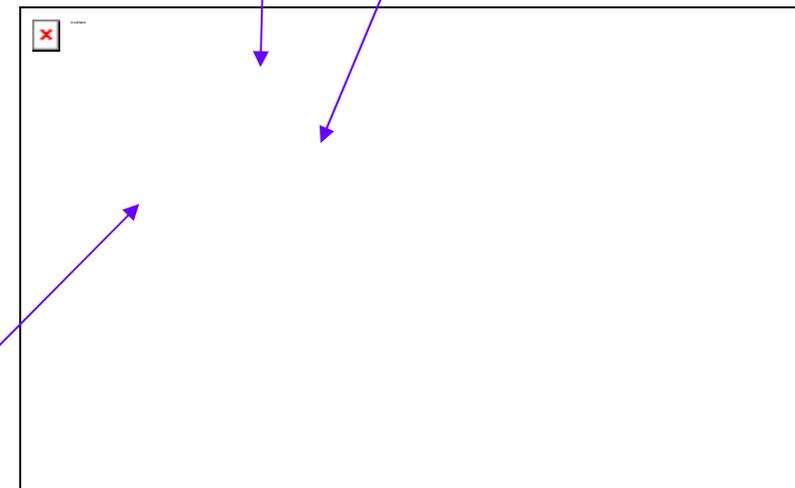


Per-operative electrophysiology

Effets de la SCP du noyau sub-thalamique sur le cerveau: Résultats: Differences entre conditions “on” et “off” stimulation



- Un hypometabolisme était observé au niveau du Cortex préfrontal
- Plus les patients présentent une diminution de la pensée obsédante et plus le métabolisme du CPF diminue



Cortex préfrontal

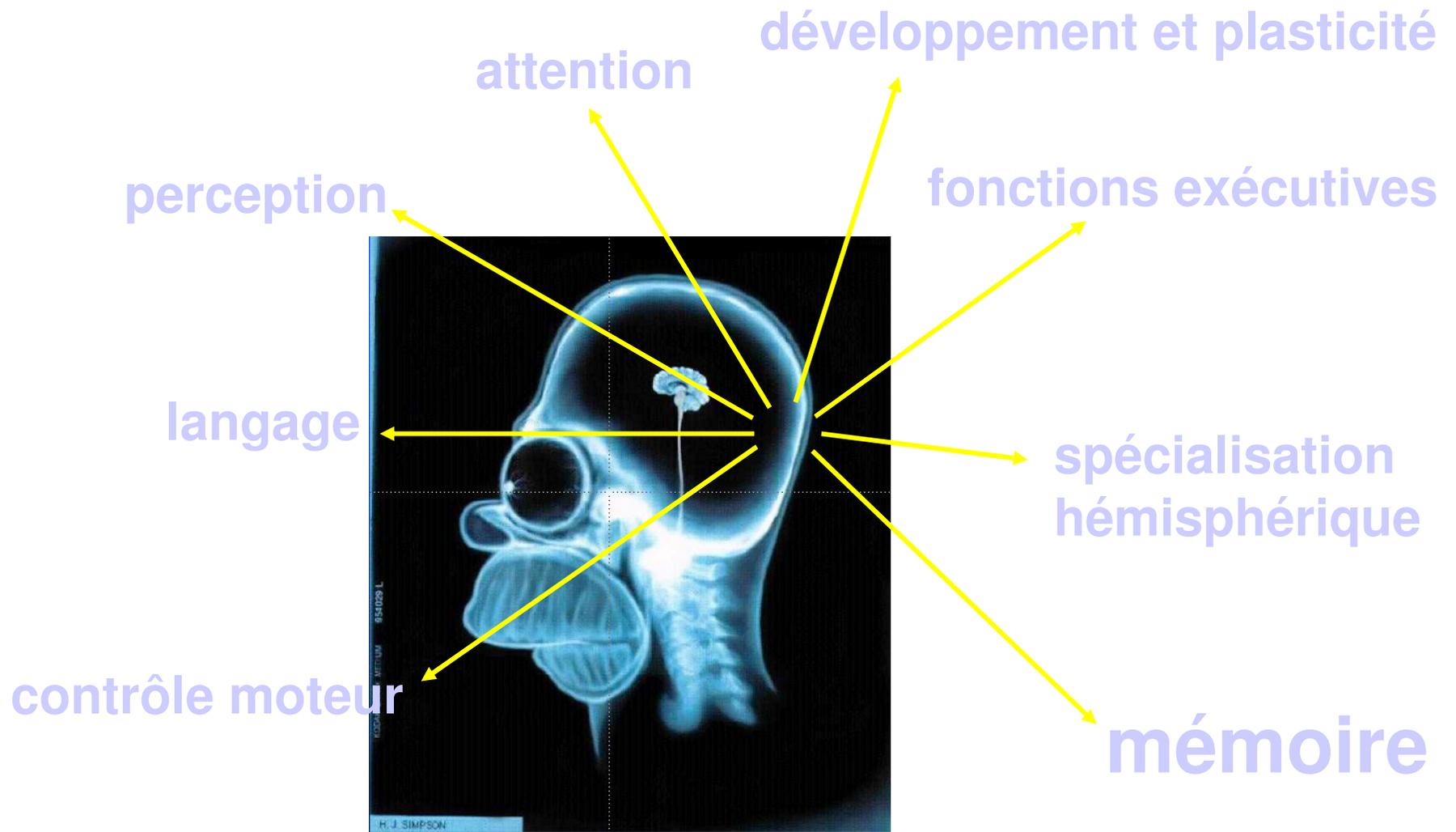
Les neurosciences aujourd'hui

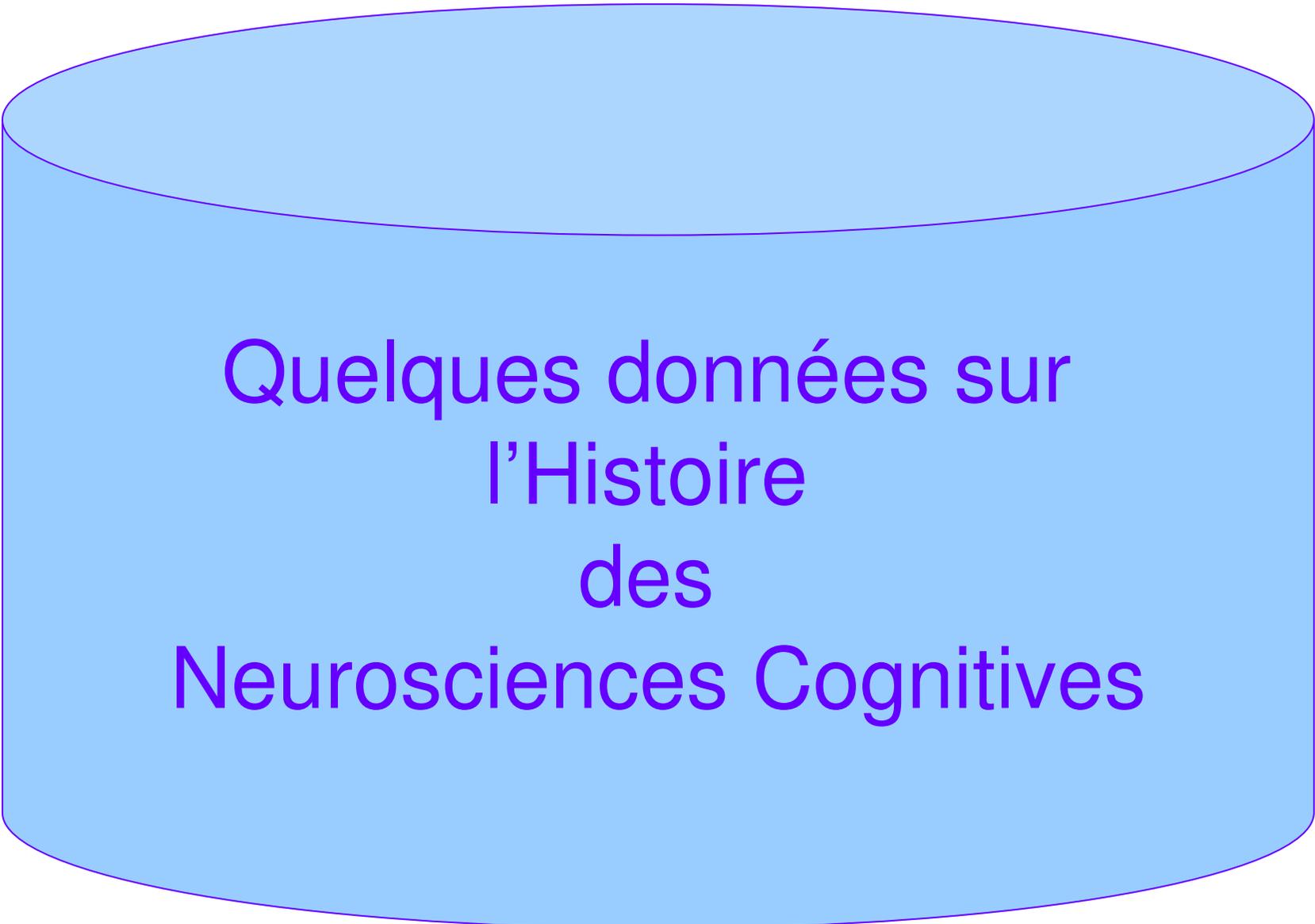
Différents niveaux d'analyse: moléculaire, cellulaire, cognitif, comportemental

Différents acteurs: Psychologue cognitiviste ,Informaticien, neurobiologiste, neuroanatomiste, neurophysiologiste, psychophysicien, philosophe, sociologue, .

Au niveau médical: Psychiatre, neurologue, neurochirurgien, neuropathologiste, psychobiologiste, neuropharmacologue,

Différents champs d'investigation pour les neurosciences cognitives:





Quelques données sur
l'Histoire
des
Neurosciences Cognitives

De l'antiquité au XIXème siècle

Hippocrate (460-379 avant JC) déclare le cerveau comme le siège de l'intelligence:

Théorie des Humeurs (bile, sang, lymphe définissent le caractère)
Ethique: serment d'Hippocrate

Claude Galien (129-199 ap. J-C) II ème siècle

-Médecin et physiologiste grec:

- Attribue l'état de santé au bon équilibre du sang, de la bile, De l'atrabile, et de la pituite

-Neurosciences:
découvre les
ventricules
cérébraux.

Pas de distinction
entre nerfs et

cerveau

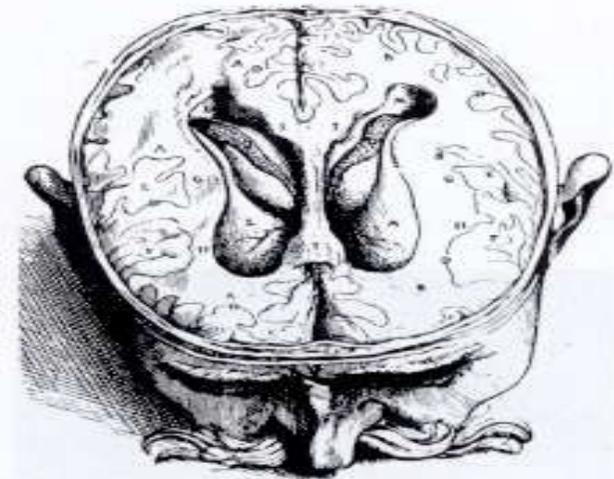


Figure 1.4

Représentation des ventricules cérébraux

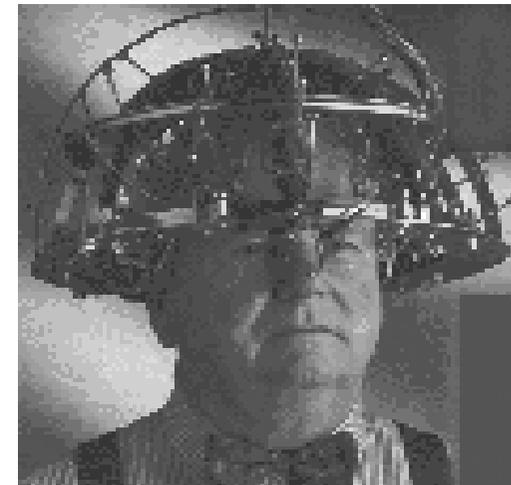
Franz Joseph GALL

(1809)(médecin autrichien)

- Créateur de la physiologie intellectuelle: phénologie
 - Les qualités morales et les facultés intellectuelles sont innées;
 - Le cerveau est l'organe de tous les penchants, de tous les sentiments, et de toutes les facultés
 - Le cerveau est composé d'autant d'organes particuliers, qu'il y a de penchants, de sentiments de facultés

Décrit 27 fonctions cérébrales spécifiques (fermeté, estime de soi, espoir, bienveillance, chronologie etc..)

- La forme de la tête qui réplique dans une certaine mesure la forme du cerveau suggère des moyens pour découvrir les qualités, les sentiments de chaque personne ...



la phrénologie
Illustration des dérives possibles
d'une démarche « pseudo-scientifique »

1973: Eysenck et Rees



Hans Jurgen Eysenck
Psychologue anglais

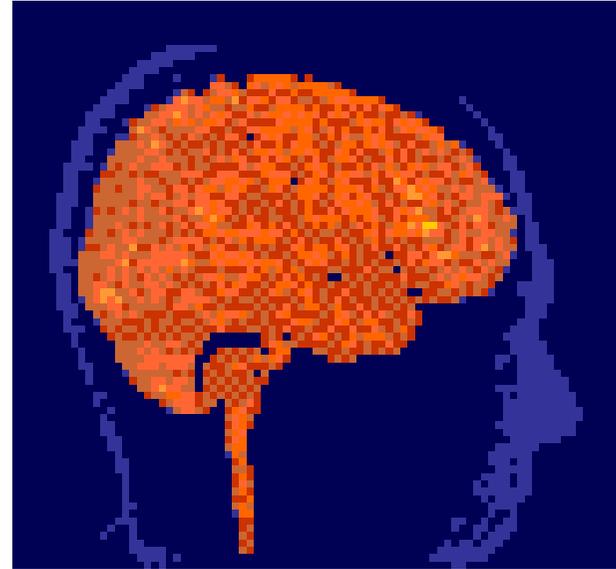
Etude des relations
entre facteurs
génétiques et les traits
de personnalité

- les caractères morphologiques varient de façon continue,
seule la taille comprend des éléments liés à l'hérédité

Il n'existe pas de corrélation entre traits de personnalité et
particularités physiques

Le XIXème siècle s'intéresse aux différentes structures du cerveau : Substance Grise, Blanche, SNC, SNP

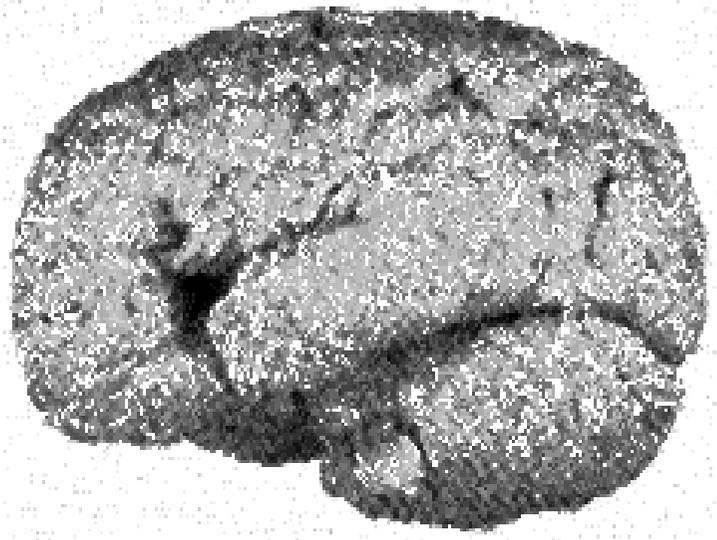
- **Questions :**
 - une fonction cognitive ou émotionnelle est-elle sous-tendue :
 - Par une partie du cerveau : vision "localisationniste « ?
 - Par l'ensemble du cerveau : vision "intégrationniste" ou "holistique " ?
 - Quelles est la part de l'acquis et celle de l'inné ?



Développement de la Neuropsychologie (perturbations cognitives et émotionnelles provoqués par des lésions du cerveau)

Paul Broca (neurologue français) (1861)

- Fondateur de l'école d'Anthropologie (étude de l'homme)
- Décrit le cas d'un patient qui comprend ce qu'on lui dit mais ne peut pas parler

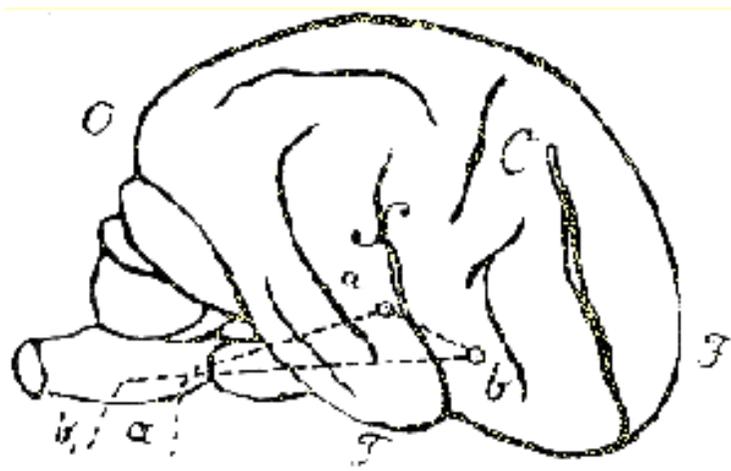


A l'autopsie : lésion de la partie postéro-inférieure du lobe frontal gauche. Zone de la motricité du langage.

Karl Wernicke (1874)

(neuropsychiatre allemand)

Décrit un patient qui peut parler librement, mais ne peut comprendre ni le langage parlé, ni le langage écrit.



A l'autopsie lésion de la partie Temporale gauche: zone de la Compréhension du langage

Hanna et Antonio Damasio (1994)

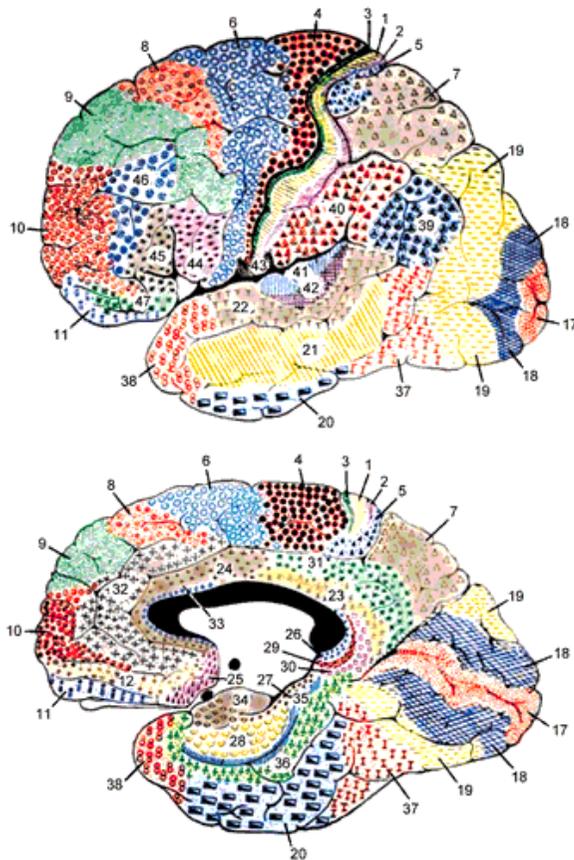
Cas de Phineas Gage

- Contre-maître, ouvrier modèle, travaillant sur la construction d'une ligne de chemin de fer dans le Vermont: Accident avec traumatisme crânien provoqué par une barre de fer (1848)
- Dr. Harlow (1868): « Recovery from the passage of an iron bar through the head »
- Apparence normale mais changement total de comportement : incorrect, grossier avec ses collègues, irritable, querelleur...psychopathe
- 100 ans après reconstruction de l'évaluation de la lésion par neuro-imagerie ...atteinte du Cortex Pre Frontal

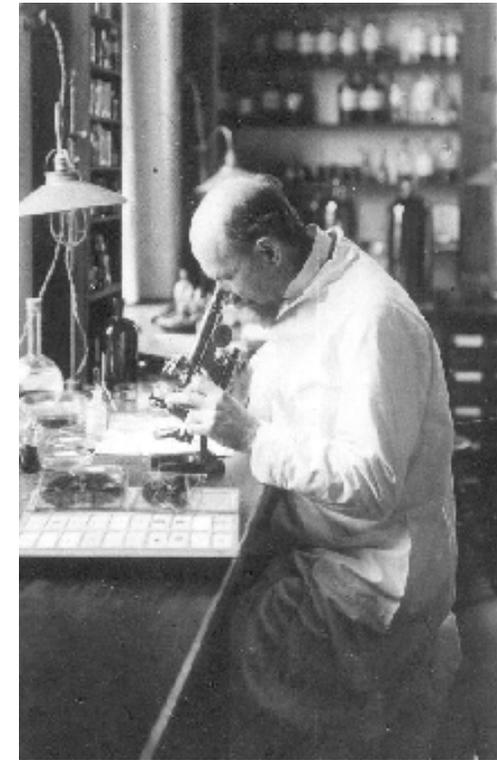
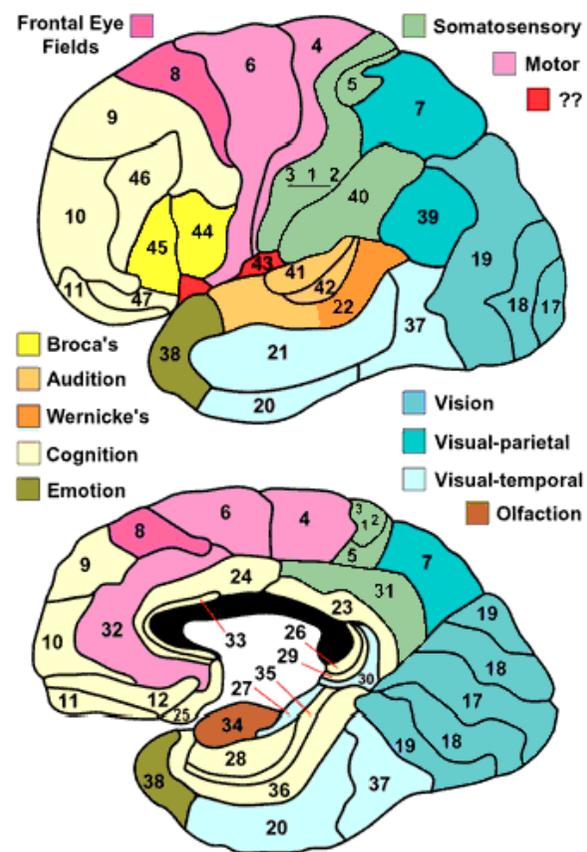
Neuro-histologie

Korbinian Brodmann (1910) (neuro-psychiatre allemand)

Original Brodmann Map - Colored



Outlines - with Functional Attribution



Montre que des aires différenciées sur le plan cellulaire (histologique) jouent des rôles différents sur le plan fonctionnel: aires auditives, aires de la motivation, aires de la compréhension etc...

Camillo Golgi 1873

(corps de la cellule neuronale)



Hippocampe imprégné
par la méthode de
coloration de Golgi

Méthode de coloration (tissu cérébral dans une solution de chrome argenté) qui montre le corps de la cellule neuronale.

Ramon y Cajal (1859)



Self-portrait of Cajal at the microscope in 1920

Montre que les neurones sont en contact les uns avec les autres mais pas en continuité



Psychologie

Jean PIAGET (1915)

Psychologue suisse ,

Développement de la pensée et du langage chez l'enfant

Stades de Piaget:

- De 0 à 3 mois : premières réactions à des signaux (bruit, lumière etc.), réactions circulaires
- De 8 à 12 mois : tâtonnements à la recherche de moyens nouveaux de reconnaissance et d'expression
- De 2 à 4 ans : apparition du langage et du jeu symbolique (intériorisation des schémas d'action et des fonctions imaginaires)
- 10 ans : opérations intellectuelles concrètes : l'enfant est capable de raisonner et d'établir des liens avec ce qu'il ressent sur le plan affectif
- 14 ans: capacités d'abstraction à partir desquelles , un raisonnement et les opérations logiques sont construites

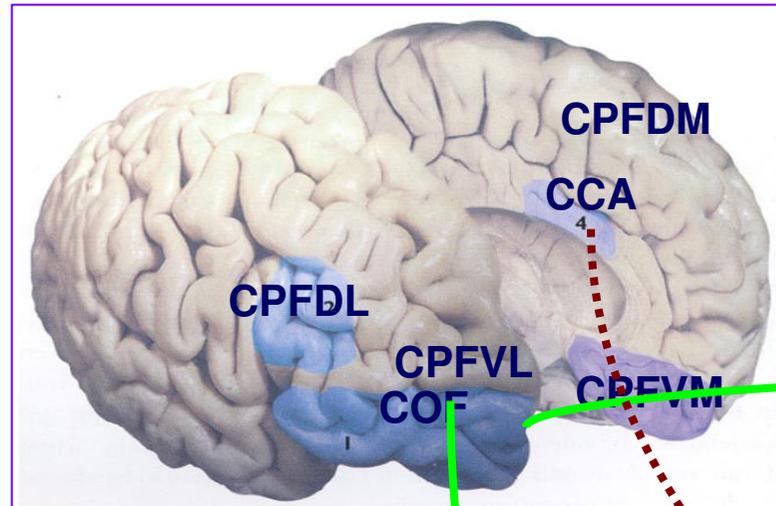
Sigmund Freud (1856- 1939)

- Psychiatre introduit la **Psychanalyse** : technique d'évaluation psychologique permettant de rechercher les tendances et les influences refoulées dans l'inconscient de l'individu et de les travailler par le biais de l'analyse introspective
- Notions d'inconscient ; théorie de la personnalité autour de ses liens avec la sexualité
- Ex : stade primaire = stade oral de 6 à 12 mois relations exclusives avec le sein maternel ou son équivalent

La question de la localisation cérébrale: Qui avait tort, qui avait raison ?

- **Toute fonction cognitive complexe, tout comportement est le produit du fonctionnement de nombreuses aires cérébrales : les localisationnistes avaient tort,**
- **Mais ces aires mettent en jeu un ensemble de processus élémentaires qui sont chacun sous-tendus par une région cérébrale particulière : dans ce sens les localisationnistes avaient raison.**

CIRCUITS IMPLIQUES DANS LES TROUBLES AFFECTIFS



STRUCTURES CORTICALES PREFRONTALES (CPF)

CPFDM: aires de Brodmann (BA 10, 32)

CPFDL: BA 9, 46

CCA: BA 24, 25

CPFVM:

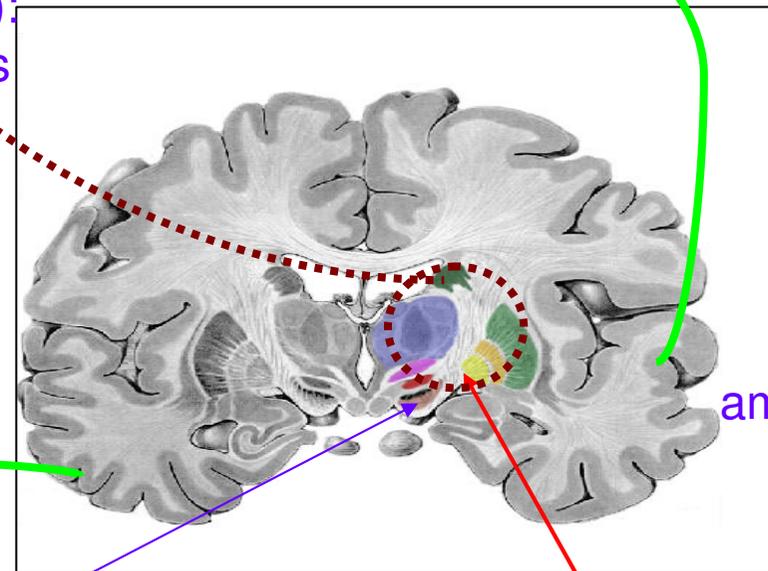
CPFVL: BA 45, 47, 44

COF: BA 11, 10, 14, 47

Aires ventromédiales (COF, CCA, CPFVM): développées précocément impliquées dans les fonctions émotionnelles

Aires ventrolatérales: (CPFVL et CPFDL) Impliquées dans les fonctions exécutives

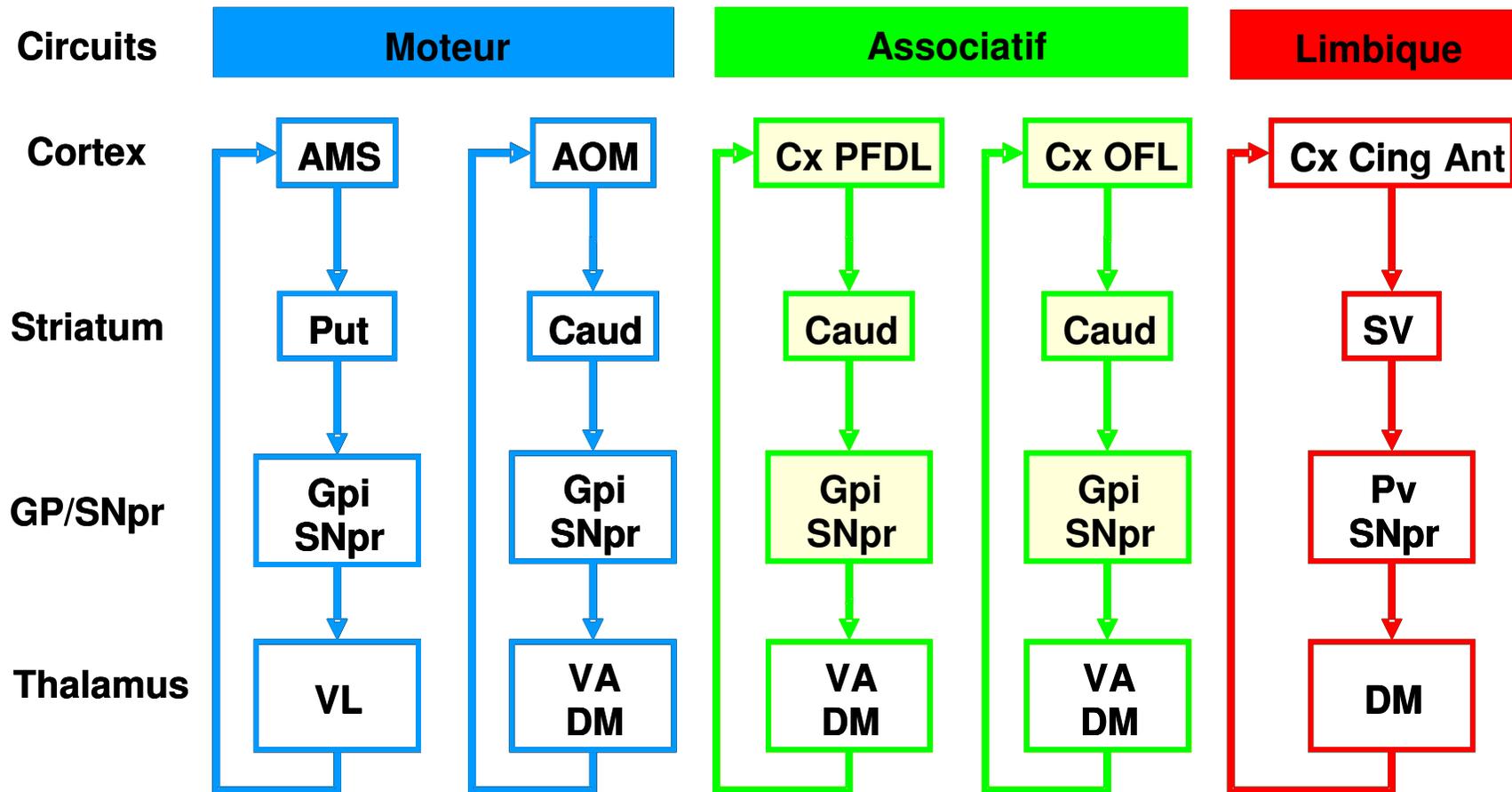
STRUCTURES SOUS-CORTICALES



Substance noire

Pallidum interne

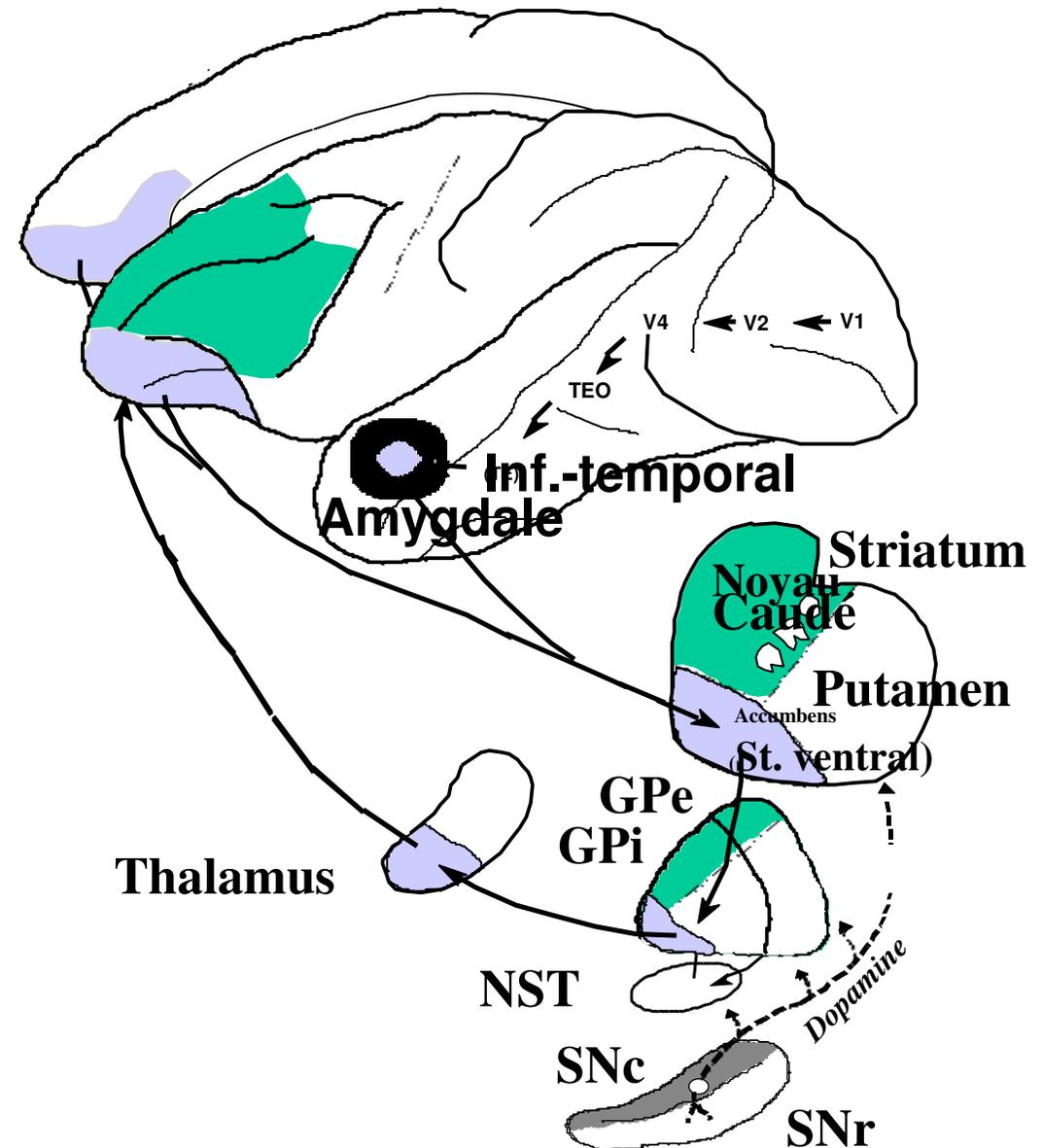
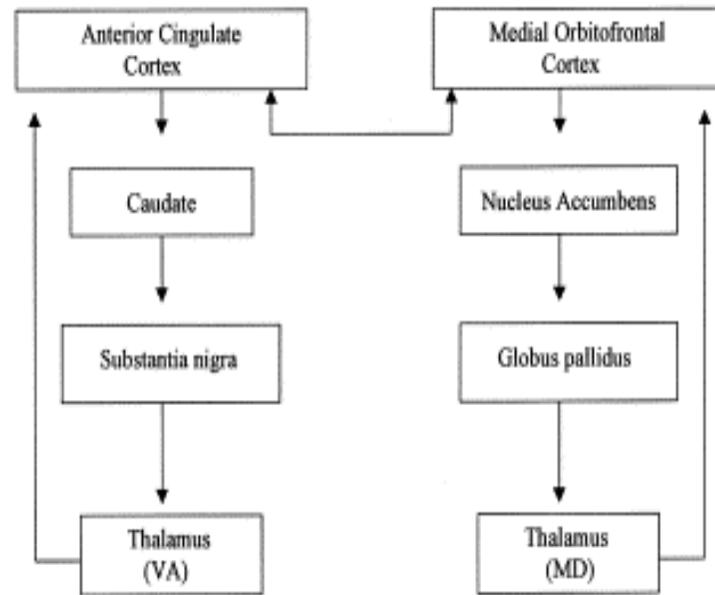
Les circuits cortico-sous-corticaux

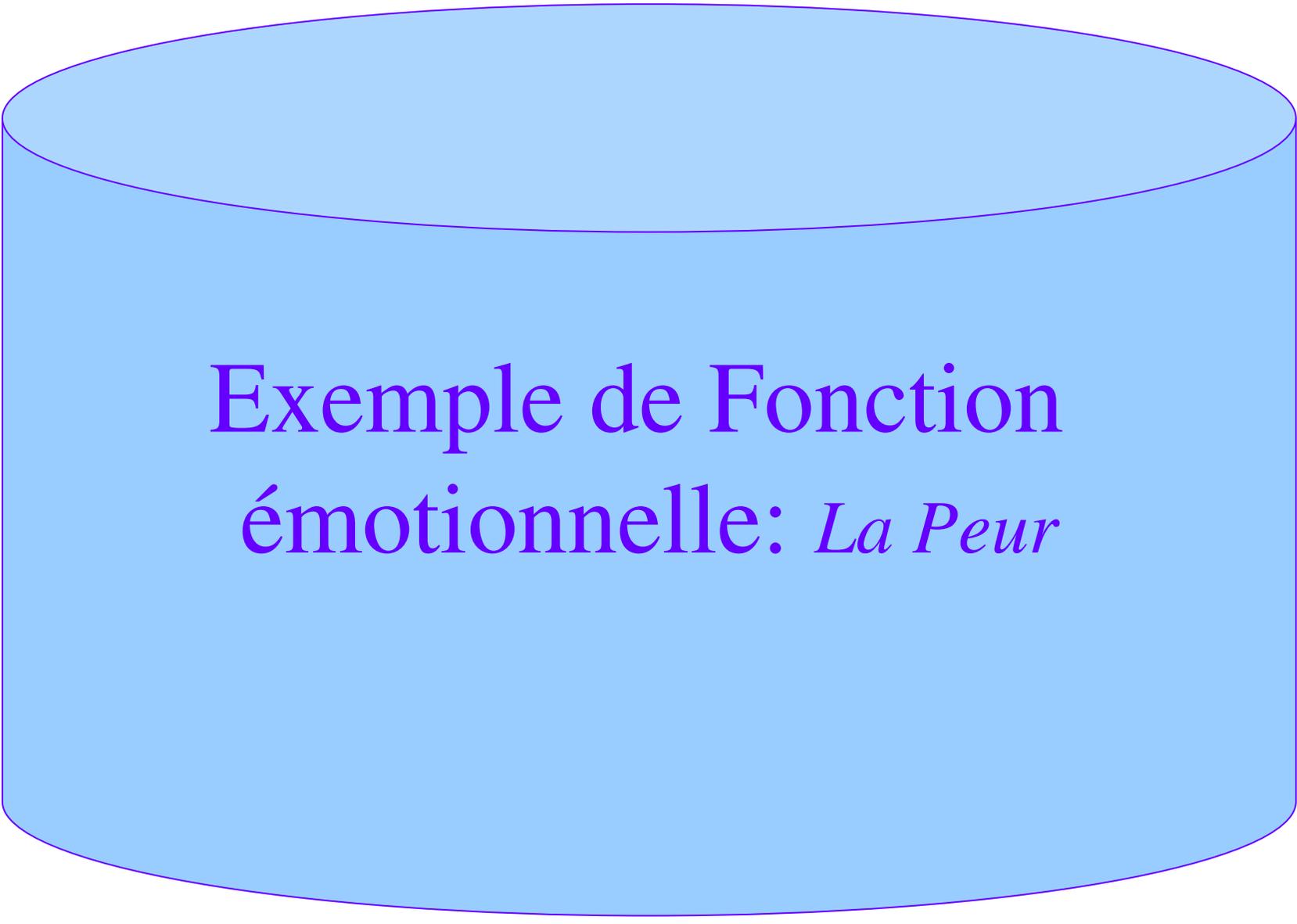


Alexander 1986

Les connexions du système limbique (régions CCA et COF)

d'après Tekin et Cummings J Psychosom Res 53 (2002)
647-654.





Exemple de Fonction
émotionnelle: *La Peur*

**Un des objectifs des sciences
cognitives
: décliner les différents étages des
fonctions émotionnelles**

- Niveau Social : comportement de l'espèce**
- Niveau individuel: psychologie;**
- Niveau macroscopique: neuroanatomie
structurale et fonctionnelle**
- Niveau cellulaire: neurophysiologie**
- Niveau moléculaire: neurobiologie**
- Niveau pathologique: psychiatrie**

Les Emotions



Réactions très intenses face à des situations d 'alarme (peur,anxiété)
d 'urgence ou liées à de très fortes motivations (intérêt, joie, surprise)
qui se caractérisent par un double aspect :

- aspect neurophysiologique ;
- aspect subjectif : les sentiments

-

Ex: La peur: phénomène social

La peur collective,
phénomène phylogénétique

Outil de propagande,
des dictatures,



La **peur** est une émotion forte et intense éprouvée en présence ou d'une menace réelle (ou imaginée) et immédiate. Elle provient d'un système qui détecte les dangers et produit des

réponses qui augmentent nos chances de survie face à cette situation dangereuse. Autrement dit, elle met en branle une séquence comportementale défensive.

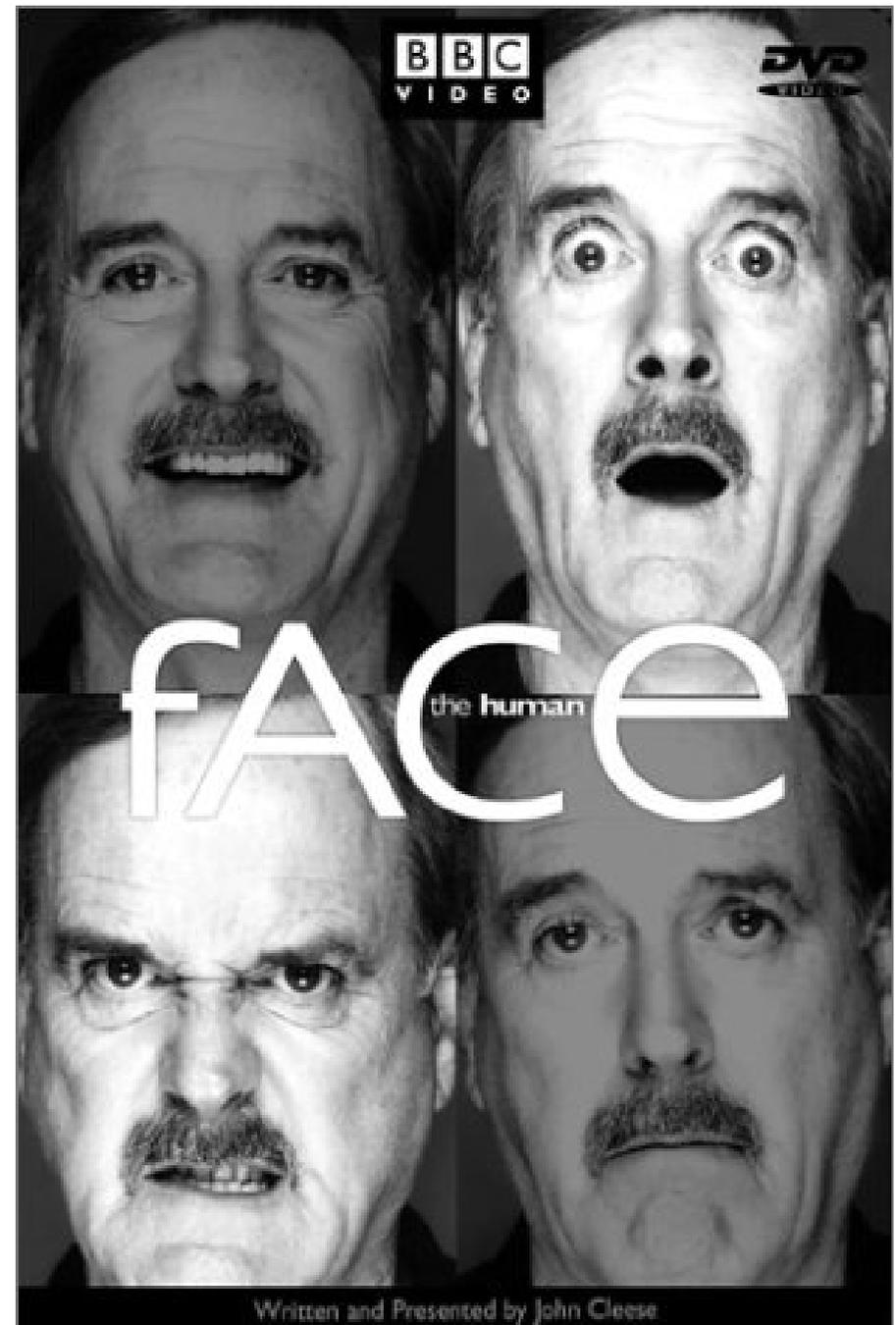
Phénomène individuel

Affects

Emotions essentielles

- joie - peur- colère-
tristesse- dégoût- envie
- culpabilité

Par sa fonction de survie biologique, la peur (ou sa forme chronique l'anxiété) est une émotion génératrice de troubles comportementaux et mentaux



Niveau psychologique: « Tous les hommes ont peur. Tous. Celui qui n'a pas peur n'est pas normal » (JP Sartre)

- Signal d'alarme dont la fonction est d'attirer notre attention sur un danger, pour nous permettre d'y faire face. Ce signal d'alarme peut être plus ou moins bien réglé.

Relations: Peur et Angoisse

- Peur: danger réel
- Angoisse: dangers imaginaires, voire sans objet

« Vous marchez seul la nuit dans une forêt. Avez-vous peur qu'il y ait quelqu'un ou qu'il n'y ait personne ? »

« L'enfant qui a peur du noir, a-t-il peur de des fantômes, des voleurs, de la mort ? »

La peur : émotion éprouvée par tous les humains

- sentiment désagréable d 'appréhension
 - symptômes neurovégétatifs (maux de tête, palpitations, douleur ou gêne dans l 'estomac, boule dans la gorge, tremblements, incapacité à rester en place, envie d 'uriner...)
- Craintes normales (mer, montagne, environnement hostile, inconnu ...situation inhabituelle)
- Tensions éprouvés en réponse à des stress
- Pathologies névrotiques anxieuses
- Etats sévères d 'anxiété: agoraphobie ou obsessions

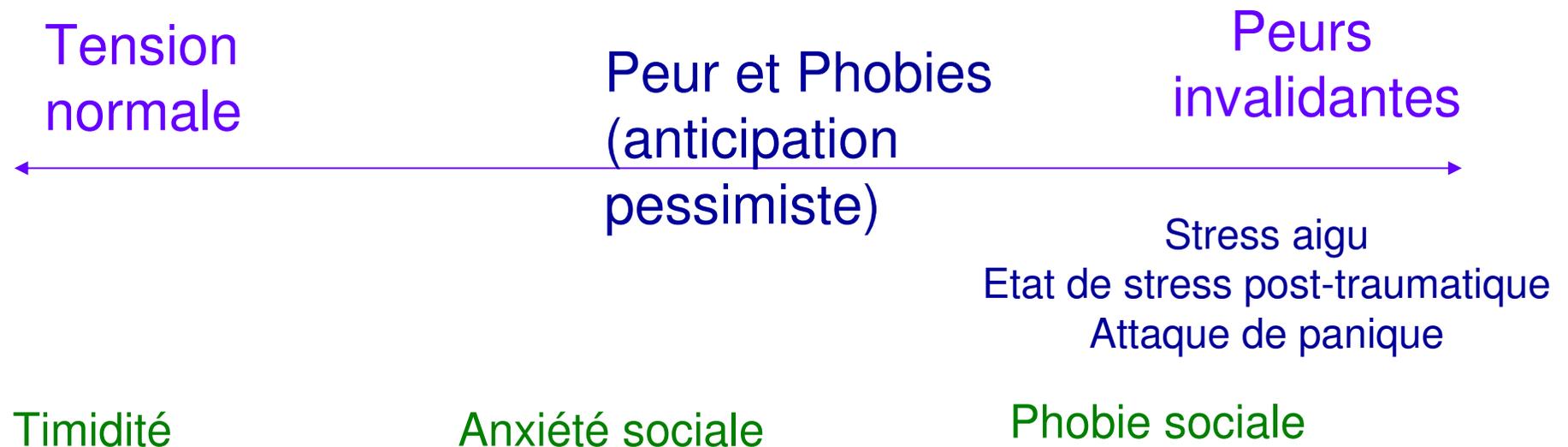
Peur incontrôlée

- Intense et massive perçue par l'observateur comme intolérable
- Hermétique, non verbalisée
- Traduction psychique prédominante avec peu de conscience des modifications corporelles
- Retentissement moteur: agitation ou sidération

Historique de la peur (angoisse) pathologique

- « Le concept de l'angoisse » (Kierkegaard 1844)
- « Agoraphobie » : < peur des endroits publics (Westphal 1872)
- « Névrose d'angoisse : » (Freud 1893)
 - angoisse attribuée à un danger extérieur : phobies
- « Peur et angoisse dans les maladies mentales » (1902 G Lalanne) Congrès des neurologues et psychiatres de France:
 - Déf: état d'incertitude, de trouble et d'agitation avec sentiment de gêne et de resserrement dans la région précordiale
- « Angoisse sans objet et peur dirigée vers quelque chose » (C Jaspers 1913)
- Klein 1964 Angoisse paroxystique

Quand la peur prend-elle une dimension pathologique ?



Lorsque la peur cesse de jouer son rôle adaptatif accentuant l'inconfort de la personne: peur pathologique

Pourquoi on a peur ?

Similitude avec les défenses de l'organisme : système immunitaire

Peurs innées

- Serpents
- Rats
- Tigres

Peurs apprises:

- Après avoir été mordu par un chien,
- Après avoir échappé à une noyade
- dépendantes de l'histoire personnelle

Peurs « anaphylactiques »

- Peurs aussi inadaptées qu'une poussée d'allergie
- asthme

L 'Amygdale: le centre cérébral des Emotions: LA PEUR

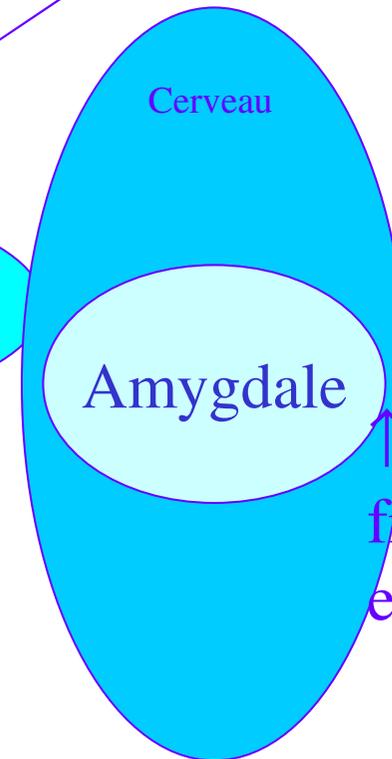
Environnement



Menaces

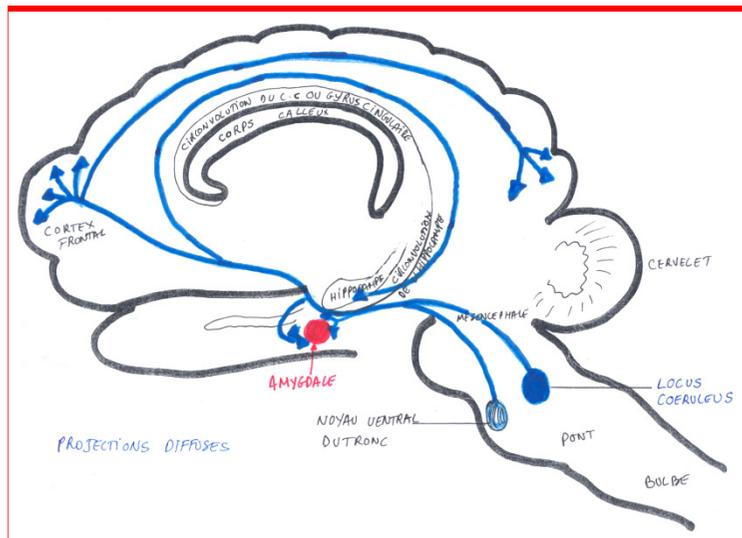
Peur innée

Peur acquise



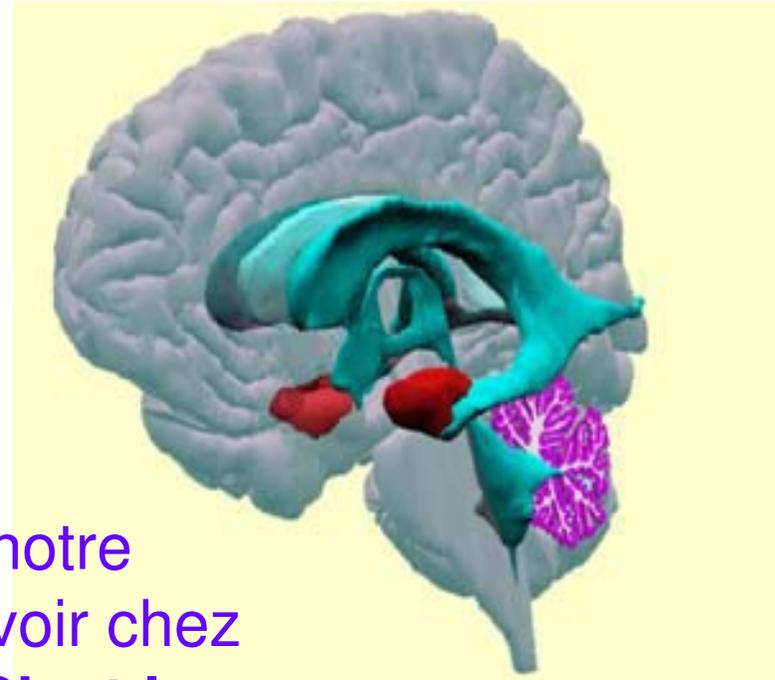
↑ TA,
fréquence cardiaque
etc..

Réponses de défense



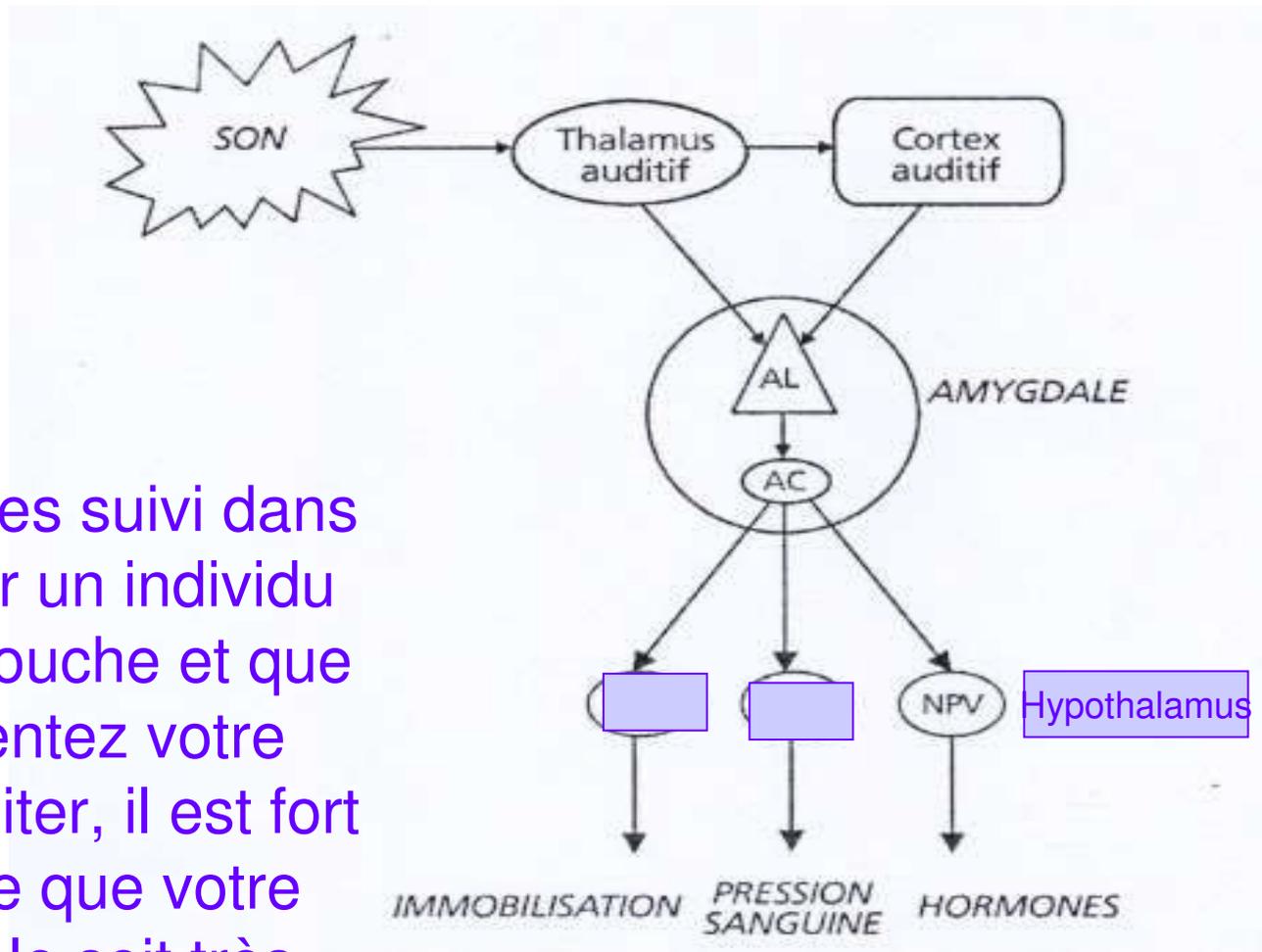
Niveau cérébral (neuroanatomique)

L'**amygdale** est une partie du cerveau qui doit son nom à sa forme qui rappelle celle d'une amande. Elles sont situées tout près de l'hippocampe,



L'amygdale est essentielle à notre capacité de ressentir et de percevoir chez les autres certaines émotions. **C'est le cas de la peur**

Le Circuit Physiologique de la Peur



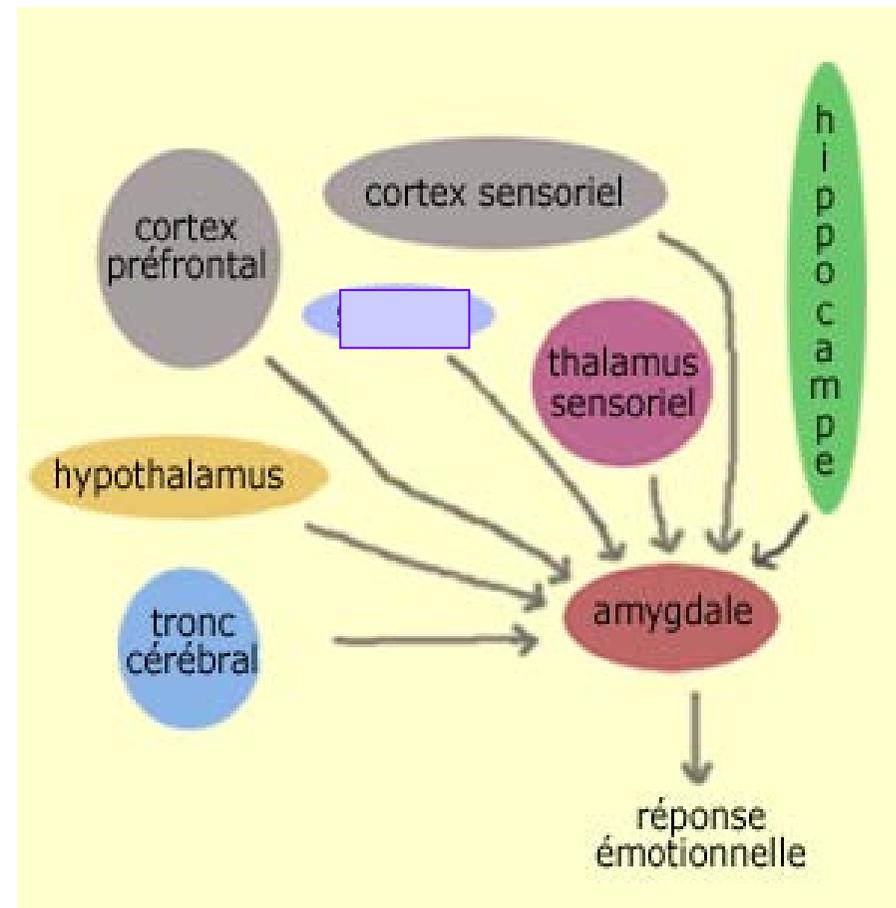
Si vous êtes suivi dans la nuit par un individu à l'allure louche et que vous sentez votre cœur palpiter, il est fort probable que votre amygdale soit très active !

Différentes structures cérébrales impliquées dans la peur

plusieurs inputs sensoriels convergent vers l'amygdale pour l'informer des dangers potentiels de son environnement. Cette information sensorielle lui parvient soit du thalamus soit des différents organes sensoriels

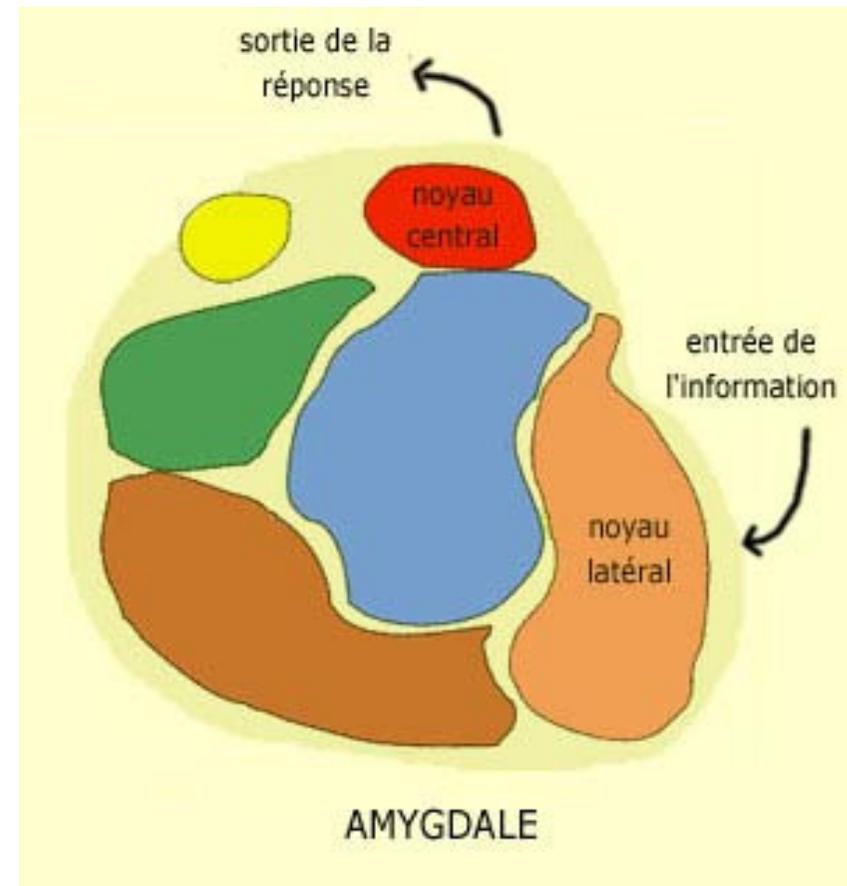
L'amygdale reçoit aussi de nombreuses connexions de **l'hippocampe**.

Celui-ci étant impliqué dans le stockage et la remémoration des souvenirs explicites ses connexions à l'amygdale peuvent être à l'origine d'une émotion déclenchée par un souvenir particulier



Niveau cellulaire: neurophysiologie

Au niveau de l'amygdale, le **noyau latéral**, semble constituer la porte d'entrée principale de cette structure. C'est par là qu'entre l'information avertissant de la présence d'un danger,

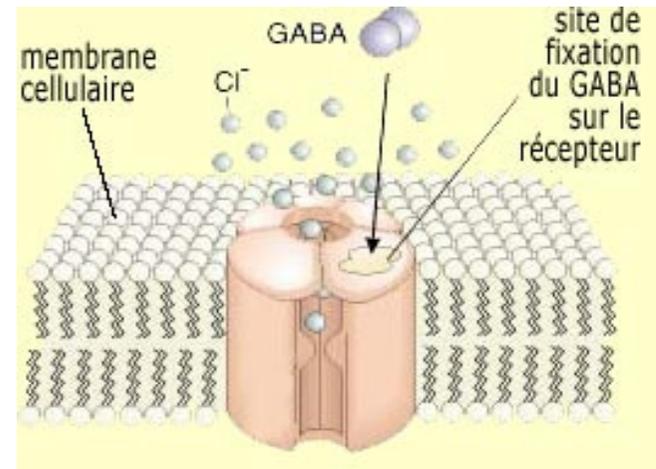


Niveau moléculaire: le rôle des neuromédiateurs

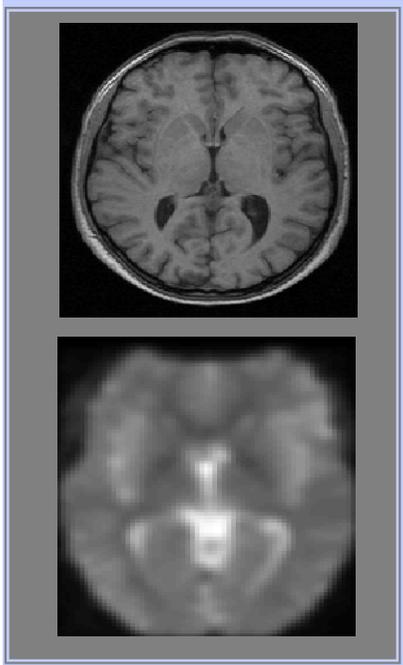
Le GABA a pour fonction naturelle de diminuer l'activité nerveuse des neurones sur lesquels il se fixe: neurotransmetteur inhibiteur

Mais aussi:

- La sérotonine : 5-Hydroxytryptamine
- La dopamine
- La noradrénaline



Niveau pathologique: neuro-psychologie



Lésion de
l'Amygdale: Affect émoussé
Diminution du
conditionnement
à la peur



Difficultés de reconnaissance
d'expressions
faciales et vocales (peur, colère)

Niveau pathologique: Psychiatrie

anxiété pathologique: hyperactivité amygdalienne

Cette hypothèse est renforcée par le fait que les médicaments utilisés pour diminuer l'anxiété comme le Valium

se fixe sur le même récepteur que le GABA Ces médicaments appelés

benzodiazépines aident le GABA à diminuer l'activité nerveuse. Ces molécules

contribuent à calmer le sujet souffrant d'anxiété généralisée

