



# UEL LE CERVEAU APPRENANT

Cécile BARBACHOUX

[Cecile.barbachoux@unice.fr](mailto:Cecile.barbachoux@unice.fr)

**Les diapositives sont disponibles sur le site**

**<http://cst.unice.fr>**

# Les chapitres du cours

- Ch. 1: Le cerveau – les sciences cognitives
- Ch. 2: Atlas du cerveau: les grandes aires fonctionnelles du cerveau
- Ch. 3: La perception
- Ch. 4: Bases neurales de la lecture
- Ch. 5: Bases neurales des mathématiques
- **Ch. 6: Les émotions**
- Ch. 7: La mémoire
- Ch. 8: La fabrication du cerveau

# Base neurale des émotions et de la motivation

# Emotion

- vient du mot français *émouvoir*.
- basé sur le latin *emovere*, dont *e-* (variante de *ex-*) signifie "hors de" et *movere* signifie "mouvement".
- Le terme lié "motivation" est également dérivé du mot *movere*.

# Emotion

- *René Descartes., Les Passions de l'âme, six émotions primaires : l'admiration - ce qui équivaut à notre époque à la sidération, la stupéfaction, l'étonnement, la surprise , amour, la haine, le désir, la joie, la tristesse et toutes les autres en sont composées de quelques de ces six ou bien en sont des espèces.*
- Une émotion est une réaction psychologique et physique à une situation. Elle a d'abord une manifestation interne et génère une réaction extérieure. Elle est provoquée par la confrontation à une situation et à l'interprétation de la réalité.
- une émotion n'est pas une sensation, la sensation est directement associée à la perception sensorielle.

# Emotion - sentiment

- émotion et sentiment, celui-ci réside dans le fait que le sentiment ne présente pas une manifestation réactionnelle. Néanmoins, une accumulation de sentiments peut générer des états émotionnels.

# Emotion

- L'émotion peut se définir comme une séquence de changements intervenant dans 5 systèmes organiques:
  - cognitif (activité du système nerveux central),
  - psychophysiologique (réponses périphériques),
  - motivationnel (tendance à répondre à l'événement)
  - moteur (mouvement, expression faciale, vocalisation)
  - sentiment subjectif,de manière interdépendante et synchronisée en réponse à l'évaluation de la pertinence d'un stimulus externe ou interne par rapport à un intérêt central pour l'organisme.

# Emotion – approche évolutionniste

- [Charles Darwin](#) *The expression of the Emotions in Man and Animals* en 1872:
    - vient faculté d'adaptation et de survie de l'organisme vivant
    - sont innées, universelles et communicatives
  - Les émotions seraient un héritage de nos ancêtres.
  - quelle nécessité?
  - Contraintes extérieures nécessitant réponse adaptative rapide: chasseur-cueilleur
- Action volontaire répétée → inné (th. de Darwin)
- Identification des expressions faciales et vocales → utilité dans la communication

- Communication: importance identification des expressions chez autrui
- Par exemple, chez les singes, relation mâle dominant et autre mâle
- lien entre émotion et système nerveux mais peu étendu dans la th de Darwin.

# Différentes théories psychologiques

- évolutionniste
- Comportementaliste: « motivateur »: une entité qui influence le choix d'un individu en réponse à un stimulus externe ou interne.
- Socioculturel: réponse donnée à une interaction avec nous-mêmes et/ou avec les autres. Une émotion existe à la fois dans la dimension personnelle et sociale de l'individu.
- en neurobiologie : les émotions sont un mélange de plusieurs facteurs biochimiques, socioculturels et neurologiques . Elles seraient à la base de nos réactions physiologiques et comportementales.

# En résumé: les émotions

- Plusieurs définitions, polysémique
- Idiosyncrasique: particulière et propre à chaque individu
- les énoncés ne se rapportent souvent qu'à un aspect de l'émotion: utilisé de manière différente selon qu'il est envisagé en référence à l'aspect stimulus, à l'expérience subjective, à une phase d'un processus, à une variable intermédiaire ou à une réponse.
- Le langage par lequel on l'exprime.
- intéressant de ne pas avoir de définition trop stricte de « l'émotion »

- toutefois possibilité de proposer **une relative sériation** de la nature de l'observable 'émotion'
  - observation objective
    - motrice : motricité faciale, éléments de postures , réaction globale de l'organisme
    - physiologiques : fréquences cardiaques, réponses électro-dermiques, fréquence respiratoire ...
  - observation des éléments subjectifs cognitifs : expérience subjective rapportée par le sujet
- **Innée, communicative**
- **Universalité des émotions**

Par exemple: la peur :

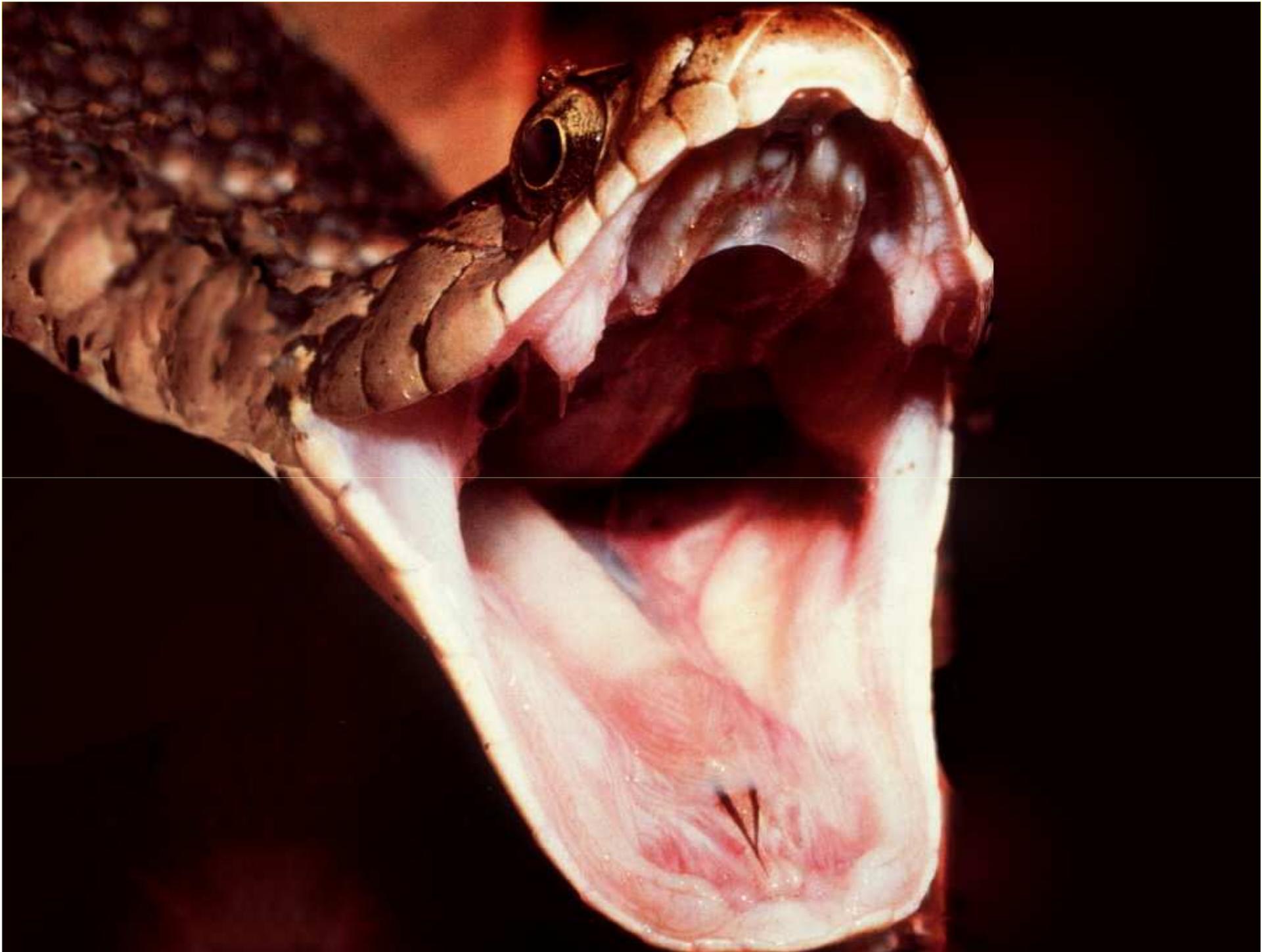
  - provoqué par des situations ou stimulations potentiellement menaçants chez l'homme sain
  - réponse
    - augmentation de la fréquence cardiaque, sudation et rougeur de la peau, augmentation de la fréquence respiratoire,
    - expression faciale de la peur, réaction de fuite
    - expérience subjective de la peur que vous connaissez tous

- émotion joue un rôle central dans toute analyse comportementale. Elle est en rapport étroit et permanent avec nos décisions et nos actions.
- Les émotions agissent sur nos comportements quotidiens, sur nos choix et nos perceptions.
- Elles rendent la communication plus efficace et lui confèrent avec un haut niveau d'impact.
- jouent un rôle clé dans tous processus d'apprentissage en agissant sur la capacité de mémorisation de l'apprenant, sur sa rétention de l'information et sur son attention

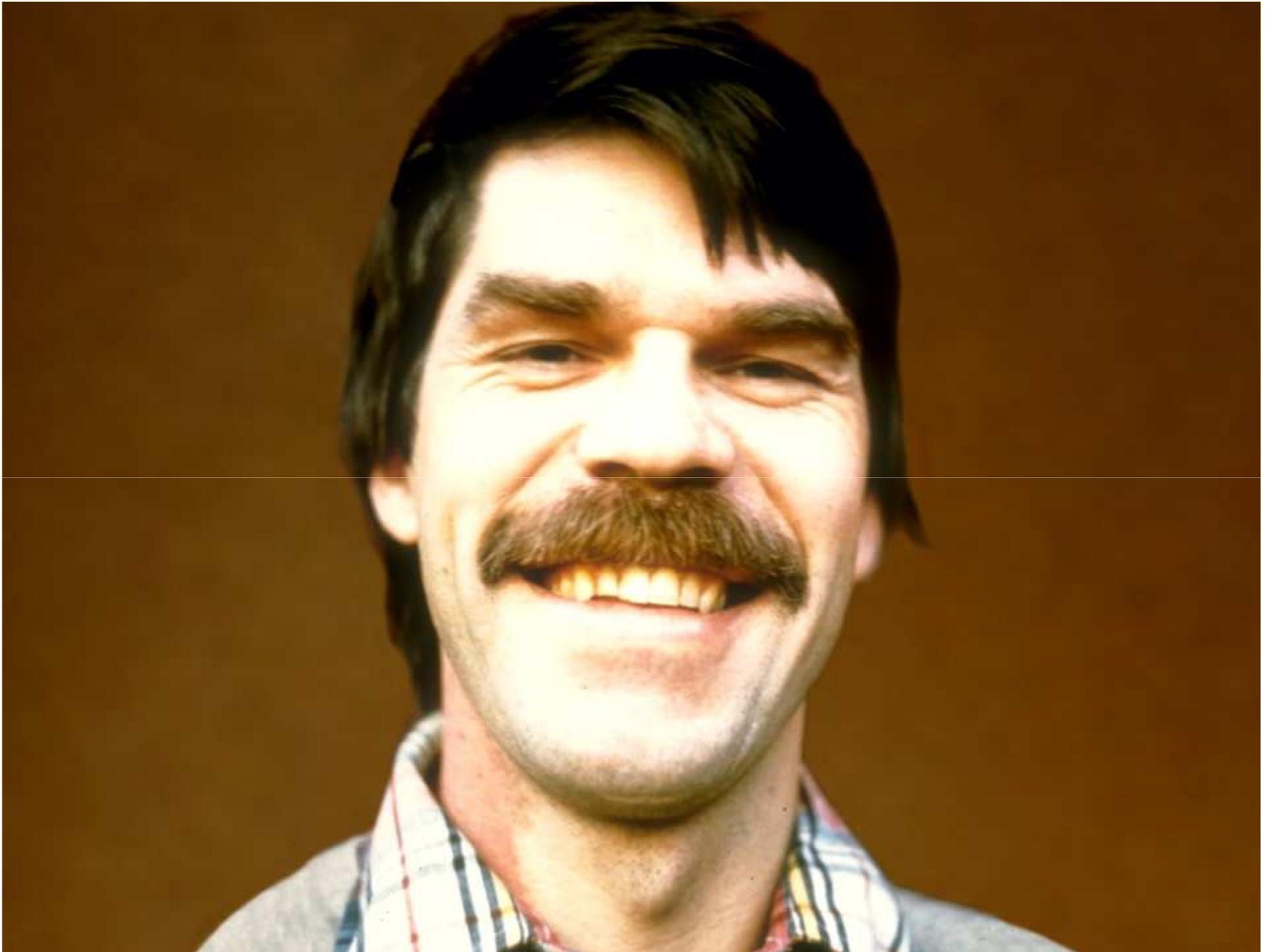
# Que serait la vie sans émotions?

- Mr Spock ?

**QUE D'EMOTIONS**





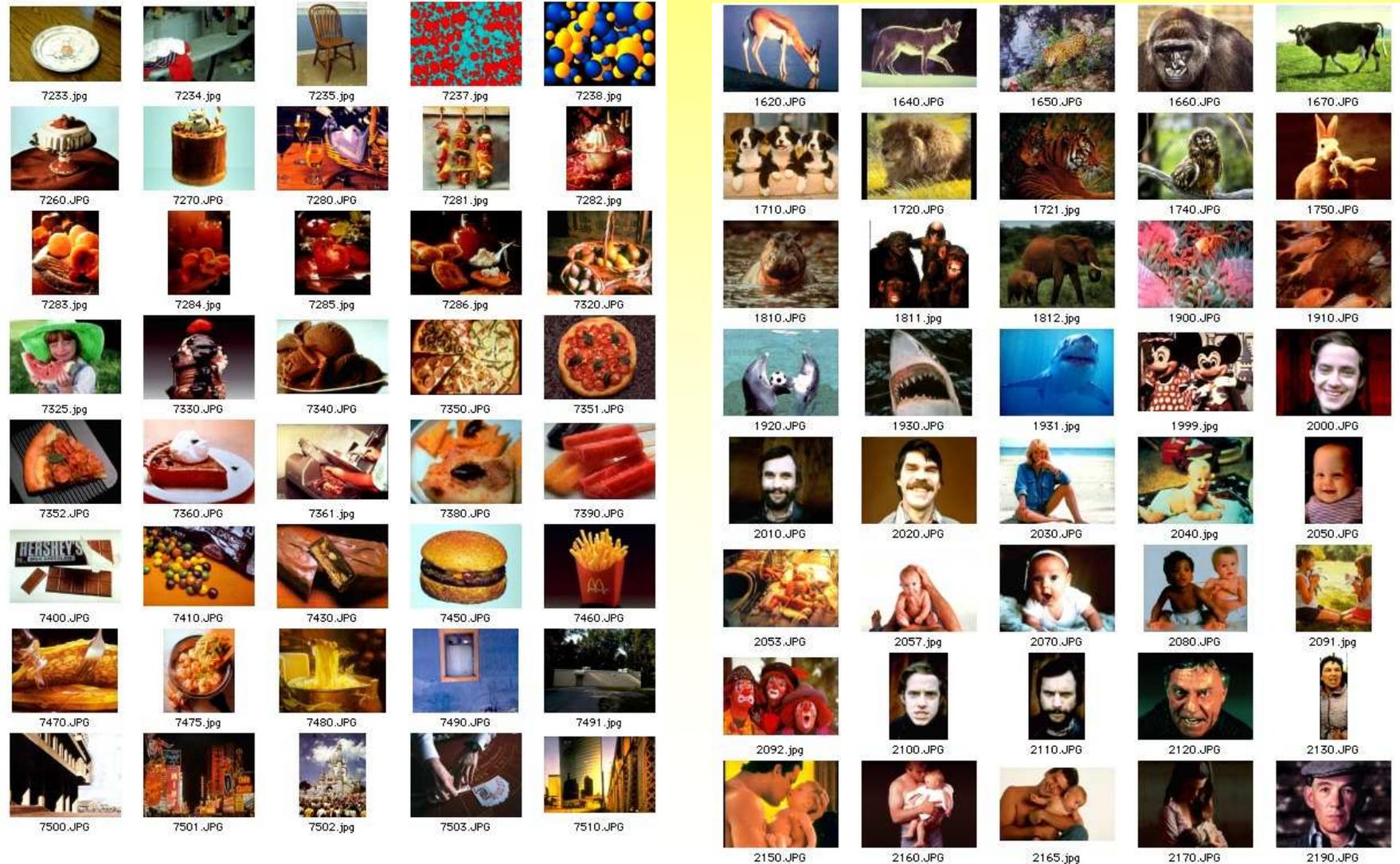




# Différentes catégories d'émotions

- émotions primaires : universelles, innées
  - peur
  - Colère
  - dégoût
  - joie (fâce : sourire)
  - tristesse (fâce triste, larmes....)
  - Surprise
- émotions secondaires :
  - combinaison d'émotion : sourire ironique

# Catalogue de Lang



# Pattern continu d'émotions: Théorie de l'évaluation cognitive

- Ou *théories de l'appraisal* (th. De Scherer)
- L'émotion = résultat d'une évaluation cognitive que l'individu fait au sujet de l'événement, qu'il soit externe ou interne, ou de la situation, qui initie l'émotion.
- Suppose des mécanismes de genèse communs à toutes les émotions.
- Fondée sur l'évaluation cognitive : processus cognitif, rapide, automatique, inconscient, dont la fonction est d'évaluer les stimuli perçus
- ensemble de critères permettant d'évaluer l'évènement est appelé « stimulus evaluation checks (SEC's) ».

- Les SEC's sont organisés autour de quatre objectifs principaux
  - Est-ce que cet évènement est pertinent pour moi ? (pertinence)
  - Quelles sont les implications ou les conséquences de cet évènement et à quel point vont-elles affecter mon bien-être ou mes buts à court et long terme ? (implications)
  - A quel point suis-je capable de faire face à ces conséquences ? (potentiel de coping)
  - Quelle significativité a cet évènement par rapport à mes convictions personnelles ainsi que face aux normes et valeurs sociales ? (significativité normative)
- L'évaluation de ces checks se fait toujours de manière subjective et qu'elle dépend donc des perceptions et des inférences que peut faire un individu d'une situation.
- l'évaluation n'a pas lieu qu'une seule fois, elle se répète dans un processus nommé réévaluation (« reappraisal ») qui permet de se réadapter progressivement à l'évènement.

- Elle aboutit à une réaction avec une certaine intensité
- pas un nombre restreint d'émotions (colère, joie, peur, tristesse, dégoût...). Pattern d'émotions continu, mais certains patterns sont plus fréquents
- Par exemple, des réactions comme le combat ou la fuite sont universelles et il n'est pas étonnant de constater que les émotions qui leurs sont associées, la colère et la peur, se retrouvent chez toutes les espèces.
- l'avantage que possède les SEC's est de pouvoir fournir un grand nombre de différents états émotionnels d'intensité différentes ce qui semble mieux correspondre aux ressentis des individus

## EMOTIONS: DEUX PARTIES

### Expériences émotionnelles

Faits cognitifs

Difficile à étudier

Cortex cérébral

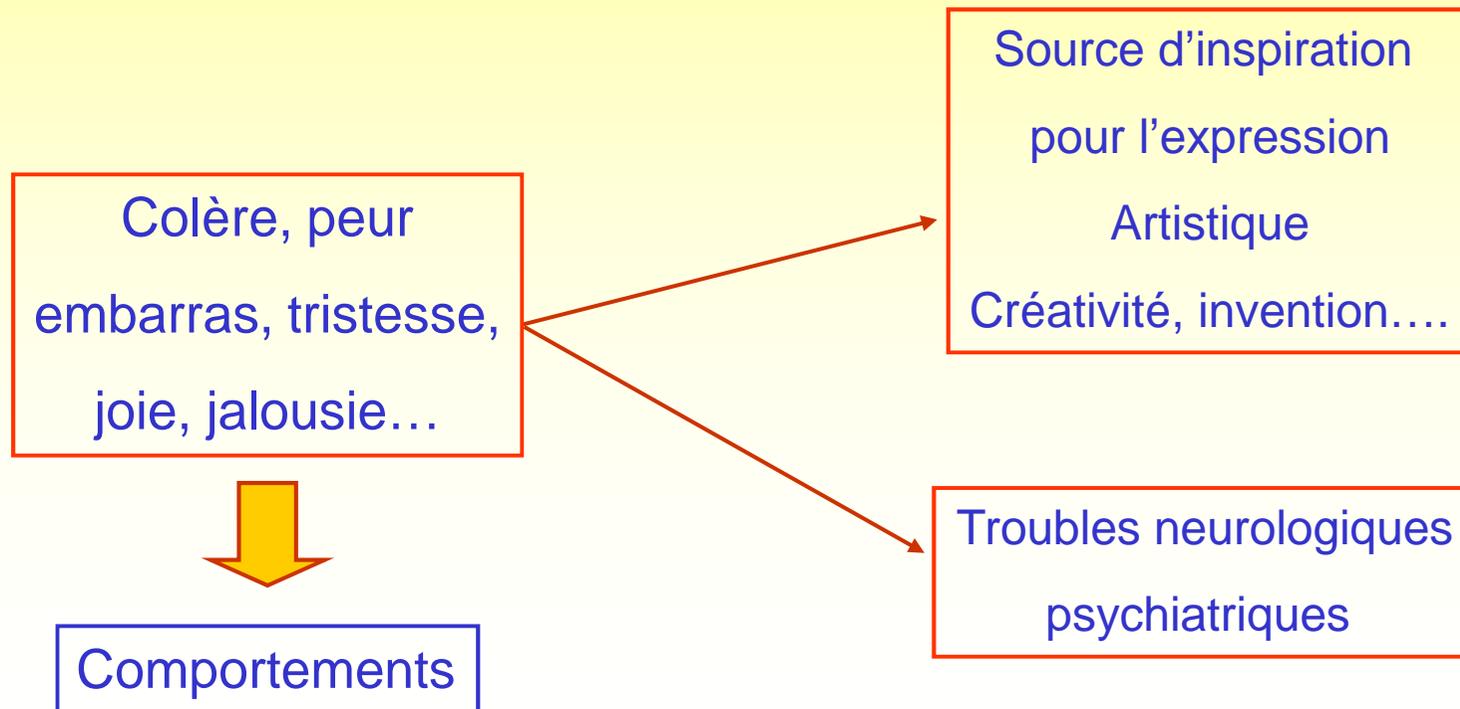
### Expressions émotionnelles

Le cas le plus simple:  
stimulus-réponse

Hypothalamus, amygdale

Comment des stimulus sensoriels provoquent des réponses physiologiques et comportementales, illustrant spécifiquement l'expression émotionnelle?

Nos comportements sont influencés par des émotions (nos sentiments subjectifs) ou émotions à propos des situations, des personnes, des choses et des événements.



**EXPRESSION  
PHYSIOLOGIQUE DES  
ÉMOTIONS**

## Les modifications physiologiques concomitantes des émotions

L'excitation émotionnelle est associée à des changements de l'activité du Système nerveux autonome

- augmentation ou diminution de la sudation
- rougeur ou pâleur (vasodilatation ou vasoconstriction)
- changements de la fréquence cardiaque
- changements de la motilité gastrique ou intestinale
- pilo-érection ou horripilation



Stimulus émotionnel

Expressions émotionnelles

Expériences émotionnelles

Hypothalamus

↓  
Système nerveux autonome

Transpiration

Assèchement de la bouche

Accélération du rythme cardiaque

Respiration accélérée

Rougeur...

Amygdale

Sentiments subjectifs forts

Colère

Peur

Anxiété

Cortex

Pensées

Des projets liés  
À notre expérience

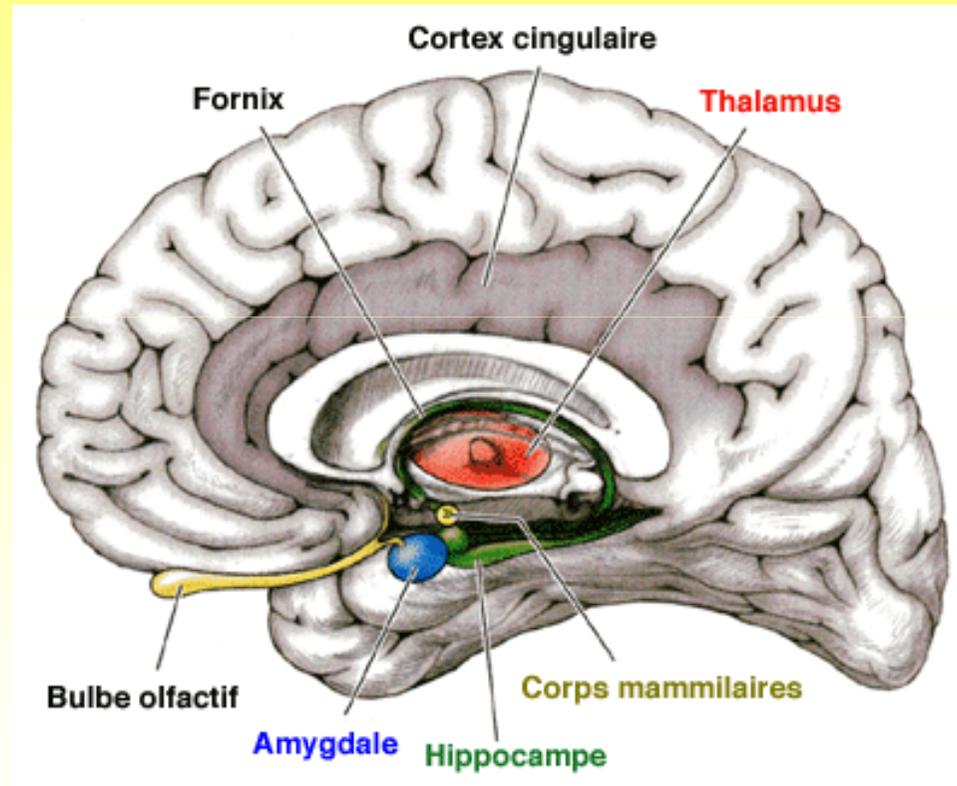
Conversations

Souvenirs

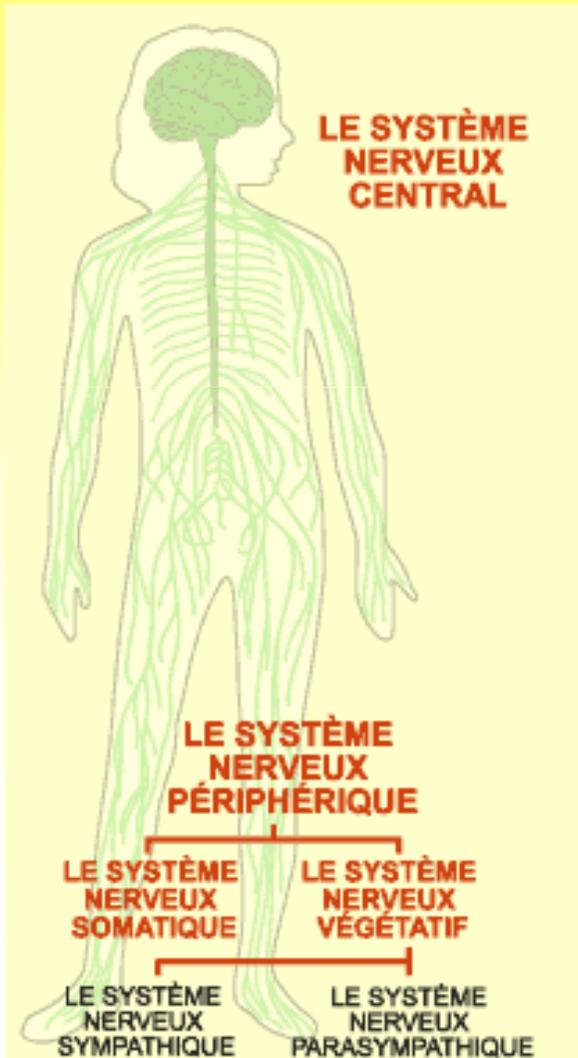
*Systeme limbique*

*+ SNA + cortex*

# Systeme limbique



# Systeme nerveux peripherique



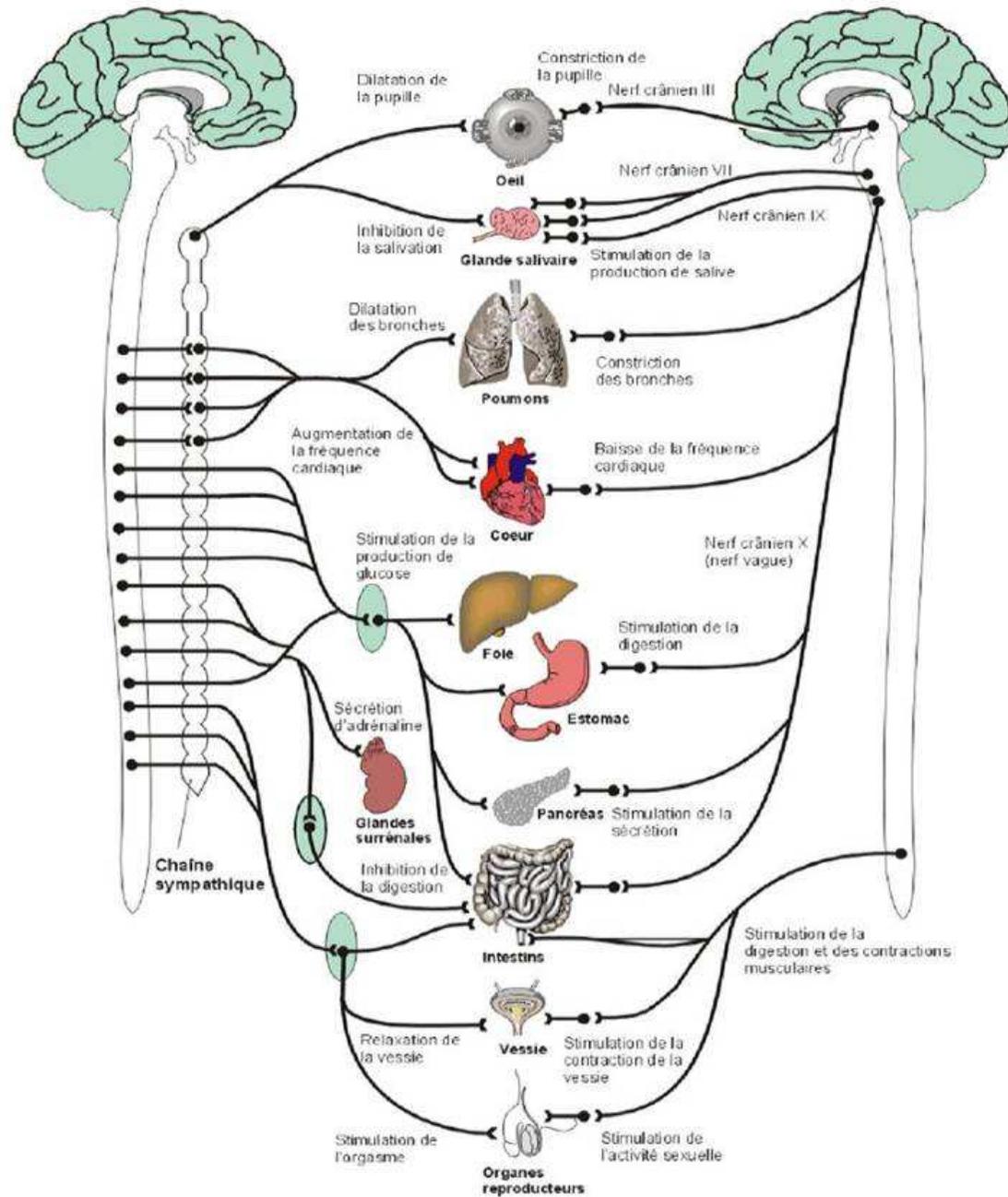
- Systeme nerveux somatique
- Le systeme nerveux végétatif, ou autonome (l'hypothalamus):
  - LE SYSTÈME NERVEUX SYMPATHIQUE
  - LE SYSTÈME NERVEUX PARASYMPATHIQUE

# Systeme nerveux autonome

- **LE SYSTEME NERVEUX SYMPATHIQUE:** Son activation prépare l'organisme à l'activité physique ou intellectuelle. Exemple: réponse fuite ou lutte: dilatation des bronches, accélération de l'activité cardiaque et respiratoire, dilatation des pupilles, augmente la sécrétion de la sueur et de la tension artérielle, diminution de l'activité digestive. Il est associé à l'activité de deux neurotransmetteurs : la [noradrénaline](#) et l'adrénaline.
- **LE SYSTEME NERVEUX PARASYMPATHIQUE:** Son activation amène un ralentissement général des fonctions de l'organisme afin de conserver l'énergie. Ce qui était augmenté, dilaté ou accéléré par le système sympathique est ici diminué, contracté et ralenti. Il n'y a que la fonction digestive et l'appétit sexuel qui sont favorisés par le système parasympathique. Ce dernier est associé à un neurotransmetteur : [l'acétylcholine](#).

## Système sympathique

## Système parasympathique



## Les modifications physiologiques concomitantes des émotions

Lors de l'expression des émotions, Il y a des changements dans les activités des composantes sympathique, parasympathique et entérique du SNA (Muscle Cardiaque, Muscle Lisse et glandes).

Le SNA prépare l'organisme à utiliser la totalité de ses ressources dans des situations de stress, de danger, de défi...

W Cannon notait que l'opposition entre les émotions et les divers états physiologiques:

« Le désir de nourriture ou de boisson et les plaisirs qui sont associés à ces comportements, s'annulent devant la colère ou une crise d'anxiété »



# THÉORIES DE L'ÉMOTION

## Théorie de James-Lange (2 psychologues du XIX<sup>e</sup>)

Leur théorie énonçait que l'émotion traduit une réponse aux modifications physiologiques (tremblements, rythme cardiaque accéléré...).

Ces changements apparaissent en premier et le cerveau les interprète en tant qu'émotions d'un certains type.

« On est joyeux parce qu'on rit »



La théorie de James-Lange suppose donc une réponse cognitive à une information fournie par le SNA. La réponse va varier en fonction du contexte.

### Importance de l'information sensorielle

Des réponses physiologiques similaires accompagnent des émotions différentes. Il y aurait des profils distincts d'activation du SNA en fonction des situations et des émotions concomitantes.

Ainsi, le cerveau ne pourrait pas se tromper entre les modifications physiologiques de la peur, du bonheur et de la colère.



## Théorie de James-Lange (2 psychologues du XIX<sup>e</sup>)

Selon cette théorie, lorsque les modifications physiologiques disparaissent, les émotions disparaissent.

Exemple: état colérique et manifestations physiologiques (battements de cœur, muscles contractés, mâchoires serrées...). Techniques de relaxation basées sur ces manifestations.

Autre exemple : état amoureux et ses manifestations

### Expressions faciales et manifestations du SNA:

L'expression volontaire des traits particuliers à certaines émotions s'accompagne de profils spécifiques d'activation du SNA.

On donne à des sujets la consigne de contracter des tel ou tel muscle de la face, leur faisant reproduire des expressions reconnaissables de colère de peur, de dégoût...

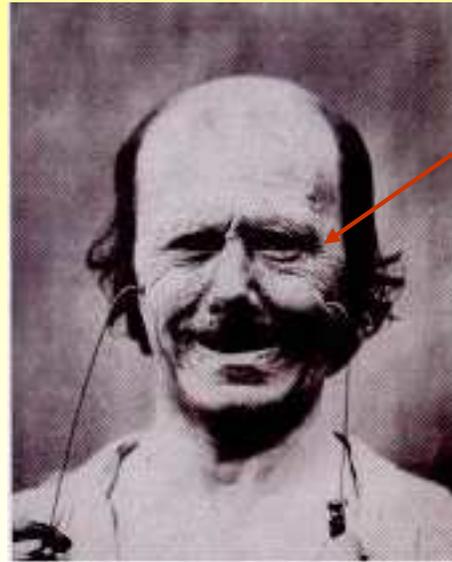
On enregistre en parallèle les paramètres tels que la fréquence cardiaque, la conductance cutanée, la température...

## Expériences de G-B Duchenne de Boulogne 1862

La stimulation  
électrique de  
certains muscles de la face  
Permet de reproduire certaines  
expressions faciales caractéristiques

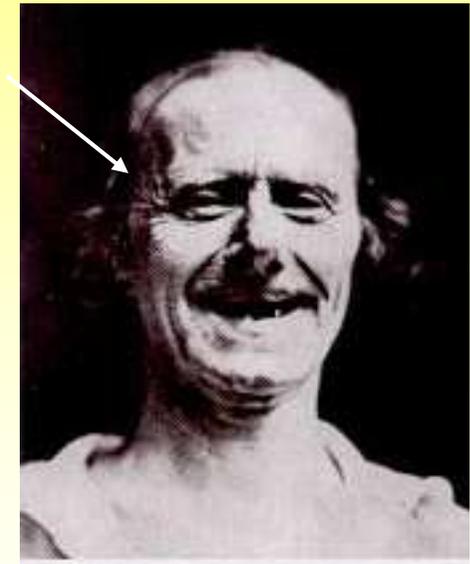


Sourire  
par stimulation  
électrique



Sourire de Duchenne

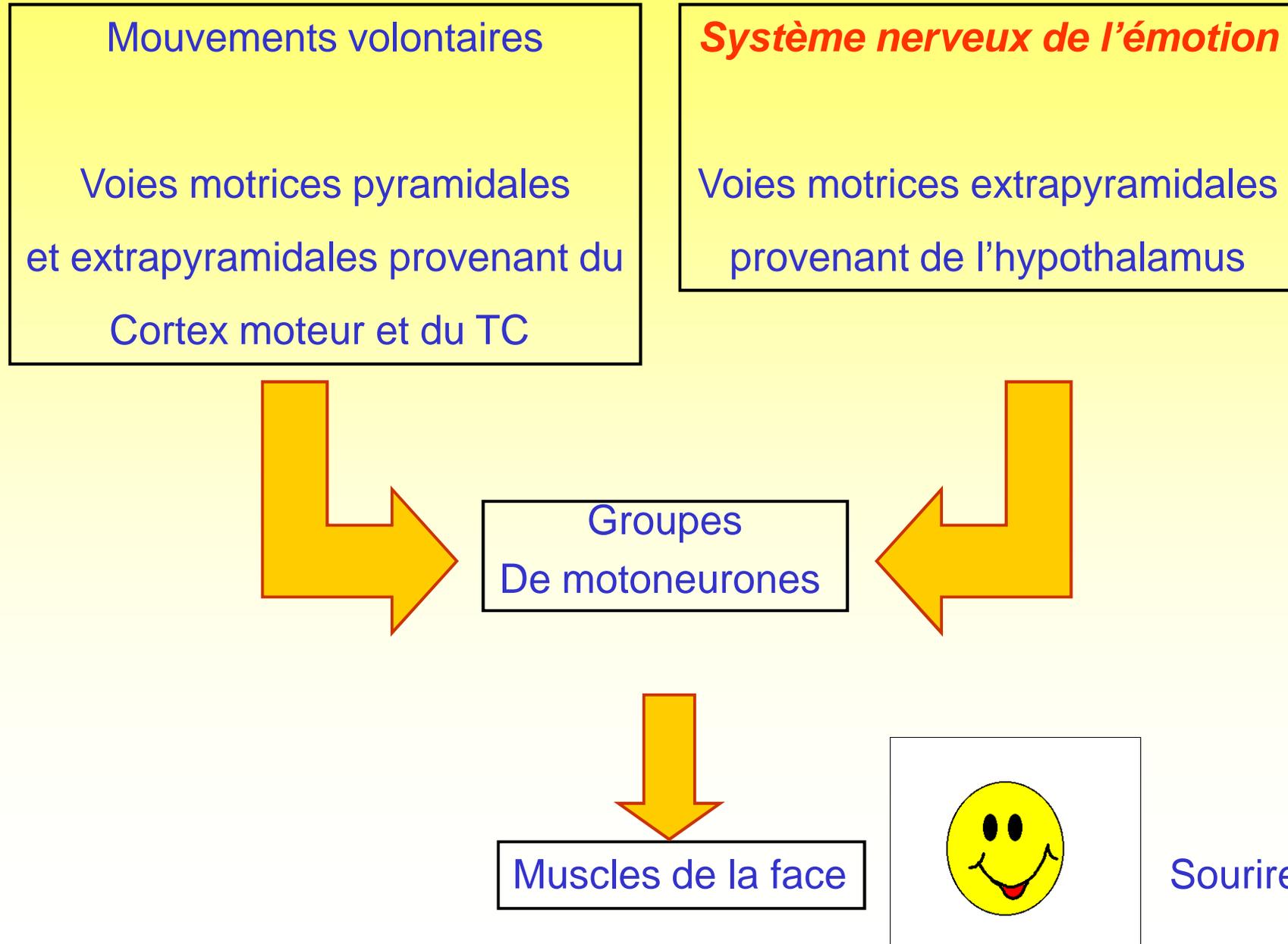
Sourire  
spontané



Sourire extrapyramidal

Notez la contraction de l'orbicularis oculi par comparaison au sourire spontané

Ceci montre la contribution du cortex moteur et des voies motrices



## Composantes du système nerveux intervenant dans l'expérience émotionnelle et de l'expression émotionnelle

### Systemes nerveux de l'émotion

Systeme  
somatomoteur

*volontaire*

*involontaire*

Systeme  
Végétatif

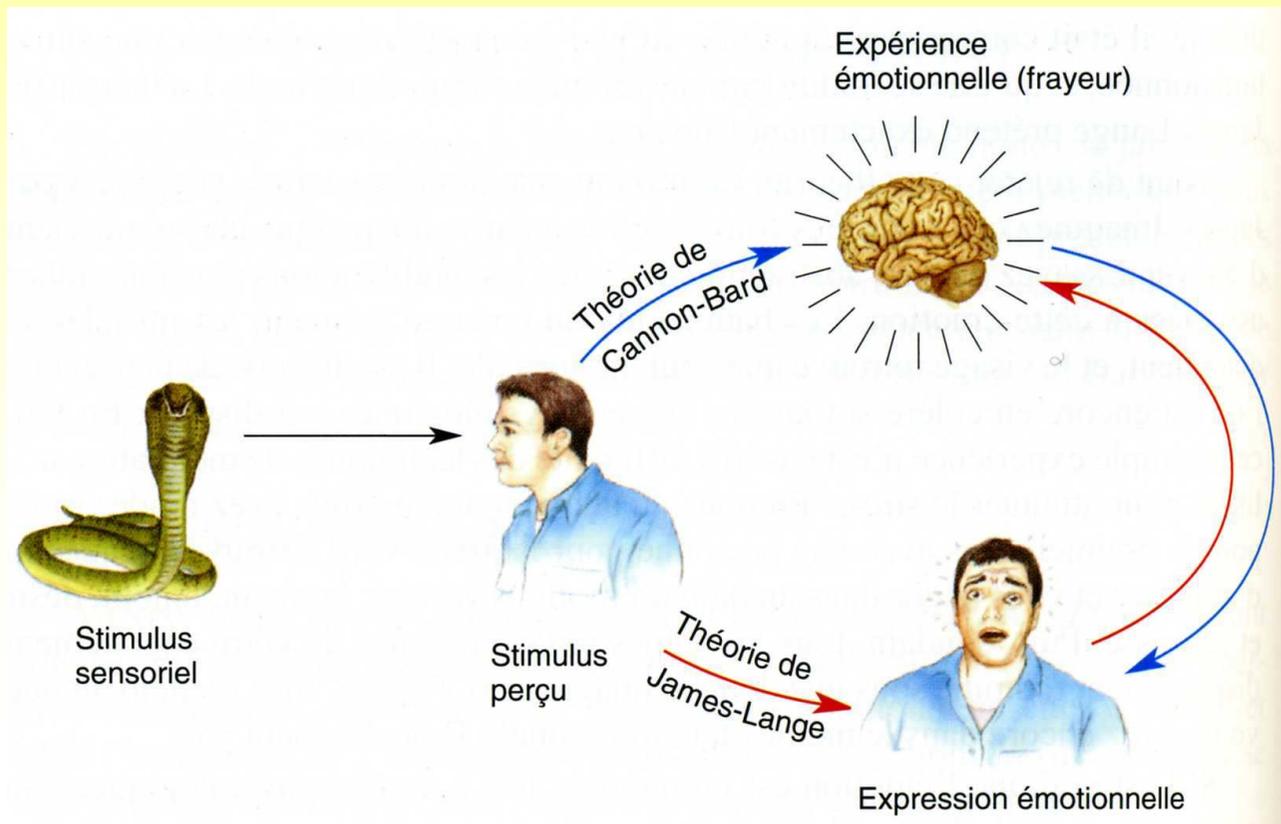
*involontaire*

## Théorie de Cannon-Bard (XX<sup>e</sup>)

Cette nouvelle théorie mettait en avant une certaine indépendance entre expérience émotionnelle et expression émotionnelle.

On peut ressentir des émotions sans percevoir de modifications physiologiques faisant intervenir le SNA (frissons, rougeur, palpitations...).

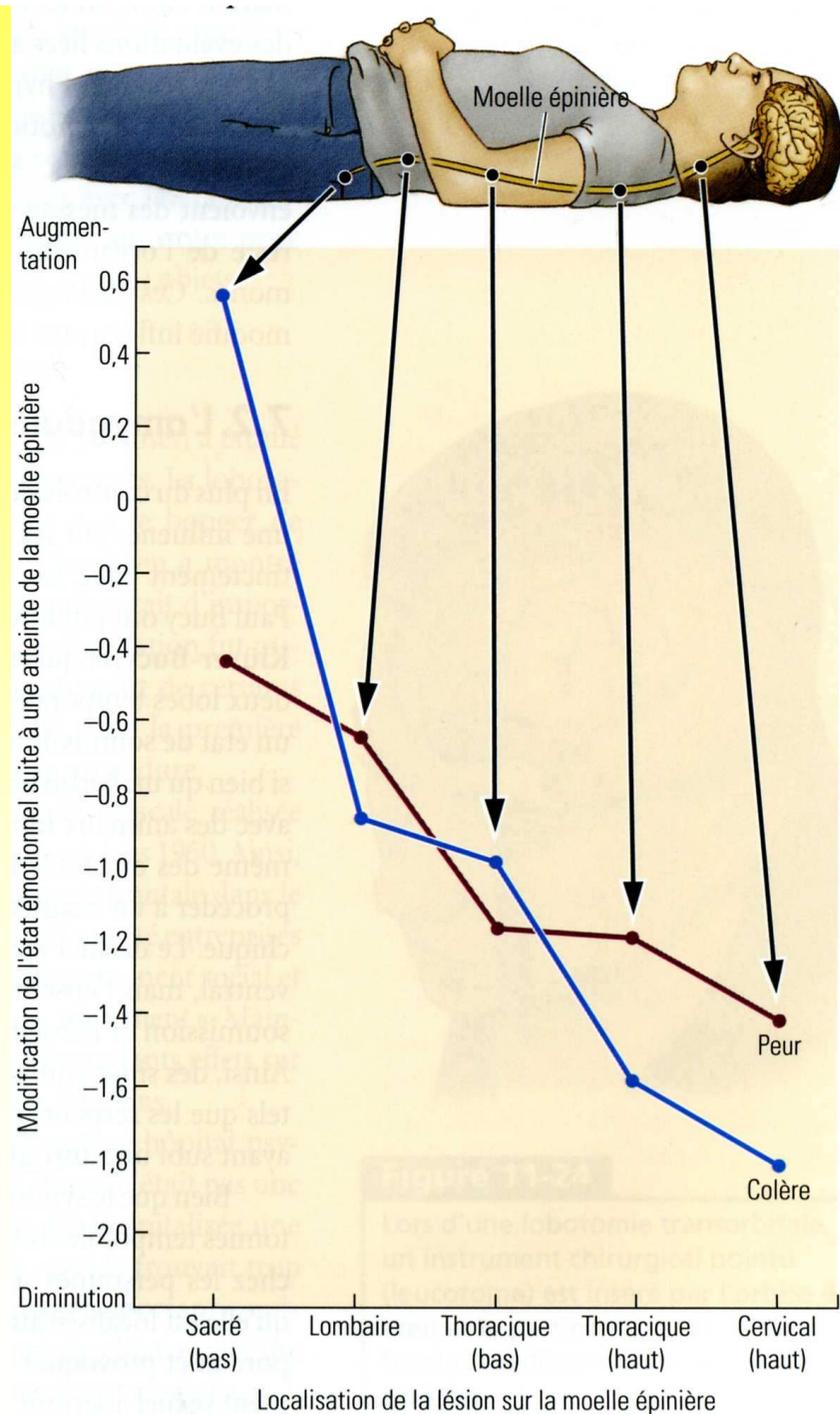
Cas de lésions accidentelles de la moelle épinière: il n'y a pas de suppression des sentiments. Ceci réfute la théorie de James-Lange.



Une lésion médullaire réduit le ressenti émotionnel

Plus la lésion est haute plus la perte émotionnelle est grande

→ Implication de circuits neuronaux passant par le thalamus (structure relais par où transitent les informations sensorielles vers le cortex )



## Théorie de Damasio 1999

### **Hypothèse du marqueur somatique**

Il existe des signaux de marquage issus des sentiments et des émotions qui agissent sur le guidage du comportement et la prise de décision, de manière inconsciente.

Observation sur des patients souffrants de lésions du **lobe frontal**:

Ces individus prennent des décisions irrationnelles. **Sans entrées émotionnelles, les décisions deviennent plutôt pauvres. (cf M Spock)**

Les émotions sont liées aux pensées, à nos décisions et à nos actions.

Certaines zones cérébrales (cerveau affectif et mémorisant) envoient des messages à de nombreuses zones du SNC et à la quasi-totalité de l'organisme en passant par le SNA et SE.

Ces messages modulent l'état de notre organisme ce qui influence notre comportement et nos décisions de façon inconsciente.

## MOUVEMENT VOLONTAIRE

Projections descendantes pyramidales et extrapyramidales en provenance du cortex moteur et du tronc cérébral

### Latéral

Contrôle fin des extrémités

### Médian

Posture, muscles proximaux

## EXPRESSION DE L'ÉMOTION

Projections descendantes extrapyramidales en provenance de parties des centres limbiques du télencéphale et de l'hypothalamus

### Médian

Ajustement du gain, réflexes rythmiques

### Latéral

Comportements émotionnels spécifiques

Formation réticulaire du tronc cérébral

Groupes de motoneurones

Motoneurones des noyaux des nerfs crâniens et de la corne ventrale

Neurones végétatifs préganglionnaires

Contraction musculaire et mouvement

Activation des muscles lisses et des glandes

Contrôle descendant de l'expression des émotions

## En résumé

Les activités somatiques et végétatives qui accompagnent les comportements émotionnels globaux mettent en jeu des neurones moteurs somatiques et végétatifs qui intègrent les influences descendant en parallèle de diverses sources du cerveau antérieur.

# **LE SYSTÈME LIMBIQUE**

## Anatomie du système limbique

Plusieurs aires cérébrales, participent à l'humeur, à la régulation de l'appétit, du sommeil, du désir sexuel et dans les processus de la mémoire.

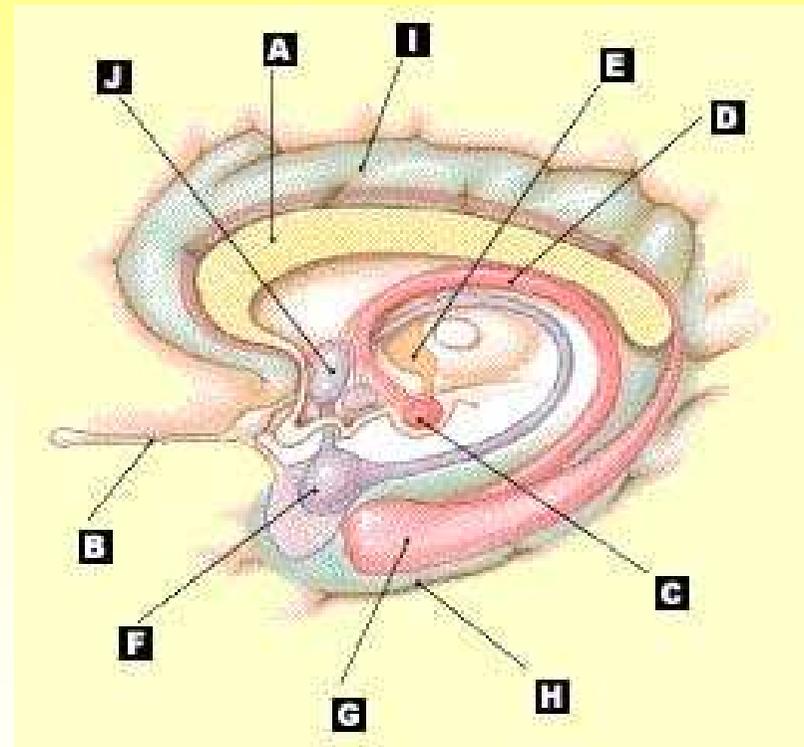
Hormis l'hypophyse, toutes ces aires font partie de ce que l'on nomme le système limbique.

**Le Système limbique constitue un** ensemble de structures situées sous le cortex cérébral qui jouent un rôle sensoriel (olfaction), mais aussi des rôles importants dans les émotions et dans la mémoire.

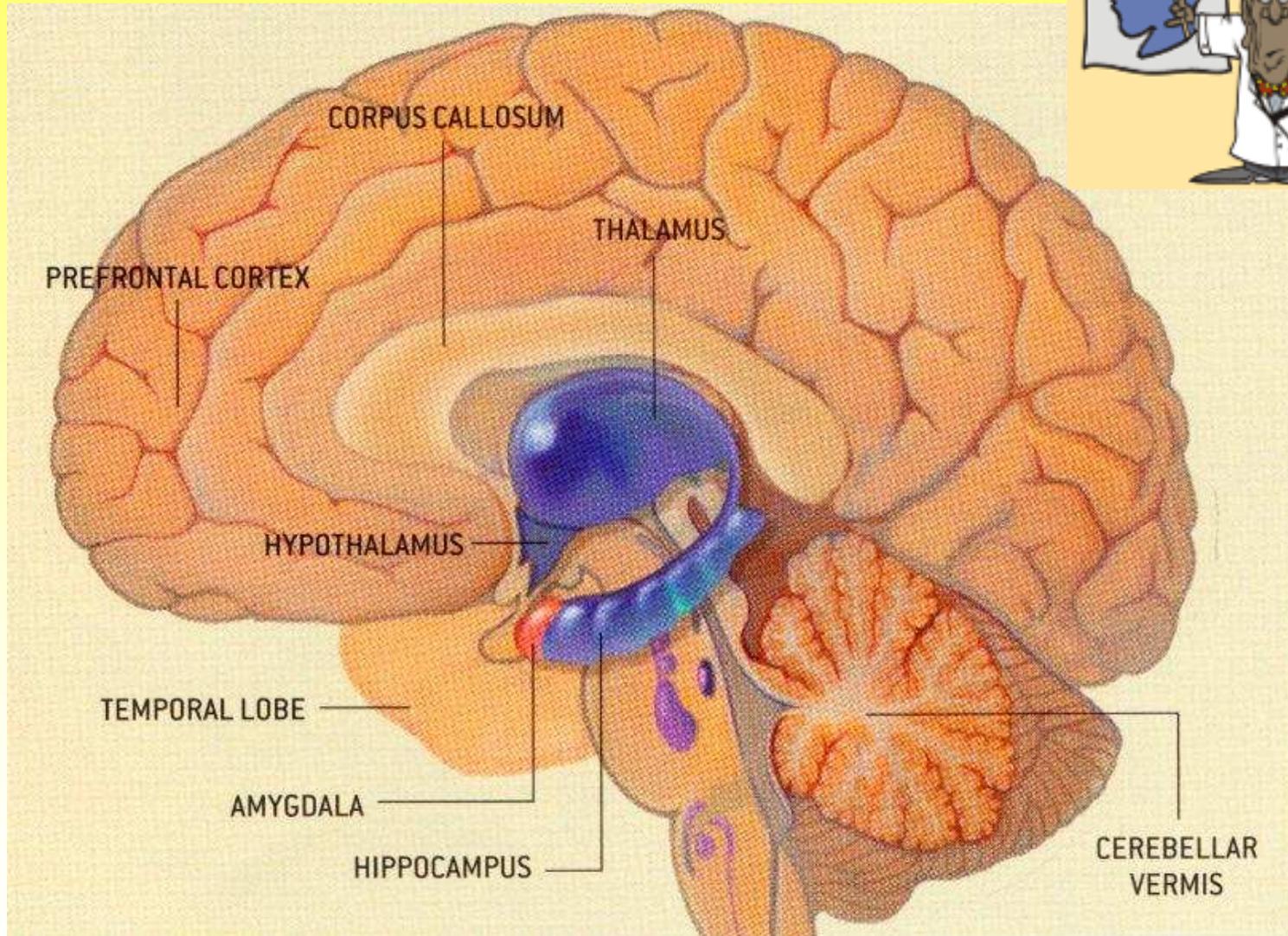
*«Cerveau affectif et mémorisant»*

# Systeme limbique

- A- Corps calleux
- B- Voie olfactive
- C- Corps mammillaires
- D- Fornix
- E- Noyaux antérieur du thalamus
- F- Amygdale
- G- Hippocampe
- H- Gyrus parahippocampique
- I- Circonvolution cingulaire
- J- Noyaux hypothalamiques



## Localisation des structures du système limbique



Coupe transversale

## Relations structure-fonction

Cortex préfrontal : planification volontaire

Hippocampe en relation avec les bulbes olfactifs : mémoire, stockage des souvenirs, LTP (« long term potentiation »)

Amygdales : contrôle des réponses émotionnelles/ émotion + mémoire

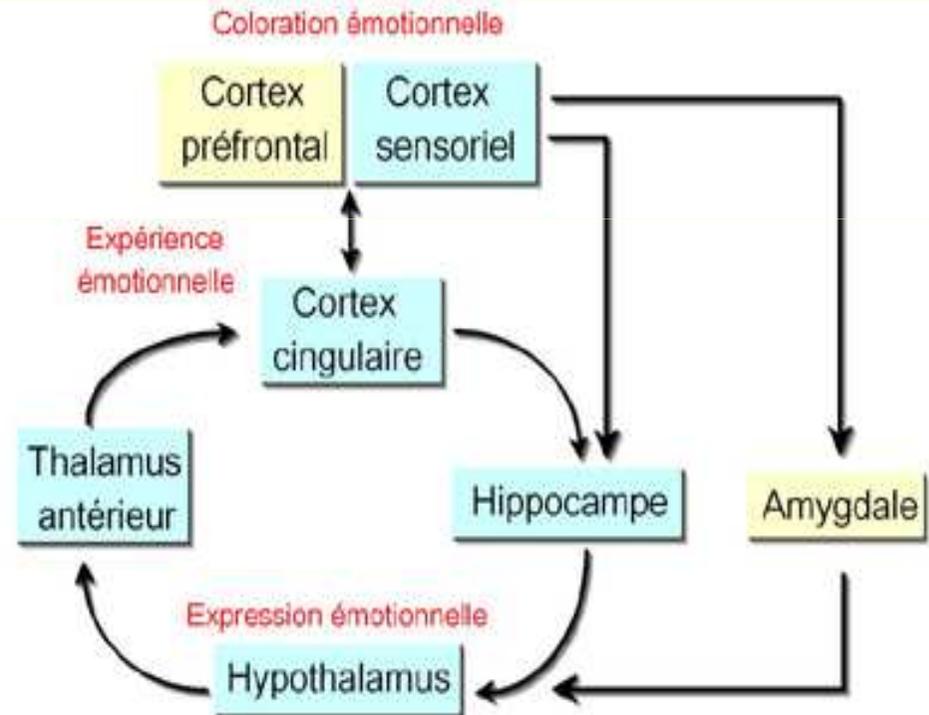
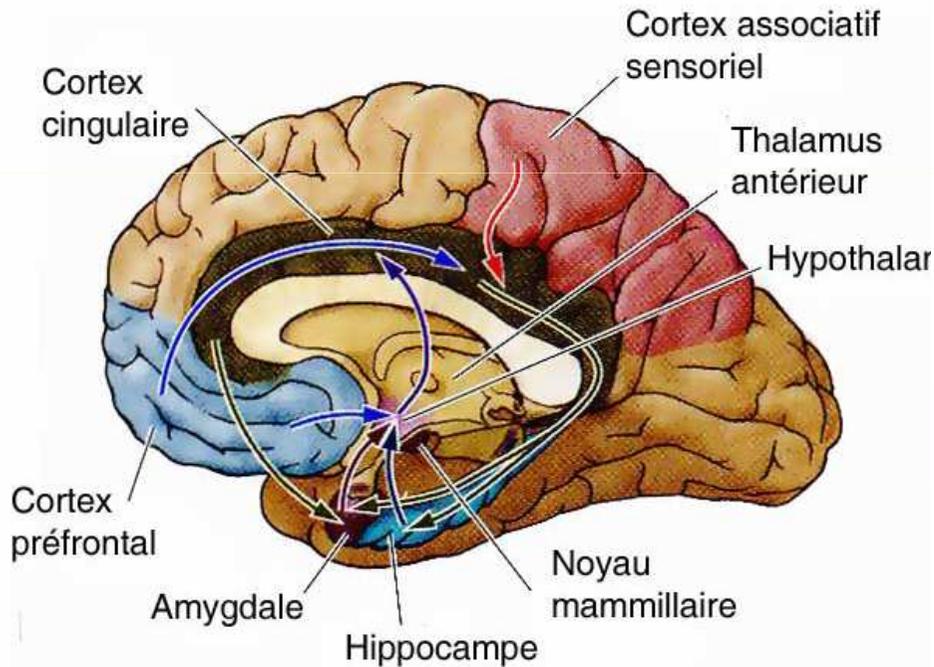
Hypothalamus : organe d'intégration, contrôle soif, faim, température, régule l'hypophyse (chef d'orchestre des glandes)...

Thalamus : structure relais par où transitent les informations sensorielles vers le cortex (sauf olfaction)

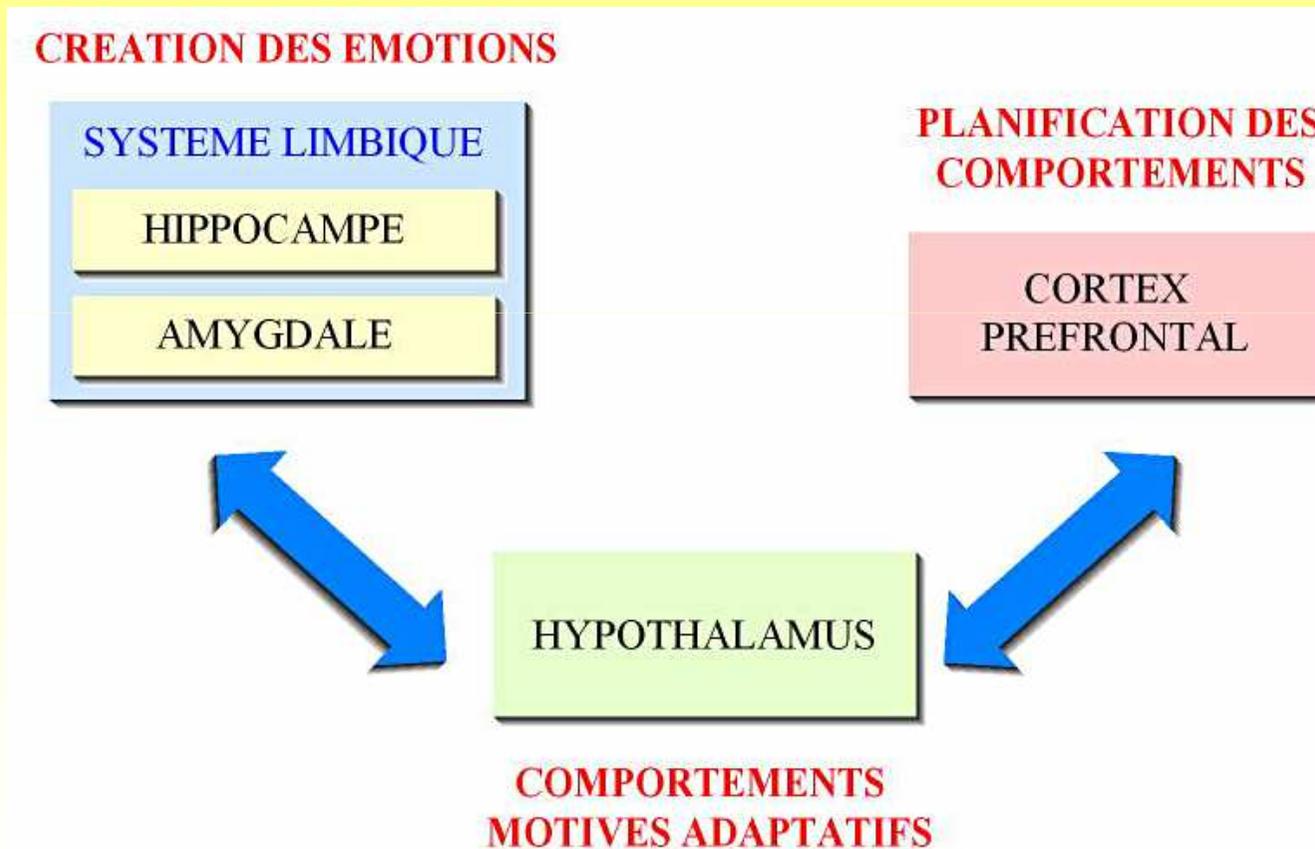
# Systeme limbique

- **Systeme limbique : groupes de structures comprenant celle du lobe limbique et du circuit de Papez,** interconnectées et impliquées dans l'émotion, l'apprentissage et la mémoire.
- **Circuit de Papez : circuit comprenant un ensemble de structures reliées au thalamus et au cortex,** proposées par Papez comme étant le système de l'émotion.
- Introduit par Paul MacLean en 1952, le concept de système limbique fut longtemps considéré comme le siège des émotions. Bien que certaines de ses structures soient effectivement impliquées dans des réponses émotionnelles, on sait aujourd'hui qu'il ne correspond précisément à aucun des multiples systèmes émotionnels de notre cerveau.

# Connexions schématiques du Système limbique



# Les trois régions cérébrales dans les comportements motivés



# **CORTEX PRÉFRONTAL**

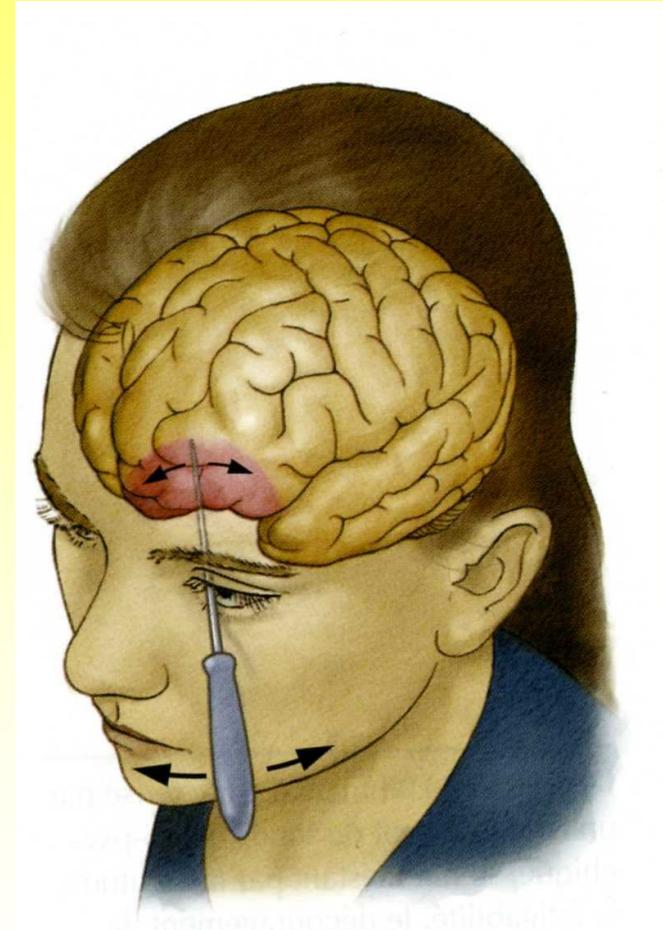
## Rôle du cortex préfrontal dans le comportement émotionnel

### Psychochirurgie et traitement des troubles du comportements

Année 1930 : travaux de John Fulton et Carlyle Jacobsen, effectués sur les chimpanzés ont montré que des lobotomies du lobe frontal étaient apaisantes.

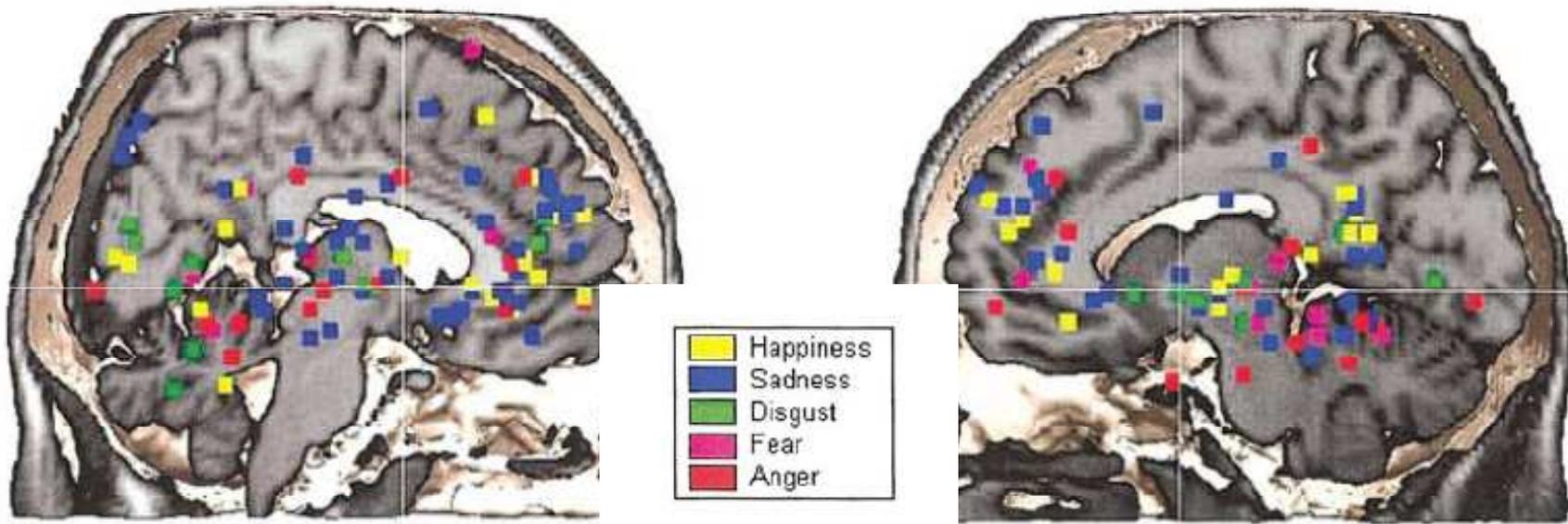
Egas Moniz (neurologue portugais) a obtenu le prix Nobel en 1949 pour ses travaux de lobotomies frontales chez l'homme

Psychochirurgie: plus de 40000 personnes aux US ont été ainsi traitées pour troubles émotionnels

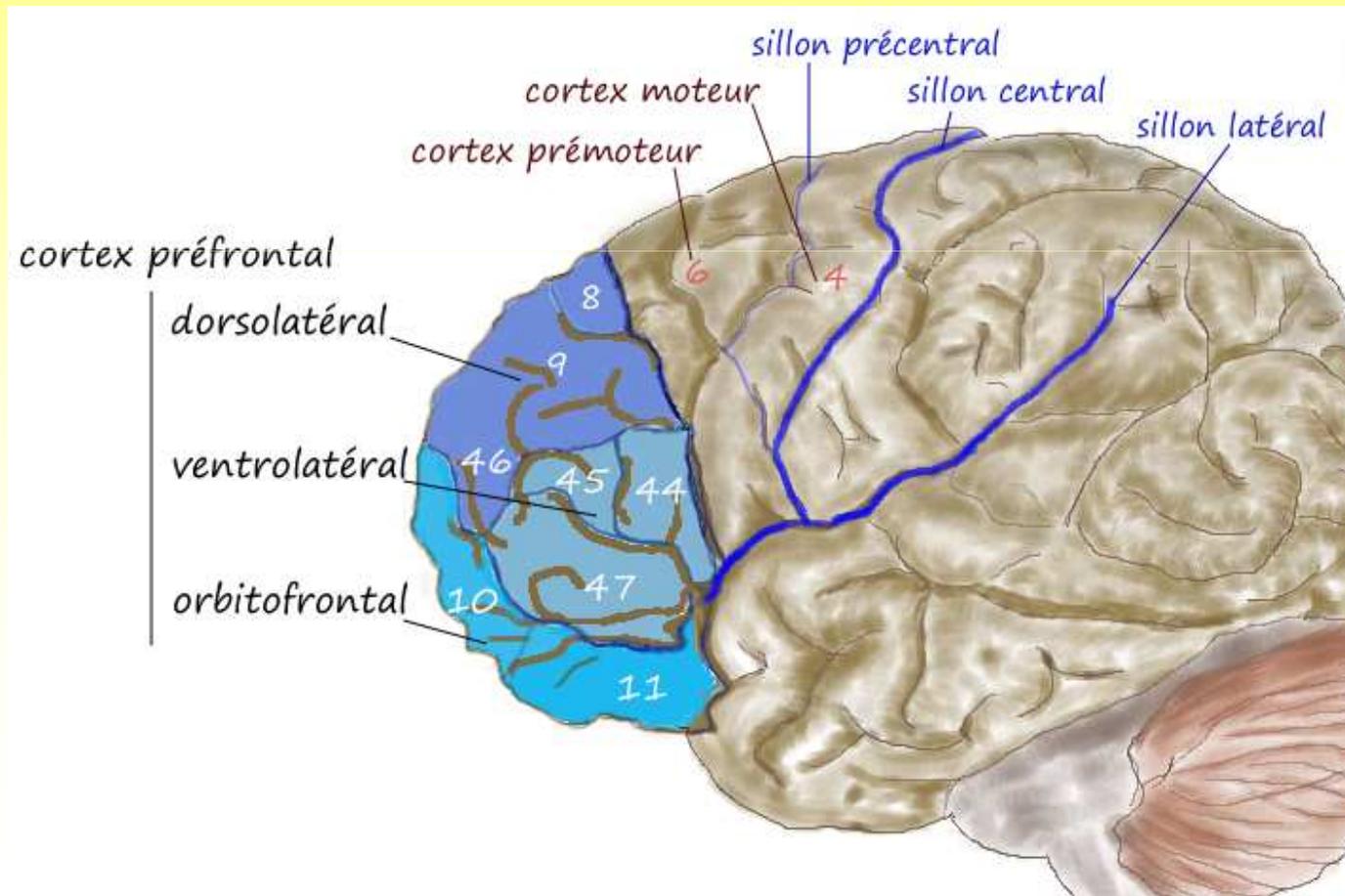


chirurgie du pic à glace  
Lobotomie transorbitale  
Praticable en cabinet

# Les zones des émotions dans le cortex préfrontal



# Aires orbitofrontale et ventromédiale



# Les aires orbitofrontale et ventromédiale

- Associées aux fonctions sociales et à la régulation des émotions
- Des patients atteints de lésions dans le cortex préfrontal ventromédial ont des difficultés à prendre des décisions.
- Les parties orbitofrontales latérale gauche et médiale sont impliquées dans les scénarios de choix et ont une activité augmentée pour des tâches complexes. Elles joueraient un rôle dans la prise de décision contenant une part de hasard
- La moitié droite du cortex préfrontal ventromédial est associée à la régulation de l'interaction entre la cognition et l'affect dans la production de réponses empathiques.

## Latéralisation ou asymétrie des fonctions émotionnelles

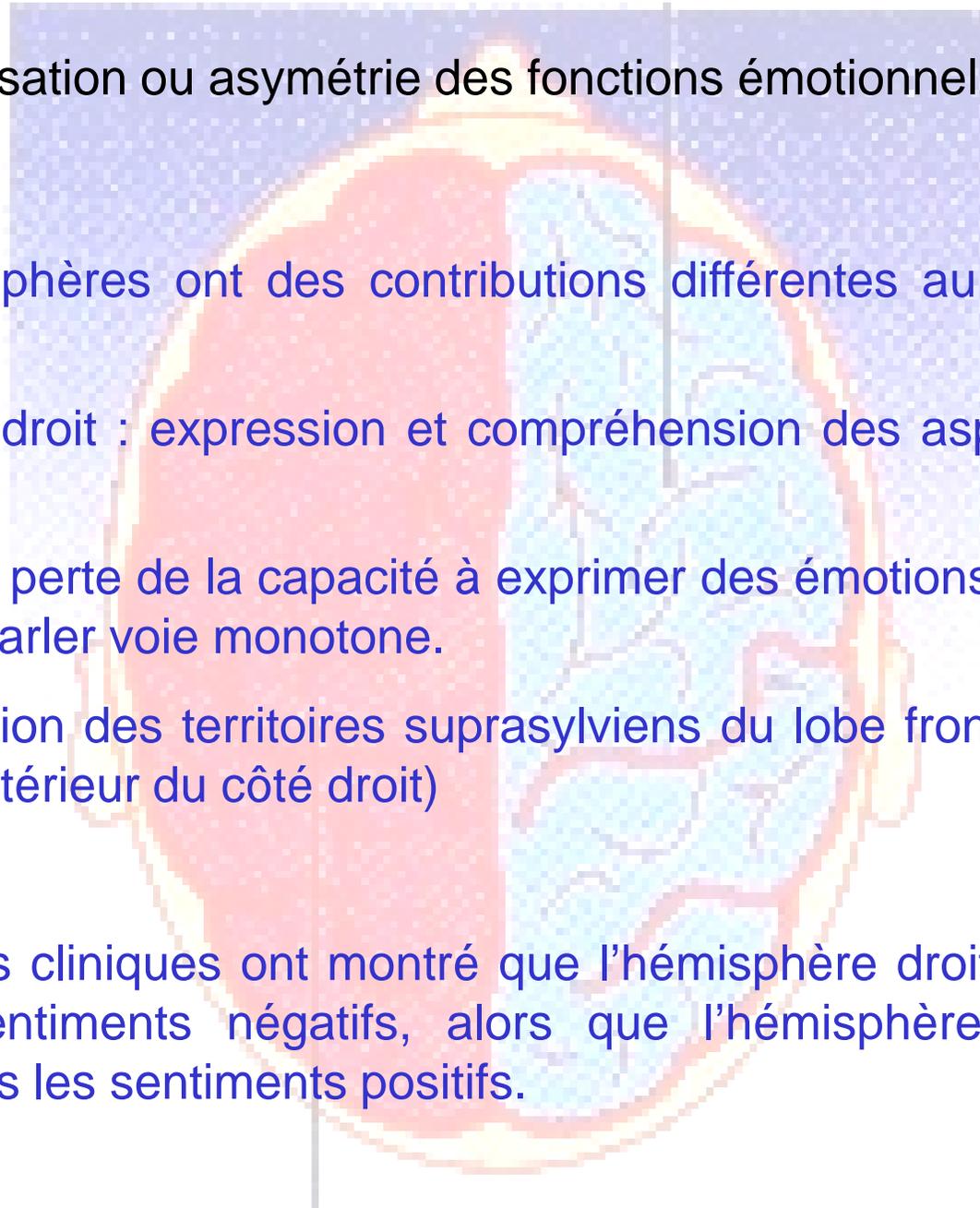
Les 2 hémisphères ont des contributions différentes au contrôle des émotions

Hémisphère droit : expression et compréhension des aspects affectifs du langage

L'aprosodie : perte de la capacité à exprimer des émotions en modulant la façon de parler voie monotone.

(Suite de lésion des territoires suprasylvians du lobe frontal postérieur et du lobe antérieur du côté droit)

Des données cliniques ont montré que l'hémisphère droit est impliqué dans les sentiments négatifs, alors que l'hémisphère gauche est impliqué dans les sentiments positifs.

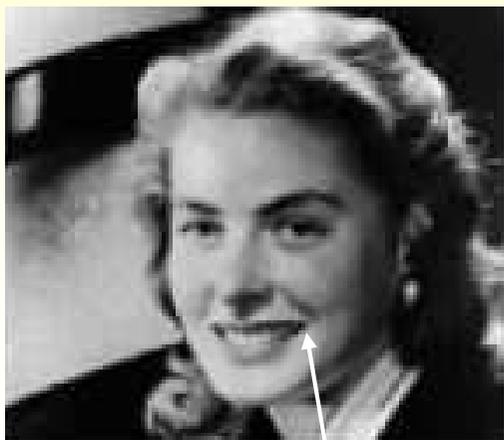


Autres exemple montrant l'asymétrie:

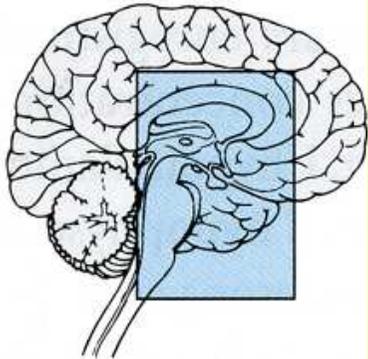
Supériorité de l'hémisphère droit dans la détection des nuances émotionnelles de la parole

Hémichamp visuel gauche et analyse d'expressions faciales

Expressions faciales plus complètes exprimées par la musculature faciale gauche chez les droitiers

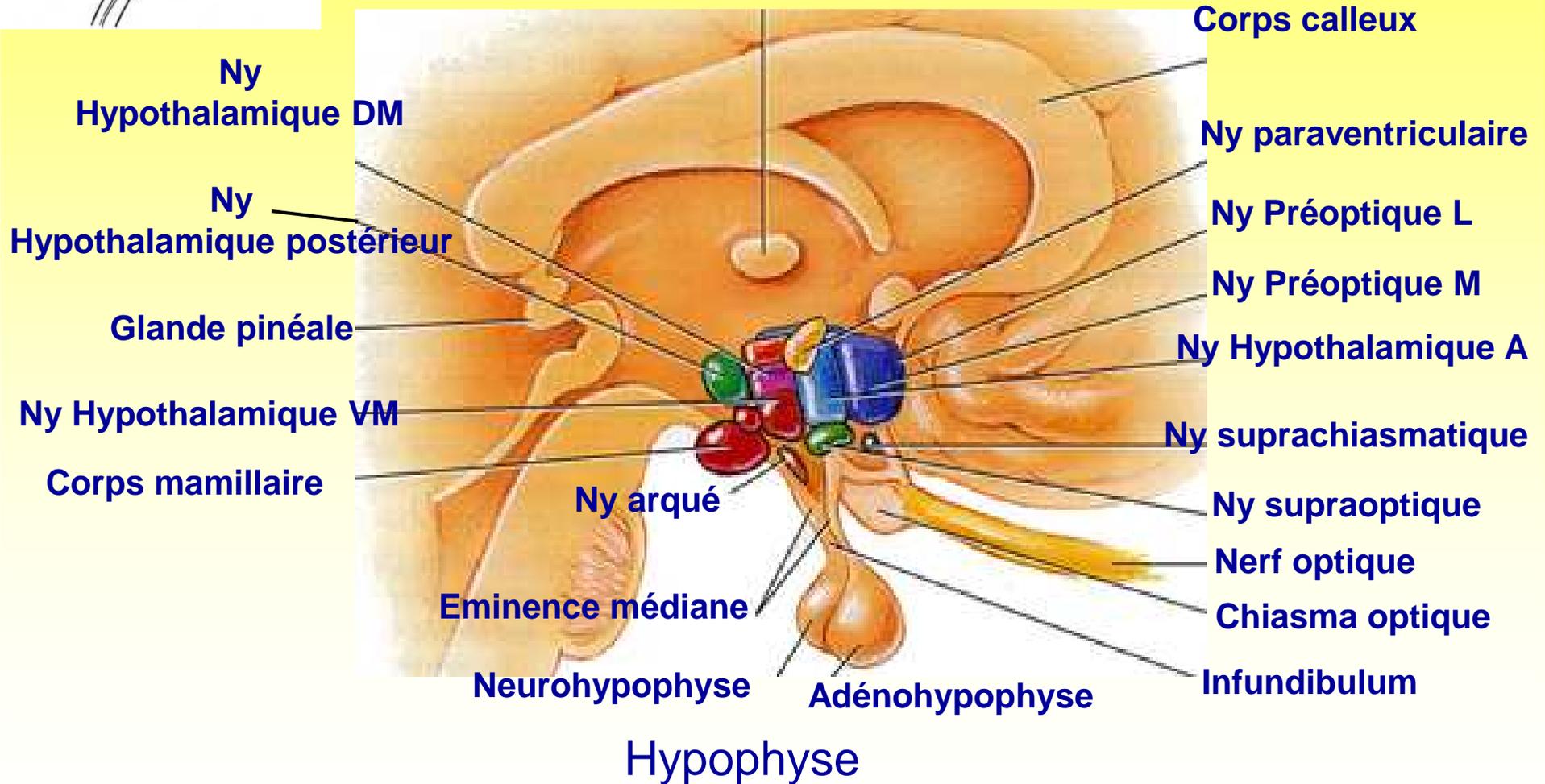


# **HYPOTHALAMUS**



# Hypothalamus et noyaux hypothalamiques

Adhérence interthalamique



Hypophyse

Ny: noyau, VM: ventro-médian; DM: dorso-latéral; M: médian; L: latéral; A: antérieur

## Rôle de l'hypothalamus

Cette structure est indispensable pour le déclenchement des émotions.

### **Expériences chez le chat:**

#### Partie latérale de l'hypothalamus postérieur

- Stimulation électrique:

Accès de rage et d'agressivité dirigés, s'arrêtant à la fin de la stimulation

Cette région est également impliquée dans la thermogénèse. Elle est, donc, à la fois importante pour la vie végétative, mais aussi pour la vie émotionnelle.

La stimulation de cette zone peut aussi déclencher une réaction de peur, cela dépend de la position des électrodes de stimulation.

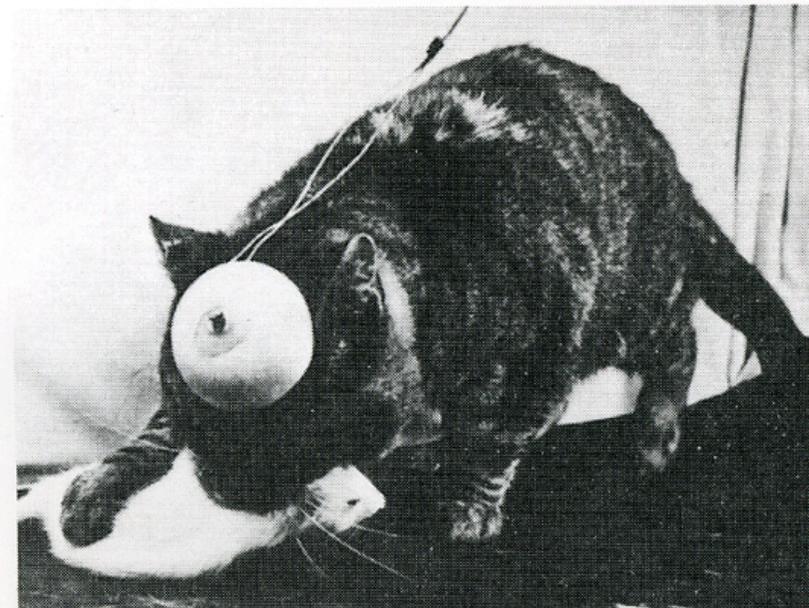
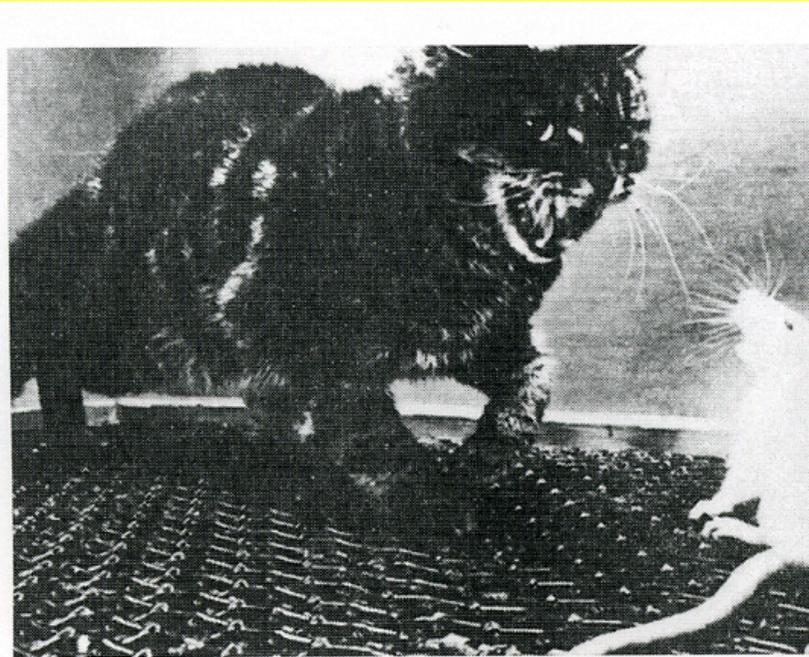
La lésion des noyaux hypothalamiques ventro-médians de l'hippocampe qui contrôlent cette zone (postéro-latérale) conduit à une hyperactivité émotionnelle chronique et incurable.

Comportement de rage évoqué  
par la stimulation électrique  
de l'hypothalamus

Hypothalamus médian  
Comportement d'agression

Hypothalamus latéral  
Comportement d'agression  
Prédatrice silencieuse

John Flynn 1967



Est-ce que l'hypothalamus postéro-latéral contient une mosaïque de mécanismes neuronaux distincts sur le plan anatomique (centre de l'agressivité, de la peur...)?

Répond-t-il à la stimulation électrique par un état non spécifique dont la signification dépendrait de l'environnement?

En absence d'autre animal dans la cage, on observe une réaction émotionnelle non dirigée: rage et peur.

Si on approche, un autre animal, la stimulation électrique provoque une réaction de défense, de fuite ou d'attaque.

Ces réactions émotionnelles sont accompagnées de réactions neurovégétatives (accélération du rythme cardiaque...).

Le comportement émotionnel dépend donc du contexte

importance du « stimulus-cible »

La lésion de la zone postéro-latérale de l'hypothalamus conduit à une réduction nette de la réactivité émotionnelle. L'animal devient calme, inactif, voire somnolent.

## L'hypothalamus et agressivité

L'agressivité est un comportement à multiples facettes qui dépend de nombreuses structures nerveuses. La composante endocrinienne (le taux d'hormones sexuelles mâles, les androgènes) influence ce comportement chez l'animal. Par contre, chez l'homme, c'est moins clair, ce qui est admis, concerne la composante neurobiologique de l'agressivité.

Chez des malades très agressifs (épileptiques), il a été effectué dans le passé des actes chirurgicaux visant à détruire la région postéro-latérale de l'hypothalamus.

Après l'intervention, les patients étaient devenus plus calmes, passifs et indifférents. Leur système parasympathique semblait suractivé ne permettant pas des réactions d'adaptation (effort, situation..).

La stimulation de l'hypothalamus de la même région (postéro-latérale) (au cours d'une intervention chirurgicale) peut provoquer une réponse émotionnelle intégrée.

Anxiété, tension...

**AMYGDALE**

## Importance de l'amygdale

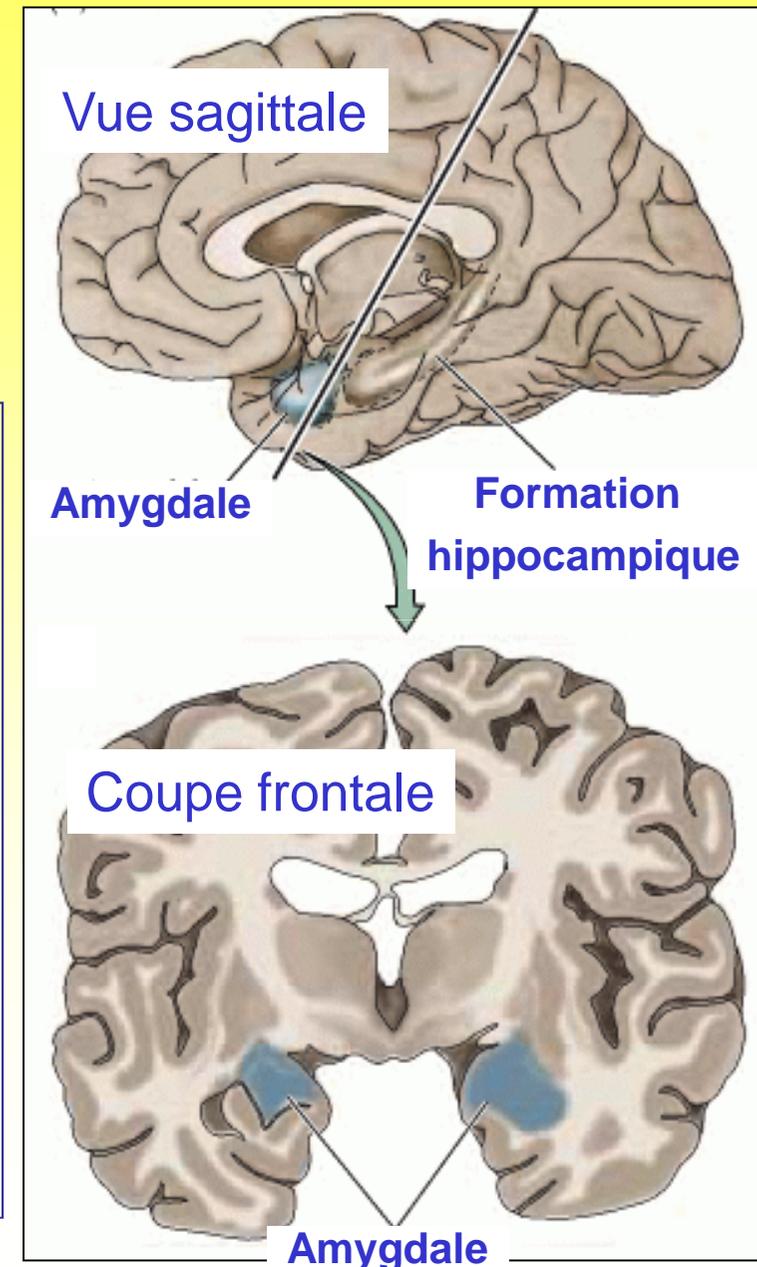
### Anatomie de l'amygdale

C'est une masse complexe de matière grise enfouie dans la portion antéro-médiane du lobe temporal, juste en avant de l'hippocampe, en position inférieure.

Nombreux sous-noyaux distincts

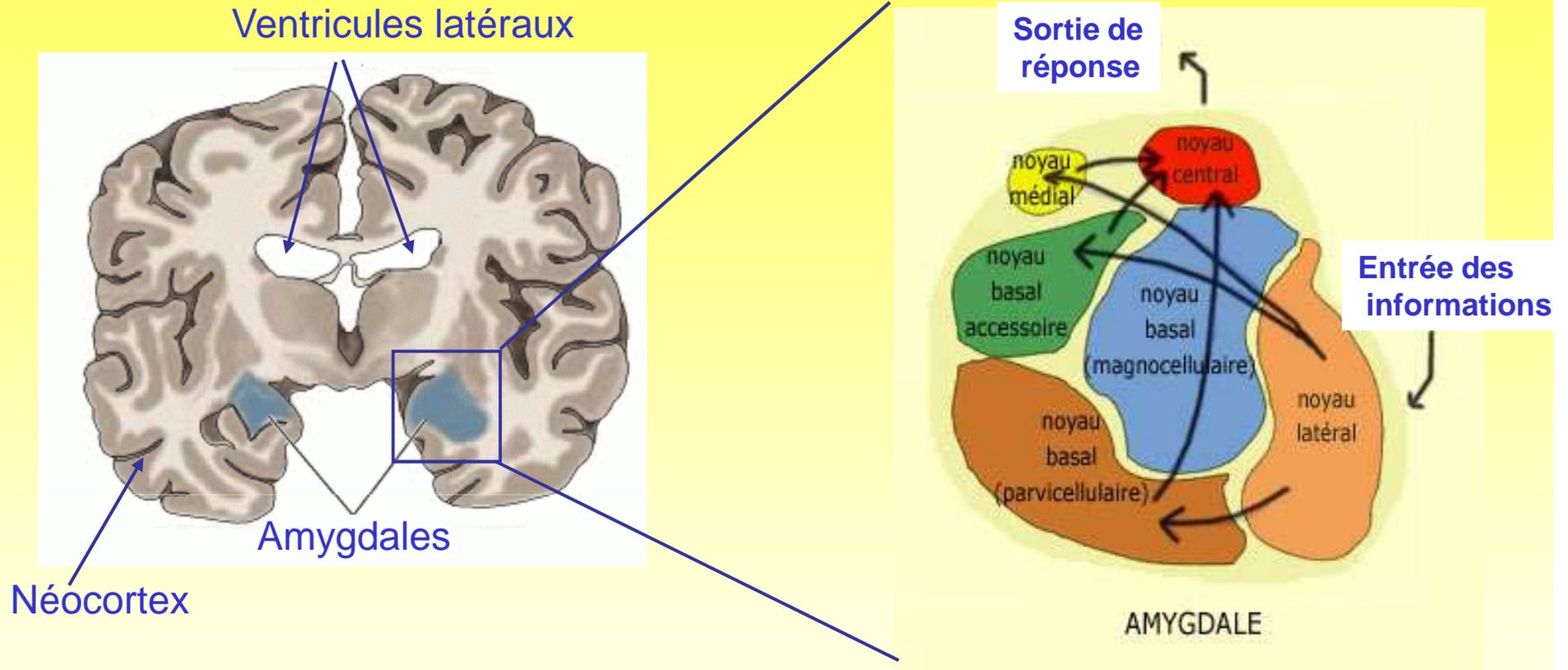
Les afférences de ces noyaux concernent:

- l'hypothalamus
- Néocortex
- Hippocampe
- Gyrus cingulaire



« *Forme d'amande* »

## Les noyaux de l'amygdale



L' amygdale comporte environ une douzaine de sous-régions. De nombreux noyaux sont impliqués dans les réactions de peur. Le noyau latéral est la voie d'entrée des informations dans l'amygdale. Cette partie reçoit les informations sensorielles sur le monde extérieur (audition, vision, olfaction, somesthésie, gustation).

# Amygdale= peur

- Dans les expériences de peur conditionnée (ou apprise) avec un son, le stimulus qui sort du thalamus auditif entre dans l'amygdale par le noyau latéral.

## Effets de lésion et de stimulation des noyaux de l'amygdale

La stimulation de certaines régions de l'amygdale comme le noyau central provoque des réponses physiologiques typiquement associées à la peur.

Mais il ne s'agirait pas de la seule fonction de l'amygdale comme le suggère la stimulation d'autres noyaux qui produisent dans certains cas une sensation de "chaleur humaine" ou d'apaisement, et dans d'autres une crise de rage et de colère !

Expérience de Klüver-Bucy (1939): syndrome du même nom

## Travaux de Klüver et Bucy sur les singes rhésus peur et agressivité

Ils procèdent à l'ablation de l'amygdale et des parties antérieures des lobes temporaux.

Après l'intervention, les singes sont très dociles, soumis et ne manifeste plus de peur lorsqu'on leur présente des serpents.

Leur comportement alimentaire est complètement modifié.

Libido excessive et exagérée

Hyperactivité aux stimulus visuels

Ils examinent de façon exagérée les objets qu'on leur présente

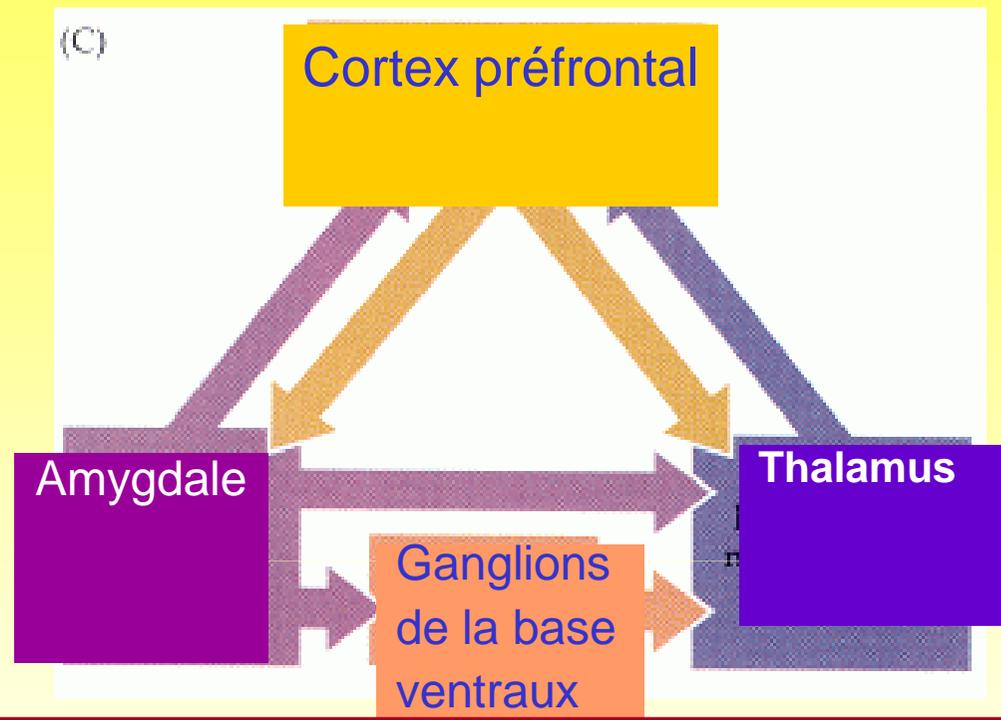
Cécité psychique (n'est pas liée aux fonctions de l'amygdale, situation anatomique des faisceaux visuels ventraux)

Chez l'homme, les atteintes bilatérales des amygdales sont rares. Mais, elles sont en général, associées à une réduction importante de l'émotivité. Elles diminuent la peur, et elles ont aussi des effets sur la mémoire et sur l'agressivité.

Elles ne reconnaissent plus les expressions émotionnelles liées à des expressions faciales typiques: dégoût, colère...



## Circuit triangulaire



L'amygdale participe à un circuit triangulaire qui relie l'amygdale au noyau médian du thalamus (liaison directe ou indirecte) et le cortex préfrontal.

## Effets de la stimulation électrique de l'amygdale

Etat de vigilance et d'attention plus intense

Stimulation de la partie latérale chez le chat entraîne des mélanges de peur et de violente agressivité.

Chez l'homme : anxiété et crainte, émotions négatives accompagnées de manifestations somato-végétatives correspondantes (fréquence cardiaque, pression sanguine, mise en éveil)

Rôle important dans les troubles de l'anxiété



## Circuit neuronal de la peur conditionnée

Les expériences douloureuses nous apprennent à éviter certains comportements, par crainte d'être blessé.

Un enfant qui aura pris une décharge électrique après avoir introduit un trombone dans une prise électrique, ne recommencera sûrement jamais.

Les souvenirs associés à la peur se forment rapidement et durent longtemps.

L'amygdale est fortement impliquée dans la composante émotionnelle des souvenirs, même si elle n'est pas la structure principale des processus mnésiques.

**LA PEUR**

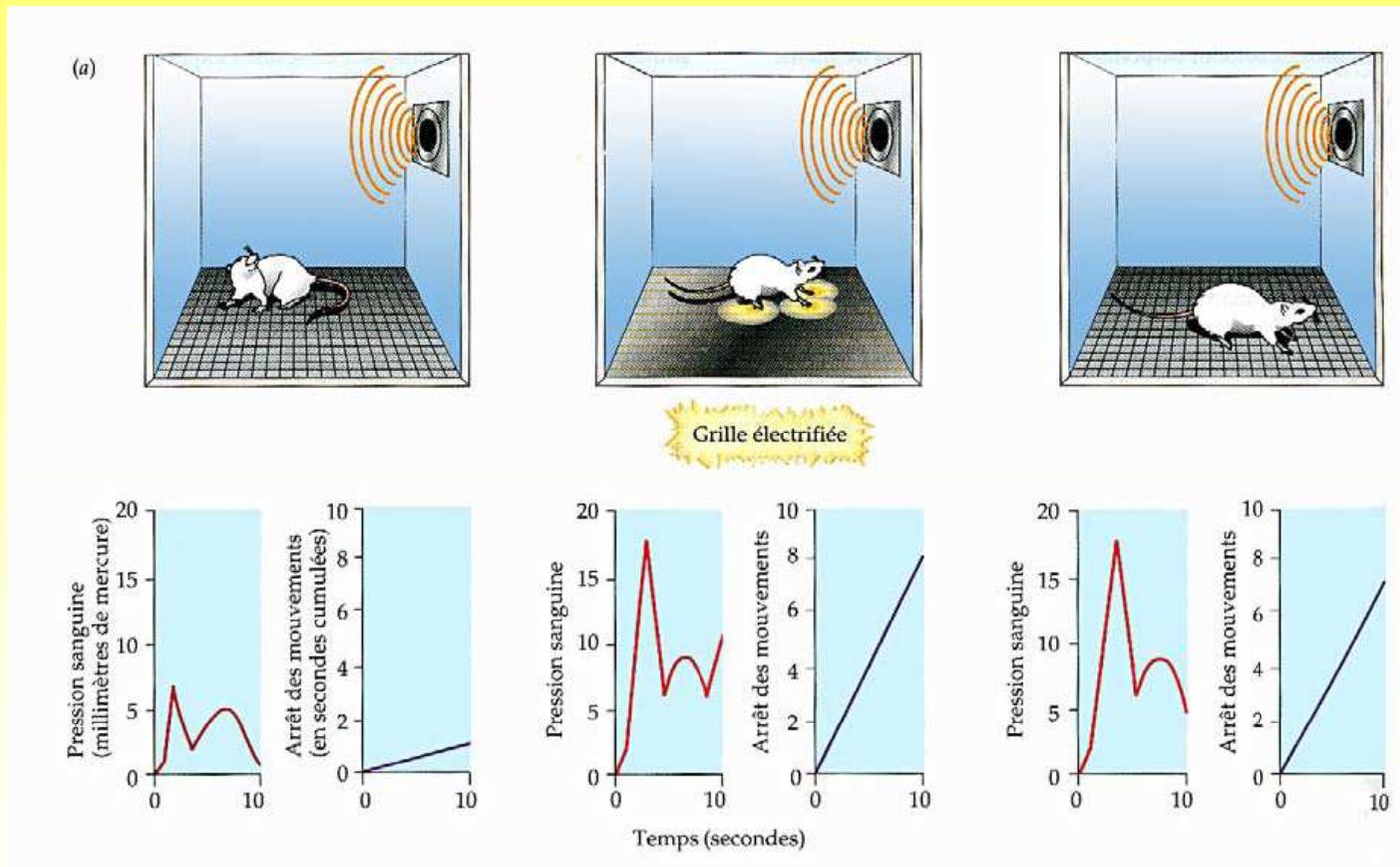
# La peur

- *Les différents types de peur*
- *La peur est une émotion fréquente et naturelle éprouvée en présence d'une menace réelle qui*
- *déclenche une séquence comportementale de défense ou de survie. Toutefois, lorsque la peur*
- *se dérègle elle peut être à l'origine d'un ensemble de troubles qui regroupe un certain*
- *nombre de pathologies. (voir tableau ci dessous)*

# ***LA PEUR ET SES PATHOLOGIES***

- La peur : émotion naturelle éprouvée en présence d'une menace réelle qui va déclencher des comportements de survie
- L'anxiété : peur chronique diffuse sans déclencheur particulier.
- La crise panique ou crise d'angoisse : extrême inquiétude face à un danger vague et imminent devant lequel on est impuissant. S'accompagne de réactions végétatives.
- Les phobies : peur spécifique poussée à l'extrême.
- Les troubles obsessionnels compulsifs (TOCs) : peur excessive qui pousse à des rituels répétitifs.
- Le stress post-traumatique : situation rappelant un événement traumatisant

# Peur conditionnée



*Dans le conditionnement de la peur, un son est associé à un léger choc électrique, qui provoque un accroissement de la pression sanguine, et un blocage comportemental (freezing). A terme, le son seul provoquera ces réponses.*



## Travaux de Joseph LeDoux

### Peur conditionnée chez le rat 1996

Expériences basées sur l'apprentissage des rats à faire une association entre un son et un choc électrique appliqué sur la patte (stimulus douloureux).



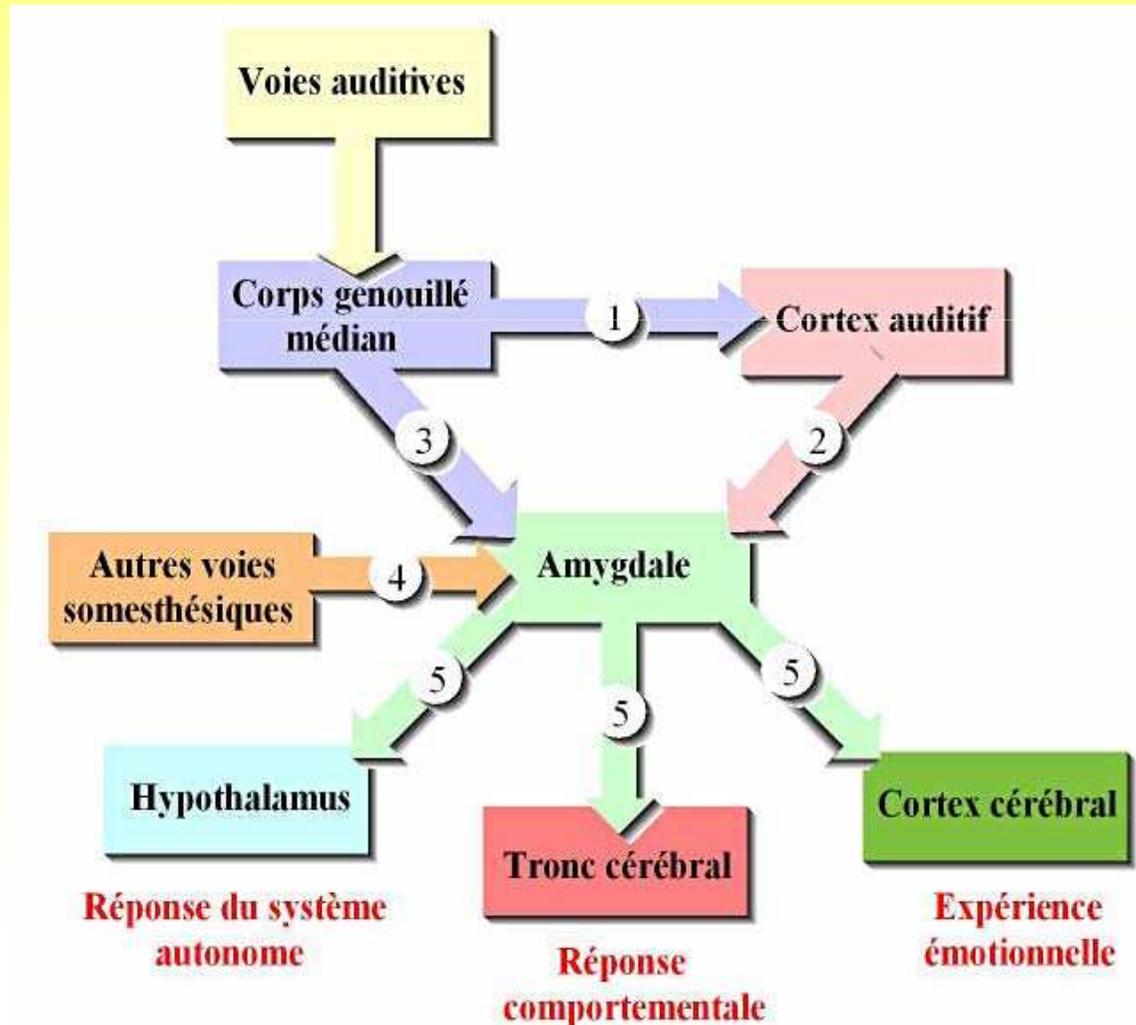
Avant apprentissage, les rats ne réagissent pas au son suivi d'un choc électrique.

Après apprentissage, les rats se tapissent et restent immobiles pendant un certain temps et leur pression artérielle change.

Il met en évidence un circuit neuronal impliqué dans ce phénomène d'apprentissage ou peur conditionnée.

*Et Pavlov...*

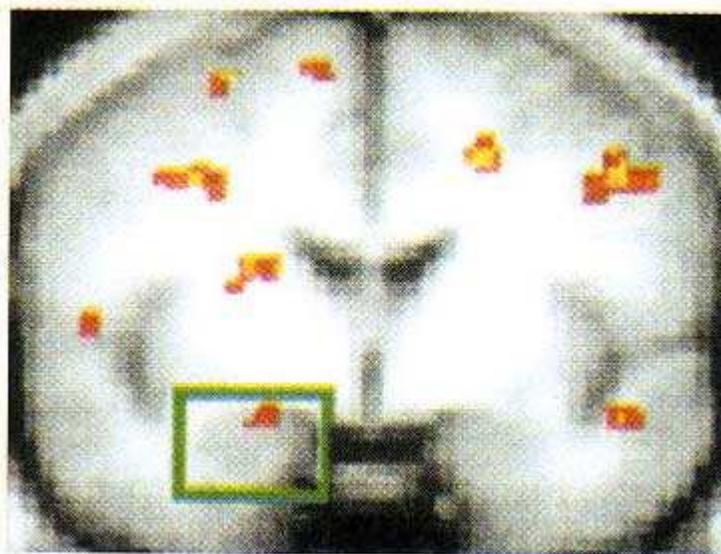
# *Supports neuro-anatomiques de la peur*



# Peur= amygdale, hippocampe, préfrontal

## 1/ Rôle de l'amygdale

Etude par imagerie IRMf de la réponse du cerveau à un stimulus aversif. Les zones colorées à l'intérieur du rectangle vert représentent l'activité qui se produit sélectivement au niveau de l'amygdale lorsque survient un stimulus visuel associé à un choc électrique nociceptif.



# Peur= amygdale, hippocampe, préfrontal

## 2/ Rôle de l'hippocampe

L'hippocampe, situé chez l'homme dans le lobe temporal, joue un rôle particulier dans la mémoire et notamment la mémoire déclarative ou explicite, c'est à dire aux souvenirs dont nous avons été conscients. De ce fait, l'hippocampe joue un rôle dans le conditionnement de la peur mais lié non pas au stimulus sensoriel mais au contexte de la situation.

# Peur= amygdale, hippocampe, préfrontal

## 3/ Rôle du cortex préfrontal

- Le cortex préfrontal a comme fonction cognitive la mémoire à court terme et les fonctions exécutives (contrôle du comportement, résolution d'un problème, planification)

### FONCTIONS DU CORTEX PREFRONTAL

#### FONCTIONS EXECUTIVES

- **Passage de la perception à l'action**

#### MEMOIRE A COURT TERME

- **Prospective** : maintien de l'information qui doit être utilisée.

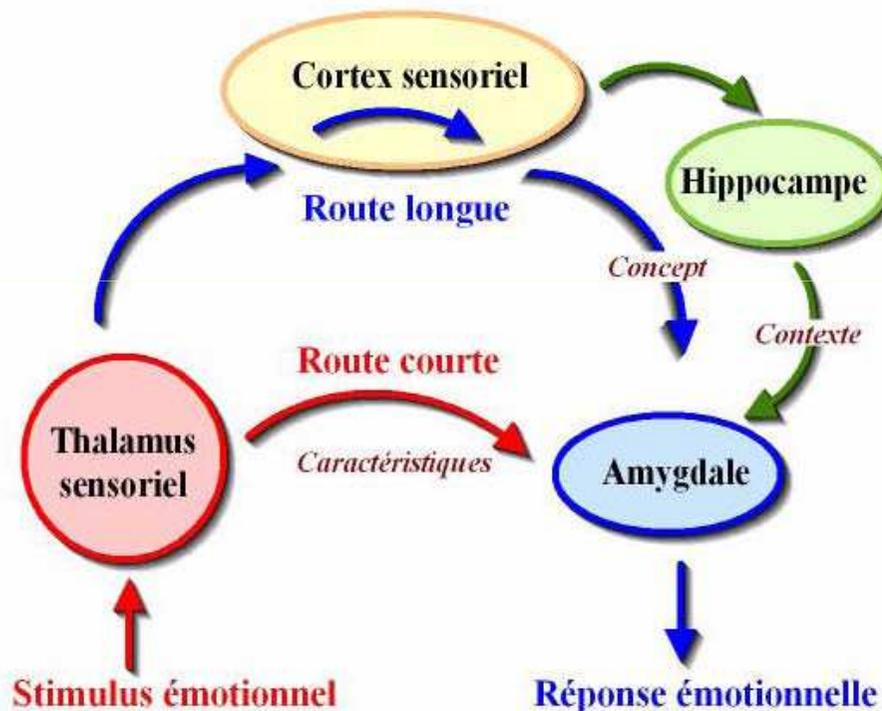
- **Rétrospective** : utilisation des informations passées.

- **Transitoire** : maintien de l'information le temps nécessaire à son utilisation.

# LES 3 PHASES A LA CONFRONTATION A UN DANGER

<i>Amygdale</i>	<i>Anxiété induite par un stimulus sensoriel</i>
<i>Hippocampe</i>	<i>Anxiété induite par le contexte</i>
<i>Cortex préfrontal</i>	<i>Choix de la réponse adaptée</i>

# Les deux routes de la peur



L'information en provenance d'un stimulus externe atteint l'amygdale de deux façons différentes : par une route courte (**voie thalamoamygdalienne**), rapide mais imprécise, directement du thalamus, et par une route longue (**voie thalamo-corticoamygdalienne**), lente mais précise, celle qui passe par le cortex.

L'amygdale est une structure nécessaire à la survie des espèces. Elle exerce une influence sur les réponses autonomes et hormonales par ses connexions avec l'hypothalamus et ses connexions avec le cortex préfrontal.

Elle exerce une influence sur nos prises de conscience des conséquences positives ou négatives des événements ou des objets.

## En résumé

Le terme « émotion » recouvre des états très diversifiés qui ont en commun d'association de réponses motrices viscérales, de manifestations somatiques, telles que les expressions faciales et des impressions subjectives intenses.

Les réponses motrices viscérales dépendent du SNA, lui-même contrôlé par les afférences de nombreuses régions cérébrales (hypothalamus...).

L'organisation des manifestations somatiques de l'émotion dépend du système limbique (hypothalamus, amygdale, et autres territoires corticaux...).

Dans les fonctions émotionnelles spécifiques, il reste encore à définir les circuits neuronaux. Comprendre les traitements émotionnels dans certaines fonctions cérébrales, telles que la prise de décision.

Des différences entre les 2 hémisphères. Prédominance du droit.

La neurobiologie des émotions est en pleine expansion et constitue un thème d'importance croissante dans les neurosciences modernes.

# **EMOTION VERSUS MOTIVATION**

# Motivation

La **motivation** est, dans un organisme vivant, la composante ou le processus qui règle son engagement pour une activité précise. Elle en détermine le déclenchement dans une certaine direction avec l'intensité souhaitée et en assure la prolongation jusqu'à l'aboutissement ou l'interruption. Cette notion se distingue du dynamisme, de l'énergie ou du fait d'être actif.

# *Motivation*

- **Définition**

variable psychologique interne (hypothétique) permettant d'expliquer certaines modifications du comportement d'un individu observées à environnement constant

- **Fractionnement en composantes psychologiques**

- Type de motivation (primaire et ses sous-types, secondaire):
  - Primaire: faim, soif, désir sexuel, fonctions psychologiques élémentaires
  - Secondaire: désirabilité sociale, argent
- Autre : source (interne ou externe)
- Valence (positif, négatif)

# Emotions et motivations

- Sont liés (motivation: rend l'acte possible)

Et

- Ces deux séries de phénomènes sont souvent confondues dans les études....

# Motivation et performance

- Cf questions pour un champion
- Performance augmentée
  - Quand c'est une tâche apprise (sportifs, ...)

*F. Kouneiher, E Kocklin, Nature Neuroscience,  
2009*