

Cécile BARBACHOUX

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



UEL sciences cognitives,  
apprentissage, éducation

# Déroulement

- 9 séances (18h) :

- 1 examen final (2h) (dernier cours)
- 2 CC (30') et 1 DM

- Évaluation:

60 % pour le CC et 40% pour l'examen terminal

# Dates des séances

- ⦿ 12 octobre
- ⦿ 18 octobre
- ⦿ 26 octobre: CC1(1/2 QCM)
- ⦿ 16 novembre: DM à rendre
- ⦿ 23 novembre
- ⦿ 30 novembre: CC2
- ⦿ 7 décembre
- ⦿ 14 décembre
- ⦿ 21 décembre: examen

# Chapitres/ thématiques abordés

18h pour les chapitres suivants:

- Chapitre 1: Introduction aux sciences cognitives
- Chapitre 2: Cerveau fonctionnel
- Chapitre 3: Apprentissage des mathématiques
- Chapitre 4: Apprentissage de la lecture
- Chapitre 5: La mémoire
- Chapitre 6: développement cérébral et apprentissage
- Chapitre 7: Enseignement et sciences cognitives

Sciences cognitives,  
apprentissage, éducation

# Cognition

«La cognition est l'activité par laquelle l'individu prend connaissance du monde à travers 5 aptitudes : perception , action, mémoire, raisonnement, langage ». *Daniel Andler*



Cognition vient du latin cognitio=connaissance

# Sciences cognitives 1/4

- Les Sciences Cognitives ont pour objet de décrire, d'expliquer et le cas échéant de simuler les principales dispositions et capacités de l'esprit humain –langage, raisonnement, perception, coordination motrice, planification. *Daniel Andler(1989)*
- •Science Cognitive :La science des états et des processus centraux et périphériques des systèmes intelligents (naturels ou **artificiels**) **qui ont la capacité de fonctionner en interaction avec leur environnement par les moyens de connaissance et d'action dont ils disposent ou qu'ils ont su acquérir.**

# Sciences cognitives 2/4

- Science: « ensemble de connaissances, d'études d'une valeur universelle, caractérisées par un objet (domaine) et une méthode déterminés, et fondées sur des relations vérifiables »

Le Robert

Production de connaissances scientifiques à partir de méthodes d'investigation rigoureuses, vérifiables et reproductibles



# Sciences cognitives 3/4

- Les sciences cognitives s'intéressent aux grandes fonctions mentales comme la perception, la mémoire, le raisonnement, le langage, les émotions, la motricité, la communication, etc. Elles ont pour but l'étude conjointe des propriétés formelles et algorithmiques de ces fonctions mentales, des mécanismes psychologiques qui les sous-tendent, et des mécanismes biologiques qui les rendent possibles (des gènes jusqu'aux circuits et aires dans le système nerveux).
- •Elles s'intéressent aussi à leurs équivalents ou précurseurs chez l'**animal**, à l'**influence des variations culturelles sur leur fonctionnement chez l'homme**, à leur développement chez le nourrisson ou le jeune enfant, à leur altération dans certaines pathologies neurologiques, psychiatriques ou développementales. Elles cherchent plus généralement à saisir les rapports complexes qui se nouent entre les compétences de l'espèce et la culture au sens le plus large.

# Sciences cognitives 4/4

- Si « cognition » signifie en latin « faculté de connaître », on pourrait dire que les sciences cognitives visent à étudier le fonctionnement de la capacité de l'homme à extraire, sélectionner, traiter et interpréter les informations (conscientes et inconscientes) issues de l'interaction entre ses activités mentales internes et son environnement afin de produire des réponses adaptées. Il s'agit donc d'observer, d'étudier et de comprendre les grandes fonctions mentales de l'homme (la perception, l'action, la mémoire, le langage, le raisonnement, l'apprentissage, la communication...), de mettre en relation ces fonctions mentales avec l'étude des comportements en situation d'interaction avec le monde environnant, mais aussi d'observer ces capacités sous différents angles complémentaires : développemental, clinique, et pathologique. En étudiant ces fonctions, les sciences cognitives s'intéressent également à notre cerveau, en tant que support de nos connaissances, et de nos représentations mentales.

# APPRENTISSAGE ?

- ⦿ « acquisition de savoir-faire, c-a-d de pratiques, de connaissances, compétences , .... »

Wikipédia

Exemple: lecture, langage, numération, mémoire....

≠ de l'enseignement

# Education

- **L'éducation** est, étymologiquement l'action de « guider hors de ».
  - Jusqu'il y a peu, l'éducation signifiait le rôle dévolu aux parents d'un enfant (ou à leur substitut) d'amener cet enfant aux mœurs de l'âge adulte.
  - Peu à peu, les États se sont arrogés également ce droit. Il signifie maintenant plus couramment l'apprentissage et le développement des facultés physiques, psychiques et intellectuelles; les moyens et les résultats de cette activité de développement.

# Qui?

- Homme, animaux...



Carl Röhrig, Odysseus II





Grotte Chauvet  
~32,000 ans

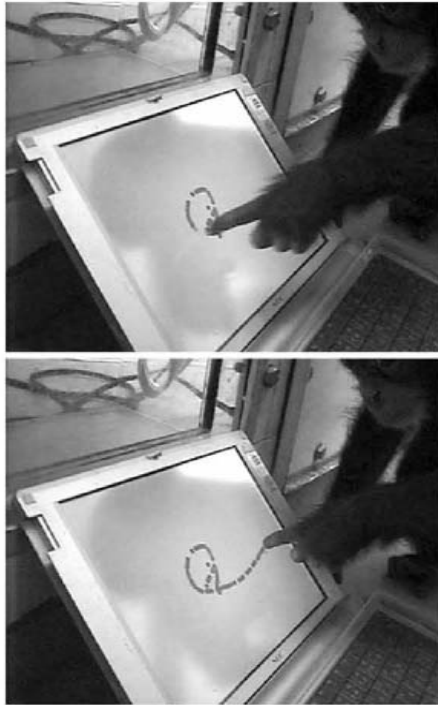


Grotte de Lascaux  
~18,000 ans



# La singularité culturelle de l'espèce humaine

Tracé de courbes sur une tablette graphique  
par un chimpanzé de 13 mois  
(Tanaka et al., 2003)



“Composition” produite par un chimpanzé adulte  
vivant en semi-autonomie dans la réserve forestière  
de Mefou au Cameroun (© Canadian Ape Alliance)



- Les grands primates ont clairement des capacités d'apprentissage, y compris l'utilisation d'outils (Iriki, 2005) et même de symboles tels que les chiffres arabes (Matsuzawa, 1985)
- Ils possèdent des traits « culturels » rudimentaires (Whiten et al., 1999) transmis localement
- Mais leur **créativité culturelle** est bien moindre que celle de l'espèce humaine

Vidéo: utilisation d'outils par des Bonobos

<http://www.youtube.com/watch?v=xJnPmnEPJ1U>



# L'homme: sa capacité de symboliser



- La capacité de symboliser a permis le développement de nombreuses activités humaines comme par exemple les mathématiques ...
- c'est une activité propre à l'homme
  - Pourquoi? Est-ce une limite associée à la culture?
    - chez les chimpanzés, on repère jusqu'à 10 traits culturels propres à un groupe local d'individus



# OÙ et COMMENT?

## ◉ Où?

- le cerveau

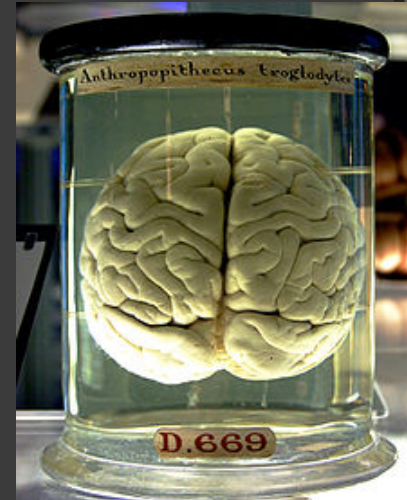
## ◉ Comment?

- activation de certaines parties du cerveaux
- Vidéo youtube « Illustrating cortical localisation of function using TMS »

## ◉ Quelles parties ? Qui fait quoi?



**NEUROSCIENCES COGNITIVES**



Chapitre 1 – sciences cognitives, apprentissage,  
éducation

# NEUROSCIENCES COGNITIVES – CERVEAU

# Plan du chapitre 1

- ⦿ Neurosciences cognitives
- ⦿ Éléments d'histoire
- ⦿ Méthodes
- ⦿ L'intelligence?

# **Neurosciences cognitives**

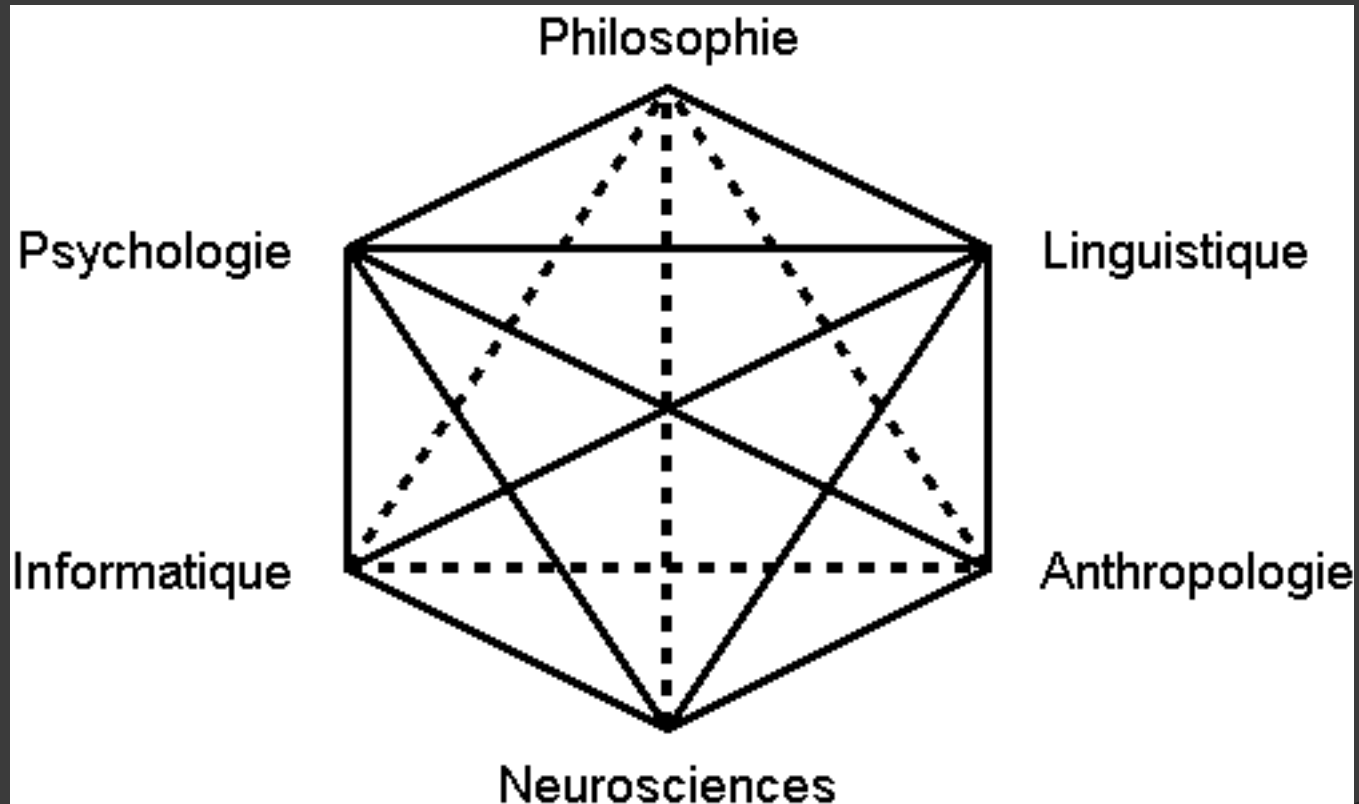
Fédération des neurosciences  
et de la psychologie cognitive  
au sein des sciences cognitives

# Sciences cognitives

- ⊙ Programme vaste car on cherche à acquérir une **compréhension globale de l'ensemble des capacités de l'esprit humain**
  - le langage, le raisonnement, la perception, les activités motrices, la planification.....
- ⊙ ← la description, l'explication, la simulation des processus mis en œuvre dans l'élaboration de connaissances.

# Les sciences cognitives

- Définition 'extensive'

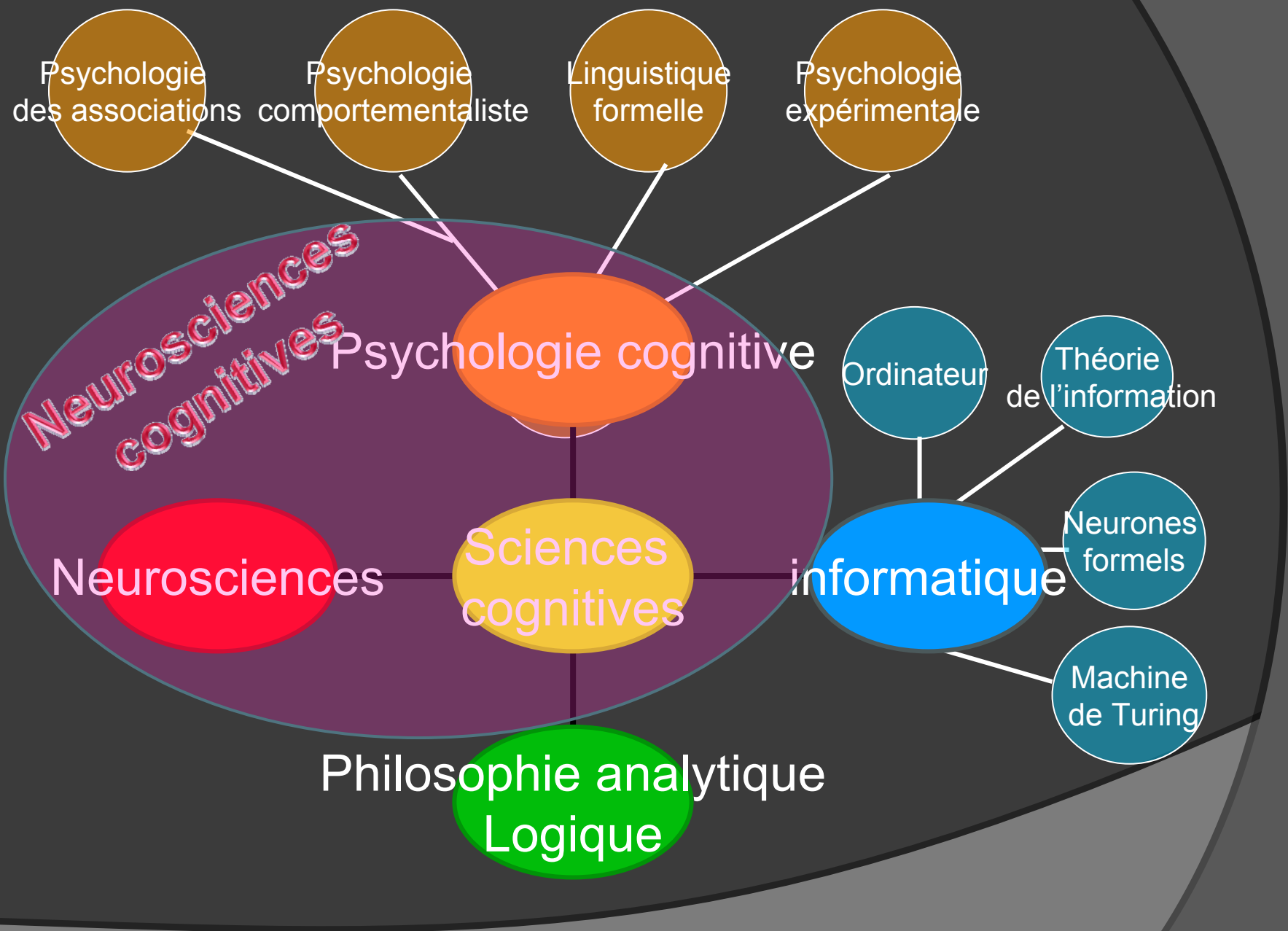


Les sciences cognitives

## Une définition par un objectif commun ?

Elles ont pour but l'étude conjointe des

- ⊙ **propriétés formelles et algorithmiques** de ces fonctions mentales,
- ⊙ des **mécanismes psychologiques** qui les sous-tendent,
- ⊙ et des **mécanismes biologiques** qui les rendent possibles (des gènes jusqu'aux circuits et aires dans le système nerveux).





# Neurosciences cognitives

- ⦿ Psychologie cognitive

+

- ⦿ Neurosciences

# Psychologie cognitive

- La psychologie cognitive est une branche de la psychologie qui s'intéresse à la modélisation des fonctions cognitives, ou des activités mentales, chez l'homme.
- en opposition au courant anglo-saxon béhavioriste (comportementaliste

# Le behaviorisme (WATSON, 1878-1958) 1/3

Le comportement résulterait d'un système de type stimulus-réponse

- à chaque stimulation de l'extérieur (environnement, interlocuteur, etc.) serait associée une réponse bien précise et peu modulable.
- Le lien entre les deux est alors assimilé à une boîte noire, et n'est pas directement observable par des moyens scientifiques.



→ **But** : pas décrire ou expliquer les états conscients, mais prédire et contrôler le comportement observable

# Expérience de PAVLOV

local aménagé pour soustraire l'animal aux variations extérieures

double cloison pour l'insonorisation, température et luminosité maintenues constantes

tube fin dont l'extrémité est fixée sur l'un des canaux salivaires du chien

graduation permettant une mesure précise de la sécrétion de salive

index

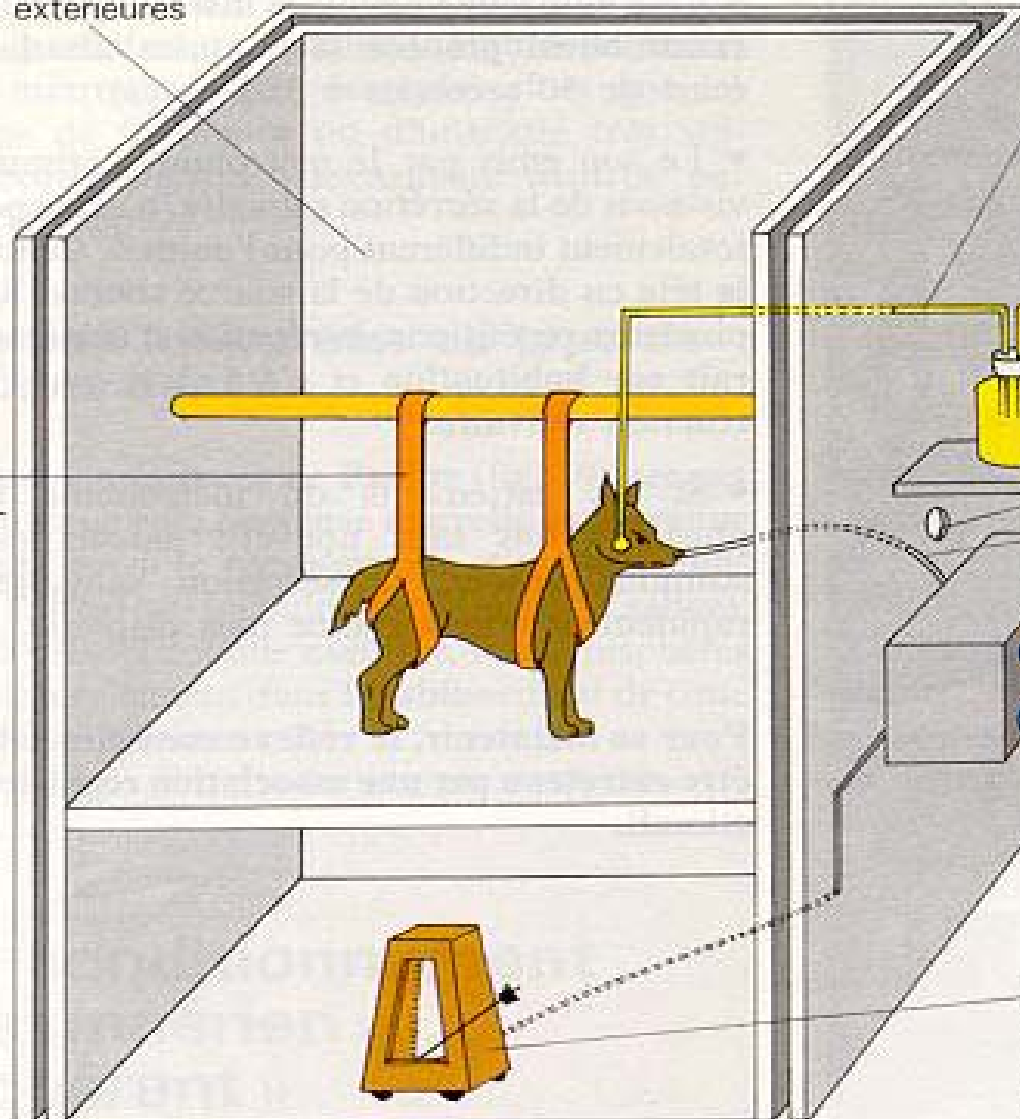
sangles qui maintiennent l'animal debout sans le gêner

"fenêtre" d'observation

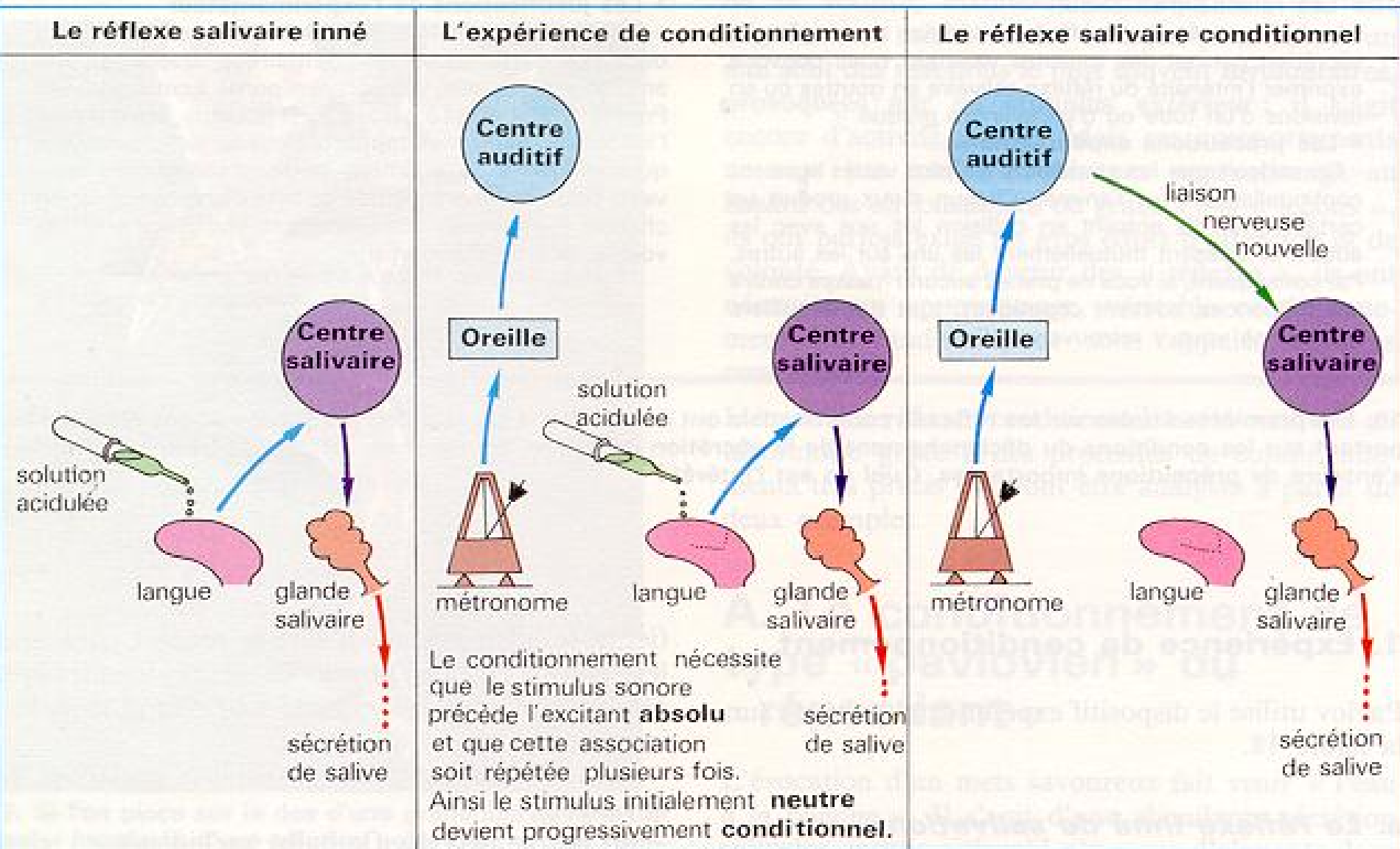
tube permettant d'introduire dans la bouche du chien et à son insu un aliment ou une solution acidulée déclenchant le réflexe inné de sécrétion salivaire

tableau de commande permettant de diriger l'expérience à distance et d'éviter que le chien ne voie, n'entende ou ne sente l'expérimentateur

métronome dont le battement, d'une fréquence bien définie, est déclenché par l'expérimentateur à un moment choisi et pour une durée déterminée



# Expérience de PAVLOV (suite)



19. Un réflexe conditionnel est une réaction (ici sécrétion salivaire) déclenchée par un stimulus (ici bruit du métro) qui n'a habituellement pas d'action sur la fonction considérée. Etablir un réflexe conditionnel, c'est donc créer des liaisons nerveuses nouvelles.

# Le behaviorisme

---

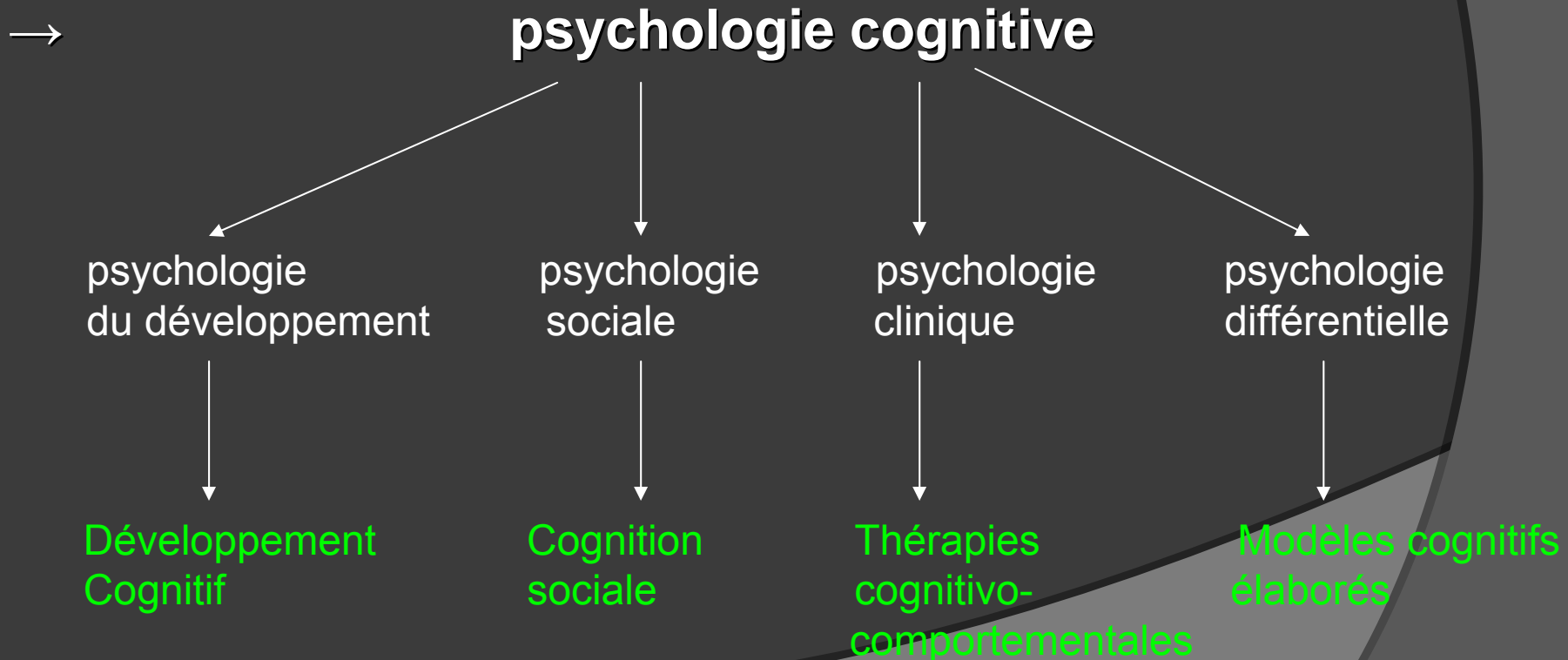
- (+) modélisation économique
- (+) décomposer les conduites complexes en unités plus élémentaires
- (-) découpage trop fin peut modifier la nature de l'objet étudié
- (-) fait l'impasse sur les états internes des individus

## Influencé par les travaux en réflexologie

- expliquer toute action humaine comme étant simplement une réponse de l'organisme à une stimulation, un réflexe conditionné.

# La psychologie cognitive et la psychologie

- A l'heure actuelle, la psychologie cognitive est la sous-discipline dominante de la psychologie :



# Hypothèses fondamentales de la psychologie cognitive

- ◎ fonctionnalisme
  - complexe esprit/cerveau a une double description matérielle (hardware) et informationnelle (software) → psychologie cognitive possible
- ◎ existence de représentations internes
  - type de représentation à définir
- ◎ procédure de changement d'une représentation en une autre
  - proche de la logique
  - Type de procédure à définir



# Modularité des activités cognitives

Activité mentale = ensemble de sous-systèmes ou modules effectuant chacun une étape particulière dans le traitement de l'information

Monde  
réel

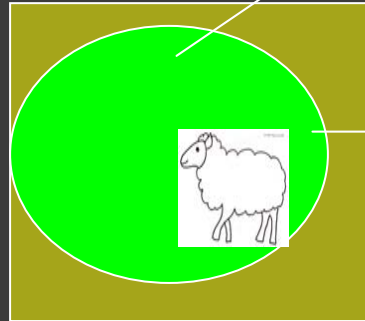
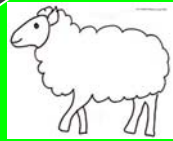
# Exemple de modules cognitifs esprit

transducteur

Système périphérique

Système  
central

coordonnées



viande

J'ai faim  
et  
il y a de la  
viande en  
x,y,z  
> action ....



J'ai faim

# La psychologie sociale

---

Objet d'étude : comportements et représentations de l'individu en groupe et en société

Recherche : dimension collective des thèmes de recherche

Méthode :

- clinique (fréquente) : **approcher attitudes, opinions, attentes et représentations d'un groupe à propos d'un objet social.**
- expérimentale (parfois préférée) : **avec des « compères » qui font varier leurs attitudes pour mesurer l'effet chez les sujets observés.**

Applications pratiques : dans la gestion des ressources humaines, l'ergonomie, la communication...

# Expérience de MILGRAM (1963)

---

*Objet* : la soumission à l'autorité

*Définition* : il y a soumission à l'autorité chaque fois qu'une personne obéit aux ordres d'une autre personne occupant une position hiérarchique supérieure

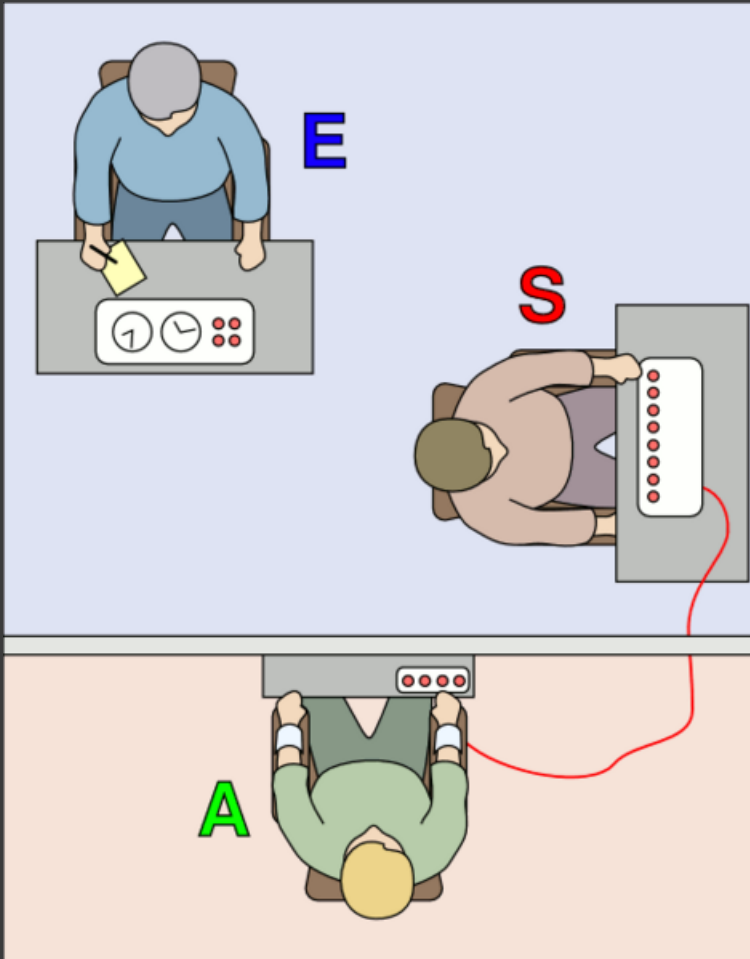
→ Conséquences bénignes... ou très graves

*Problème* : Longtemps pensé que personnes qui obéissent à des ordres immoraux sont trop faibles pour refuser ou atteintes de troubles psychologiques graves

*Objectif* : évaluer le nb de personnes qui se plieraient jusqu'au bout à des ordres qu'elles désapprouvaient

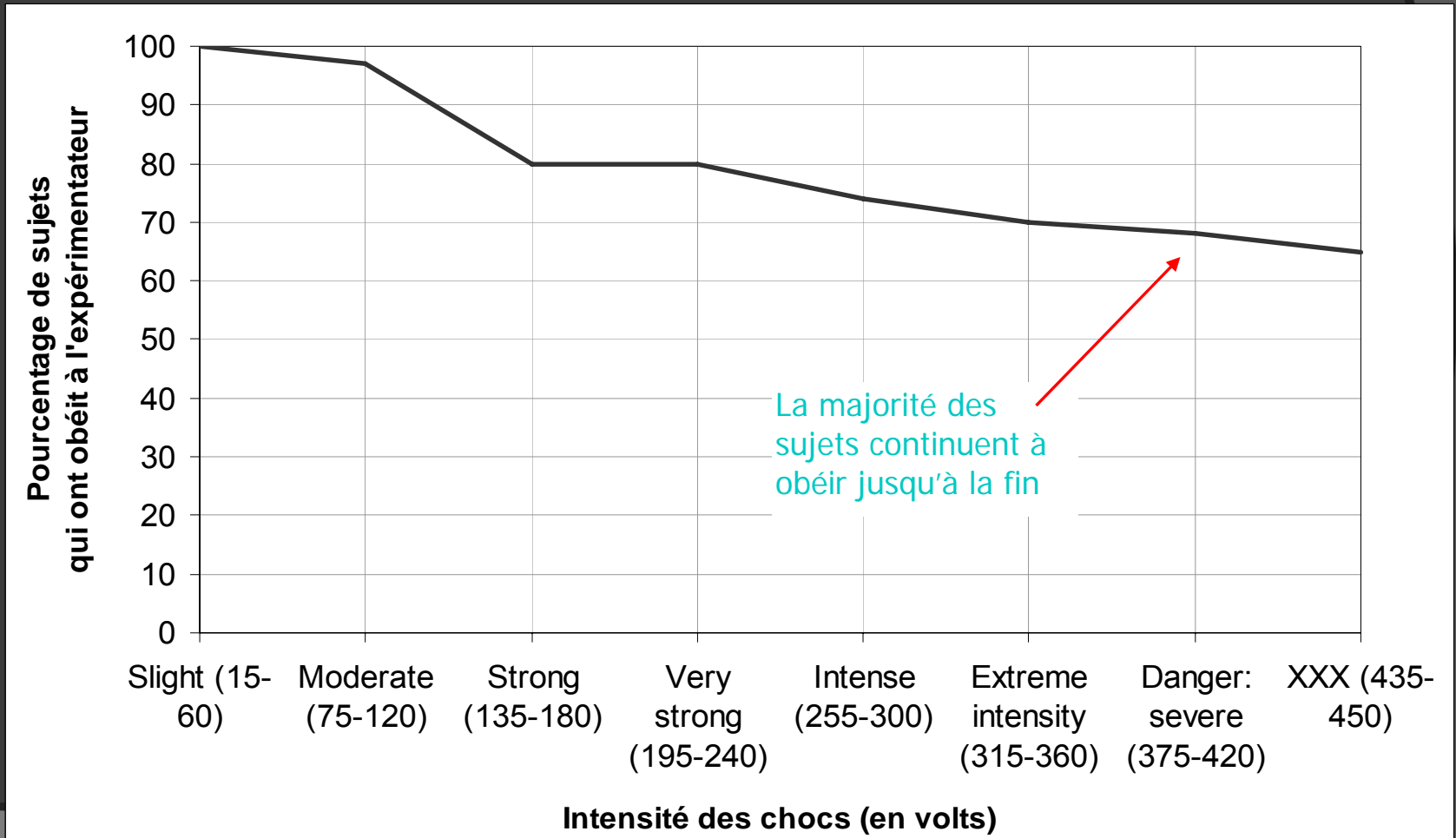
## ■ Modèles cognitifs élaborés (variabilité individuelle) :

### → Expérience de S. Milgram (1960-1963)



- Tâche d'apprentissage de listes de mots
- $\Delta$  15V
- 75V : A gémit
- 120 V : A se plaint à E qu'il souffre
- 135V : A hurle
- 150V : A supplie qu'on le libère
- 270V : A pousse un cri violent
- 300V : A annonce qu'il arrête
- Instructions :
  1. « Veuillez continuer s'il vous plaît. »
  2. « L'expérience exige que vous continuiez. »
  3. « Il est absolument indispensable que vous continuiez. »
  4. « Vous n'avez pas le choix, vous devez continuer. »
- Au bout de 3 décharges maximales (450V), l'expérience s'arrête

- confronté directement à l'autorité : 2/3 obéissent aveuglément
- résultats reproduits avec étudiants (+ critiques ?) et femmes (+ sensibles ?)
- avec expérimentateur et labo moins prestigieux : encore 48% obéissent
- en l'absence de l'expérimentateur : 20% obéissent



## Intérêt de l'expérience :

- 98 % des sujets acceptent l'apprentissage fondé sur la punition
- 65 % iront jusqu'aux manettes rouges

## Nullement une expérience sur le sadisme :

- tendance générale à administrer les chocs les plus faibles quand les sujets ont eu la liberté d'en choisir le niveau
- « triche » lorsque le « savant » s'absentait, assurant faussement qu'ils avaient bien puni l'élève

→ pas l'agressivité humaine mais la soumission à l'autorité

**Le sujet ne risque rien... « seulement » d'être considéré comme un être désobéissant**

- continuer parce qu'il s'est « engagé »
- arrêter suppose qu'il accepte que tout ce qu'il a fait jusqu'à présent est mal
- désapprouver l'expérience pour réduire le conflit moral

– Référence livresque: Christian Jungersen L'exception, livre de poche

# Neurosciences

- ⦿ « ***ensemble*** de toutes les disciplines **biologiques et médicales** qui étudient tous les aspects, tant normaux que pathologiques, des neurones et du système nerveux. »

Wikipédia



Localisation spatiale et nature des tissus des zones activées

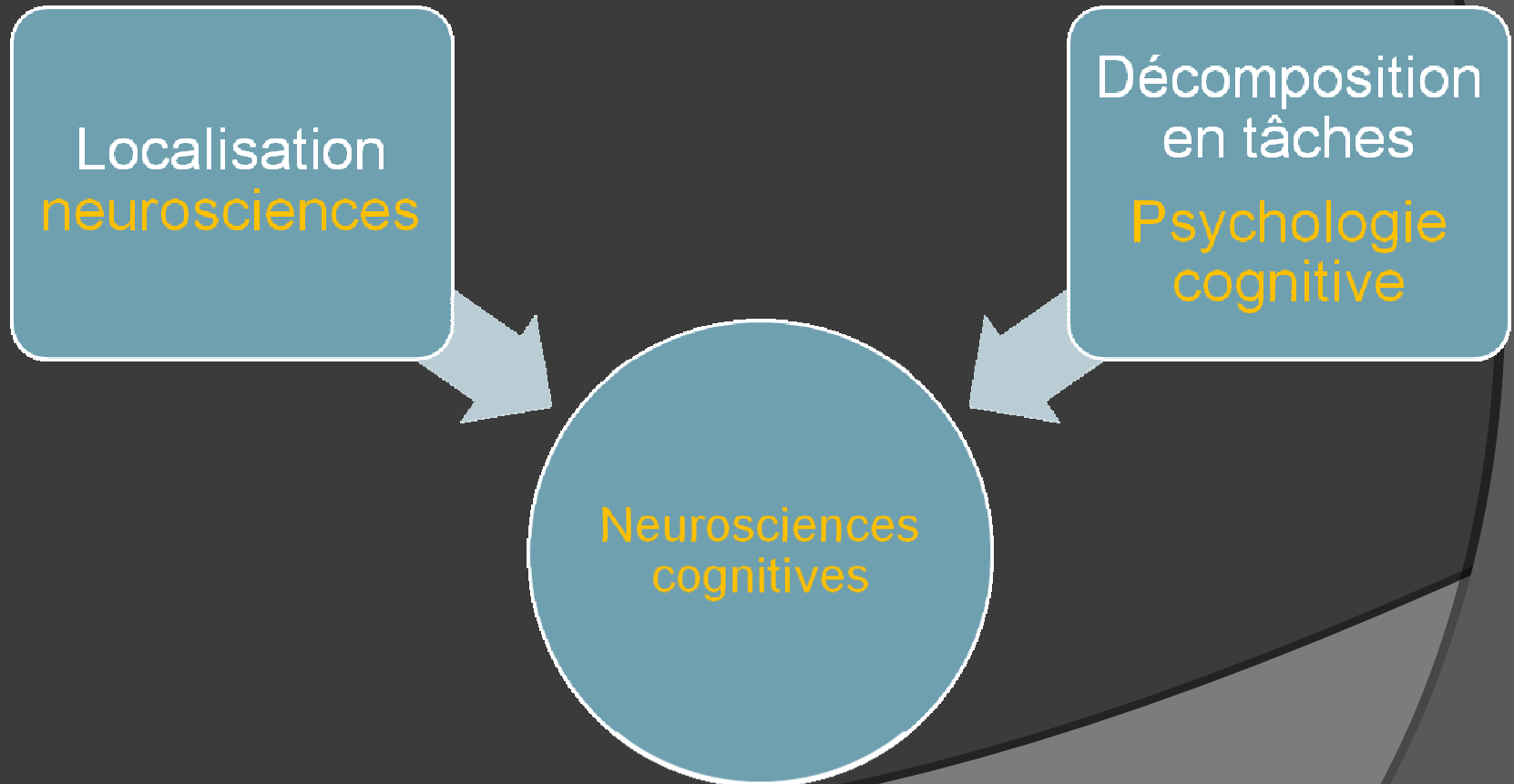


# Modélisation

- ⦿ Hypothèse: Le cerveau des humains globalement identiques
- ⦿ Action → Zones activées ?

→ Localisation dans le « cerveau de référence »

# Apprentissage - cerveau



# Objectifs des neurosciences cognitives

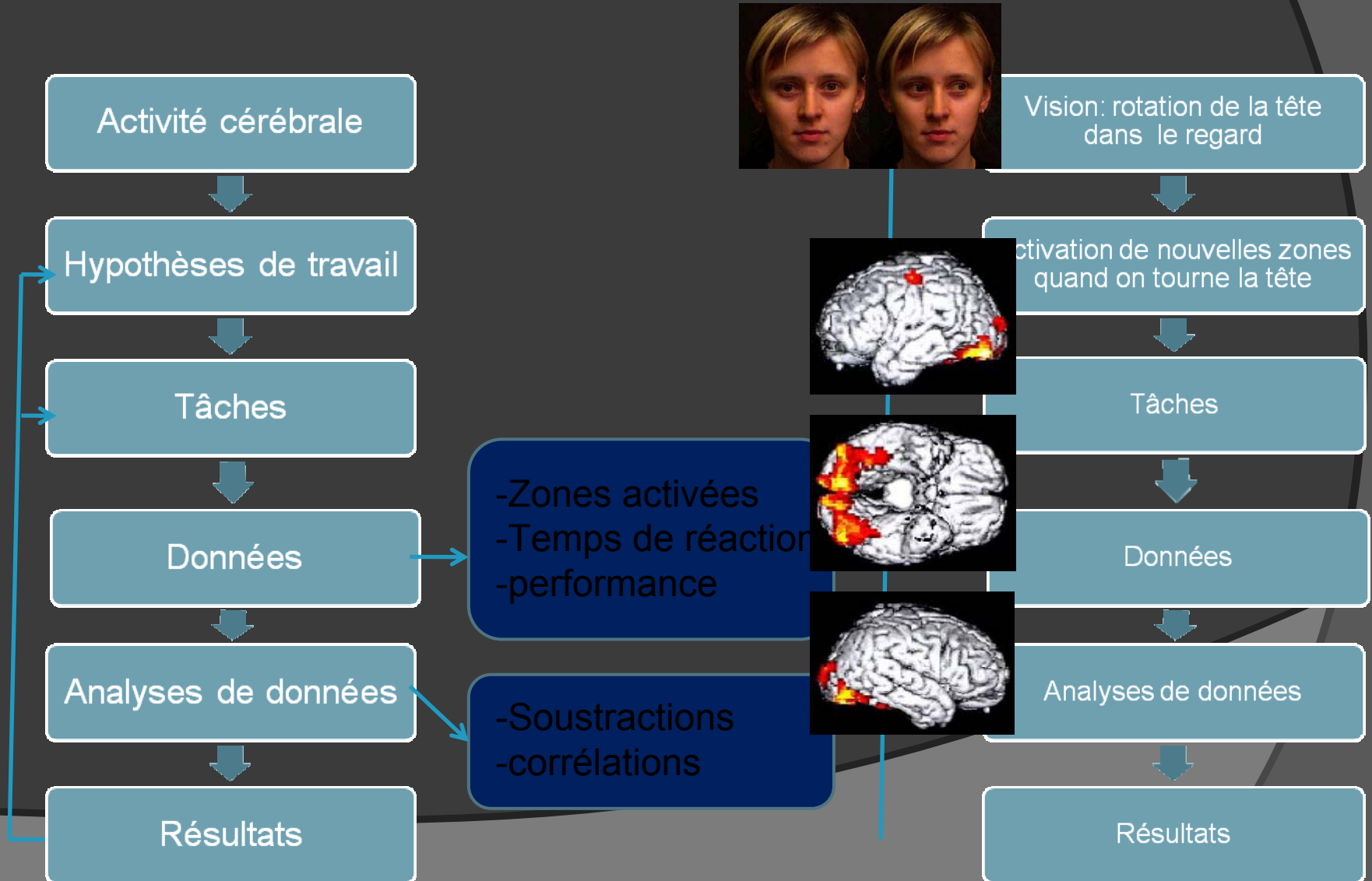
- ◉ Identification des modules
- ◉ spécification de leur activité
- ◉ compréhension de leur organisation au sein d'une architecture fonctionnelle

Psychologie cognitive

neurosciences



# Méthodologie



# Multitask example

<http://www.youtube.com/watch?v=AVqI9kZbsd4&feature=related>

# En résumé, les neurosciences cognitives:

## Décomposition de concepts

« philosophiques » (la motivation (hédonisme) , la lecture, le langage, ...) en modules (les plus élémentaires possibles) et détermination des zones activées

Figuration biologique de concepts  
psychologiq/ philosophiq

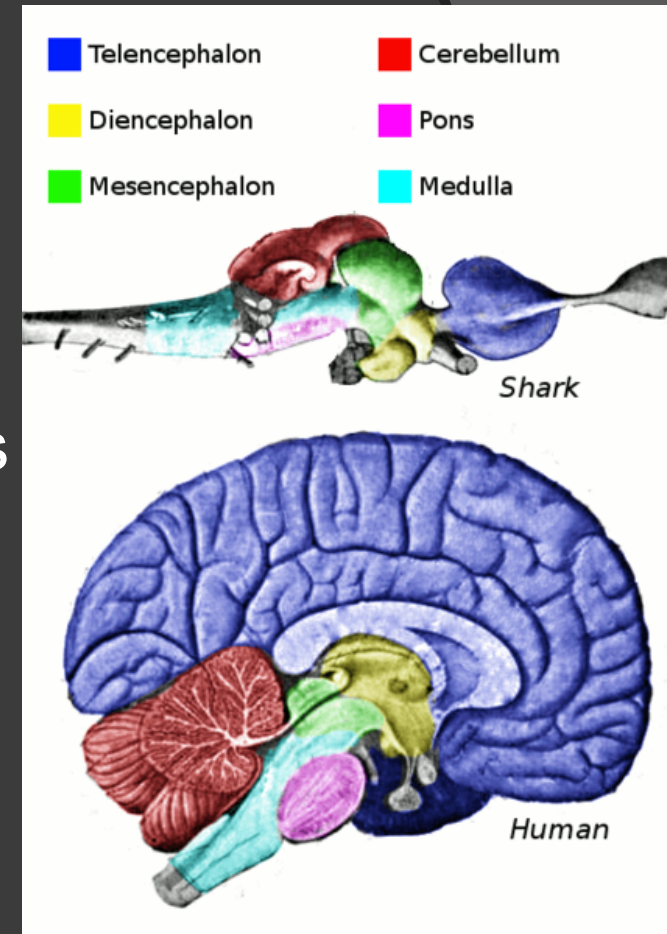
**corps** ↔ **esprit**



Différence entre le cerveau  
humain et le cerveau des  
vertébrés?

# L'homme: un singe nu

- Structure identique chez les vertébrés (4 lobes développés à partir de 5 vésicules)
  - 98% de gènes en commun avec les chimpanzés
  - Traits comportementaux similaires (déplacement, reproduction, socialisation, vieillissement, ...)
  - Mais homme=singe nu qui utilise des artefacts (habits, lunettes, ...)
- suggèrent une forte activité cérébrale





# Différence entre le cerveau humain et le cerveau des vertébrés

La taille, cad la masse?



# Le poids de l'intelligence ?

taille du cerveau

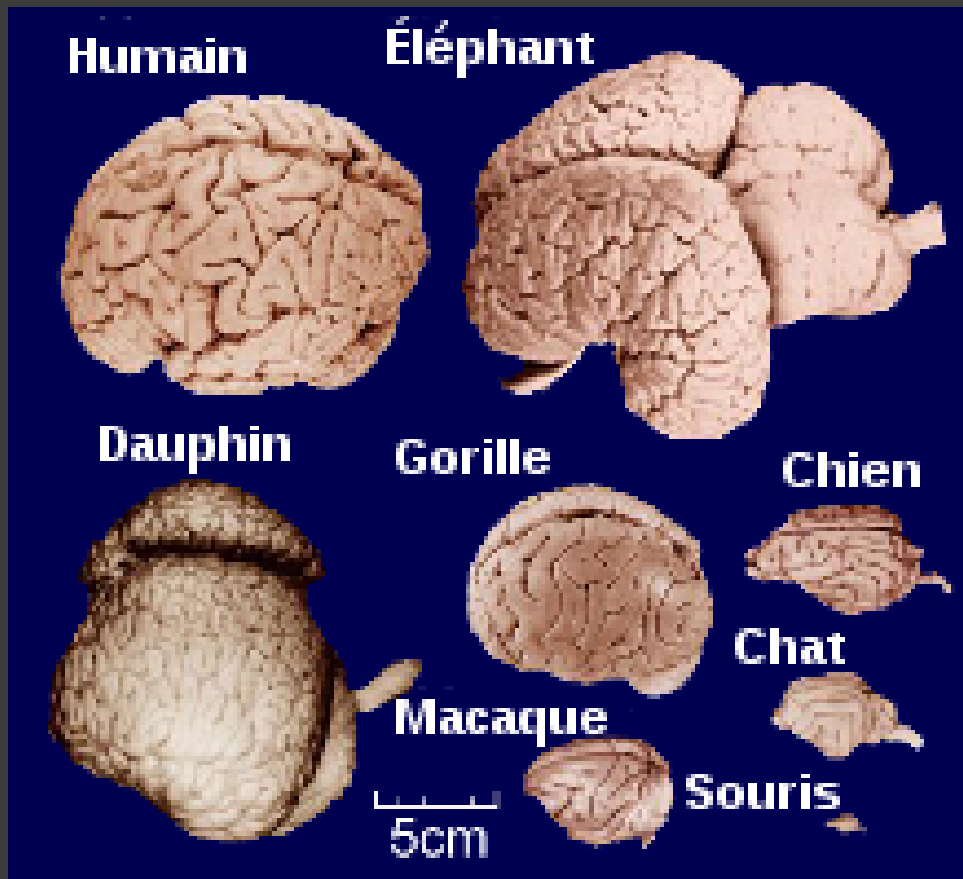


intelligence?

« L'intelligence est l'ensemble des facultés mentales permettant de comprendre les choses et les faits, de découvrir les relations entre eux. L'intelligence est également admise comme étant ce qu'en fait elle permet : la faculté d'adaptation. »

Wikipédia

# Masse du cerveau



Masse (kg)

humain	1,6
chimpanzé	0,4
cachalot	6-7

# Taille relative ou Coefficient d'encéphalisation

- ⊙ Rapport entre le volume du cerveau et le volume du corps
- ⊙ Homme = 2\* chimpanzé
- ⊙ Mais homme < dauphin

# Nombre de neurones / animal

Fourmi 10,000

Humain 100.000.000.000

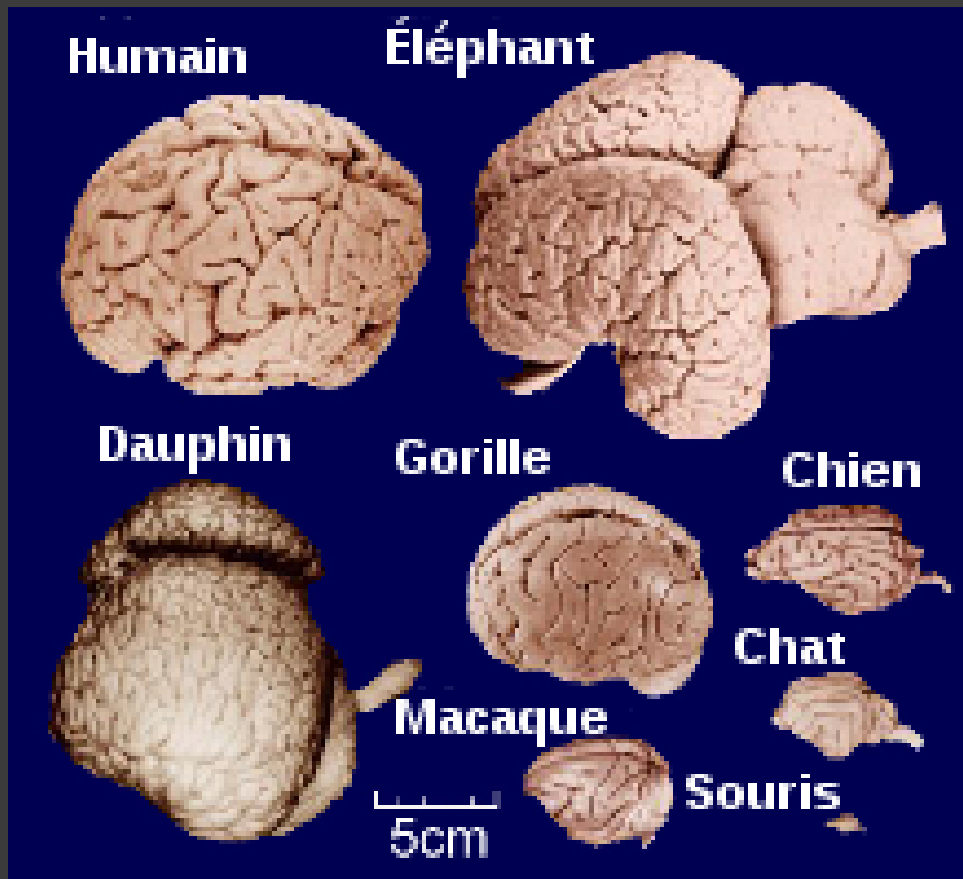
Poulpe 300.000.000

escargot 11,000

Rat 21.000.000

Éléphants et Baleines 200.000.000.000

# Surface

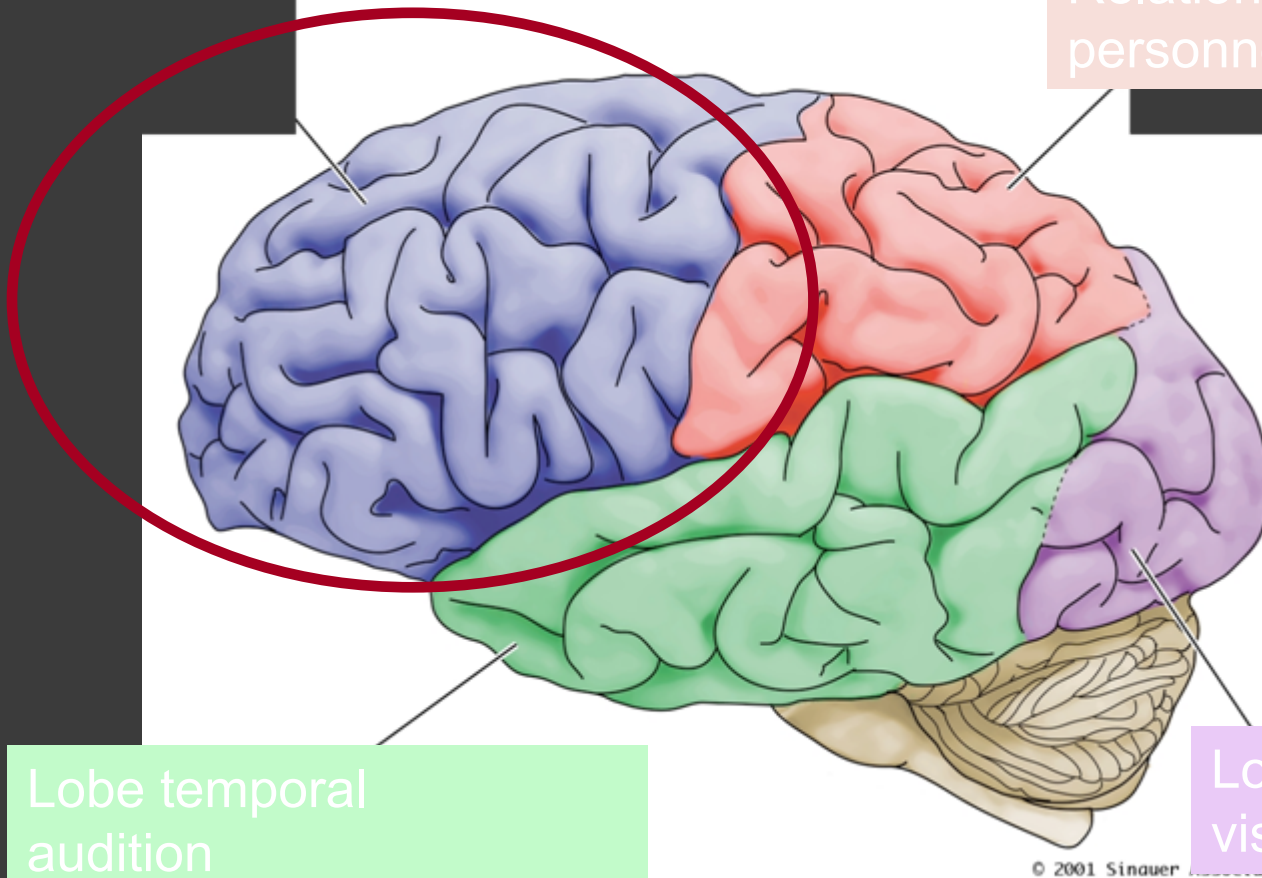


Surface corticale (m<sup>2</sup>)

humain	2,5
rat	0,05
éléphant	6,3
chat	0,83

Lobe frontal  
Planification des actions futures  
+ contrôle des mouvements

Lobe pariétal  
Sensibilité somatique  
Image corporelle  
Relation avec l'espace extra-  
personnel



Lobe temporal  
audition  
Mémoire, apprentissage  
émotion

Lobe occipital  
vision

# L'intelligence ?

- ◎ Intelligence  $\neq$  masse du cerveau
- ◎ Intelligence: le frontal
- ◎ Intelligence corrélée au nb de neurones (nb de sillons chez le cerveau humain) mais pas seulement (densité, réseaux neuronaux (nb de connexions:  $(7000)^{10^{11}}$ , plasticité, ...), à la répartition des neurones (frontal)



# Génétique et épigénèse

- Dévlpmt du cerveau= réponse darwienne à la survie
- Accroissement gigantesque de la masse du cortex et une spécialisation des deux hémisphères
- Le cerveau se modifie en fonction de l'environnement et de l'apprentissage, le bagage « épigénésique » (habitudes, souvenirs, culture, ....)
- Ex: schizophrénie, stimulation de la mémoire, ....