

# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

**Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés**

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

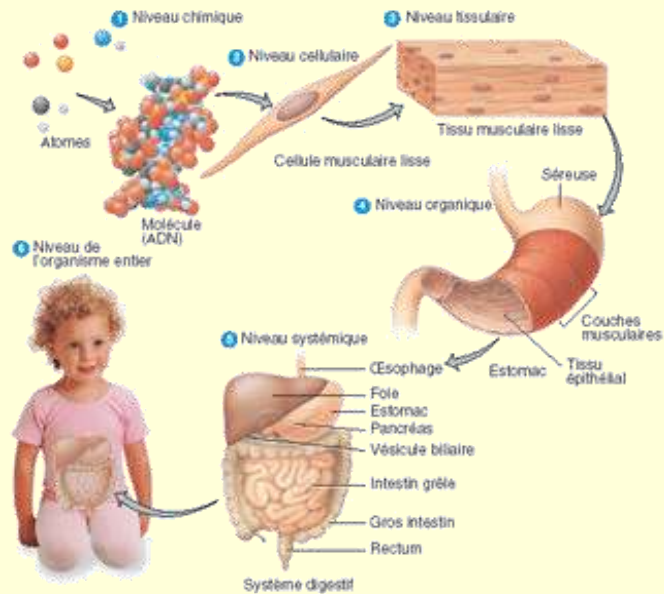
Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives

Les niveaux d'organisation structurale du corps humain (Figure 1.1)



Mais pour que chaque niveau d'organisation de chacun des grands systèmes du corps humain puisse s'intégrer fonctionnellement...



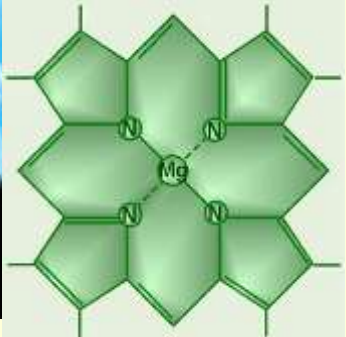
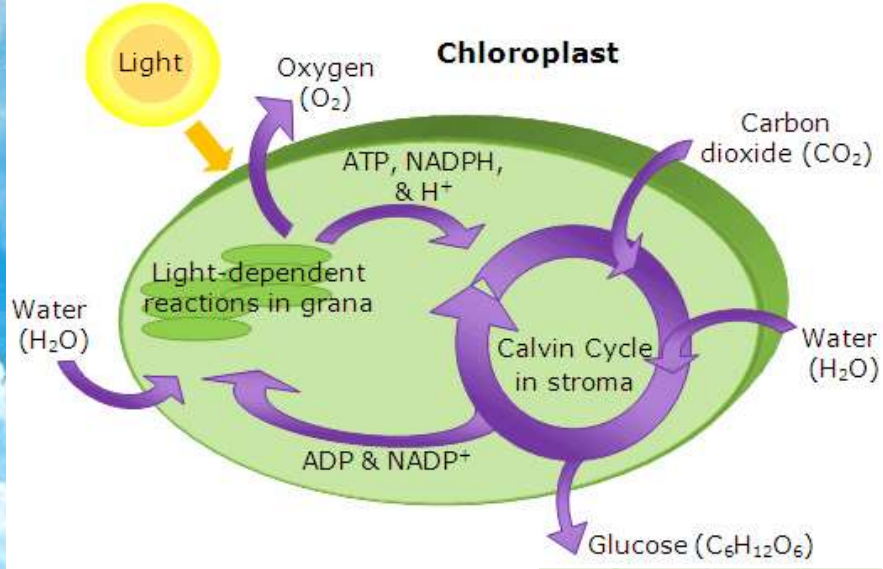
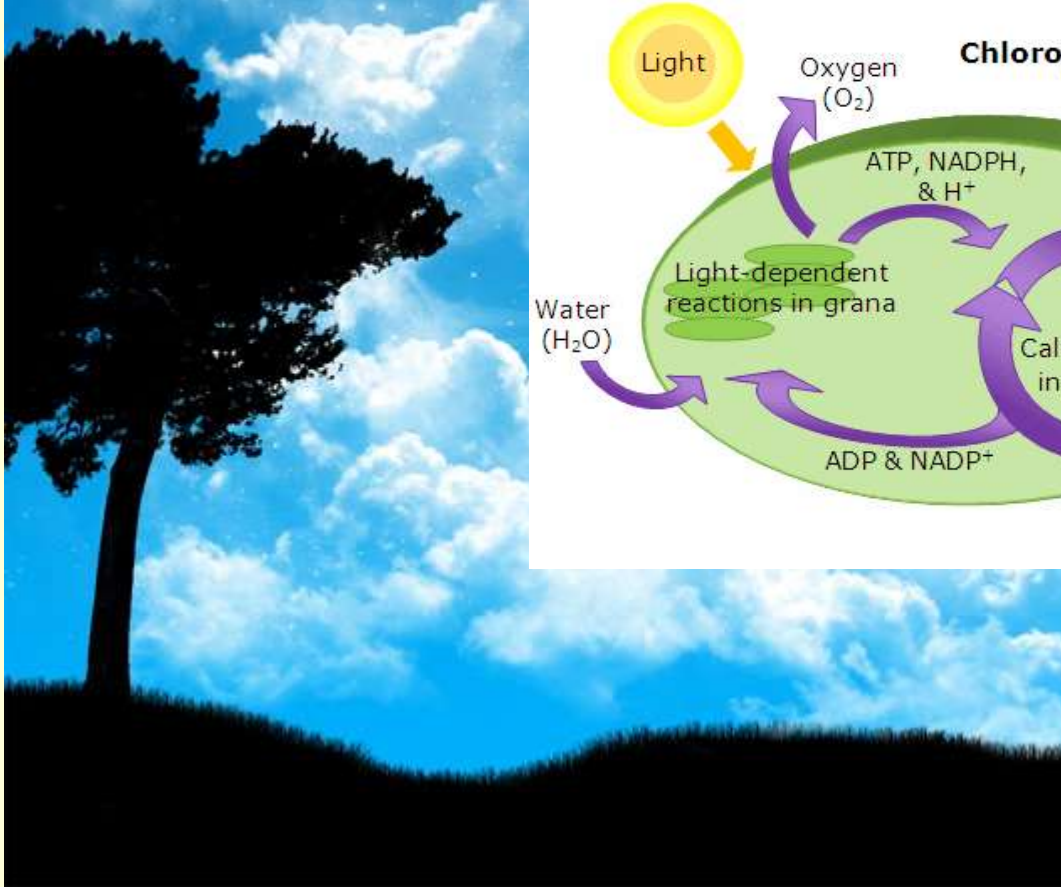
« Chaque sous-ensemble [doit avoir] la même finalité que l'ensemble : la protection de son **intégrité** dans le temps. »

- H. Laborit, La nouvelle grille, p.191



« La seule raison d'être d'un être vivant, c'est **d'être**,  
c'est-à-dire de **maintenir sa structure.** »

- Henri Laborit



Plantes :  
autotrophes

photosynthèse  
grâce à l'énergie du soleil

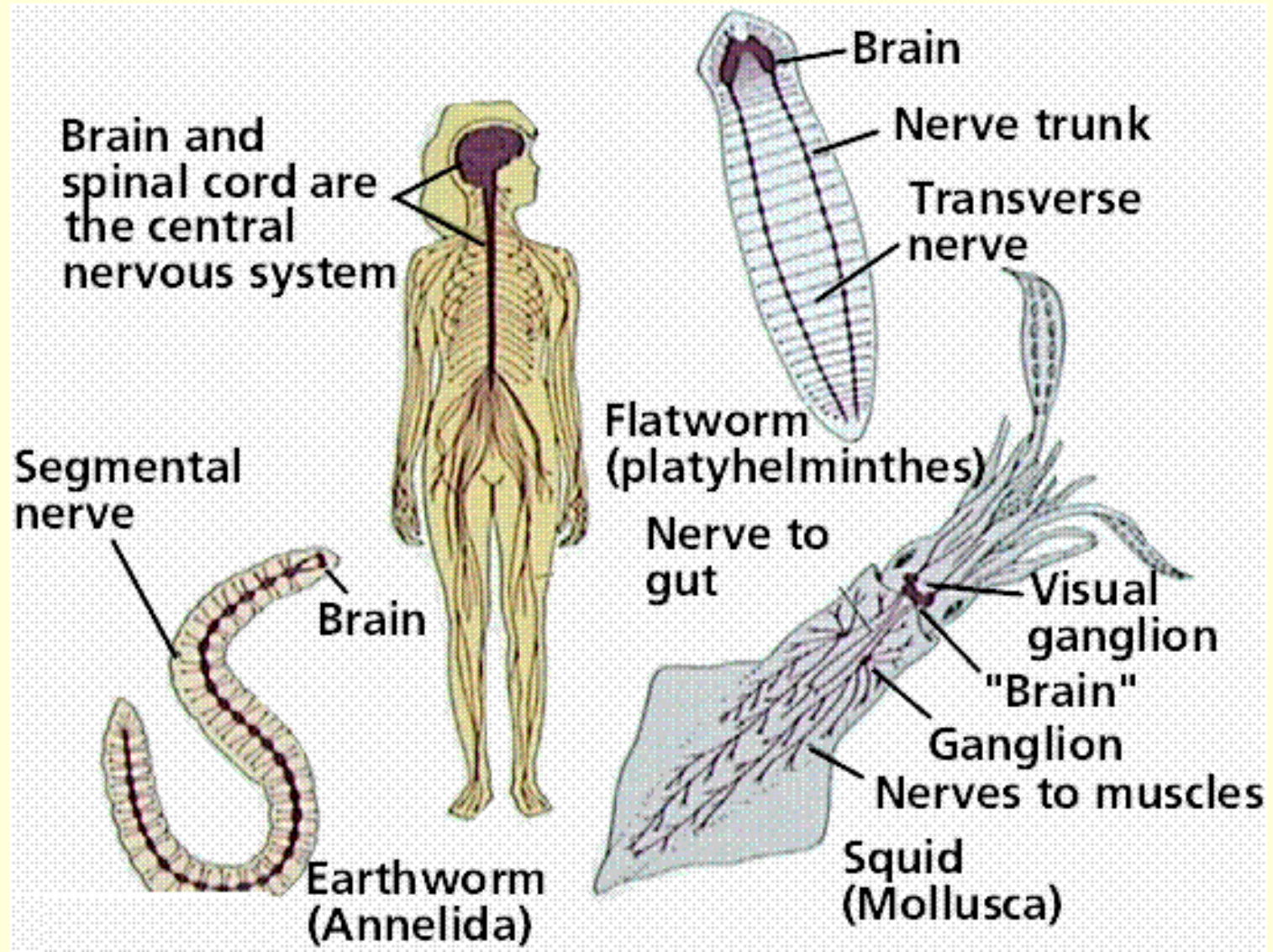




# Animaux : hétérotrophes

**autonomie motrice**  
pour trouver leurs ressources  
dans l'environnement

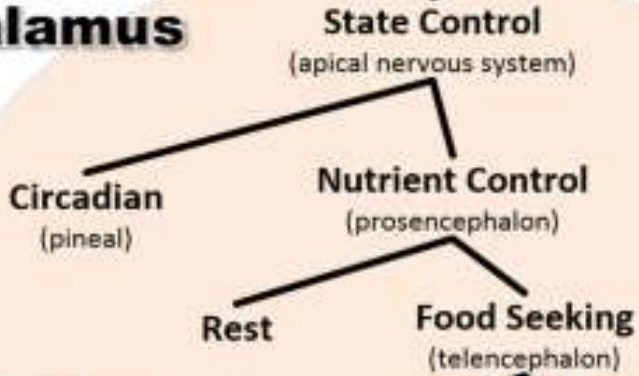
# Systemes nerveux !



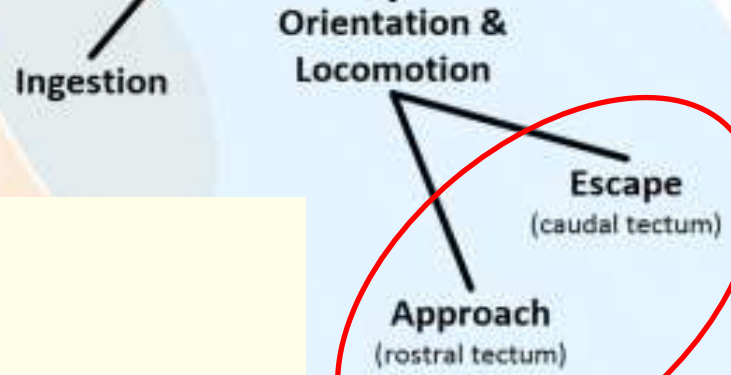
Physiology  
(endoderm)

Behavior  
(ectoderm)

# Hypothalamus

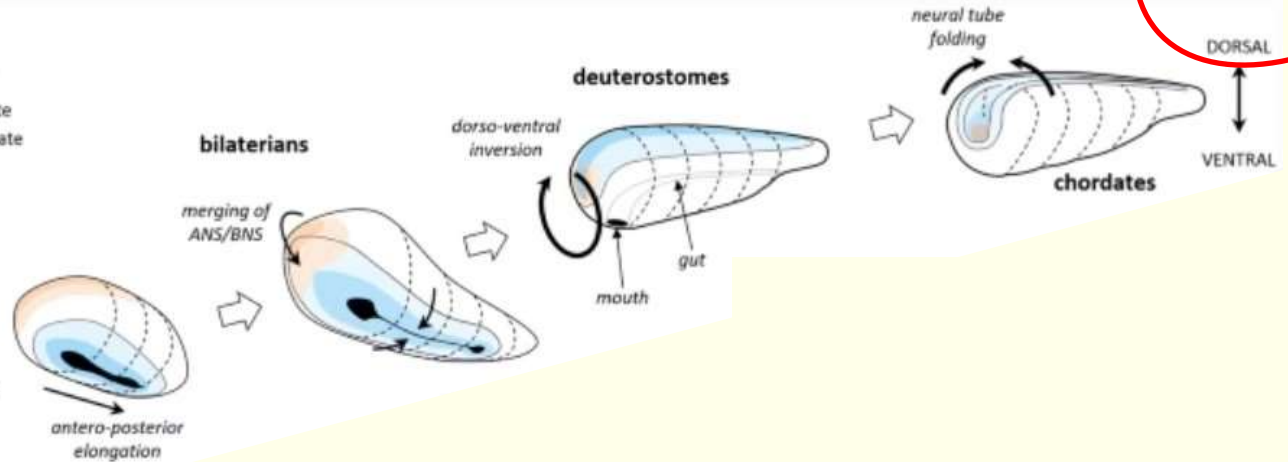


Sensorimotor Control  
(blastoporal nervous system)



# Midbrain, Hindbrain & Spinal Cord

- apical alar region
- apical basal region
- blastoporal alar plate
- blastoporal basal plate



# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

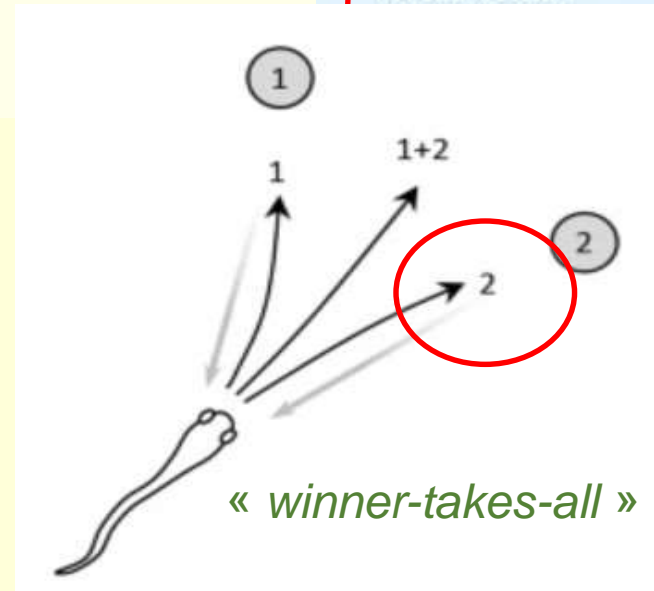
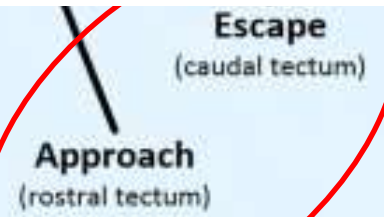
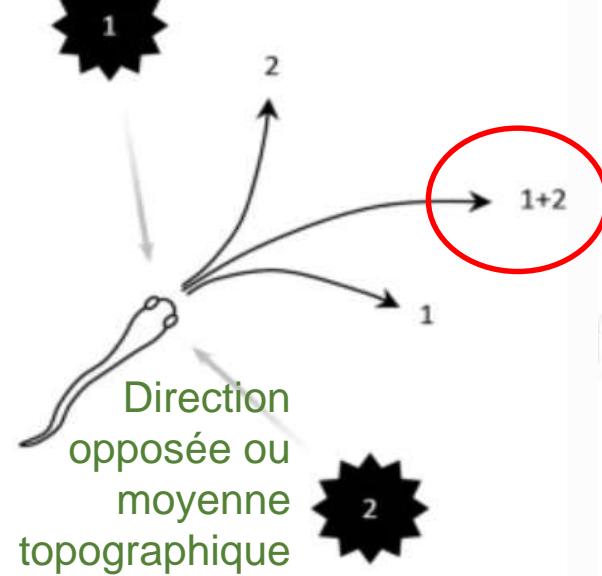
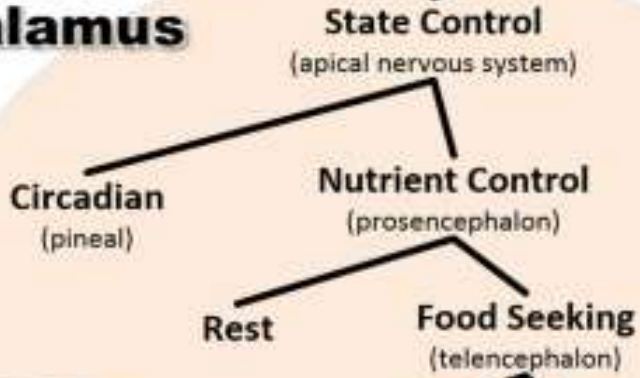
D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives



Physiology  
(endoderm)

Behavior  
(ectoderm)

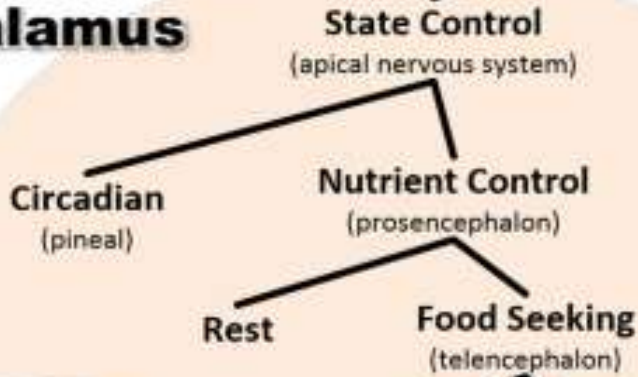
# Hypothalamus



Physiology  
(endoderm)

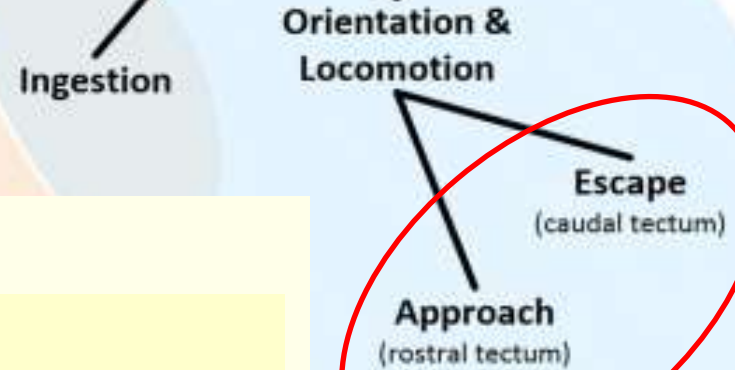
Behavior  
(ectoderm)

# Hypothalamus



Sensorimotor Control  
(blastoporal nervous system)

# Midbrain, Hindbrain & Spinal Cord



Comportements

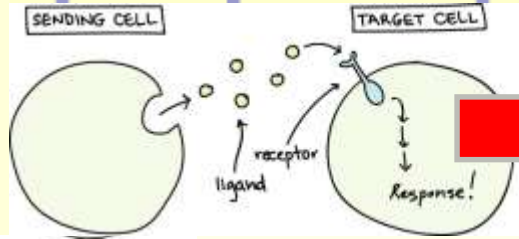
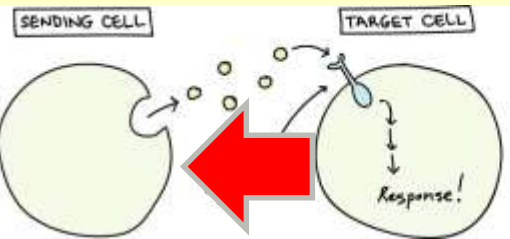
Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de la douleur

Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de la douleur





**Comportements**

**Approche  
(recherche de plaisirs)**

manger,  
boire,  
se reproduire

**Évitement de  
la douleur**

protéger son  
intégrité physique



Comportements

Approche  
(recherche de plaisirs)

Évitement de  
la douleur



manger,  
boire,  
se reproduire

protéger son  
intégrité physique



→ Besoins **innés** qui sont modulés par des **automatismes acquis chez les humains** [classe sociale, médias, publicité, etc.]





**Cause ultime**  
= maintenir  
sa structure.

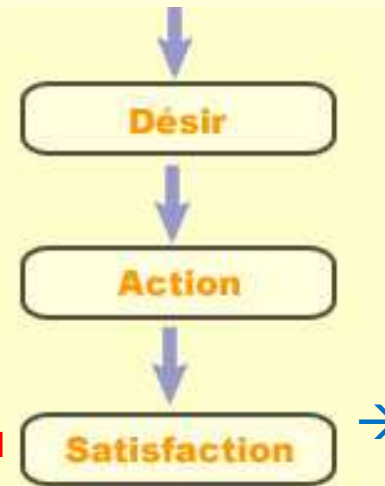


manger,  
boire,  
se reproduire

protéger son  
intégrité physique

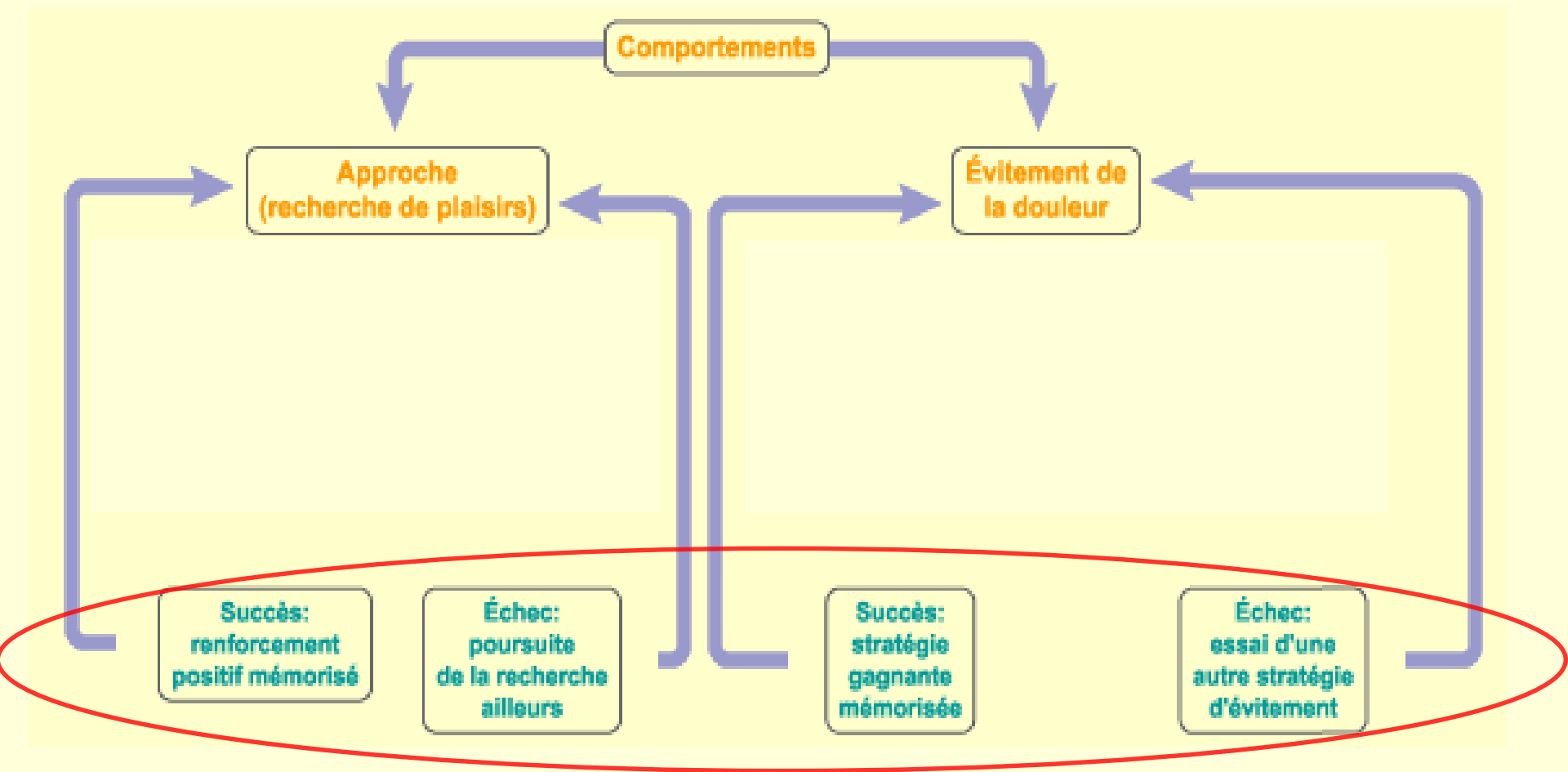


→ Exemple : l'**amer**  
(proxy pour la toxicité probable d'un aliment)



**Proxy = plaisir ou**

→ Exemple : le **sucré**  
(proxy pour la valeur énergétique de l'aliment)



L'apprentissage et mémorisation des « bons et mauvais coups » est donc très précieux d'un point de vue **adaptatif** car il va permettre de mieux **prédire** l'avenir et donc **d'agir** de façon **plus efficace**.

# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

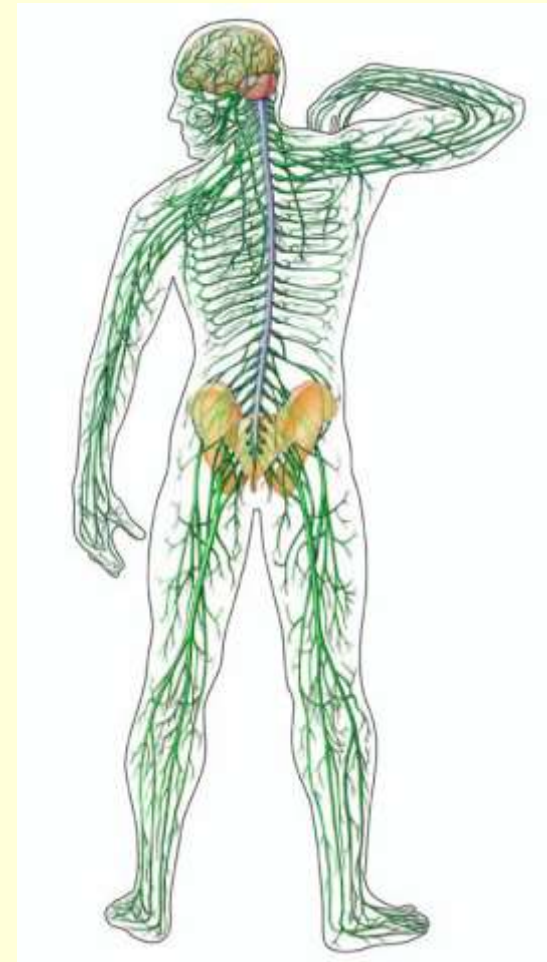
D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives



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

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

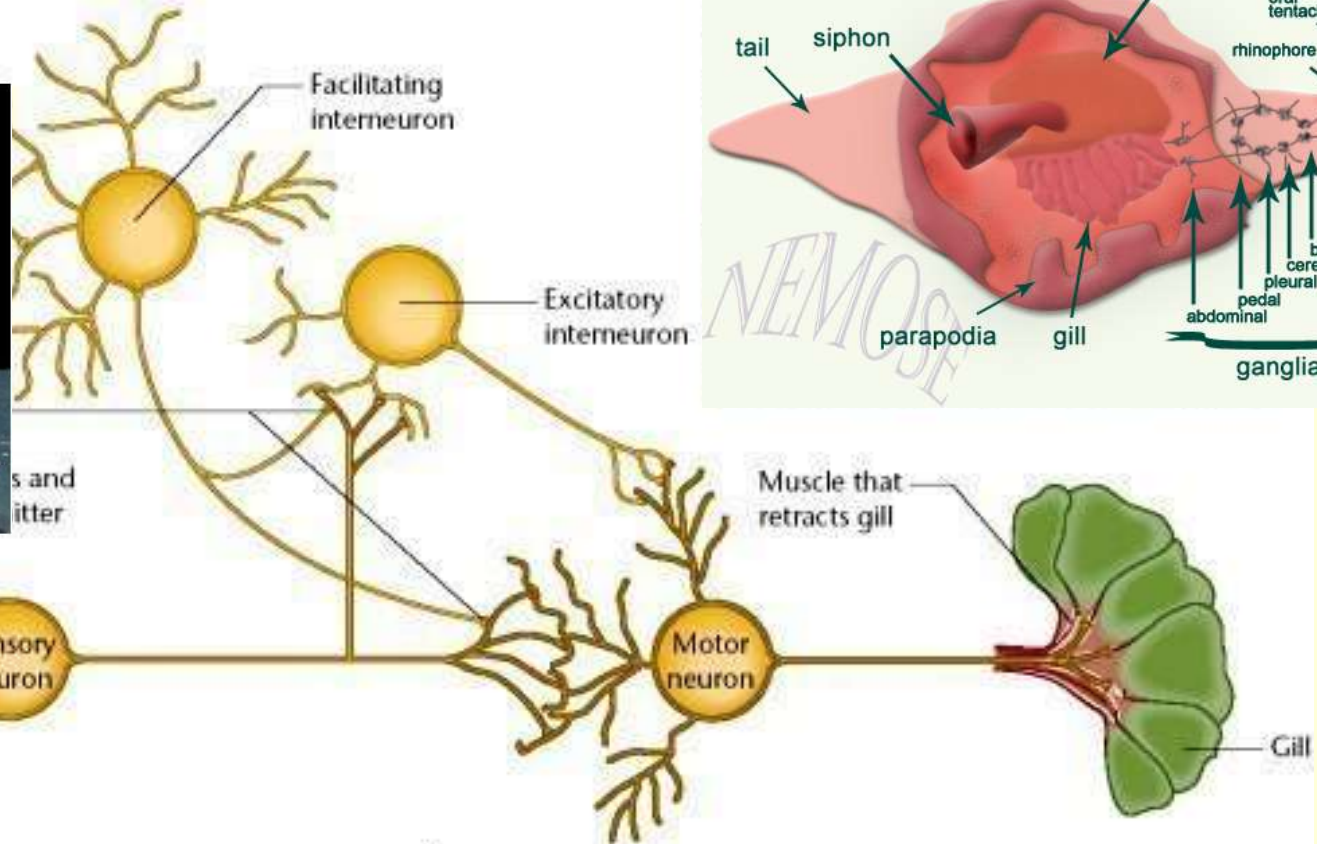
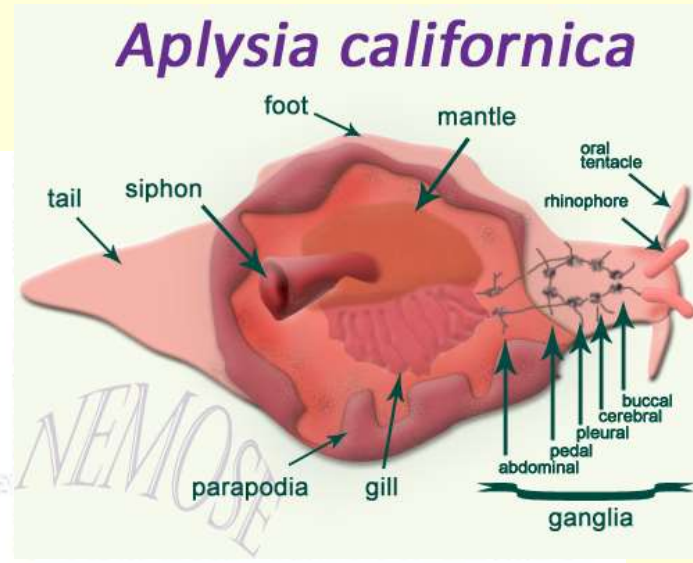
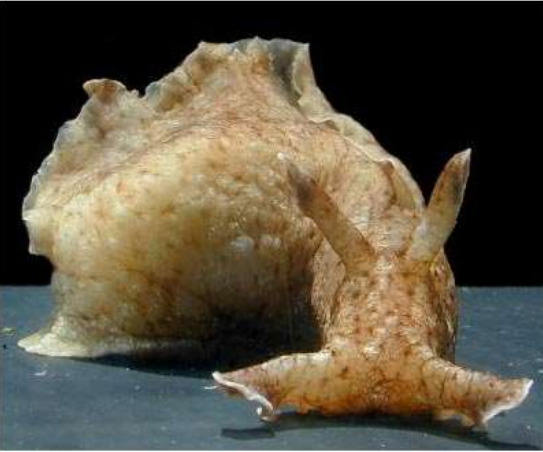
- Alain Berthoz





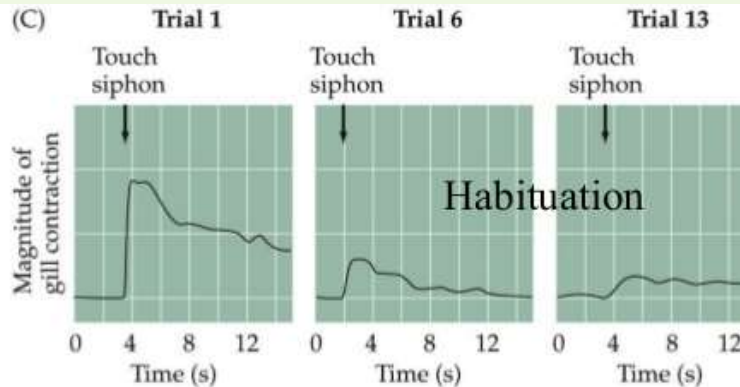
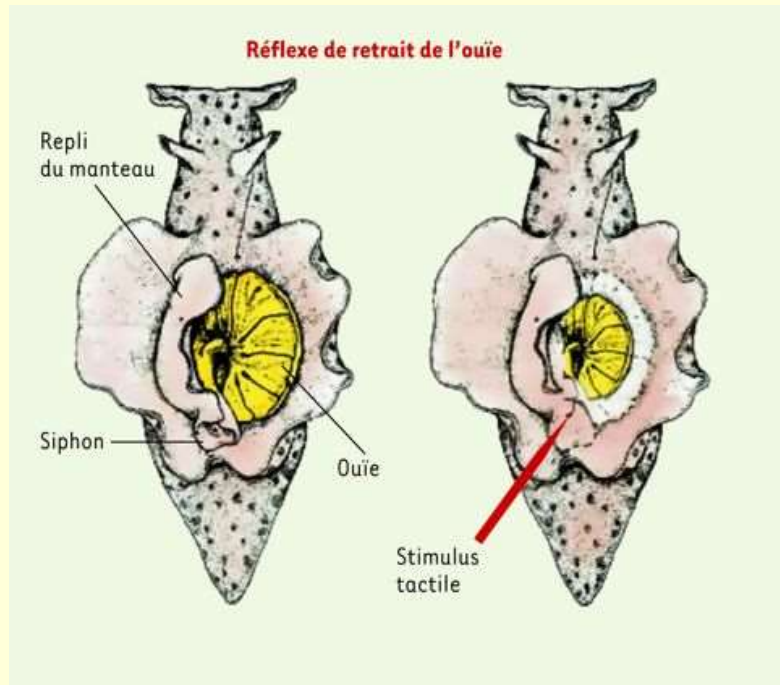
# Aplysie

(mollusque marin)



Une boucle sensori - motrice

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

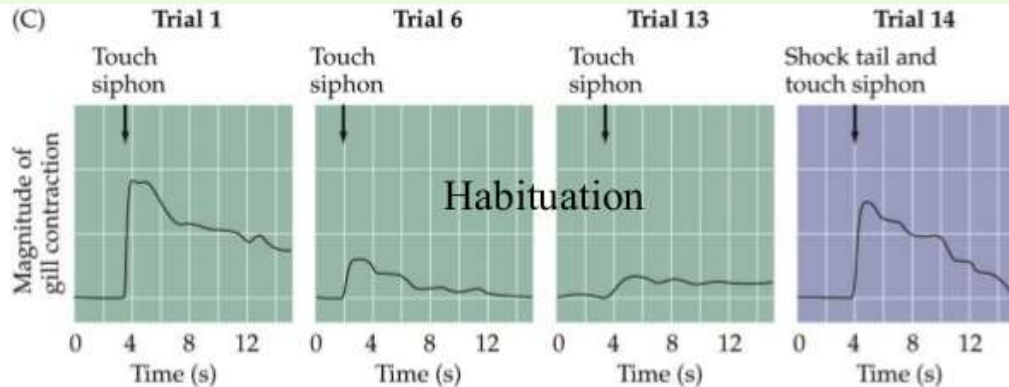
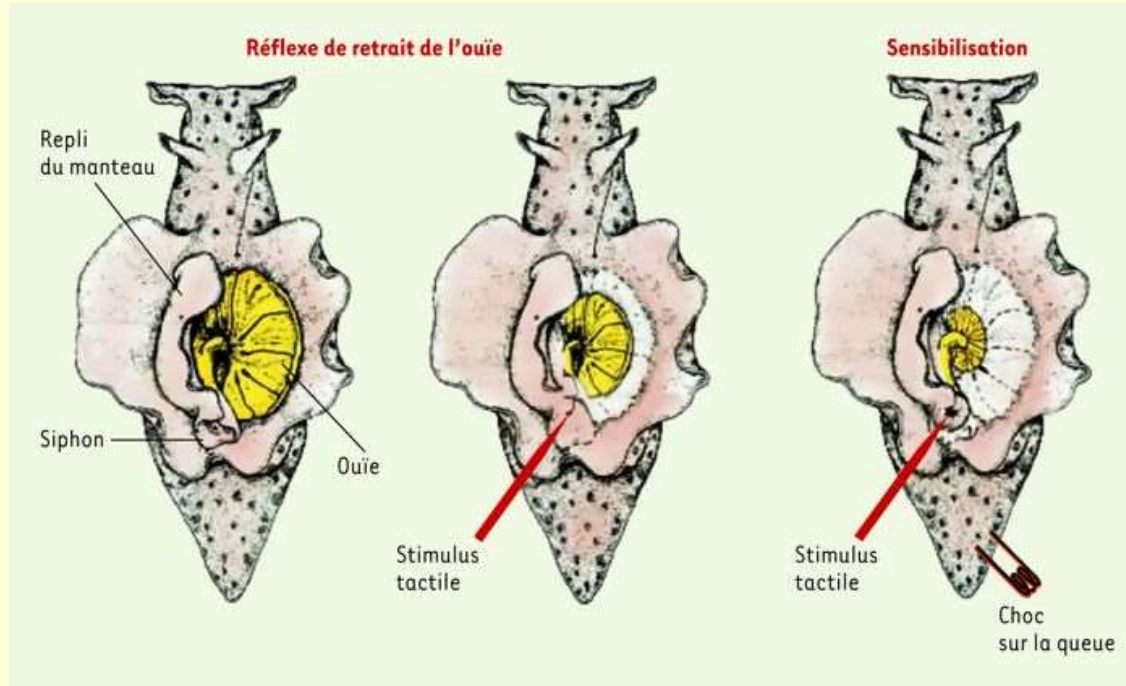


L'animal apprend que ce stimulus n'est pas douloureux

et cette mémoire va lui permettre de **prédire** qu'un stimulus semblable n'est pas dangereux

et donc il va agir de manière adaptative en l'ignorant.

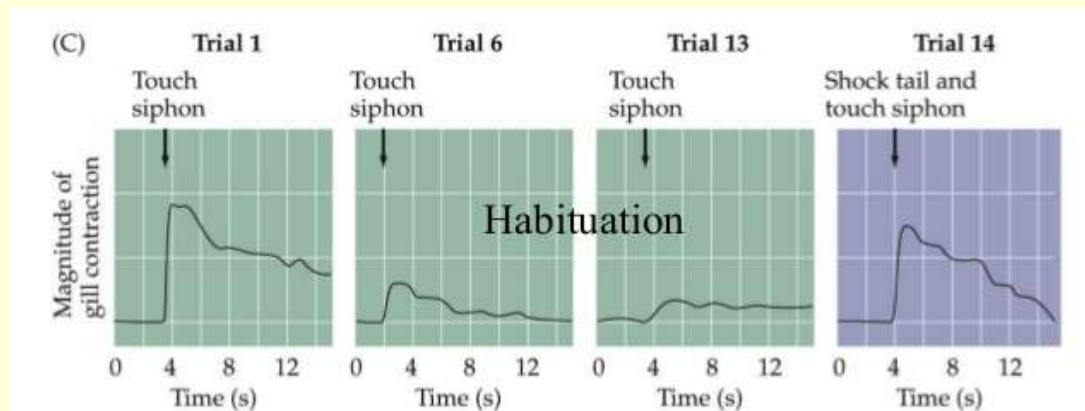
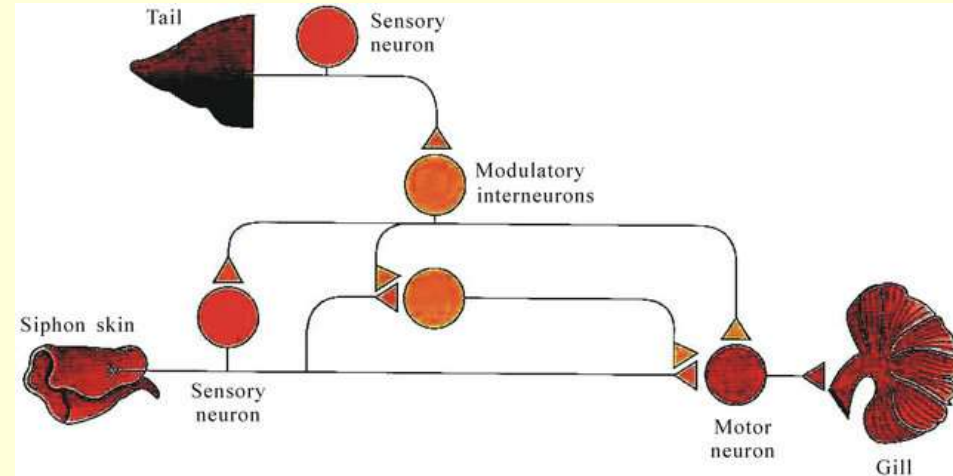
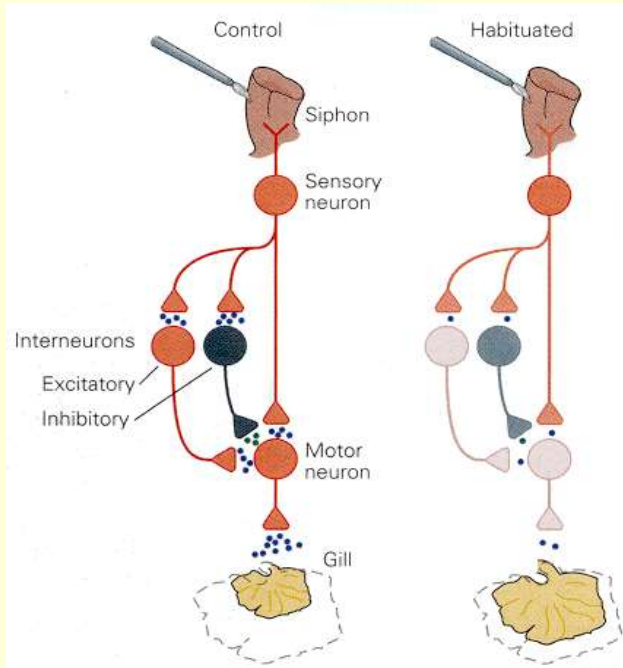
Et déjà, dans les systèmes nerveux les plus primitifs, on voit apparaître des formes simples **d'apprentissage** et de **mémoire** comme...



Quelque chose de nouveau survient et provoque une douleur;

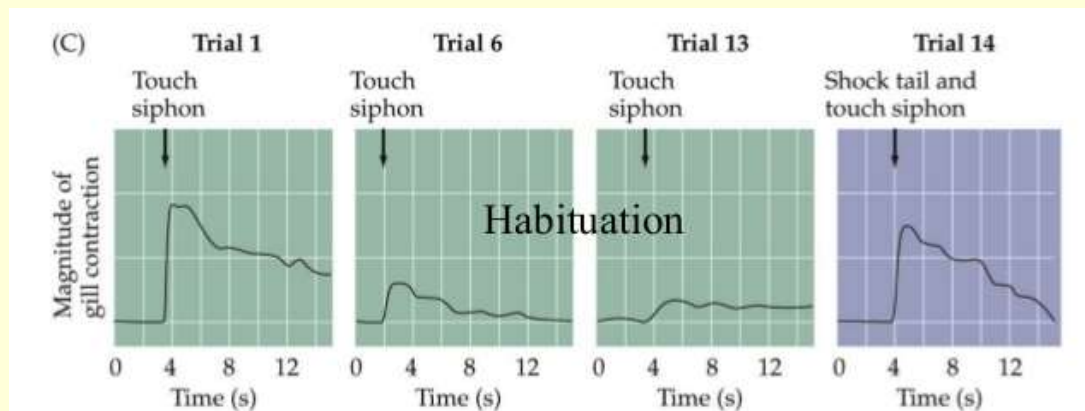
l'animal **prédit** la présence d'un danger et agit en conséquence.

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



Sensibilisation

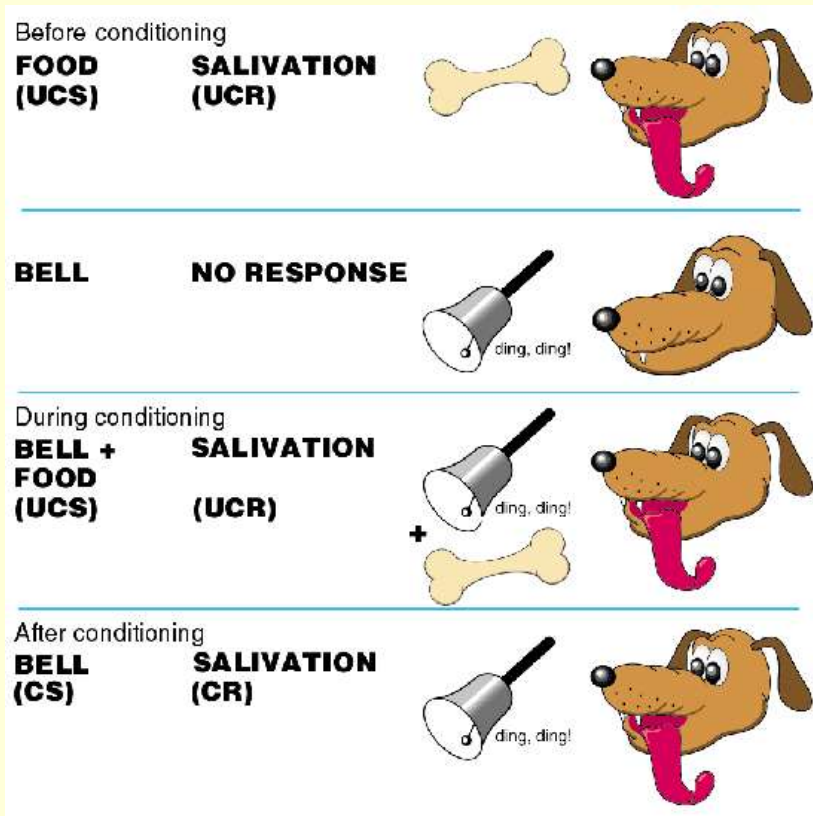
# Des formes d'apprentissage et de mémoire qui demeurent présentes chez l'humain...



Sensibilisation

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

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

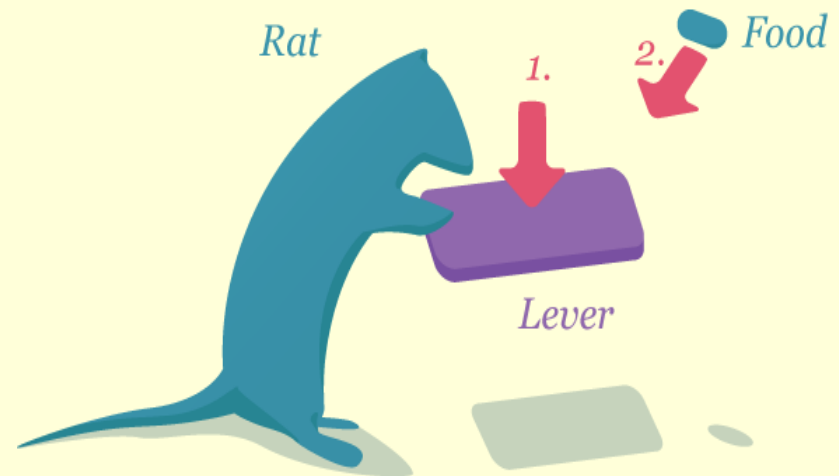


Encore ici, l'association permet de faire une **prédiction** et de se préparer en conséquence.

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

Encore une association, ici entre une action et une conséquence, qui permet de **prédire** ce qui va se passer et de mieux s'y préparer.

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



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

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

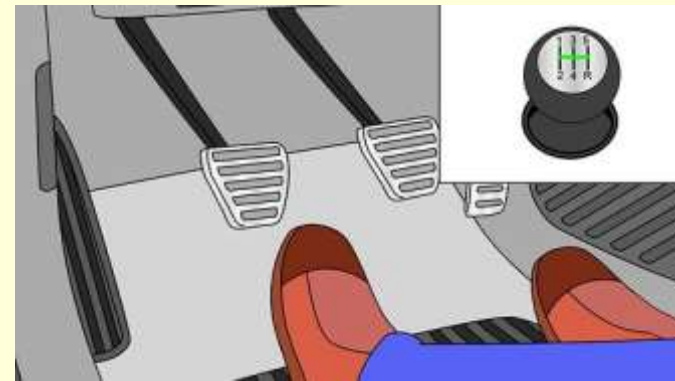


Et le **conditionnement opérant**, où l'on apprend qu'avoir tel comportement amène une récompense.

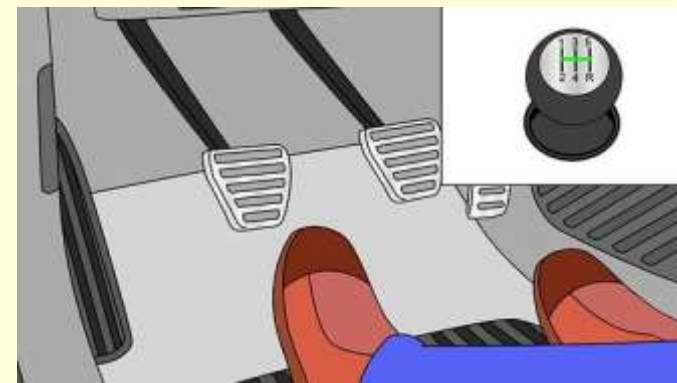
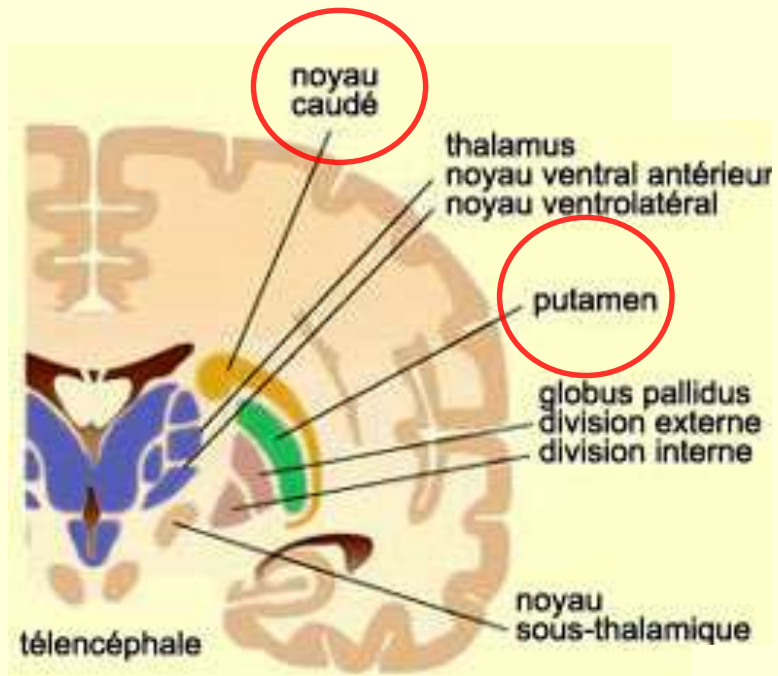
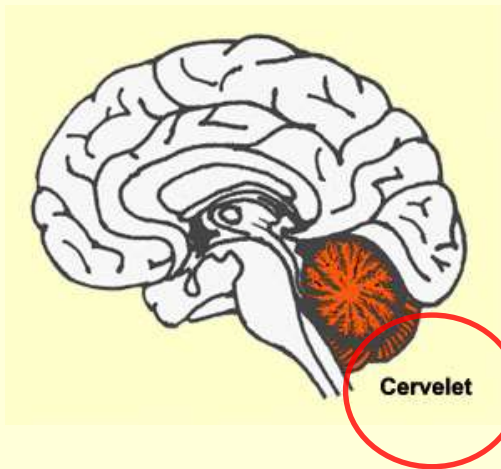




# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



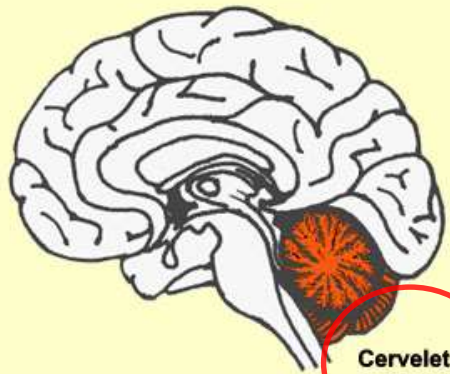
# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



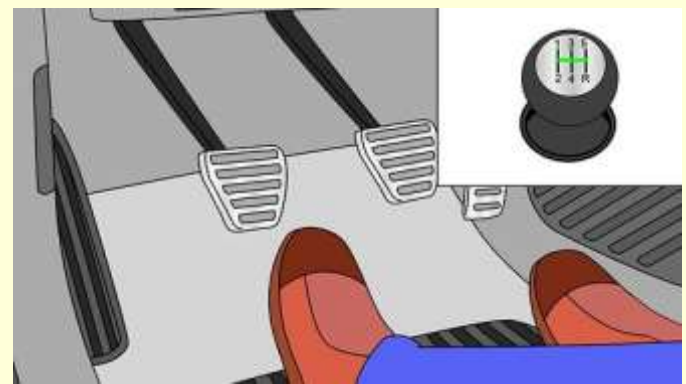
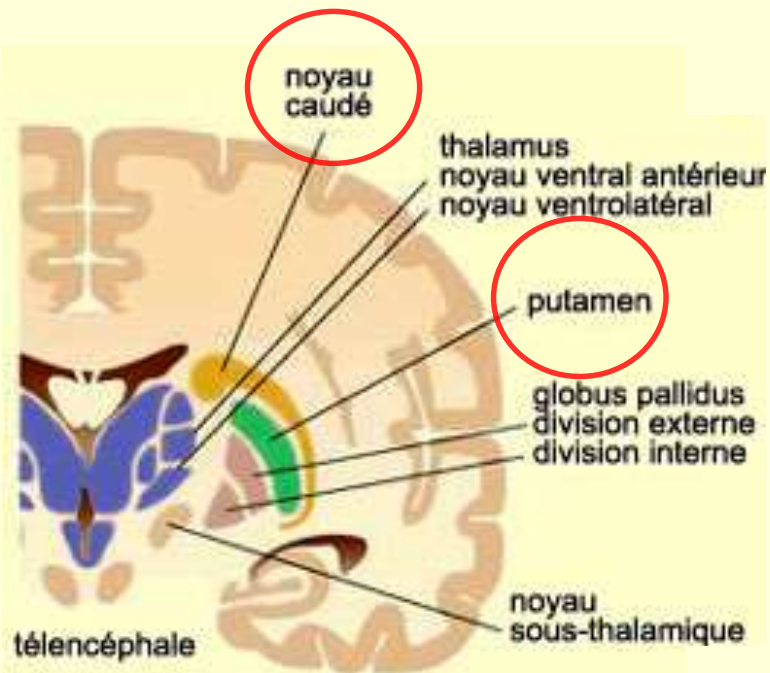
# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)

Mémoire à long terme

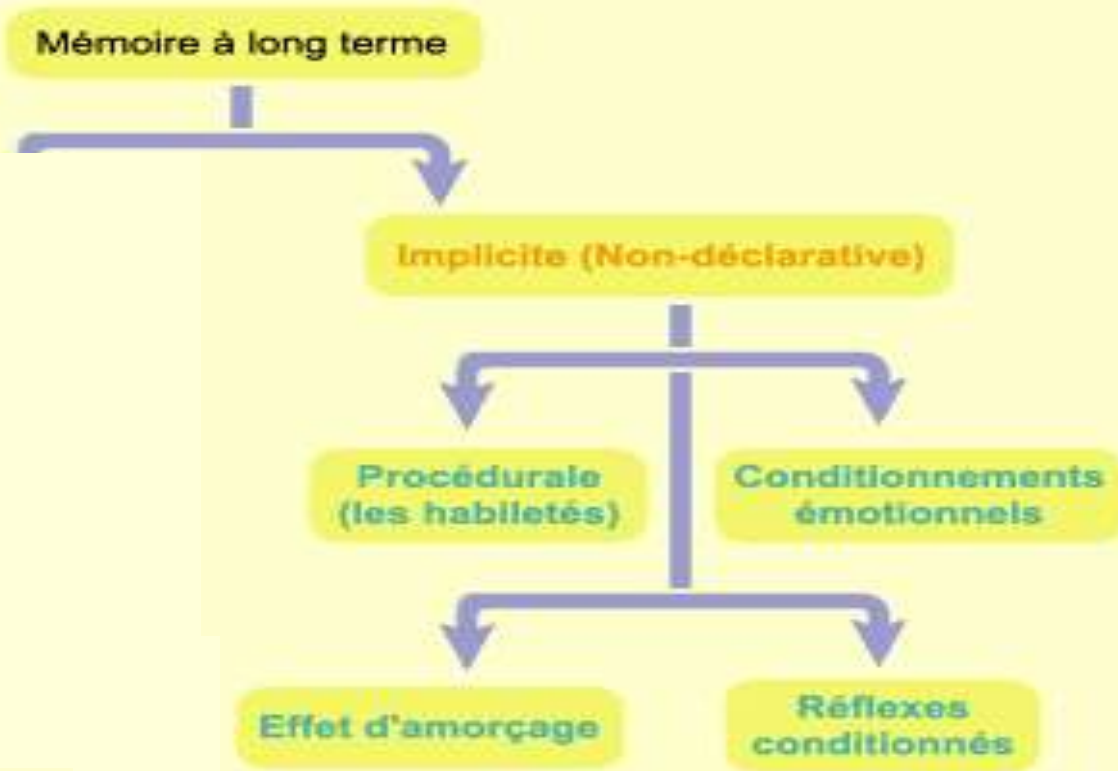
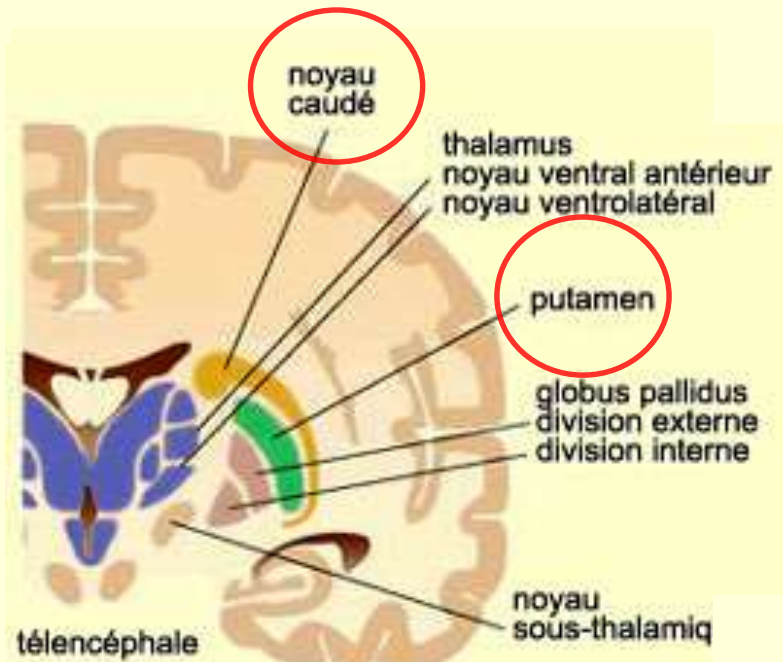
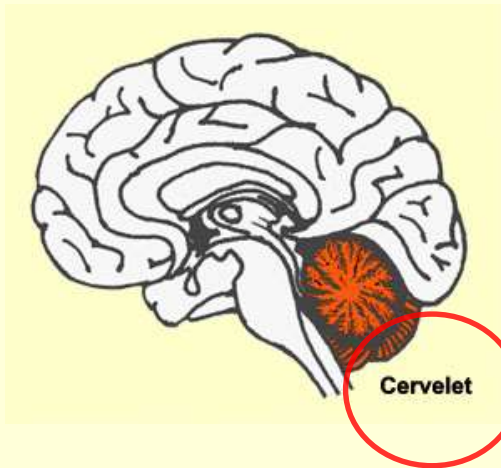
Implicite (Non-déclarative)

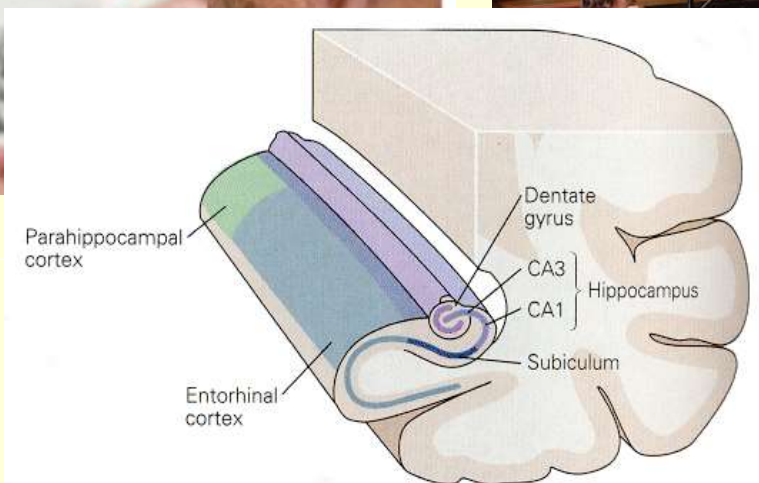
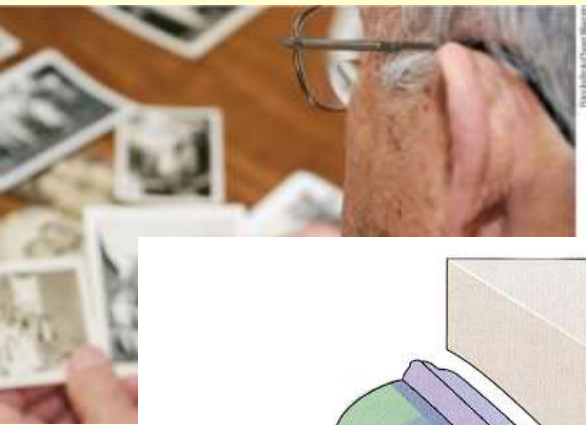
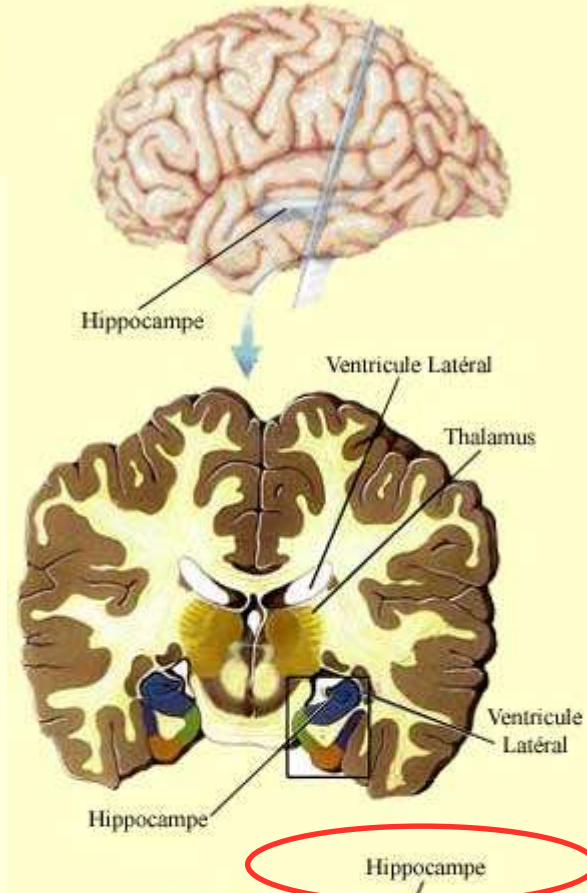
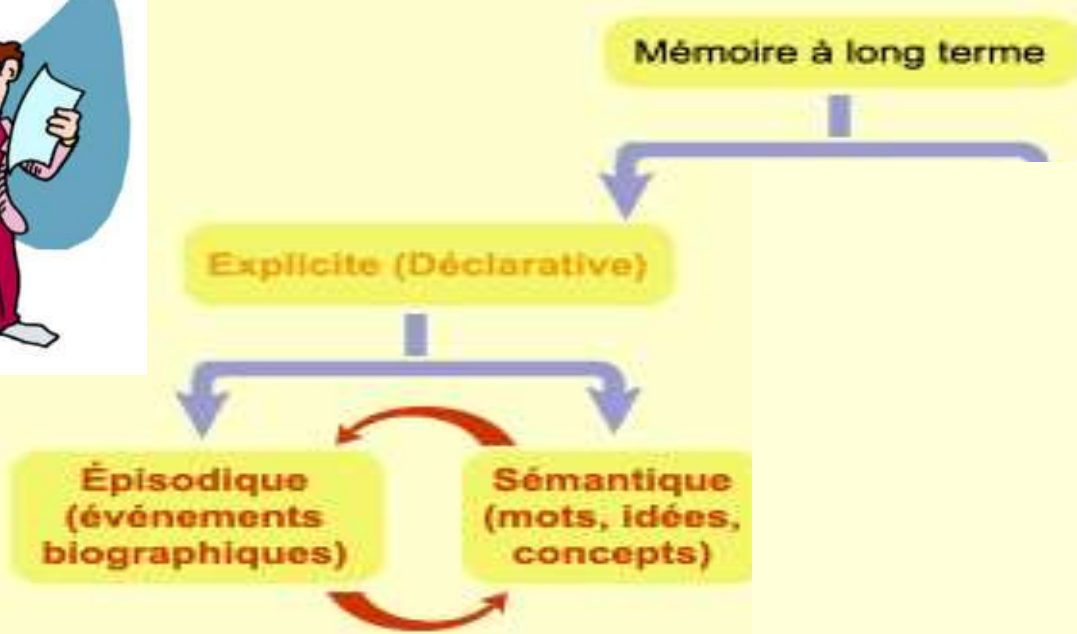


Cervelet

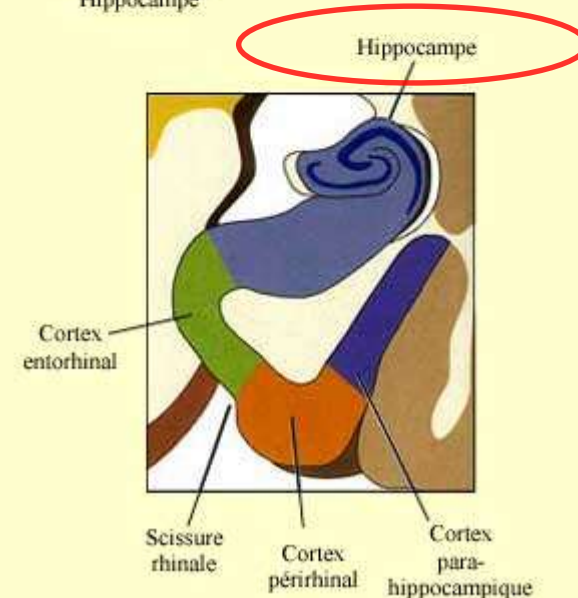


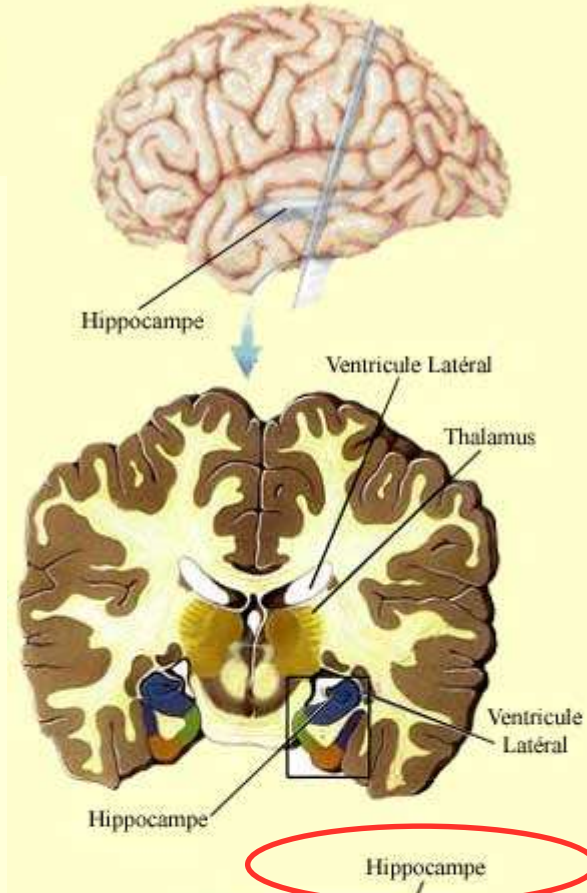
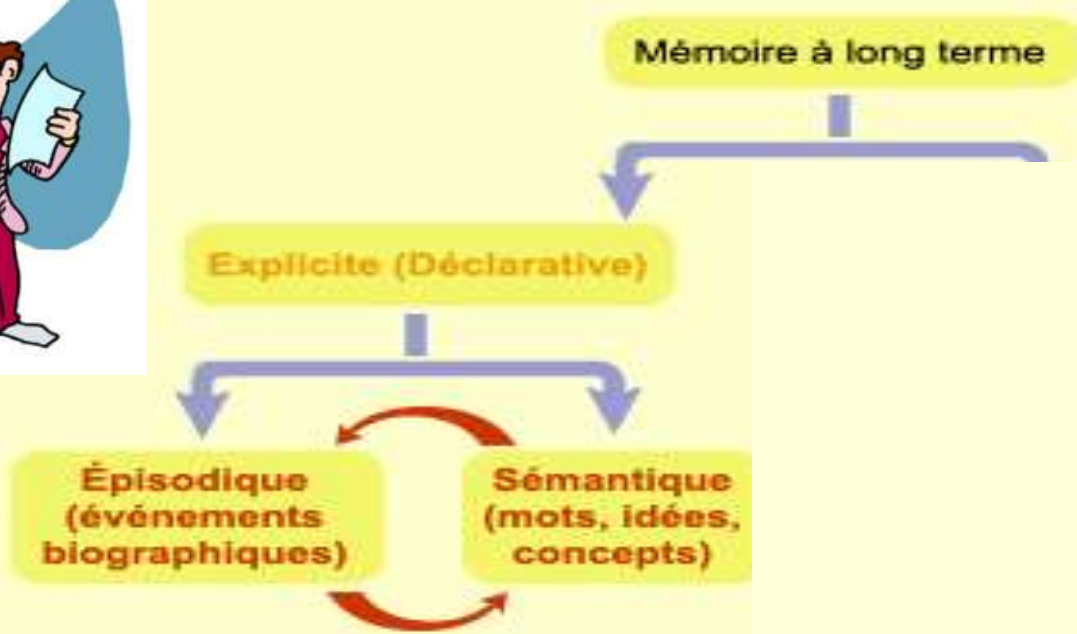
# La mémoire procédurale (celle des habiletés motrices)



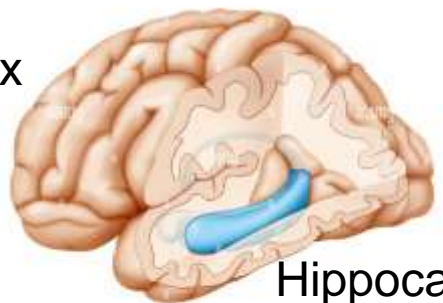


Différentes sous-régions contribuent différemment...



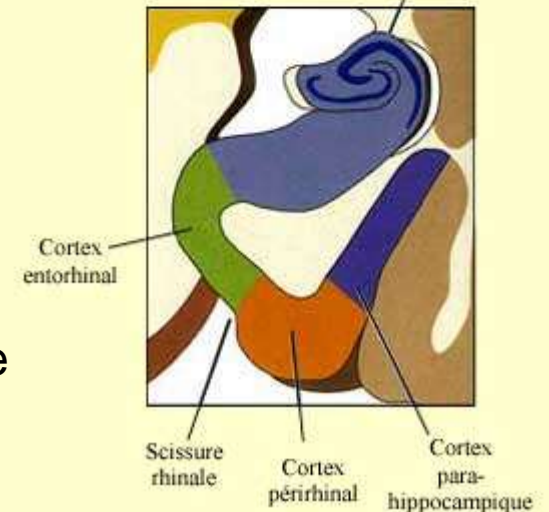


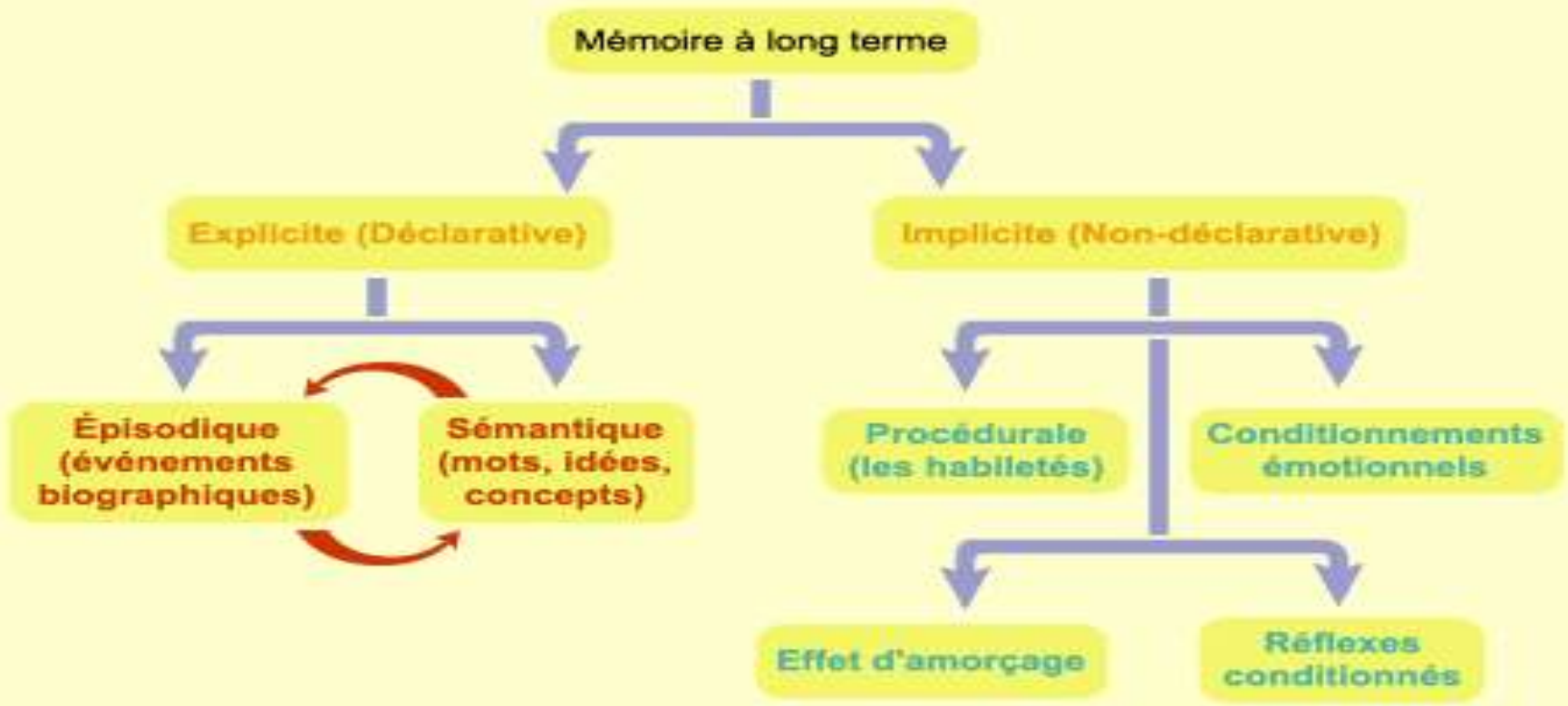
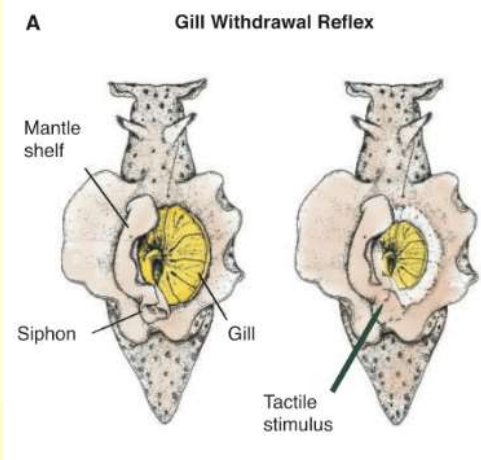
Cortex



Hippocampe

...et il y a une interaction étroite entre cortex et hippocampe





# Plan

**Intro :** D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

**L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources**

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

Affordances

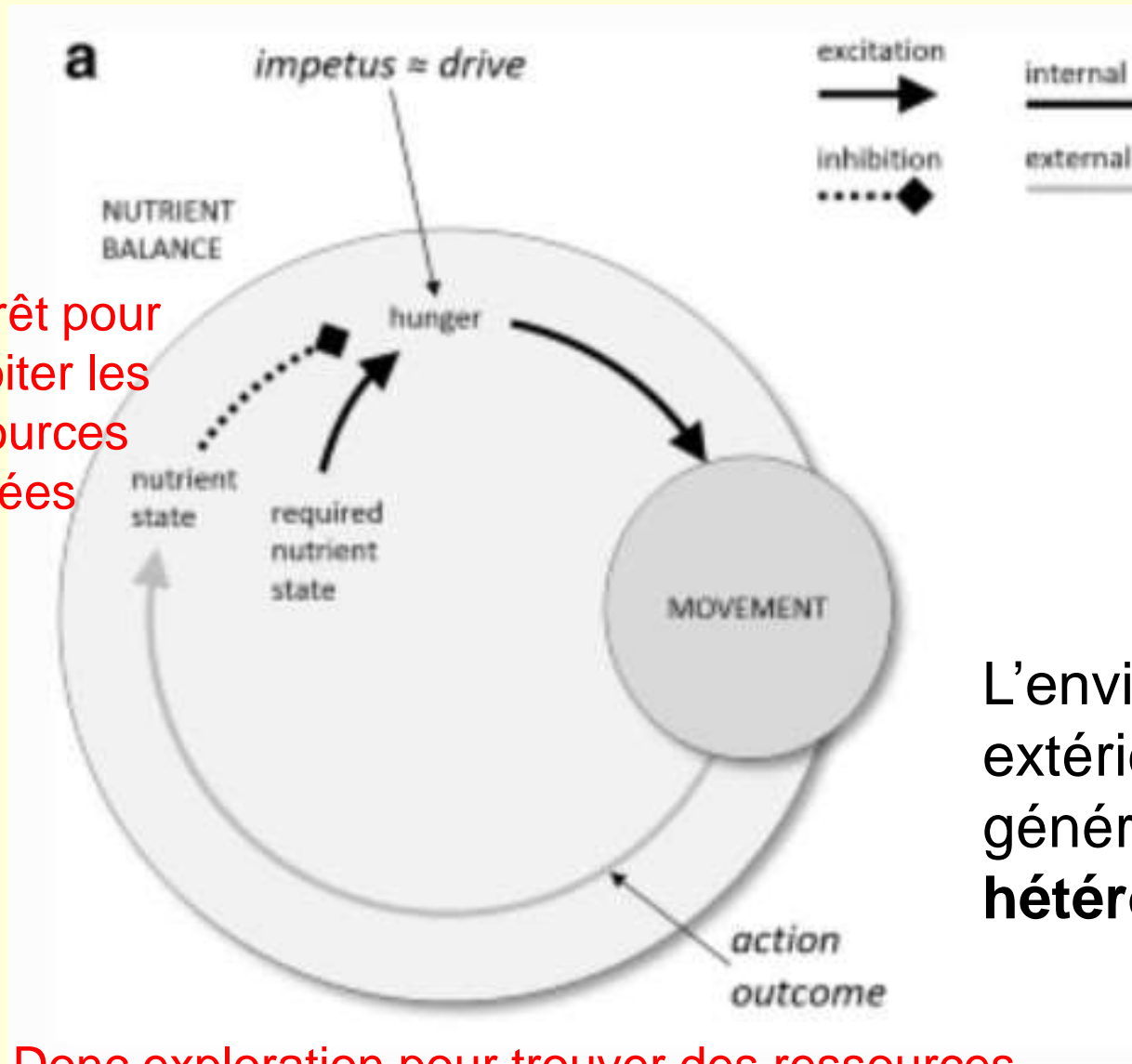
Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives



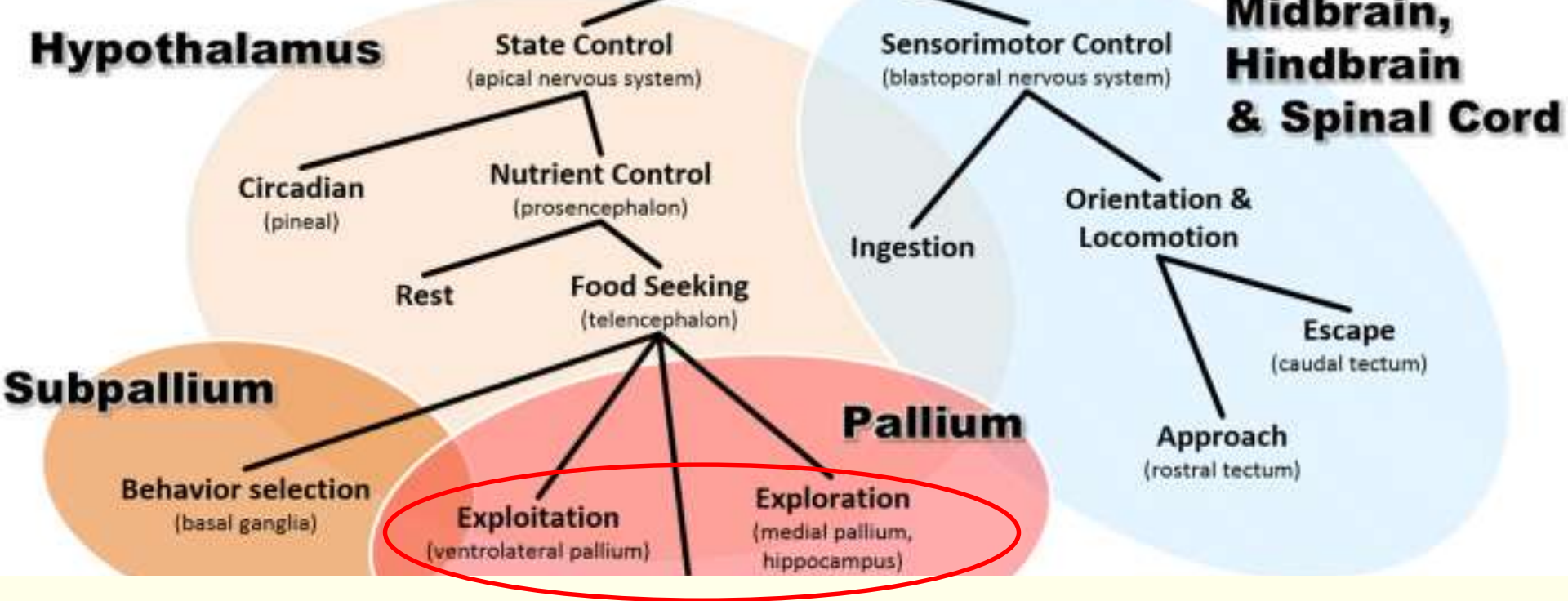
# « Comportement » :



Et arrêt pour exploiter les ressources trouvées

L'environnement extérieur est généralement **hétérogène.**

Donc exploration pour trouver des ressources

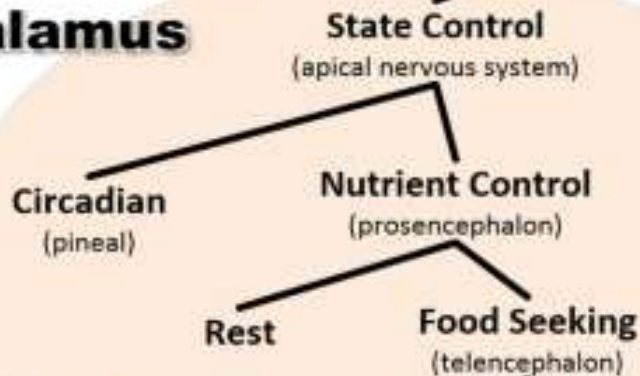


Nos deux grands systèmes, **sympathiques** et **parasympathiques**, en sont la version élaborée dans le corps humain.

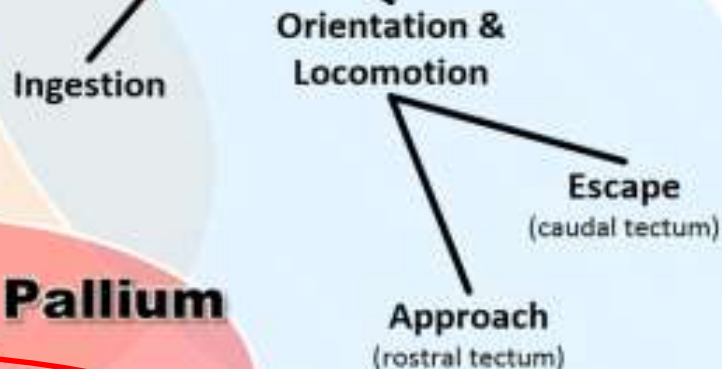
Et cette **motivation à explorer** le monde provient de **valeurs** affectives qui découlent elles-mêmes de la **mémoire** des couplages passés entre les besoins physiologiques d'un corps particulier et des éléments de l'environnement,

et qui vont aider à orienter cette exploration pour la rendre plus efficace.

# Hypothalamus



# Sensorimotor Control (blastoporal nervous system)



# Midbrain, Hindbrain & Spinal Cord

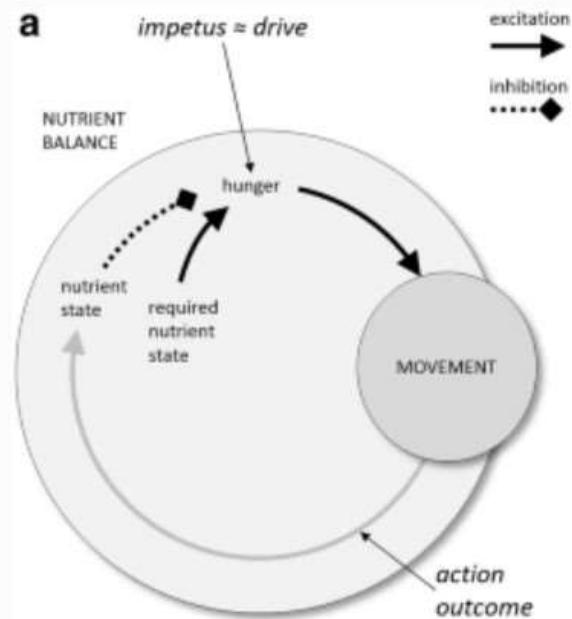
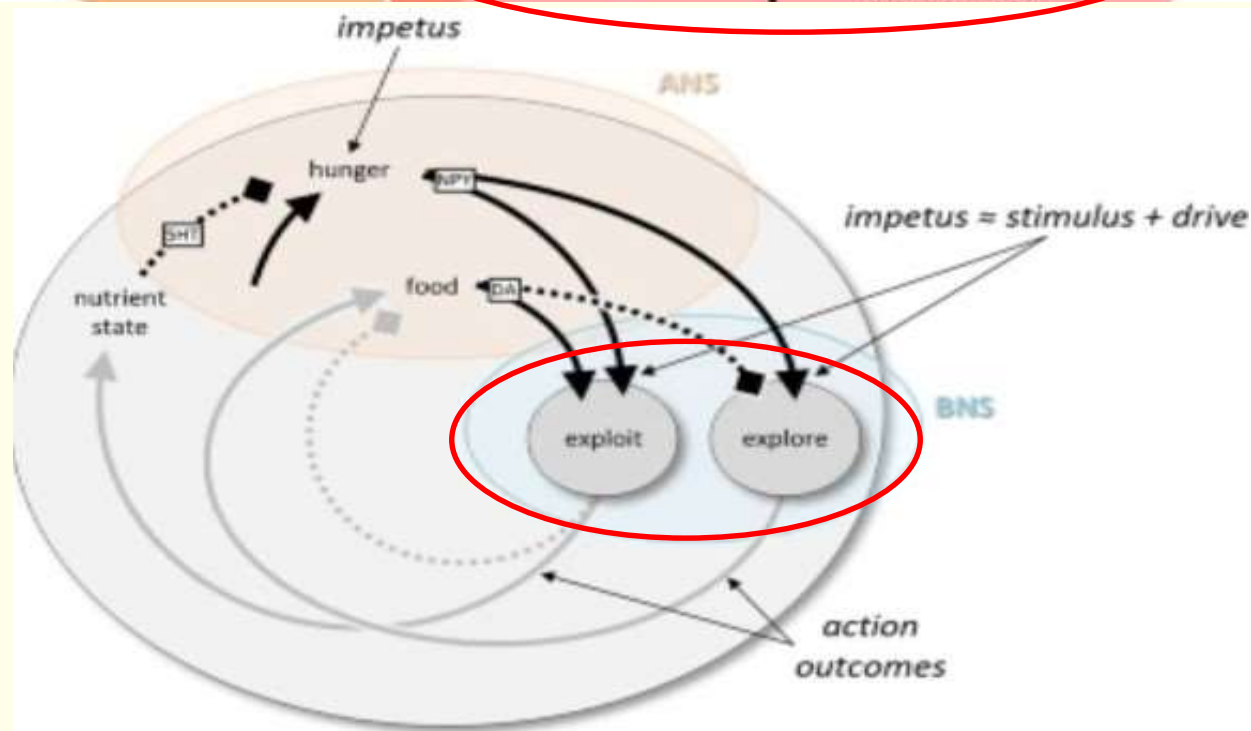
# Subpallium

Behavior selection  
(basal ganglia)

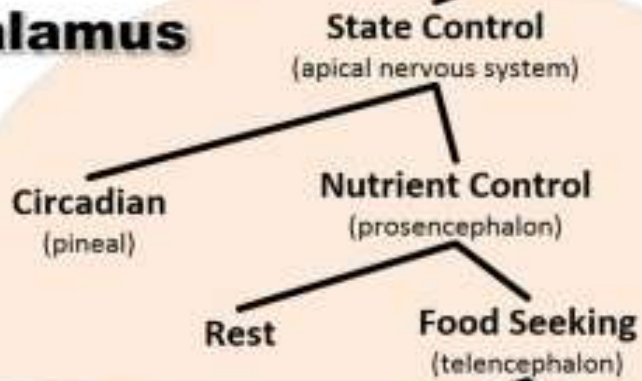
Exploitation  
(ventrolateral pallium)

Exploration  
(medial pallium, hippocampus)

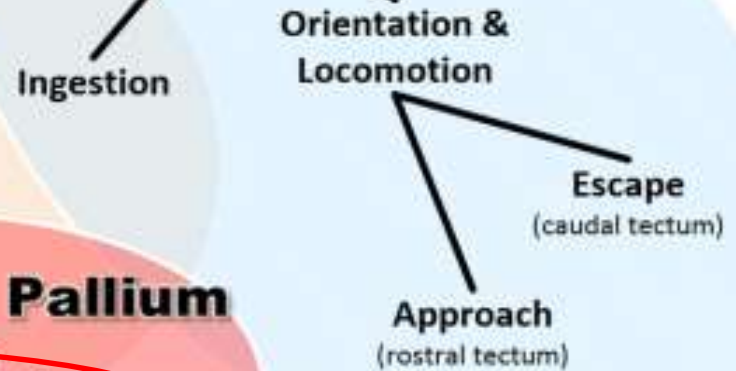
# Pallium



# Hypothalamus



# Sensorimotor Control (blastoporal nervous system)



# Midbrain, Hindbrain & Spinal Cord

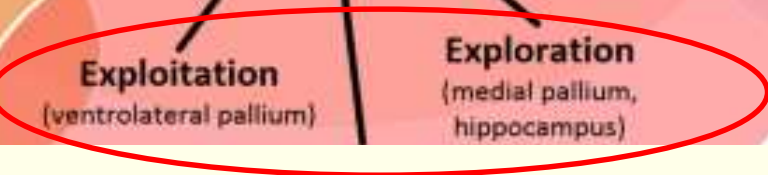
# Subpallium

Behavior selection  
(basal ganglia)

Exploitation  
(ventrolateral pallium)

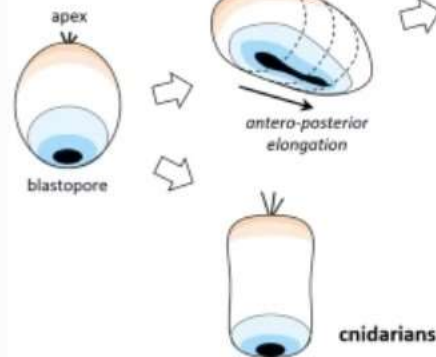
Exploration  
(medial pallium,  
hippocampus)

# Pallium

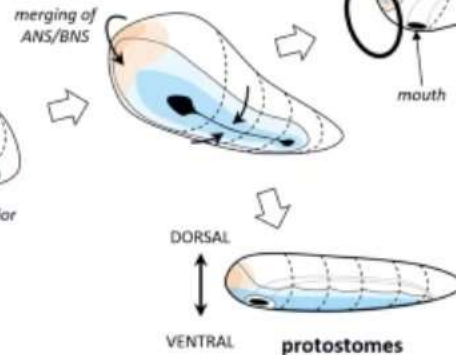


- apical alar region
- apical basal region
- blastoporal alar plate
- blastoporal basal plate

## eumetazoans



## bilaterians

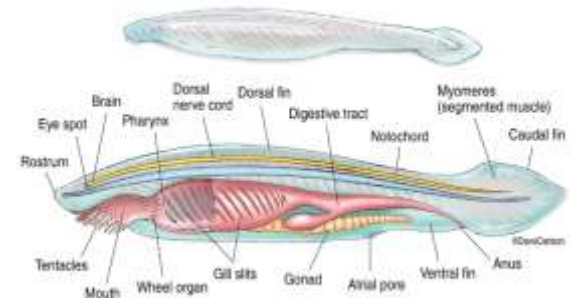


## deuterostomes

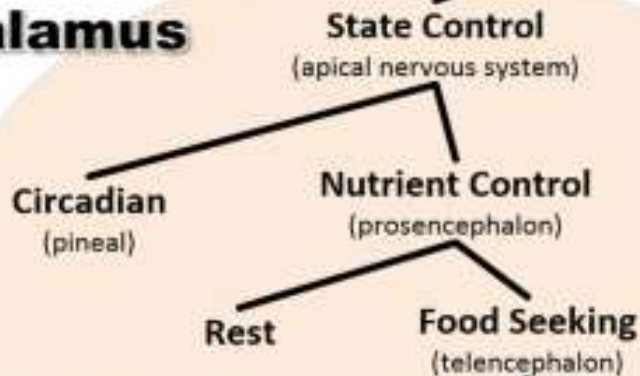


## chordates

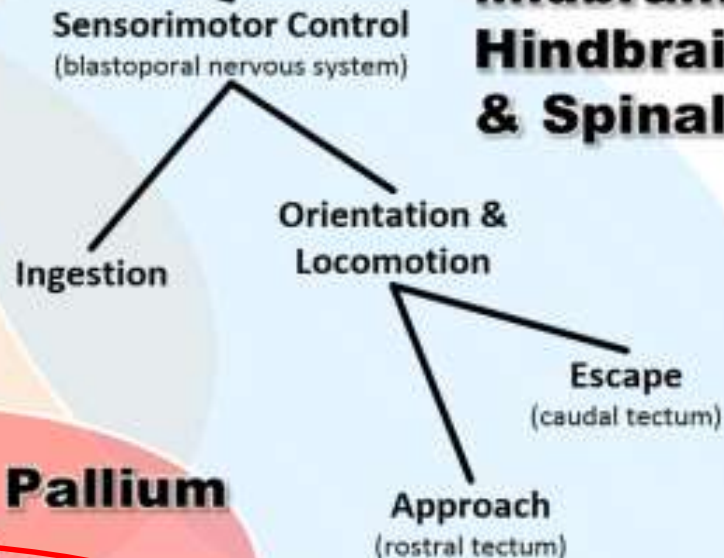
## lancelets



# Hypothalamus



# Midbrain, Hindbrain & Spinal Cord



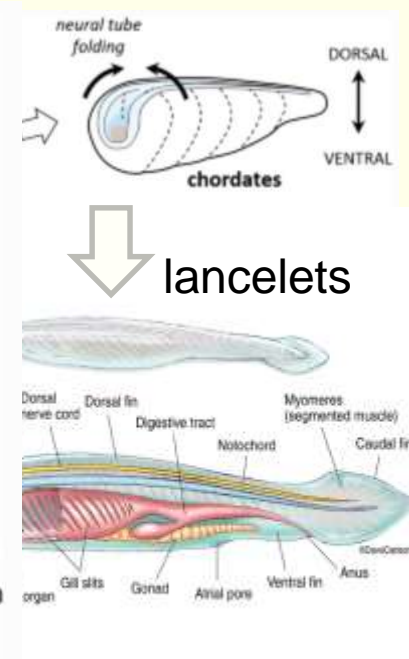
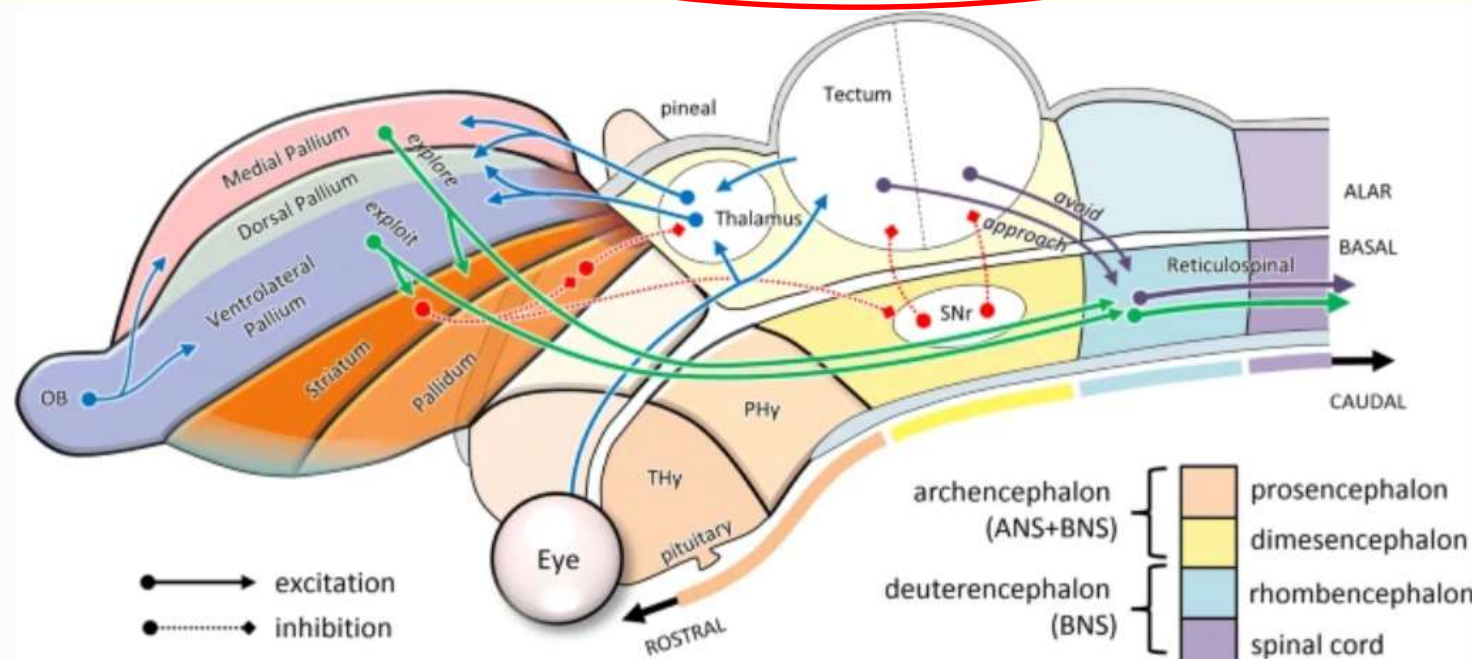
# Subpallium

Behavior selection  
(basal ganglia)

Exploitation  
(ventrolateral pallium)

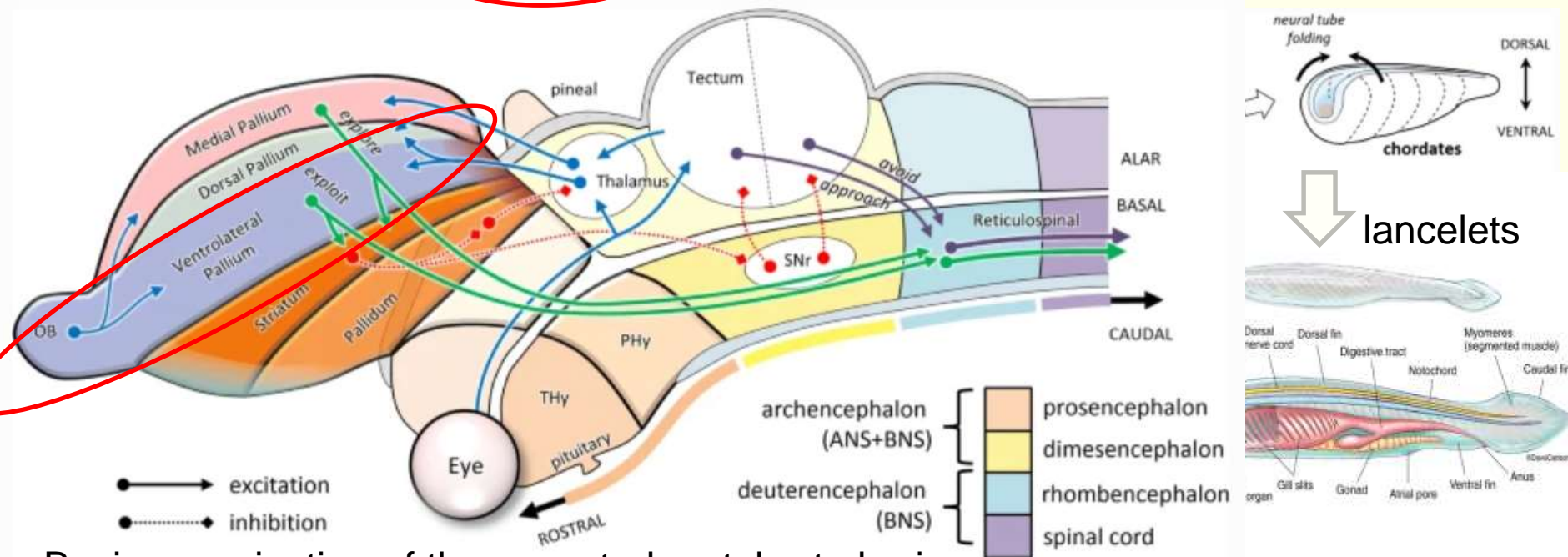
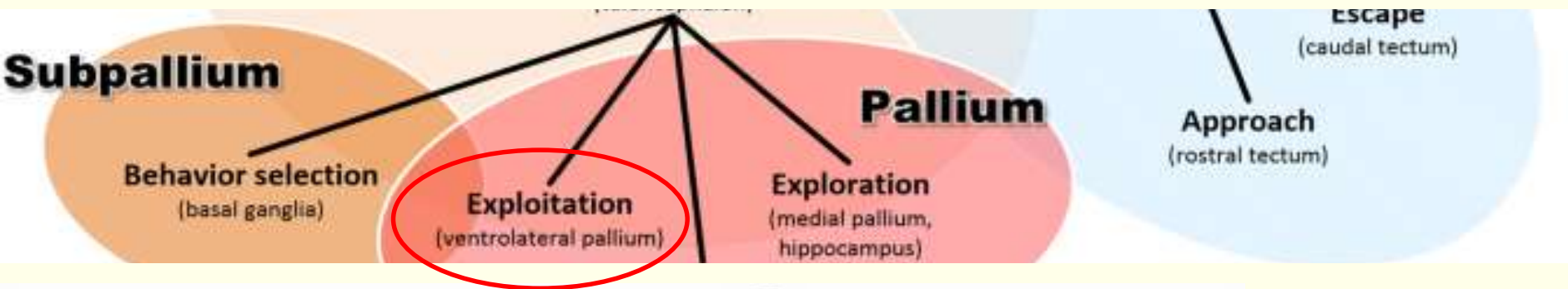
Exploration  
(medial pallium, hippocampus)

# Pallium



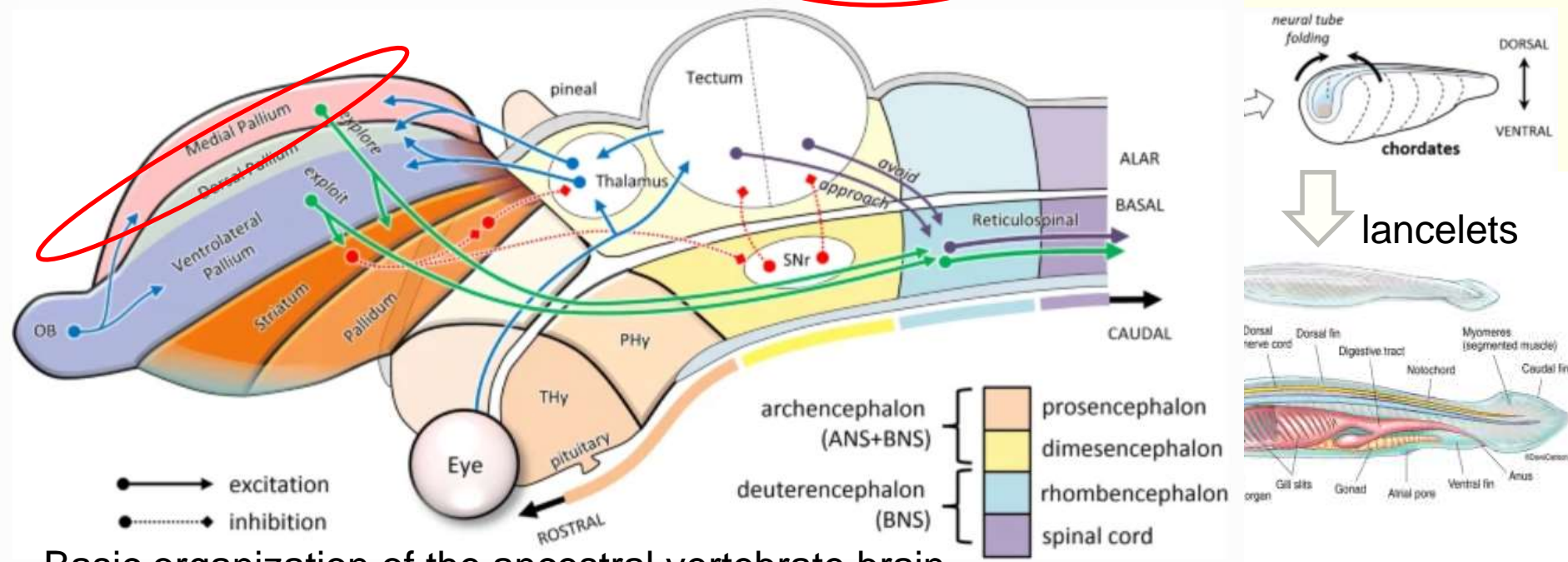
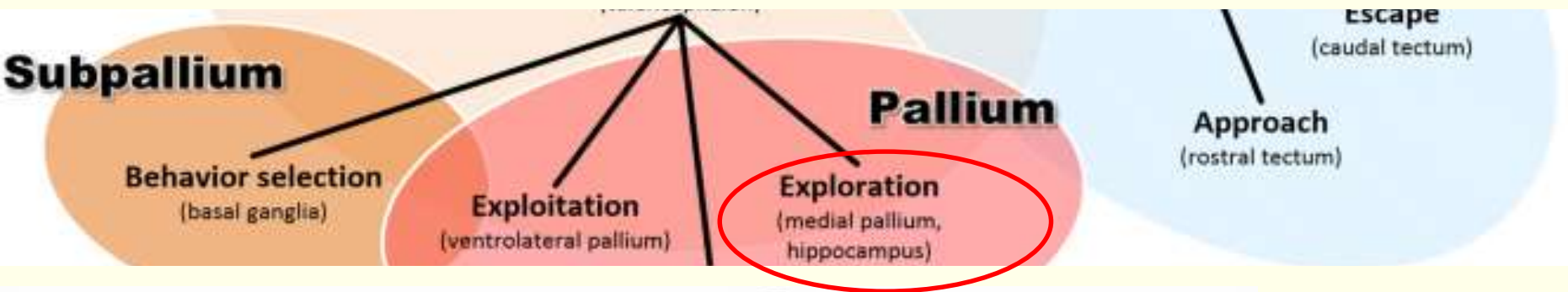
Basic organization of the ancestral vertebrate brain.

Avec le **pallium** qui se différencie du télencéphale primitif, on va voir émerger une région **ventrolatérale** pour mieux prendre en charge les exigences de **l'exploitation** à partir d'indices olfactifs et visuels et va devenir dans le cerveau des primates le bulbe olfactif, l'insula et le cortex piriforme.

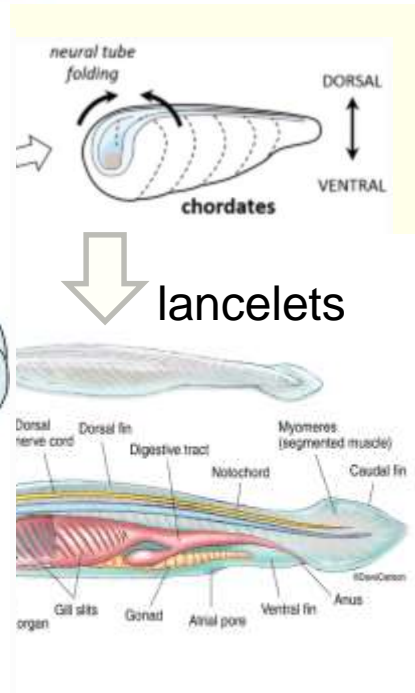
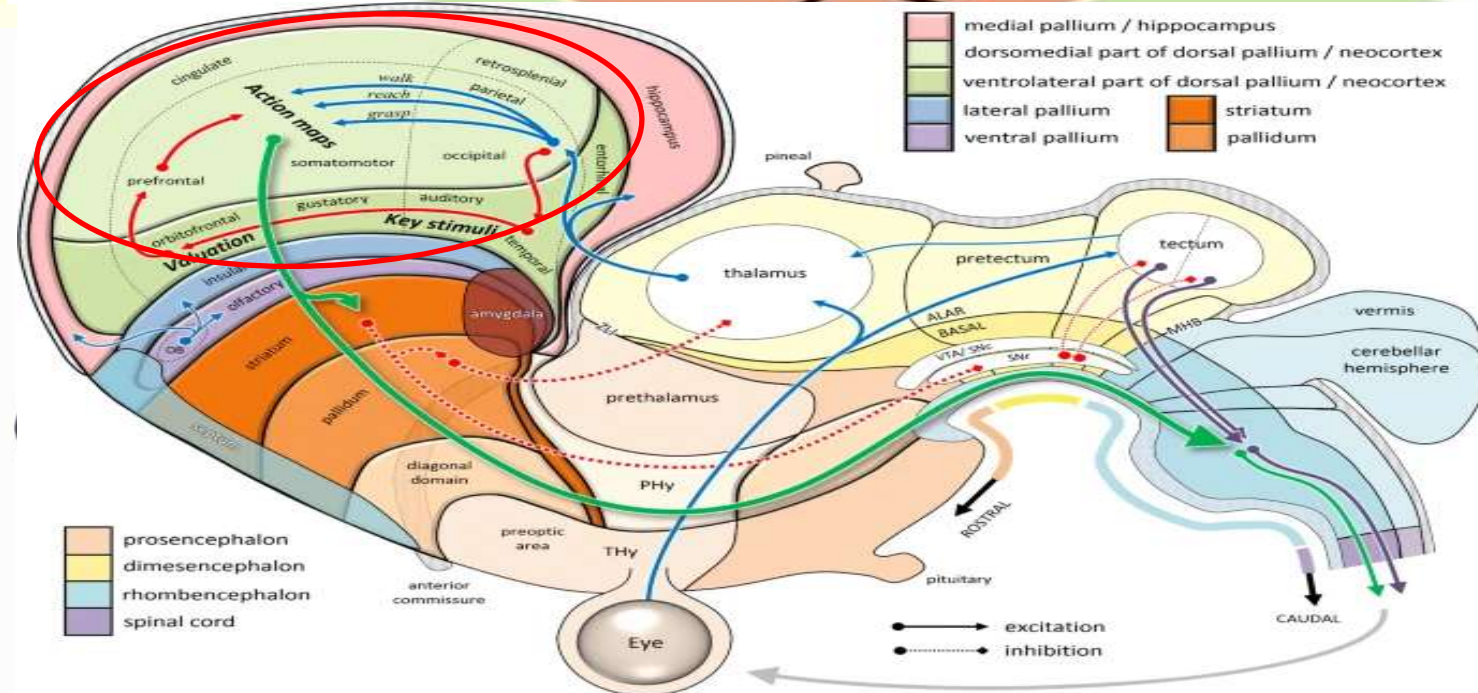
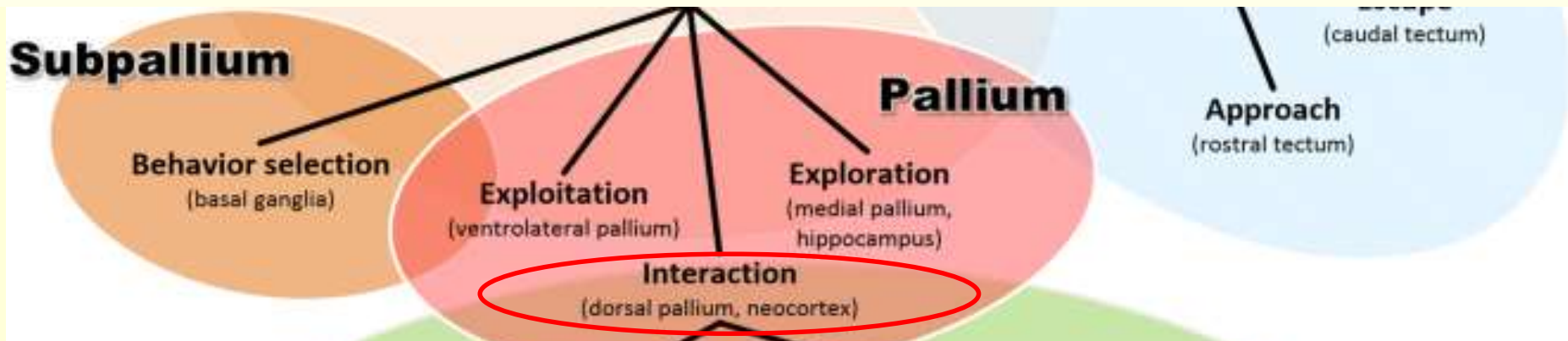


Basic organization of the ancestral vertebrate brain.

et une région **médiane** pour l'**exploration** des ressources à partir des indices olfactifs et visuels disponibles, mais il va ici s'en servir pour orienter sa navigation dans l'environnement. Et dans notre cerveau, ça va devenir...  
**l'hippocampe !**



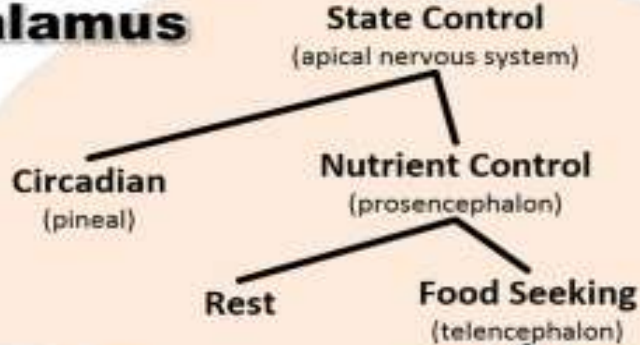
Basic organization of the ancestral vertebrate brain.



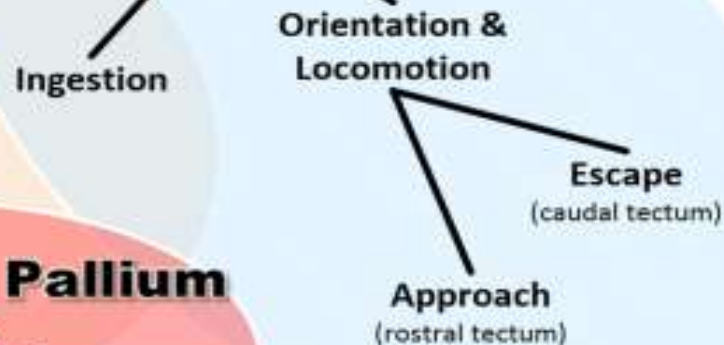
Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).



# Hypothalamus



# Sensorimotor Control (blastoporal nervous system)



# Hindbrain & Spinal Cord

# Subpallium

Behavior selection (basal ganglia)

# Pallium

Exploitation (ventrolateral pallium)

Exploration (medial pallium, hippocampus)

# Interaction (dorsal pallium, neocortex)

(dorsal pallium, neocortex)

# Cerebral Cortex

Action selection (ventrolateral neocortex)

Valuation (orbitofrontal cortex)

Key stimulus detection (temporal neocortex)

Object recognition (inferotemporal cortex)

Action specification (dorsomedial neocortex)

Biting (PMv, VIP)

Vocalizing (Broca's)

Grasping (PMv, AIP)

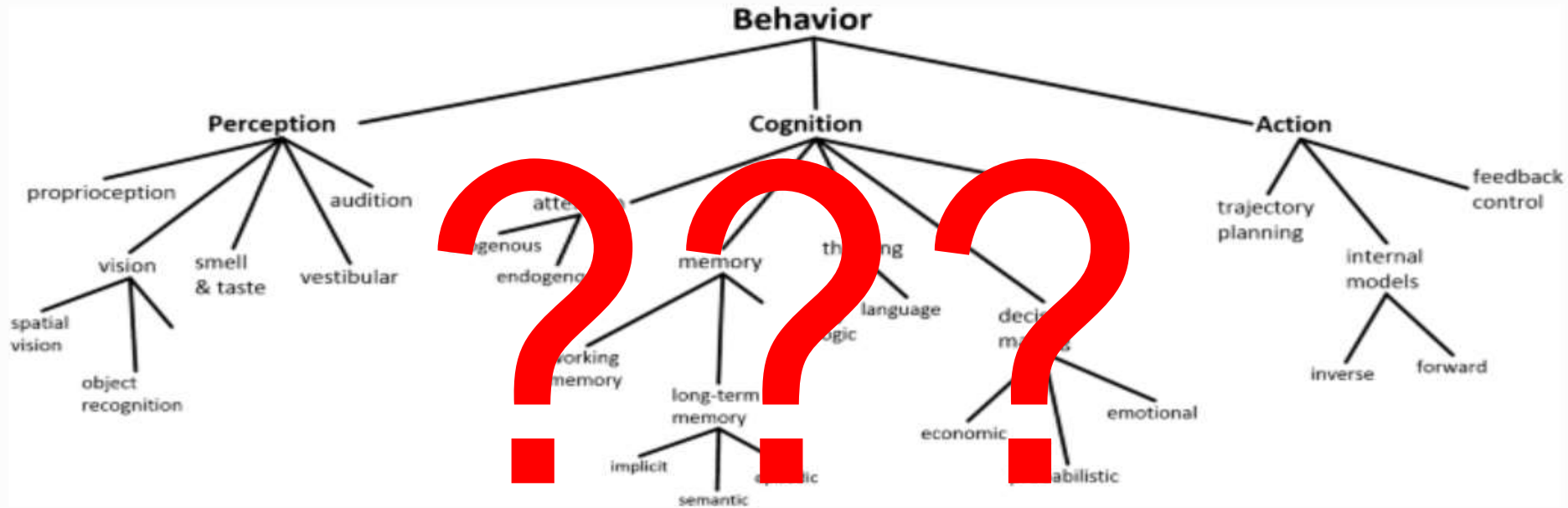
Shape sensitivity

Orienting (FEF, LIP)

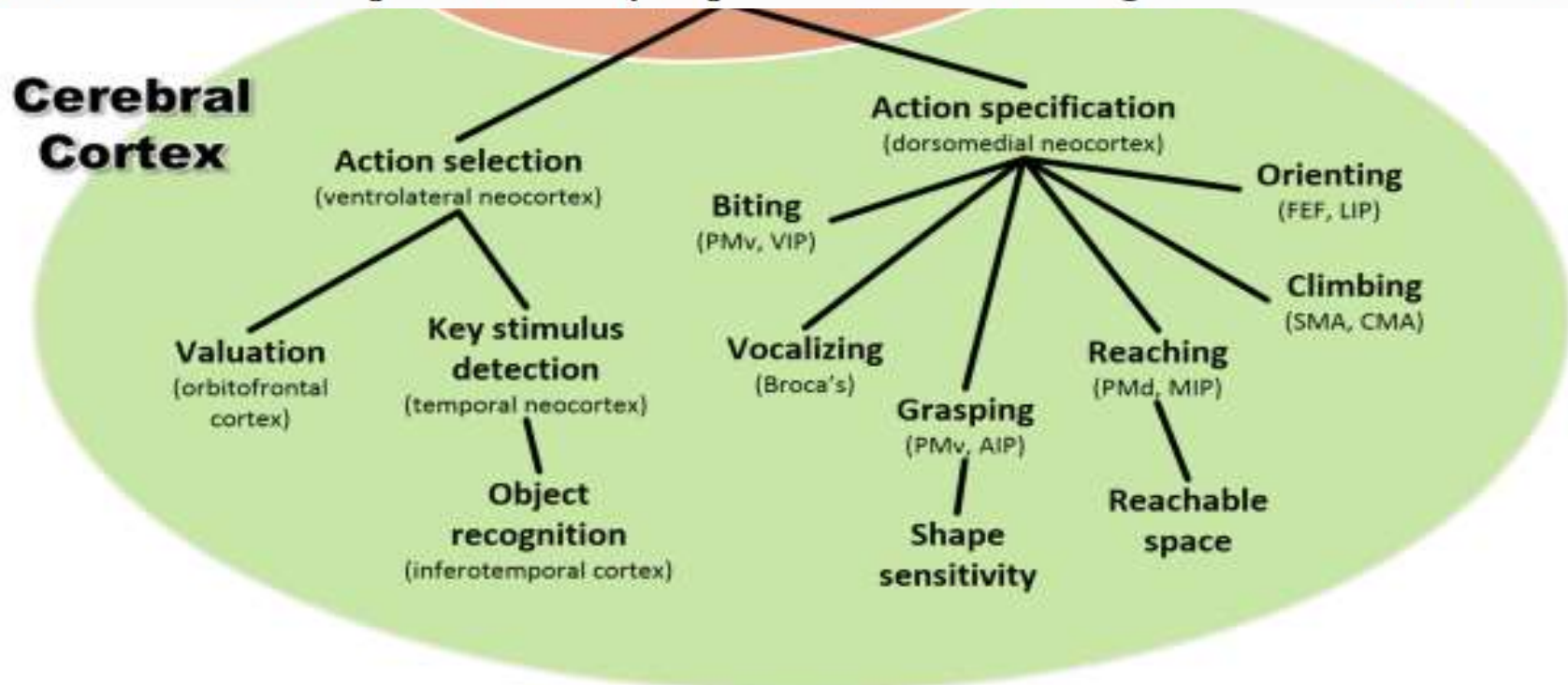
Climbing (SMA, CMA)

Reaching (PMd, MIP)

Reachable space



Partial sketch of a conceptual taxonomy implicit in mainstream cognitive science and neuroscience



# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

**Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements**

**Simulations mentales**

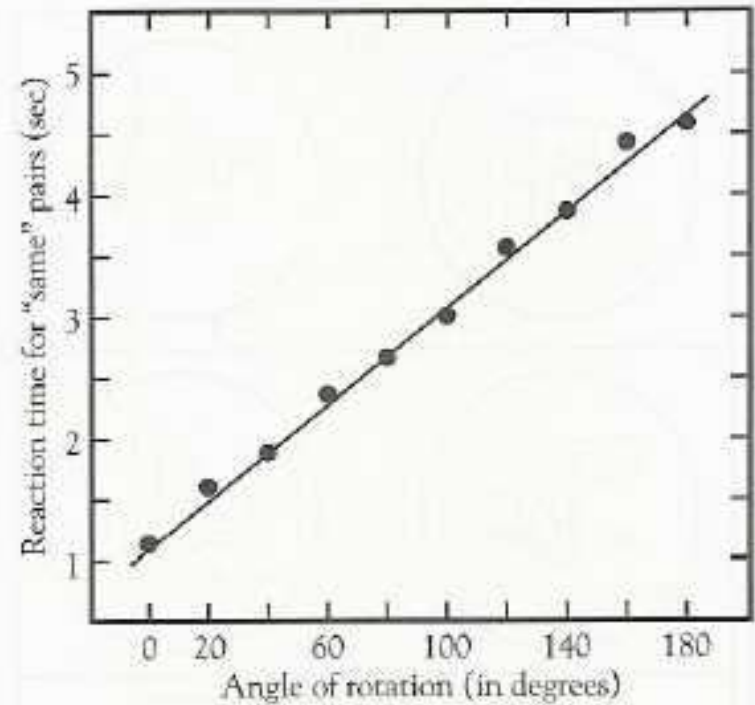
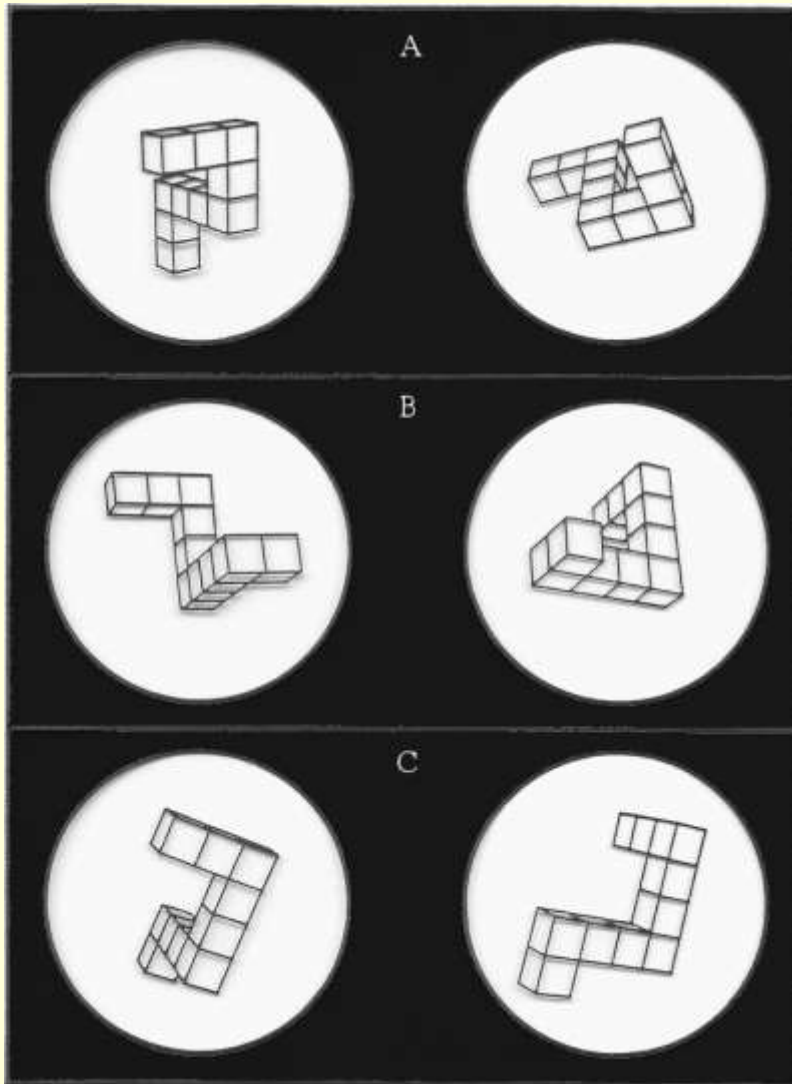
Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives

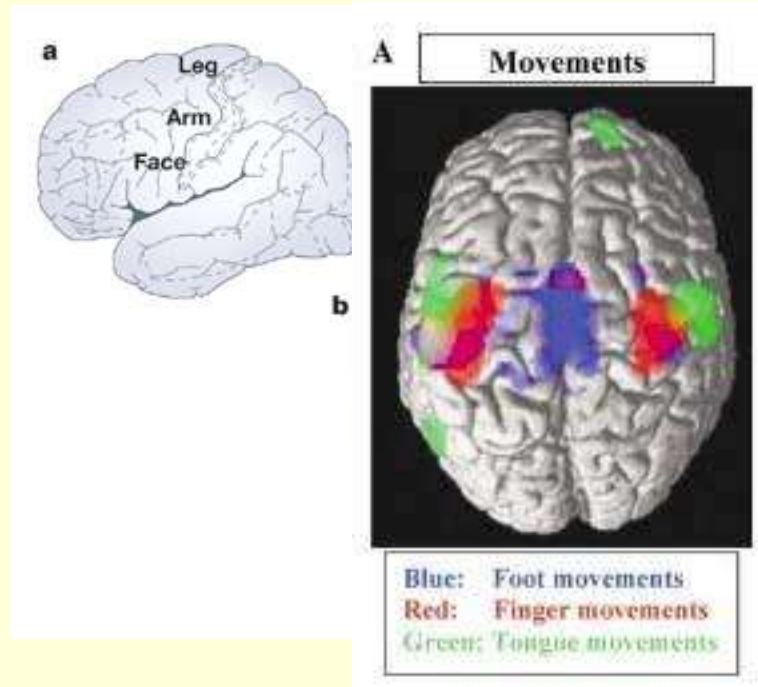
....car le temps de réponse est  
corrélé avec le nombre de degrés  
d'écart entre les figures



**Figure 7.11** Reaction time to judge whether two patterns have the same three-dimensional shape

Mental Rotation of Three-Dimensional Objects  
Roger N. Shepard and Jacqueline Metzler  
Science, Vol. 171, No. 3972 (1971)

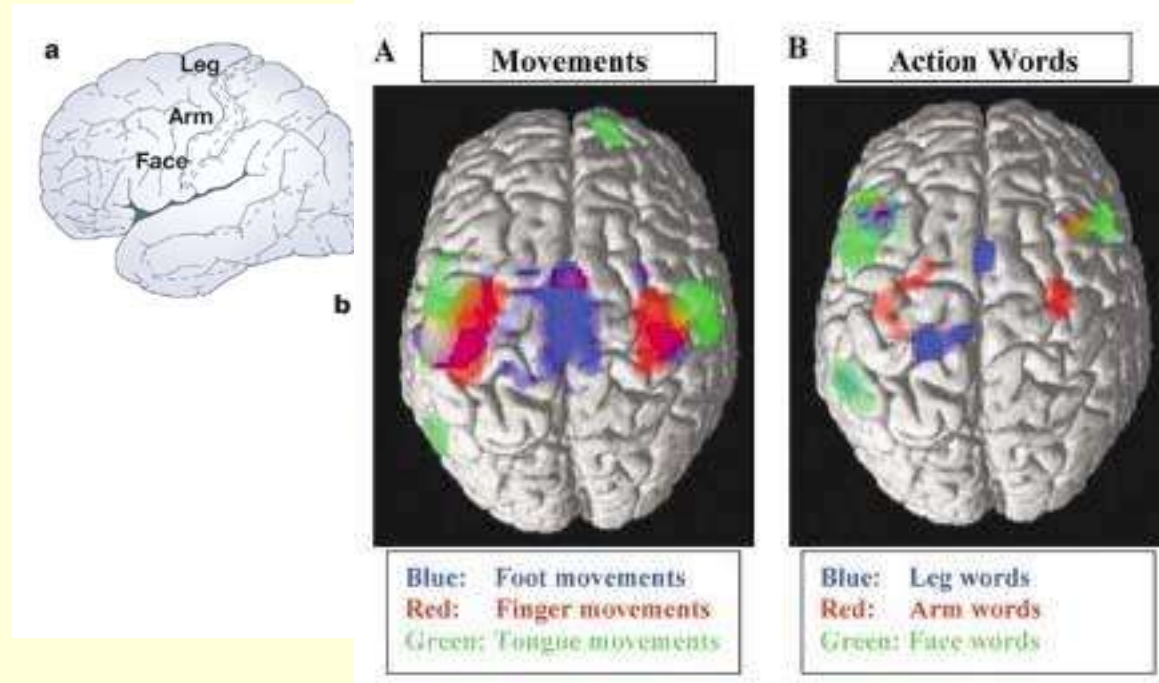
<http://www.jstor.org/stable/1731476>



On a ensuite compris que **nos systèmes sensorimoteurs** sont utilisés de manière routinière dans notre compréhension du langage.

**Pulvermüller (2006)**  
**Hauk et al. (2004)**

Lire des mots d'action  
comme *kick*, *kiss*, *pick*  
produit une activation du  
système moteur  
qui est organisée de  
manière somatotopique.



Lecture de mots

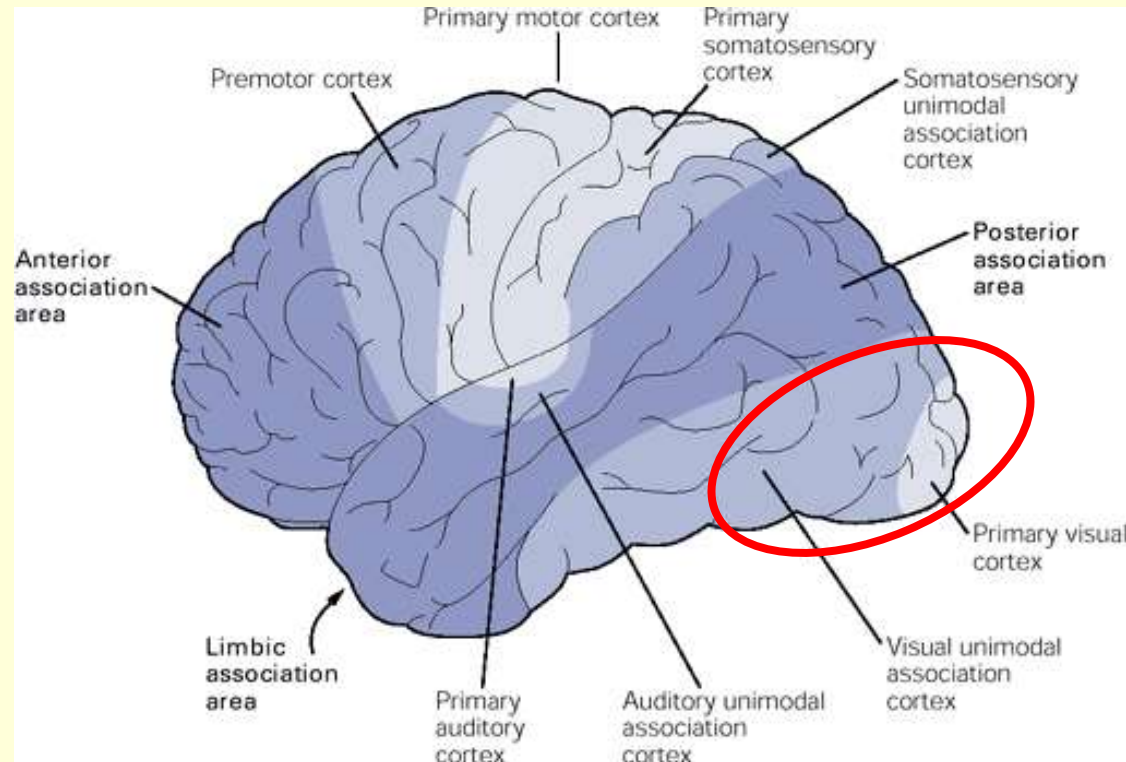
Exemple :

lire ***kick*** active  
la région  
motrice de la  
**jambe**, etc.

Des tâches de **rappel de verbes** activent aussi  
les régions cérébrales motrices impliquées dans  
ces actions.

Il semble donc que les **simulations** ont lieu dans notre cerveau et qu'elles contribuent à notre compréhension du langage.

**Simulations mentales :**  
activité nerveuse dans des régions sensorielles sans inputs en provenance du monde extérieur,

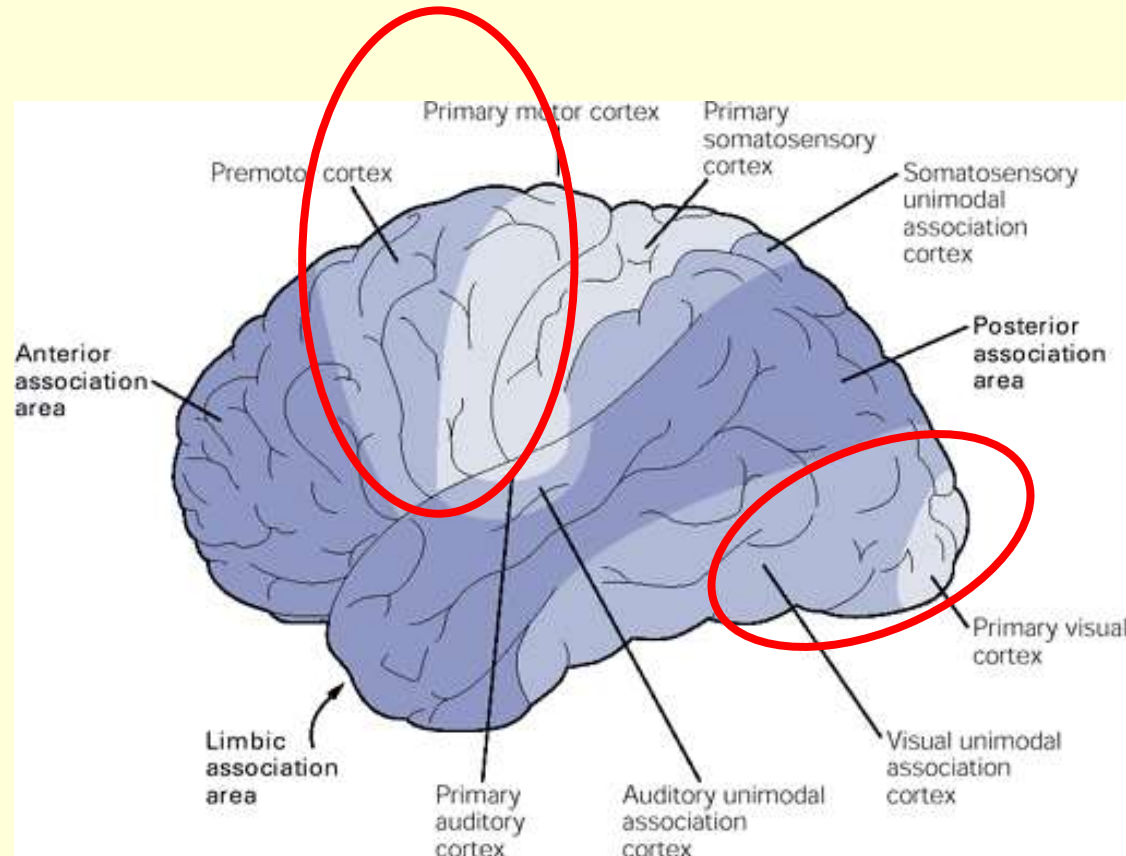


## **Simulations mentales :**

activité nerveuse dans des régions sensorielles sans inputs en provenance du monde extérieur,

ou bien dans des régions motrices sans qu'il n'y ait mouvement réel.

Des simulations mentales contribuent à nos représentations conceptuelles abstraites.



(contrairement à ce qu'on croyait dans les années 1970 – 1980...)





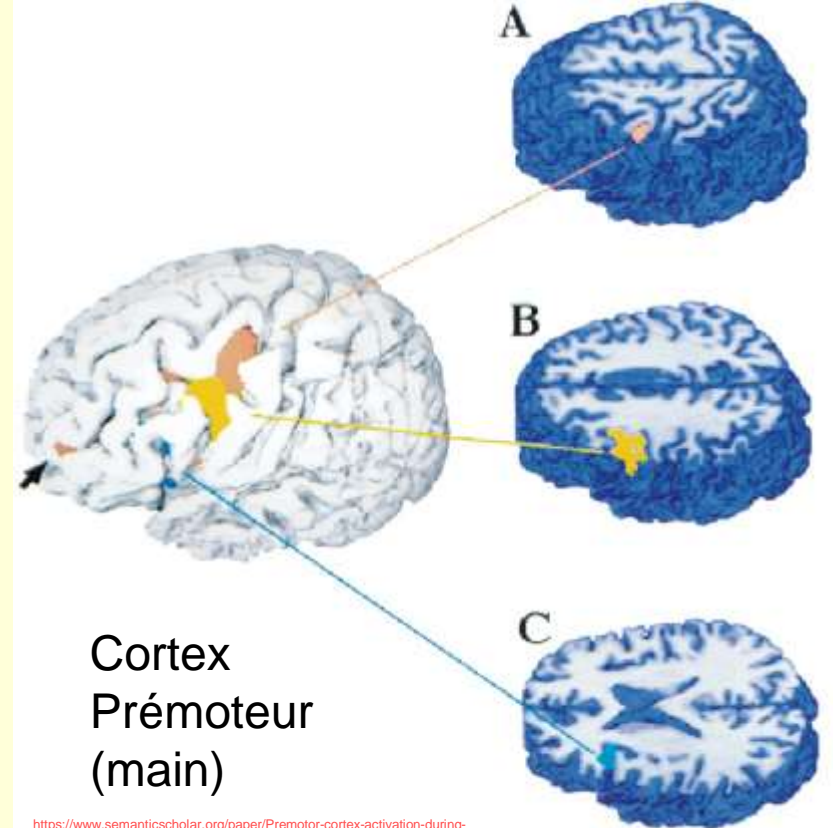
**Tucker & Ellis (1998)**

La simple perception de **l'anse d'une tasse**  
**simule** sa préhension en activant

Les systèmes moteurs correspondants à  
l'action de prendre la tasse

Et **simuler**, c'est un peu comme « **prédire** ce qu'on pourrait faire avec »...

→ Cette idée qu'il y a toujours des choses dans notre environnement qui nous suggèrent de « faire quelque chose » avec elles a été mise de l'avant avec le concept « **d'affordance** ».



<https://www.semanticscholar.org/paper/Premotor-cortex-activation-during-observation-and-Grafton-Fadiga/73f6e125c380b28fc6bd0e826b93803d67dcaccd>

FIG. 1. Cortical anatomy of tool observation. Significant in

# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

**Affordances**

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives

**James J. Gibson**, qui travaille sur la perception visuelle durant les années 1970, va ainsi mettre l'emphase sur ce qu'il va nommer les "**affordances**",

c'est-à-dire les **occasions d'interactions** potentielles avec l'environnement.

« **L'approche écologique** » de la perception visuelle que Gibson va développer avait commencé à remettre en question tout le traitement symbolique abstrait du paradigme cognitiviste dominant.



Figure 5: Tree affordance to bird, person, monkey, and squirrel

**James J. Gibson**, qui travaille sur la perception visuelle durant les années 1970, va ainsi mettre l'emphase sur ce qu'il va nommer les "**affordances**",



c'est-à-dire les **occasions d'interactions** potentielles avec l'environnement.

« **L'approche écologique** » de la perception visuelle que Gibson va développer avait commencé à remettre en question tout le traitement symbolique abstrait du paradigme cognitiviste dominant.

Son aphorisme :

"Ask not what's inside your head, but what your head's inside of"

renvoie à l'importance qu'il accorde à **l'environnement** ou la **niche écologique** d'un organisme.

# Affordance



[Source: raftfurniture.co.uk](http://raftfurniture.co.uk)



[Source: blackrocktools.com](http://blackrocktools.com)

Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

Design for ALL

50

Car pour Gibson ce ne sont pas tant les sensations en provenance des objets qui importent, mais les **possibilités d'action**, ou “**affordances**”, que suggèrent à un organisme donné tel ou tel objet ou aspect de son environnement.

# Affordance



[Source: raftfurniture.co.uk](http://raftfurniture.co.uk)

[Source: blackrocktools.com](http://blackrocktools.com)

Affordance refers to the **actual** and **perceived** attributes of a product or process that suggest its uses

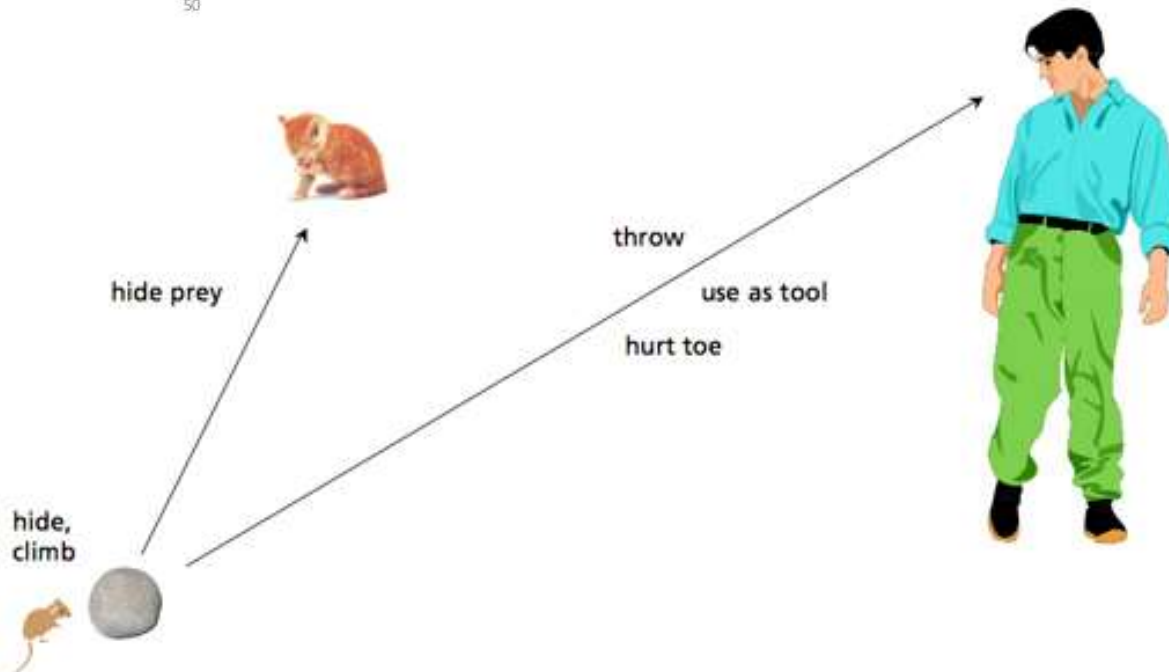
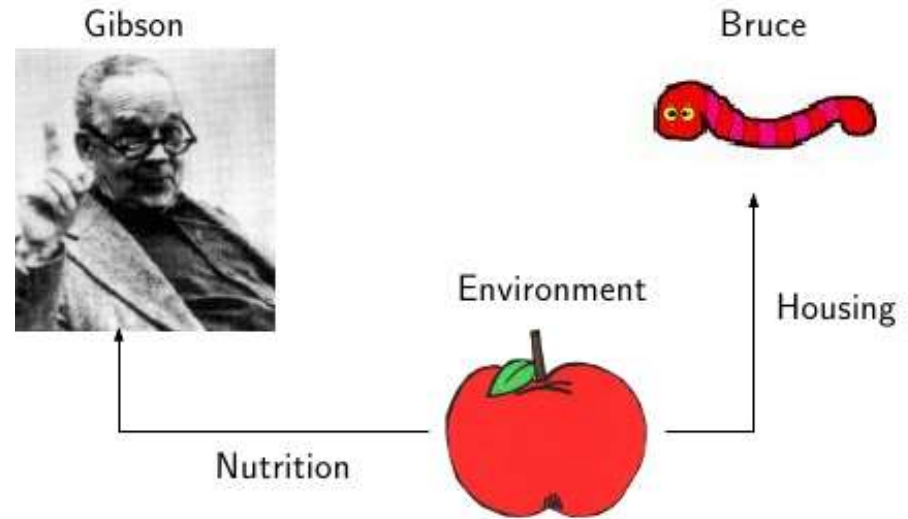
Design for ALL

50

Une affordance dépend donc **à la fois** d'un objet et d'un organisme.

Elle est forcément **relationnelle**

(ne dépend pas seulement des propriétés physiques de l'objet).



## **Pour Gibson :**

- un organisme et son environnement sont donc **inséparables**;
- beaucoup de ce que fait l'être humain avec sa technologie et ses connaissances transmises culturellement est de créer **davantage d'affordances** que dans un environnement naturel

## Pour Gibson :

- un organisme et son environnement sont donc **inséparables**;
- beaucoup de ce que fait l'être humain avec sa technologie et ses connaissances transmises culturellement est de créer **d'avantage d'affordances** que dans un environnement naturel

Exemple : ce qu'on fait en camping...





## Pour Gibson :

- un organisme et son environnement sont donc **inséparables**;
- beaucoup de ce que fait l'être humain avec sa technologie et ses connaissances transmises culturellement est de créer **d'avantage d'affordances** que dans un environnement naturel

Exemple : ce qu'on fait en camping...

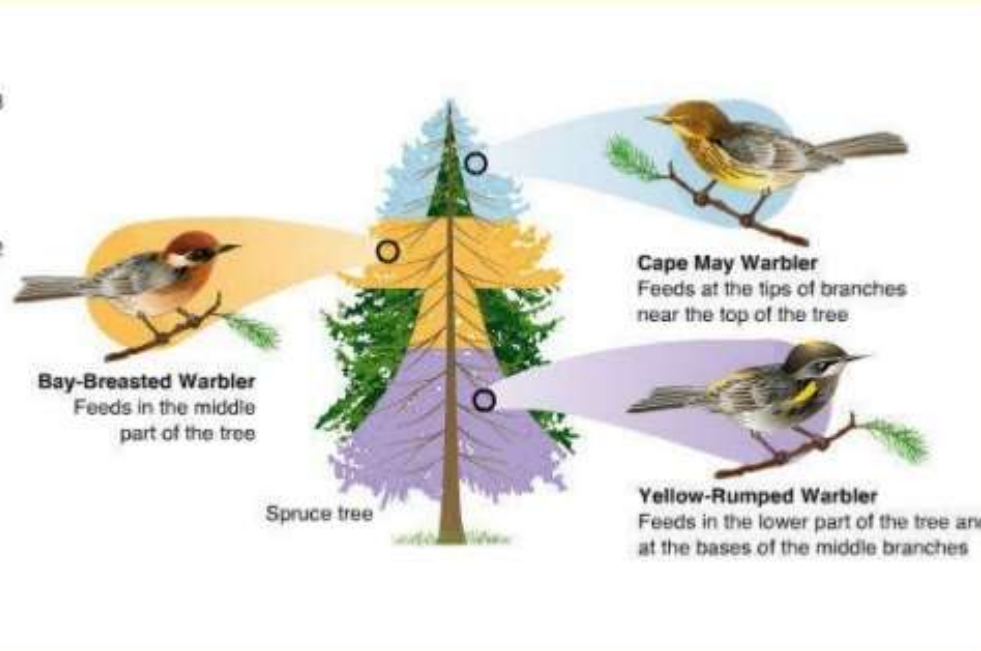
...ou en ville.



While different species may share or live in a similar habitat, ecological niche is their unique way of living within it.



“An ecological niche ‘just is’ a structured set of affordances that are shared by agents”



### Variational Ecology and the Physics of Sentient Systems

Maxwell J. D. Ramstead, Axel Constant, Paul B. Badcock, Karl J. Friston

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S157106451930003X>

(2019)

On peut aussi étendre  
le concept à des  
**affordances culturelles :**

notre comportement  
dépend souvent de ce que  
l'on perçoit des intentions  
des autres.



**Cultural Affordances:  
Scaffolding Local Worlds Through Shared Intentionality and Regimes of Attention**

Maxwell J. D. Ramstead<sup>1,2,\*</sup>, Samuel P. L. Veissière<sup>2,3,4,5,\*</sup> and Laurence J. Kirmayer<sup>2,\*</sup>

Front Psychol. **2016**; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4960915/>

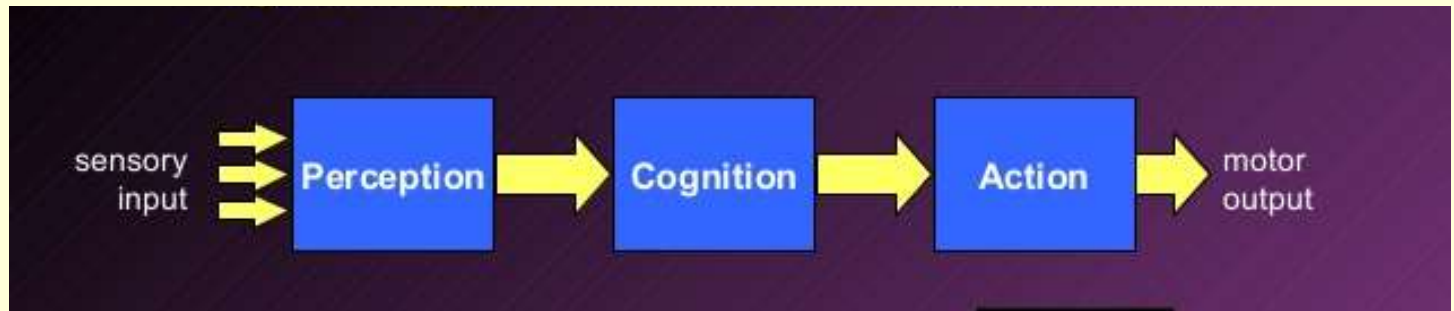


Bref, on perçoit le monde dans une **perspective d'actions** suggérées par des **affordances**.

- Cela veut dire que peu importe dans quel environnement on se trouve, à tout moment notre cerveau va voir des choses qui vont lui suggérer des actions.
- Et donc il sera **constamment** en train de faire des **simulations...**

Cela implique que pour la plus grande partie de nos comportements qui sont rapides et inconscients,

on va devoir délaissier le schéma classique



→ manipulations  
de représentations symboliques  
qui mènent à une décision

→ préparation  
du mouvement

# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

Affordances

**Prise de décision rapide et inconsciente**

Spécification et sélection d'actions

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives

**Car traditionnellement, on conçoit la prise de décision de façon sérielle :**

Quoi faire ?

- 1) « sélection »** (ou décision)  
→ Peut prendre plusieurs minutes

Comment le faire ?

- 2) « spécification »** (des commandes motrices appropriées)



→ Peut prendre plusieurs minutes



→ Ou même des jours  
ou des mois...





→ Peut prendre quelques secondes



→ Ou dizaines de secondes



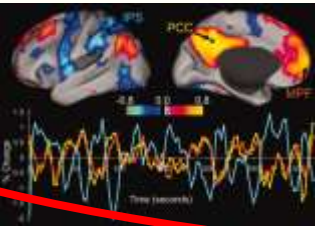
→ Peut prendre une seconde

→ Ou une fraction de seconde

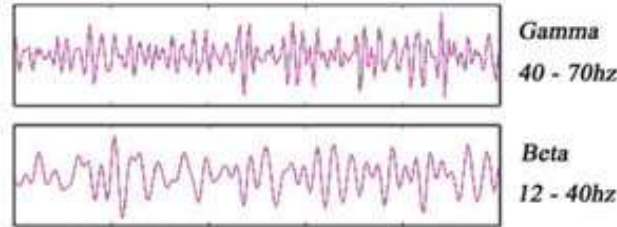


# Échelle de temps :

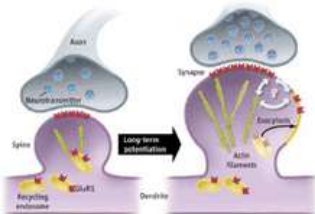
# Processus dynamiques :



$10^{-3} s$



**Perception et action** devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



$10^{11} s$

$10^3 s$



**L'apprentissage** durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones



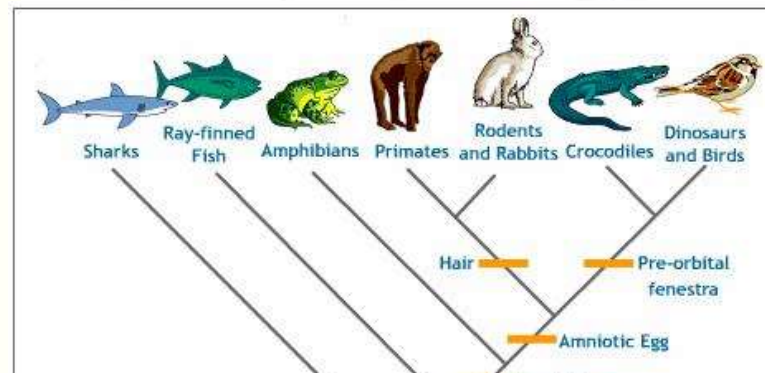
$10^6 s$



**Développement** du système nerveux par des mécanismes épigénétiques



$10^{15} s$



**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

Pour nombre de décisions simples et rapides,  
les données expérimentales  
**n'appuient pas le schéma classique :**

« décision →  
préparation du bon  
mouvement →  
action »



Cela implique que pour la plus grande partie de nos comportements qui sont rapides et inconscients,

on va devoir délaisser le schéma classique



Mais alors, comment prenons-nous toutes les décisions rapides et inconscientes quotidiennes ?

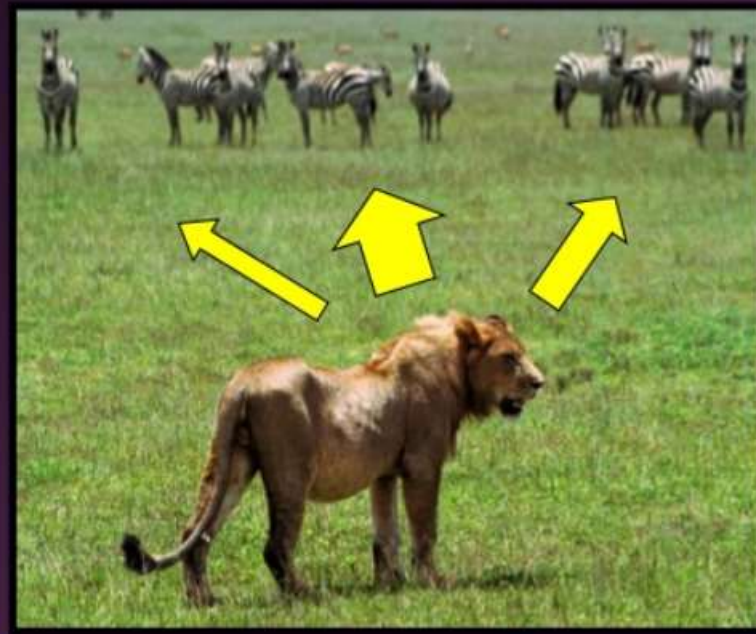
manipulations de représentations symboliques qui mènent à une décision

→ préparation du mouvement

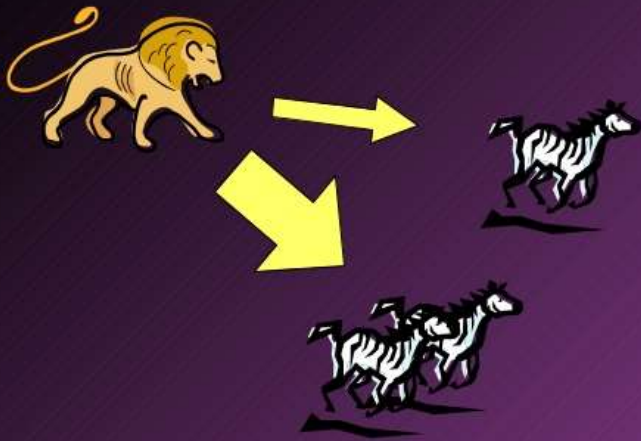


On prend pourtant des dizaines et des dizaines de ces décisions rapides dans une journée.

# Decision-making in the wild

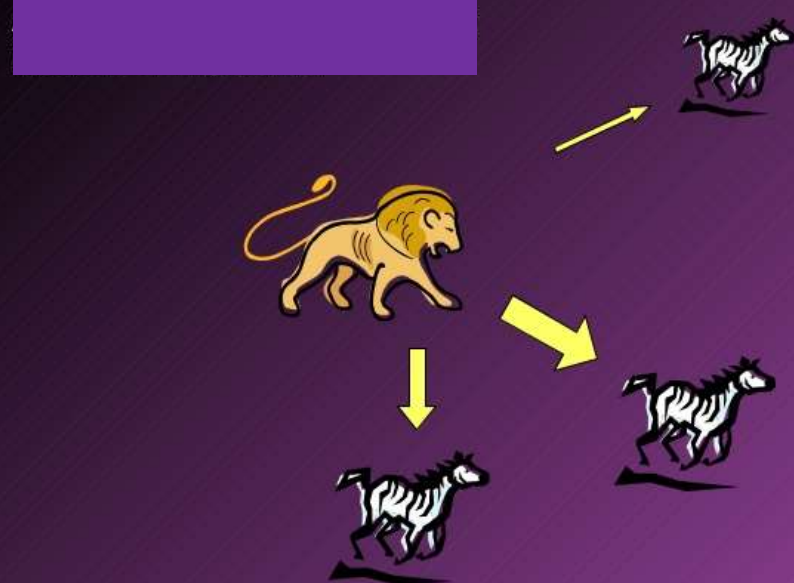
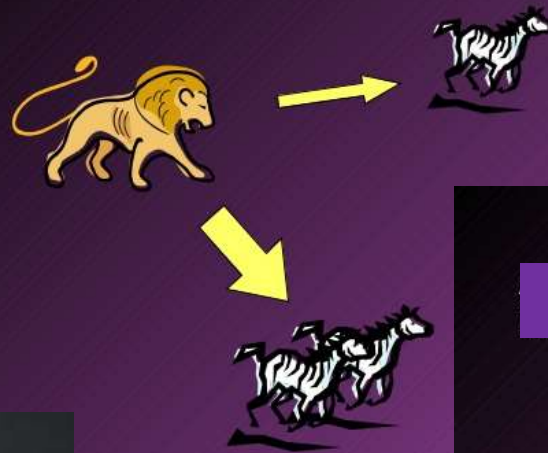


- The world presents animals with multiple opportunities for action ("affordances")



L'origine de la prise de décision c'est ça...

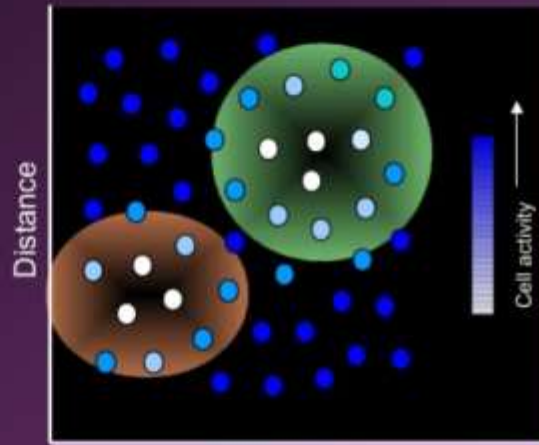
...et pas ça !



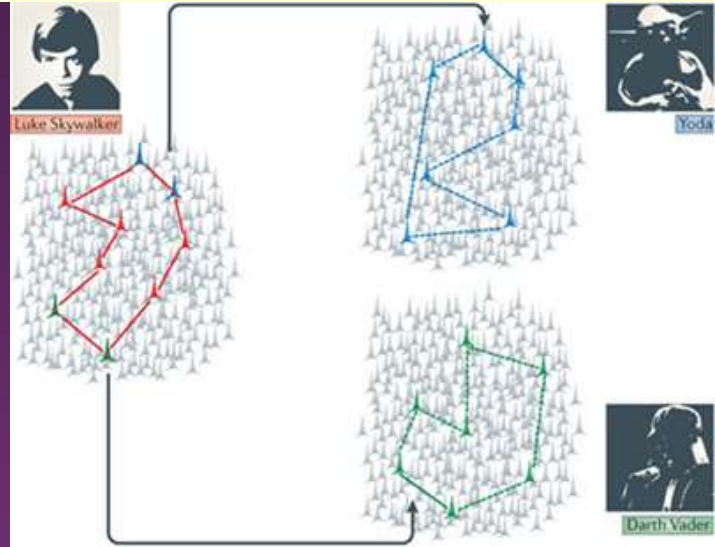




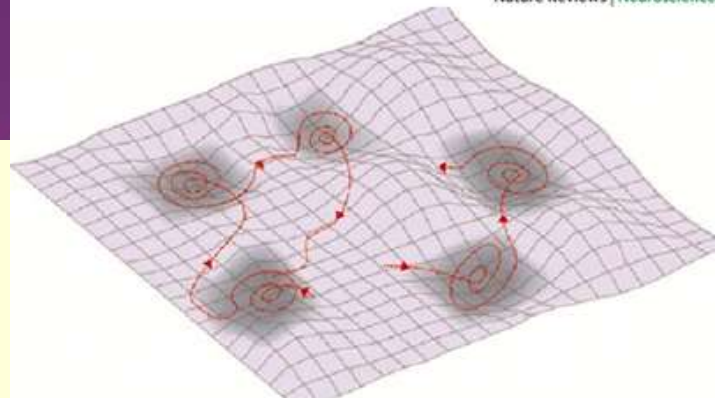
A population of tuned neurons



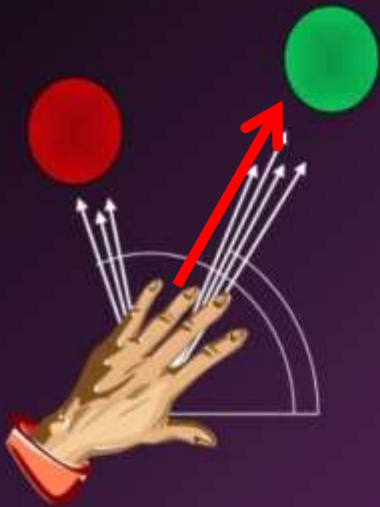
Direction



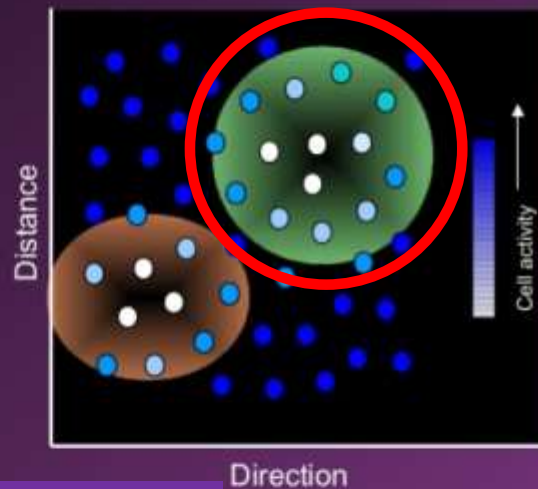
Nature Reviews | Neuroscience



# Specification and selection in parallel



A population of tuned neurons



## 1) Spécification d'actions possibles :

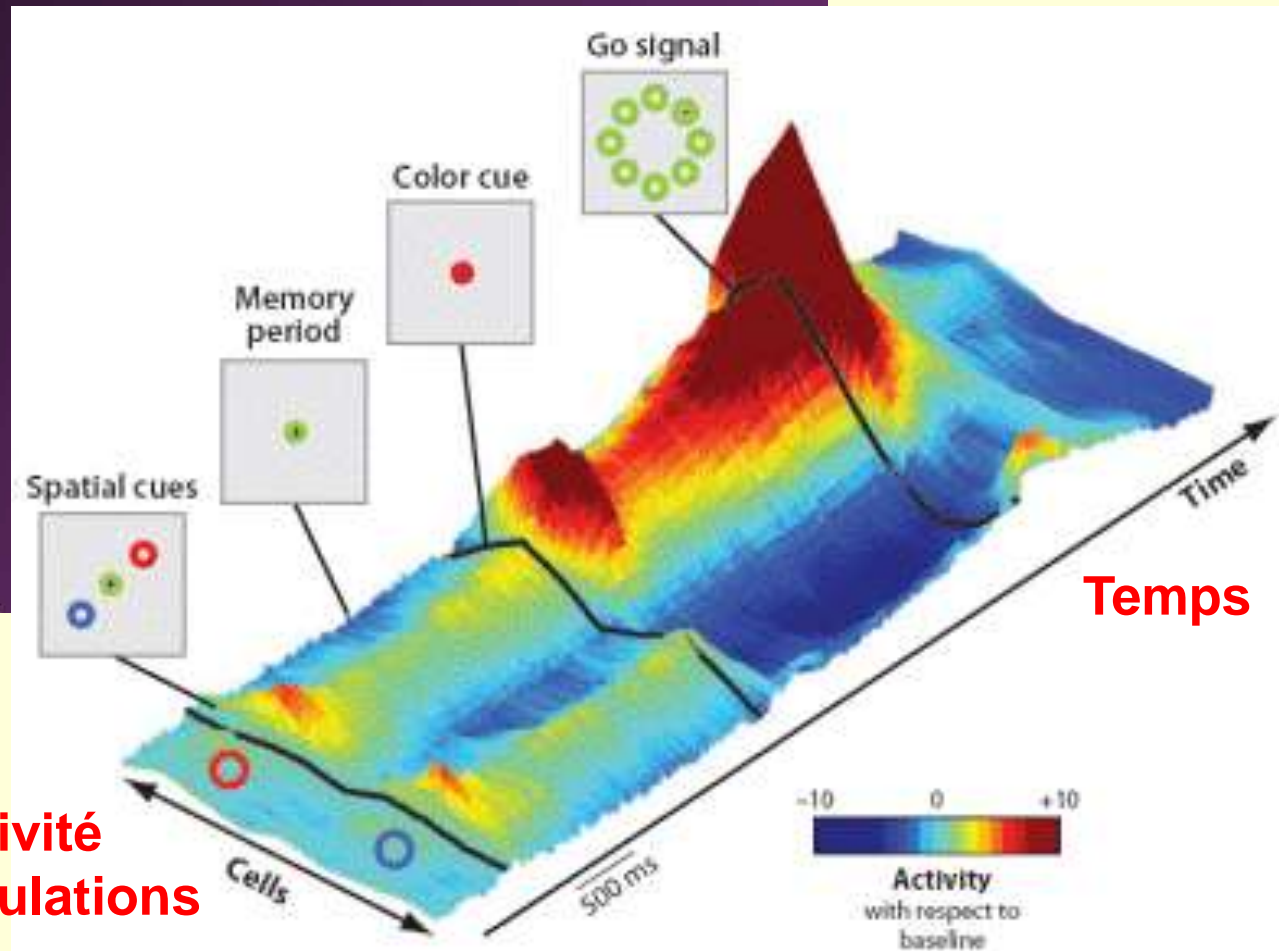
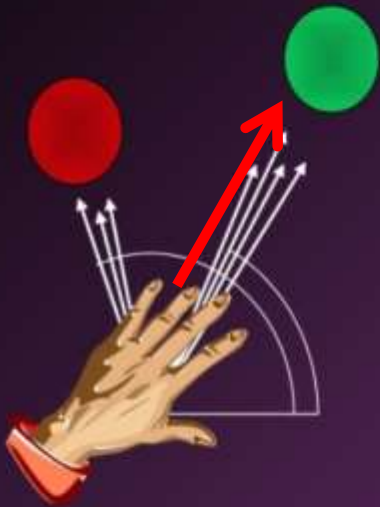
Deux groupes de neurones augmentent leur activité en fonction des deux directions intéressantes ici (les deux affordances)

## 2) Sélection d'une action :

Un groupe de neurones va remporter la « compétition » dû à la prédominance de son activité.

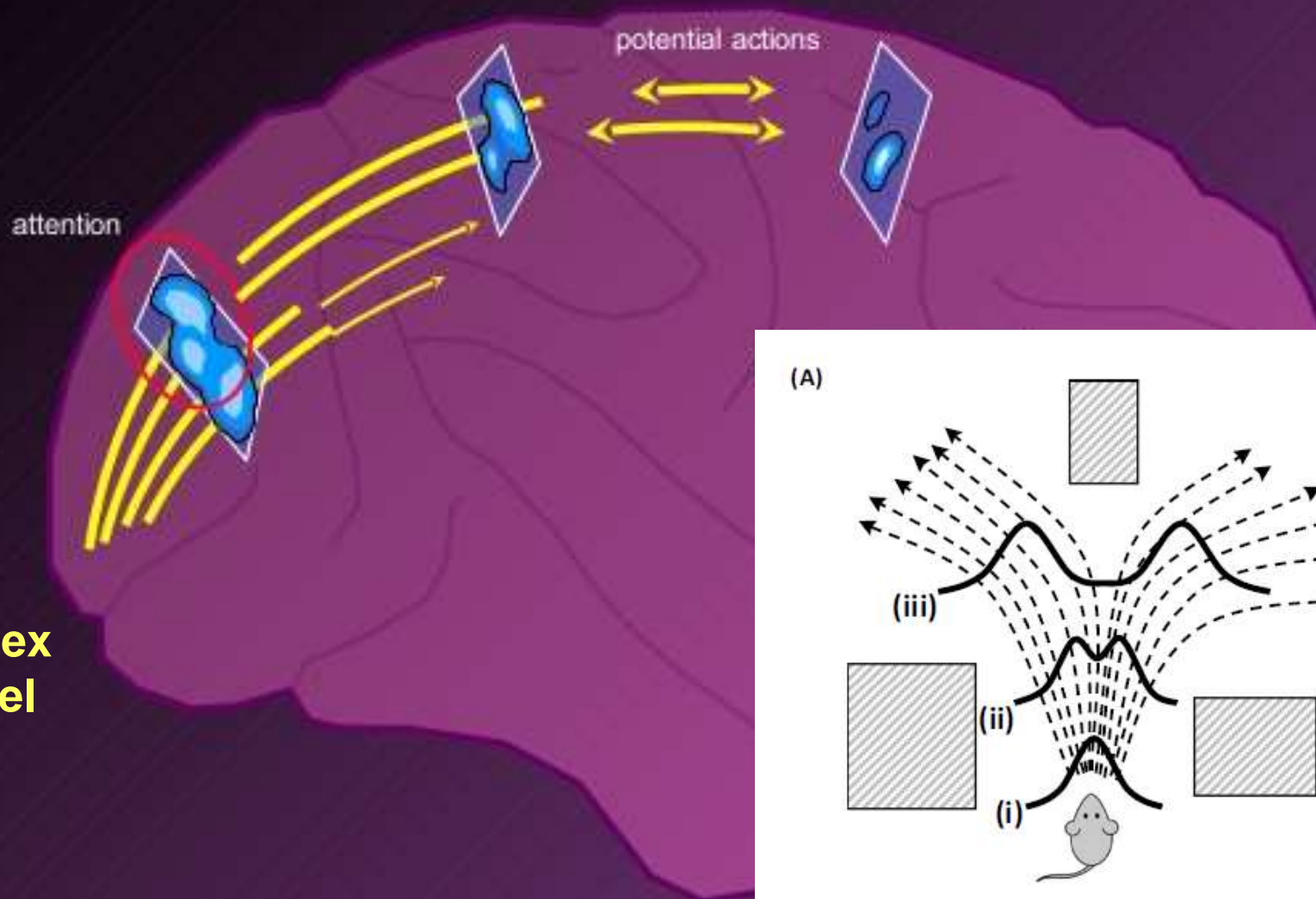
**Donc spécification  
« d'actions possibles »  
d'abord,  
sélection (ou décision)  
ensuite (ou en parallèle).**

# Specification and selection in parallel



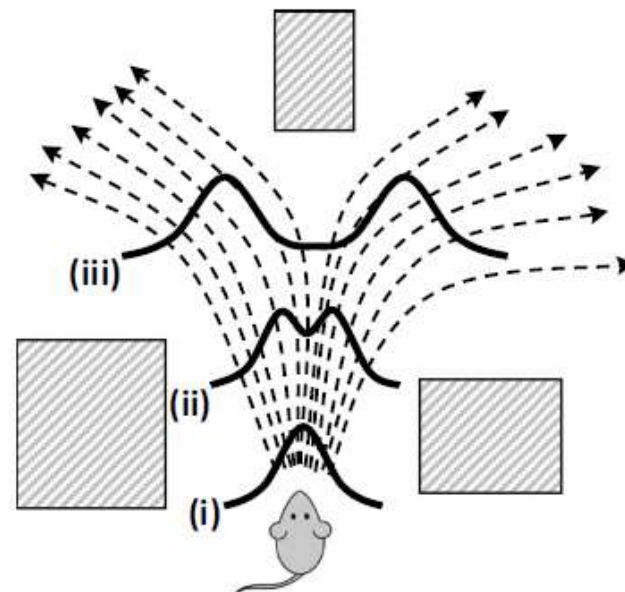
Niveau d'activité  
de deux populations  
de neurones

Comment cela pourrait se passer à l'échelle du cerveau entier ?

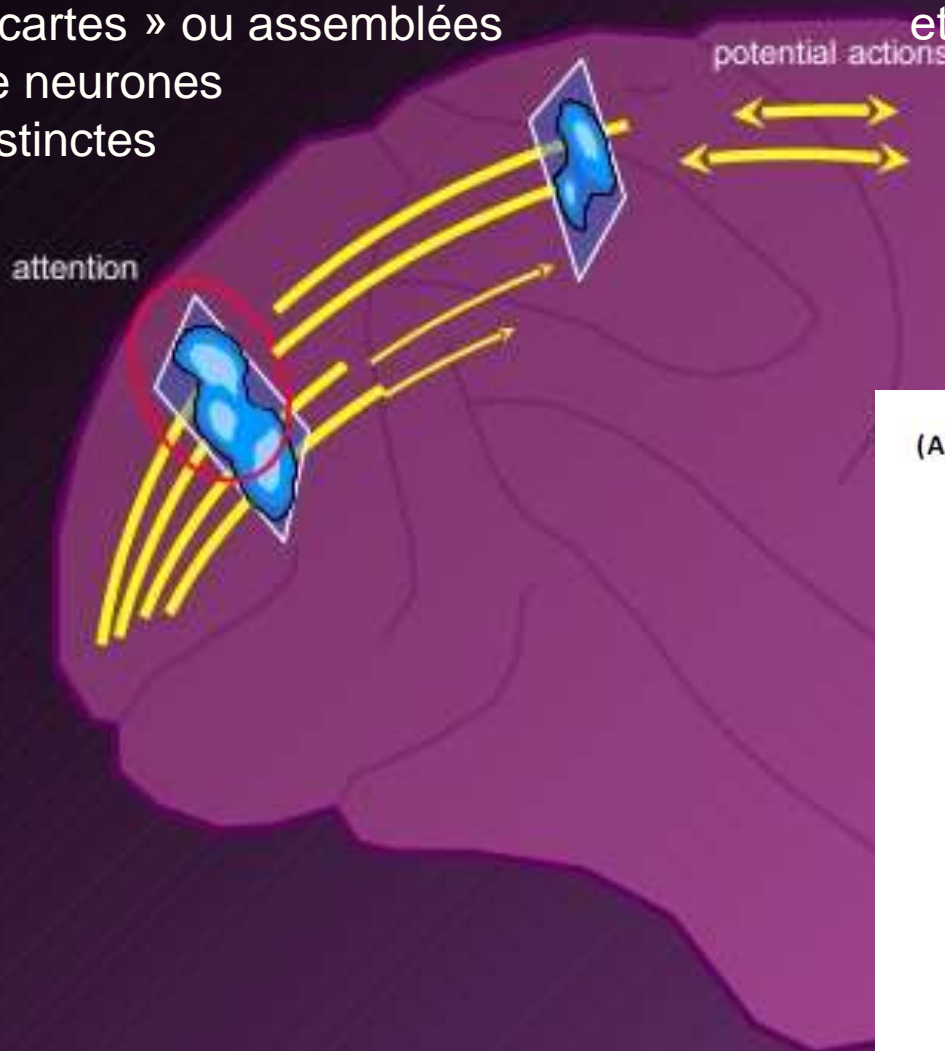


**Cortex  
visuel**

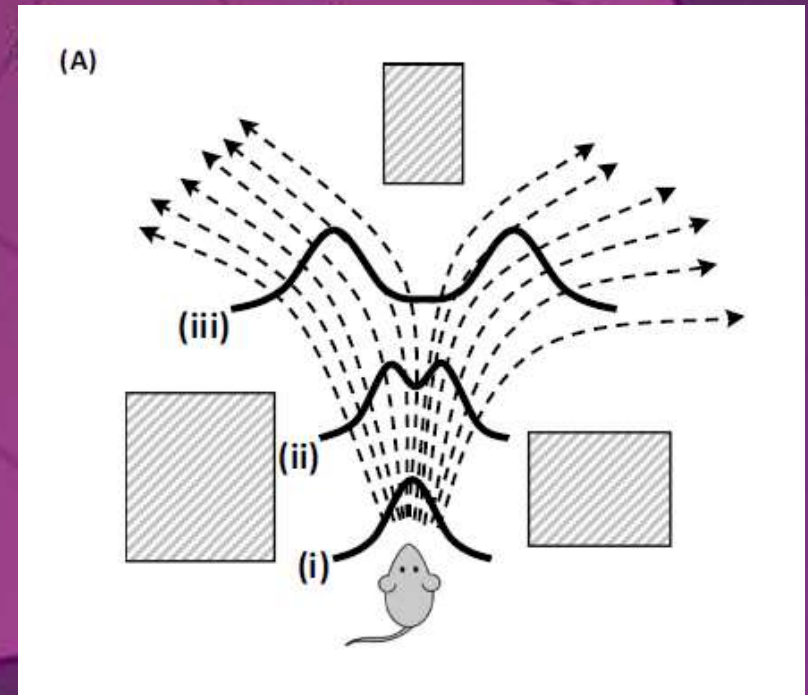
(A)



Des processus d'attention aident à **spécifier** des « cartes » ou assemblées de neurones distinctes

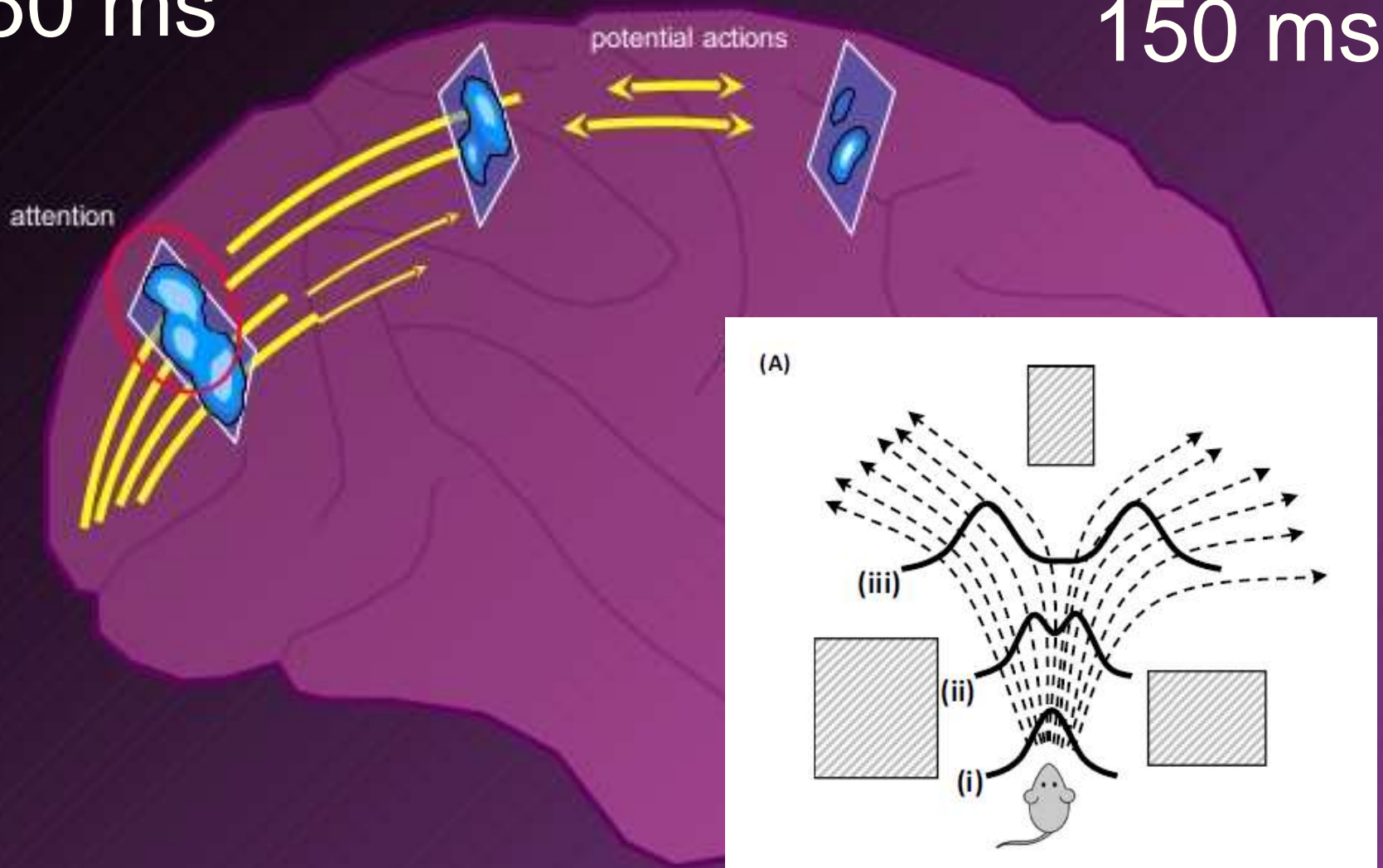


Et c'est à partir de là qu'a lieu la compétition (par inhibitions réciproques) et qu'un groupe de neurone « gagnant » va être éventuellement être **sélectionné** et déclencher l'action.

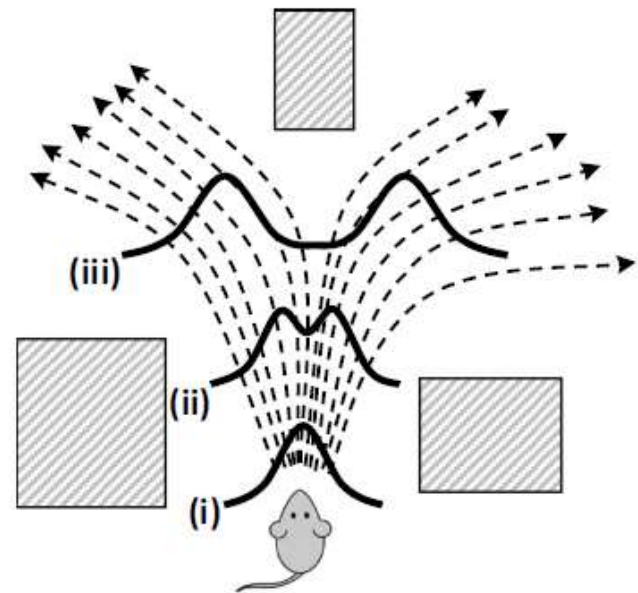


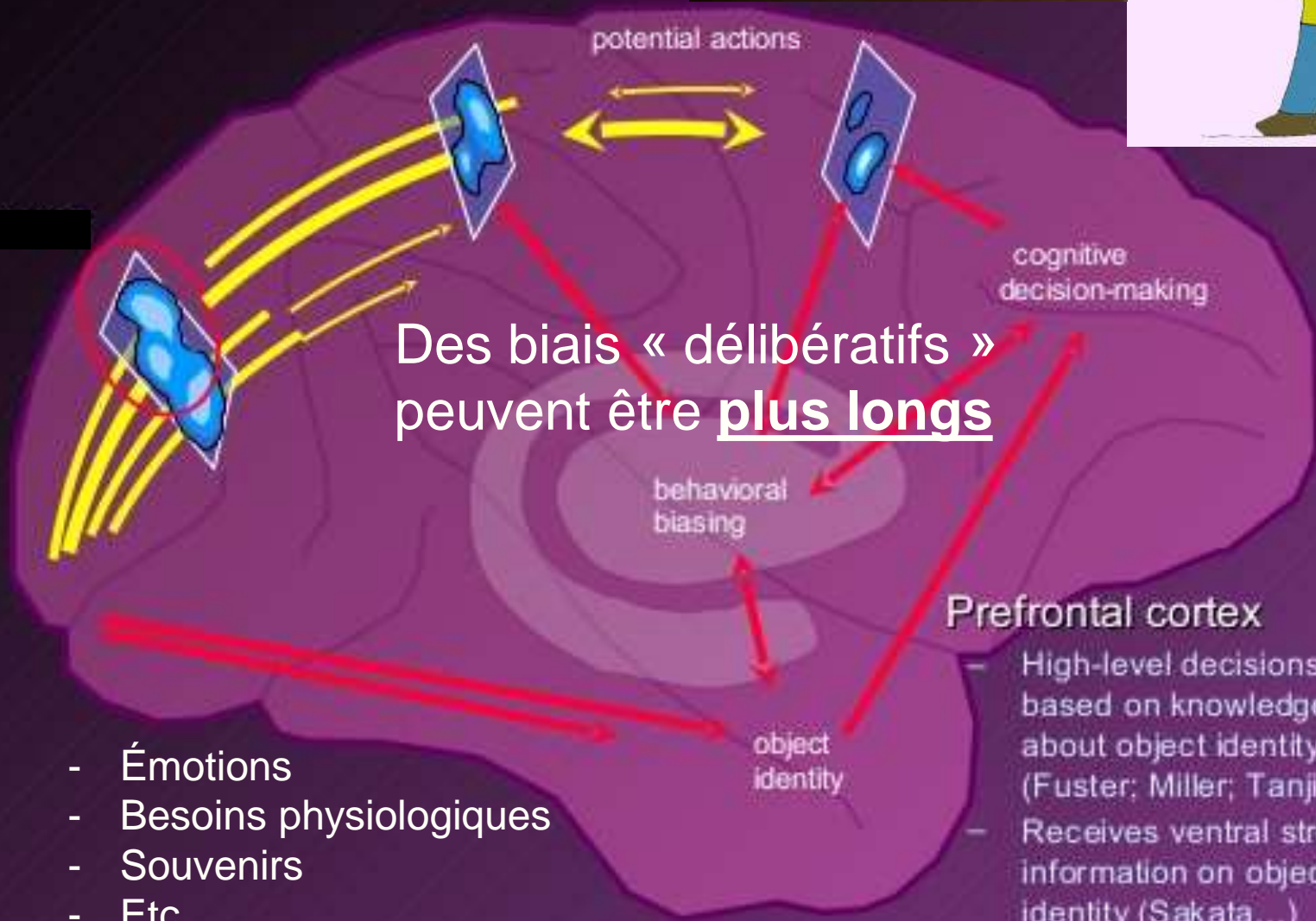
50 ms

150 ms



(A)

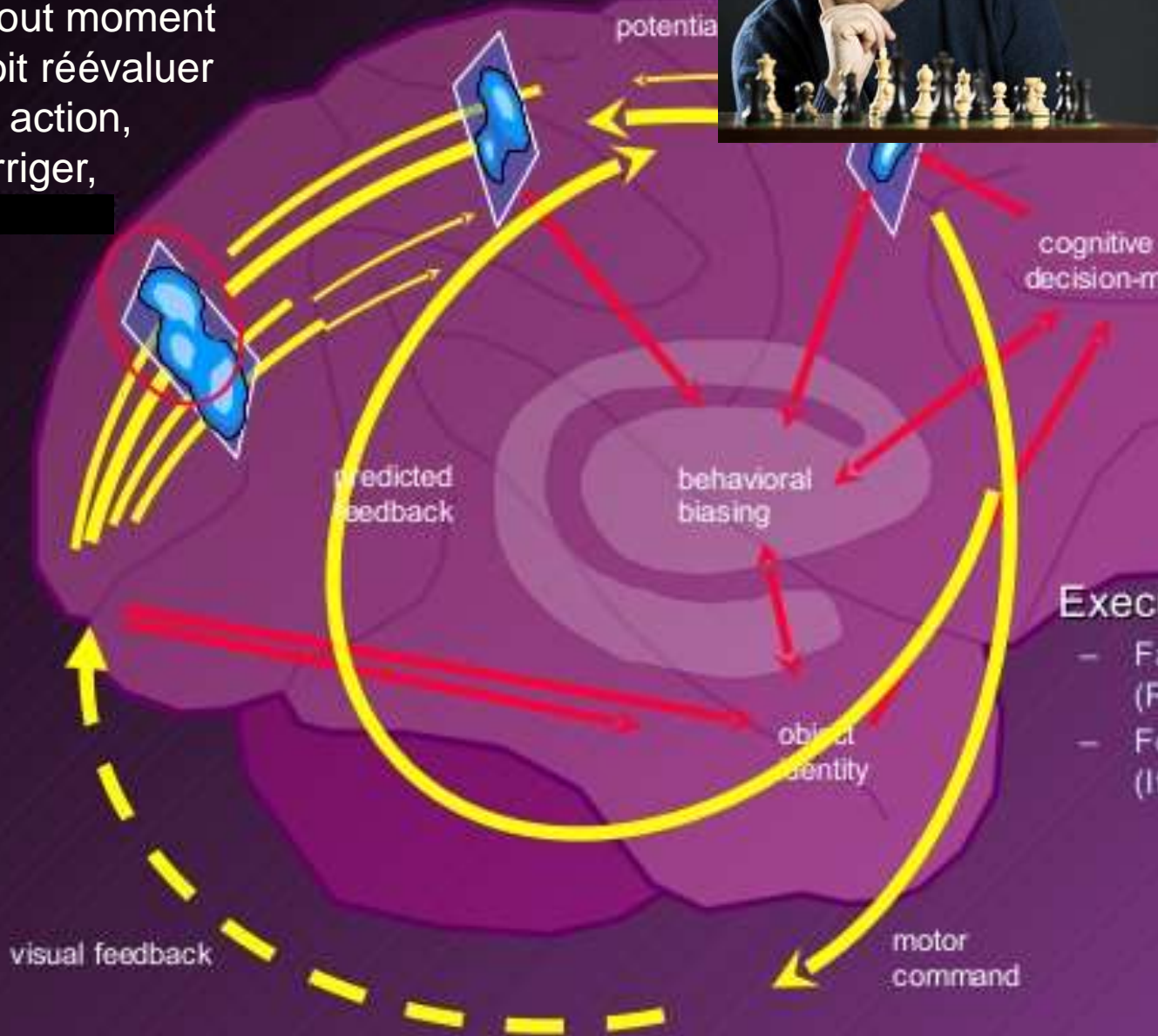




Des biais « délibératifs » peuvent être plus longs

- Émotions
- Besoins physiologiques
- Souvenirs
- Etc.

...et tout cela se poursuit en temps réel (le corps bouge, l'environnement aussi) et à tout moment on doit réévaluer notre action, la corriger, etc.



- Execution**
- Fast visual feedback (Prablanc; Desmurget)
  - Forward models (Ito; Wolpert; Miall)



Dans l'exemple ci-contre, on peut imaginer que le singe a, à portée de main, la possibilité de cueillir les petits fruits de cet arbre.



**Mais en même temps**, il voit aussi une pomme plus désirable pour lui un peu plus loin, et une branche où il semble pouvoir s'aventurer pour l'atteindre.

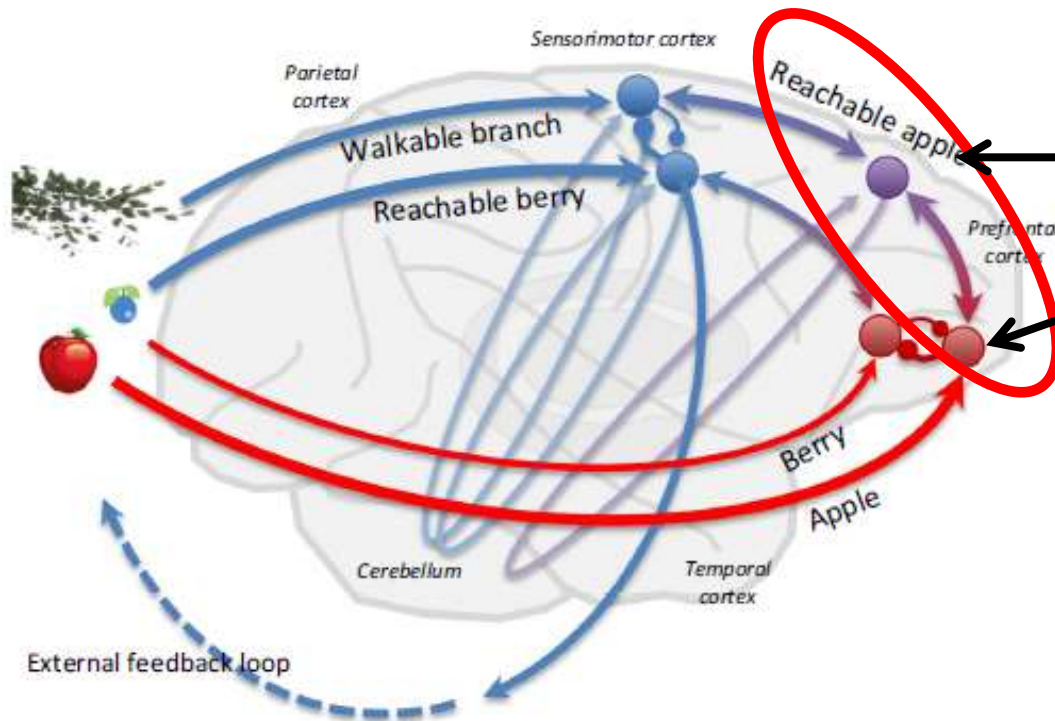
Éléments de :

Pezzulo G., Cisek P. (2016). **Navigating the Affordance Landscape: Feedback Control as a Process Model of Behavior and Cognition.**

Parce que la **pomme** est plus désirable pour le singe, cette affordance peut être biaisée de façon **“top down”**



(c)



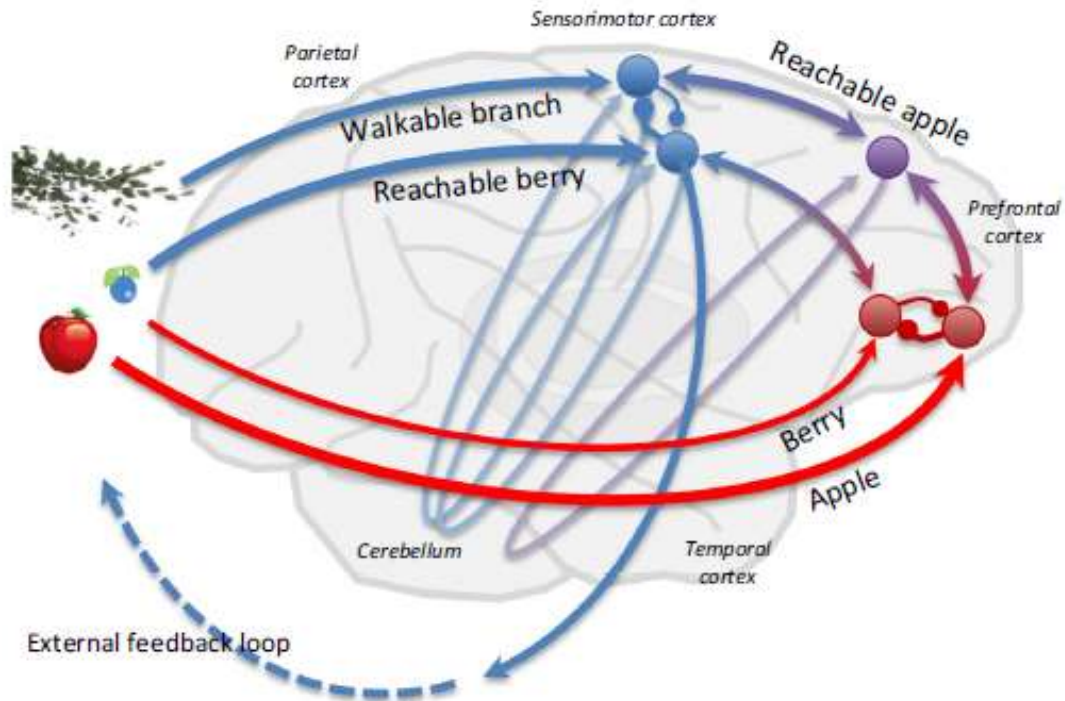
La pomme remporte la « compétition »

grâce à sa « **valeur émotive** » plus positive.

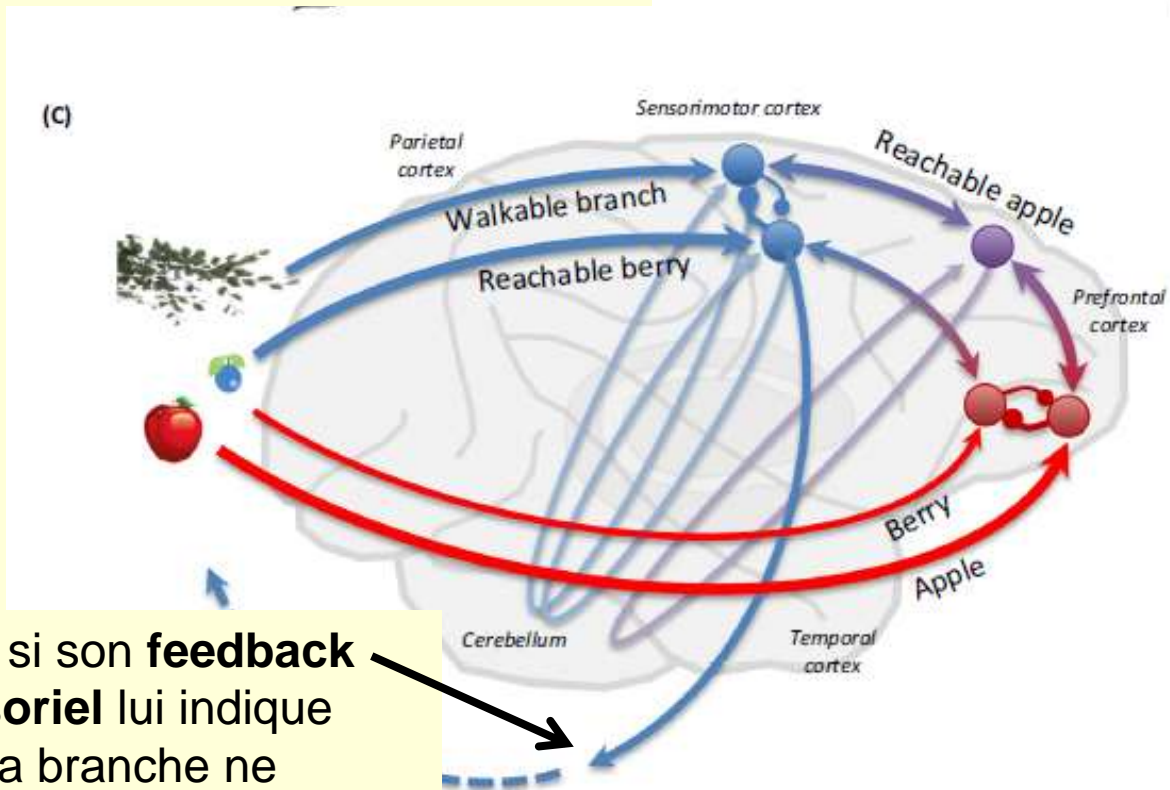
Donc le singe se met à **marcher sur la branche** vers la pomme



(c)



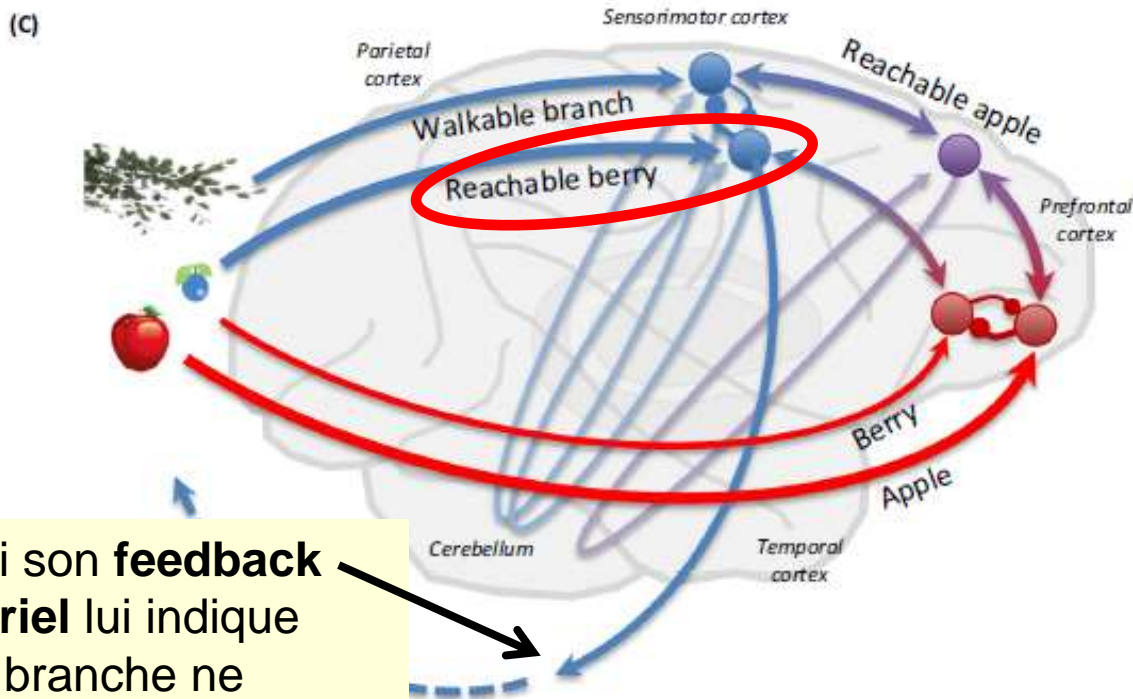
Donc le singe se met à **marcher sur la branche** vers la pomme



l'animal a **peur** (“**valeur émotive négative**”) et la compétition penche alors en faveur d'un plan moteur moins risqué

Mais si son **feedback sensoriel** lui indique que la branche ne supporte pas son poids

Donc le singe se met à **marcher sur la branche** vers la pomme



l'animal a **peur** (“**valeur émotive négative**”) et la compétition penche alors en faveur d'un plan moteur moins risqué

Il se ravise alors et prend le petit fruit bleu.

Mais si son **feedback sensoriel** lui indique que la branche ne supporte pas son poids

Deux façons d'organiser les processus cognitifs :  
 d'abord la taxonomie classique perception-cognition-action...



et celle qui découle du tournant pragmatique »



# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

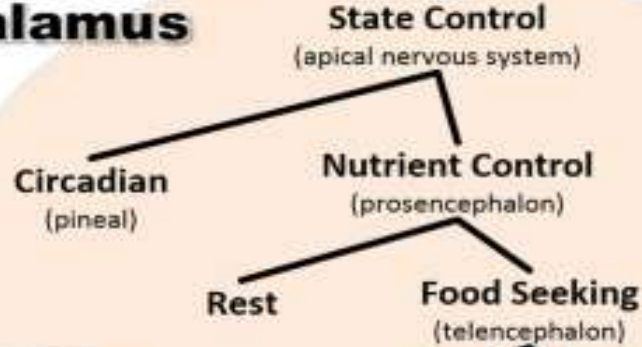
Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

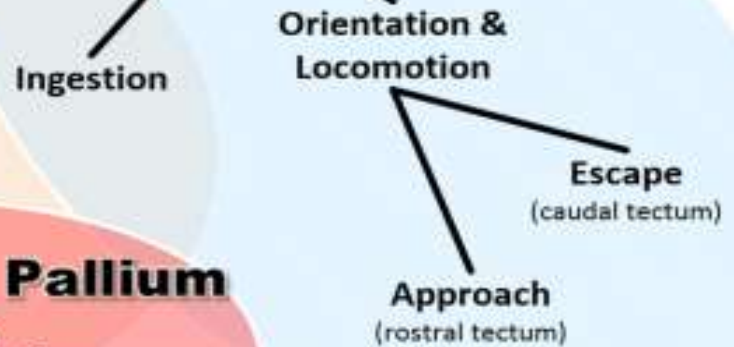
**Spécification et sélection d'actions**

D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives

# Hypothalamus



# Sensorimotor Control (blastoporal nervous system)



# Hindbrain & Spinal Cord

# Subpallium

Behavior selection (basal ganglia)

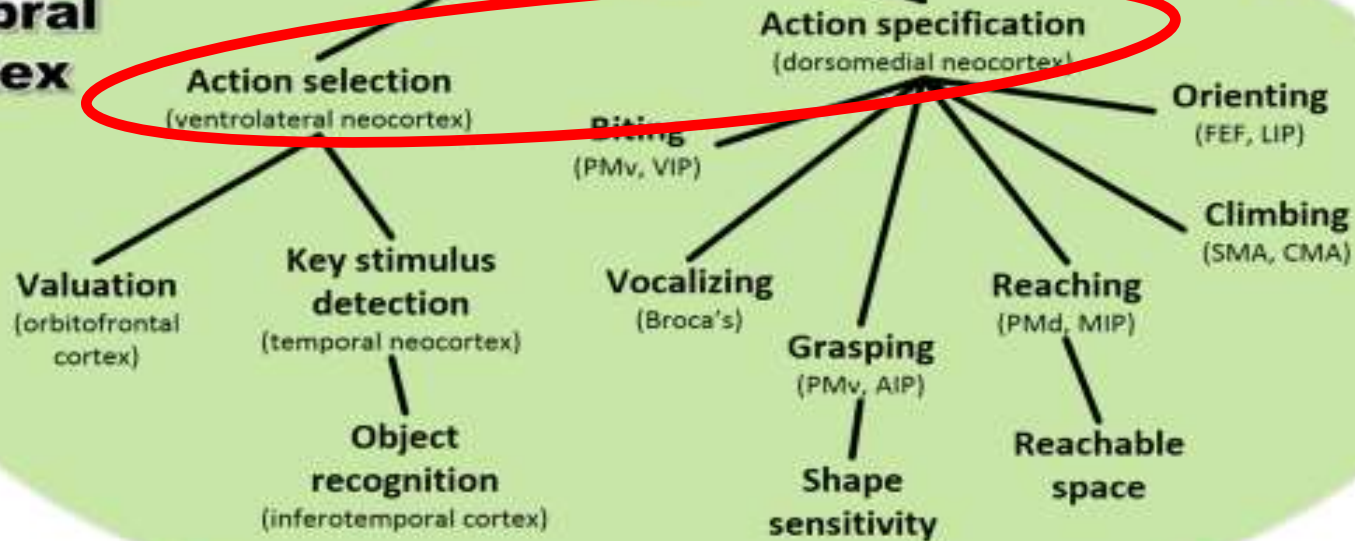
# Pallium

Exploitation (ventrolateral pallium)

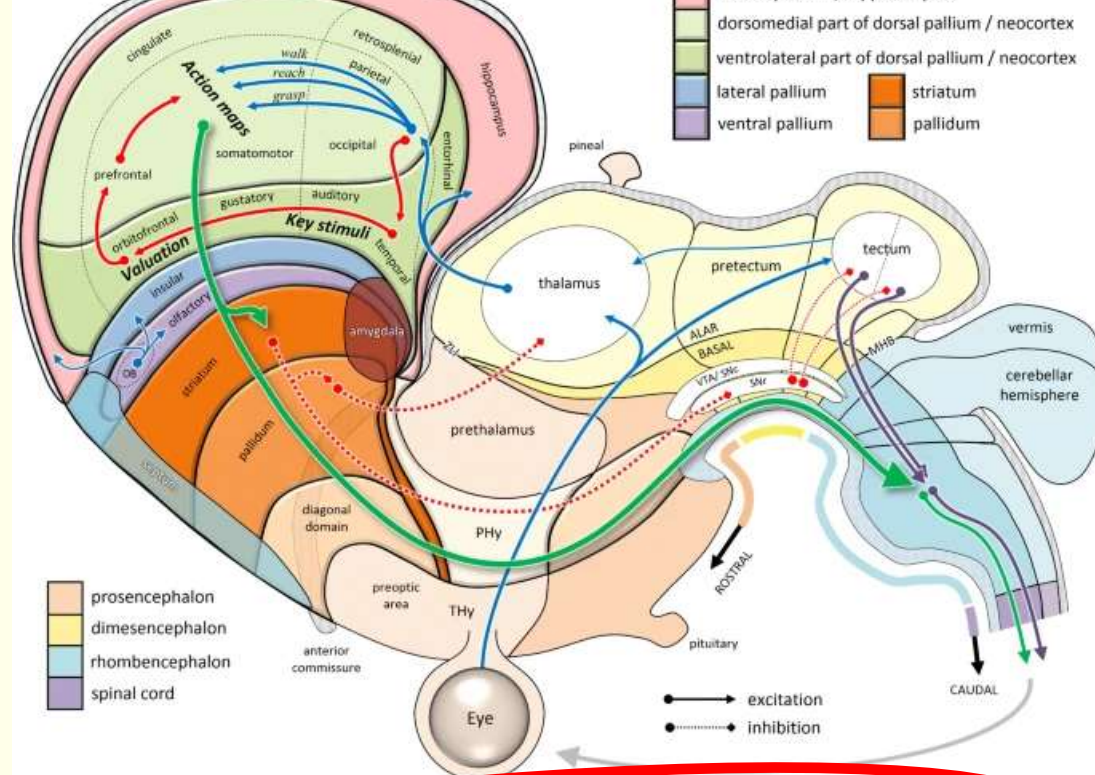
Exploration (medial pallium, hippocampus)

Interaction (dorsal pallium, neocortex)

# Cerebral Cortex

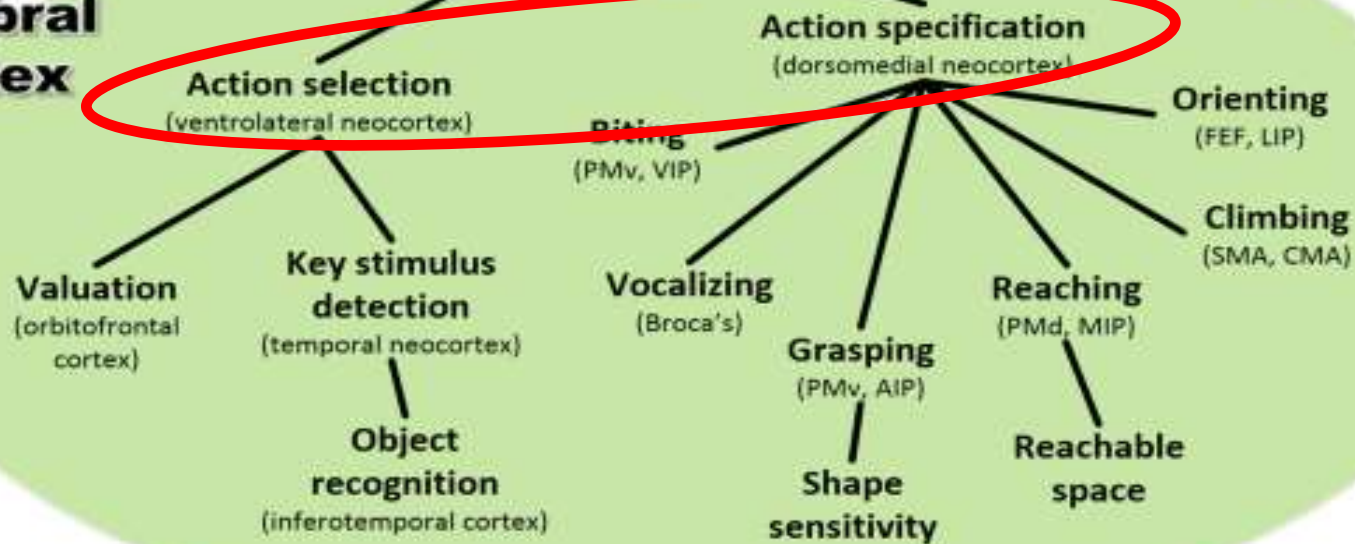


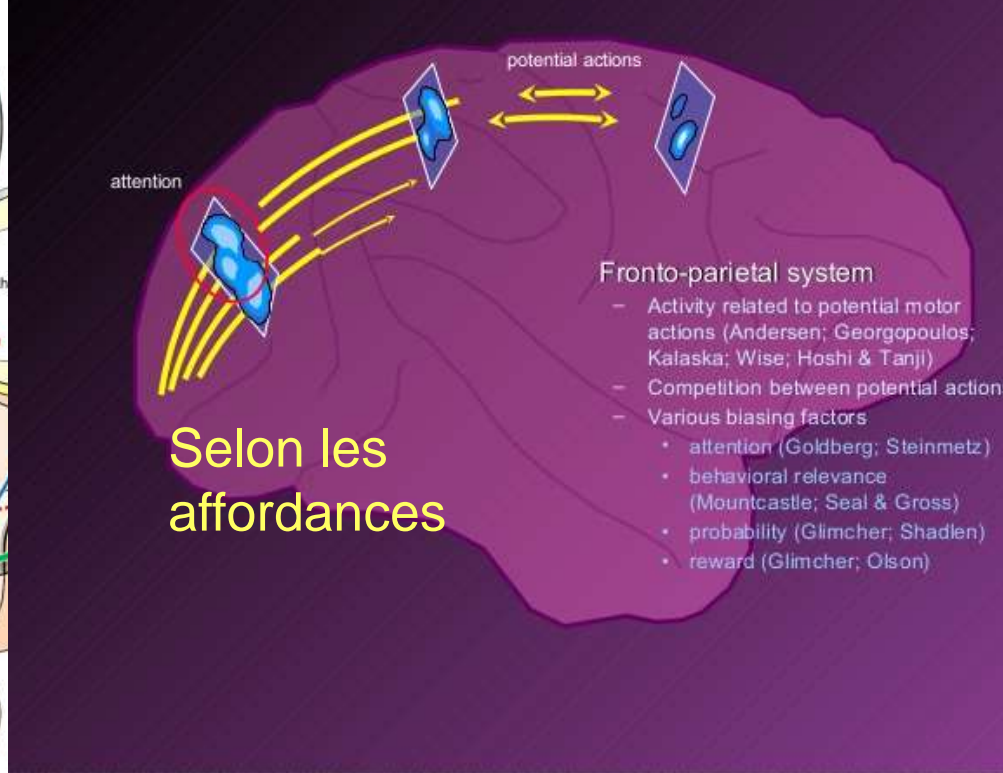
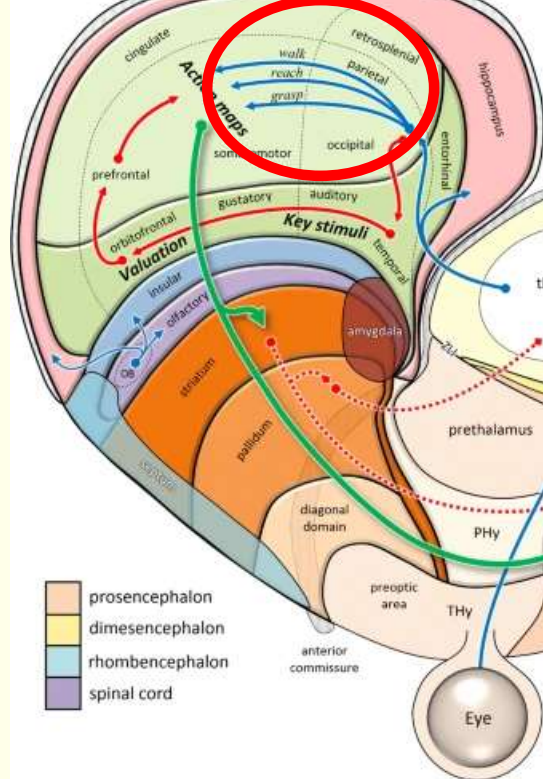




Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).

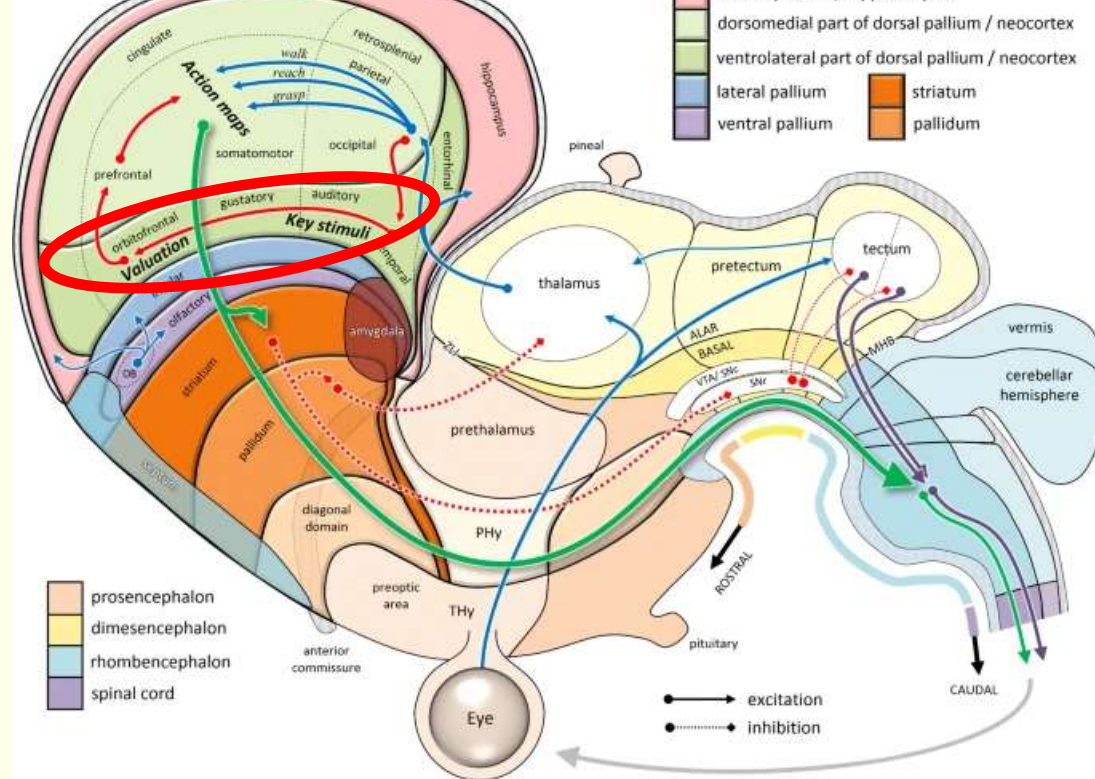
## Cerebral Cortex





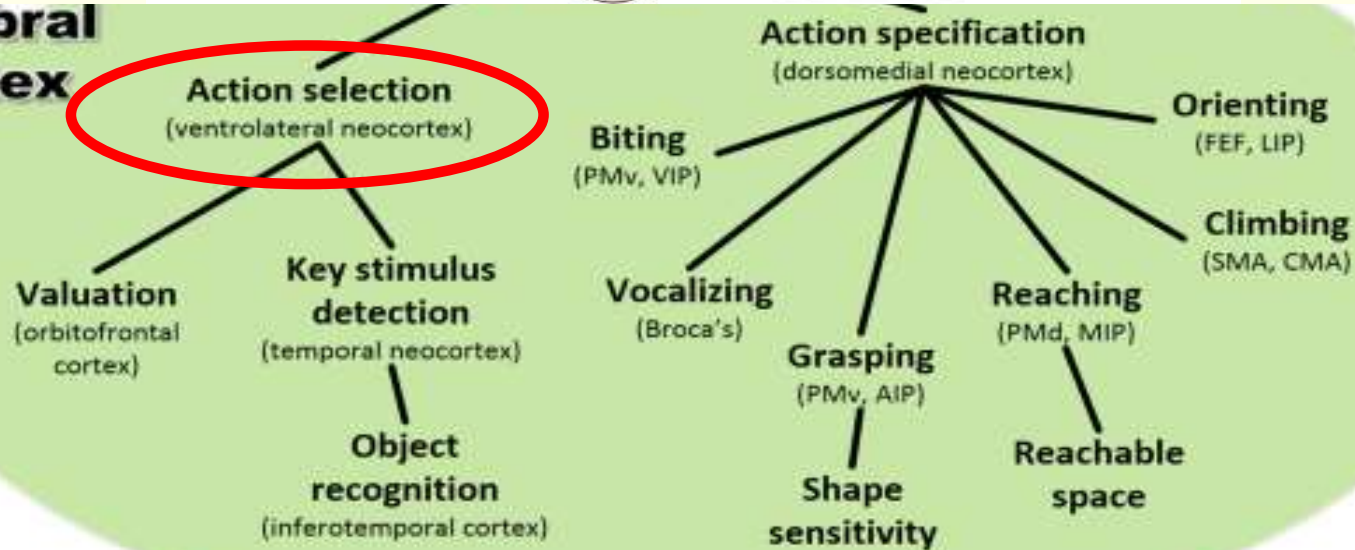
## Cerebral Cortex

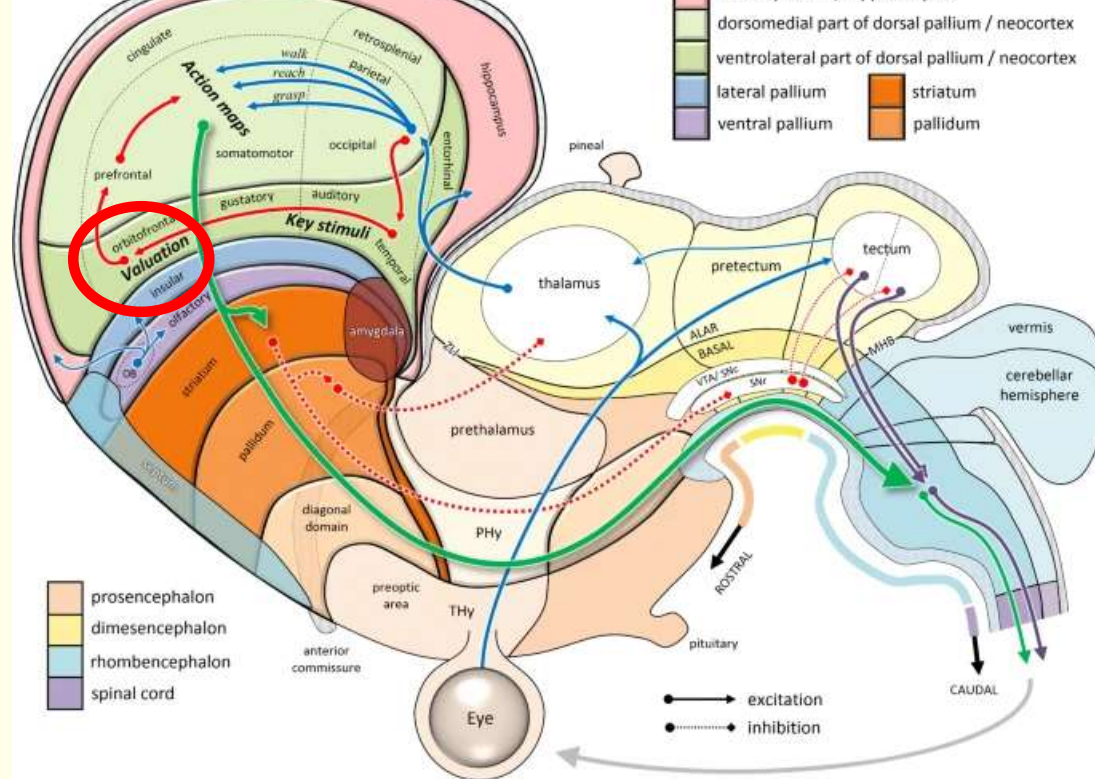




Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).

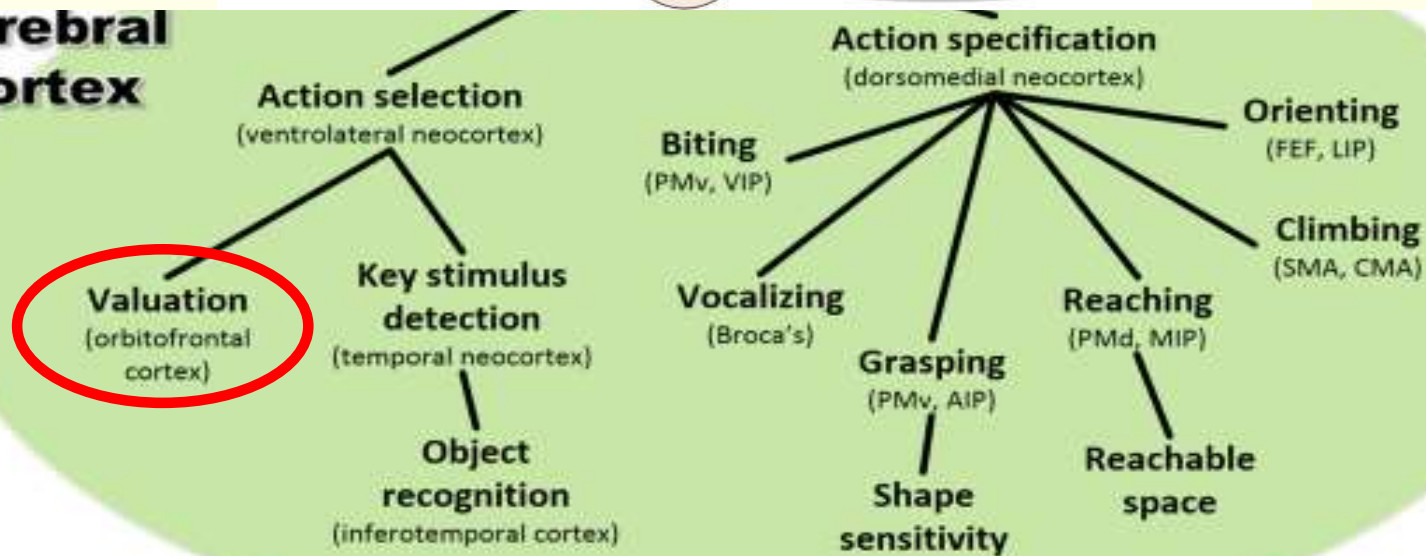
## Cerebral Cortex

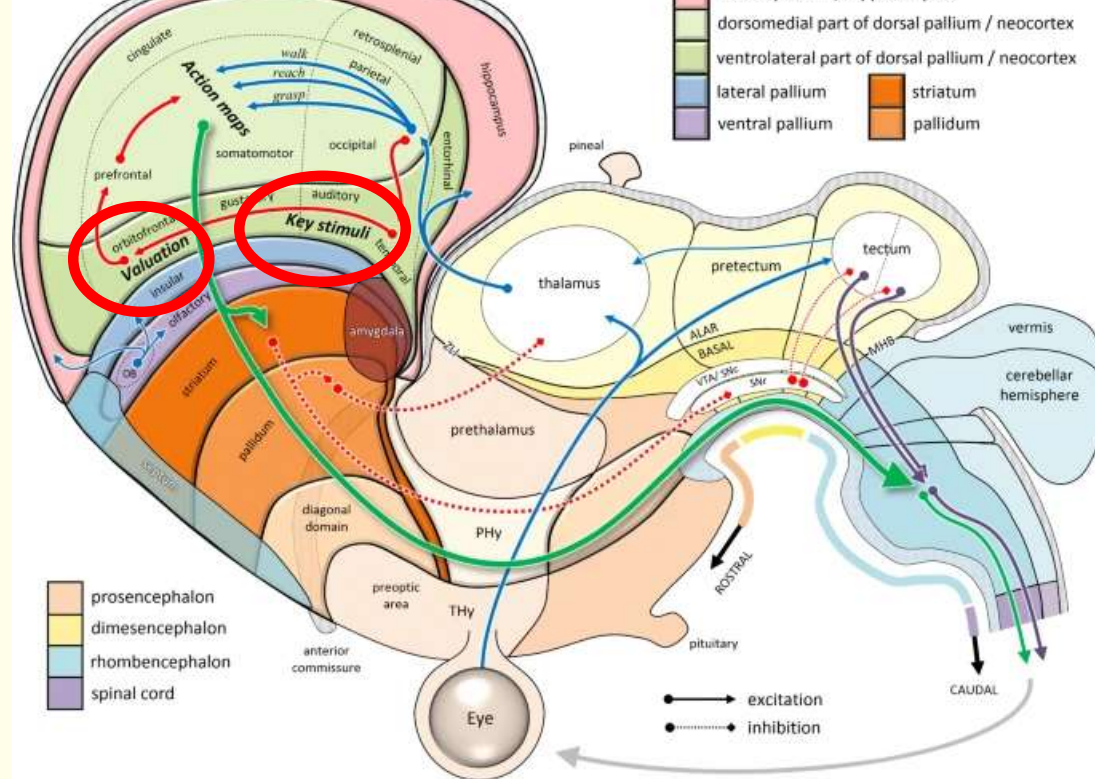




Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).

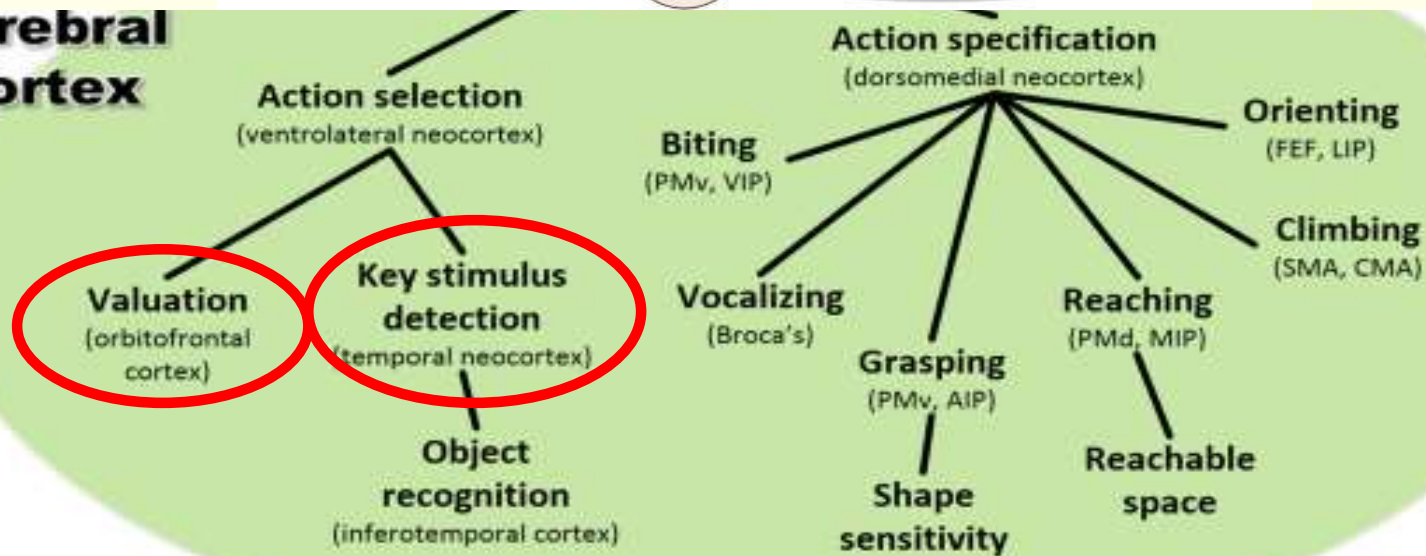
## Cerebral Cortex

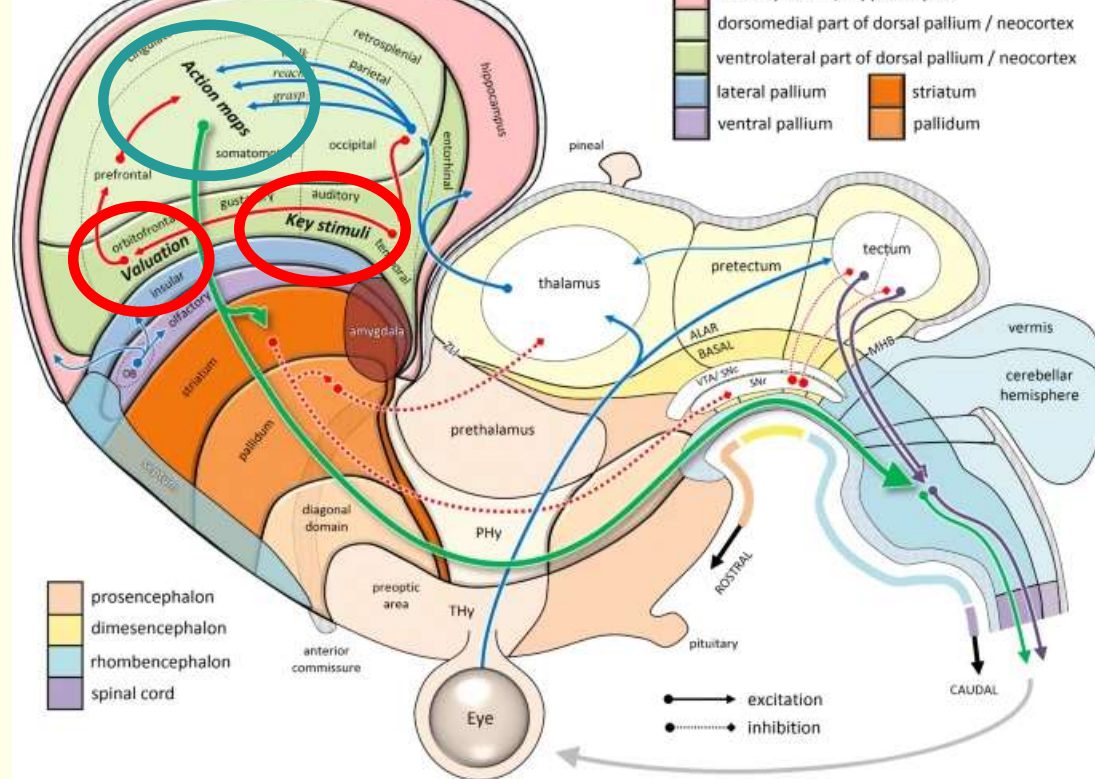




Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).

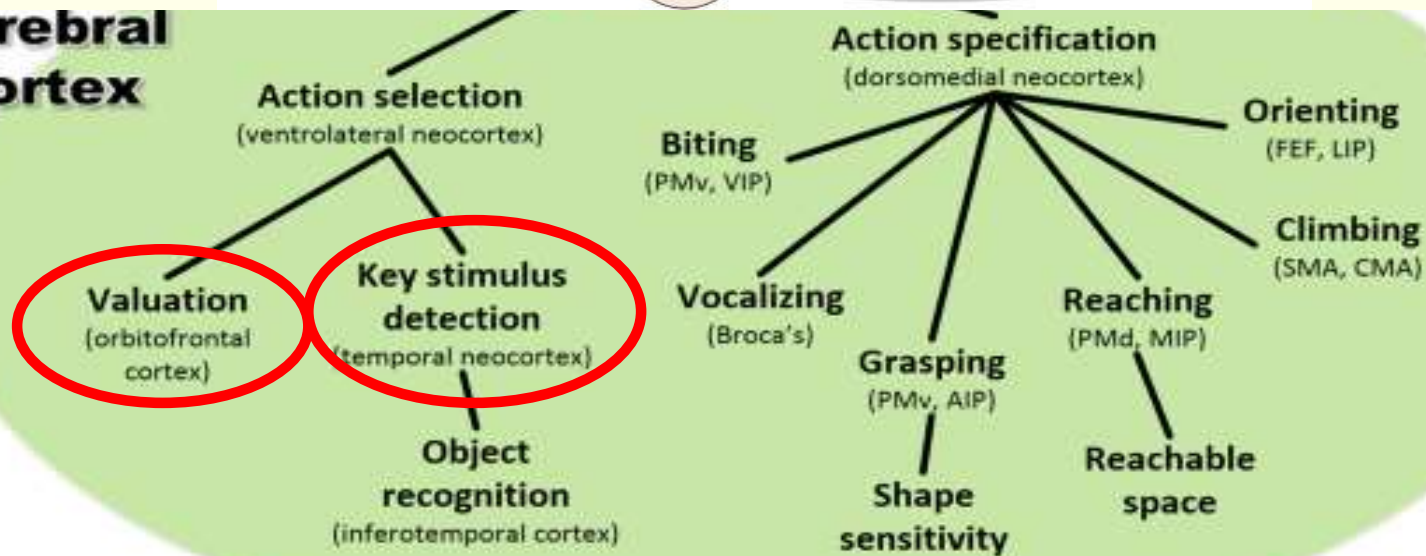
## Cerebral Cortex

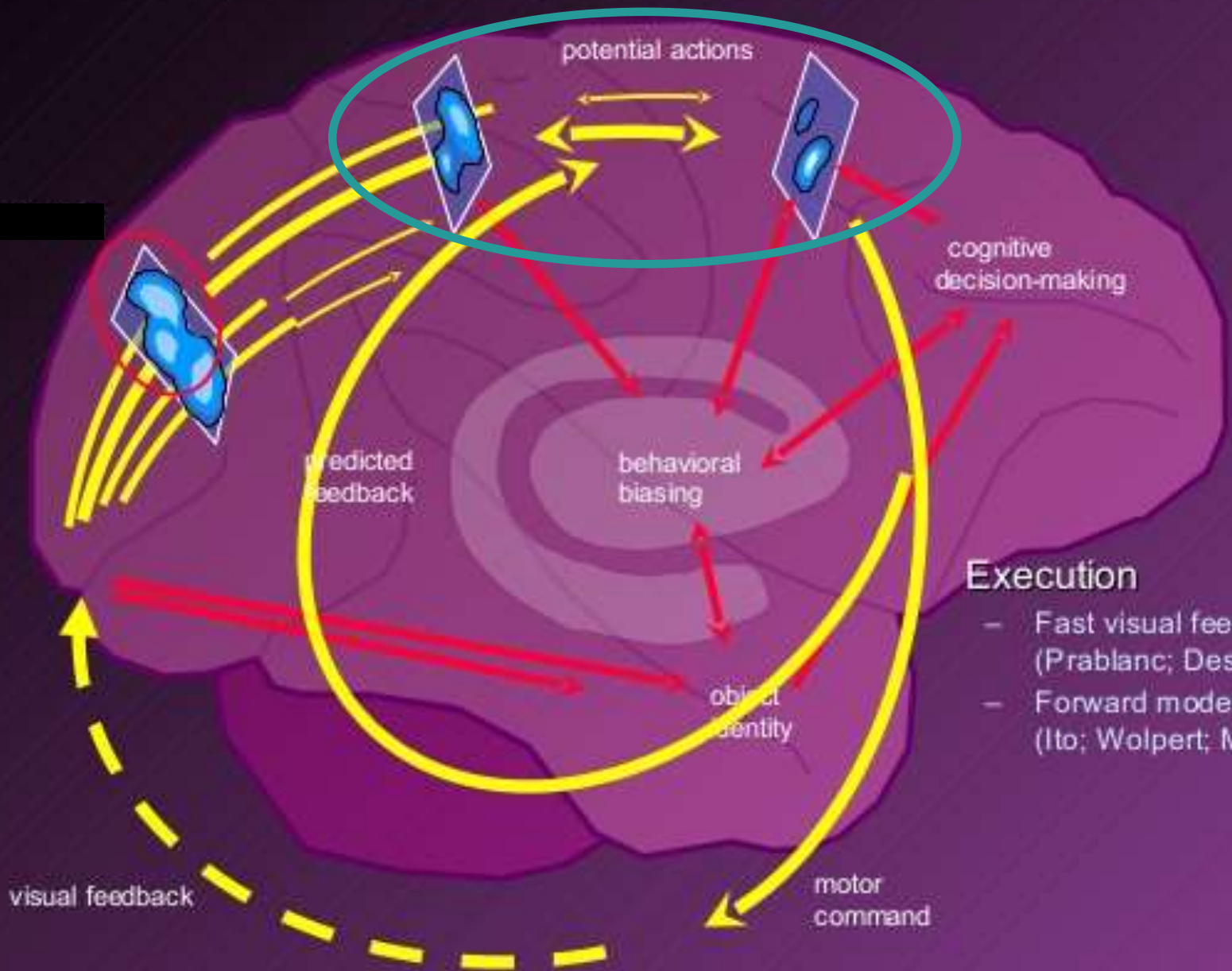




Schematic organization of the mammalian brain, based on Puelles et al. (2013).

## Cerebral Cortex





### Execution

- Fast visual feedback (Prablanc; Desmurget)
- Forward models (Ito; Wolpert; Miall)

# Plan

**Intro** : D'où je viens : le cerveau à tous les niveaux

## **Bloc 1 de 4 : Une perspective évolutive sur les comportements**

Différents niveaux d'organisation et échelles de temps

Reconsidérer les comportements dans le temps long de l'évolution

Qu'est-ce que la vie ?

Métabolisme et physiologie

Les comportements comme boucle de rétroaction et création de significations

Des eucaryotes aux systèmes nerveux et endocriniens

Niveaux d'organisation, auto-organisation et phénomènes émergents

## **Bloc 2 de 4 : Un cerveau qui ne sert pas à penser mais à agir**

Le raffinement de nos comportements à travers l'évolution de vertébrés

Approche et évitement (ou fuite)

Apprentissage et mémoire

L'exploration du milieu et l'exploitation des ressources

Un tournant pragmatique dans la compréhension de nos comportements

Simulations mentales

Affordances

Prise de décision rapide et inconsciente

Spécification et sélection d'actions

**D'autres changements de paradigmes en sciences cognitives**

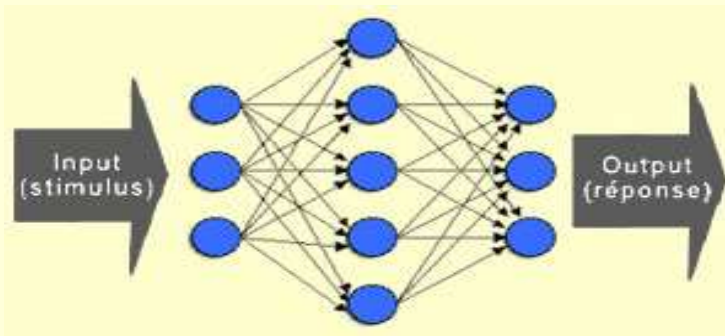




## 1960-1980 : Cognitivism



## 1980 : Connexionnisme



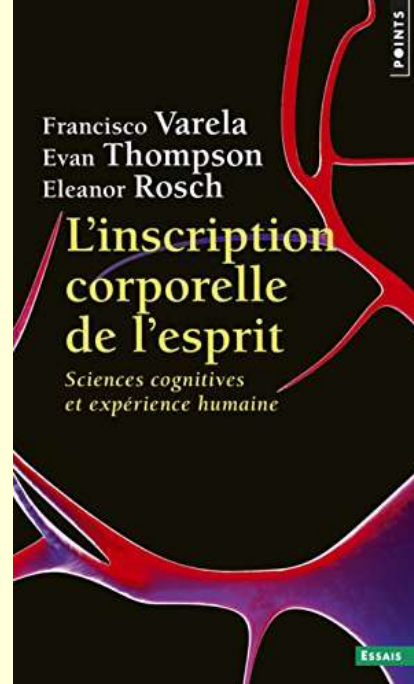
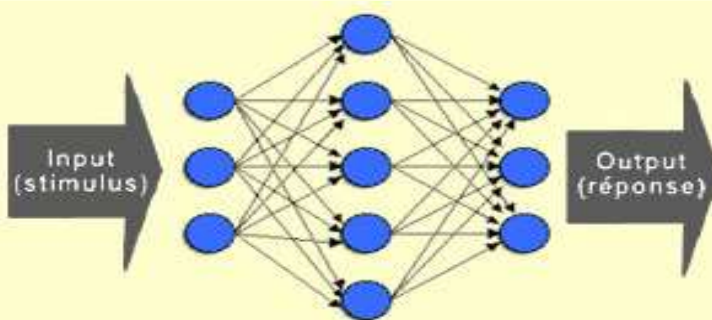
Les sciences cognitives du dernier demi-siècle ont aussi connu d'autres importants changements de paradigmes !



1960-1980 : Cognitivism



1980 : Connexionnisme



1991

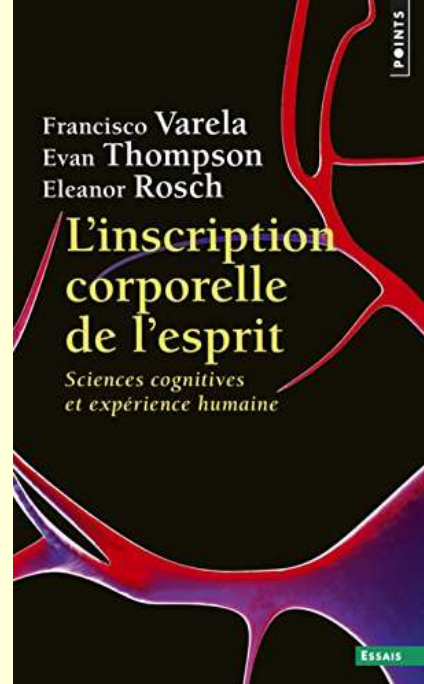


2016

Les sciences cognitives du dernier demi-siècle ont aussi connu d'autres importants changements de paradigmes !



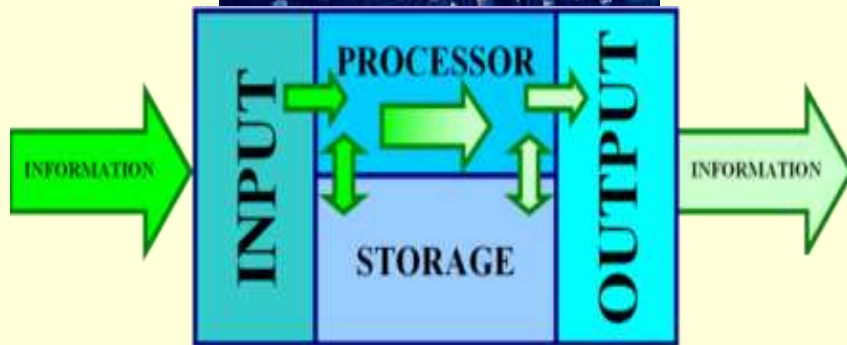
1980



1991

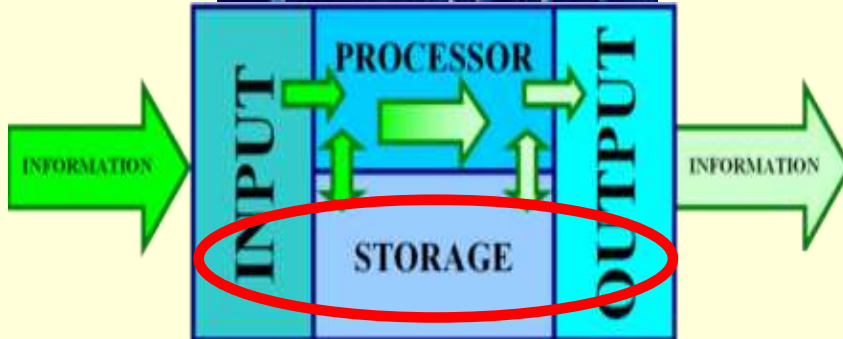
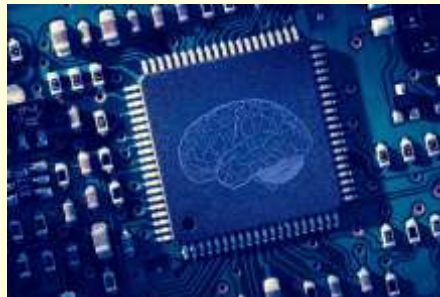


2016



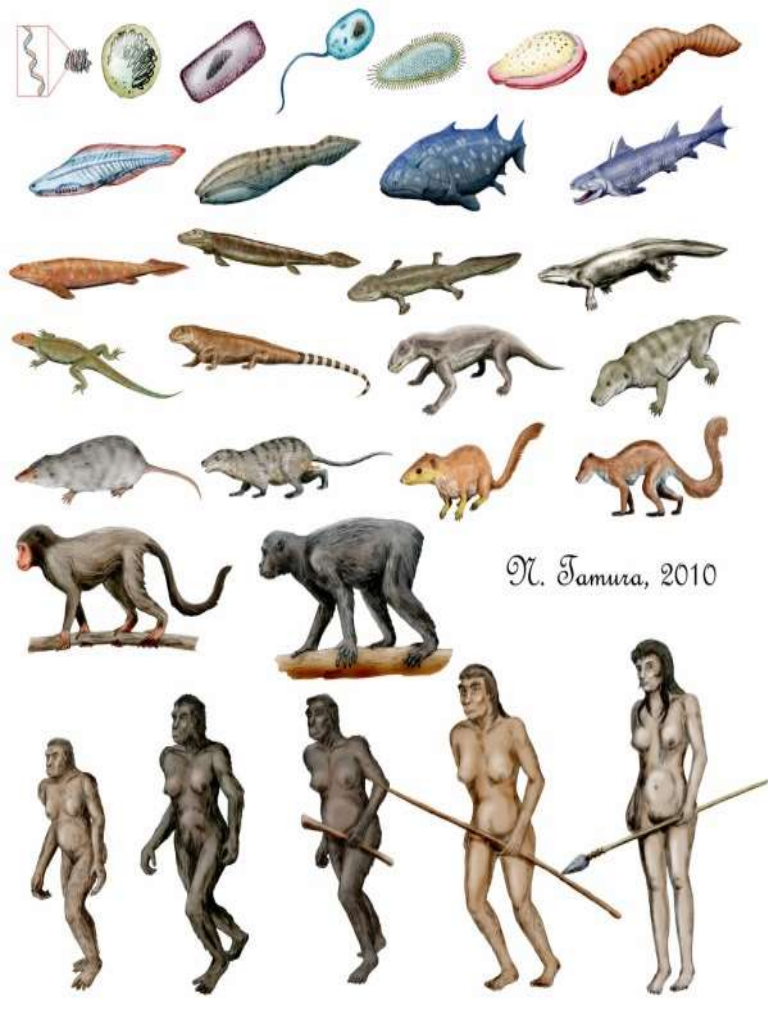
On sait aujourd'hui que notre mémoire ne fonctionne pas comme le disque dur d'un ordinateur...

...mais le sait-on vraiment ?



# Cours 1

## Évolution et émergence des systèmes nerveux



A collage of scientific papers and diagrams illustrating the levels of biological organization. The papers are titled "LE CERVEAU À NOS LES HUMANES" and "L'APPRENTISSAGE". The diagrams include a social group icon, a human silhouette, a brain silhouette, a neuron, and a human nervous system. A red arrow points upwards from the bottom left towards the top right, indicating the direction of evolution.

**Social**

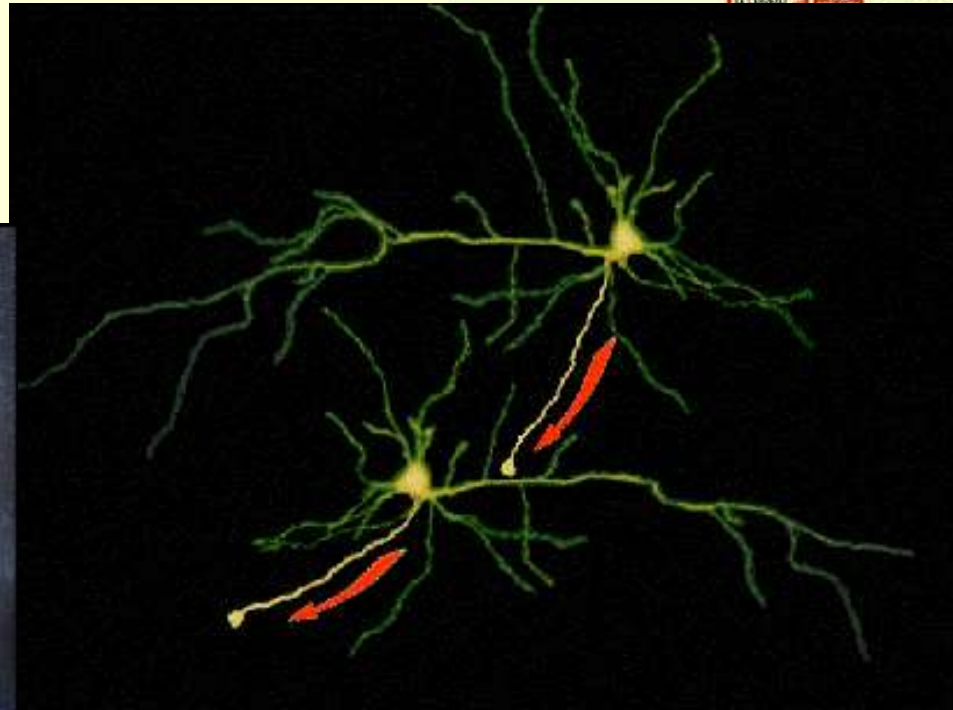
**Psychologique**

**Cérébral**

**Cellulaire**

**Moléculaire**

# Cours 2: A- De la théorie du neurone...

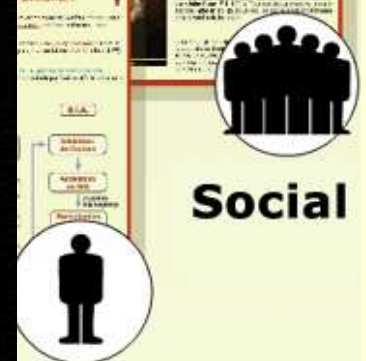


LE CERVEAU A 100 MILLIARDS DE NEURONES

LES NEURONES

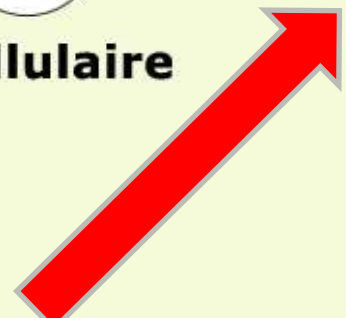
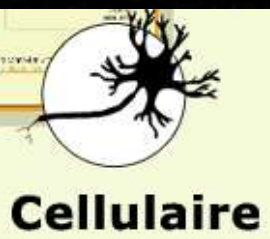
LES NEURONES SONT LES UNITÉS DE BASE DU SYSTÈME NERVEUX CENTRAL. ILS SONT CAPABLES DE RECEVOIR ET D'ÉMETTRE DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES ET CHIMIQUES. ILS SONT ÉGALEMENT CAPABLES DE SE COMMUNIQUER ENTRE EUX.

LES NEURONES SONT CLASSÉS EN DIFFÉRENTS TYPES SELON LEUR FORME ET LEUR FONCTION. LES NEURONES PYRAMIDAUX SONT LES PLUS COMMUNS ET SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES. LES NEURONES GIGANTES SONT LES PLUS GRANDS NEURONES ET SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES. LES NEURONES SENSIBLES SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES.



LES NEURONES SONT COMPOSÉS DE CELLULES NEURONALES ET DE CELLULES GLIQUES. LES CELLULES NEURONALES SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES ET CHIMIQUES. LES CELLULES GLIQUES SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES ET CHIMIQUES.

LES NEURONES SONT CLASSÉS EN DIFFÉRENTS TYPES SELON LEUR FORME ET LEUR FONCTION. LES NEURONES PYRAMIDAUX SONT LES PLUS COMMUNS ET SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES. LES NEURONES GIGANTES SONT LES PLUS GRANDS NEURONES ET SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES. LES NEURONES SENSIBLES SONT RESPONSABLES DE LA MAJORITY DES SIGNAUX ÉLECTRIQUES.

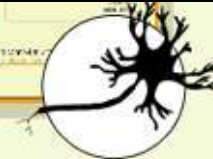
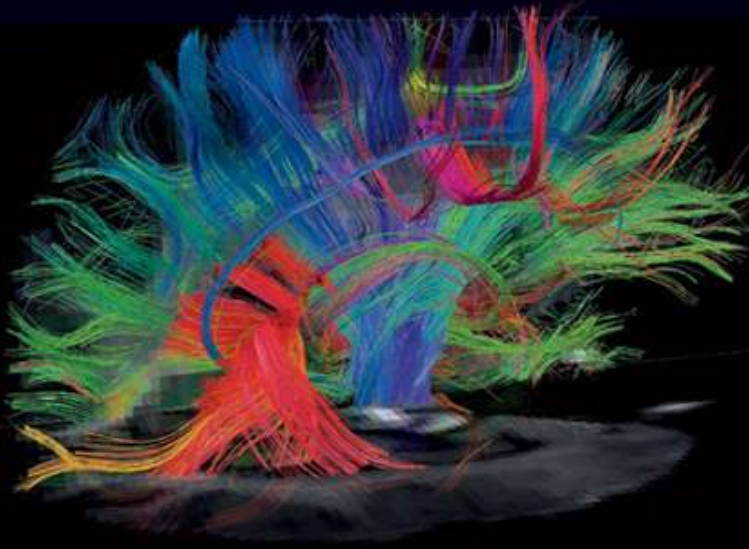


## Cours 2:

## B- ...au piège du « cerveau-ordinateur »



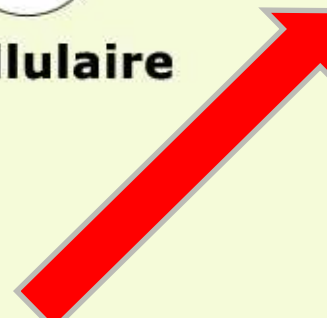
Ceci n'est pas un ordinateur



Cellulaire

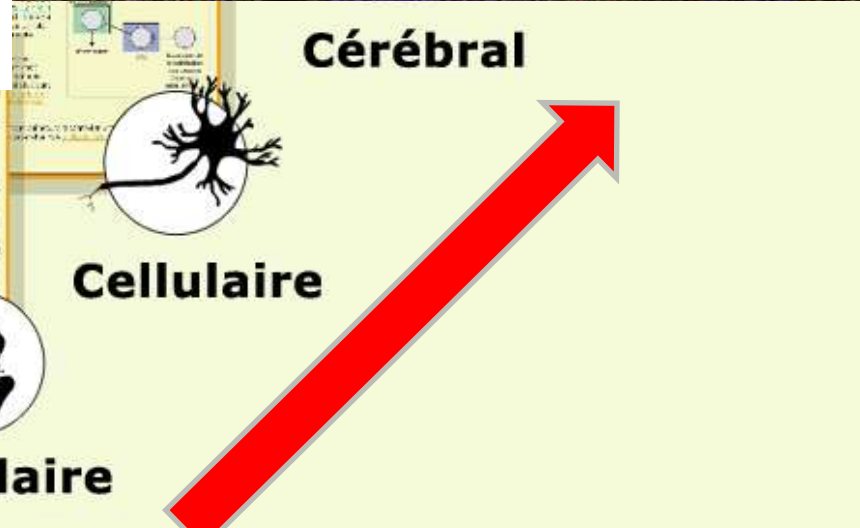
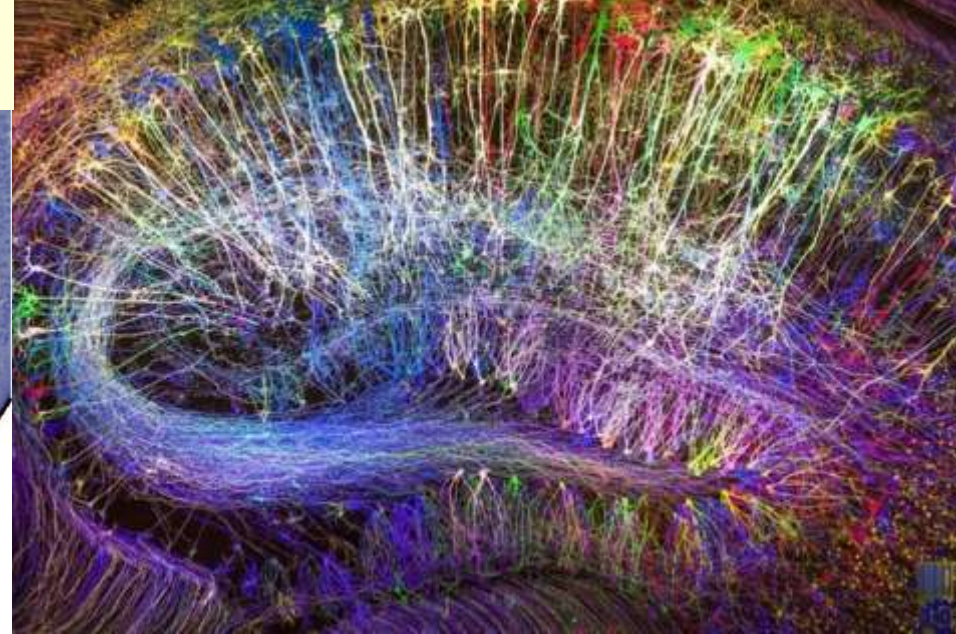
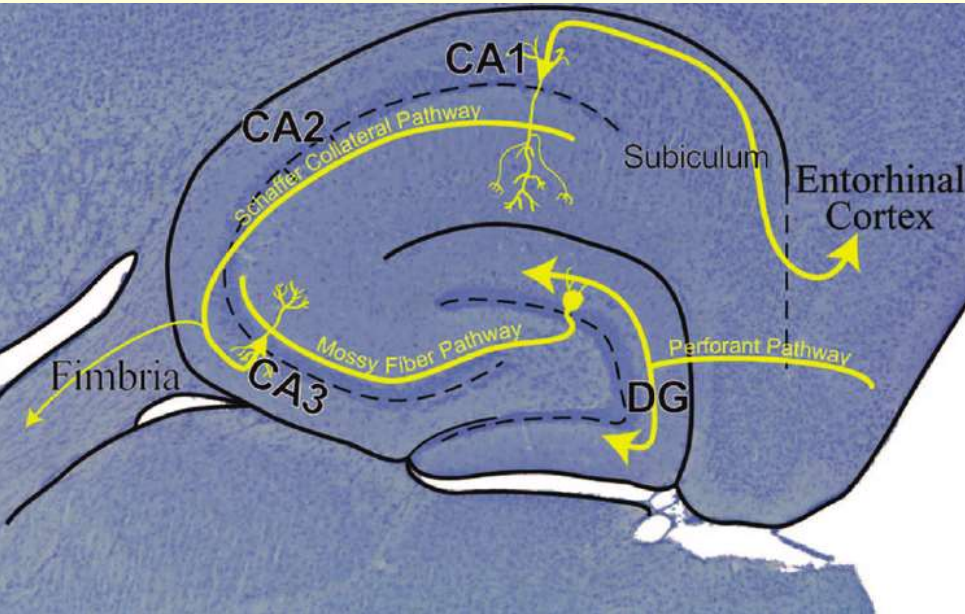


Moléculaire



# Cours 3 : A- Évolution de nos mémoires et rôle de l'hippocampe

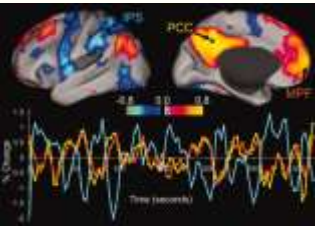
<b>LE CERVEAU A NOS JOURS</b>	<b>Évolution</b>	<b>Structure</b>	<b>Évolution</b>
...	...	...	...
<b>Évolution</b>	<b>Structure</b>	<b>Évolution</b>	<b>Structure</b>
...	...	...	...



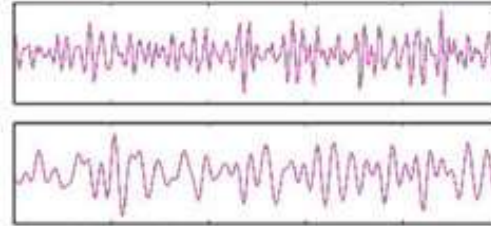


# Échelle de temps :

# Processus dynamiques :



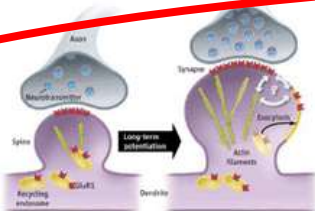
$10^{-3} s$



Gamma  
40 - 70hz

Beta  
12 - 40hz

**Perception et action** devant des situations en temps réel grâce à des coalitions neuronales synchronisées temporairement



$10^{11} s$

$10^3 s$



**L'apprentissage** durant toute la vie par la plasticité des réseaux de neurones



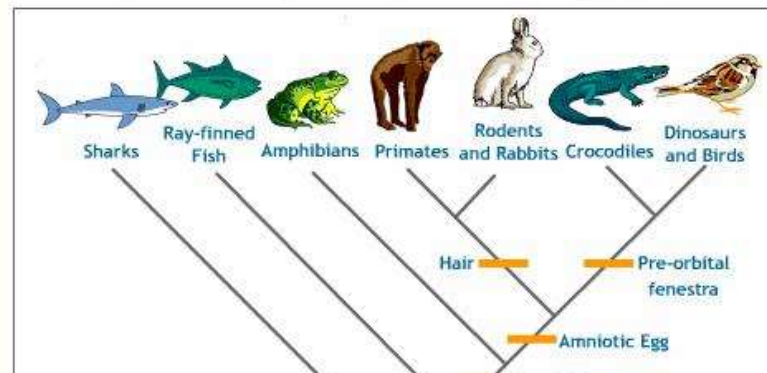
$10^6 s$



**Développement** du système nerveux par des mécanismes épigénétiques



$10^{15} s$



**Évolution** biologique qui façonne les plans généraux du système nerveux

# Plan (suite)

## **Bloc 3 de 4 : Les hauts et les bas de l'histoire de notre « cerveau-corps »**

### **L'engramme mnésique à de multiples niveaux**

Mécanismes de sélection d'engrammes : la neuromodulation cérébrale

« Neuro-hormones » : de la neuromodulation à l'échelle du corps

Aux origines des émotions : les neurosciences affectives

Le cas du stress chronique

Le cas de l'effet placebo