

Les docteurs ne sont pas (tous) des médecins

SCIENTISTS



What my friends think I do



What society thinks I do



What my mom thinks I do



What religions think I do



What I'd like to think I do



What I really do

DOCTORS



What my friends think I do



What my Mom thinks I do



What society thinks I do



What the government thinks I do



What I think I do



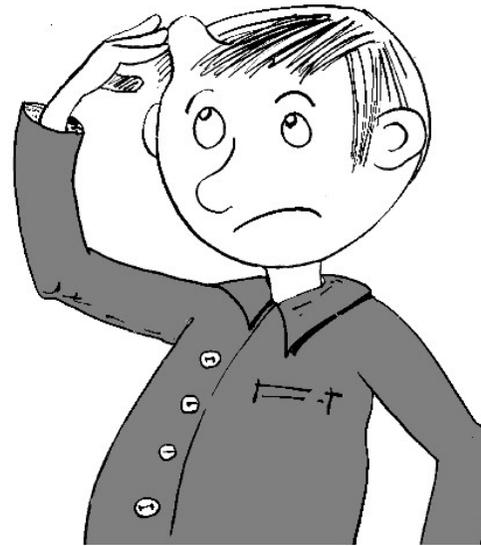
What I really do



- désigne la traduction de résultats scientifiques en informations erronées concernant l'éducation.
- Se propage dans la conscience publique sous forme d'idées-reçues.

Neuro-mythe ou réalité :

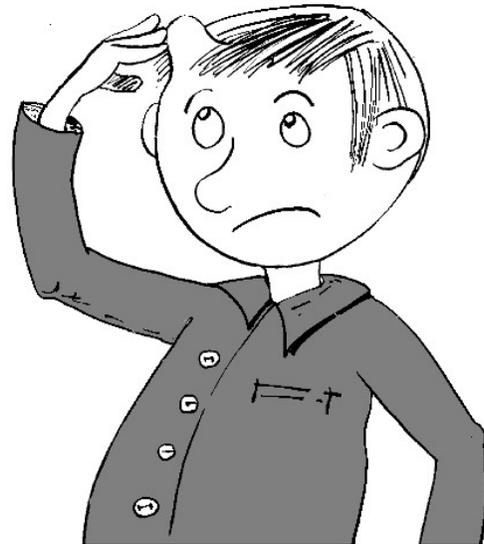
LA BOSSE DES MATHS



« Une partie du cerveau plus grosse permettrait d'avoir des capacités supérieures. »

Neuro-mythe ou réalité :

LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction
- La forme du crane reproduit la forme du cerveau
- Plus c'est gros, mieux ca marche

L'origine de "La bosse des maths"

Franz Joseph Gall
1758-1828

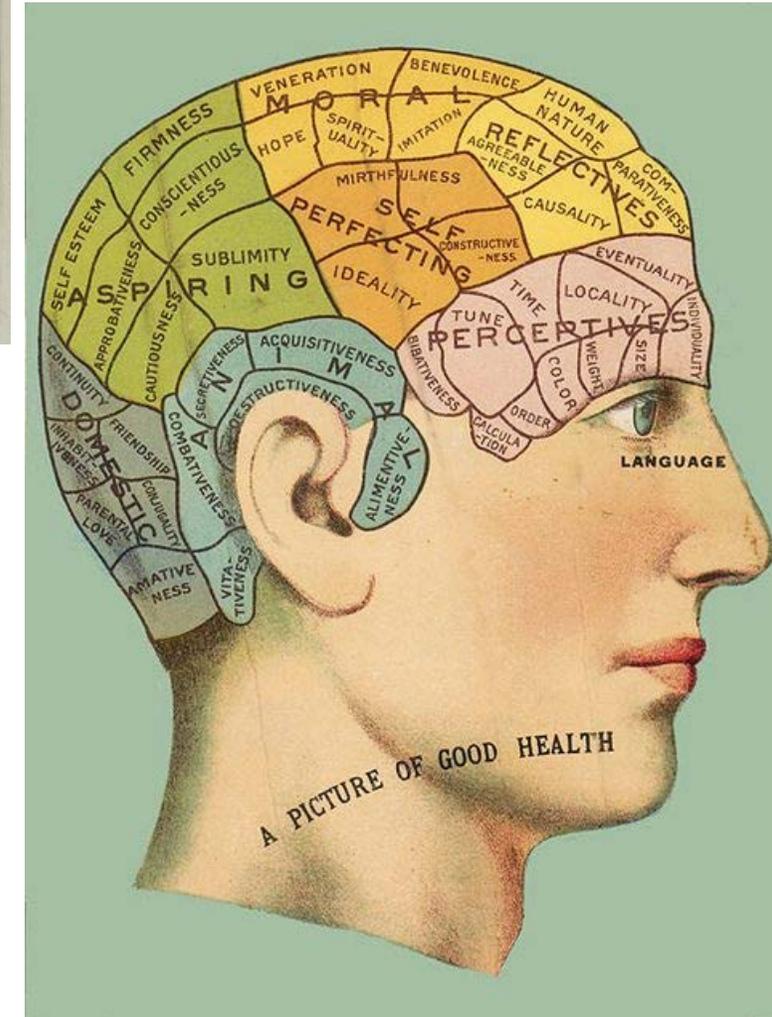


La phrénologie

(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)

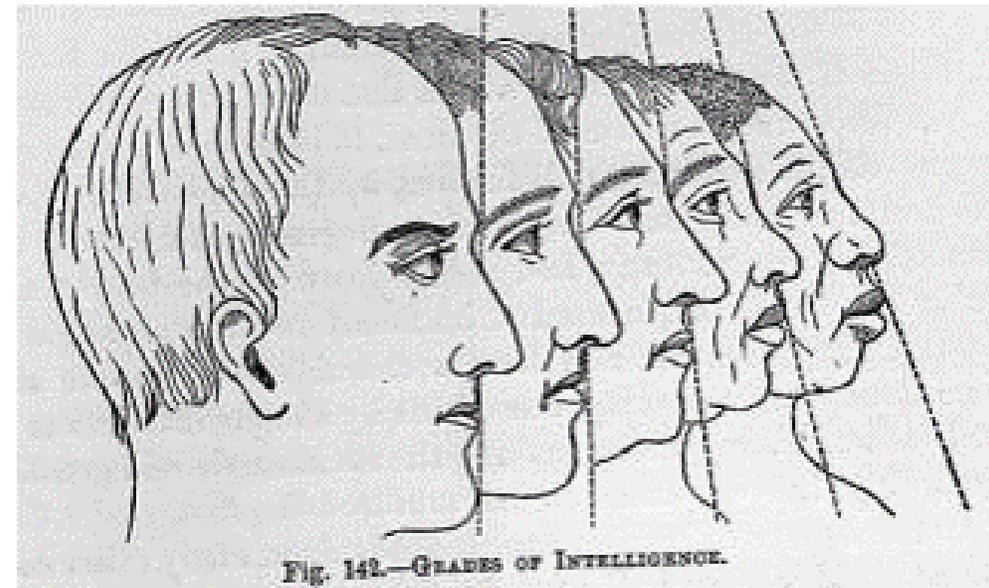
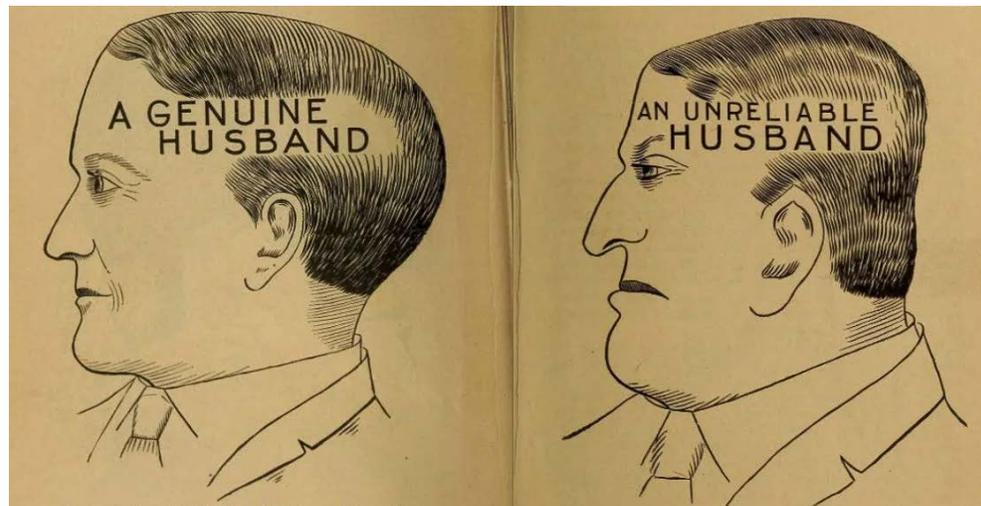
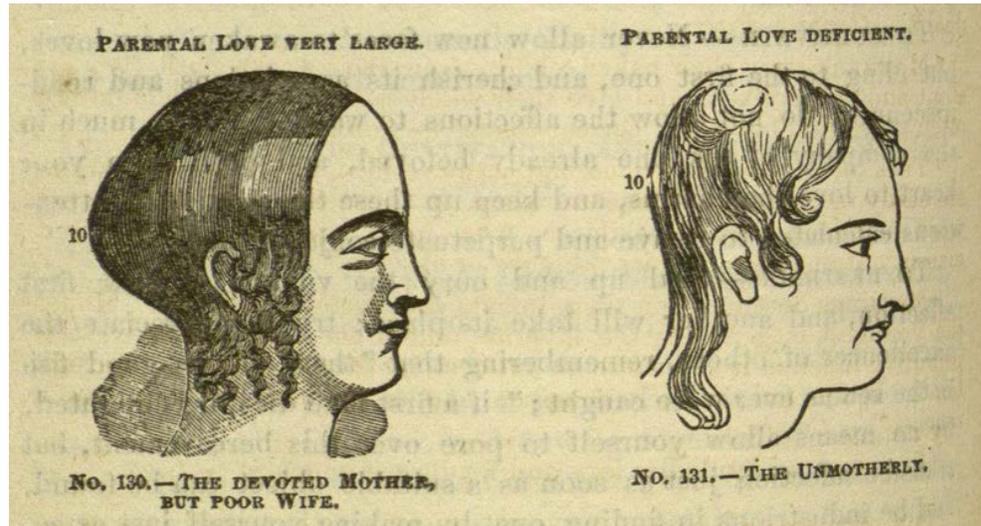
La théorie:

- Le cerveau est l'organe de l'esprit.
- Le cerveau n'est pas une entité homogène, mais un agrégat d'organes mental avec des fonctions spécifiques.
- Les organes cérébraux sont localisé de façon topographique.
- la taille relative d'un organe mental particulier est une indication de la puissance ou de la force de cet organe.
- Comme le crâne s'ossifie sur le cerveau au cours du développement de l'enfant, des moyens craniologiques externes pouvaient être utilisés pour diagnostiquer les états internes des caractères mentaux.



La phrénologie au XIXeme siecle

Quelques exemples



La phrénologie

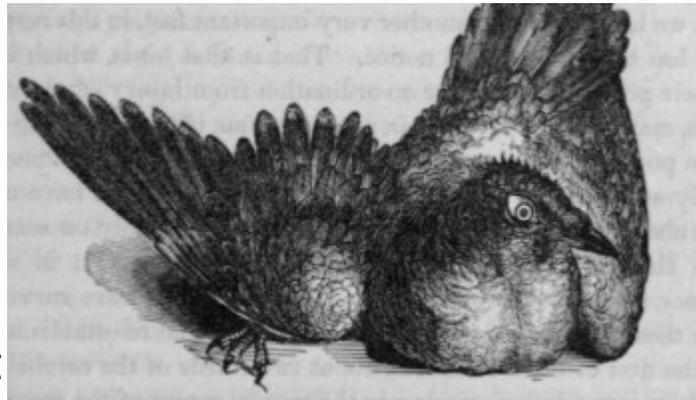
(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)

- Les phrénologues n'ont jamais pu se mettre d'accord sur les nombres d'organes mentaux les plus basiques, allant de 27 à plus de 40, et ont eu des difficultés à localiser les organes mentaux.
- Discrédité en France dès les années 1840. En particulier par les travaux de JP Flourens.

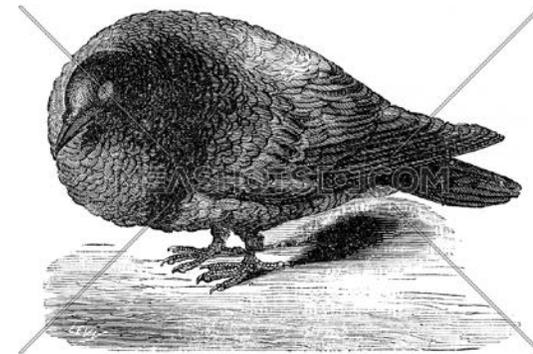


Jean-Pierre Flourens
(1794-1867)

- Ablation chirurgicale sélective de parties du cerveau d'animaux
- la stimulation faradique et galvanique (c'est-à-dire électrique continue ou pulsée) du cerveau des animaux et des humains



Sans cervelet



Sans cortex

La phrénologie

(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)

- Les phrénologues n'ont jamais pu se mettre d'accord sur les nombres d'organes mentaux les plus basiques, allant de 27 à plus de 40, et ont eu des difficultés à localiser les organes mentaux.
- Discrédité en France dès les années 1840. En particulier par les travaux de JP Flourens.



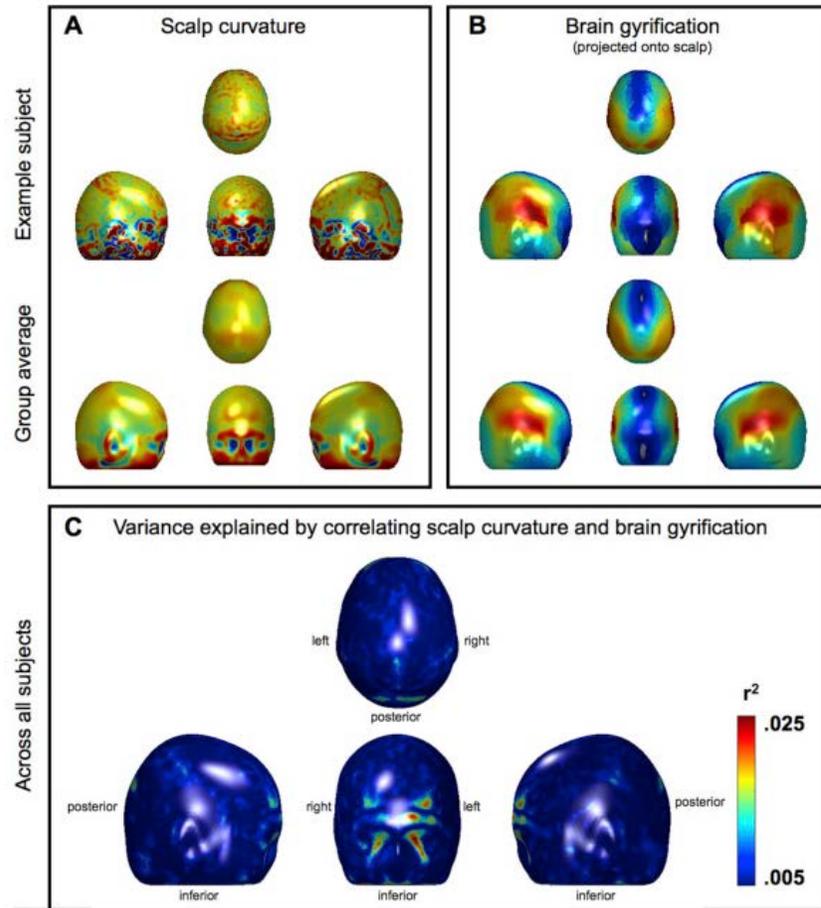
Jean-Pierre Flourens
(1794-1867)

- Ablation chirurgicale sélective de parties du cerveau d'animaux
- la stimulation faradique et galvanique (c'est-à-dire électrique continue ou pulsée) du cerveau des animaux et des humains
- des études cliniques, c'est-à-dire que des patients présentant des déficits neurologiques ou mentaux ont vu leur cerveau étudié après leur mort, dans le but d'établir une corrélation entre ces déficits et des altérations détectables dans le tissu cérébral.

- Continue dans les pays anglosaxons surtout aux États-Unis jusqu'au début du XXème siècle

La phrénologie

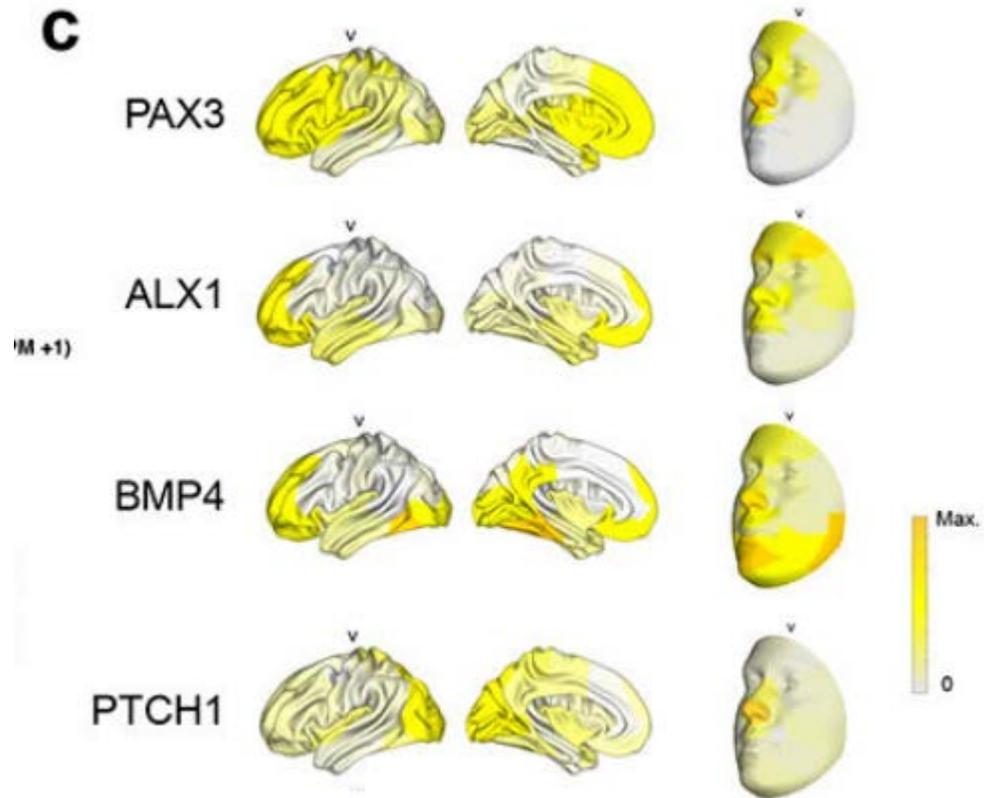
(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)



Pas de lien entre la forme du cerveaux et la forme du crane
Ni entre forme du cerveau et capacités mentales

La phrénologie

(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)



Quelques gènes impactent à la fois la forme du cerveau et à la fois la forme du visage.

Mais pas de corrélation avec les capacités cognitives ou des troubles mentaux.

La phrénologie

(à partir de 1810 jusqu'au début du XXème siècle)

- Les phrénologues n'ont jamais pu se mettre d'accord sur les nombres d'organes mentaux les plus basiques, allant de 27 à plus de 40, et ont eu des difficultés à localiser les organes mentaux.
- Discrédité en France dès les années 1840. En particulier par les travaux de JP Flourens.



Jean-Pierre Flourens
(1794-1867)

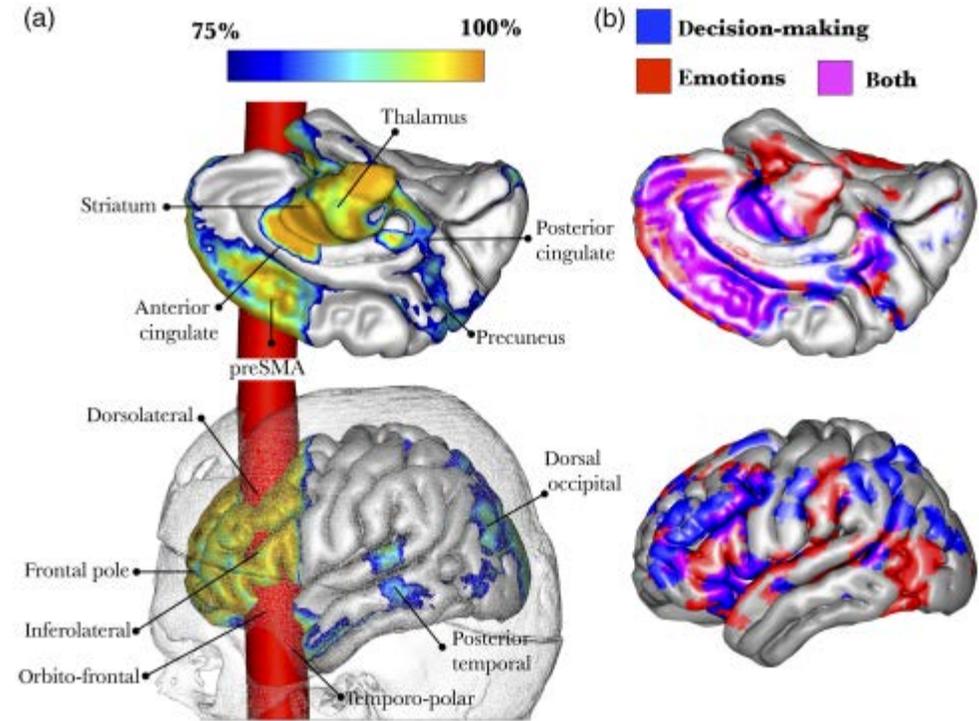
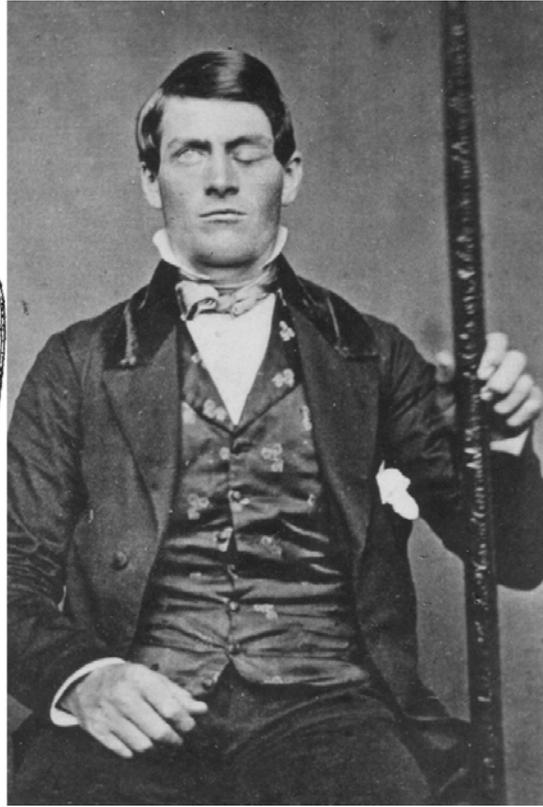
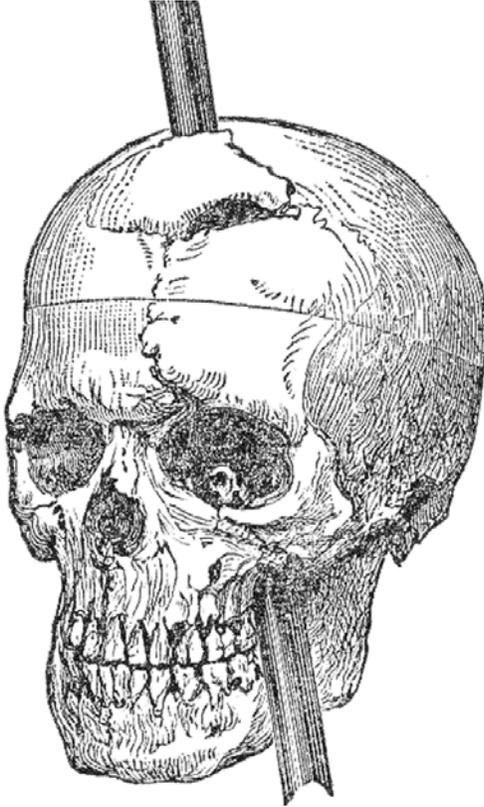
- Ablation chirurgicale sélective de parties du cerveau d'animaux
- la stimulation faradique et galvanique (c'est-à-dire électrique continue ou pulsée) du cerveau des animaux et des humains
- des études cliniques, c'est-à-dire que des patients présentant des déficits neurologiques ou mentaux ont vu leur cerveau étudié après leur mort, dans le but d'établir une corrélation entre ces déficits et des altérations détectables dans le tissu cérébral.

- Continue dans les pays anglosaxons surtout aux États-Unis jusqu'au début du XXème siècle
- Pause l'idée de régionalisation fonctionnelle du cerveau

L'étude des cas clinique

Supportant une organisation cérébrale par « régions » fonctionnelle

Phineas Gage



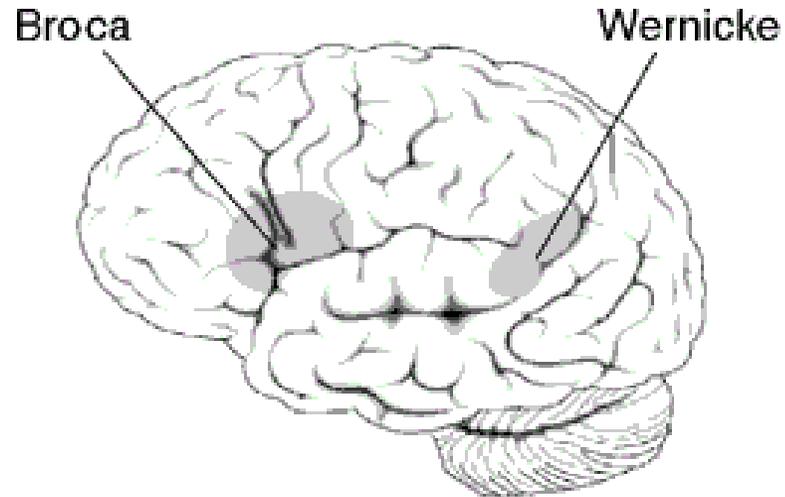
Thiebaut de Schotten et al., *Cerebral cortex* 2015

- Changement de comportement suite à la suite de son accident

L'étude des cas clinique

Supportant une organisation cérébrale par « régions » fonctionnelle

- Etudes du cerveaux de patients atteints d'aphasie
- Découverte de l'air de Broca
- Et de l'air de Wernicke



Pierre Paul Broca
(1824-1880)

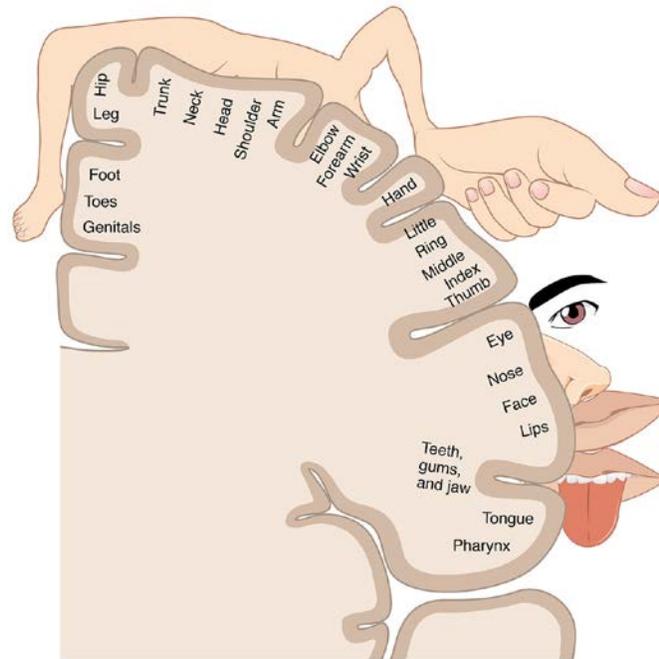
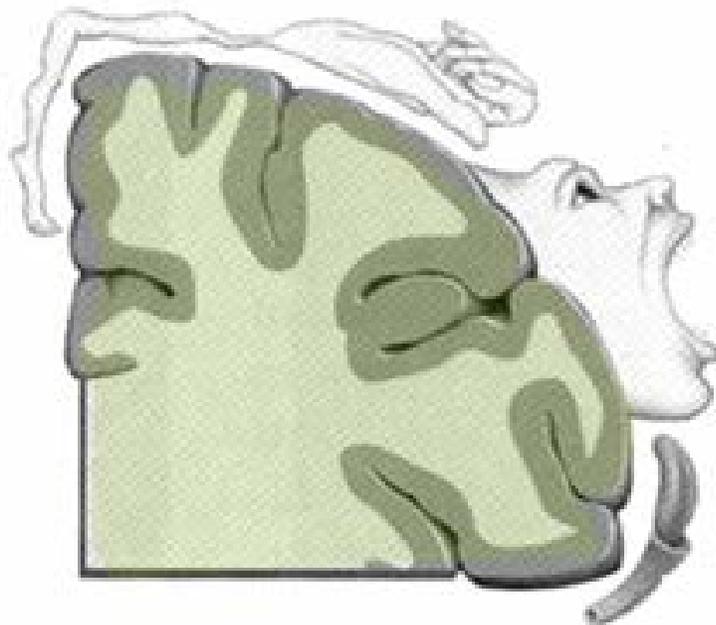


Carl Wernicke
(1848-1905)

L'étude des cas clinique

Supportant une organisation cérébrale par « régions » fonctionnelle

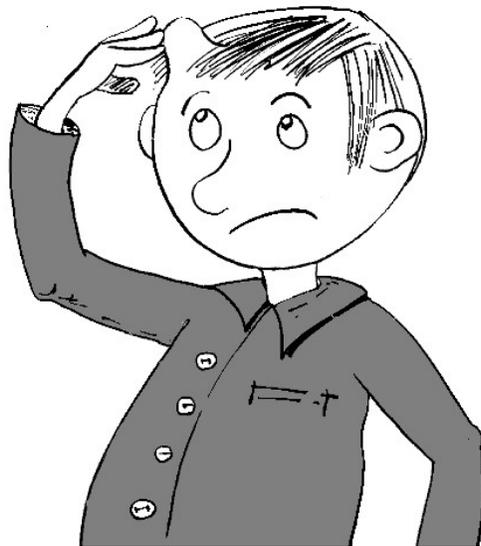
- Stimulation électrique du cortex sur des patients (pour lutter contre l'épilepsie)
- Homonculus moteur et sensoriel



Wilder Oebfield
(1891-1976)

Neuro-mythe ou réalité :

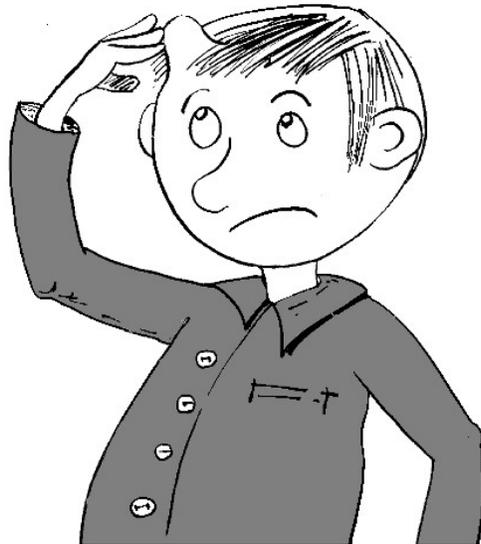
LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction

Neuro-mythe ou réalité :

LA BOSSE DES MATHS

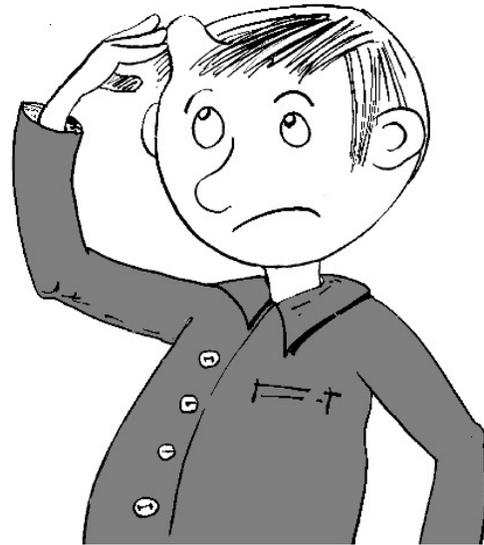


- Une partie = une fonction

Généralement

Neuro-mythe ou réalité :

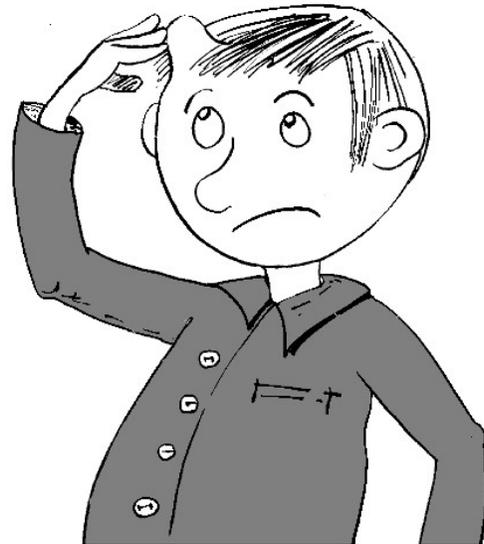
LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction **Généralement**
- La forme du crane reproduit la forme du cerveau

Neuro-mythe ou réalité :

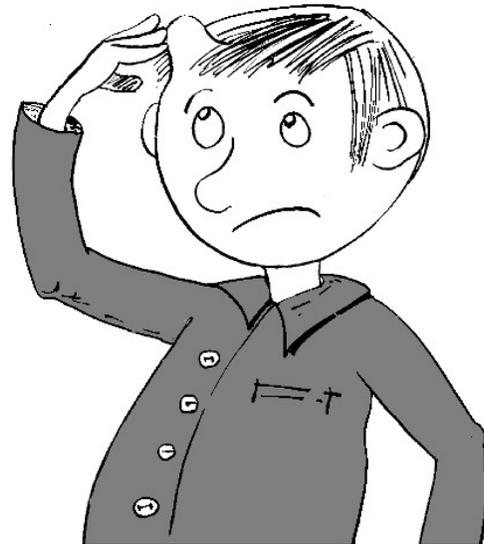
LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction **Généralement**
- La forme du crane reproduit la forme du cerveau **NON !**

Neuro-mythe ou réalité :

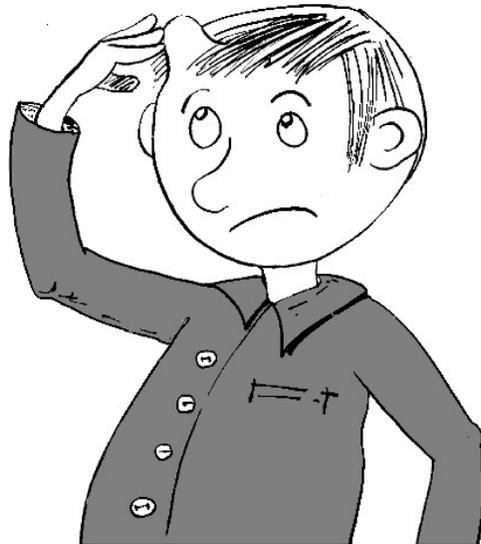
LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction **Généralement**
- La forme du crane reproduit la forme du cerveau **NON !**
- Plus c'est gros, mieux ca marche

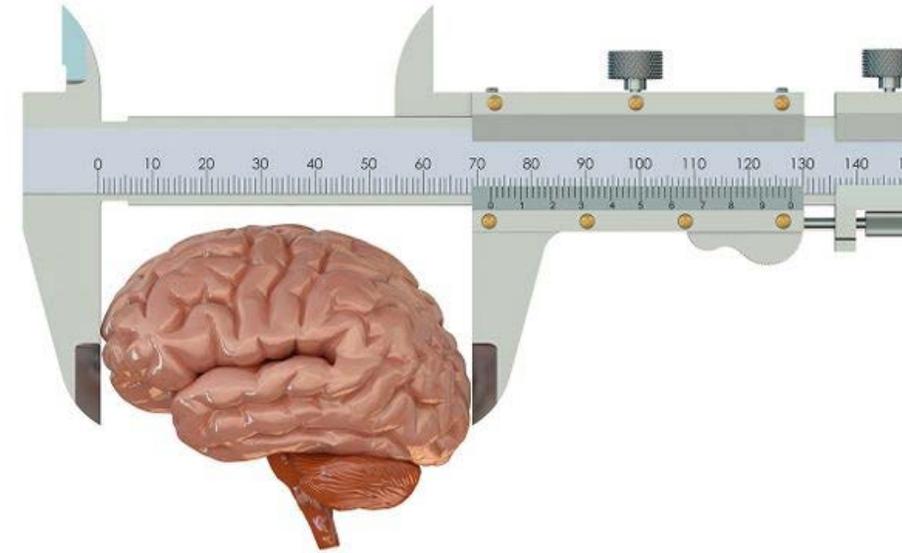
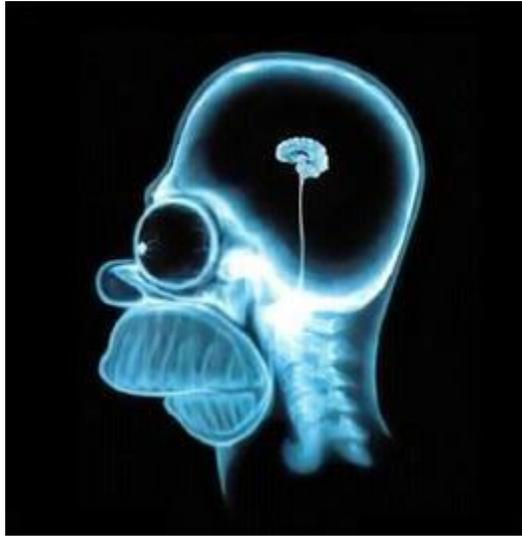
Neuro-mythe ou réalité :

LA BOSSE DES MATHS



- Une partie = une fonction **Généralement**
- La forme du crane reproduit la forme du cerveau **NON !**
- Plus c'est gros, mieux ca marche **Pas vraiment**

Neuro-mythe ou réalité :



« L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau »

L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau ?



Friedrich Tiedemann
(1781-1861)

Gros cerveaux et intelligence:

- En 1836 Tiedemann remarque que la taille des cerveaux de personnes s'étant distingués était plus grande que celle de personne au capacité intellectuel plus limités

“ There is undoubtedly a very close connexion between the absolute size of the brain and the intellectual powers and functions of the mind”



Moules de microcéphale

L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau ?



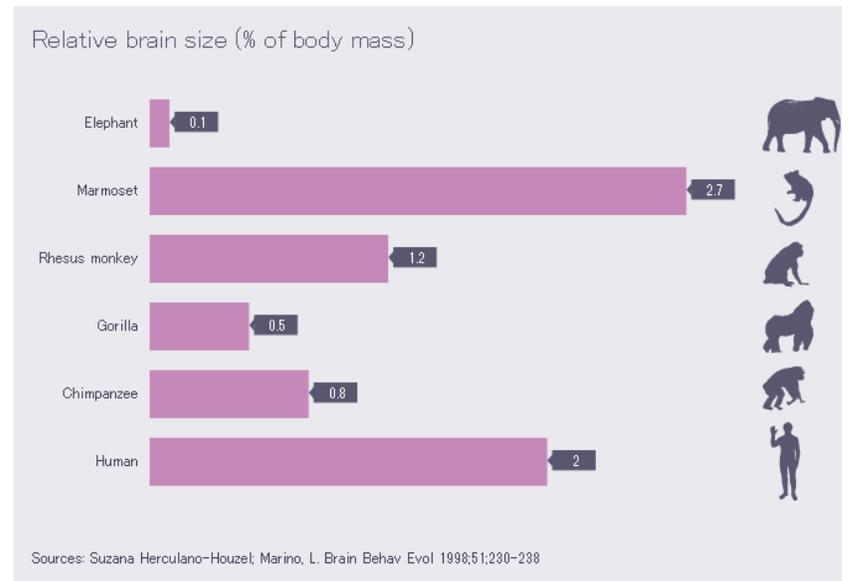
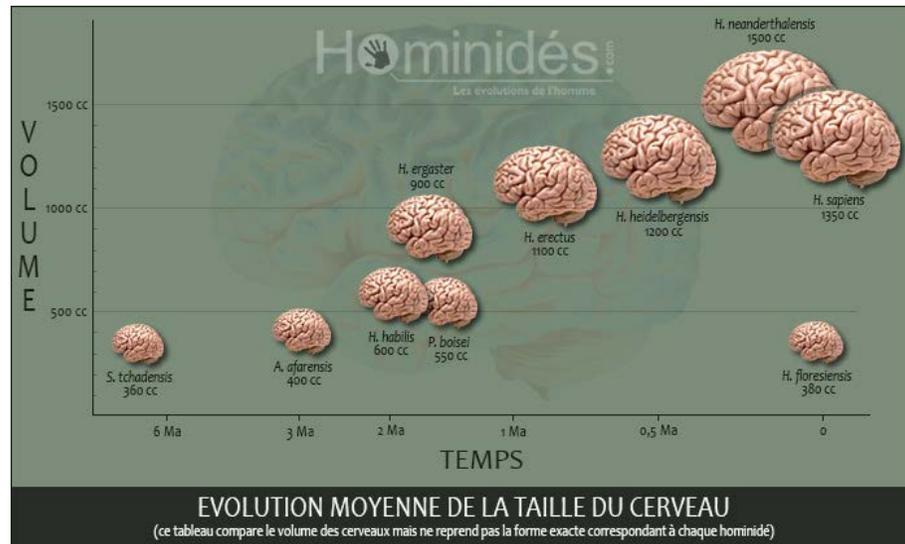
Friedrich Tiedemann
(1781-1861)

Gros cerveaux et intelligence:

- En 1836 Tiedemann remarque que la taille des cerveaux de personnes s'étant distingués était plus grande que celle de personne au capacité intellectuel plus limités

“ There is undoubtedly a very close connexion between the absolute size of the brain and the intellectual powers and functions of the mind”

- L'humain n'a pas le plus grand cerveau de du règne animal



L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau ?



Friedrich Tiedemann
(1781-1861)

Gros cerveaux et intelligence:

- En 1836 Tiedemann remarque que la taille des cerveaux de personnes s'étant distingués était plus grande que celle de personne au capacité intellectuel plus limités

“ There is undoubtedly a very close connexion between the absolute size of the brain and the intellectual powers and functions of the mind”

- L'humain n'a pas le plus grand cerveau de du règne animal
- Pas de différence entre la taille relative chez les hommes et les femmes
- Ni entre les Caucasiens et les Africains

L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau ?



Friedrich Tiedemann
(1781-1861)

Gros cerveaux et intelligence:

- En 1836 Tiedemann remarque que la taille des cerveaux de personnes s'étant distingués était plus grande que celle de personne au capacité intellectuel plus limités
- “ There is undoubtedly a very close connexion between the absolute size of the brain and the intellectual powers and functions of the mind ”**
- L'humain n'a pas le plus grand cerveau de du règne animal
 - Pas de différence entre la taille relative chez les hommes et les femmes
 - Ni entre les Caucasiens et les Africains
- Repris (de façon incomplète) par Darwin (1871), Lombroso (1864) et Broca (1861)

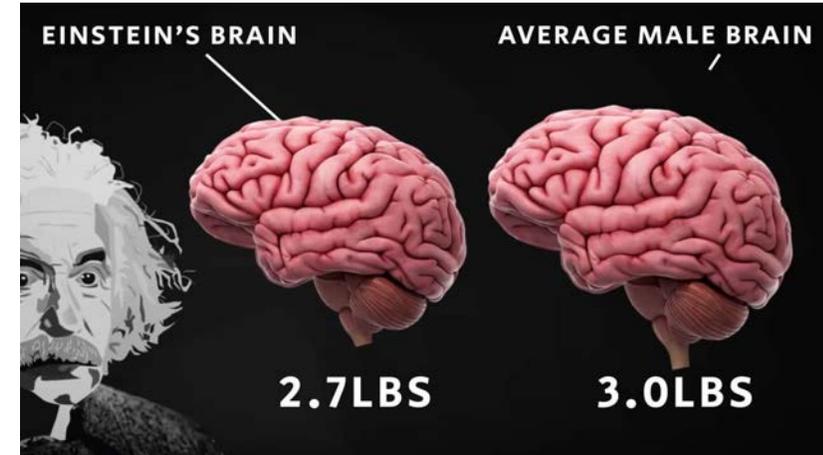
« On s'est demandé, dit-il, si la petitesse du cerveau de la femme ne dépendait pas exclusivement de la petitesse de son corps. Pourtant il ne faut pas perdre de vue que la femme est en moyenne un peu moins intelligente que l'homme. Il est donc permis de supposer que la petitesse relative du cerveau de la femme dépend à la fois de son infériorité physique et de son infériorité intellectuelle »

Paul Broca

L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau ?

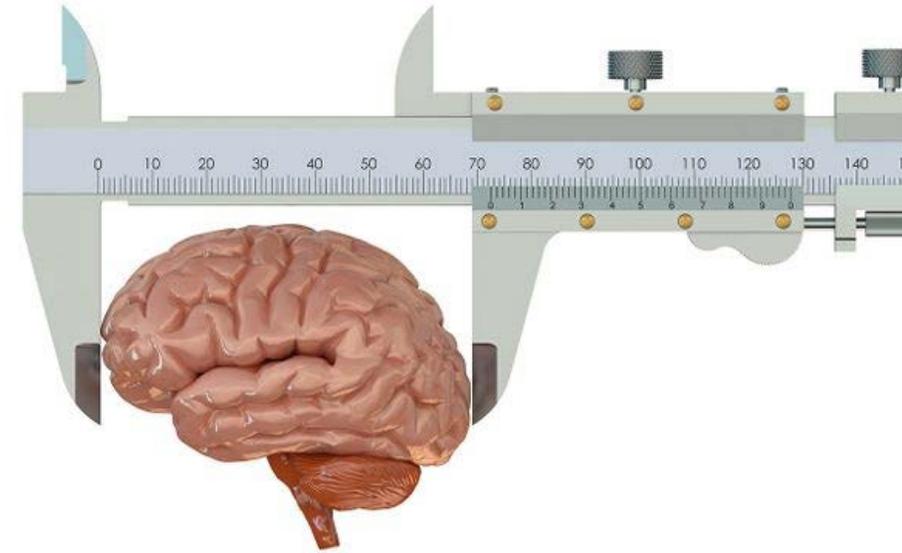
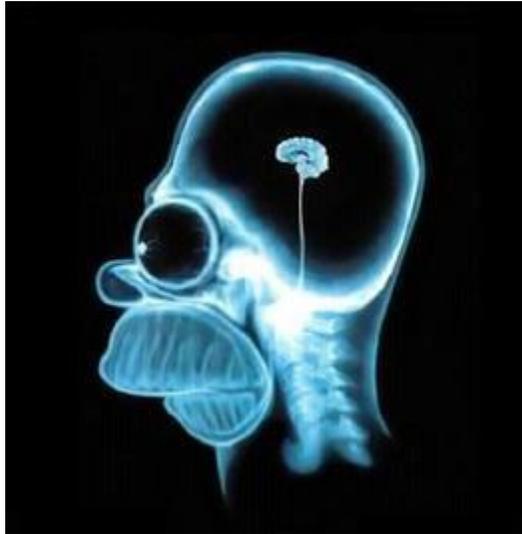
De nos jours...

- Pas de différence en moyenne de QI entre homme et femme
- Le cerveau d'Einstein (QI de 160) était plus petit que le cerveaux moyen d'un homme du même âge



- Il existerait tout de même une faible corrélation positive de 0,24 entre la taille du cerveau d'un individu et son QI
- la taille du cerveau compte pour à peine 5,8% de la variabilité du QI).

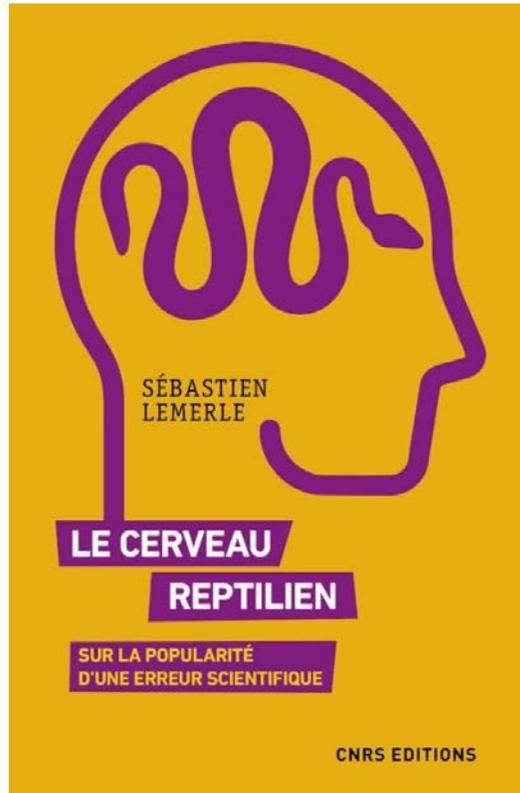
Neuro-mythe ou réalité :



« L'intelligence est proportionnelle à la taille du cerveau »

Un tout petit peu ?

Neuro-mythe ou réalité :



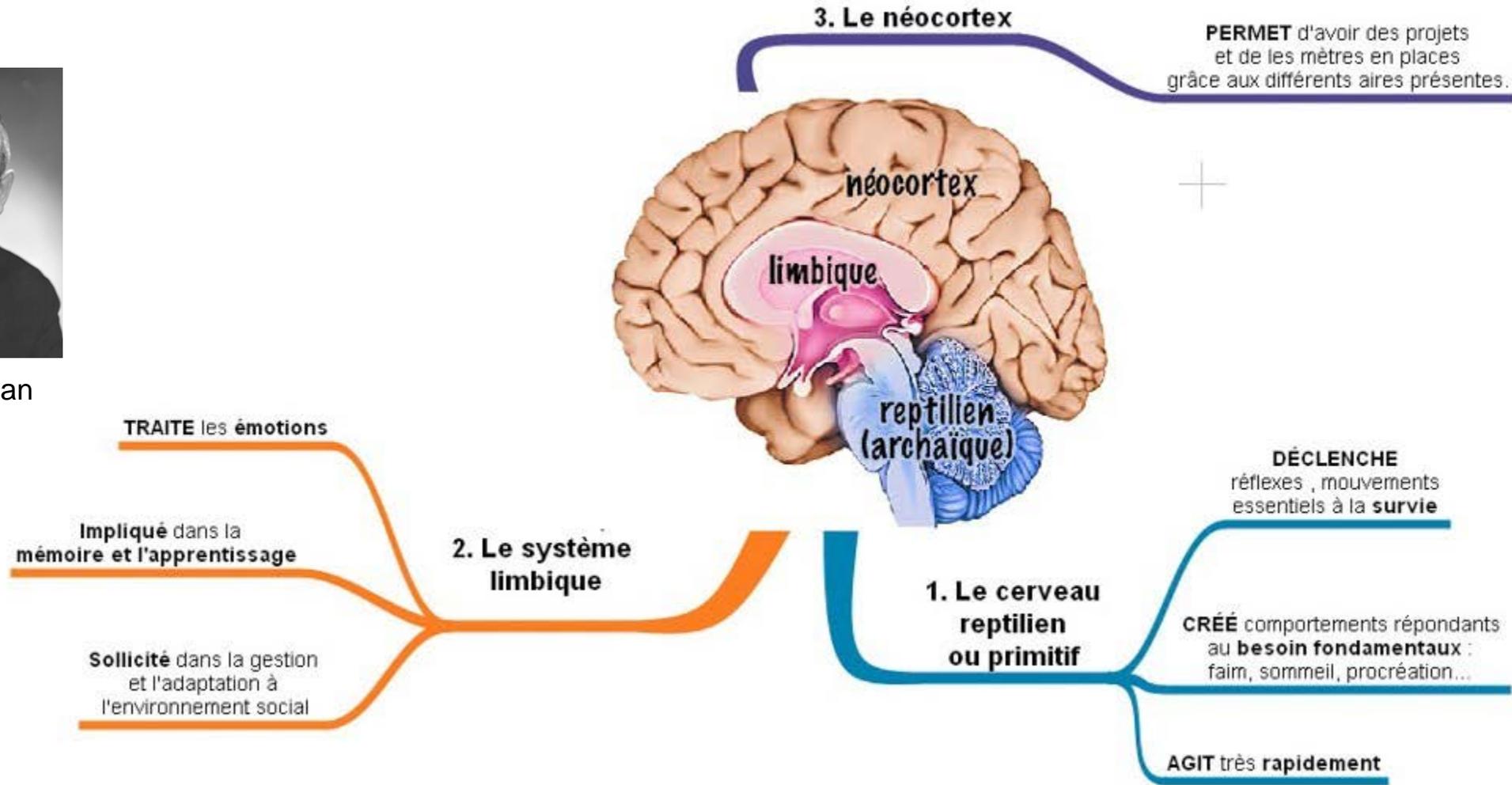
«Le cerveau reptiliens »

L'origine du cerveau reptilien

(La théorie du cerveau triunique)



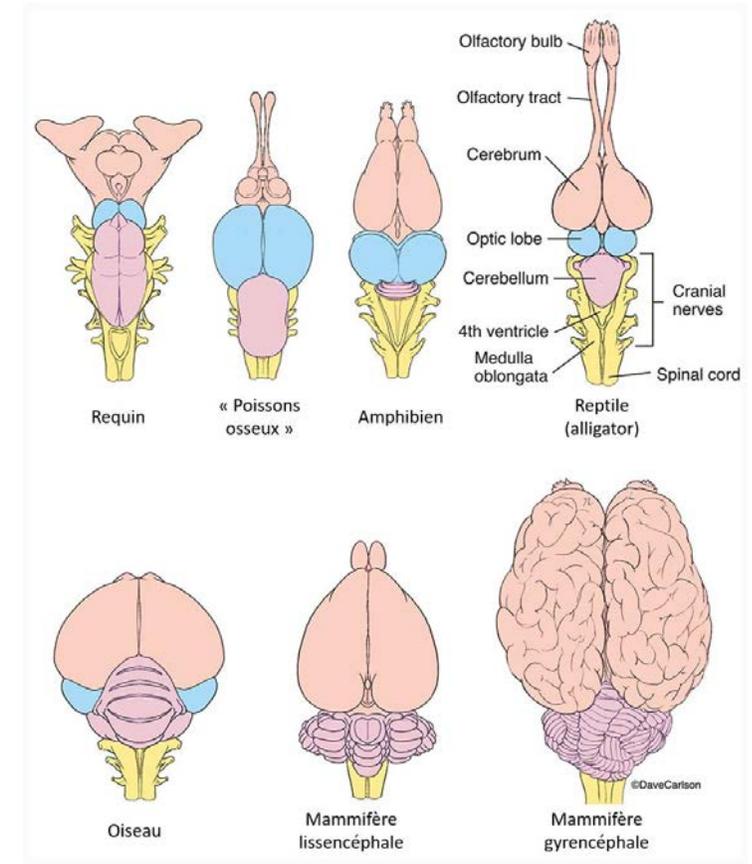
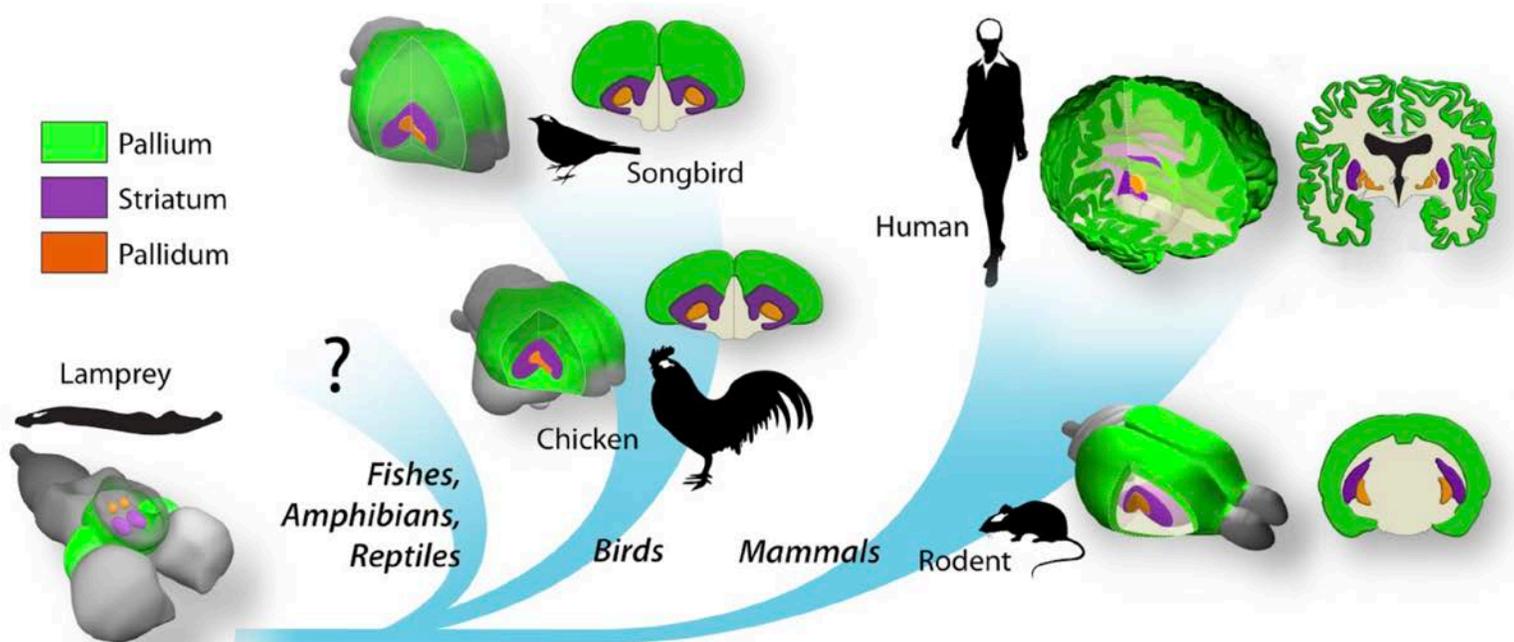
Paul MacLean
(1913-2007)



- Représentation Freudienne du ça, du moi et du sur-moi
- Eux mêmes proche des concepts de Platon et Aristote

La théorie du cerveau triunique

- N'as qu'un valeur anatomique (Les reptiles les oiseaux, et les poissons possèdent des structures identiques)



Boraud, Thomas; Leblois, Arthur; Rougier, Nicolas P. (December 2018). "A natural history of skills". *Progress in Neurobiology*. **171**: 114–124.

La théorie du cerveau triunique

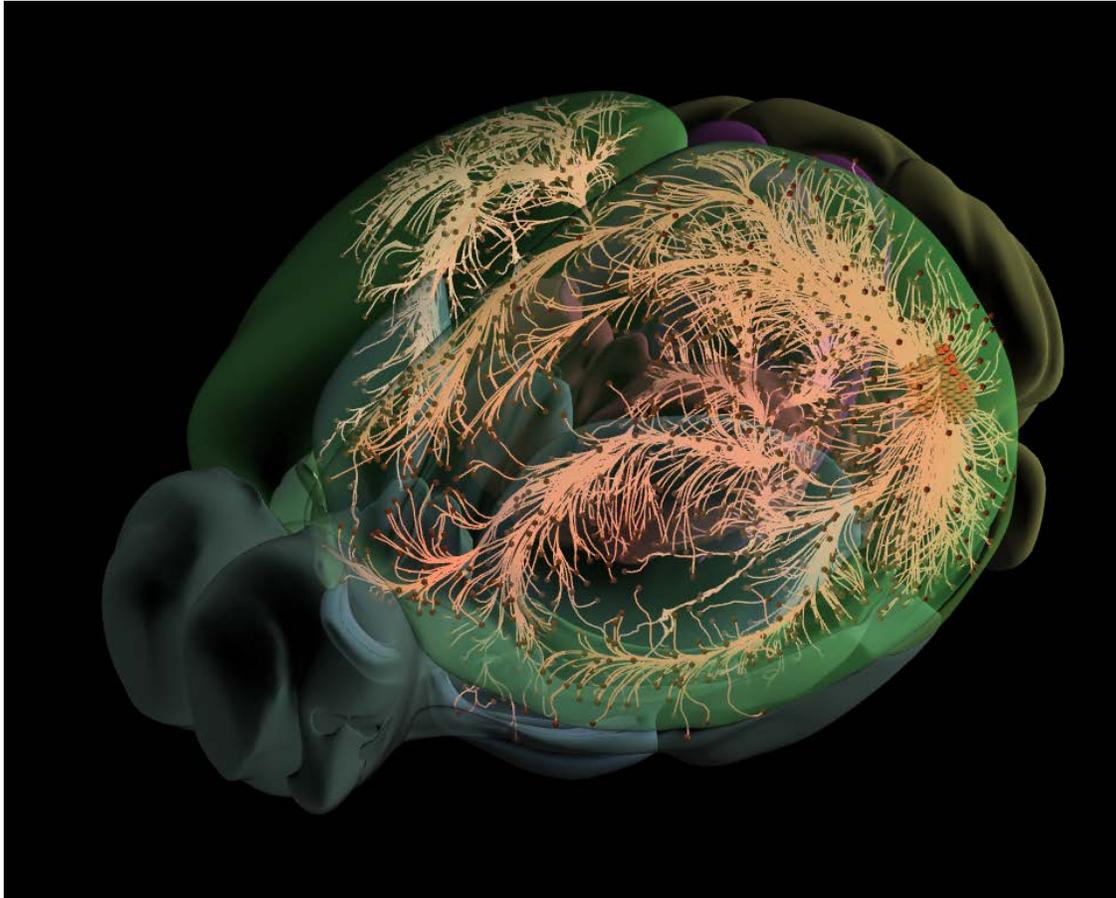
Il est possible d'accomplir des tâches de planification complexe même sans néocortex



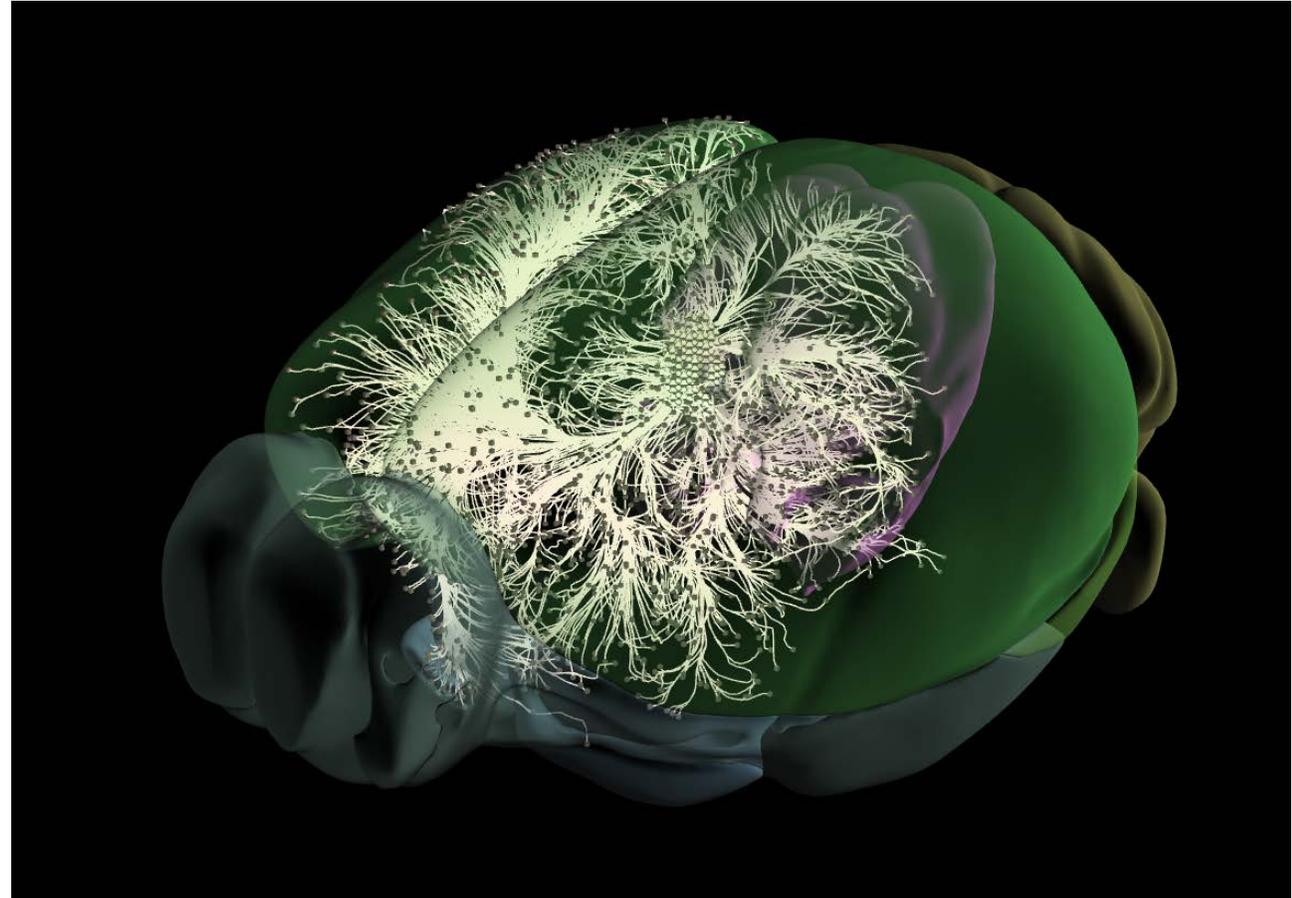
La théorie du cerveau triunique

Ne prend pas en compte l'inter dépendance des différentes structures (En particulier cortex et le reste)

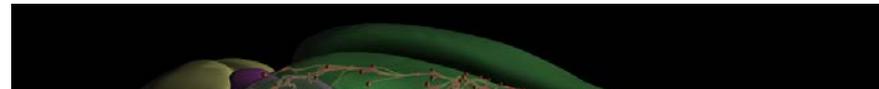
Neurones du cortex auditif



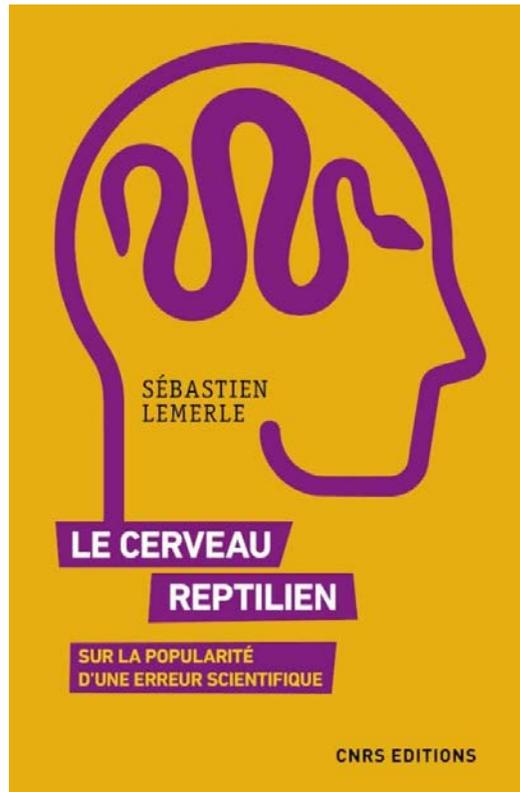
Neurones du thalamus (reptiliens)



Allen brain atlas. Connectivity map

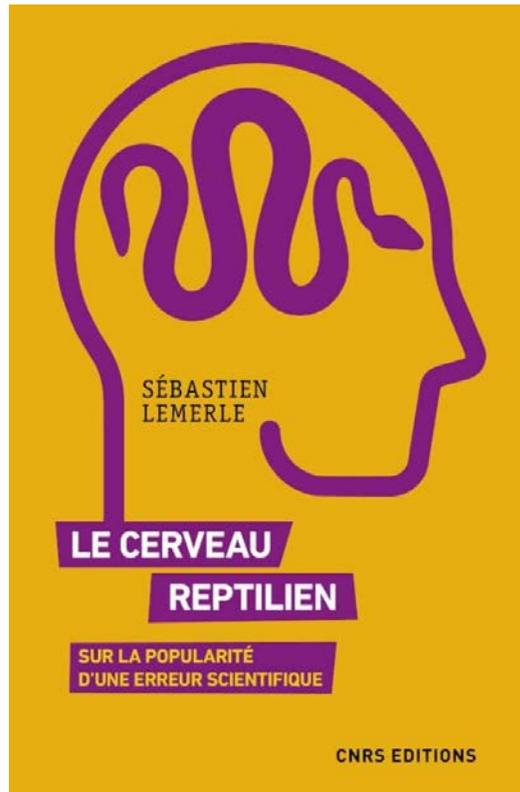


Neuro-mythe ou réalité :



«Le cerveau reptiliens »

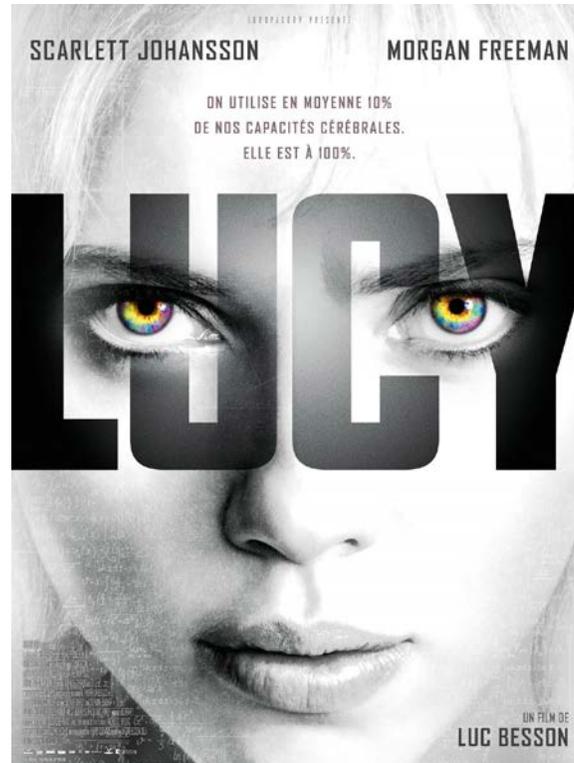
Neuro-mythe ou réalité :



«Le cerveau reptiliens »

Abus de langage

Neuro-mythe ou réalité :



«On utilise que 10% de notre cerveau »

On utilise que 10% de notre cerveau

Plusieurs origines possible...

Mauvaise interprétation des travaux de Karl Lashkey

- Entraîne des rats à effectuer des tâches spécifiques
- Fait des lésions avant et après l'apprentissage
- Les lésions corticales ont des effets sur l'apprentissage mais pas sur performance dans la tâche



Karl Spencer Lashley
(1890-1958)

On utilise que 10% de notre cerveau

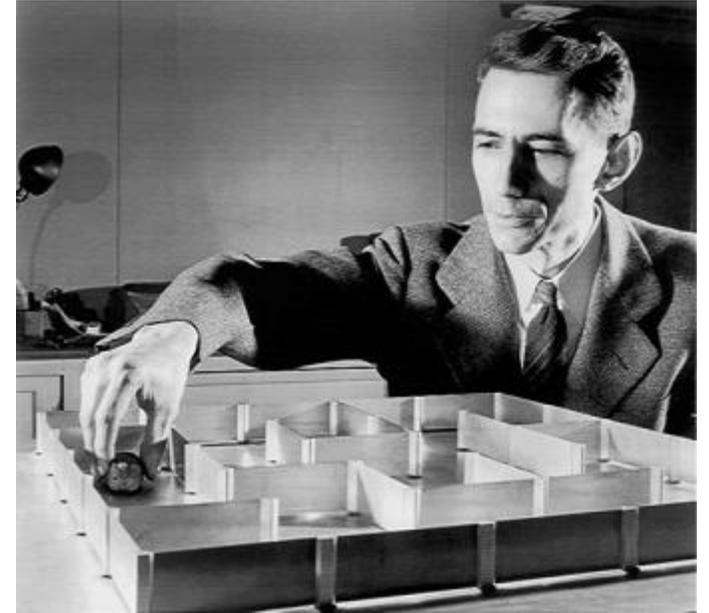
Plusieurs origines possible...

Mauvaise interprétation des travaux de Karl Lashkey

- Entraîne des rats à effectuer des tâches spécifiques
- Fait des lésions avant et après l'apprentissage
- Les lésions corticales ont des effets sur l'apprentissage mais pas sur performance dans la tâche

Il en déduit deux principes :

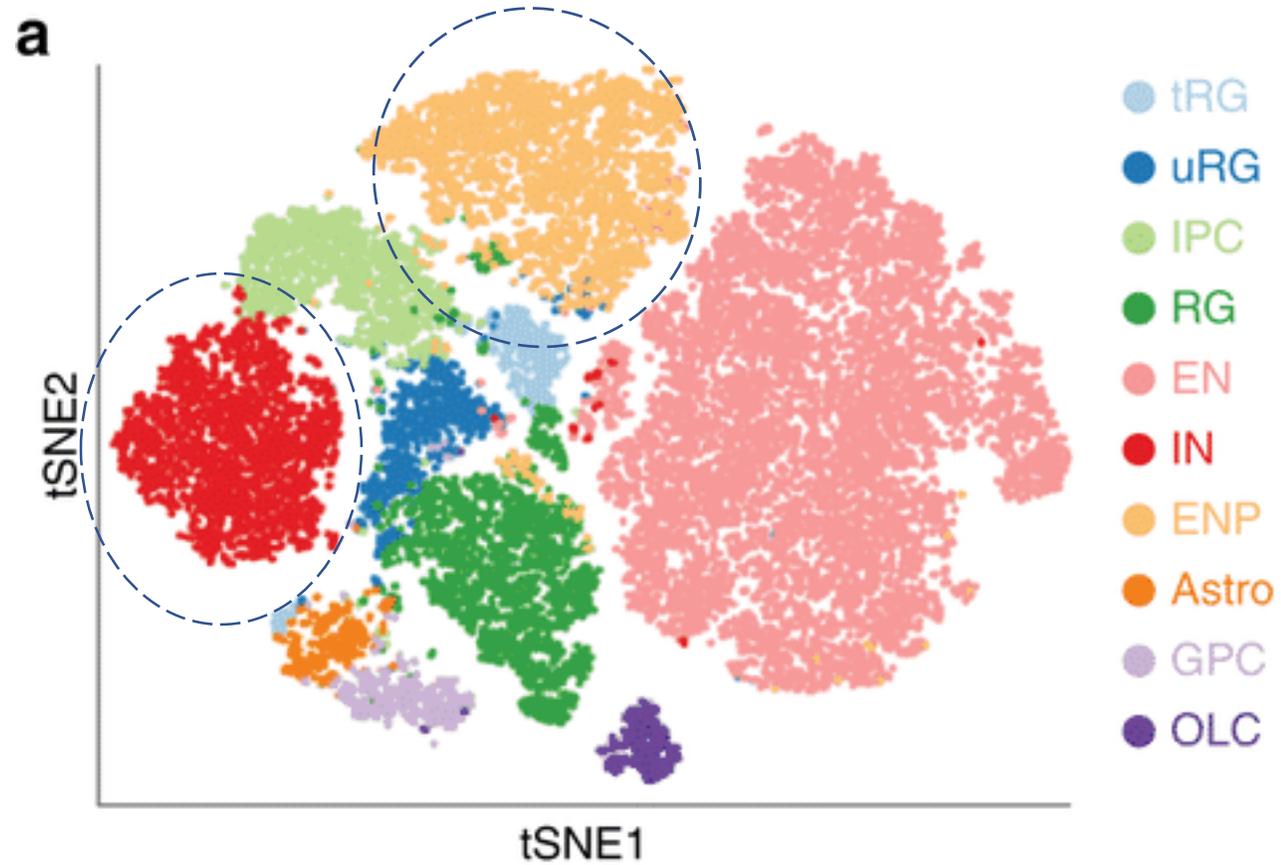
- L'efficacité et la précision de l'apprentissage dépend du volume corticale disponible. (moins t'as de cortex moins t'as d'apprentissage)
- Equipotentialité (capacité réciproque): Une partie du cortex peut prendre la fonction d'une autre (si une est lésé par exemple)



Karl Spencer Lashley
(1890-1958)

On utilise que 10% de notre cerveau

« 90% des cellules qui composent notre cerveau ne sont pas des neurones »



On utilise que 10% de notre cerveau

- Quelques neurones

- Beaucoup de cellules de soutiens

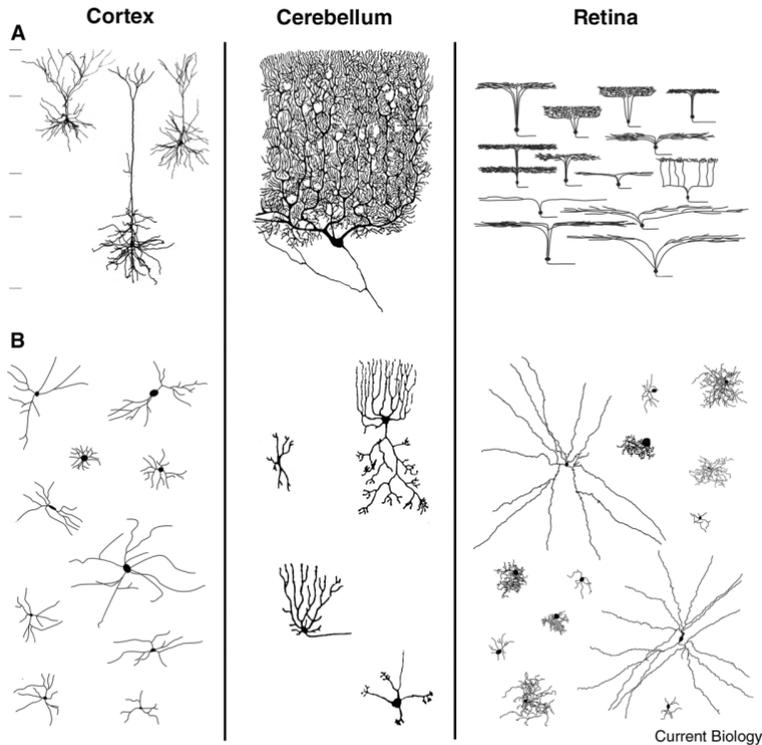
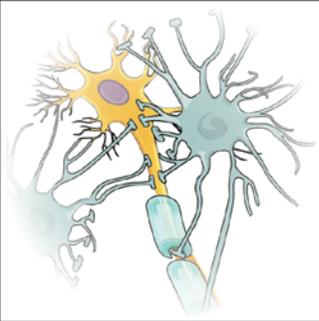
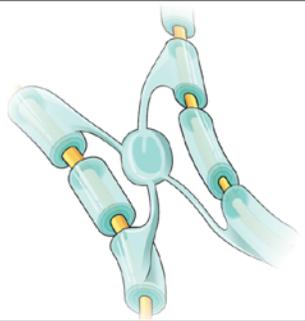
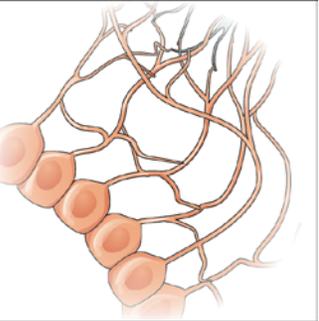


Table 2. Glial Cell Types by location and Basic Function

CNS glia				
	Astrocyte	Oligodendrocyte	Microglia	Ependymal cell
PNS glia	Satellite cell	Schwann Cell	--	--
Functions	Maintain extracellular environment, remove excess neurotransmitter, direct neural growth, induce blood-brain barrier in CNS (astrocyte only)	Create myelin	Immune surveillance and phagocytosis	Create and circulate Cerebrospinal fluid (CSF)

Mais on est pas dans un rapport 10/90 (plutôt 50/50)

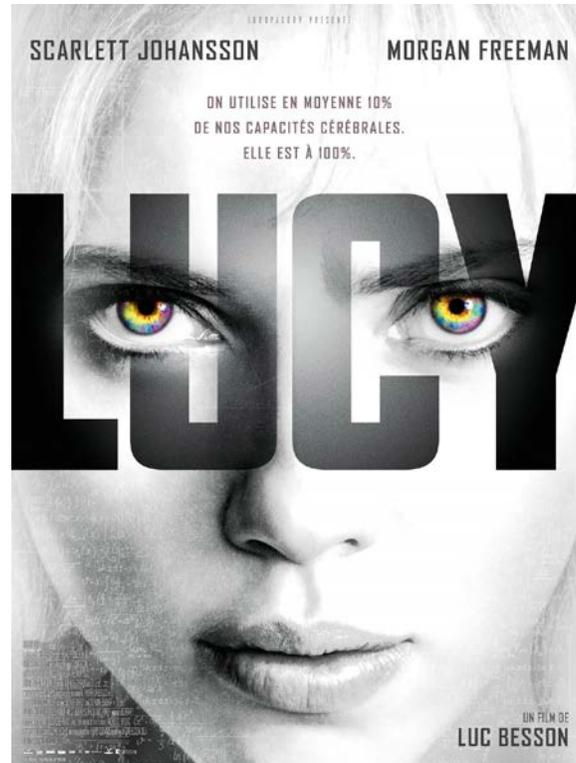


On utilise que 10% de notre cerveau

Les contres exemples

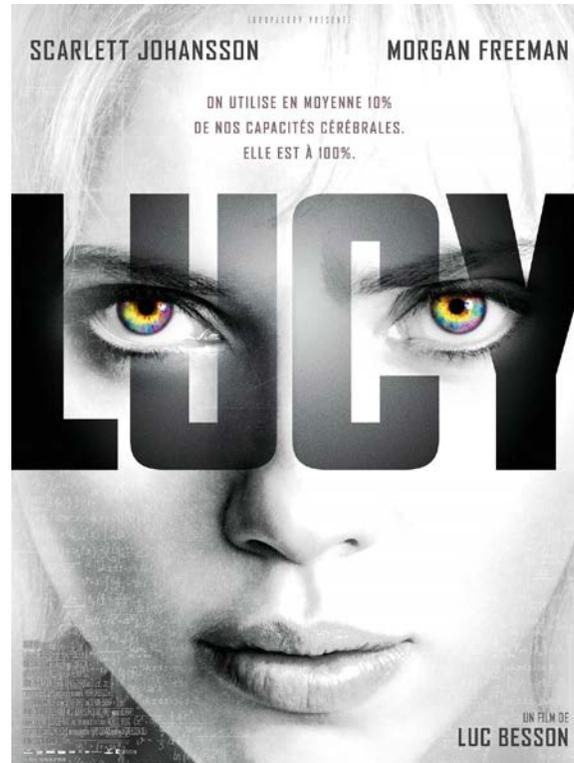
- 1.les études des lésions cérébrales : une légère lésion dans des zones très petites peut avoir de lourdes conséquences ;
- 2.l'évolution : Si 90 % étaient inutiles, un cerveau plus efficace et plus petit aurait représenté un avantage sélectif énorme. En conséquence, le processus de sélection naturelle aurait éliminé les cerveaux inefficaces ;
- 3.l'imagerie cérébrale : Elles démontrent que chaque partie du cerveau est en activité, au moins partiellement, même pendant le sommeil. Les seules zones qui sont inactives sont des zones lésées gravement ;

Neuro-mythe ou réalité :



«On utilise que 10% de notre cerveau »

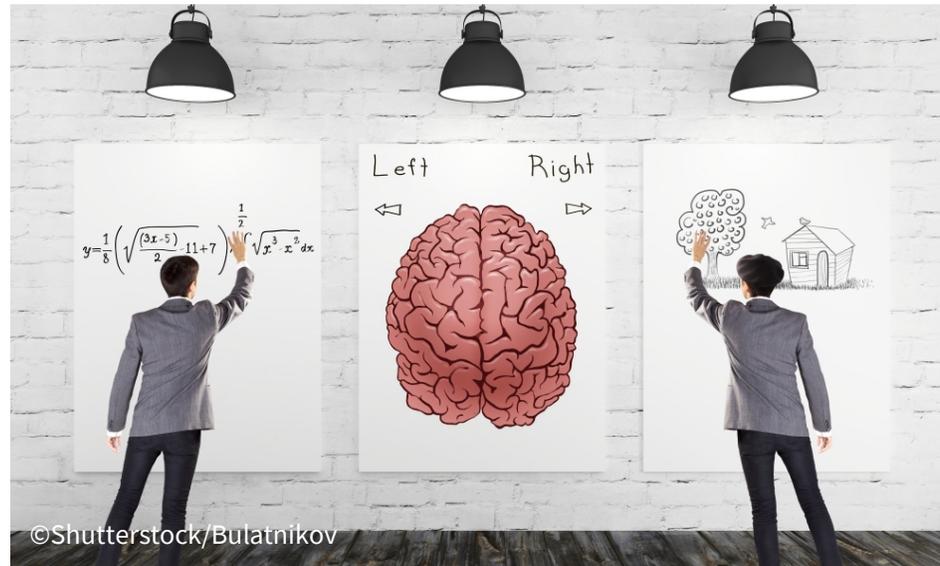
Neuro-mythe ou réalité :



«On utilise que 10% de notre cerveau »

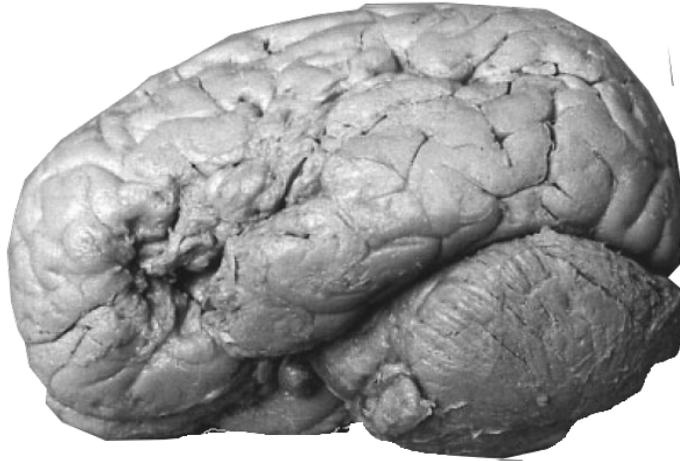
Peu de chance

Neuro-mythe ou réalité :



«Cerveau gauche logique vs cerveau droit créatif»

Origine de la notion de latéralité des fonctions du cerveau



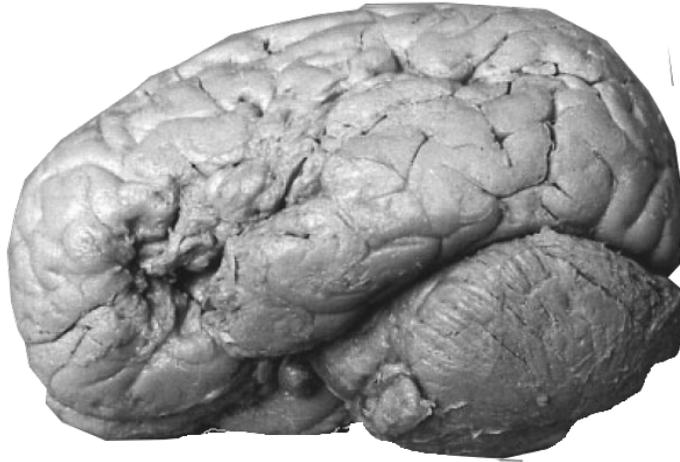
Cerveau de Monsieur Leborgne « Tan Tan »

Lésion d'un seul coté impacte une fonction globale



Pierre Paul Broca
(1824-1880)

Origine de la notion de latéralité des fonctions du cerveau



Cerveau de Monsieur Leborgne « Tan Tan »

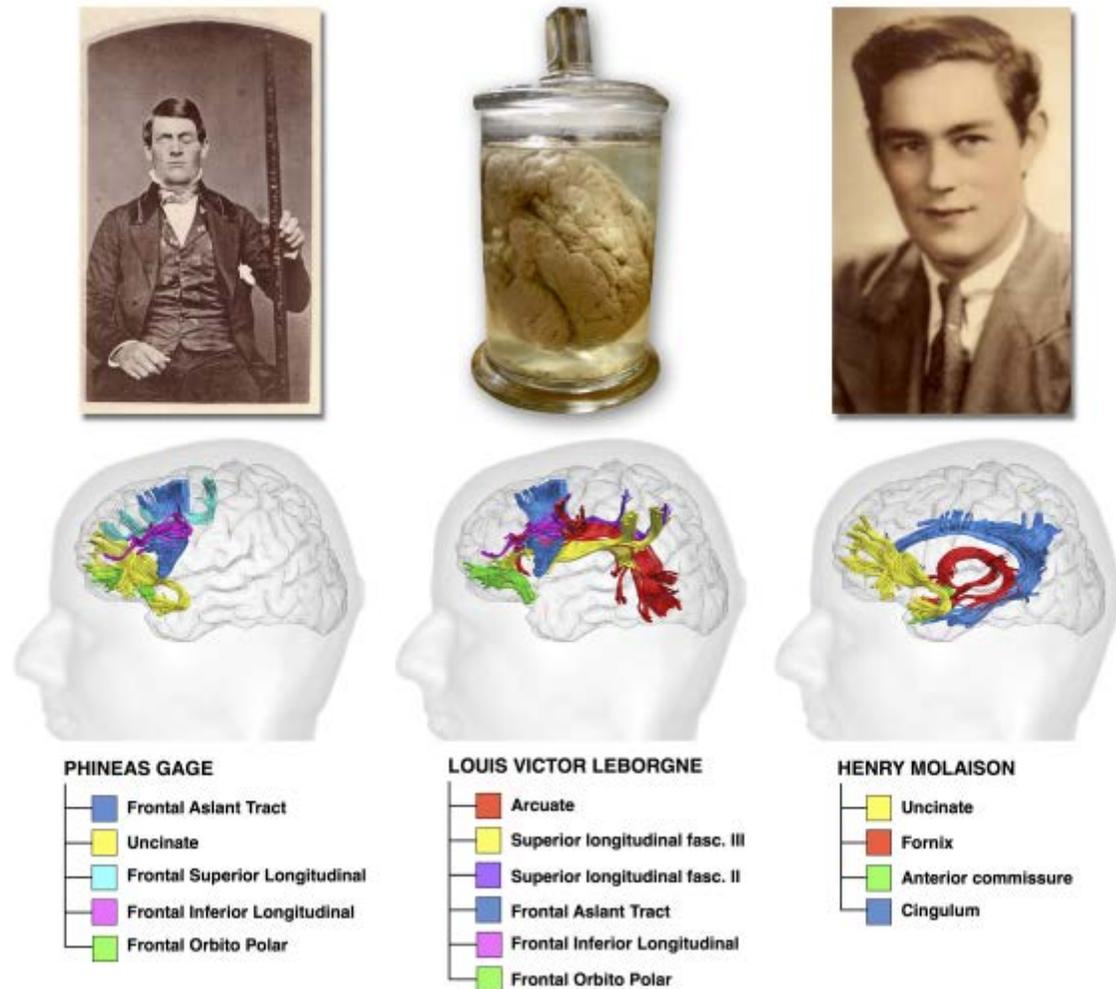


Pierre Paul Broca
(1824-1880)

Lésion d'un seul coté impacte une fonction globale

- Observé dans de nombreux cas ainsi que son inverse (Gage, Leborgne, Molaison)

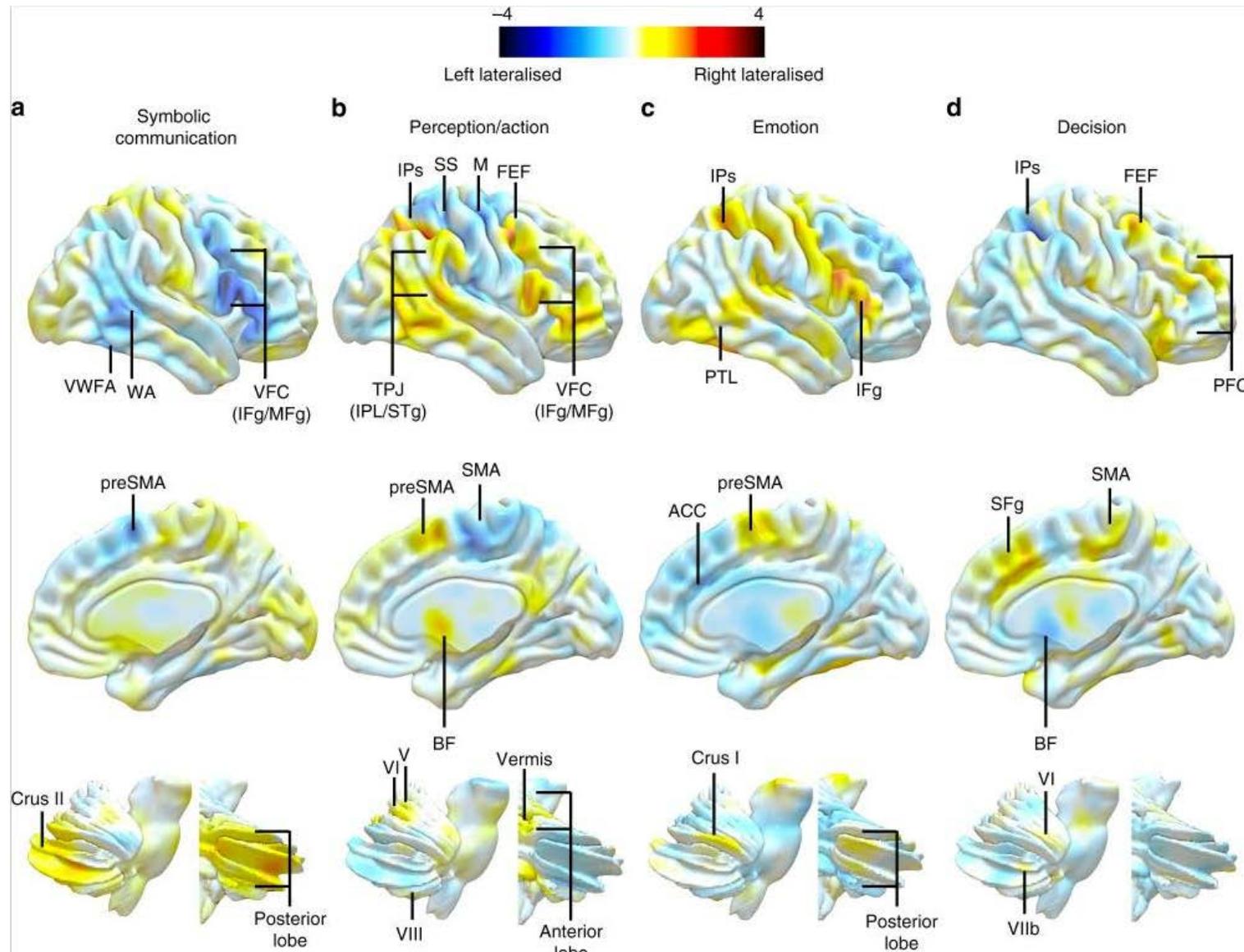
Analyse moderne de latéralité des fonctions du cerveau



Lésion de nombreuse « autoroute » neuronales aussi (Tractographie)

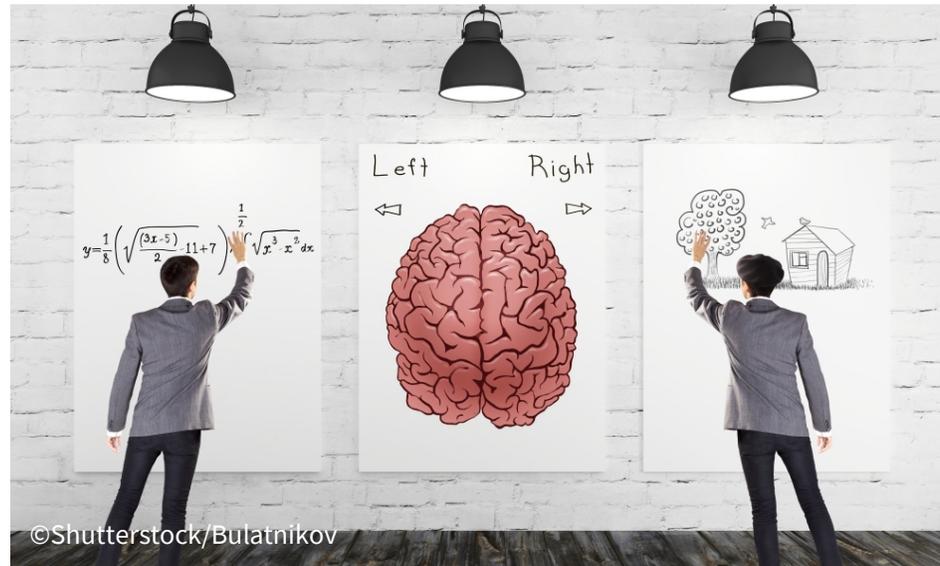
Figure 5. Major tracts that were damaged in Gage (damage affected at least 30% of the tracts' volume, z-score = 1.7), in Leborgne (damage affected at least 55% of the tracts' volume, z-score = 1.29), and in Molaison (damage affected at least 5% of the tracts' volume, z-score = 1.39).

Analyse moderne de latéralité des fonctions du cerveau



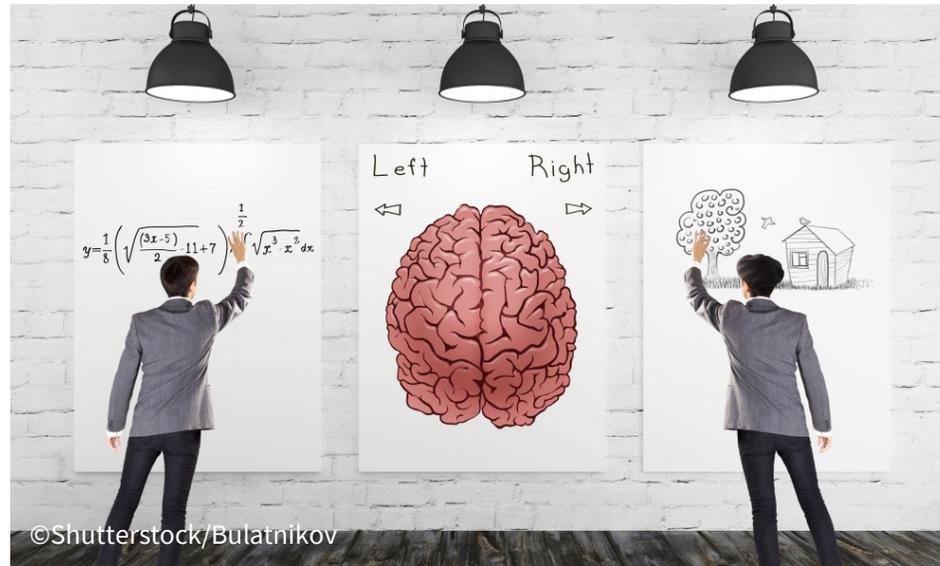
Latéralisation de « Hub »
mais pas de la fonction

Neuro-mythe ou réalité :



«Cerveau gauche logique vs cerveau droit créatif»

Neuro-mythe ou réalité :



«Cerveau gauche logique vs cerveau droit créatif»

Abus de langage



Les neurosciences au XXIème siècle

Les outils des neurosciences jusqu'à présent

- Etudes des lésions
- Etudes par stimulation électrique
- Imagerie cérébrale (indirect)



Les neurosciences au XXIème siècle

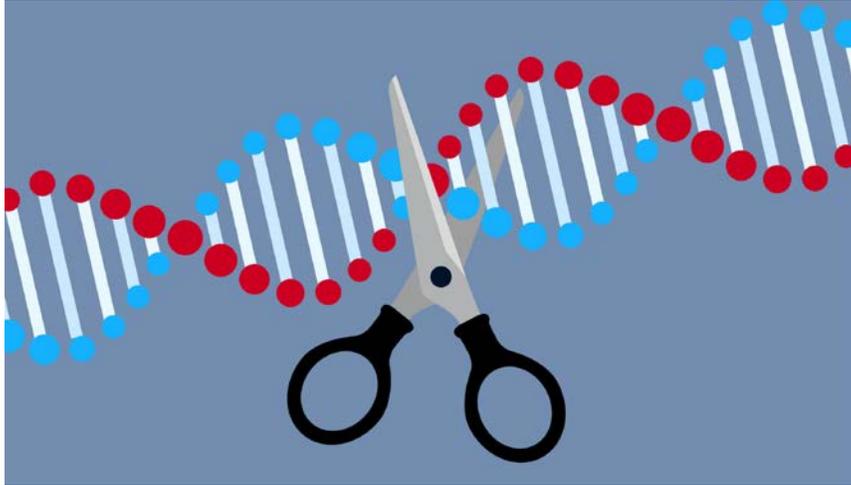
Les outils des neurosciences jusqu'à présent

- Etudes des lésions
- Etudes par stimulation électrique
- Imagerie cérébrale (indirect)

Deux progrès majeur des 10 dernière années

- Les ciseaux génétiques
- L'optogénétique

Les progrès de la génétique moléculaire

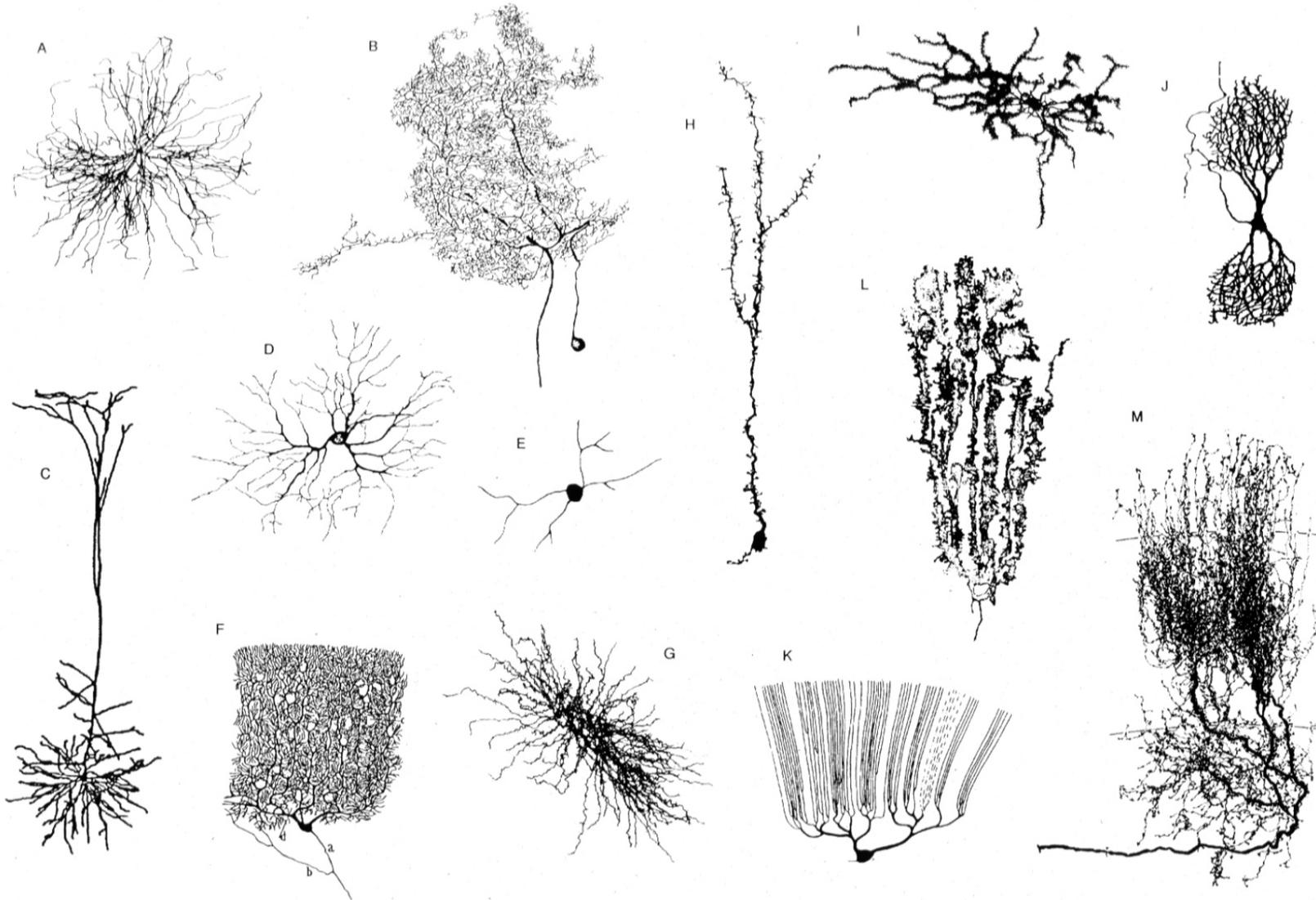


- Système Cre/Lox
- Système Flip/FRT
- Système CrispR/Cas9

- Permet de modifier avec précision les gènes...

... Spécifiques de certaine population neuronal

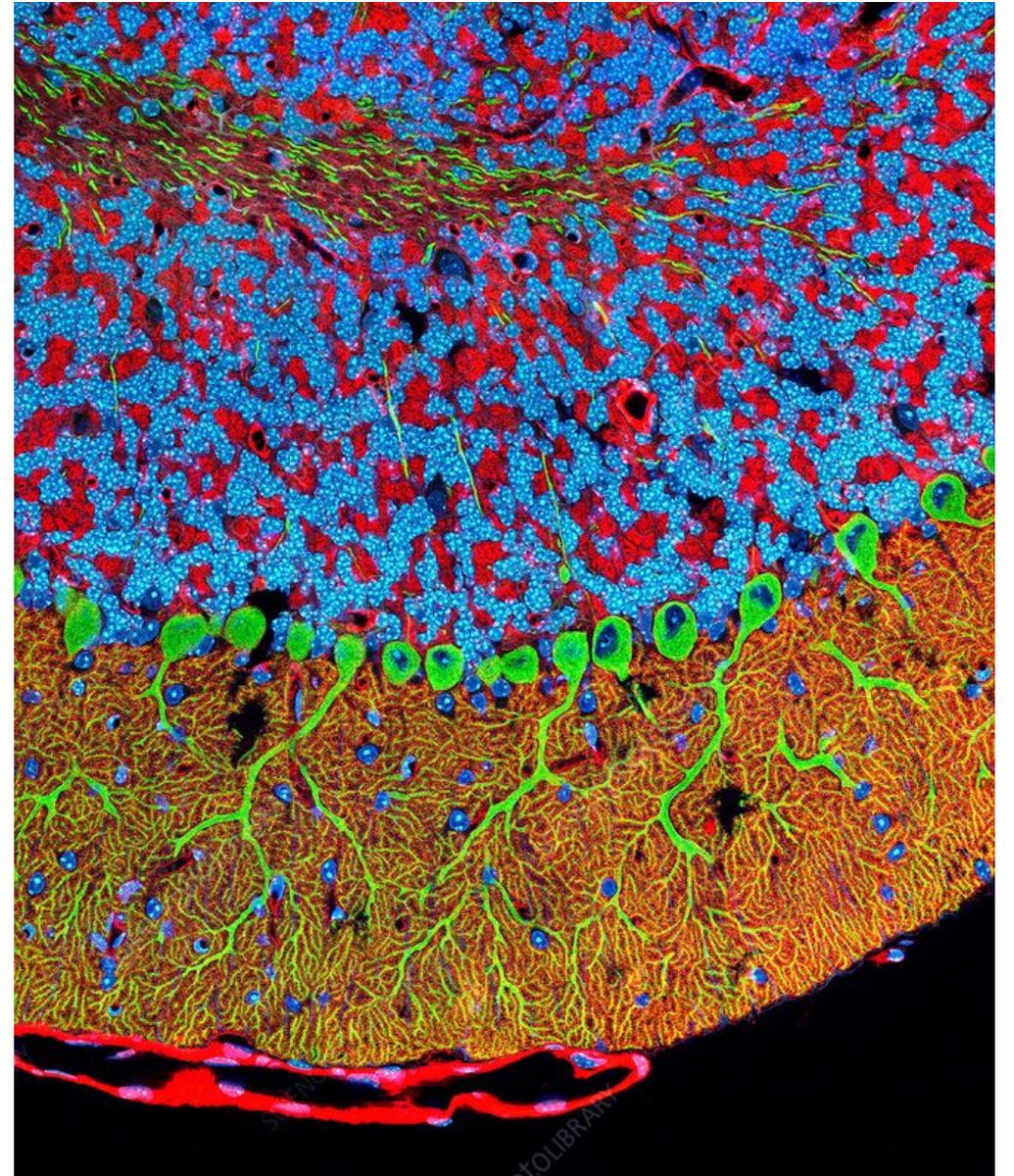
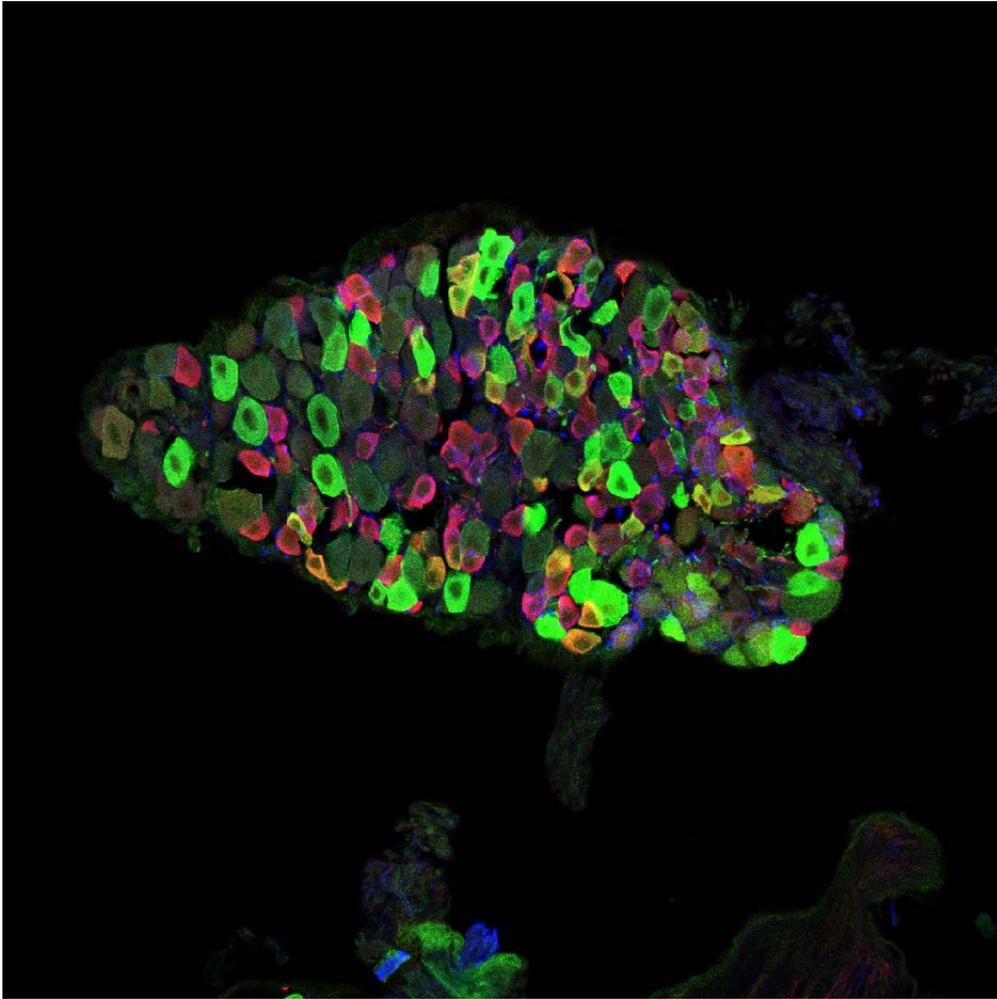
Les progrès de la génétique moléculaire



Diversité des différentes
populations de neurones
=
Diversité Génétiques

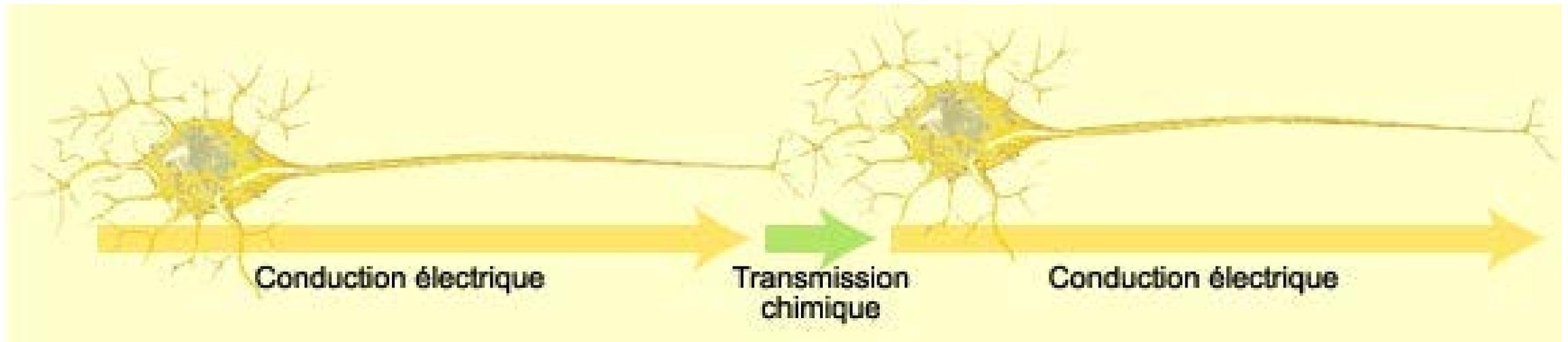
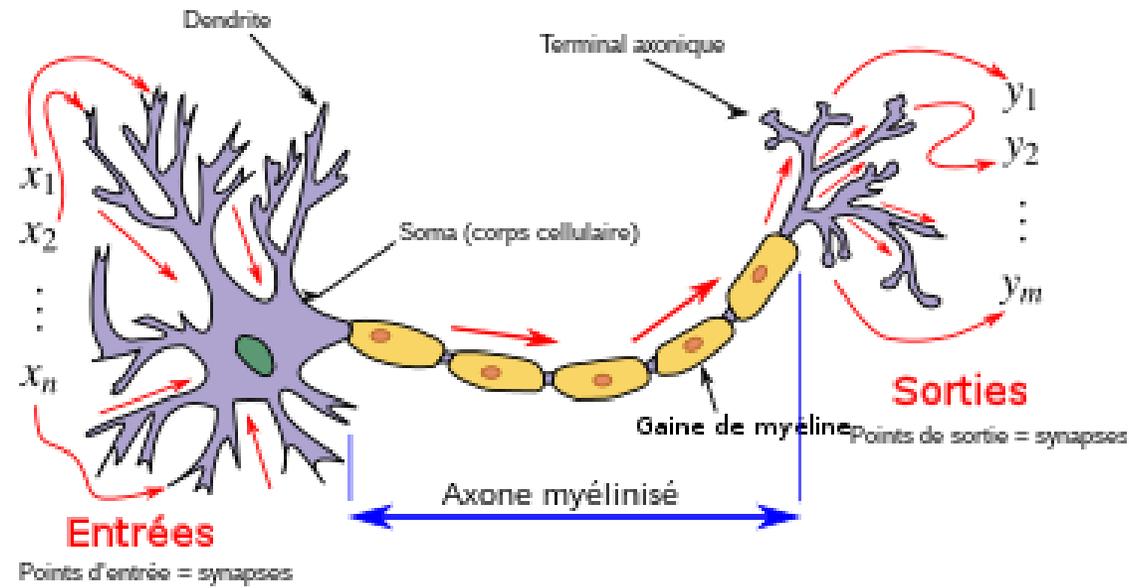
Dendrites, Oxford University Press, 2015; Modified from Mel, B.W. Neural Computation, 1994.

Les progrès de la génétique moléculaire

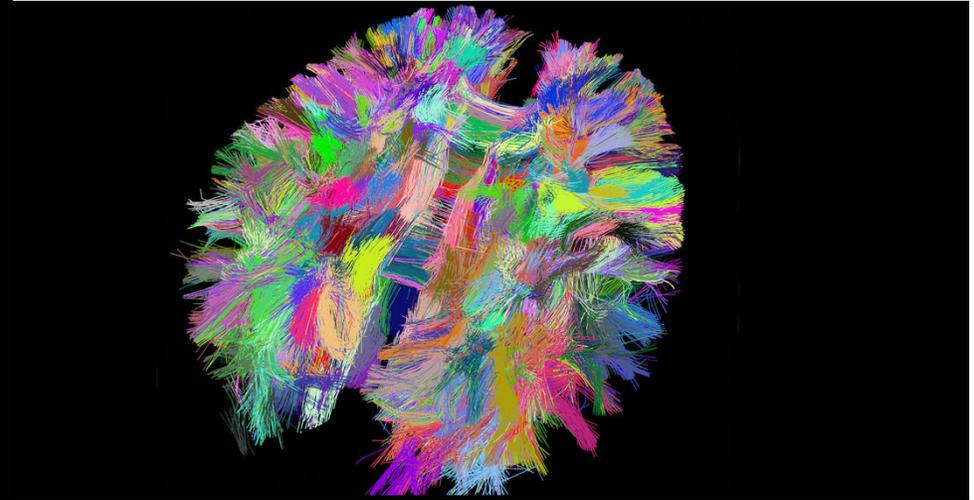
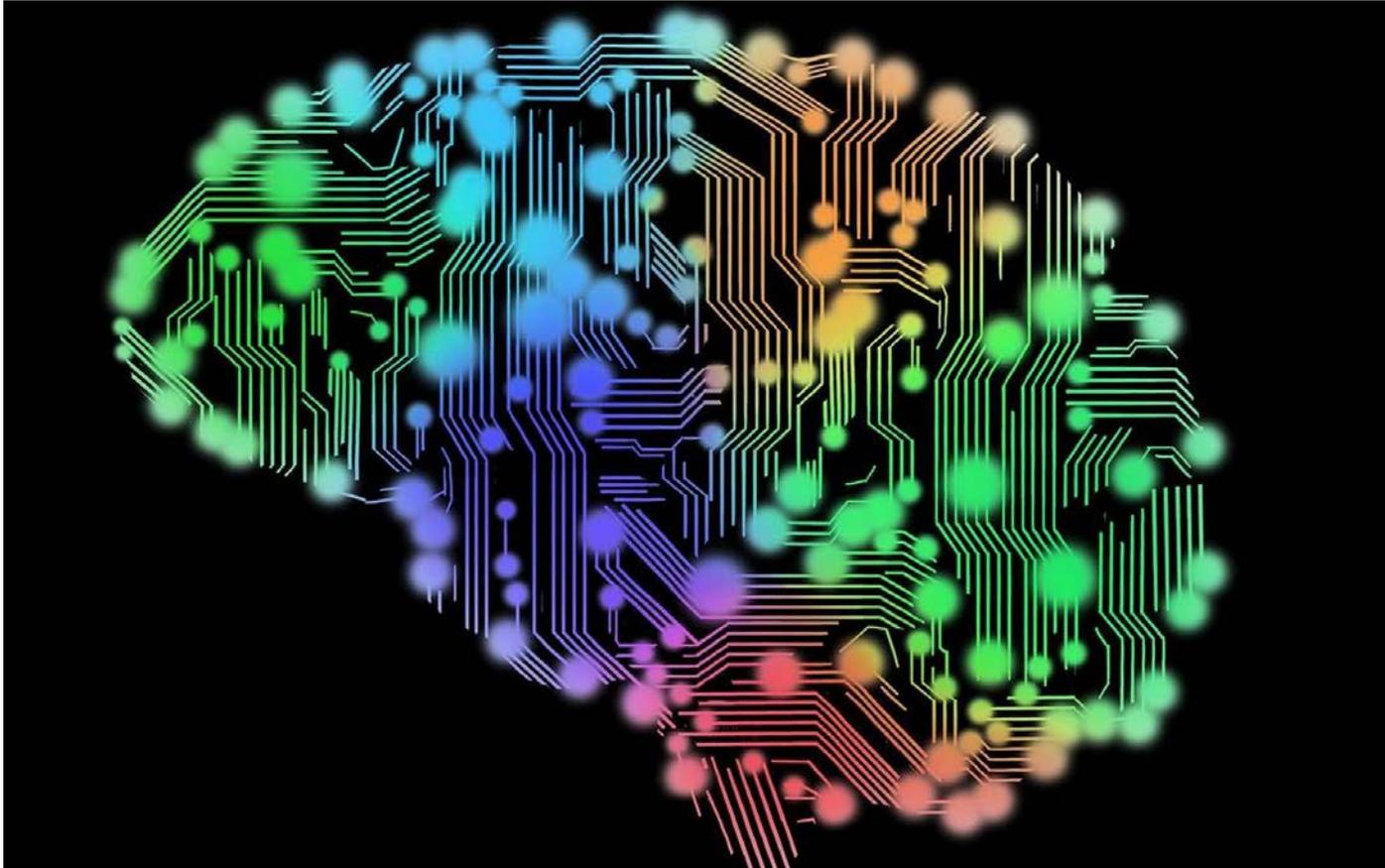


Permet de mettre un peu n'importe quoi dans des populations de neurones différents (protéine fluorescente, Channel rhodopsine)

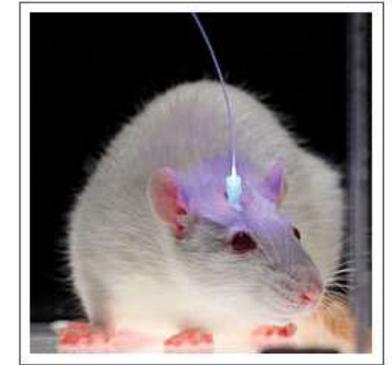
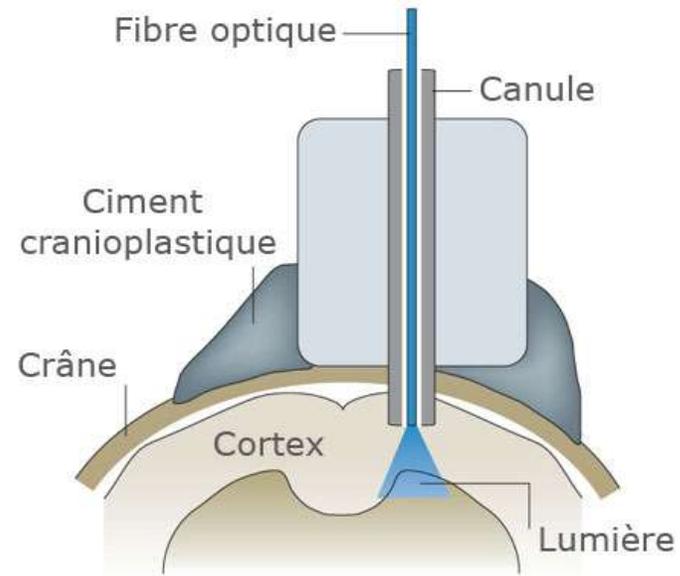
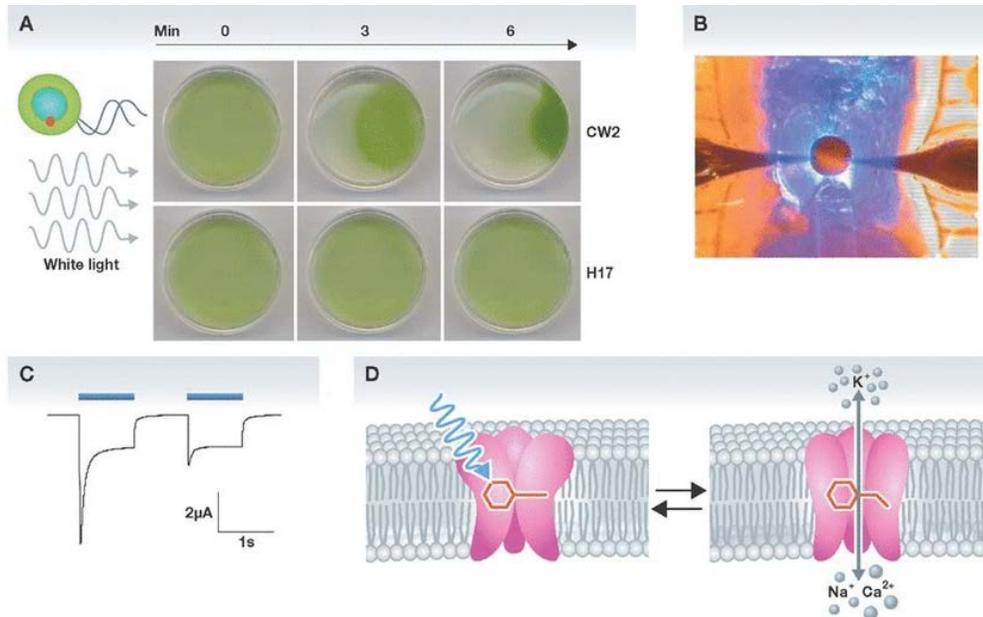
L'unité de base du cerveau: les neurones



Fonctionnement du cerveaux en « hub »



L'optogénétique



- Découverte d'une protéine d'algue photosensible
- Très petite et permet donc d'être insérée facilement dans des neurones de mammifères

L'optogénétique

