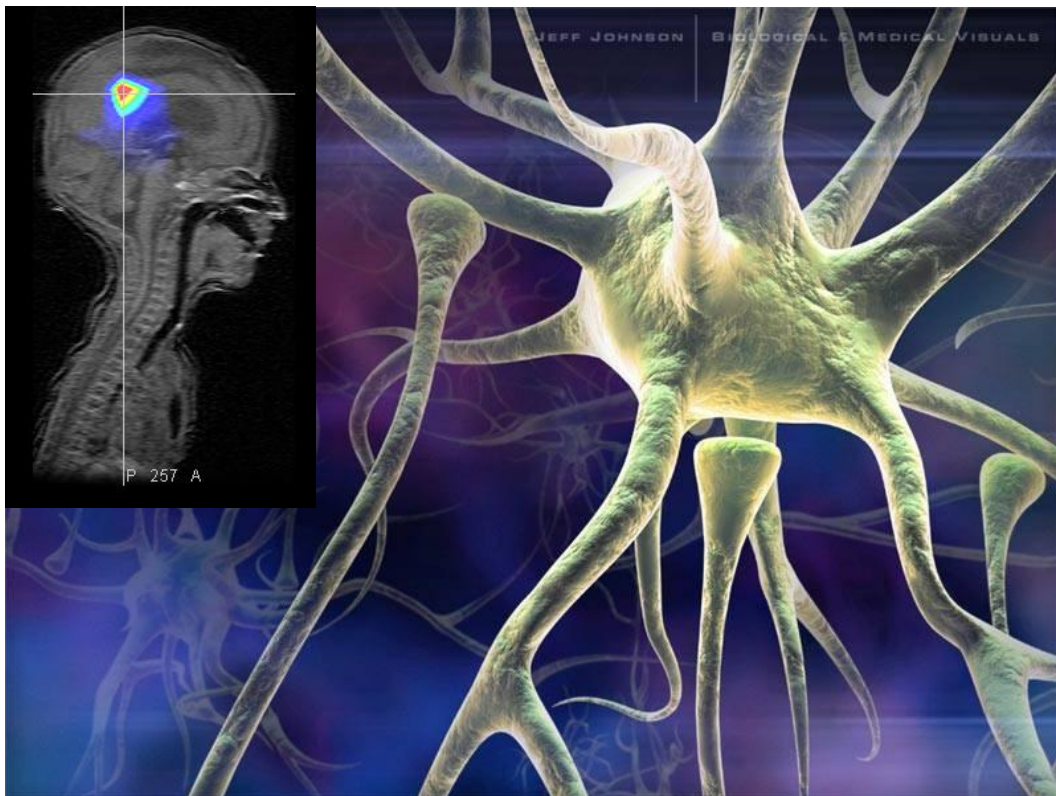
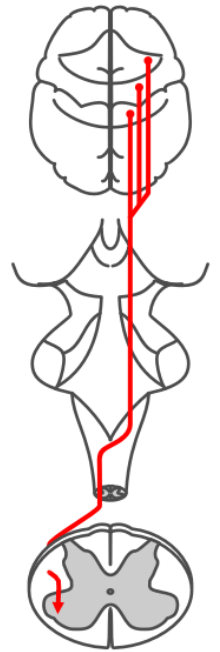


Neurophysiologie L2

Julien LAGARDE



Plan du cours

1 Définitions et objet de la neurophysiologie

2 Bref historique

3 Structure et fonctionnement du système nerveux

- Cortex
- Structures sous- corticales
- Cervelet
- Tronc cérébral
- Réseaux d'intégration
- Plasticité
- Moelle épinière
- Voies ascendantes et descendantes

Plan du cours (suite)

4 Le neurone

- Structure
- Potentiel d'action

5 Synapses

6 Unités motrices

7 Mouvement mono-articulaire

8 Mouvements volontaires

9 Reflexes

10 Perception

- Vision
- Audition
-

Proprioception

- Intégration sensorimotrice

11 Apprentissage

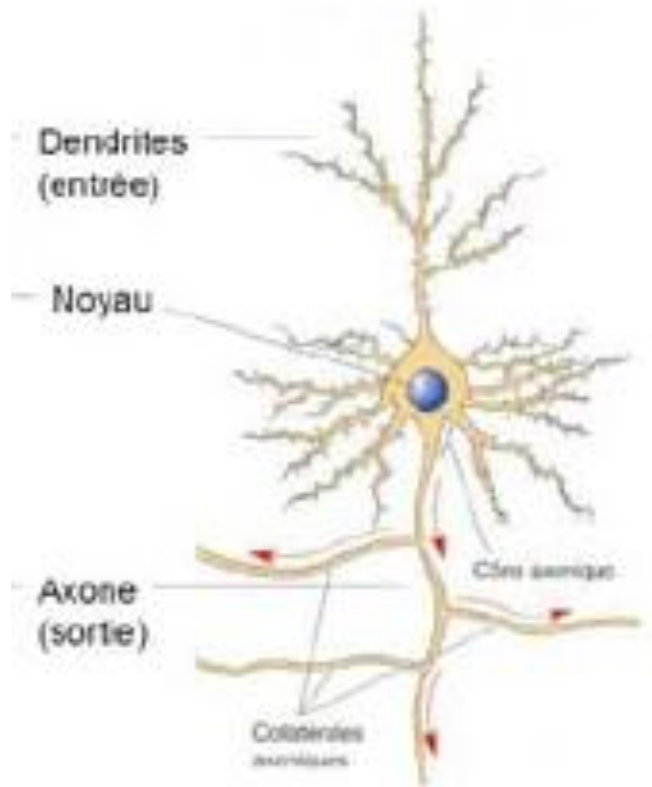
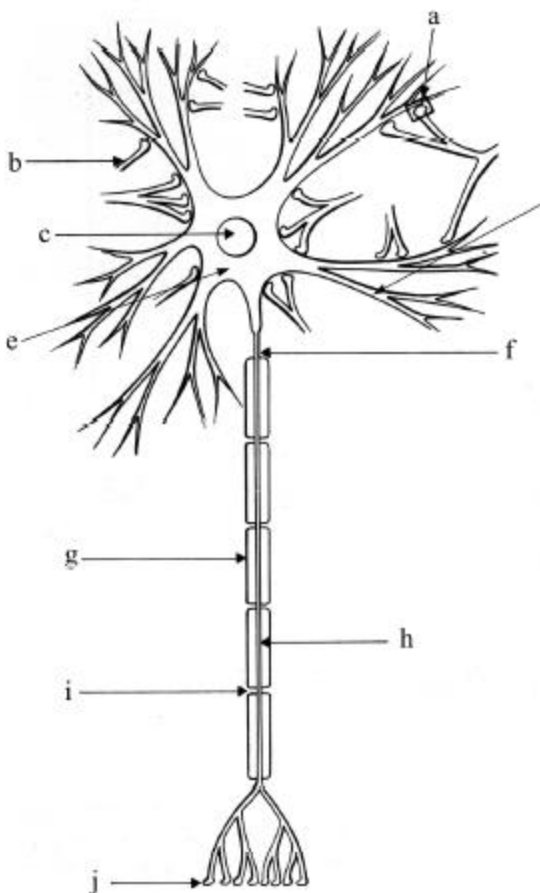
Objectifs de la neurophysiologie

▶ La neurophysiologie étudie comment fonctionne le système nerveux chez le sujet normal

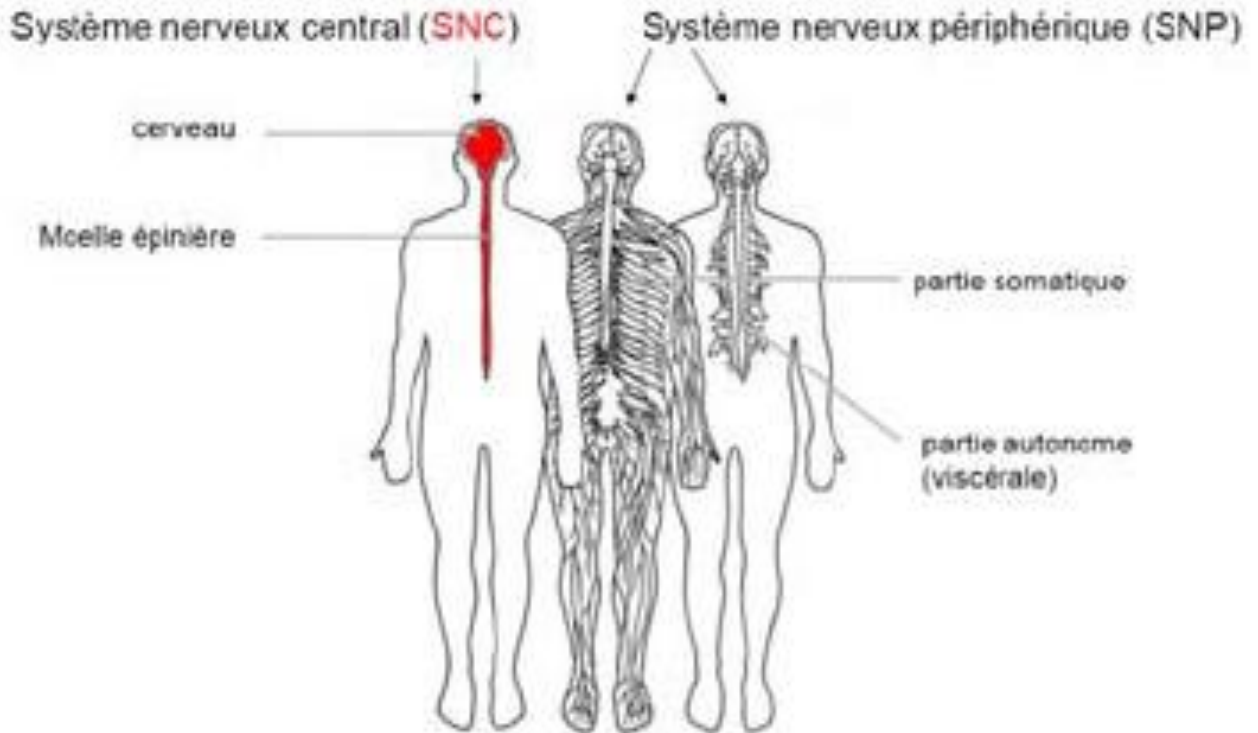
▶ Le système nerveux est un système complexe dont le fonctionnement dépend de ses composants élémentaires (les neurones) et de leurs connexions et de leur organisations

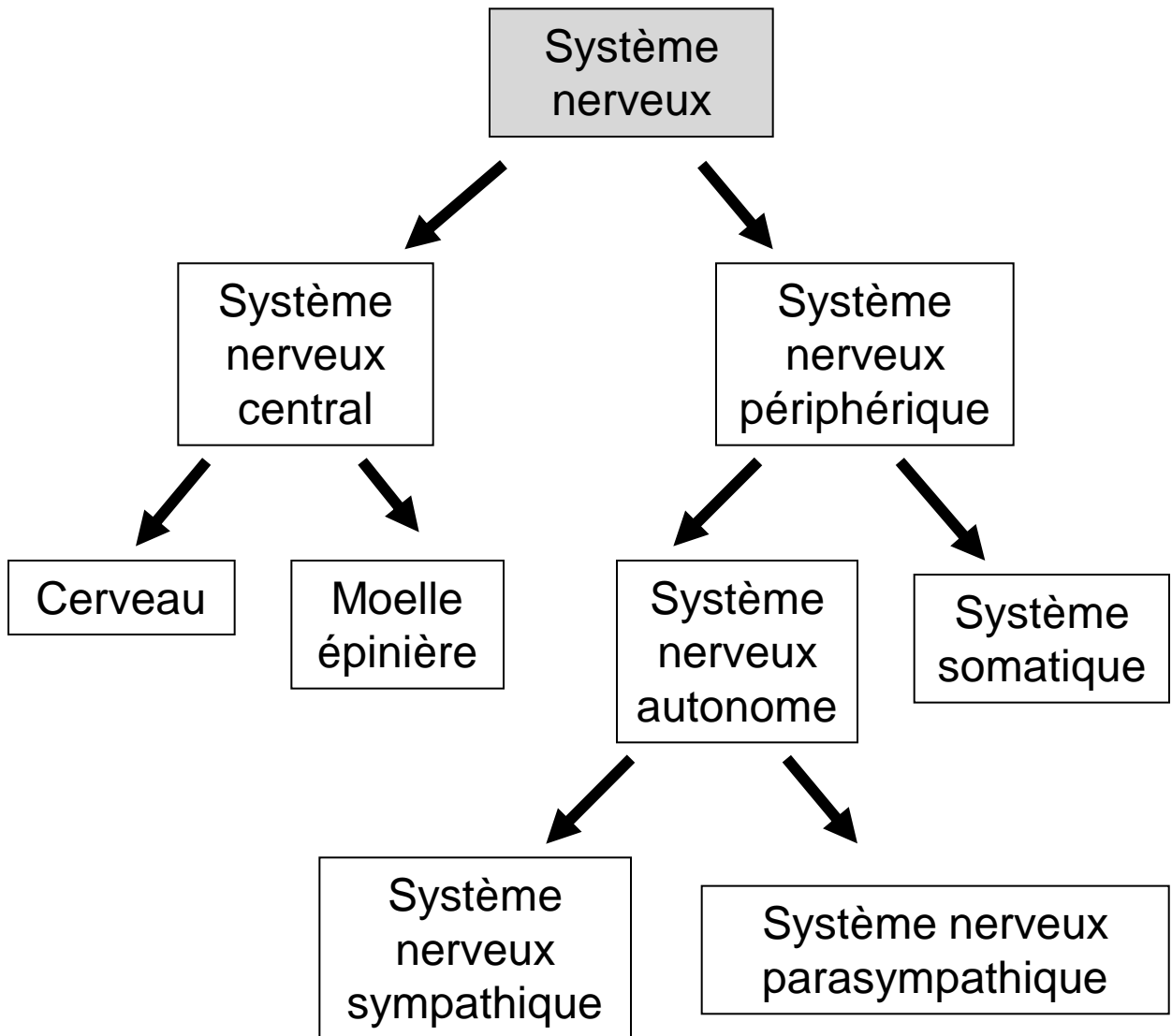
Le système nerveux est divisé en système nerveux central (SNC) et système nerveux périphérique (SNP)

Il est constitué d'ensembles de neurones et d'axones qui forment des agrégats qui portent des noms spécifiques



Définitions

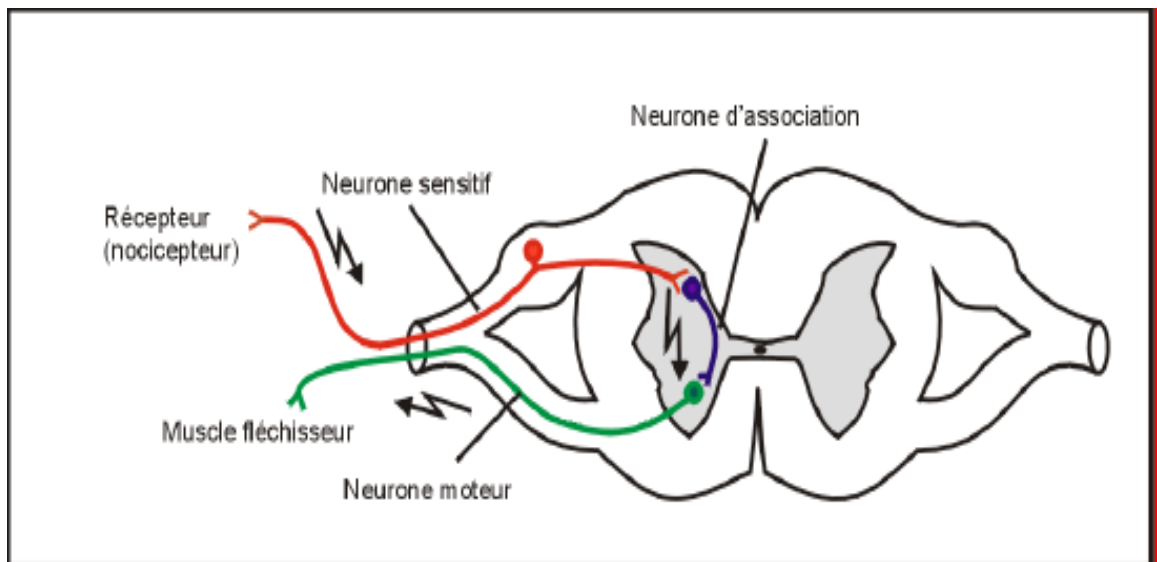




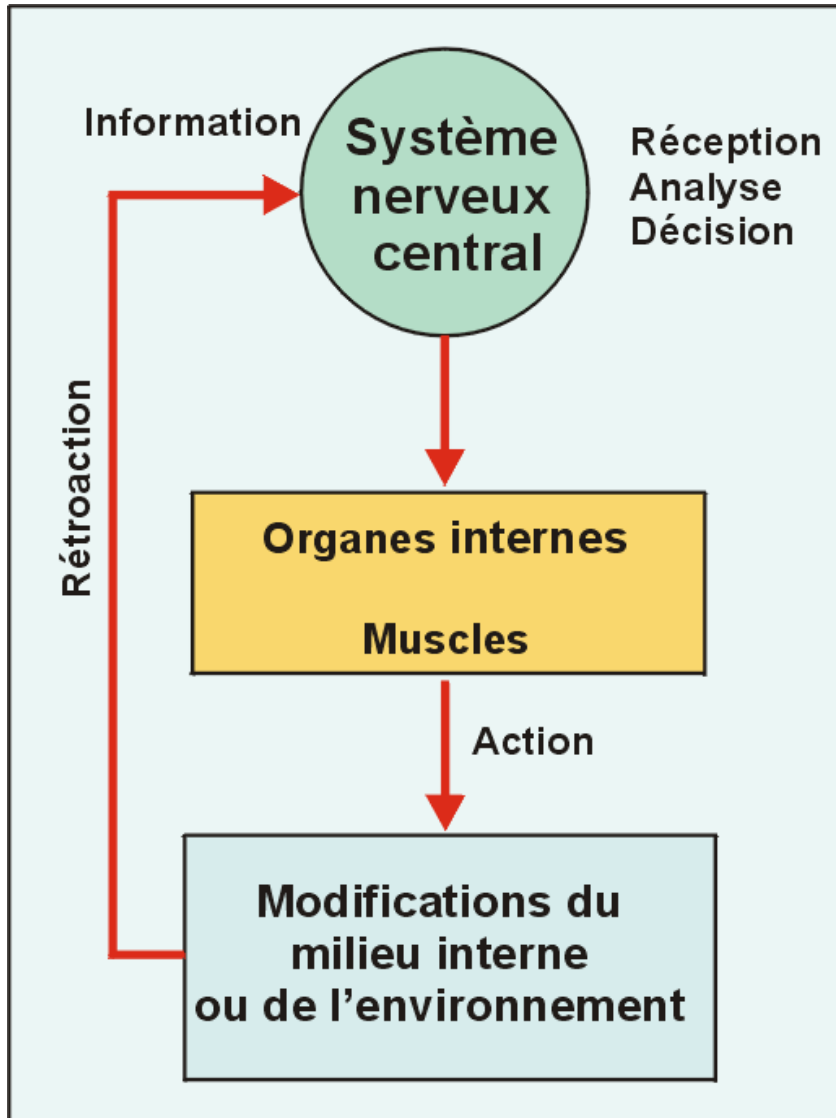
- ▶ Substance grise : zones de corps cellulaires neuronaux dans le SNC
- ▶ Un nerf est un ensemble d'axones dans le SNC
- ▶ Un seul groupe d'axones dans le SNC porte le nom de nerf : le nerf optique
- ▶ La substance blanche est le nom générique d'un ensemble d'axones
- ▶ Une voie est un ensemble d'axones du SNC dérivant du même site d'origine et ayant la même destination

Système nerveux périphérique (SNP)

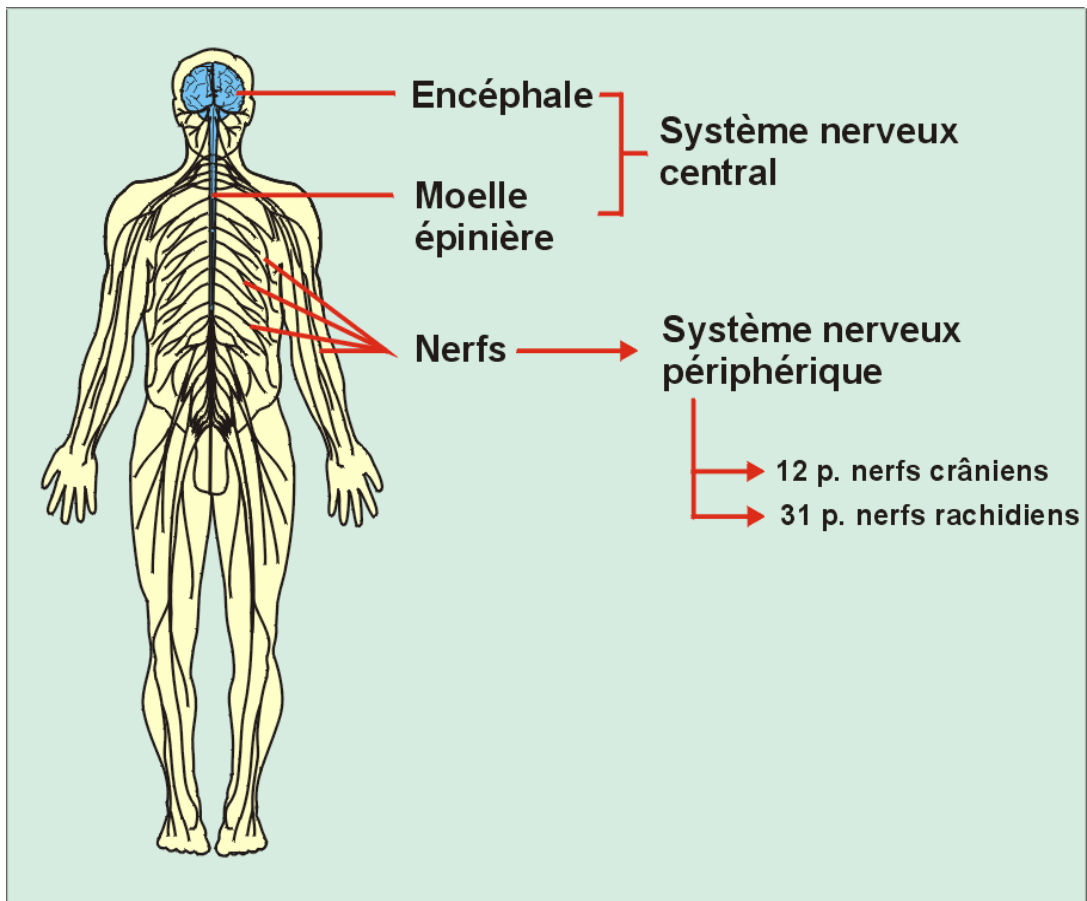
- ▶ SNP somatique :
Les nerfs innervant la peau, articulations, muscles
- ▶ SNP viscéral ou autonome ou végétatif :
Les nerfs innervant les viscères, les vaisseaux sanguins, et les glandes
- ▶ Les nerfs du SNP somatiques rejoignent la moelle épinière par les racines dorsales (vers le SNC) et ventrales (depuis le SNC)



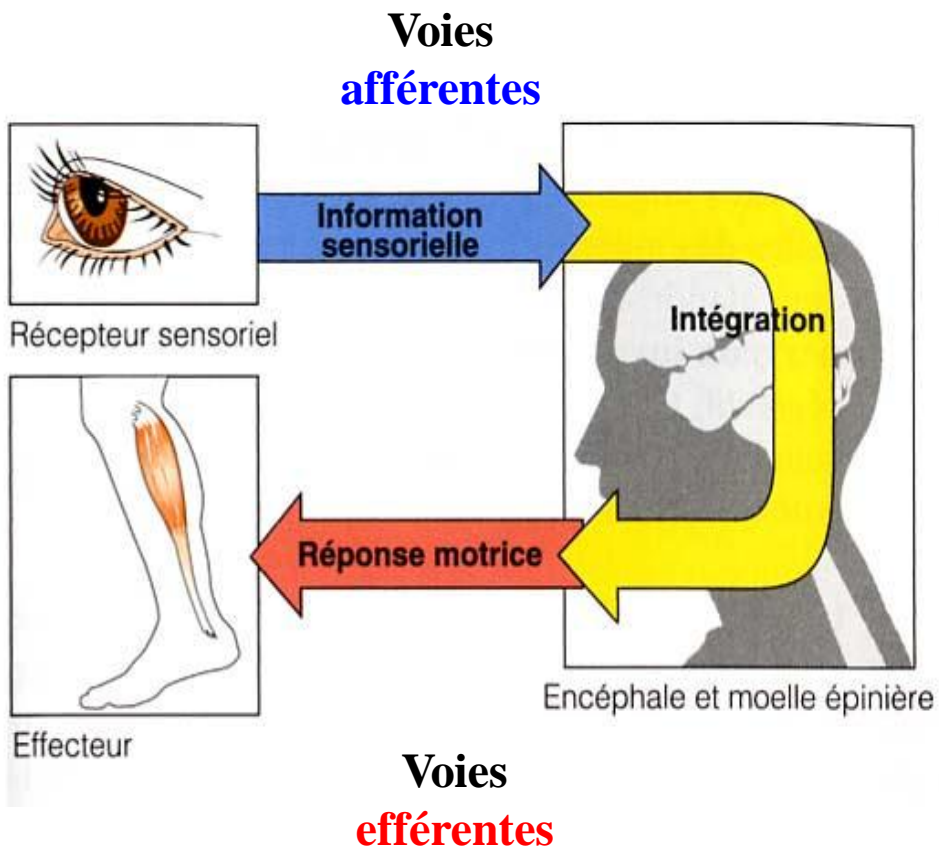
- Fonctions et structures- substrats



Les grandes divisions *structurelles* du système nerveux

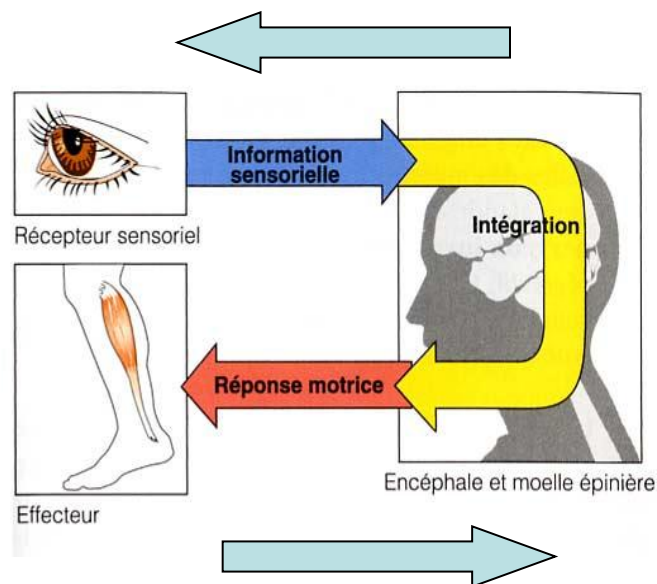


Les grandes divisions *fonctionnelles* du système nerveux



• Fonctions

- **“input” sensoriel** : contact avec les stimuli externes et internes
- **Intégration** : “interprétation” des inputs sensoriels
- **“Output” moteur** : réponses aux stimuli par une activation des organes effecteurs (muscles, articulations)



**Des interactions dans les deux directions,
pas de « sens unique »**

Le mouvement humain : Un système complexe

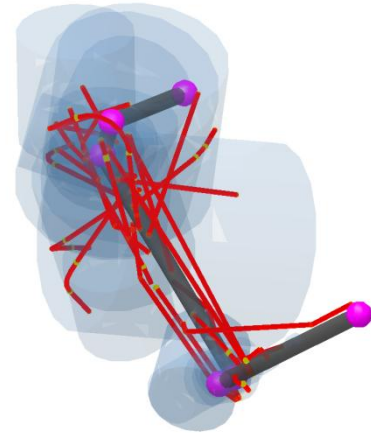
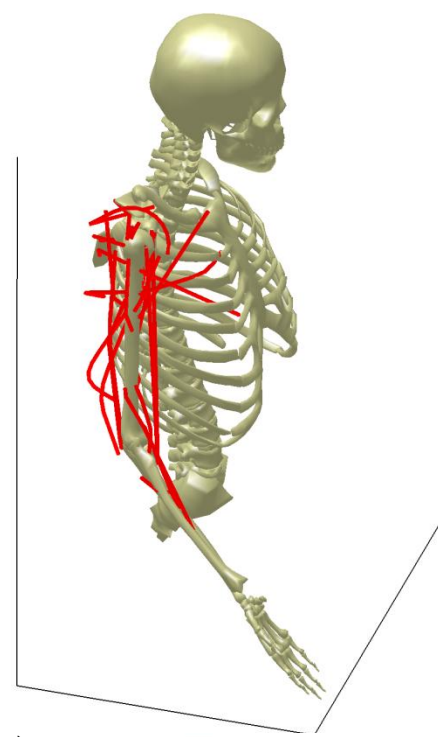
Des éléments très nombreux :

- 148 os mobiles (244 ddl / « degrés de liberté »)
- 600 muscles
- 100 milliards de neurones
- un million de milliards de synapses

→ Nombre de circuits neuronaux possibles
= 10 suivi d'un million de zéros

* nombre de particules de l'univers connu
= 10 suivi de 79 zéros

Des interactions entre éléments qui rendent la
compréhension de l'ensemble difficile



Relations aux autres disciplines

- Sciences de la vie

- Neurosciences
- Physiologie
- Contrôle moteur
- Biomécanique (mécanique)

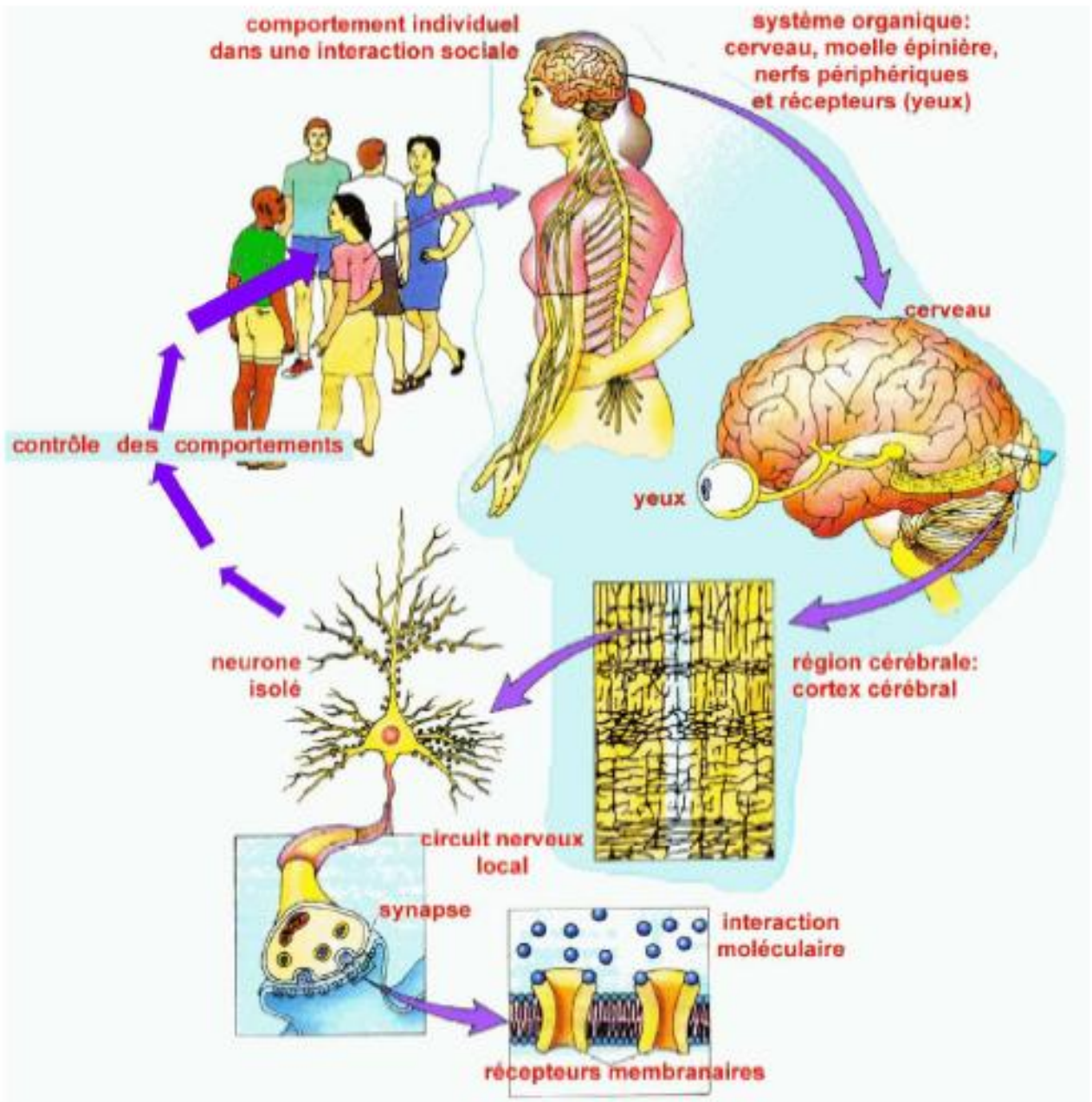
- Sciences humaines

- Psychologie
- Sociologie
- Psychologie sociale

Sciences physiques et mathématiques

- Modèles quantitatifs
- Théories et méthodes
- Biophysique (niveau microscopique)

Les différents niveaux d'analyse



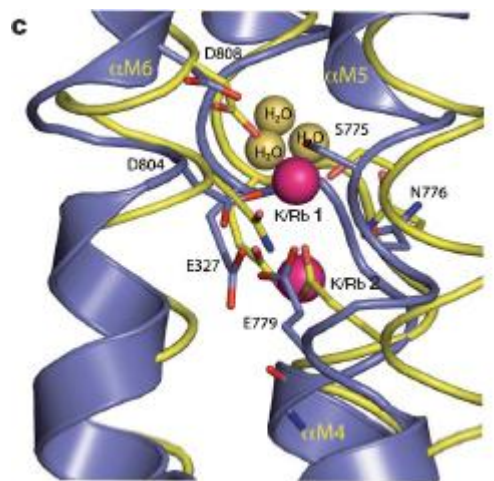
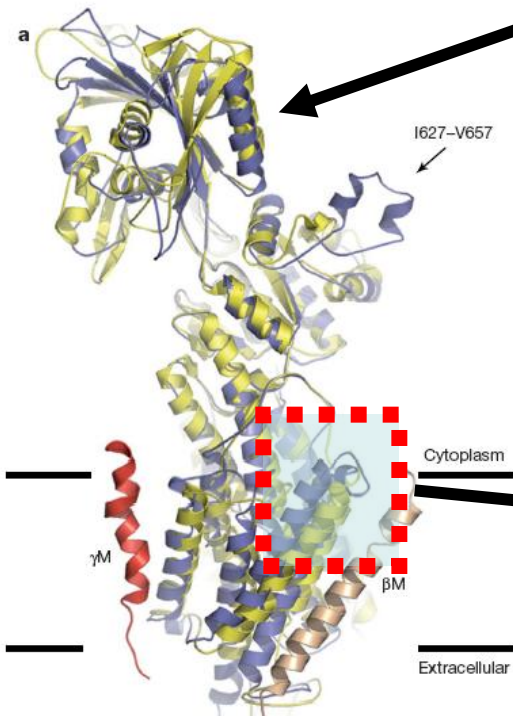
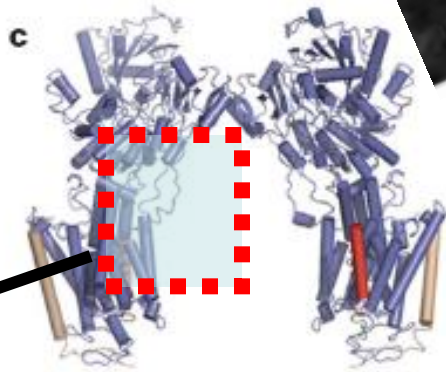
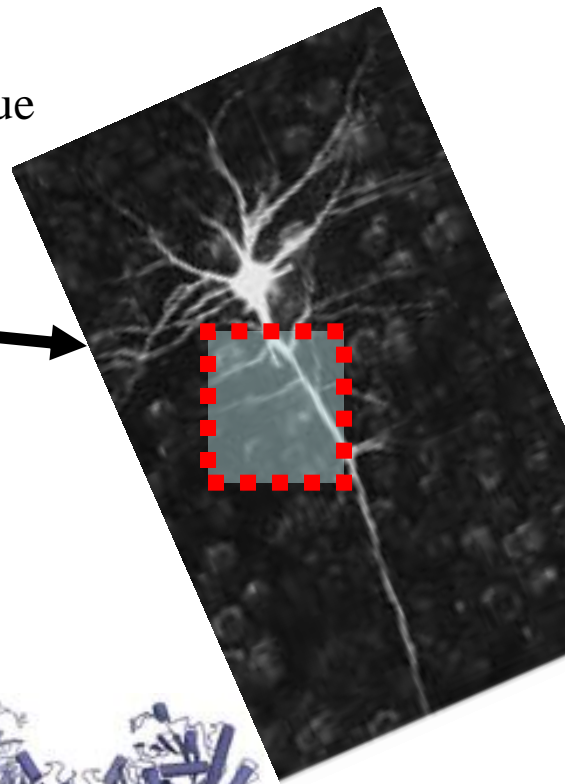
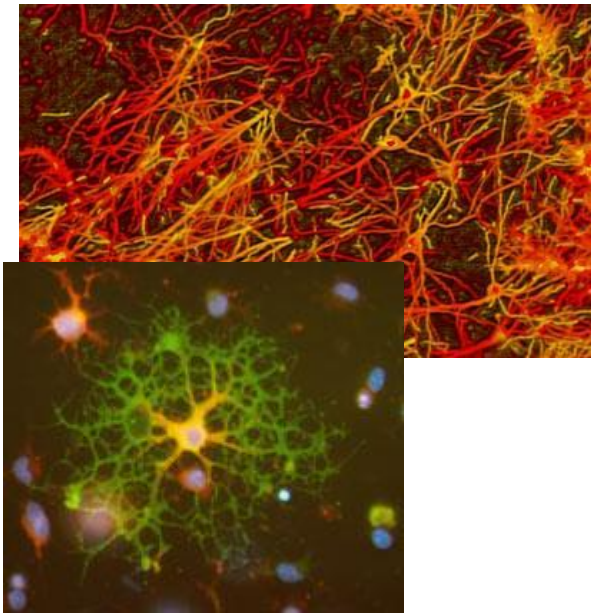
Du comportement global au niveau microscopique

- **Global** = la tâche, ce que l'animal ou l'individu veut faire, le comportement observable (de l'extérieur)

Ex: saisir un objet, franchir un obstacle, aller du point A au point B dans l'environnement, faire un salto



• **Microscopique** : physico-chimique



A travers les échelles

Comportement adaptatif

(sensoriel, moteur, muscles, mécanique)

- SNC & SNP
- Cortex (0.45 mètres carré)
- Large ensemble de neurones (10 000 neurones)

- Neurone (cm, mm)

- Protéines pompes ioniques (0.1 mm), Gènes

- Molécules (H₂O : < 200 pm, (10⁻¹² mètres)

Social
Psychologique

Biologique

Physique

Objectifs de la neurophysiologie en relation avec le mouvement

Apporter les connaissances fondamentales sur les mécanismes, la structure et les fonctions du système nerveux humain pour comprendre comment sont contrôlés les mouvements volontaires chez l'homme.

La relation entre la neurophysiologie et le contrôle moteur (comportement observable) n'est pas évidente :

1- le fonctionnement d'une structure nerveuse résulte des propriétés de ses éléments constitutifs (cellules nerveuses ou neurones) et de leurs interconnexions. Lorsque les scientifiques accumulent suffisamment d'informations concernant les éléments, le fonctionnement de celui-ci paraît évident. Cette démarche est qualifiée de « **réductionnisme** »:

→ Réduire le fonctionnement d'un système complexe aux propriétés de ces éléments constitutifs.

2- Le fonctionnement d'un système complexe ne peut être uniquement compris à partir de sa structure et des propriétés des éléments qui le composent. Il faut trouver les **lois qui décrivent le fonctionnement du système dans son ensemble**, et se focaliser sur l'organisation et les interactions entre les éléments.

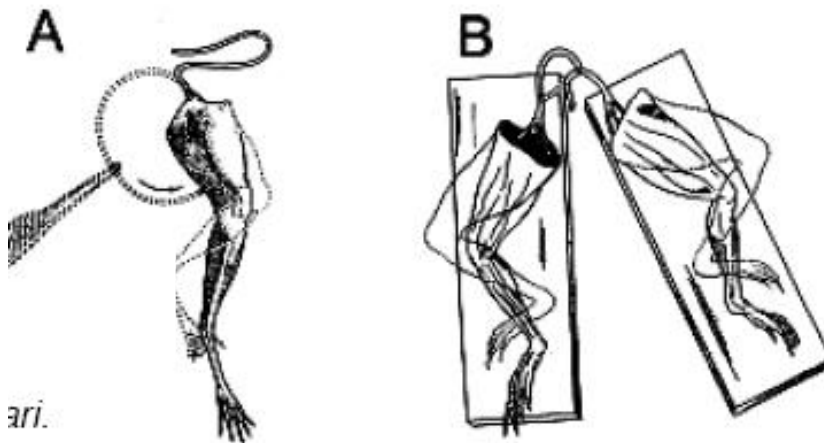
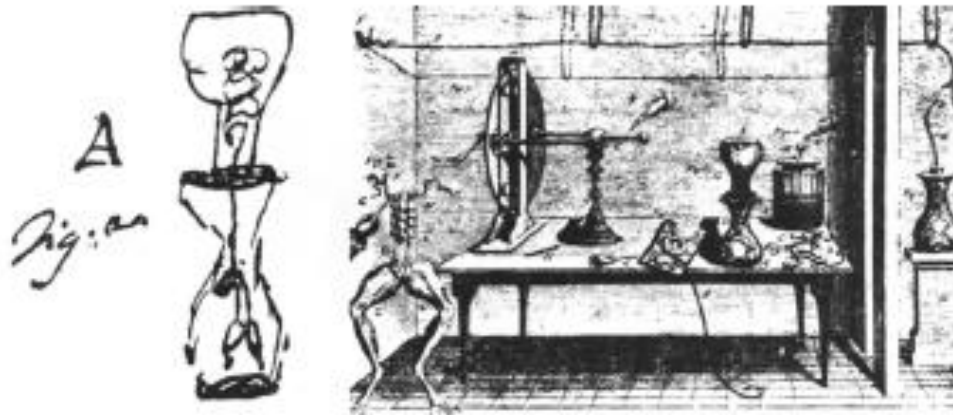
Historique

Le début de l'électro-neurophysiologie se situe dans la deuxième partie du 18e siècle

Galvani (1737-1798) démontre que la stimulation électrique est susceptible d'induire une contraction musculaire



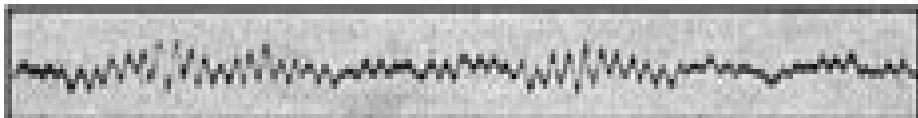
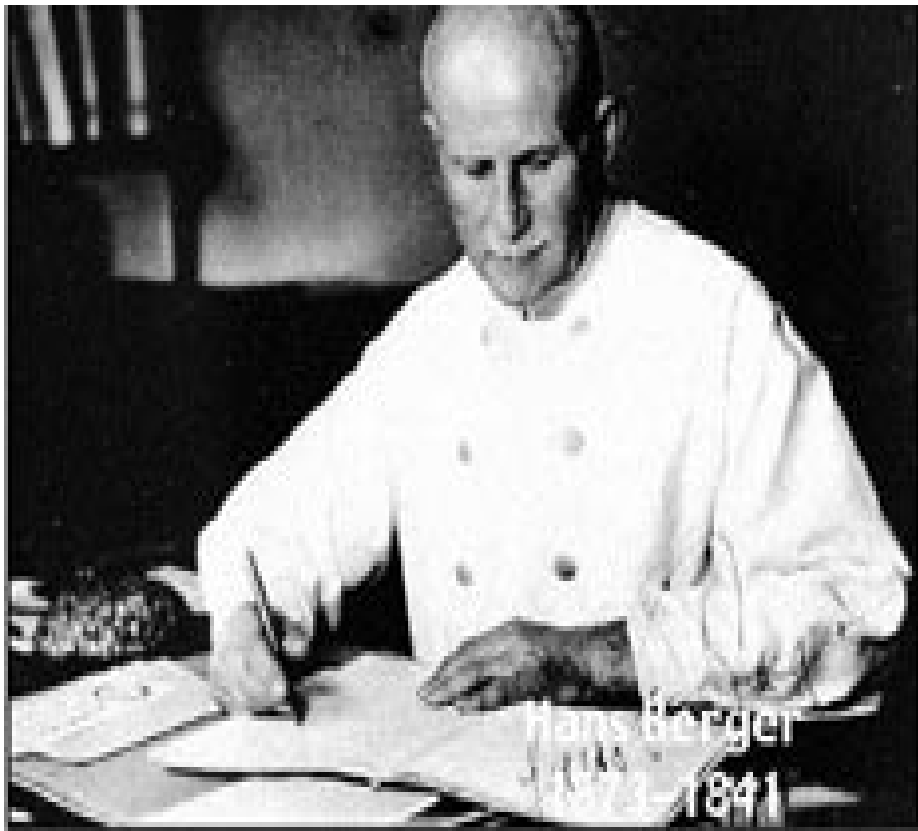
Galvani



From Galvani L. *Aloysii Galvani de viribus electricitatis in motu musculari. De viribus electricitatis artificialis in motu musculari.* 1791;7:363–418.

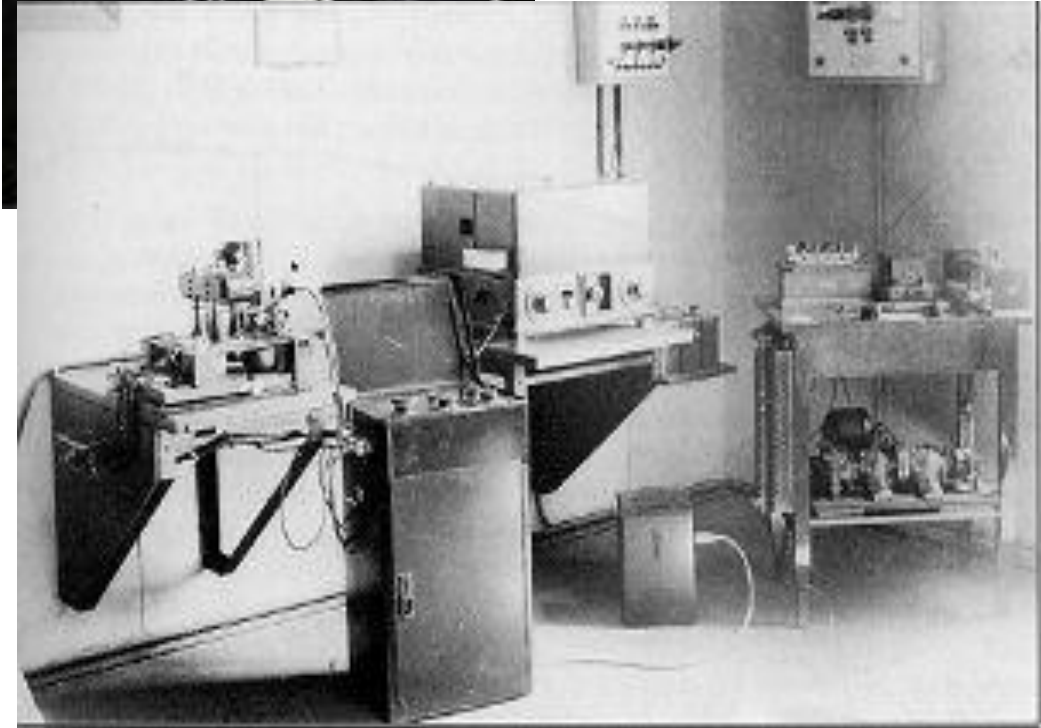
1888 et 1895 - Santiago Ramon y Cajal
(neurophysiologiste espagnol) propose la théorie des **neurones** : il montre que le tissu cérébral est constitué de cellules (les «neurones») qui, contrairement à celles des autres tissus vivants, sont libres et séparées par de fins espaces, et il émet l'hypothèse d'un mode de communication chimique entre ces cellules. Il a reçu pour cela le Prix Nobel en 1906

1909 - Korbinian Brodmann (neurologue allemand) établit **une carte des aires du cerveau**, en donnant un numéro différent à chaque aire. Cette numérotation est encore une référence aujourd'hui



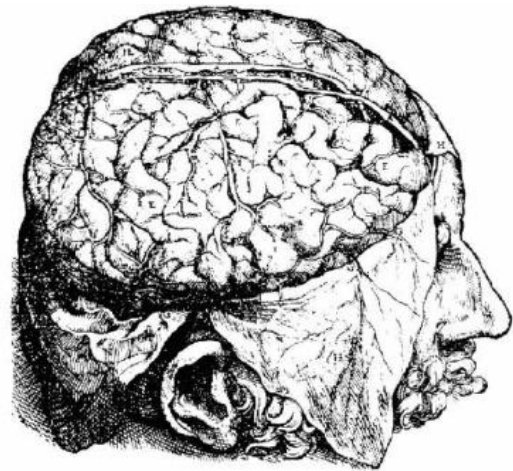
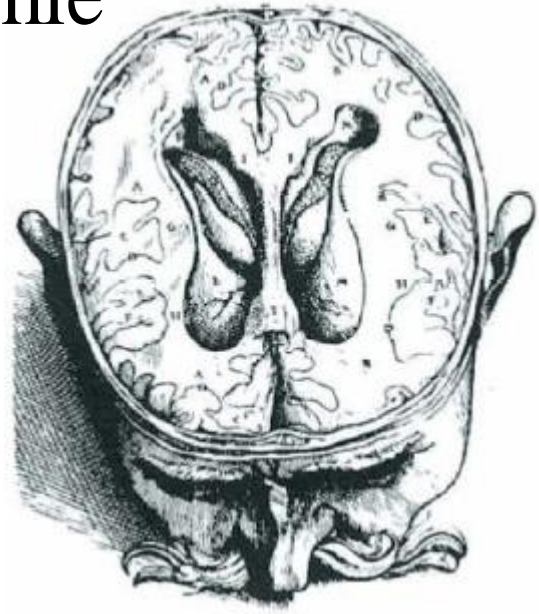
Hans Berger 1873-1941

Le début de **l'électroencéphalographie** moderne chez l'homme débute avec Berger

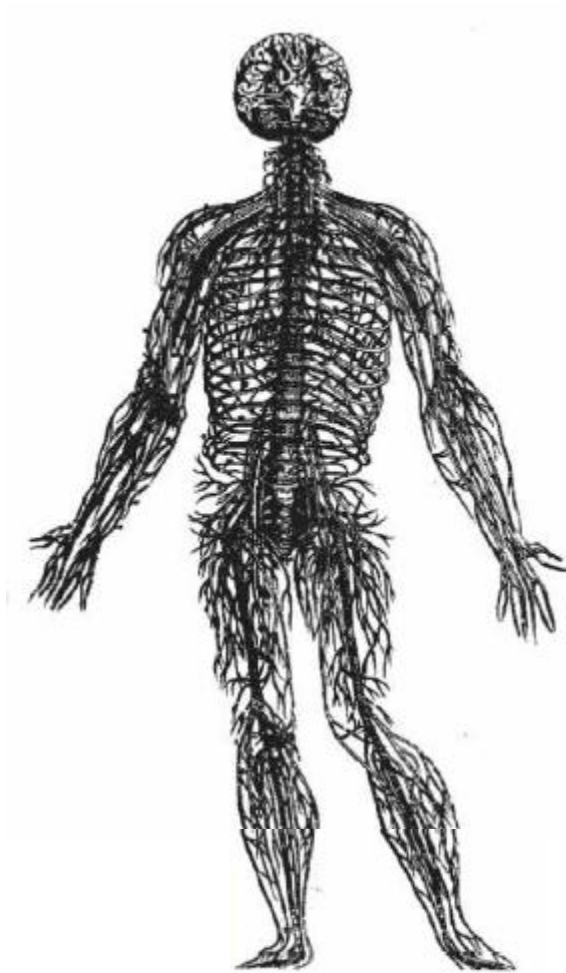


Structures et anatomie

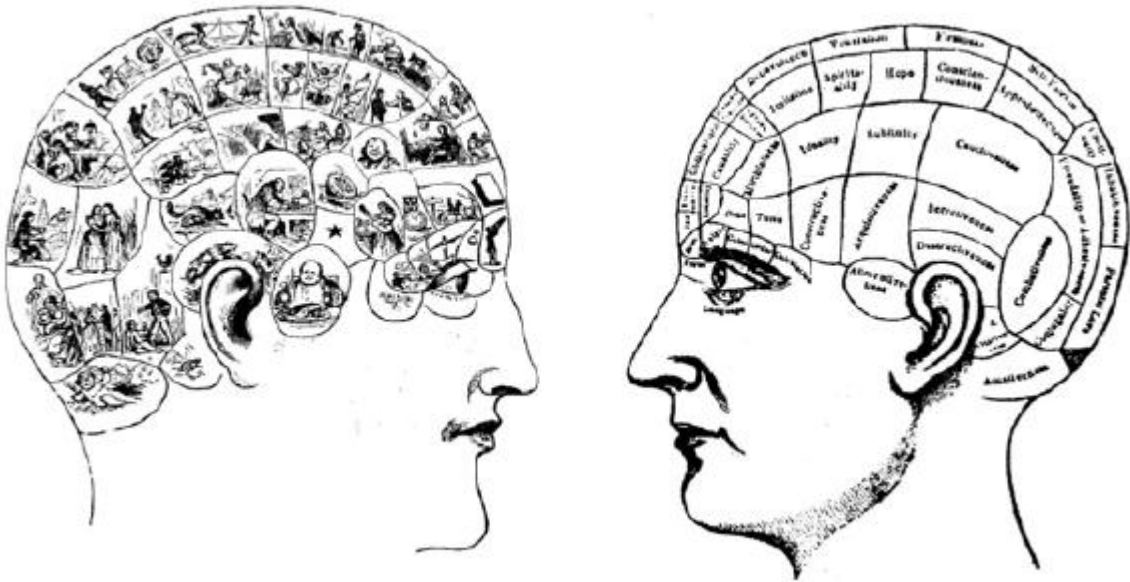
Andreas Vesalis (1514-1564)
De Humani Corporis Fabrica



<http://archive.nlm.nih.gov/proj/ttp/books.htm>



Etude de l'anatomie nerveuse



Localisation des fonctions 19^e siècle (Broca, Gall)

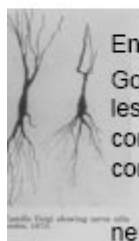
Théorie cellulaire:

Proposée par Schwann (1839)
tous les tissus sont composés de
cellules

Ces cellules forment un 'réseau
nerveux' continu dans lequel elles se
relient.

On identifia plus tard (1900) les
unités de base du réseau comme
étant les neurones

Santiago Ramón y Cajal a développé la
technique de marquage au
nitrate d'argent permettant
d'identifier des éléments
neuronaux distincts



En utilisant la méthode de
Golgi, Cajal a conclu que
les neurites étaient en
contact mais non en
continuité :
concept du
neurone

Le système nerveux central

