

Cours II. Système nerveux

Le système nerveux est le système responsable des sensations, de la pensée et du contrôle de l'organisme. Pour accomplir ces fonctions, il collecte les informations sensorielles en provenance de tout le corps (à partir des terminaisons nerveuses sensorielles spécifiques situées dans la peau, les tissus profonds, les yeux, les oreilles etc...) et les transmettent par les nerfs à la moelle et au cerveau. Ces derniers peuvent réagir immédiatement à l'information sensorielle et envoyer des signaux aux muscles ou aux organes internes provoquant une réponse appelée réponse motrice.

II.1. Structure générale du système nerveux

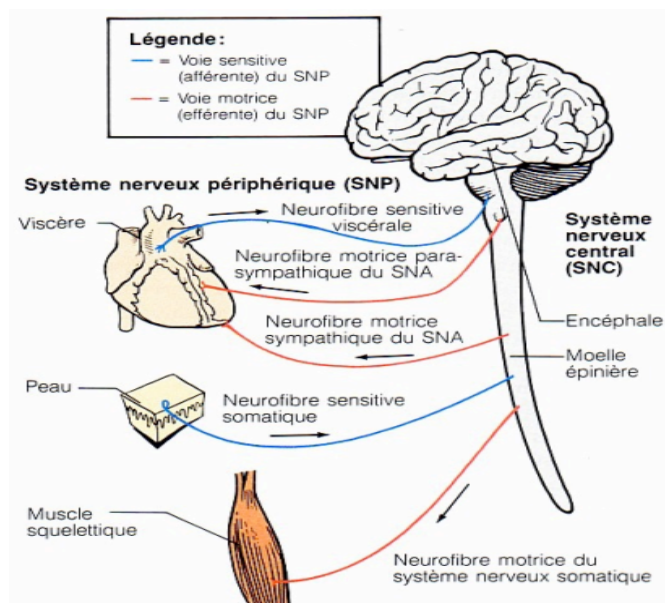
Le système nerveux est formé de deux parties :

Le système nerveux central, constitué par :

-l'encéphale comprenant le cerveau, le tronc cérébral, et le cervelet situés dans la boîte crânienne

-la moelle épinière située dans le canal rachidien. Son rôle est de recevoir, enregistrer, interpréter les signaux qui parviennent de la périphérie, et l'organiser la réponse à envoyer.

Le système nerveux périphérique, constitué par les nerfs crâniens et les nerfs spinaux qui sont rattachés au système nerveux central. Son rôle est de conduire jusqu'au système nerveux central les informations issues des récepteurs périphériques de la sensibilité ou de la douleur, et de transmettre les ordres moteurs émis par les centres nerveux.



Le système nerveux périphérique (Marieb, 1993).

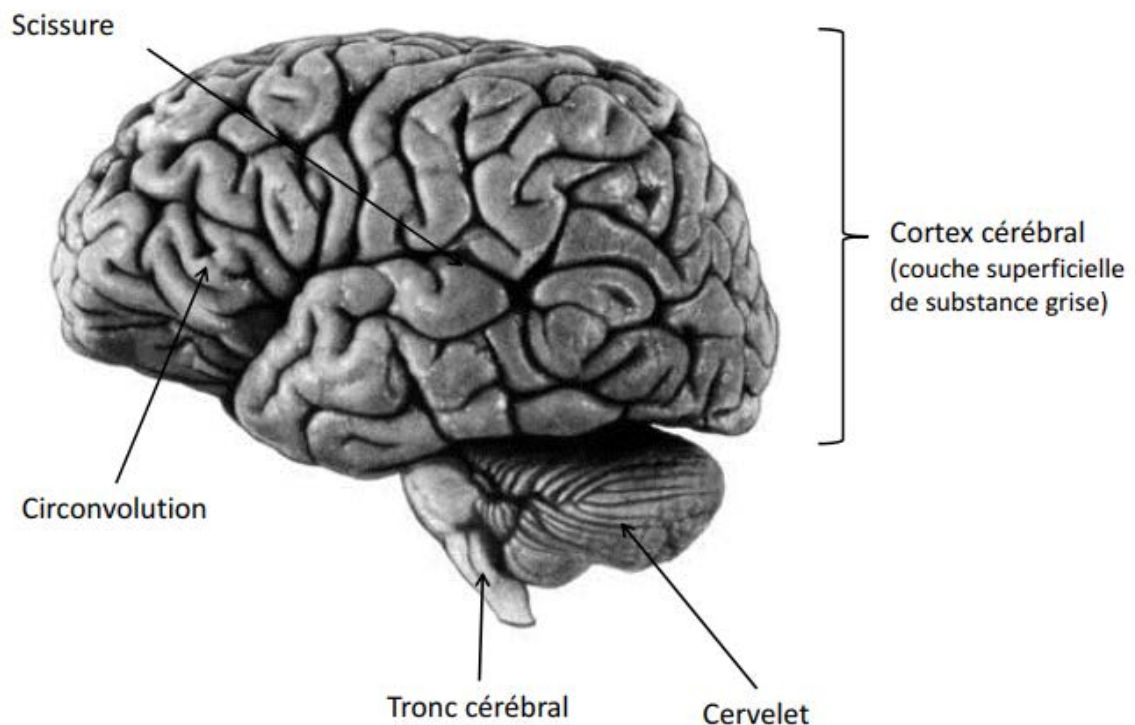
II.1.1. Le système nerveux central

1. **L'encéphale** est en entier situé dans la boîte crânienne. Il est constitué par :

Le cerveau : il a la taille et l'apparence d'un petit chou-fleur. Il possède deux hémisphères cérébraux qui s'occupent chacun d'un côté du corps. Sauf que le contrôle est croisé ; l'hémisphère (ou moitié) droit s'occupe du côté gauche du corps et vice versa. Le cerveau comporte dans chaque hémisphère 4 grands lobes (frontal, pariétal, temporal et occipital).

Le cervelet, situé comme le tronc cérébral dans la fosse postérieure. Il est formé de deux hémisphères droit et gauche, réunis par le vermis. Ils sont reliés au tronc cérébral à droite comme à gauche par les pédoncules cérébelleux supérieur, moyen, et inférieur.

Le tronc cérébral (relie le cerveau à la moelle) ; il comporte 3 parties de bas en haut : le bulbe rachidien, la protubérance annulaire ou pont et le mésencéphale ou pédoncules cérébraux).



Organisation de L'encéphale (Kolb, 1975).

2- **La moelle épinière** est une structure cylindrique qui s'étend dans le canal rachidien de la colonne vertébrale. Elle s'étend du bulbe (en haut) et se termine par le cône terminal (en bas) au niveau de la première vertèbre lombaire (L1). De la moelle et

à chaque espace intervertébral sortent les nerfs spinaux constitués d'une racine antérieure, motrice, et d'une racine postérieure sensitive.

Le système nerveux central est formé de deux parties différentes la substance grise et la substance blanche.

Au niveau du cerveau, on décrit

- une couche de substance grise recouvrant l'ensemble des hémisphères dont elle suit les sillons : c'est l'écorce cérébrale ou cortex cérébral.
- une couche de substance blanche immédiatement sous l'écorce grise.
- une zone centrale plus complexe où l'on distingue une partie de substance blanche qui sont les commissures unissant les deux hémisphères, et une partie d'amas de substance grise, les noyaux gris centraux.

Au niveau du tronc cérébral, la substance grise prédomine (substance réticulée) et se présente en amas qui sont les noyaux d'origine des nerfs crâniens. Au niveau du cervelet, la substance grise occupe l'écorce cérébelleuse ou cortex cérébelleux, sous laquelle on trouve de la substance blanche et des noyaux gris centraux.

Au niveau de la moelle épinière, la substance grise forme le centre, présent sur toute la hauteur de la moelle, dessinant un H ou une forme de papillon sur une coupe transversale.

II.2. Eléments cellulaires du Système Nerveux

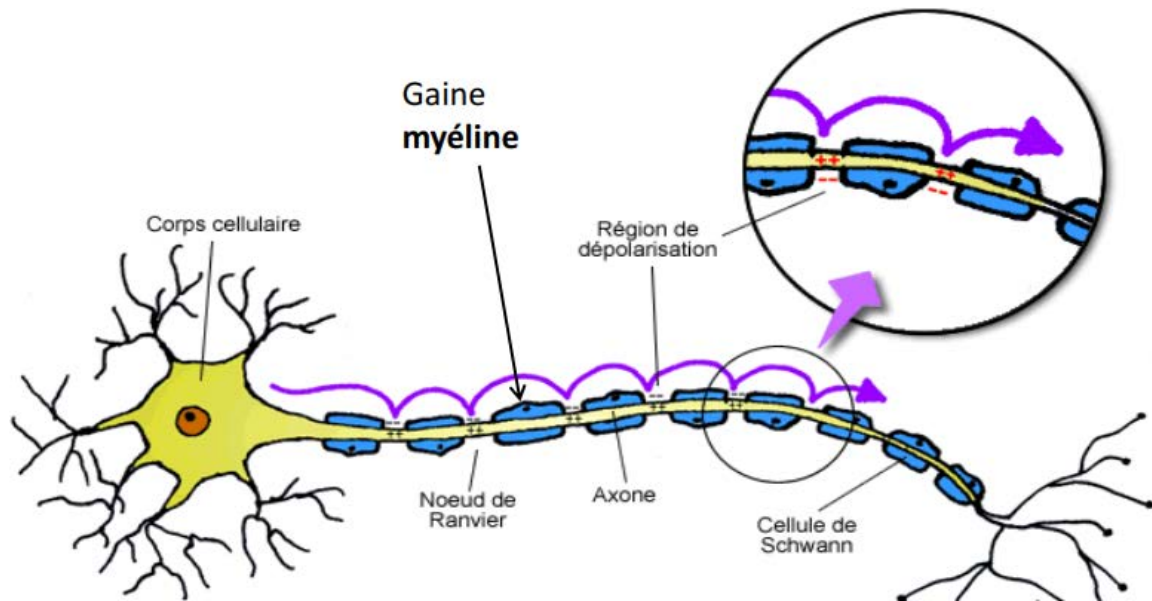
La substance grise est formée de cellules ; la substance blanche est formée de fibres. La cellule et la fibre ne sont que les deux parties d'un même élément essentiel du système nerveux : le neurone.

Le neurone n'est pas la seule cellule présente dans le système nerveux. A côté de lui, existe un tissu de soutien et des cellules nourricières : les cellules gliales.

II.2.1. Le neurone

Le neurone est une cellule anatomiquement et physiologiquement spécialisée dans la réception, l'intégration et la transmission d'informations. Ce rôle complexe lui vaut d'être une cellule ordinaire dans la constitution de sa membrane, son noyau, ses organites, et une cellule singulière, excitable et sécrétrice, adaptée aux tâches de formation, d'entretien et de

fonctionnement de réseaux. En effet, le neurone isolé n'existe pas. Chacun d'entre eux est intégré dans des réseaux multiples, ordonnés et hiérarchisés chargés de recevoir ou transmettre un signal, ou de coordonner une fonction complexe.



Structure du neurone (Richard, 2013).

La transmission nerveuse se fait par l'intermédiaire de plusieurs neurones qui sont réunis par leurs dendrites ou par l'articulation d'un axone avec les dendrites d'une ou de plusieurs cellules voisines. La jonction entre les éléments de deux cellules constitue une synapse.

L'axone ne se reproduit pas, malgré l'importance de son activité enzymatique et son stock chromosomique. Son activité est entièrement dédiée à ses fonctions de récepteur et de transmetteur. Il se compose d'un corps cellulaire, des dendrites, d'un axone, de synapses et d'un cytosquelette.

a. le corps cellulaire

Le corps cellulaire du neurone est de forme et de taille variées. Arrondi ou ovalaire, parfois triangulaire ou pyramidal, il peut mesurer de 5 à 120 microns de diamètre. Il comporte un noyau unique, clair, central, bien limité, et le cytoplasme qui contient les éléments communs à toutes les cellules. Le cytoplasme est riche en organites : il contient de nombreux corps de Nissl, substance basophile caractéristique témoin de l'activité enzymatique, l'appareil de Golgi, des mitochondries et de nombreux éléments du cytosquelette (microfilaments, neurofilaments, microtubules).

b. les dendrites

Ce sont des prolongements courts, ramifiés, nombreux, qui s'allongent comme des antennes à partir du corps cellulaire. Cette arborisation offre ainsi une plus grande surface de contact entre les cellules nerveuses.

c. l'axone

L'axone est le prolongement le plus long du neurone. Il se termine par de nombreuses ramifications comparables aux dendrites, les boutons terminaux. Le mode de ramification de l'axone et des dendrites est très divers. La multiplicité de ces terminaisons dendritiques fait qu'un axone peut recevoir jusqu'à 100000 entrées.

L'axone est constitué d'une enveloppe, l'axolemme et d'un cytoplasme appelé axoplasme. Prolongement du cytoplasme cellulaire, l'axoplasme en diffère par l'absence de corps de Nissl et d'appareil de Golgi. Les organites et éléments du cytosquelette s'alignent ici longitudinalement, parallèlement à l'axe de l'axone.

L'axolemme est le prolongement de la membrane cellulaire. Il est recouvert d'une gaine. Il existe deux sortes de gaines permettant de différencier les fibres myéliniques des fibres amyéliniques. Dans les fibres myéliniques, l'axolemme est recouvert d'un enroulement de myéline, qui présente par place des étranglements appelés nœuds de Ranvier.

Cette gaine de myéline est elle-même entourée de cellules de Schwann, à l'origine de la myéline. La myéline donne aux fibres qu'elle recouvre un aspect blanchâtre. Les fibres myéliniques constituent la substance blanche du tissu cérébral. Les fibres amyéliniques ou fibres nues, d'un diamètre évidemment plus petit, sont recouvertes directement par les cellules de Schwann.

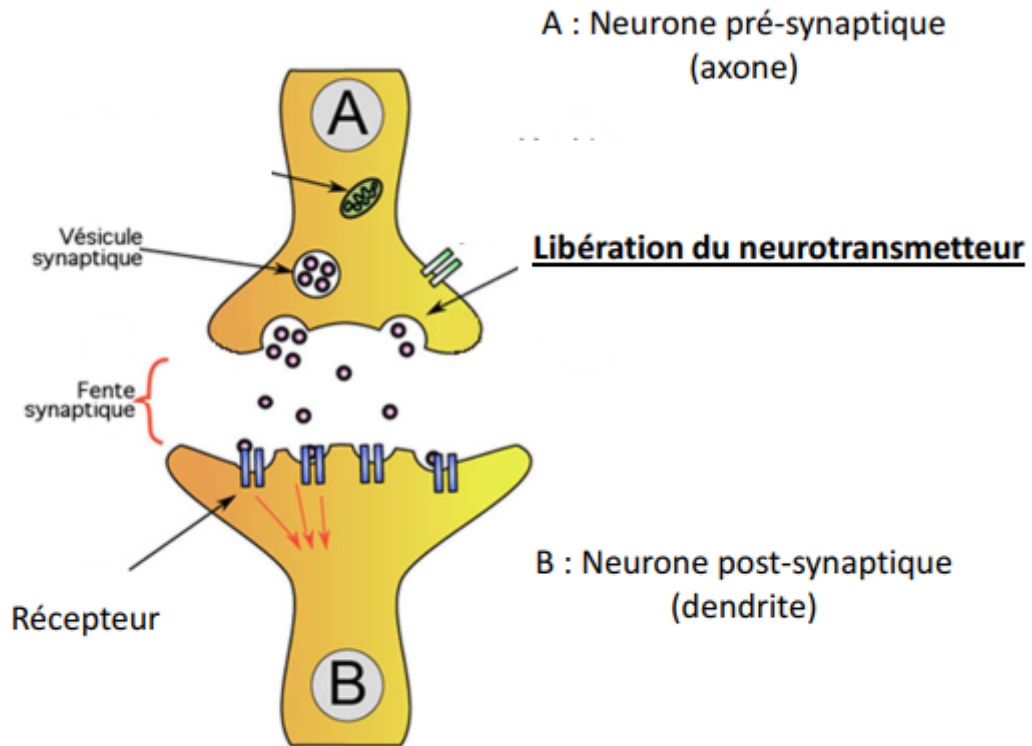
Le transport axonal s'effectue dans les deux sens, du corps cellulaire vers l'extrémité de l'axone et l'inverse. Il peut être rapide (transport de l'information) ou lent (transport de substances). Le trajet de l'axone est de longueur variable, de quelques millimètres (comme les interneurons de la moelle épinière qui assurent une interconnexion à courte distance) à plus d'un mètre (pour ceux qui sont destinés aux muscles des membres inférieurs).

d. les synapses

Les synapses sont des zones de contact spécialisées entre les neurones, ou entre le neurone et son site effecteur (exemple : la jonction neuromusculaire). Elles assurent le transfert des signaux entre les cellules. On distingue :

- **des synapses électriques**, en contact direct les unes avec les autres, et qui permettent une propagation rapide des signaux électriques entre deux cellules. Elles sont rares chez l'homme.
- **des synapses chimiques** qui utilisent un messager chimique (neurotransmetteur) pour transmettre l'information. Il existe un espace large de 20 à 30 nanomètres entre les deux éléments cellulaires : c'est la fente synaptique. Elle est traversée par le neurotransmetteur libéré par l'élément pré-synaptique qui transmet le signal à l'élément post-synaptique.
- **des synapses mixtes**, qui associent une synapse chimique et une synapse électrique.

On parle de complexe synaptique pour désigner l'élément présynaptique, la fente synaptique, et l'élément post-synaptique. Les vésicules synaptiques sont des organites de stockage du neurotransmetteur qui peut être libéré dans la fente synaptique. En face, la membrane postsynaptique est composée de structures protéiques servant de point d'ancrage pour les récepteurs post-synaptiques. Il existe une grande diversité de synapses entre les axones et les dendrites, entre axones, ou entre les dendrites entre elles.



Les synapses (Richard, 2013).

e. le cytosquelette

Les éléments du cytosquelette du neurone (microfilaments, microtubules, et filaments intermédiaires) sont plus abondants que dans les autres cellules de l'organisme. Le cytosquelette neuronal détermine et maintient la morphologie du neurone, et assure un rôle dans la neurogénèse et la synaptogénèse : il assure le transfert des macromolécules entre le cytoplasme et les prolongements neuronaux (axones ou dendrites), et, au niveau synaptique, il participe aux processus de libération des neurotransmetteurs car il permet la fixation des récepteurs membranaires.

II.2.2. Les cellules gliales

Les cellules gliales constituent le tissu de soutien du système nerveux. Elles assurent le lien avec les vaisseaux sanguins et apportent les nutriments essentiels au fonctionnement métabolique du système nerveux. Contrairement aux cellules neuronales, les cellules gliales peuvent se multiplier, voire proliférer et devenir cancéreuses. On distingue plusieurs types de cellules gliales : les astrocytes, les oligodendrocytes, la microglie, et les cellules épendymaires.

a. les astrocytes

Ce sont les cellules les plus nombreuses de l'encéphale. Véritable tissu de soutien, elles assurent le support métabolique et la synthèse des principaux constituants du système nerveux. Elles n'ont pas de rôle direct dans la transmission de l'influx nerveux. Elles ont un aspect étoilé, ramifié, autour d'un corps cellulaire volumineux. Ces prolongements sont de forme variée et de faible longueur. Ils assurent les contacts intercellulaires.

b. Les oligodendrocytes

Ce sont des cellules plus petites et moins nombreuses que les astrocytes. Leur rôle principal est l'élaboration de la myéline qui entoure les axones. Dans les nerfs périphériques, les cellules de la gaine de Schwann sont analogues aux oligodendrocytes.

c. La microglie est formée de petites cellules à cytoplasme peu abondant. Elles ont des propriétés de phagocytose.

d. Les cellules épendymaires

Ce sont des cellules cylindriques ou cubiques à noyau volumineux qui recouvrent et tapissent les cavités ventriculaires de l'encéphale et le canal central de la moelle épinière. Leur bord libre a l'aspect d'une brosse. Elles jouent un rôle important dans les échanges entre le liquide cérébro-spinal et le parenchyme cérébral.

II.3. Système nerveux périphérique

Les nerfs crâniens : naissent presque tous du tronc cérébral et sont au nombre de 12 paires. Ils assurent nos cinq sens. Ils sont en majorité mixtes, c'est-à-dire moteurs et sensitifs, avec prédominance pour l'une ou l'autre des ces fonctions principales.

A l'exception des nerfs olfactifs et des nerfs optiques, les nerfs crâniens sont des nerfs périphériques émergeant du tronc cérébral. Leur particularité vient de leur fonction spécialisée et de leur origine à partir d'un noyau de cellules bien individualisé dans le tronc cérébral. Chaque nerf crânien quitte la boîte crânienne à travers d'un des trous de la base du crâne, après avoir traversé une citerne arachnoïdienne.

Les nerfs rachidiens : de la moelle épinière naissent 31 paires de nerfs rachidiens organisés en segment. Chaque segment est numéroté en fonction de la vertèbre associée au nerf rachidien qui le quitte : 8 cervicales (C1-C8), 12 thoraciques ou dorsales (T1-T12), 5 lombaires (L1-L5), 5 sacrées (S1-S5), 1 coccygienne.

Les nerfs végétatifs (sympathiques et parasympathiques)

Ces deux systèmes fonctionnent comme un système unitaire chargé d'établir des interrelations entre les diverses régions de l'organisme pour :

θ Assurer notre vie de relation (le langage et les activités locomotrice et sensorielle)
θ Contrôler notre vie végétative c'est à dire les grandes fonctions respiratoire, cardiovasculaire, digestive, urinaire, sexuelle et hormonale).

3. Sur le plan fonctionnel : le système nerveux assure 3 fonctions fondamentales,

a) Fonction Sensitive : réception de l'information par l'intermédiaire de ses millions de récepteurs sensoriels, le système nerveux reçoit l'information sensorielle (de la peau, des muscles, des articulations) sur les changements (stimuli) provenant du milieu interne (l'organisme) ou du milieu externe (l'environnement).

Les récepteurs sensoriels captent/détektent les stimuli internes (ex : augmentation de l'acidité du sang) et les stimuli externes (ex : chute d'une goutte de pluie sur le bras).

b) Fonction Intégrative : chargée du décodage, de la sélection et de l'analyse des informations (les centres) qui correspond au système nerveux central contenu dans le crâne et le rachis.

Le centre d'intégration (centre nerveux) est l'encéphale (cerveau, cervelet, tronc) ou la moelle épinière. Il intègre les informations qu'il reçoit des récepteurs : il perçoit la nature de l'information (provenance, intensité) puis il compare l'information avec des valeurs de référence en mémoire et décide d'une réponse appropriée.

c) Fonction motrice : La partie effectrice est chargée de l'émission des commandes (les sorties) il s'agit du système nerveux moteur, liaison entre les centres et l'effecteur périphérique que ce soit le muscle squelettique, le muscle lisse ou certaines glandes.

Le système nerveux réagit à l'intégration en ordonnant une activité **motrice** (**contraction** musculaire) ou **sécrétrice** (**sécrétion** glandulaire).

Les **neurones moteurs** (neurones efférents) accomplissent la fonction **motrice**. On distingue deux catégories de **neurones** qui forment le **trajet nerveux** :
Neurone sensitif

- rôle : **réception**

Dr : HAFFAF S

- circulation : d'un organe sensoriel ou d'une partie du corps vers un centre nerveux (cerveau ou moelle)

- connexion : il est en contact avec le **récepteur sensoriel**

- ex : nerf optique, nerf auditif, nerf olfactif, nerf gustatif, nerf de la peau...

Neurone moteur

- rôle : **activation**

- circulation : d'un centre nerveux (cerveau ou moelle ou tronc) vers un organe effecteur (muscle ou glande)

- connexion : il est en contact avec le **muscle** ou la **glande**

- ex : contraction (ou relâchement) des muscles de l'iris à fermeture (ou ouverture) de la pupille