

TD DE REPRISE UE BIOLOGIE : SYSTÈME NERVEUX

6 JANVIER 2023 – HUBER CÉLINE

PROMOTION IDE 2022/2025



OBJECTIFS

Connaitre les
éléments du SN

Connaitre le
rôle de chaque
composant

Acquérir les
termes de
sémiologie

Faire le lien
avec les
pathologies

SOMMAIRE

Anatomie

Physiologie

Sémiologie

Systeme Nerveux

Généralites

Organisation

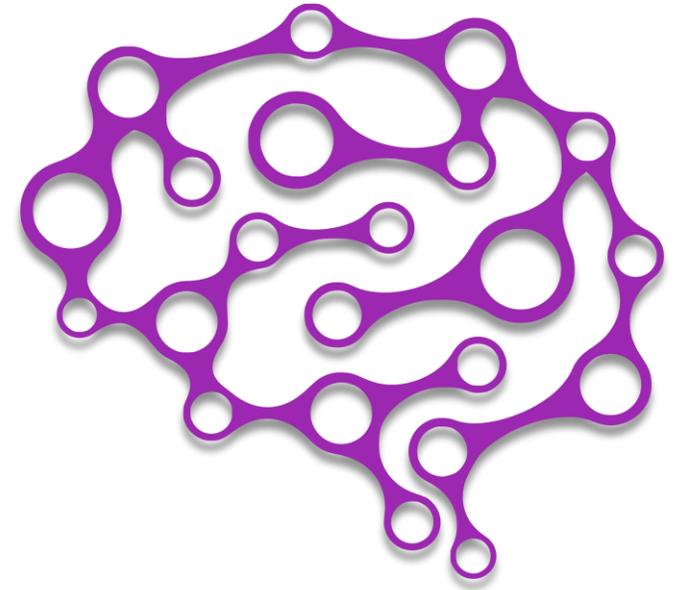
Cellules

Substance grise et
substance blanche

Anatomie SNC

Transmission neuronale

Sémiologie



Systeme nerveux

▶ Définition générale :

ensemble des nerfs, ganglions et centres nerveux qui assurent la commande et la coordination des fonctions vitales, de l'appareil locomoteur, la réception des messages sensoriels et les fonctions psychiques et intellectuelles

Au niveau anatomique, on distingue deux systèmes complémentaires :

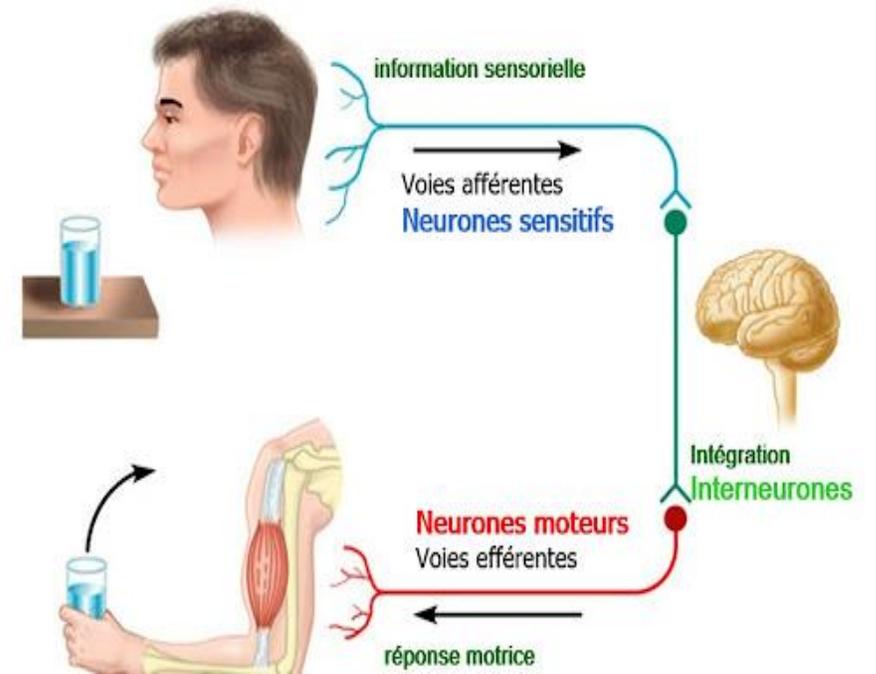
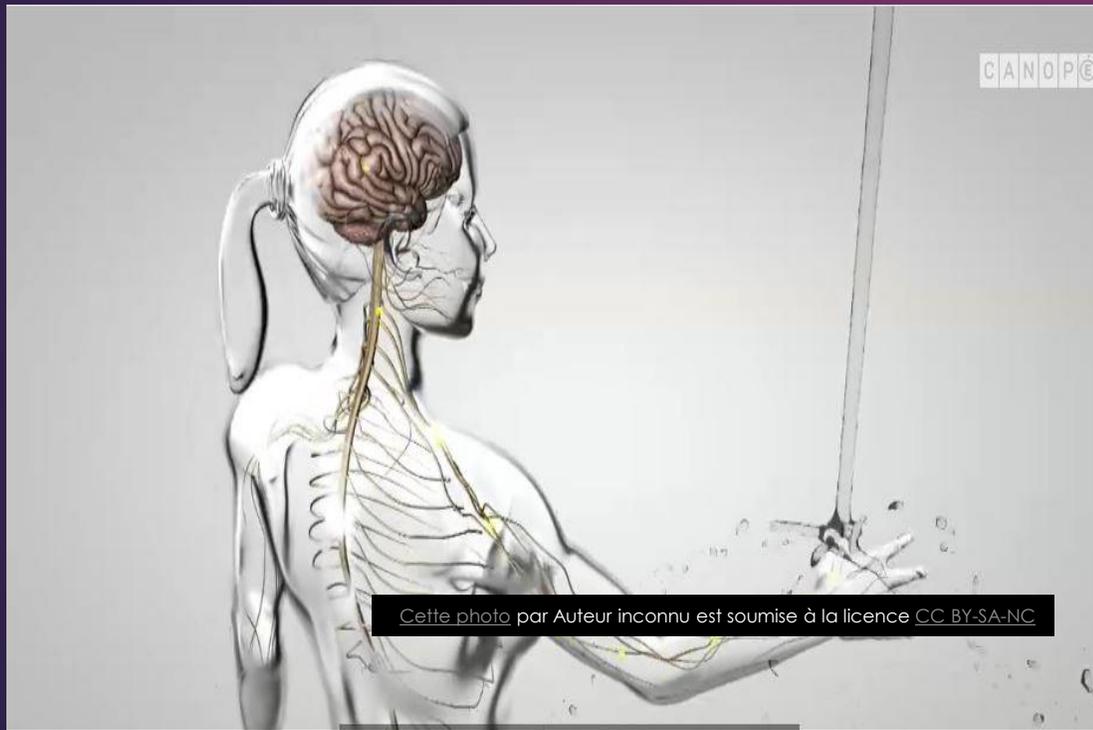
- le système nerveux central (SNC)
- et le système nerveux périphérique (SNP) avec le système nerveux somatique et autonome (sympathique et parasympathique)

▶ Fonction générale : organise l'activité orienté vers l'extérieur de l'organisme.

Le système nerveux remplit **trois fonctions** étroitement liées

- ▶ Premièrement, par l'intermédiaire de ses **millions de récepteurs sensoriels**, il reçoit de l'information sur les changements qui se produisent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'organisme. Ces changements sont appelés **stimulus** et l'information recueillie est appelée **information sensorielle**.
- ▶ Deuxièmement, il **traite et interprète** l'information sensorielle et détermine l'action à entreprendre, ce qui constitue le **processus d'intégration**.
- ▶ Troisièmement, il fournit une **réponse motrice** qui a pour effet d'activer les **effecteurs** : les muscles ou les glandes.

Systeme nerveux



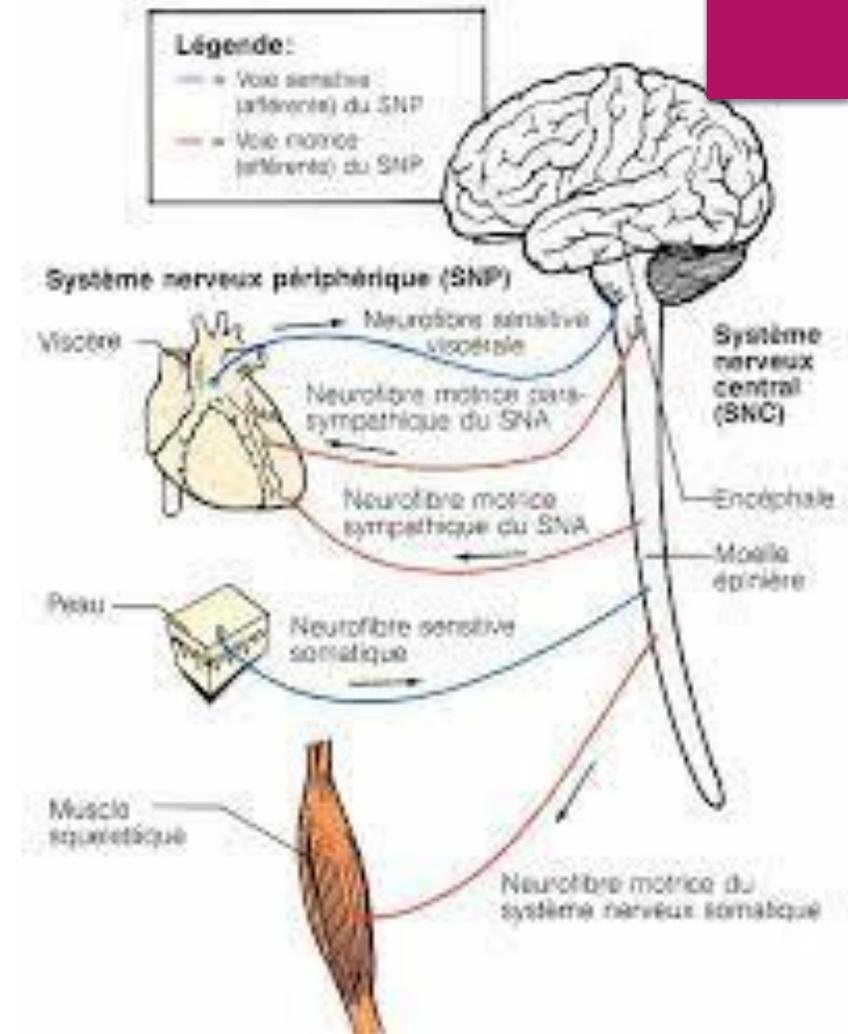
Capture d'information(voie afférente) → système intégratif → système effecteur
L'information est intégrée par le SNC puis analysée et traitée pour obtenir une réponse adaptée (via le SNP)

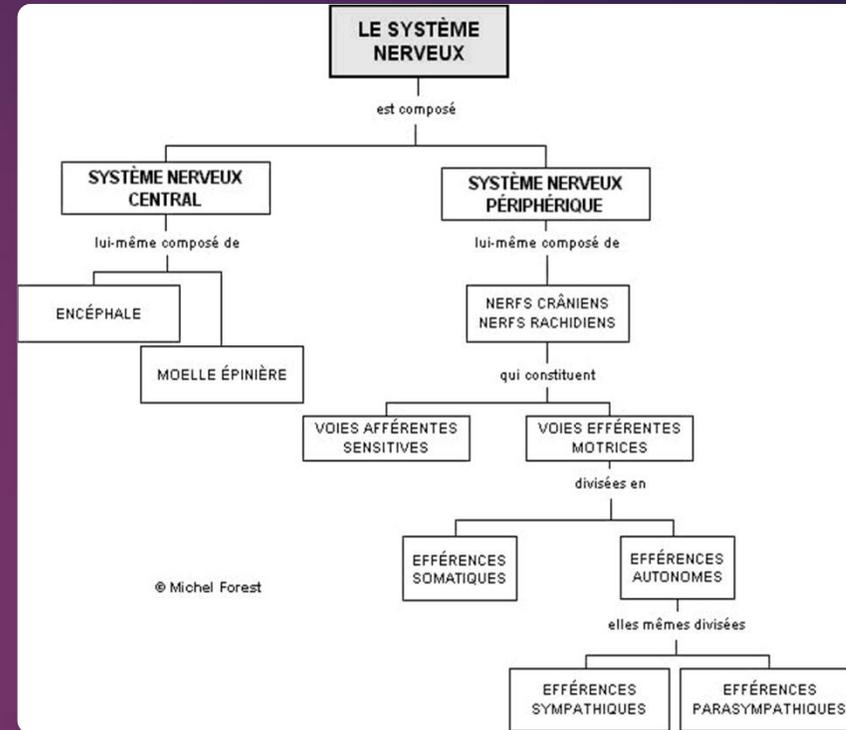
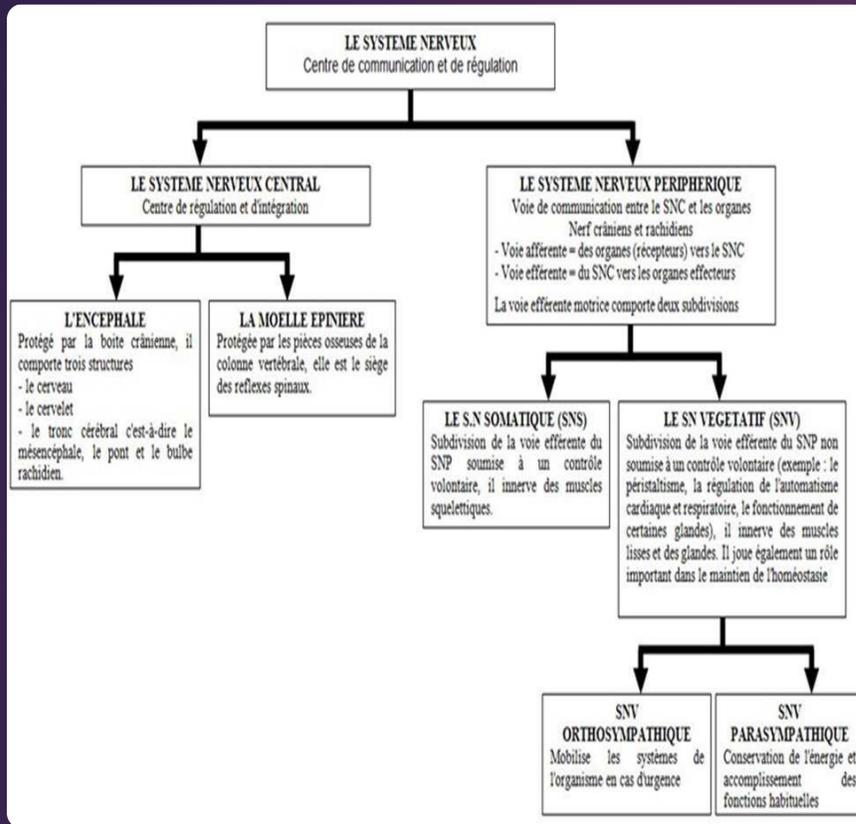
- voies afférentes ou sensibles : achemine infos de l'ext vers SNC (fibres nerveuses somatiques et viscérales)

Voies éfferentes ou motrices : transmission influx nerveux du SNC vers organes effecteurs (contraction musculaire/secrétion glandes)

- voies nerveuses somatiques info du SNC vers muscles squelettiques (action volontaire)

voies nerveuses motrices viscérales (viscères et muscles lisses) mises en oeuvre par le SN autonome ou végétatif

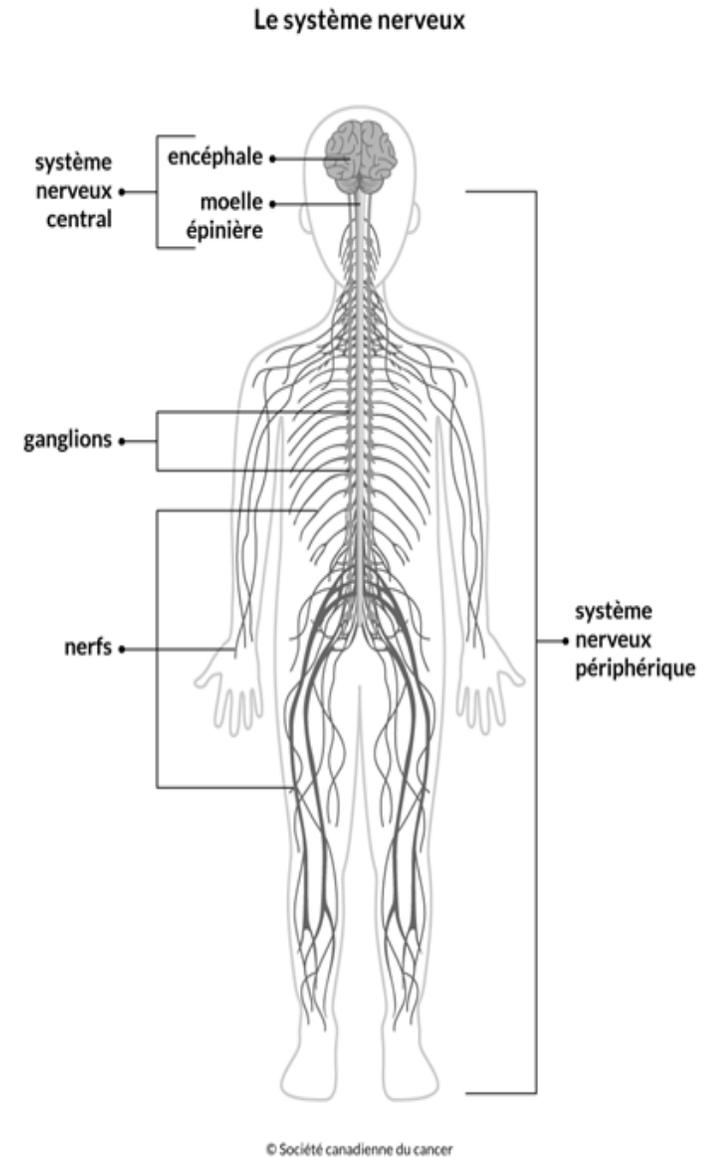




SN : organisation générale

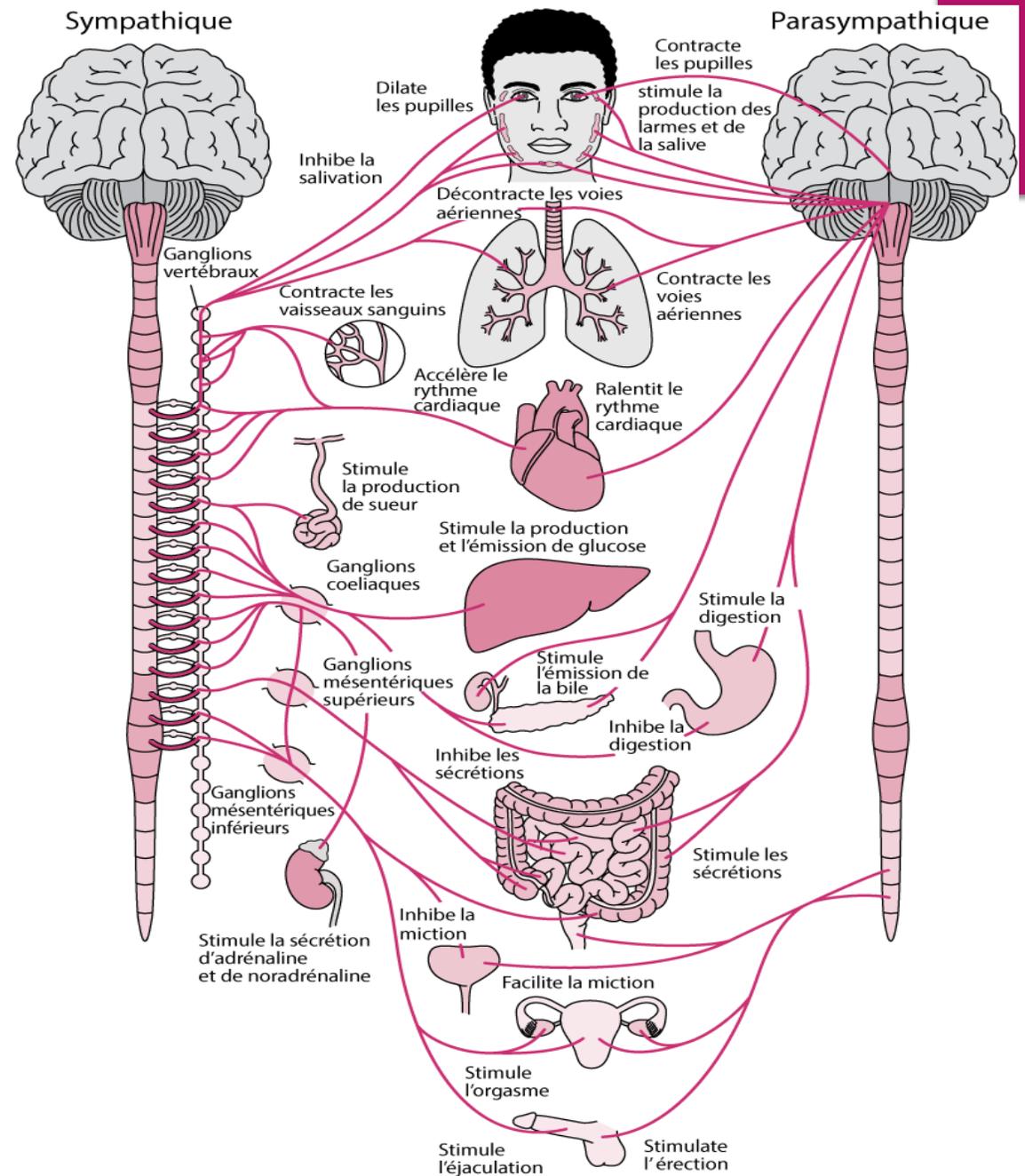
La composition du Système Nerveux

- Le SN central,
 - Composé de :
 - La moelle épinière,
 - L'encéphale qui est lui divisé en cerveau, tronc cérébral et cervelet
 - Missions : Traite l'information, régule, décide et mémorise,
- Le SN périphérique,
 - Composé de :
 - 12 paires de nerfs crâniens (droit et gauche)
 - 31 paires de nerfs spinaux (8 cervicaux, 12 dorsaux, 5 lombaires, 5 sacrés et 1 coccygien)
 - Missions : Recueille l'information et conduit les ordres



► SN SYMAPTHIQUE

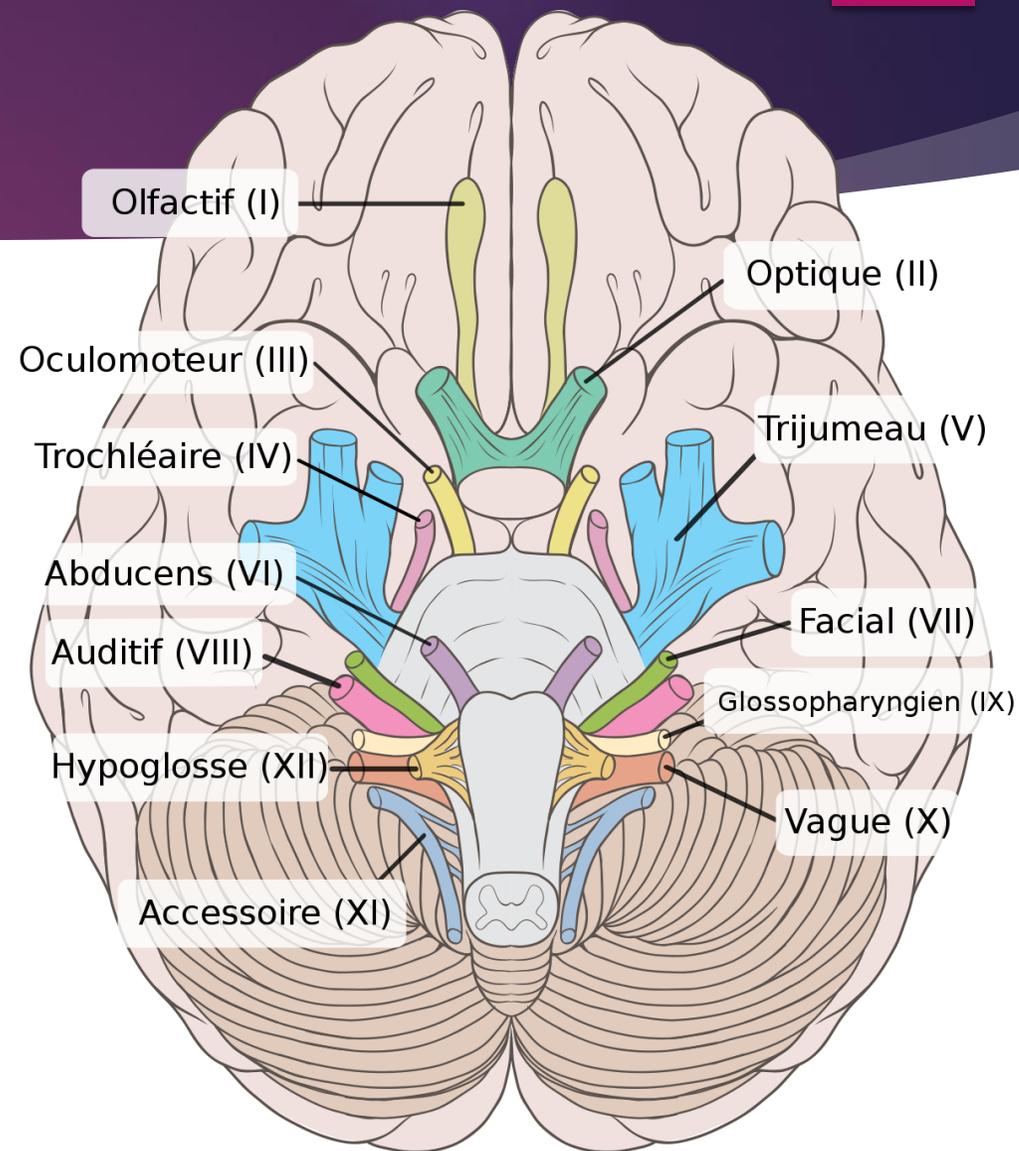
► SN PARASYMPATHIQUE



Les nerfs crâniens

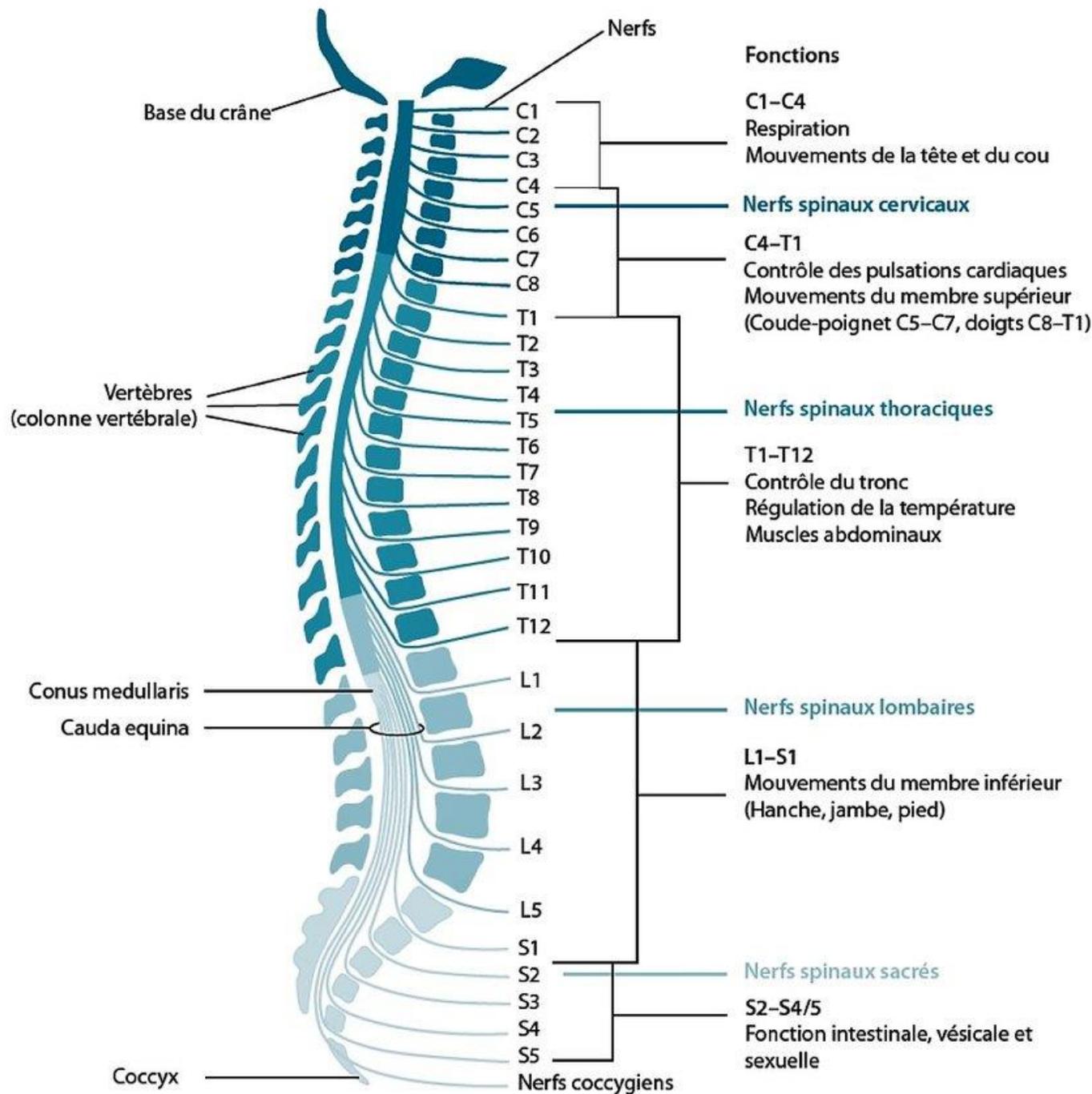
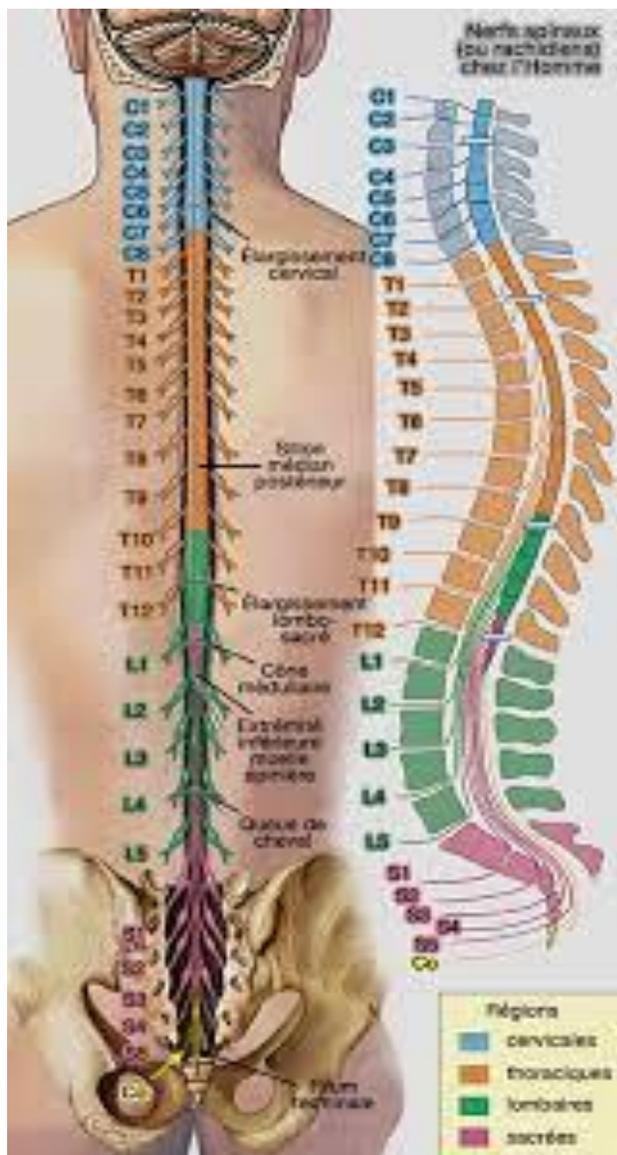
Tableau 1 : les douze nerfs crâniens

	I	Nerf olfactif	Odorat
	II	Nerf optique	Vision
NERFS OCULOMOTEURS	III	Nerf moteur oculaire commun	Oculomotricité, releveur de la paupière, constricteur de l'iris
	IV	Nerf trochléaire (n.pathétique)	Oculomotricité
	VI	Nerf abducens (n.m oculaire externe)	Oculomotricité
	V	Nerf trijumeau	Sensibilité de la face et de la cornée. Gustation.
PAQUET ACOUSTICO-FACIAL	VII	Nerf facial	Motricité de la face Gustation
	VIII	Nerf cochléo-vestibulaire	Audition, contrôle équilibration
NERFS MIXTES	IX	Nerf glosso-pharyngien	Déglutition
	X	Nerf pneumogastrique	Phonation, fonction végétative cardiaque et bronchique
	XI	Nerf spinal	Musculature du cou
	XII	Nerf grand hypoglosse	Déglutition Motricité de la langue

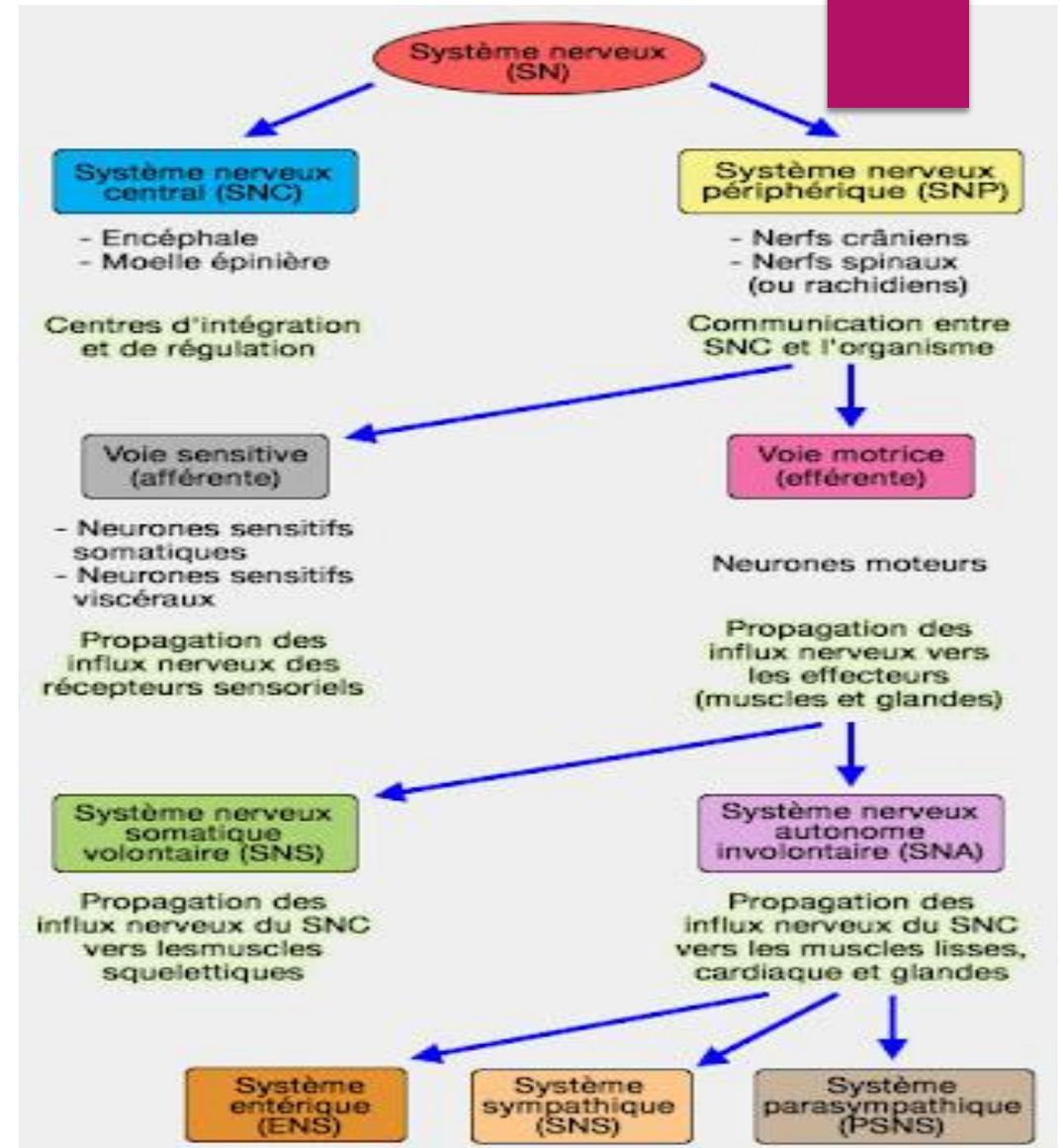


Les nerfs rachidiens

- ▶ Nerfs en connexion avec la moelle épinière
- ▶ Chez l'homme, la moelle épinière est formée de **31 segments médullaires**. A chaque segment est rattachée une paire (droite et gauche) de **nerfs spinaux ou rachidiens**.
- ▶ On compte ainsi :
- ▶ **8 paires de nerfs cervicaux,**
- ▶ **12 paires de nerfs thoraciques,**
- ▶ **5 paires de nerfs lombaires,**
- ▶ **5 paires de nerfs sacrés**
- ▶ **1 paire de nerfs coccygiens.**
- ▶ De ce fait, tous les nerfs rachidiens sont mixtes, c'est-à-dire qu'ils transportent des informations sensibles issues des récepteurs sensoriels et des informations motrices vers les différents effecteurs.



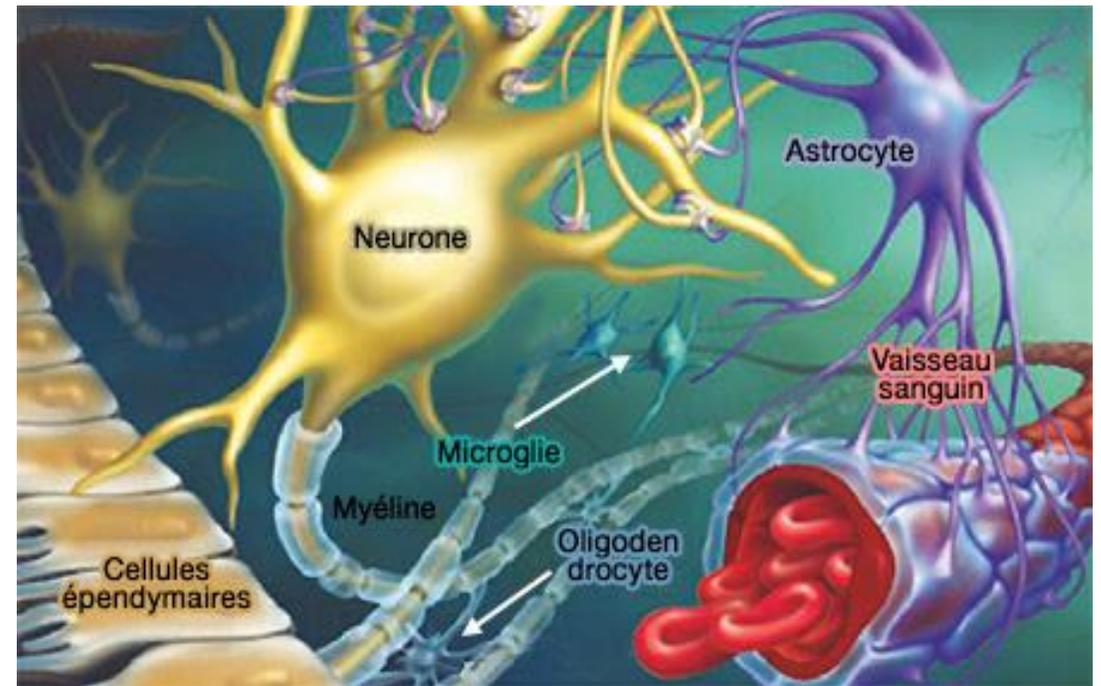
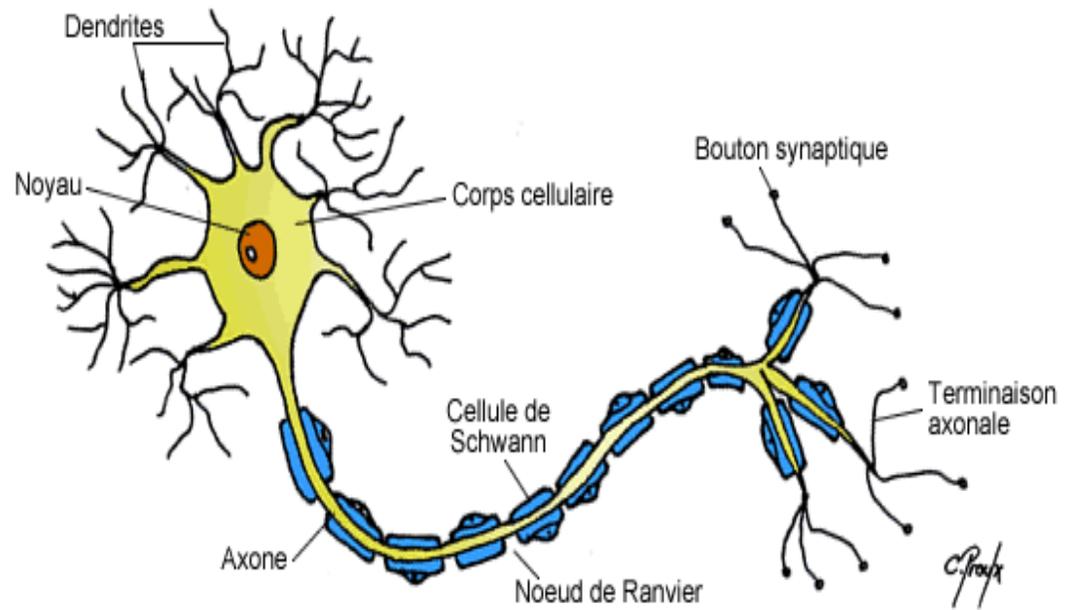
Résumé Fonctionnement Général



LES CELLULES

- ▶ Neurones : cellules excitables (signal bioélectrique = potentiel de membrane ou d'action)
 - ▶ Dendrites : réception des afférences
 - ▶ Corps cellulaires : intégration des infos
 - ▶ Axone : système efférent
 - ▶ Synapses : communication
- ▶ Cellules gliales (plus petites / non excitables) = névroglie
 - ▶ Astrocytes (forme étoilée) entourent et protègent les neurones (SNC)
 - ▶ Oligodendrocytes (SNC) prolongement qui myélinise les axones
 - ▶ cellules de Schwann (SNP) responsable de la myélinisation des axones
 - ▶ Microglies (SNC) : présence d'antigènes
 - ▶ Autres : cellules ependymaires (sécrète LCR)

LES CELLULES



LES CELLULES

- ▶ La myéline est une membrane biologique formée par les *oligodendrocytes* qui s'enroulent autour des axones pour constituer la *gaine de myéline*. Elle sert à **isoler et à protéger les fibres nerveuses**, et joue aussi un rôle dans la *vitesse de propagation de l'influx nerveux* transportant l'information le long des neurones à une vitesse 100X supérieure à celle des axones non myélinisés..
- ▶ 1/3 des axones sont recouverts d'une gaine de myéline, elle-même recouverte par une enveloppe protectrice = *la gaine de Schwann*. Des espaces existent entre les cellules formant la gaine de myéline, ce sont les *noeuds de Ranvier*.

Substance grise / blanche

- ▶ La **substance blanche** est faite de faisceaux verticaux de fibres myélinisées : des axones, entourés d'une gaine de myéline ; les uns sont ascendants, les autres descendants reliant les aires cérébrales entre elles.

Fonction : transporter les messages nerveux (axones myélinisés)

- ▶ La **substance grise** rassemble quant à elle des milliards de neurones : Cortex / Noyaux gris centraux (thalamus,...)

Fonction : recevoir, traiter et envoyer les messages nerveux avec une réponse adaptée

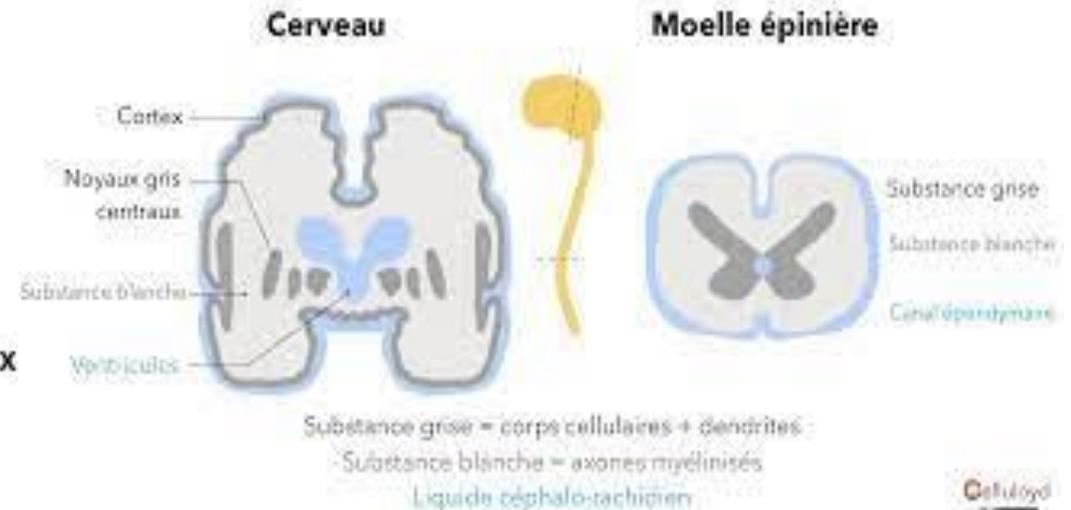
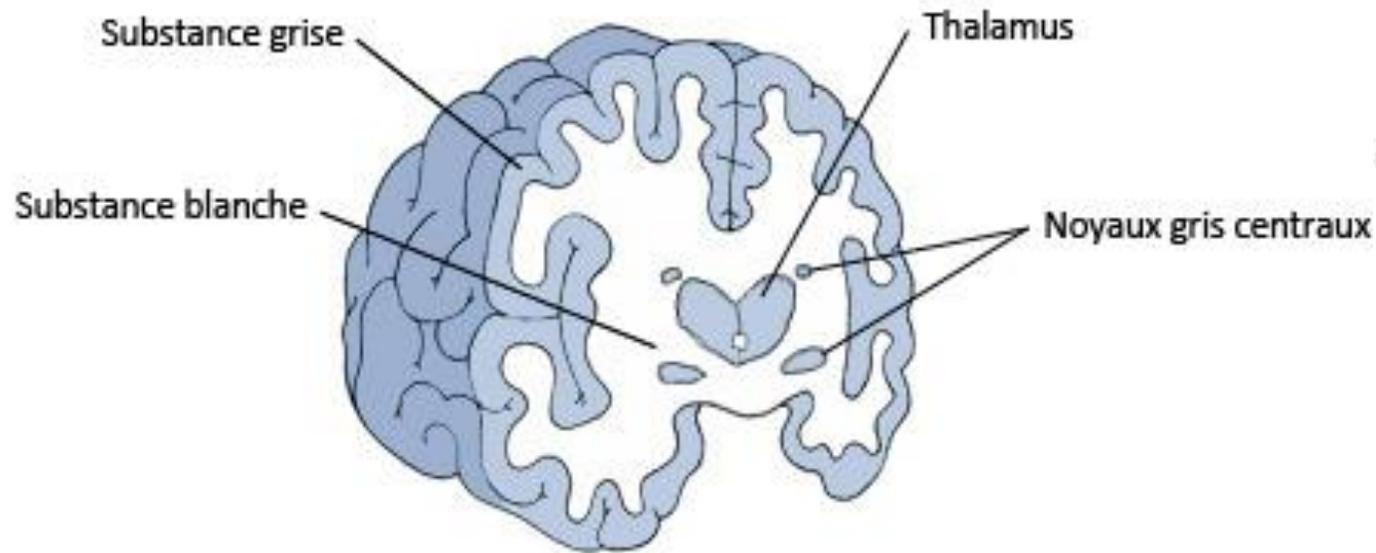
La substance grise

- ▶ **Encéphale** : la substance grise est située en périphérie et adopte une organisation laminaire sous forme d'écorce que l'on appelle : cortex (ex : cortex cérébral et cervelet) mais aussi sous forme d'amas cellulaire agglutiné que l'on nomme : noyau (ex : thalamus).
- ▶ **Moelle spinale** : la substance grise est située centralement, entourée par la substance blanche. Plus précisément, on parle aussi de « corne » (antérieure, latérale et postérieure) pour désigner les différentes régions de la substance grise.

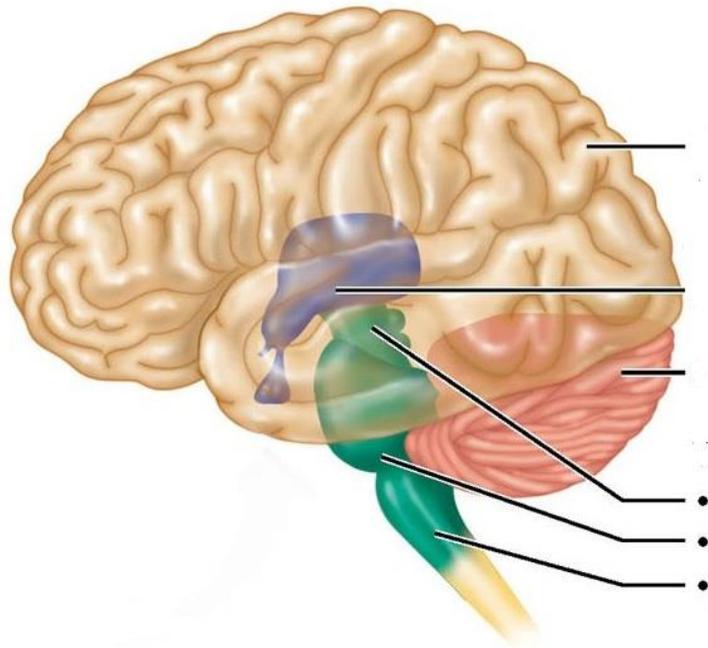
La substance blanche

- ▶ **Encéphale** : la substance blanche se trouve vers l'intérieur de la structure. Lorsque des fibres nerveuses se regroupent en grands paquets de faisceaux distincts, on parle de nerfs (ex : nerf optique) et de commissure (ex : corps calleux).
- ▶ **Moelle spinale** : on la retrouve en périphérie autour de la substance grise. Plus précisément, on parle aussi de « cordon » (antérieur, latéral et postérieur) pour désigner la substance blanche organisée en faisceaux de fibres nerveuses.

Substance grise / blanche



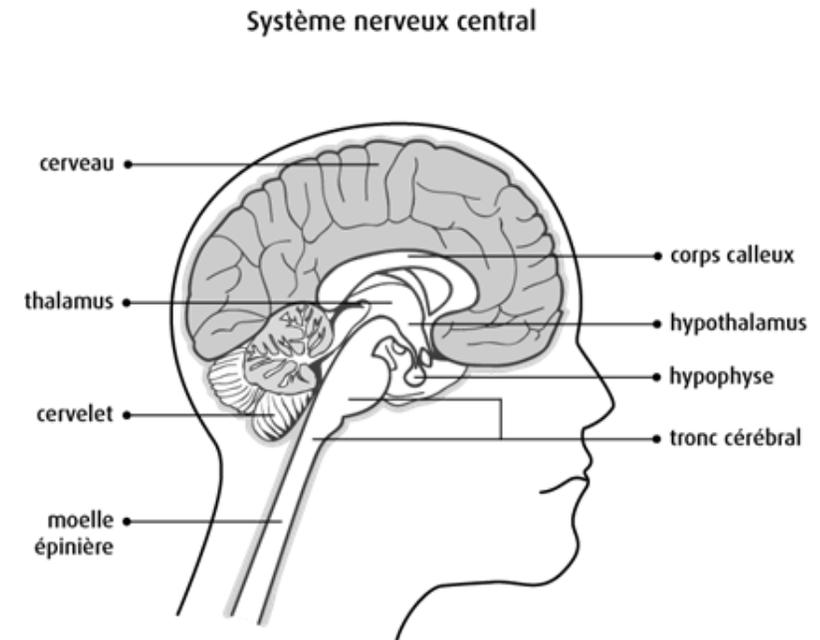
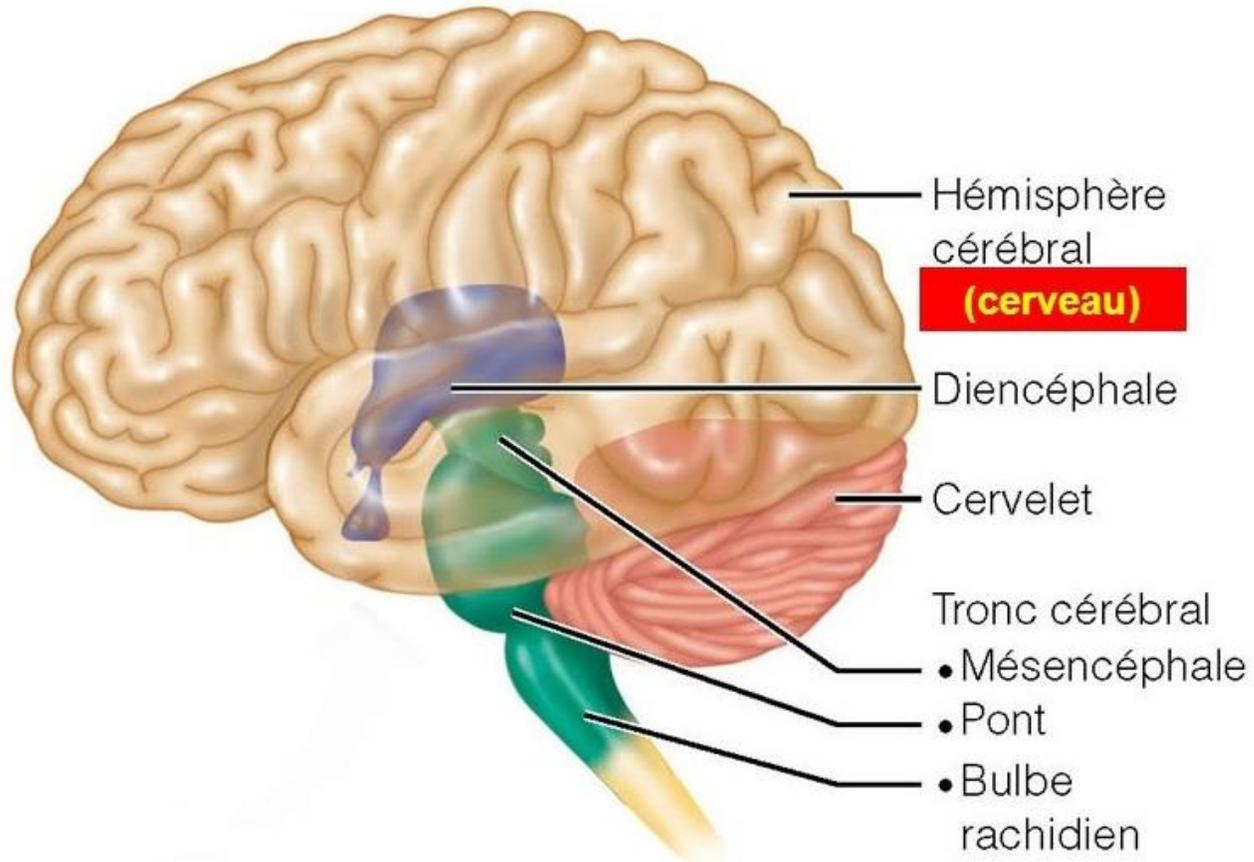
SNC : composants anatomiques



Systeme nerveux central

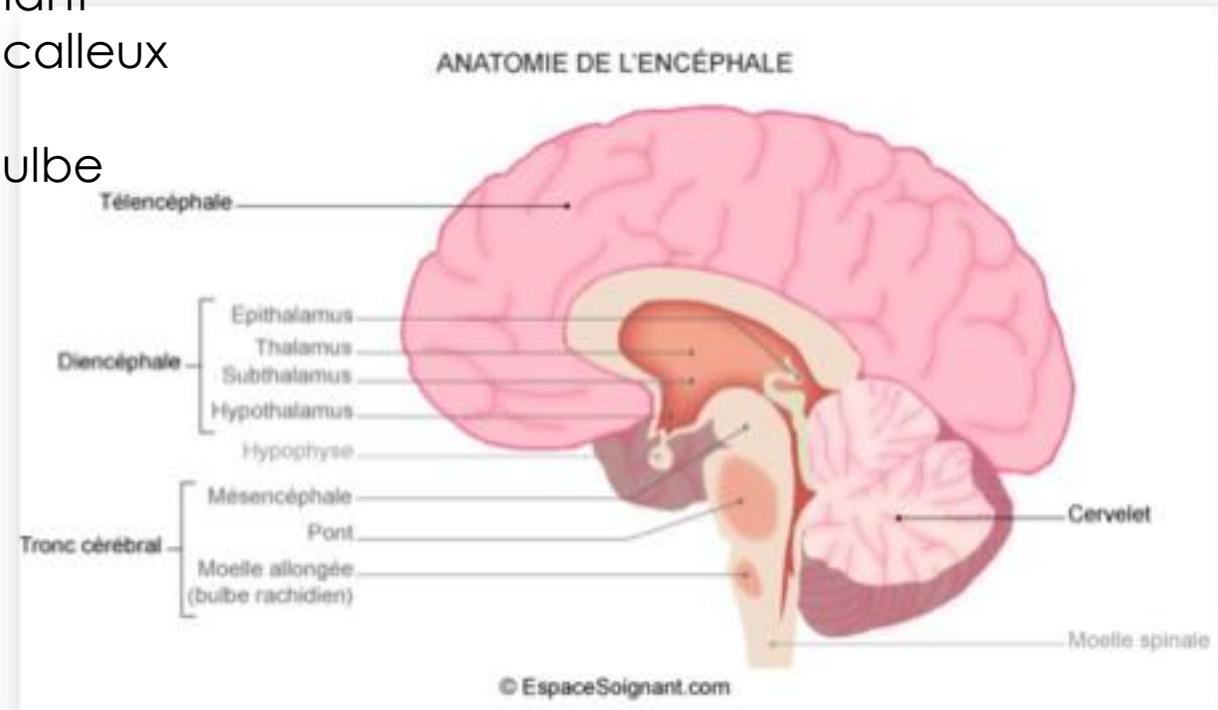


SNC : composants anatomiques



Le système nerveux central est composé de :

- Encéphale :
 - Cerveau avec le télencéphale comprenant 2 Hémisphères cérébraux reliés par le corps calleux
 - Cervelet
 - Tronc cérébral : mésencéphale + pont + bulbe
- Diencephale :
 - Epithalamus
 - Thalamus
 - Subthalamus
 - Hypothalamus
- Hypophyse



SNC : fonctions

Diencéphale : relie les hémisphères cérébraux au tronc cérébral

Composé par :

- Thalamus (conscience/sommeil/vigilance/motricité extrapyramidale)
- Epithalamus (sécrétion mélatonine)
- Subthalamus (tonus musculaire/mouvements)
- Hypothalamus (fonctions végétatives/endocriniennes)

► Cervelet:

- Intégration des mouvements
- Coordinations des mouvements
- Tonus musculaire

► Tronc cérébral :
mésencéphale/Pont/Moelle allongée (bulbe)

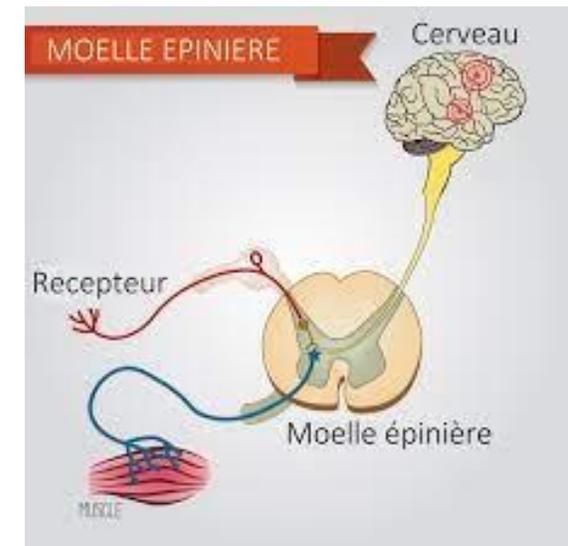
- Conduction des messages nerveux entre cerveau et moelle spinale
- Régule le processus involontaire

SNC : Moelle épinière

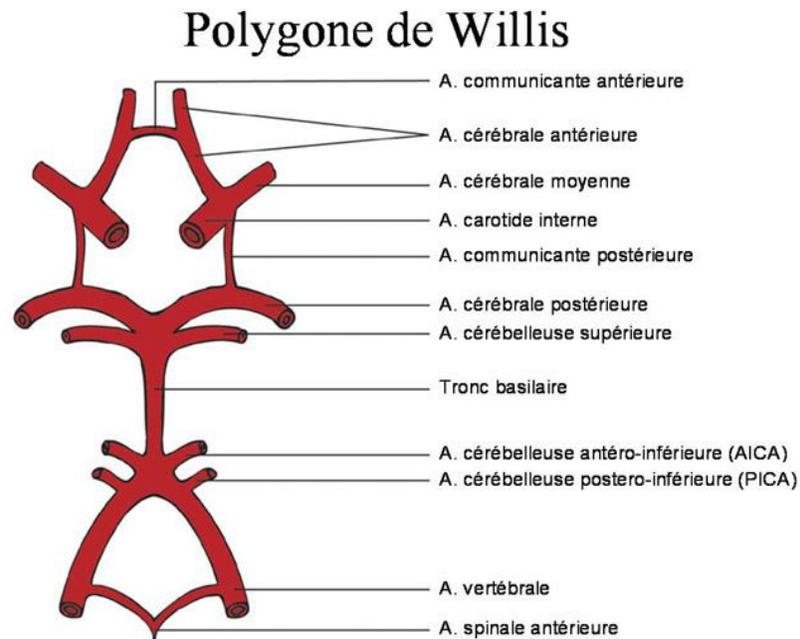
- Ou moelle spinale
- Cordon de 42 cm de long / 1cm de diamètre
- S'étend de C1 à L2
- 2 substances :
 - Substance grise : partie centrale , formés par des neurones
 - Substance blanche : partie périphérique , formée par des axones (myéline/faisceaux)

Fonction : siège de l'arc réflexe

Transmission des influx vers les centres supérieurs



SNC : composants anatomiques



<http://connection.lww.com/Products/morton/Ch35.asp>

- Le cerveau est vascularisé par le polygone de Willis

<https://www.youtube.com/watch?v=1SHVLEc9shl>

SNC : lobes

Chaque hémisphère est composé de 5 lobes :
4 lobes externes :
frontal/pariétal/occipital/temporal)
1 lobe interne enfoui ou insula

Lobe occipital

-Vision

Lobe temporal

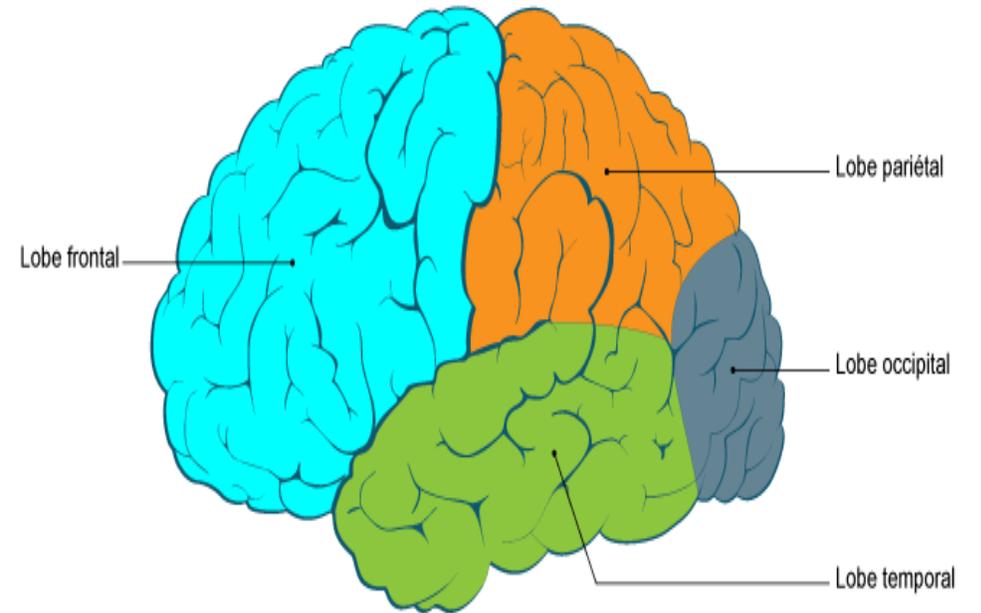
-Audition

-Langage

-Mémoire

-Aire de Wernicke (perception des mots et des symboles)

ANATOMIE TOPOGRAPHIQUE DES TÉLÉENCÉPHALES



© EspaceSoignant.com

SNC : lobes

▶ **Lobe frontal:**

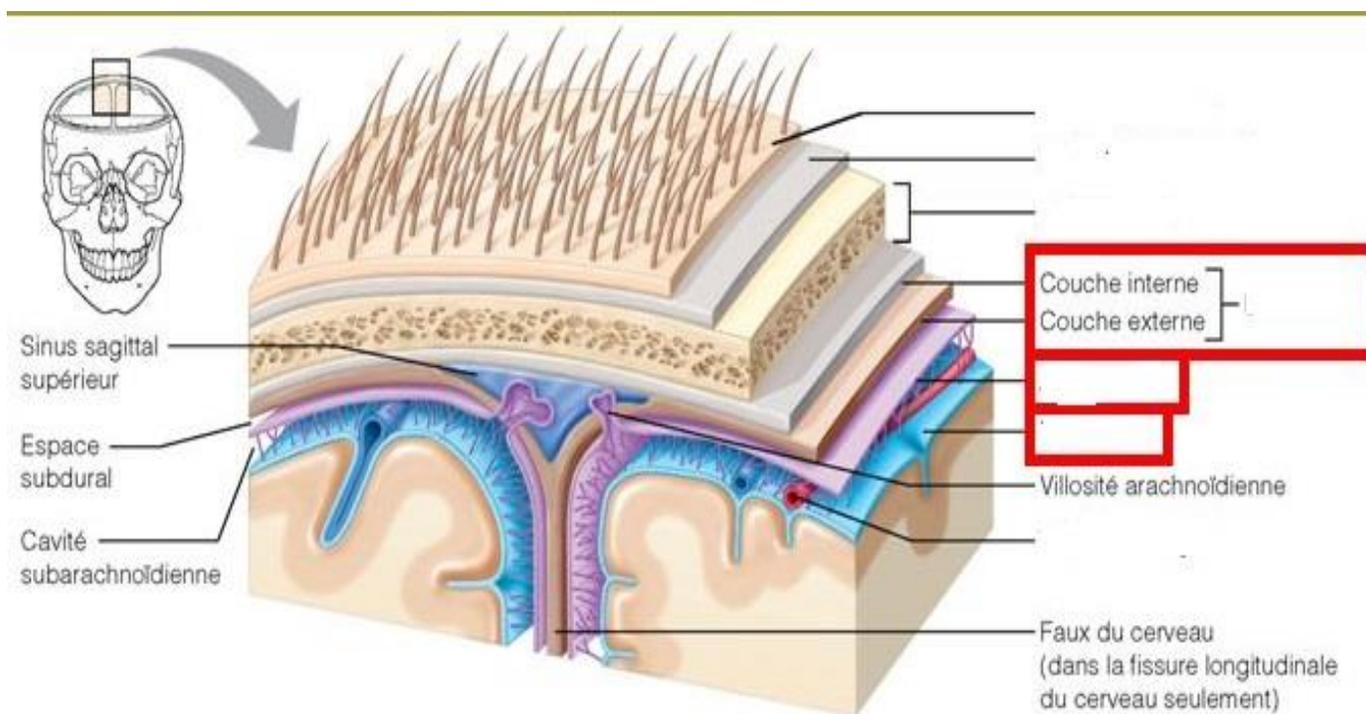
- Motricité volontaire
- Activité intellectuelle
- Activité psychomotrice
- Vie émotionnelle
- Vie végétative
- Humeur
- Aire de Broca

▶ **Lobe pariétal:**

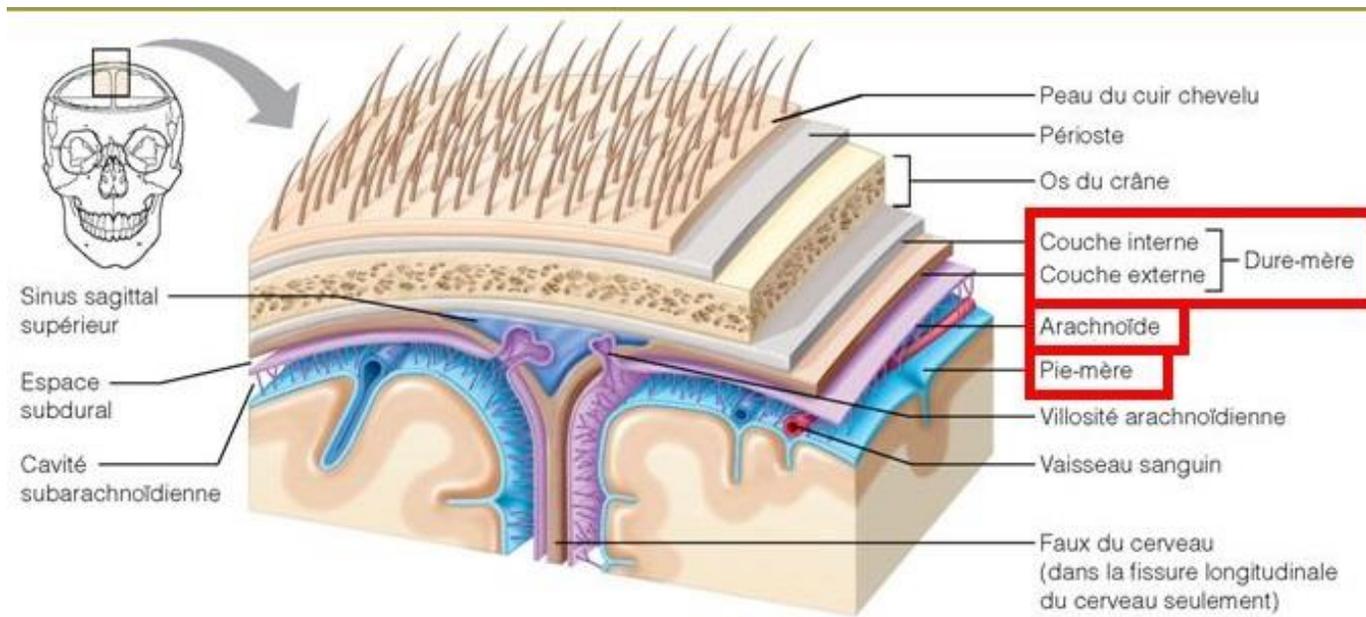
- Sensibilité
- Praxies (coordination des mouvements)
- Gnosies (perception)
- Stéréognosies (par le toucher)
- Perception de l'espace

▶ ? Lobe insulaire : regulation des émotions

SNC: méninges



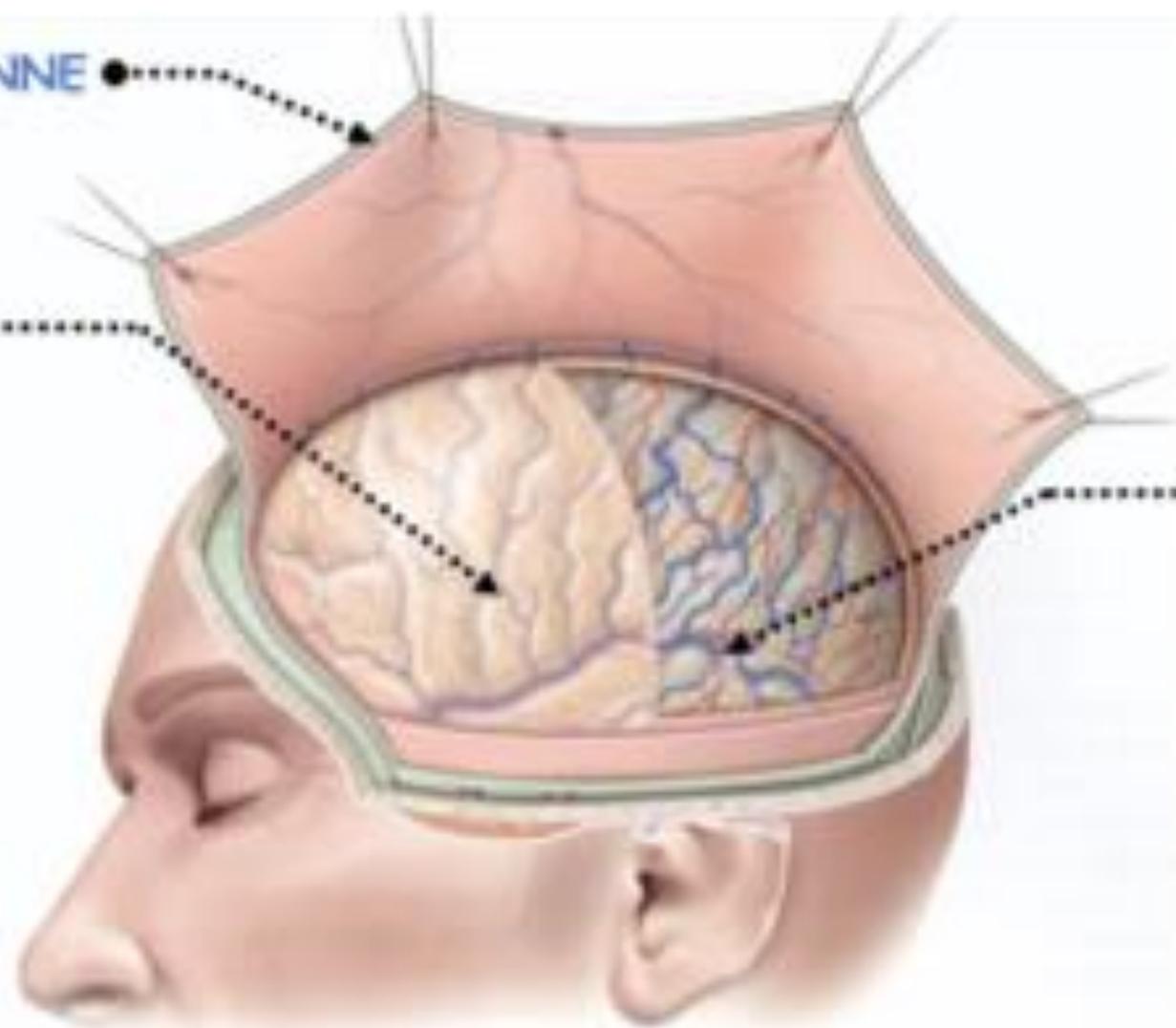
SNC: méninges



DURE-MERE CRANIENNE

ARACHNOÏDE

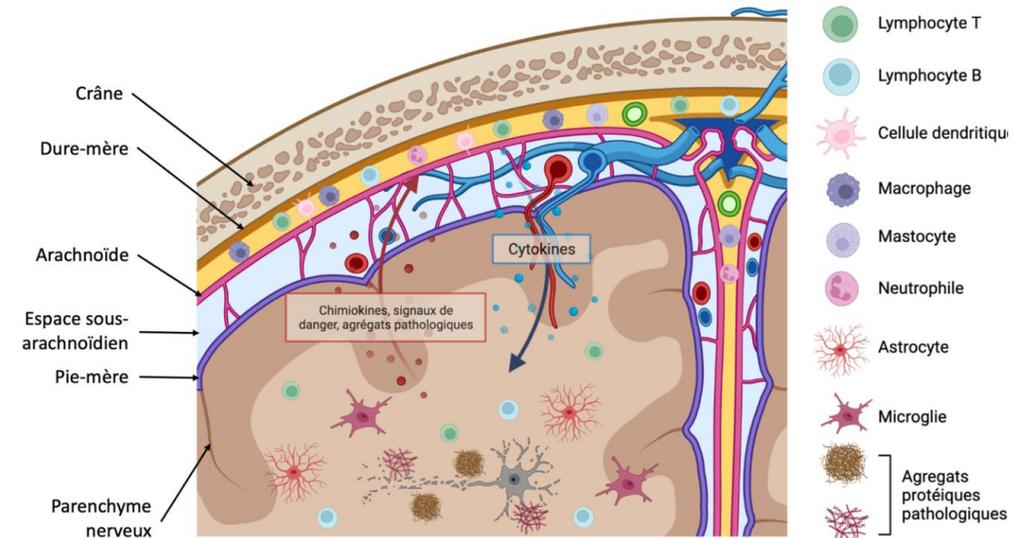
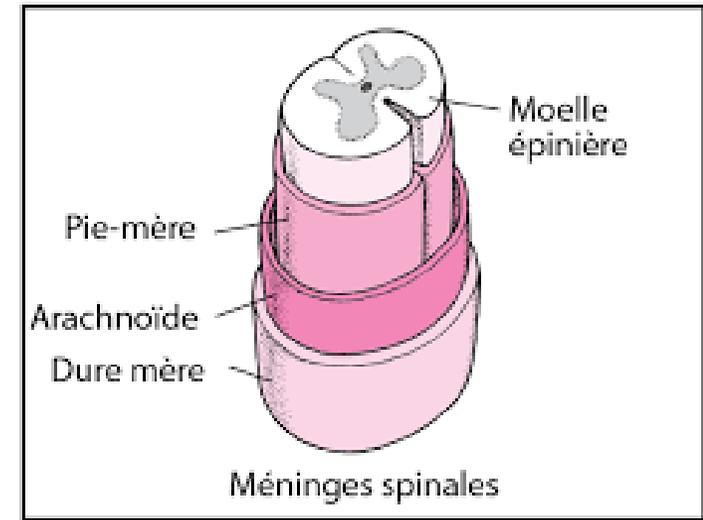
PIE-MERE CRA



VUE MEDIATE DE L'HEMISPHERE CEREBRAL (D'après KAMINA)

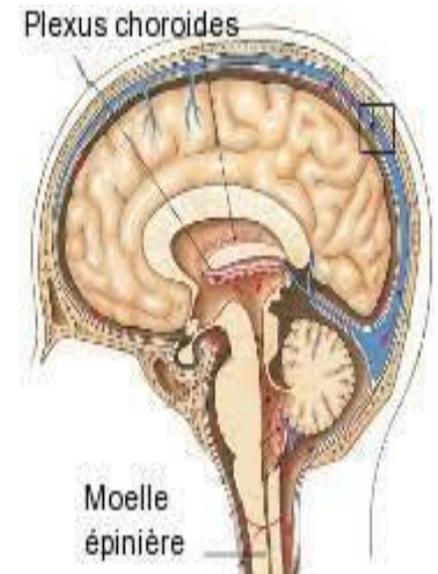
SNC : fonctions méninges

- ▶ Membranes qui enveloppent l'encéphale et la ME
- ▶ 3 couches
- ▶ Rôle de protection / Nutrition/ Défense immunitaire/ Vascularisation
- ▶ Contient LCR
- ▶ 3 espaces :
 - Entre l'os et la dure-mère : espace extra-dural (ou épidual)
 - Entre dure-mère et arachnoïde : espace sous-dural
 - Entre arachnoïde et pie-mère : espace sous-arachnoïdien



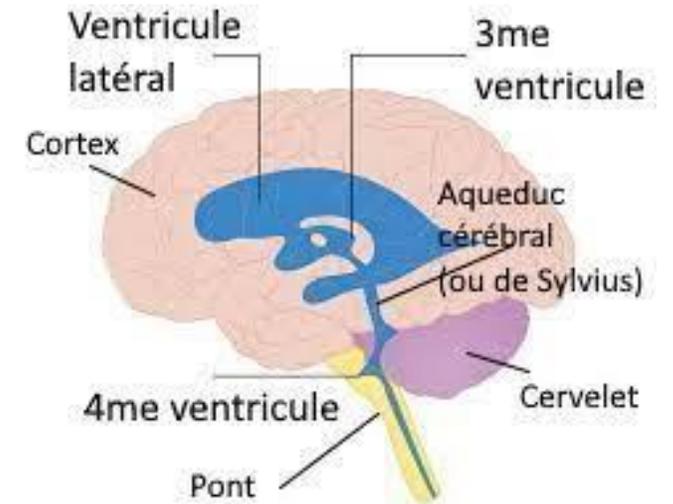
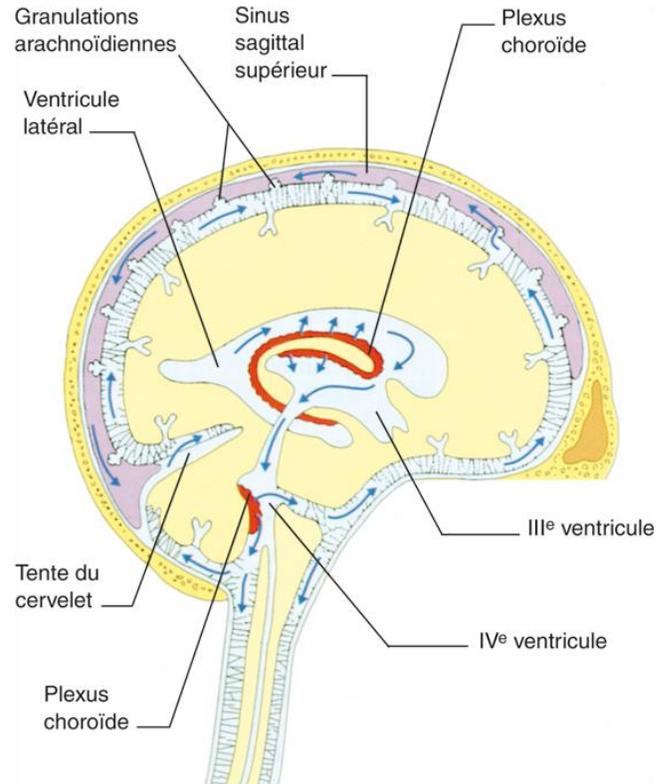
Liquide Cérébro-spinal (LCS ou LCR)

- ▶ Liquide biologique entre pie-mère et arachnoïde
- ▶ Fonction : protection mécanique/ Régulation Pression intracrânienne/ Rôle métabolique (transport hormones, anticorps, NT) / élimination des déchets / Isolation de la moelle spinale
- ▶ Secrété en continu par les plexus choroïdes à partir du sang contenu dans le plexus , le LCR circule dans le ventricules et le canal de l'épendyme grâce à des conduits . Au niveau du 4 -ème ventricules , 3 orifices permettent l'écoulement et la réabsorption par les capillaires sanguins qui irriguent les méninges
- ▶ Ces orifices permettent de maintenir constant le volume de 150mLde LCS . (production = élimination par les plexus choroïdes)



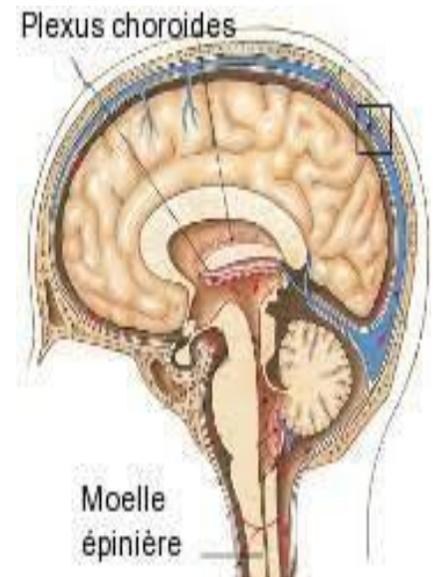
SNC : Ventricules

- ▶ Cavités de l'encéphale , remplis de LCR
- ▶ 4 ventricules cérébraux (VLD, VLG, V3, V4),
- ▶ Le ventricules 1 et 2 communique avec V3 via le trou de MONRO et V3 communique avec V4 via l'aqueduc de Sylvius.



LCR

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=z3vIBRfS-ul>



TRANSMISSION NEURONALE

Influx nerveux

Potentiel membranaire

Propagation de l'influx

Potentiel d'Action

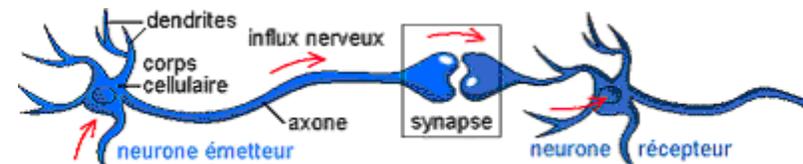
Synapse

Neuro transmetteur

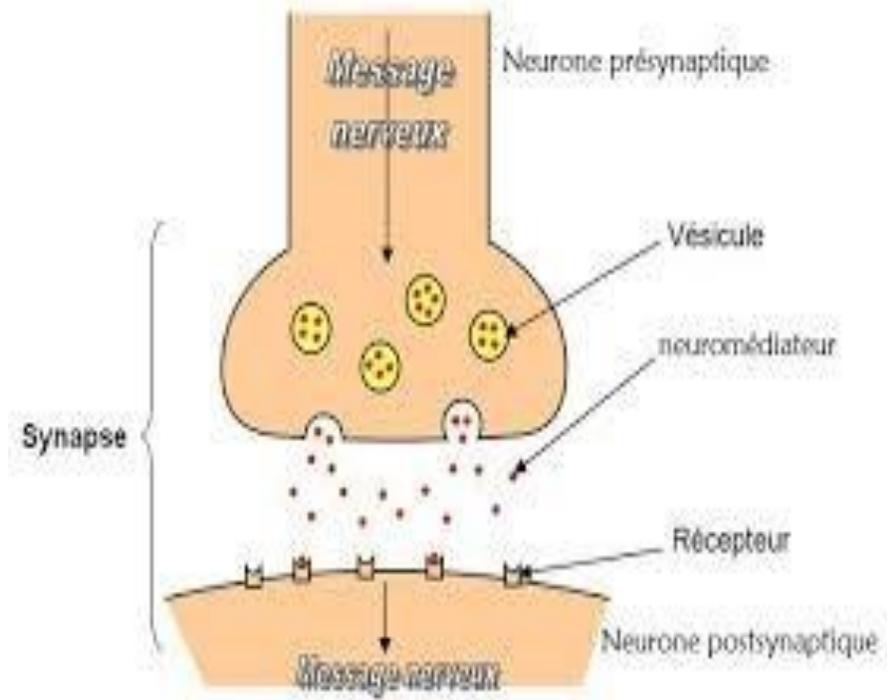
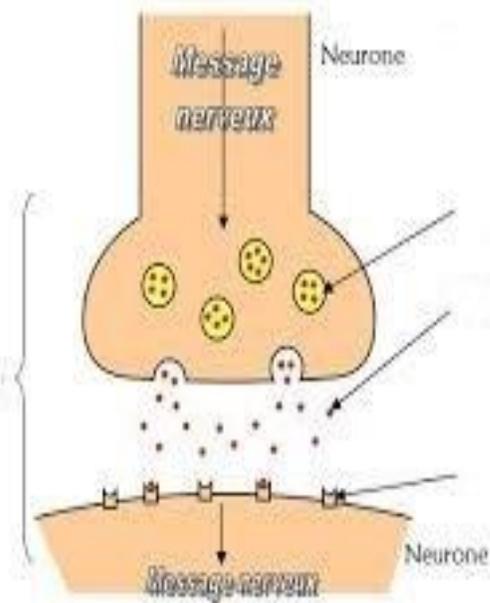
TRANSMISSION NEURONALE

Dans le cerveau, les informations circulent sous forme de **messages électriques**, appelés *influx nerveux* de neurones en neurones. Depuis les *dendrites*, elles vont vers le *corps cellulaire* où elles sont traitées et **navignent jusqu'aux synapses via l'axone**.

Les *synapses* constituent les **zones d'échanges d'informations entre les neurones**. Les neurones sont unis entre eux par **des milliers de connexions synaptiques**. À ce niveau, l'information est échangée sous forme de **messages chimiques**. Des substances chimiques appelées *neuro transmetteurs* sont sécrétées et se lient à des récepteurs spécifiques.



TRANSMISSION NEURONALE



NOTION DE POTENTIEL DE REPOS

Au repos et en dehors de toute transmission, il existe une différence *de potentiel électrique* de l'ordre de -70 mV entre la face intracellulaire de la membrane du neurone et sa face extracellulaire.

C'est ce qu'on appelle le *potentiel de repos*

Il résulte d'une différence de concentration en ions entre l'intérieur et l'extérieur du neurone

Dans son environnement naturel, la cellule nerveuse (comme les autres cellules) baigne dans un milieu qui contient un nombre très important *d'ions sodium (Na⁺)* alors que dans son cytoplasme, ce sont les ions potassium (*K⁺*) et des *protéines* (grosses molécules chargées négativement) qui dominent.

Ces différences génèrent un effet de gradient de concentration responsable d'une circulation passive par diffusion des ions K⁺ et Na⁺. Associé à ces mouvements passifs, des transports actifs vont s'effectuer à contre gradient par l'intermédiaire des pompes appelées Na⁺-K⁺-ATPase pour préserver l'équilibre et donc le potentiel de repos.

TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX

Pour qu'une dépolarisation s'effectue, il faut que la stimulation soit suffisante, on parle de *seuil d'excitation*. Lorsque celui-ci est atteint, la réponse de l'axone présente toujours la même amplitude car le neurone obéit à la loi du *tout ou rien* et il se produit alors un *potentiel d'action* avec :

- une *dépolarisation* = ouverture des canaux à Na^+ et entrée massive de sodium = l'intérieur de la fibre devient positif
- *une repolarisation* = ouverture des canaux à K^+ et fermeture des canaux à sodium = sortie de potassium
- une *hyperpolarisation* = la perméabilité aux ions K^+ reste importante et prend un peu de retard
- retour au potentiel de repos

TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX

Ce phénomène de vague de dépolarisation continue jusqu'à ce que le signal de dépolarisation membranaire traverse toute la longueur de l'axone et se termine au niveau du bouton terminal

On appelle cette succession de potentiels d'action = *l'influx nerveux*

La *vitesse de conduction* varie selon le diamètre de la fibre et de la présence de *myéline*.

Si l'axone est amyélinique, tous les points sont dépolarisés les uns après les autres. La vitesse est de 1m/s.

Si l'axone est myélinisé, la conduction se fait de façon saltatoire, c'est-à-dire que l'influx nerveux va sauter de nœuds de Ranvier en nœuds de Ranvier. La vitesse est de 120m/s, donc beaucoup plus rapide !

TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX

L'information nerveuse est transmise par l'intermédiaire d'un composé chimique libéré dans la fente synaptique

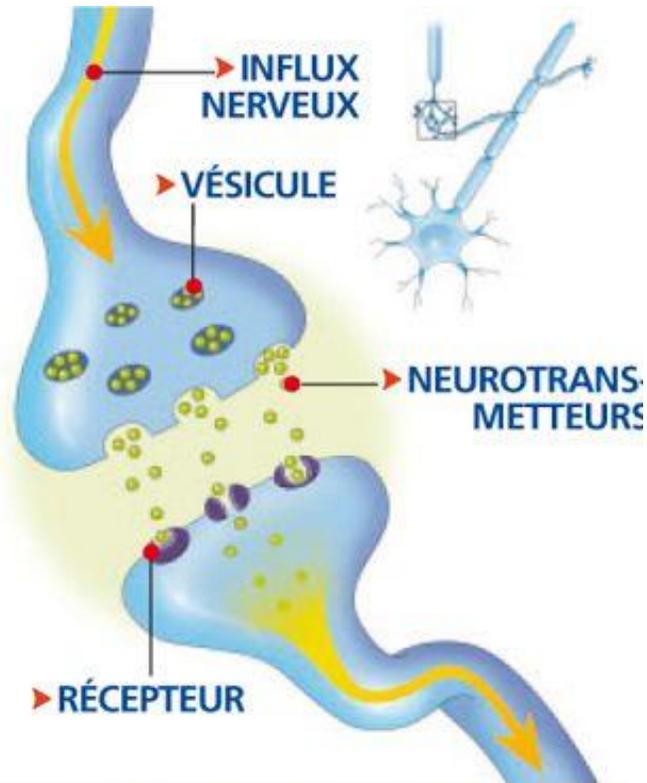
Ce sont des structures composées de 3 parties : le bouton pré-synaptique, la fente synaptique et le domaine post-synaptique.

Le bouton pré-synaptique contient des vésicules remplies de neurotransmetteurs = molécules qui agissent comme des traversiers chimiques permettant à l'influx nerveux de passer d'un neurone à l'autre.

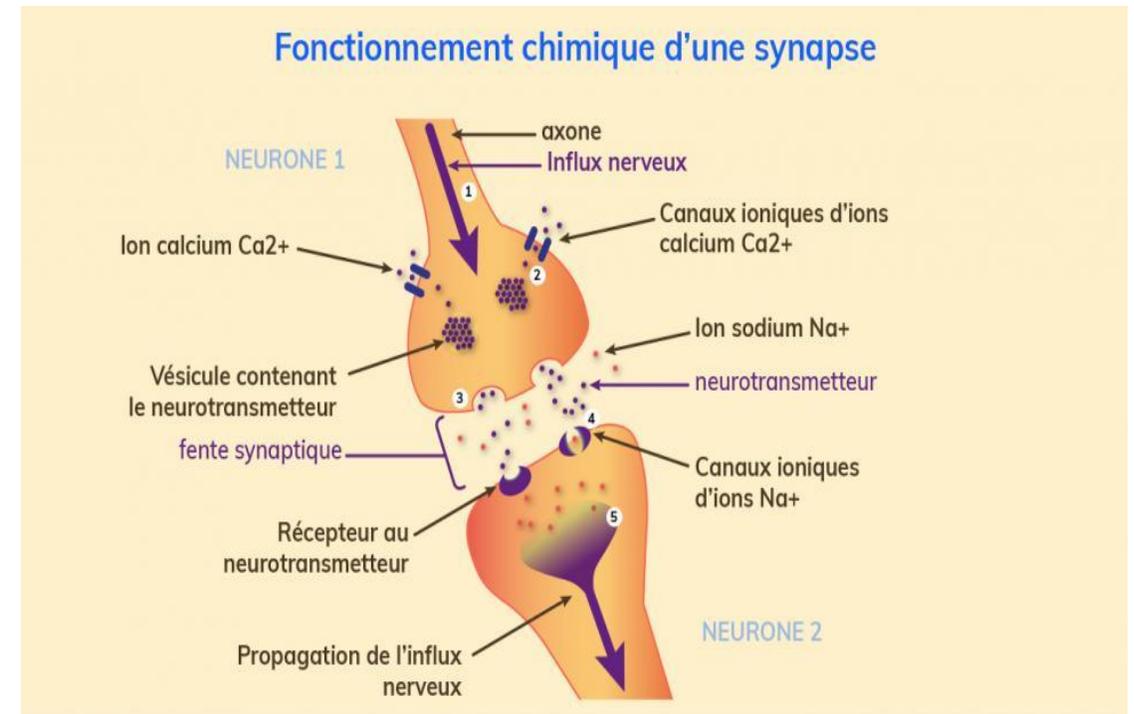
Lors de l'arrivée d'un potentiel d'action, le neurotransmetteur est libéré dans la fente synaptique par fusion des vésicules avec la membrane plasmique au niveau de la zone active (exocytose)

Le domaine post-synaptique contient des récepteurs aux neurotransmetteurs et des protéines associées.

Les synapses peuvent être excitatrices, inhibitrices et/ou modulatrices.



Transmission de l'influx : la synapse, située entre 2 neurones, assure la transmission des informations.



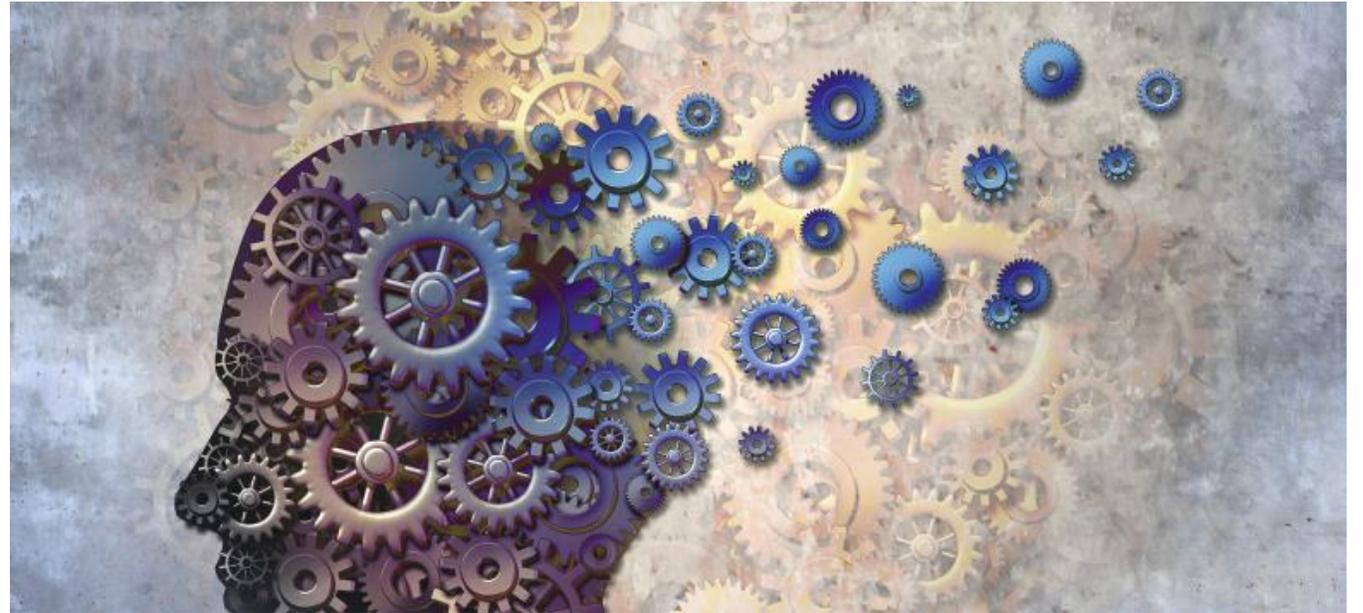
<https://www.youtube.com/watch?v=oK3esXMQxal>

Fonctionnement du système nerveux

<https://www.youtube.com/watch?v=rXplcsg5Vcc>

SEMIOLOGIE

- ▶ Troubles moteurs
- ▶ Troubles du tonus musculaire
- ▶ Altération des réflexes
- ▶ Altération de la coordination
- ▶ Altération de la fonction sensorielle
- ▶ Altération de la fonction des nerfs crâniens
- ▶ Altération des fonctions supérieures
- ▶ Douleur
- ▶ Altération de l'état de conscience



Sémiologie

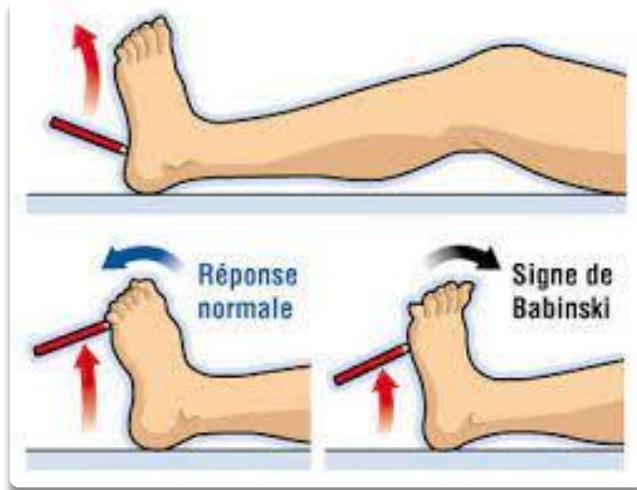
Troubles moteurs :

- Paralysie : perte totale des capacités motrices
- Parésie : perte partielle des capacités motrices (diminution de la force musculaire)
- Amyotrophie : diminution du volume musculaire
- Hypertrophie musculaire : augmentation du volume musculaire
- Hémiplégie : paralysie n'affectant qu'un seul côté du corps
- Paraplégie : paralysie des membres inférieurs

Troubles du tonus musculaire :

- Myotonie : trouble du tonus musculaire : après une contraction, le muscle ne revient pas rapidement à son état de repos initial
- Hypotonie : diminution du tonus musculaire
- Hypertonie : Augmentation exagérée et permanente du tonus, de la tonicité musculaire

Sémiologie



► **Altération des réflexes : (contraction musculaire en réponse à une stimulation périphérique)**

- Hyporéflexie : diminution des réflexes
- Hyperréflexie : exacerbation de la contraction musculaire
- Réflexe ostéotendineux : contraction musculaire à la percussion d'un tendon d'un muscle
- Signe de Babinski : extension lente et majestueuse du gros orteil à la stimulation de la plante du pied . (la réponse normale serait une flexion du gros orteil)

Sémiologie

- ▶ **Altération de la coordination :**
 - ▶ Dyspraxie : troubles de la coordination, de l'organisation et de l'exécution motrice
 - ▶ Ataxie : trouble de l'équilibre et de la coordination motrice
 - ▶ Dismétrie : exécution des mouvements sans mesure dans le temps et dans l'espace
 - ▶ Fasciculations : contractions involontaires, spontanées et non coordonnées des muscles moteurs.
 - ▶ Myoclonies : contractions brèves et brutales d'un muscle ou d'un groupe de muscles
 - ▶ Convulsions : contraction) violente et involontaire d'un ou plusieurs muscles, d'un ou plusieurs membres, voire de tout le corps.
 - ▶ Vertiges : trouble affectant un sujet dans le contrôle de sa situation dans l'espace, ce qui occasionne une illusion de déplacement du sujet par rapport aux objets environnants ou des objets environnants par rapport au sujet.

Sémiologie

- ▶ **Altération de la fonction sensorielle**
 - ▶ Hyperesthésie : sensibilité exacerbée des différents sens
 - ▶ Paresthésie : trouble de la sensibilité tactile caractérisé par des sensations de fourmillements , picotements
- ▶
- ▶ **Altération de la fonction des nerfs crâniens**
 - ▶ Ptosis : chute de la paupière supérieure
 - ▶ Mydriase : dilatation de la pupille
 - ▶ Myosis : contraction pupillaire
 - ▶ Anopsie : perte de la vue
 - ▶ Anisochorie : inégalité du diamètre pupillaire
- ▶



Sémiologie

- ▶ **Altération des fonctions supérieures**
 - ▶ Aphasie :Perte totale ou partielle de la capacité de parler ou de comprendre le langage parlé ou écrit, due à une lésion cérébrale.
 - ▶ Dysphasie : trouble du langage
 - ▶ Dysarthrie : trouble de l'articulation
 - ▶ Dysphonie : trouble de la voix
 - ▶ Apraxie :Incapacité d'exécuter des mouvements volontaires adaptés à un but,
 - ▶ Agnosie :un trouble gnosique, c'est-à-dire un trouble de la reconnaissance.
 - ▶ Amnésie :Perte totale ou partielle de la mémoire
 - ▶ Céphalées :maux de tête
 - ▶ Aura : sensation subjective et passagère qui précède certaines affections notamment neurologiques, composé de divers symptômes
 - ▶ Asthénie : fatigue inhabituelle

Sémiologie

- ▶ **Douleur :**
 - ▶ Névralgie : Douleur ressentie sur le trajet d'un nerf sensitif
 - ▶ Douleur radiculaire : manifestation douloureuse provoquée par la compression de la racine d'un nerf
 - ▶ Radiculite : Inflammation d'une racine nerveuse
 - ▶ Lombalgie : douleur de la région lombaire
 - ▶ Polynévrite : une maladie inflammatoire qui affecte l'extrémité des nerfs du système nerveux périphérique

Sémiologie

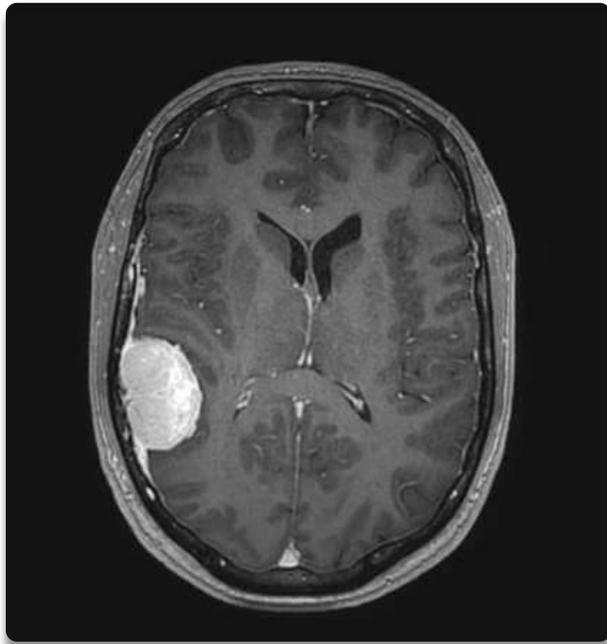
- ▶ **Altération de l'état de conscience**
 - ▶ Syncope : perte de connaissance brève et soudaine
 - ▶ Lipothymie : sensation de perte de connaissance imminente
 - ▶ Coma : perte de la conscience et de la vigilance

PATHOLOGIE

- ▶ Méningiome
- ▶ Hématome sous dural
- ▶ Méningite
- ▶ Malaise vagal



Pathologie



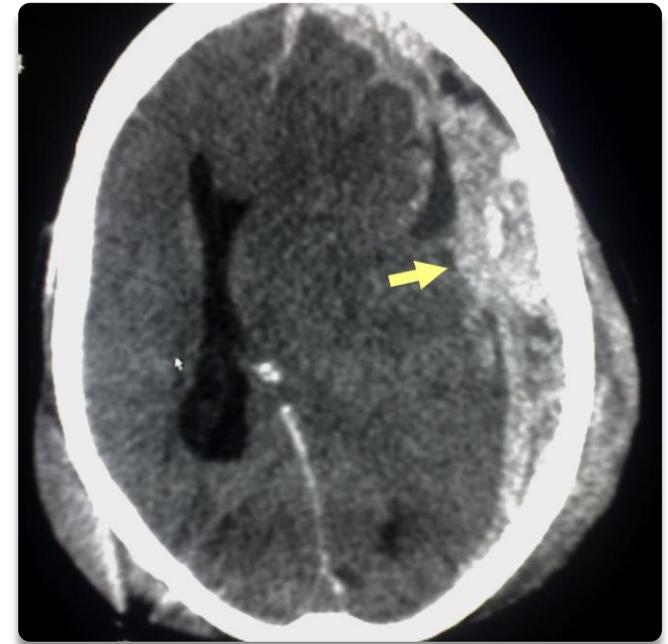
▶ Méningiomes

- ▶ Tumeur se développant à partir des méninges le plus souvent de l'arachnoïde (souvent bénin)

Ils sont nommés en fonction de leur emplacement (Méningiome frontal, méningiome temporal,) et peuvent entraîner des symptômes très divers en fonction de l'endroit exacte où ils se trouvent.

Pathologie

- ▶ **Hématome sous dural**
 - ▶ Épanchement de sang (le plus souvent post-traumatique) localisée entre la dure mère et l'arachnoïde .
L'augmentation de taille de l'hématome va comprimer le cerveau et entraîner des manifestations neurologiques



Pathologie

► Méningite

- inflammation des méninges, d'origine virale ou bactérienne.
- Signes : céphalées / photophobie/raideur de la nuque



Fièvre



Nausées et vomissements



Maux de tête



Somnolence

Les principaux symptômes de **LA MÉNINGITE**



Éruptions cutanées



Sensibilité à la lumière (photophobie)



Confusion

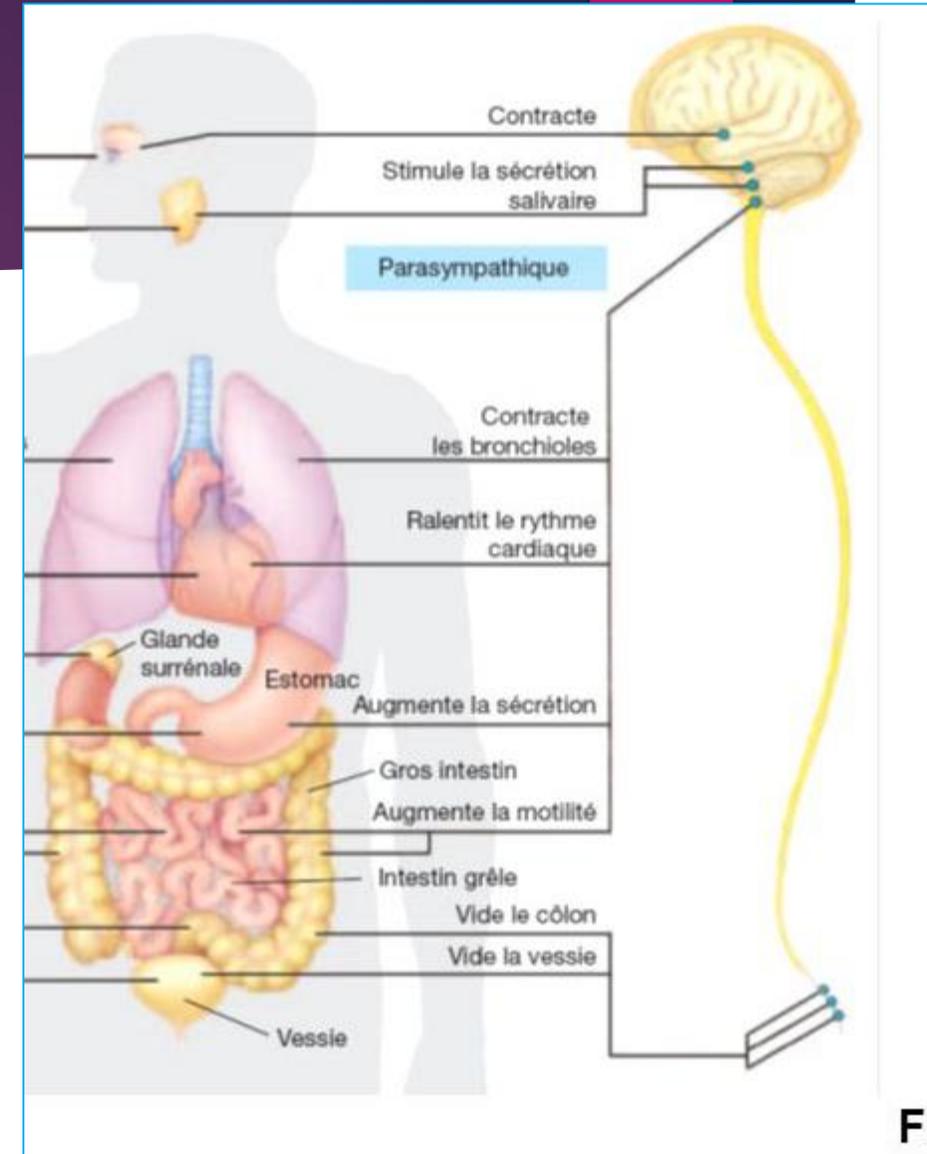


Crises d'épilepsie

Pathologie

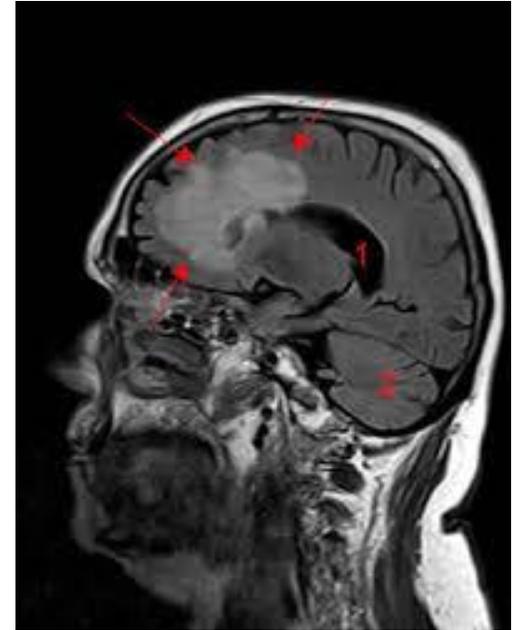
► Malaise vagal

- Malaise bénin lié à une stimulation du nerf vague, entraînant les symptômes en lien avec son activité (SN parasympathique). Déclenché par des émotions positives ou négatives, par des peurs ou endroit clos et surchauffé.



Pathologie

- ▶ **Tumeur frontale**
- ▶ située dans la partie frontale du cerveau (siège de la personnalité, les capacités d'analyse et de raisonnement, **provoque de la confusion, un changement de la personnalité, des sauts d'humeurs, des troubles émotionnels, etc....**)



Conclusion

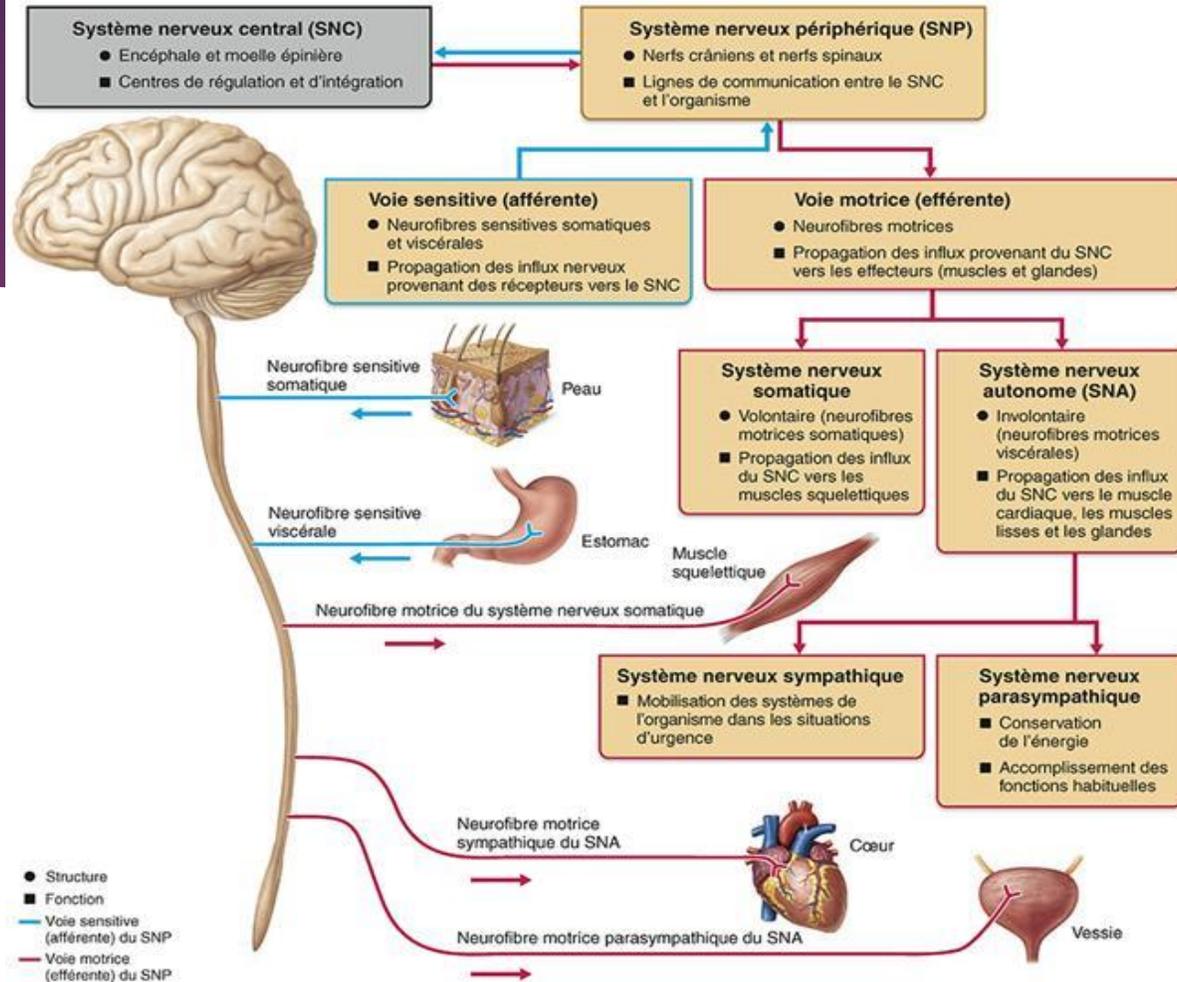


Figure 11.2 Organisation du système nerveux. Les viscères (situés pour la plupart dans la cavité antérieure) sont desservis par des neurofibres sensibles viscérales et par des neurofibres motrices du système nerveux autonome. Les membres et les parois du corps sont desservis par des neurofibres motrices du système nerveux somatique et par des neurofibres sensibles somatiques. Les flèches indiquent la direction des influx nerveux.