

Chapitre 3 : le système nerveux

Histologie du tissu nerveux.

SN = ensemble des structures coordonnant les fonctions d'un individu et permettant ses relations avec le milieu extérieur = réseau de connections = système de vie et de relation

Propriétés du SN = *excitabilité* (capacité de réagir à stimulation/variations du milieu extra cellulaire en modifiant les propriétés électriques de sa membrane plasmique : PA)

conductivité (capacité de transmettre influx nerveux très rapidement et s/

longues distances : propagation du PA)

Fonctions = réception d'info, traitement d'info et élaboration de réponse appropriée

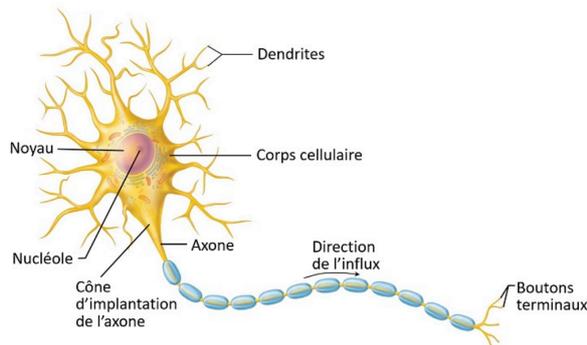
Organisation du SN → SNC (encéphale + ME)

→ SNP (n. crâniens (12 paires), n. spinaux (31 paires), ganglions nerveux + terminaisons nerveuses)

Composition du SN : neurones (cell nerveuses spécialisées), cellules gliales (cell de soutien), vx sanguins, TC

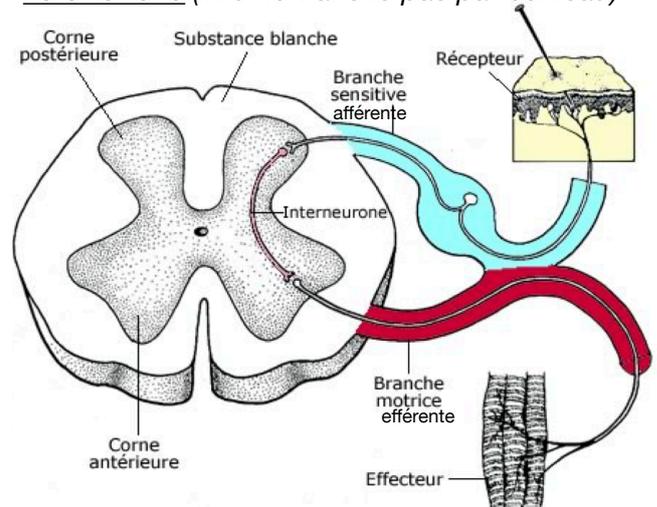
! Unité constituante : neurone (10 à 100 milliards, tous constitués +/- pareil)

- **Péricaryon** : corps cellulaire volumineux, noyau entouré de cytoplasme
- **Axone** : prolongement cylindrique (jusqu'à 1m) unique du corps par le cône d'implantation de l'axone. Il se termine s/autres neurones ou organes effecteurs via boutons terminaux (rameaux).
! aussi appelés fibres nerveuses
- **Dendrite(s)** : 1 ou +, principaux sites d'accès des informations au neurone. Prolongements très fins et ramifiés qui
 - se terminent dans des récepteurs sensitifs spécialisés
 - ou forment des synapses avec les neurones voisins dont ils reçoivent les stimuli



! naissance des PA dans le péricaryon, qui tentent de l'intégration des stimuli afférents → cheminent le long de l'axone pour agir s/ autres neurones ou organes effecteurs

voie réflexe (info ne transite pas par cerveau)



! péricaryons de tous les neurones sont en général dans le SNC (exceptions : péricaryons de neurones sensitifs + péricaryons des neurones terminaux effecteurs du SNA, en périphérie et dont les amas forment les ganglions)

Organisation du tissu nerveux central

- substance blanche = axones myélinisés
 - ! périphérique dans ME
 - ! centrale dans encéphale
- substance grise = péricaryons (corps cellulaires de neurones)
 - ! centrale dans ME
 - ! périphérique dans encéphale

Développement embryonnaire

Neuroectoblaste → plaque neurale → gouttière neurale → tube neural → SNC

crêtes neurales → SNP

Le neurone

= cellule spécialisée du SN, il élabore, modifie et transmet l'influx nerveux

3 groupes principaux, en fonction de l'arrangement axone/dendrites par rapport au péricaryon

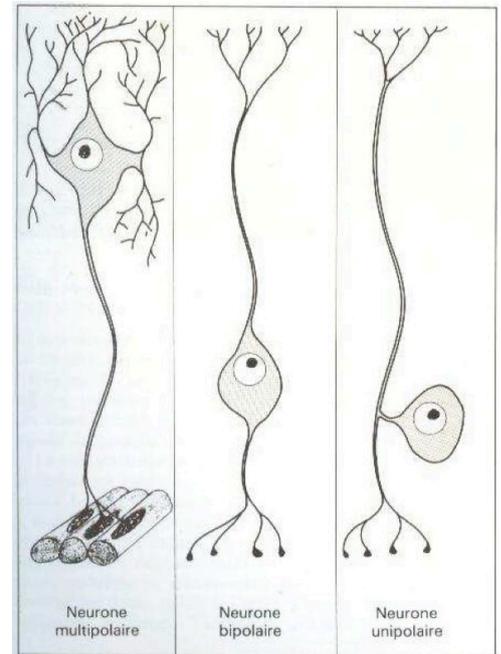
- **neurones multipolaires** : + fréquent, de multiples dendrites irradiant du péricaryon. Elles peuvent naître d'un pôle ou de toutes les parties du péricaryon.

Ex : les neurones intermédiaires, intégrateurs et moteurs

- **neurones bipolaires** : Rares, ont un dendrite unique naissant du pôle cellulaire opposé à l'axone.

Ex : récepteurs de l'odorat, vue, équilibre

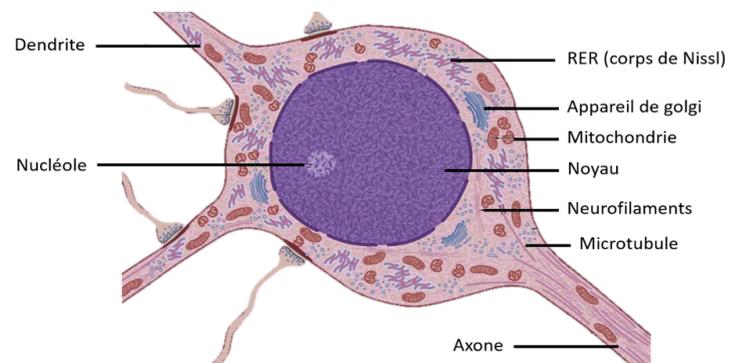
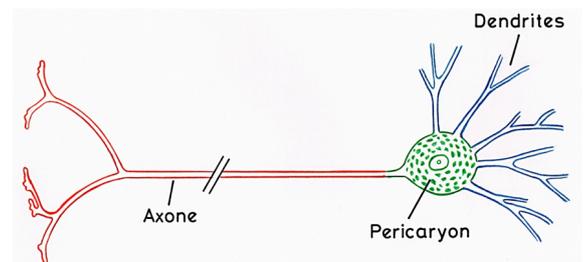
- **neurones pseudo unipolaires** : l'unique dendrite et l'axone naissent d'une tige commune à péricaryon. Tige formée par fusion de partie initiale de dendrite et de l'axone d'un neurone bipolaire au cours du développement embryonnaire.



! point de vue classification fonctionnelle, il y a des **neurones sensitifs**, **moteurs** et **interneurones**

! en général : influx nerveux vont des dendrites vers le péricaryon (afférents) puis s'en éloignent le long d'axones (efférents)

! Les neurones sont des cellules très différenciées, totalement incapables de division ou remplacement en cas de mort. Il peut toutefois y avoir régénération d'axones et dendrites si lésion il y a, à condition que le péricaryon soit intact. Elles ont une longue durée de vie



Composition

Péricaryon = corps cellulaire

- **noyau** : central, vésiculeux, clair, nucléole(s) volumineux et peu

d'hétérochromatine

! témoins d'une intense activité métabolique du neurone (synthèse de neurotransmetteurs

ou précurseurs, transportés le long d'axone jusqu'à synapse où ils seront libérés sous stimulation), la chromatine est totalement dispersée (euchromatine) et le nucléole est proéminent

- **cytoplasme** : blocs de Nissl (RER), petites mitochondries, appareil de Golgi juxta nucléaire, lysosomes, cytosquelette développé, pigments (lipofuchsine, mélanine), gouttelettes lipidiques, REL peu visible

! blocs de Nissl : se retrouvent dans les dendrites, plus visible dans les gros neurones (motoneurones somatiques) que dans les plus petits (SNA)

! Golgi près du noyau, REL peu visible dans péricaryon mais plus visible dans l'axone et dendrite

! Mitochondries du péricaryon en bâtonnet, celles de l'axone sont fines et allongées

! nombreux neurofilaments (soutien structural) et microtubules (transport axonal de neurotransmetteurs, enzymes, constituants membranaires ou autres composants cellulaires) disposés en faisceaux //

! présence de pigments cytoplasmiques : lipofuchisine (jaune-brun, forme des grains dont la concentration augmente avec l'âge), mélanine (noir, présents dans le bulbe olfactif et locus niger)

Neurites

—> *prolongements cytoplasmiques/cellulaires, destinés à la conduction d'influx nerveux du dendrite au péricaryon : centripète*

du péricaryon à l'axone : centrifuge (extrémité synaptique)

	Dendrite	Axone
influx	centripète/cellulipète : d'organe périphérique ou synapse vers péricaryon	centrifuge/cellulifuge : du péricaryon vers neurone voisin ou organe innervé (m., glandes,..)
nombre/cell	nombreux, entourent le neurone, courts	unique, long
ramifications	nombreuses, à angle aigu	rare, à angle droit
paroi	épines	lisse
Cône d'émergence		X
Neurofilaments et neurotubules	X	X
ribosomes libres et RER	X	
vésicules		XX
terminaison	épines dendritiques	vésicules synaptiques (boutons terminaux)

Fonctions du TN

Centre de régulation et communication. Pensées/actions/émotions attestent de son activité.

Règle et maintient l'homéostasie avec le système endocrinien (mais il est + complexe et + rapide)

Communication intracellulaire via signaux électriques rapides et spécifiques entraînant généralement des réponses motrices quasi immédiates des effecteurs musculaires/glandulaires

- *reçoit les stimuli* (infos concernant changements intérieurs/extérieurs), l'info recueillie par les récepteurs sensoriels = info sensorielle
- *traite l'info sensorielle et détermine l'action* à entreprendre à tout moment, ce qui constitue le processus de l'intégration
- *fournit une réponse motrice* (commande) activant les muscles ou glandes

Structure du TN

- **SNC** : encéphale + ME, centre de régulation et d'intégration du SN. Interprète l'info sensorielle qui lui arrive et élabore des réponses motrices fondées s/expérience, réflexes et conditions ambiantes
- **SNP** : n.crâniens (acheminement influx entre parties du corps et encéphale) + n.spinaux (acheminement influx entre parties du corps et ME), hors du SNC (+ggl° nerveux et terminaisons nerveuses)

! pt de vue fonctionnel, le SNP comprend 2 voies

—> **voie sensitive** (afférente)

—> **voie motrice** (efférente), qui elle comporte :

- > **SN somatique** (volontaire) : transport d'influx nerveux du SNC aux m. squelettiques. Permet l'utilisation consciente de ceux-ci.
- > **SNA** (involontaire) : règle l'activité des m. lisses, m. cardiaque et glandes, subdivisé en:
 - > **SNA sympathique**
 - > **SNA parasympathique**

TN périphérique.

formé des n. et récepteurs nerveux.

Nerf = ensemble de complexe axo-schwanniens groupés en 1 ou + faisceaux.

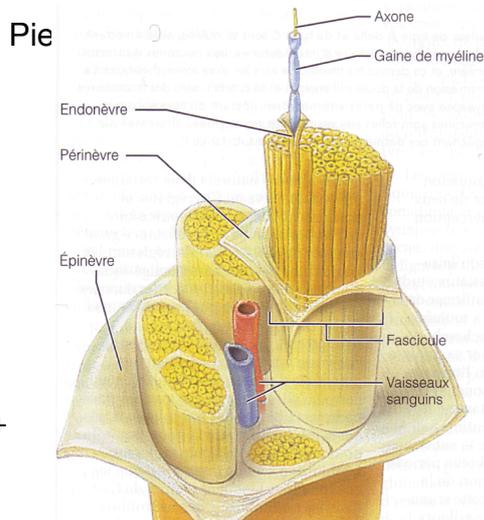
Un complexe axo-schwannien = unité morphologique et fonctionnelle du n., contient un neurite (axone ou dendrite) myélinisé (ou +eurs amyélinisés) + cellules de Schwann (cell. gliales, qui fournissent ou pas une gaine de myéline) + capillaires sanguins et TC

Dans un nerf, l'**endonèvre** sépare les complexes axo-schwanniens (TC, collagène + fibroblastes + mastocytes + capillaires)

le **périnèvre** entoure les faisceaux (lamelles cellulaires concentriques + fibres collagène)

l'**épinèvre** autour du n. et reliant les faisceaux entre-eux (TC dense, collagène + fibroblaste + vx sanguins (vasa nervorum) + tissu adipeux + mastocytes)

! le **corps cellulaire des neurones** = dans le SNC ou ganglions



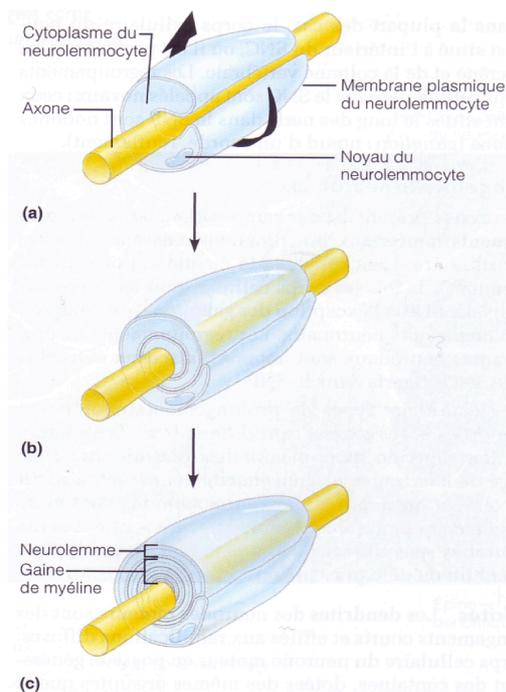
Ganglion nerveux = cellules ganglionnaires + cellules capsulaires (satellites) accolées au péricaryon de cellule nerveuse (logées entre la membrane plasmique du neurone et la lame basale de la cellule satellite, rôle de support morphologique et pour les échanges métaboliques) + capillaires sanguins + TC + neurones et leurs cellules gliales

! enveloppé d'une capsule conjonctive dense et vascularisée
! ganglions peuvent être reliés entre eux par petits nerfs (= plexus nerveux)

- **ganglions nerveux rachidiens** (spinaux) : faits de cell nerveuses ganglionnaires pseudo-unipolaires
- **ganglions nerveux végétatifs** (sympa/parasympathiques) : faits de cell ganglionnaires multipolaires à corps arrondi

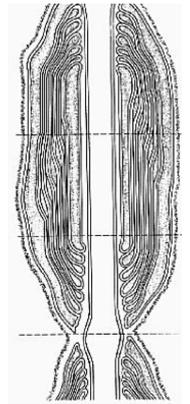
cellule ganglionnaire	cellule capsulaire/satellite
cellule nerveuse	cellule gliale
volumineuse noyau central clair euchromatine, nucléole visible	petite noyau dense, ovoïde hétérochromatine
cytoplasme basophile	cytoplasme très mince

ganglions rachidiens (spinaux)	ganglions autonomiques
racine dorsale n. rachidien	chaines ganglionnaires prévertébrales ganglions viscéraux
sensitifs	fonctions végétatives
unipolaire prolongement cellulaire unique (dendrite -> n. sensitif, ou axone -> ME)	multipolaires contiennent de nombreux neurites
+ ggl° des organes des sens	



! chaque fibre nerveuse est entourée de gaines différentes :

- sans gaine
 - avec gaine de myéline : enveloppe blanchâtre lipoprotéinique (phospholipides + prot) segmentée (enveloppes consécutives de la membrane cellulaire de Schwann autour de l'axone)
 - avec gaine de Schwann (ou neurolemme/neurilemme) : recouvre la gaine de myéline (noyau et cytoplasme de la cellule de Schwann)
- ! gaine de myéline réalise une conduction saltatoire de l'influx nerveux (saute d'un noeud de Ranvier à l'autre)



Types de fibres nerveuses

- fibres nerveuses myéliniques avec cellule de Schwann

= fibres des n. périphériques cérébro-spinaux (n. sciatique), axone recouvert de gaine de myéline qui protège les axones et les isole électriquement entre-eux. Elle accroît la vitesse de conduction des influx, par opposition aux axones amyélinisés qui ont une transmission plus lente de l'info

!! axone de neurone moteur est toujours myélinisé, ses dendrites sont toujours amyélinisés dans les n. périphériques, myélinisation se fait via invagination par une cell de Schwann d'un seul axone → formation de mésaxone, qui tourne autour de l'axone lors de la myélinisation (l'entoure de couches concentriques cytoplasme et de membrane plasmique appartenant à la cell de Schwann). Puis exclusion du cytoplasme pour faire fusionner les feuillettes interne de la membrane plasmique. L'axone s'entoure par de nombreuses couches membranaires : la gaine de myéline ! le segment de myéline produit par chaque cell de Schwann = segment internodal (engaine l'axone entre deux noeuds de Ranvier (d = 1mm) (=rétrécissement entre 2 cellules de Schwann, où la gaine de myéline est absente)

La gaine de myéline au microscope → on observe des lamelles concentriques parmi lesquelles on distingue des bandes claires (=zone centrale de la membrane d'origine), séparées par des lignes denses périodiques (=fusion des feuillettes internes, intervalle de 12nm) et des lignes denses intrapériodiques (=accolement des feuillettes externes)

! incisure de Schmitdt-Lanterman = accolement interne incomplet des membranes schwanniennes (persistance de cytoplasme entre les feuillettes internes)

. Les lignes denses périodiques se séparent pour laisser place à une spirale de cytoplasme schwannien

! démyélinisation locale cause l'apparition de plaques : à l'origine de sclérose en plaques ou maladie de Charcot

noeud de Ranvier = intervalle entre deux cellules de Schwann, où le neurite n'est plus enveloppé que par le glycocalix

- fibres nerveuses myéliniques sans gaine de Schwann

= fibres de substance blanche du SNC et du n. optique
les noeuds de Ranvier y sont distants de plus d'1mm

- fibres amyéliniques avec gaine de Schwann

= fibres du SN sympathique (fibres post-ganglionnaires)
! pas de gaine de myéline donc !

- fibres nues

= fibres de substance grise du cerveau et de la ME

Les synapses

= jonctions intercellulaires spécialisées : unissent neurones et neurones + cell effectives (musculaires). Permettent le transfert d'info nerveuse.

! synapse entre neurone et m. = plaque motrice (la libération de neurotransmetteurs se fait à la synapse)

Il existe des synapses axo-dendritiques et axo-somatiques, également (moins nombreuses) des synapses axo-axonales, dendro-dendritiques et dendro-somatiques

! neurone pré-synaptique envoie influx vers synapse et émet de l'info

neurone post-synaptique transmet l'activité électrique au delà de synapse et reçoit de l'info

→ la plupart des neurones sont pré + postsynaptiques car reçoivent l'info de certains neurones puis l'envoient à d'autres neurones

! neurone typique comporte 1000 à 10.000 terminaisons axonales formant des synapses, et est stimulé par autant d'autres neurones. Deux types de synapses :

- **synapses électriques** : jonctions ouvertes entre deux membranes plasmiques de neurones adjacents. Contiennent des canaux faisant se communiquer les cytoplasmes, par lesquels des ions peuvent passer et modifier le potentiel membranaire pour déclencher une dépolarisation. Les synapses électriques permettent une synchronisation d'activité de leurs neurones en interaction fonctionnelle

- **synapses chimiques** : libèrent et reçoivent des neurotransmetteurs chimiques, composées de 2 éléments

—> terminaison axonale d'un neurone présynaptique (**transmetteur**), qui porte un bouton synaptique renfermant de nombreuses vésicules synaptiques

—> région réceptrice portant des récepteurs spécifiques (**récepteur**) pour ce neurotransmetteur, sur la membrane d'un dendrite ou sur le corps cellulaire

! chaque neurone produit et libère 1 neurotransmetteur, certains 2 voire plus
classification selon leur fonction :

—> **les neurotransmetteurs à action directe**/avec molécules de petite taille et action rapide sont impliquées dans les activités réflexes (acétylcholine, aa)

—> **les neurotransmetteurs à action indirecte**/avec molécules de grande taille ont une action lente et prolongée, interviennent dans les processus à plus long terme (endorphines, neuropeptides, enképhalines)

selon leur mode d'action :

—> **excitateur** (glutamate), **inhibiteur** (GABA), **mixte** (acétylcholine)

! **ATP** = important neurotransmetteur

! **CO** (monoxyde carbone) et **NO** (monoxyde azote) sont aussi des messagers du tissu nerveux

Récepteurs sensoriels

conversion des stimuli de l'environnement externe/interne en influx nerveux

- **extérorécepteurs** : reçoivent infos de l'ext. du corps (odorat, goût, ouïe, vue)

- **propriocepteurs** : reçoivent infos des m. squelettiques, tendons, ligaments, articulations (à propos de l'orientation, la tension, le mouvement). Se localisent dans le système squelettique

- **intérorécepteurs** : reçoivent stimules provenant des viscères et vaisseaux

! il existe des mécano, thermo, photo, chimio et nocicepteurs

Gliocytes du SNP :

- **cellules de Schwann** (neurolemmocytes) : noyau ovale, cytoplasme finement granulaire, activité métabolique intense (= +++ mitochondries, ribosomes et RER), glycocalix s'associent en manchon.

! **neurites amyélinisés** = neurones logés dans une invagination membranaire de la cell de Schwann

! **neurites myélinisés** = gaine de myéline = enroulement membrane plasmique de cell de Schwann

rôle des gliocytes : soutien et protection des neurones

sécrétion de substances dirigeant les jeunes neurones

augmentent la vitesse de propagation de l'influx nerveux (gaine de myéline)

TN central.

SNC comporte encéphale et ME, composé de substance blanche (faisceaux de fibres nerveuses) et grise (corps cellulaires des neurones et leurs fibres)

Le TN central se compose de beaucoup de neurones et leurs prolongements intriqués avec des cellules de soutien : la névroglie (comprenant toutes les cellules de SNC autres que les neurones). Ces cellules très ramifiées constituent 50% masse totale du SNC, contenant donc peu de matériel extracellulaire.

Peu de substance intercellulaire.

Rôle : la névroglie assure support mécanique et métabolique aux neurones

4 types de cellules névrogliales (= gliocytes, qui accompagnent les neurones)

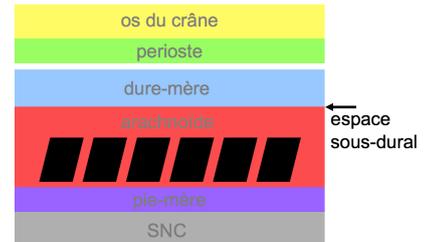
Gliocytes du SNC :

- **oligodendrocytes** (myélinisation des axones du SNC, peut en myéliniser jusque 50)
- **astrocytes** (soutien et réparation des lésions du SNC)
- **microglie** (petites cell d'origine mésenchymateuses (mésodermique), immigrées tardivement dans le SNC lors du développement foetal. En cas de lésion tissulaire, elles se transforment en volumineuses cellules phagocytaires)
- **cellules épendymaires** (forment un épithélium cubique bordant les ventricules et le canal médullaire)

rôle des gliocytes : soutien et protection des neurones
 sécrétion de substances dirigeant les jeunes neurones
 augmentent la vitesse de propagation de l'influx nerveux (gaine de myéline)

! cerveau et ME entourés par 3 couches de TC : méninges. On y retrouve le LCR qui amortit les chocs lors de mouvements.
 Rôle nourricier essentiel des méninges (produisent LCR, de constitution proche du plasma sauf en concentration glucidique et il ne contient pas de cellules)

- **méninge dure** (pachyméninge) = dure-mère
- **méninge molle** (leptoméninge) = arachnoïde + pie-mère



Cerveau = encéphale + cervelet. Substance blanche centrale, recouverte de 2mm de substance grise = cortex cérébelleux (écorce cérébrale)

Dans la ME, substance grise est centrale et forme un H, au centre se trouvant le canal épendymaire (contenant LCR)

ME = siège des réactions réflexes. De part et d'autre sortent des racines ant. et post.

On retrouve sur les racines post. les ganglions spinaux (amas de corps cellulaires de neurones)

!! **Plexus choroïdes** : épithélium du toit des ventricules (cellules glandulaires (longues microvillosités, cytoplasme riche en mitochondries) —> production LCR

Substance grise	Substance blanche
noyaux profonds + cortex	faisceaux
organisation complexe	fibres associatives - relie 2 zones corticales d'un même hémisphère fibres commissurales - relie des zones corticales des deux hémisphères fibres de projection (affé/efférentes) connectent le cortex avec d'autres centres sous-corticaux

Encéphale

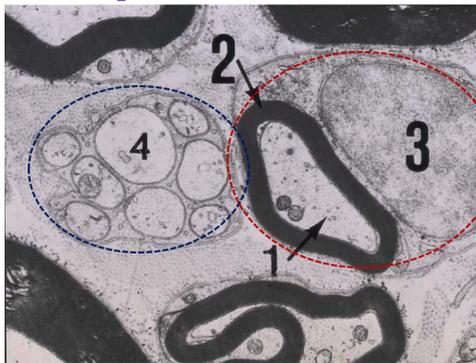
La couche moléculaire (A) est avant tout un enchevêtrement de fibres nerveuses. Elle contient de petits neurones multipolaires ou cellules étoilées dont les courts neurites sont tangentiels à la surface. Les plus profonds ont un long axone, parallèle à la surface, dont les collatérales dessinent une corbeille synaptique autour du corps des cellules de la couche sous-jacente.

La couche ganglionnaire (B) est formée par l'alignement des cellules de Purkinje. Leur dendrite s'enfonce dans la couche moléculaire et atteint la superficie du cortex. Elle se ramifie en espalier et occupe en surface une petite zone rectangulaire. L'axone s'enfonce dans la substance blanche et se dirige vers les noyaux gris profonds.

L'axone des grains de la couche granuleuse (C) remonte vers la surface et fait synapse avec les dendrites des cellules étoilées et des cellules de Purkinje. Leurs dendrites s'articulent avec les fibres en provenance de la moelle et du bulbe. La couche granulaire contient en plus des neurones qui associent différentes zones du cortex cérébelleux.

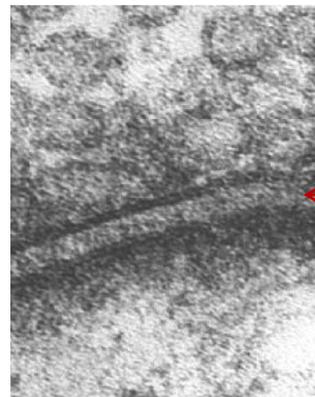
Rajoutes de slides

■ Comparaison



Neurite myélinisé
 1 : axone
 2 : gaine de myéline
 3 : noyau de la cellule de Schwann

 4 : **Neurite amyélinisé**
 (la coupe ne passe pas par le noyau de la cellule de Schwann)

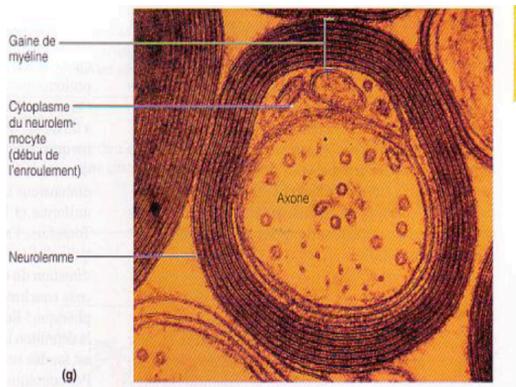


Bouton synaptique
 Extrémité renflée de l'axone
 + vésicules synaptiques contenant le neurotransmetteur
 = élément pré-synaptique

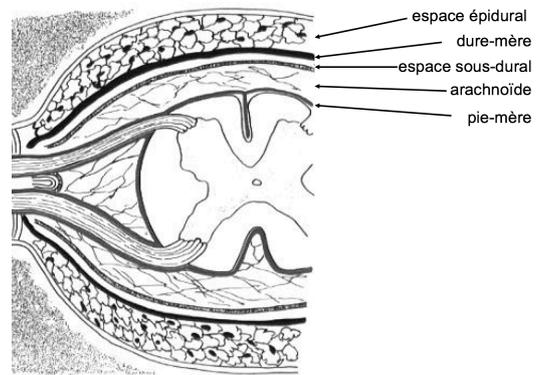
Fente synaptique

Elément post-synaptique
 Epaissement localisé du feuillet interne de la membrane plasmique
 + récepteurs

48



Aspect au microscope électronique d'un neurite myélinisé



Plaque motrice

