Tables des matières

1. FONCTION ET ORGANISATION DU SYSTEME NERVEUX 4
1.b.Organisation du système nerveux 4

2. LES NEURONES 5
2.1 Historique 5
2.2 Propriétés générales - Caractéristiques générales des neurones 5
2.2.b.Proprietés des neurones 6
2.3 Caractéristiques ultrastructurales 6
2.3.a. Structure de base des neurones 6
2.3.1 Le corps cellulaire 7
2.3.2 Les dendrites 7
2.3.3 L'axone 8
2.3.4. La synapse (dynamique de la transmission dans les synapses chimiques) 10
2.3.5. Le cytosquelette 19
2.4 Classifications 21
2.4.a. Classification des neurones selon la disposition de l'axone et des dendrites 21
2.4.b. Classification des neurones selon la fonction 22

3. LES CELLULES GLIALES 22
3.a. Quelles sont les fonctions de la glie? 22
3.b. Différences principales entre neurones et glie 22
3.1 Cellules gliales du SNP 23
3.1.1 Les cellules de Schwann 23
3.1.2. Les cellules satellites 26
3.2 Cellules gliales du Système Nerveux : processus de myélination 27
3.2.a. Myélinisation dans le SNC : Oligodendrocytes 27
3.2.2. Les astrocytes 28
3.2.3 La microglie 35
3.2.4 Les cellules épendymaires 37

4. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNP 37
4.1 Les nerfs périphériques 37
4.1.a. Nerf périphérique myélinisé et amyélinique 38
4.1.b. Classification des nerfs périphériques 38
4.1.1 Régénération des fibres nerveuses du SNP 40
4.2 Les ganglions 42
4.3. SNP somatique et autonome 43
4.3.a. SNP Somatique 44

5. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNC 47
5.1 Le cortex cérébral, cérébelleux et la moelle épinière 48
5.1.a. Plan à 6 couches du cortex cérébral 48
5.1.b. Cortex du Cervelet 49
5.1.c. Moelle épinière 49
5.2 Les méninges et le liquide céphalo-rachidien 50
5.2.a. Méninges 50
5.2.b. Organisation des nerfs du SNC vs SNP 52
5.2.c. Les vaisseaux sanguins cheminent dans les espaces méningés 55
5.2.e. Liquide céphalo-rachidien 57
5.2.f. Plexus Choroïde 58

Bibliographie 59

Cellule et tissus
- Biologie des tissus
- Tissu nerveux

1. Système nerveux :
    - Définitions générales
    - Connaitre en grandes lignes les fonctions et organisation du système nerveux et les différences entre système nerveux périphérique (SNP) et système nerveux central (SNC)
    - Types de cellules
2. Les neurones :
    - Historique
    - Connaitre et savoir expliquer les propriétés générales et caractéristiques ultra-structurales des cellules neuronales notamment à propos de :
    - Le corps cellulaire
    - Les dendrites
    - L'axone
    - La synapse
    - Le cytosquelette
    - De même, connaitre et savoir expliquer les propriétés fonctionnelles des cellules neuronales, notamment :
    - La transmission synaptique
    - Le transport axonal
3. Les cellules gliales: types et rôles fonctionnels
    - Connaitre les différentes classes de cellules gliales du SNP et SNC. Au niveau de chaque classe, savoir expliquer les propriétés générales, et les caractéristiques ultrastructurales et fonctionnelles, notamment à propos des :
        - Cellules gliales du SNP :
            - Les cellules de Schwann
            - Les cellules satellites)
        - Cellules gliales du SNC :
            - Les oligodendrocytes: similitudes et différences avec les cellules de Schwann dans l'organisation des gaines autour des axones
            - Les astrocytes
            - La microglie
            - Les cellules épendymaires
4. Le tissu nerveux dans le système nerveux périphérique
    - Connaitre les principes bases d'organisation et de fonction du tissu nerveux dans le SNP, notamment :
    - Les nerfs périphériques
    - Régénération des fibres nerveuses du SNP
    - Les ganglions
    - Système nerveux périphérique somatique et autonome.
5. Le tissu nerveux dans le système nerveux central
    - Connaitre les principes bases d'organisation et de fonction du tissu nerveux dans le SNC, notamment :
    - Organisation du cortex cérébral
    - Organisation du cortex cérébelleux
    - Organisation de la moelle épinière
    - Organisation des méninges
    - Plexus choroïde
    - Liquide céphalo-rachidien.

LE TISSU NERVEUX ET LE SYSTEME NERVEUX

1. FONCTION ET ORGANISATION DU SYSTEME NERVEUX
2. LES NEURONES
    2.1 Historique
    2.2 Propriétés générales
    2.3 Caractéristiques ultrastructurales
        2.3.1 Le corps cellulaire
        2.3.2 Les dendrites
        2.3.3 L'axone
        2.3.4 La synapse (dynamique de la transmission dans les synapses chimiques)
        2.3.5 Le cytosquelette
    2.4 Classifications
3. LES CELLULES GLIALES
    3.1 Cellules gliales du SNP
        3.1.1 Les cellules de Schwann
        3.1.2 Les cellules satellites
    3.2 Cellules gliales du SNC
        3.2.1 Les oligodendrocytes
        3.2.2 Les astrocytes
        3.2.3 La microglie
        3.2.4 Les cellules épendymaires
4. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNP
    4.1 Les nerfs périphériques
        4.1.1 Régénération des fibres nerveuses du SNP
    4.2 Les ganglions
    4.3 SNP somatique et autonome
5. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNC
5.1 Le cortex cérébral, cérébelleux et la moelle épinière
5.2 Les méninges et le liquide céphalo-rachidien

1. FONCTION ET ORGANISATION DU SYSTEME NERVEUX

1.a. Fonction et organisation du système nerveux

- Le système nerveux, de loin le système plus complexe du corps humain, est le centre de régulation et de communication de notre organisme

- Il est formé de 2 grands familles de cellules:
les cellules nerveuses (***neurones***) et
les cellules gliales (***glie***) en interaction fonctionnelle.
Il y a 100 milliards de neurones et 10 fois plus de glie.
Les fonctions de la glie ne sont pas bien connues.

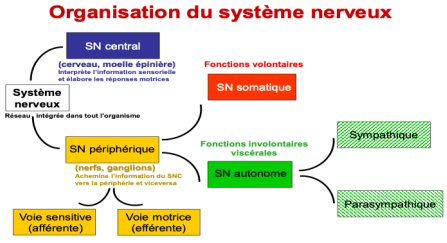
Les neurones répondent aux stimuli et génèrent des signaux ➔ TRANSMETTENT DES INFORMATIONS

- Chaque neurone possède plusieurs connections avec d'autres neurones.
Grâce à ces connections l'information est intégrée et passe très vite d'un neurone à l'autre.
De cette manière les neurones s'organisent en circuits fonctionnelle

- Les circuits interagissent de façon coordonnée afin de générer des fonctions (= processus coordonnés destinés à produire un résultat défini)

- Il y a deux grandes classes de fonctions :
  - le maintien de l'**homéostasie** (pression sanguine, concentration d'O_2, pH, glycémie, taux sanguin des hormones...)
  - les **comportements** (alimentation, reproduction, défense, relations avec autrui,...)

1.b.Organisation du système nerveux

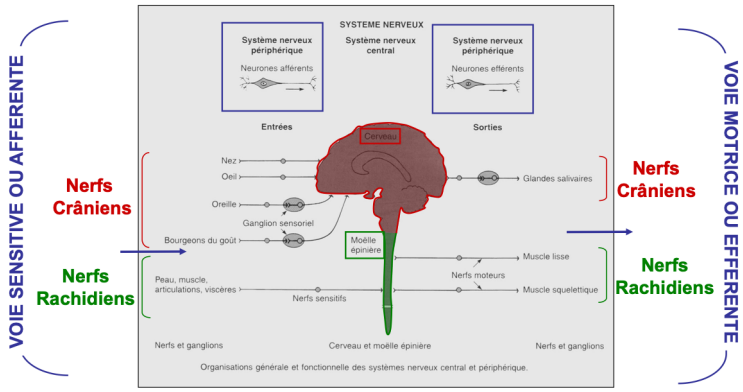


Système nerveux : réseau intégrée dans tout l'organisme

- SNC : système nerveux centrale
  - (cerveau, moelle épinière)
  - Recoit, Interprète l'information sensorielle et élabore les réponses motrices
- SNP : système nerveux périphériques ---- : SNA ou SNS
  - (nerfs, ganglions)
    - Voie sensitive (afférente) et Voie motrice (efférente)
  - Achemine l'information du SNC vers la périphérie et vice versa
    - SNA : système nerveux autonome : Fonctions volontaires
    - SNS : système nerveux somatique : Fonctions involontaires viscérales
      - Sympathique : contrôle stimulation- augmentation
      - Parasympathique : contrôle inhibition - diminution

1.b.1. Organisation

Organisation du système nerveux



Souvent des nerf mixtes qui sont afférente et efférente

- la voie sensitive ou afférente

les nerfs qui entrent dans le SNC, selon le niveau anatomique
soit des nerfs rachidiens de la moelle épinière ou soit nerf crânien du cerveau

- la voie motrice ou effectrice

les nerfs qui sortent dans le SNC, selon le niveau anatomique
soit des nerfs rachidiens de la moelle épinière ou soit nerf crânien du cerveau

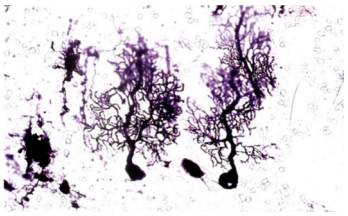
2. LES NEURONES

2.1 Historique

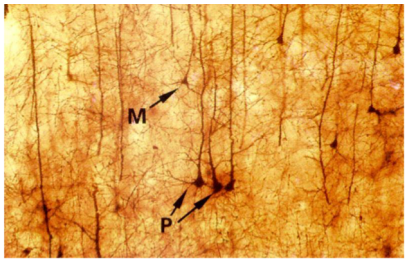
Camillo Golgi
Santiago Ramon y Cajal
Neurones colorés par la méthode de Golgi (coloration noir)

Coloration de Golgi:
cellules de Purkinje du cervelet

Coloration de Golgi: cellules de Purkinje du cervelet



neurones du cortex cérébral



Deux interprétations du systéme nerveux qui aujourd'hui défini le système
Cellule connecte physiquement ou non mais aussi communique chimiquement entre elle

2.2 Propriétés générales - Caractéristiques générales des neurones

2.2.a. Caractéristiques générales des neurones

- Longue durée de vie (parfois plus de 100 ans)
- Cellules dans un état terminal de différenciation
- Incapables de se diviser (amitotiques) La division cellulaire est incompatible avec la fonction de communication précise

- Ne peuvent pas être remplacés
  - *PATHOLOGIES :* LESIONS TRAUMATIQUES,
    MALADIES NEURODEGENERATIVES Déficits permanents de fonction
- EXCEPTION: NEUROGENESE CHEZ L'ADULTE (parties spécialisées du cerveau) -

organisme a la capacité de les intégrer dans un circuit qui existe déjà- potentiel pour réintégrer des cellules neuronal dans les circuits
Précurseur de cellule neuronal et glial sont les même, cellule souche neural qui dérive de l'ectoderme – la base de la formation du système nerveux centrale - il semblerait que importance des cellule gliale ne sont pas dans un situation amitotique ,elle peuvent réentrer dans le cycle cellulaire selon certain condition, donc certain de ces cellules gliales régresse redevient souche et sont réadresser dans le ligner neuronal- avec des cellules existence regenerer de nouveau neurone

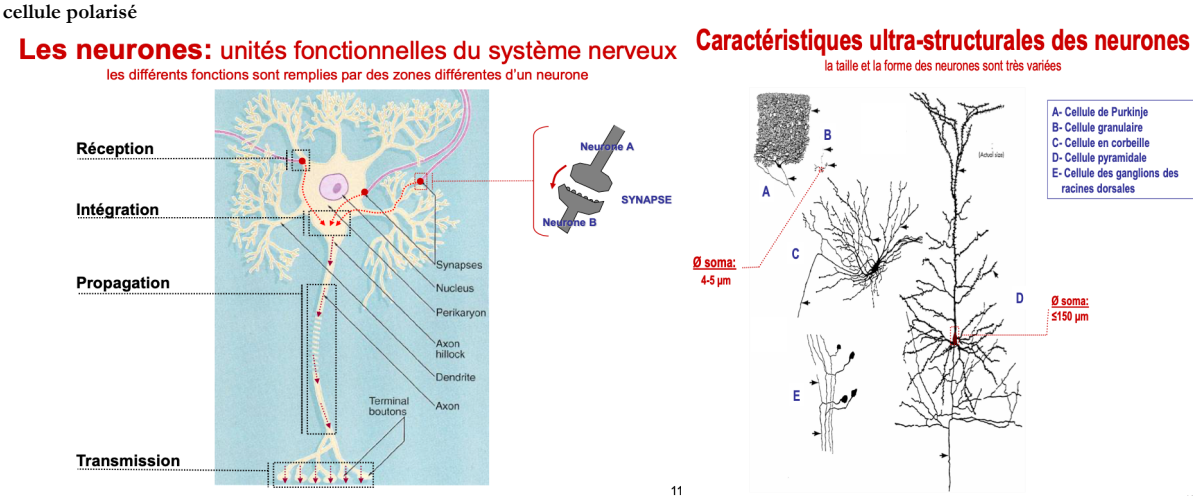
2.2.b.Proprietés des neurones

Réception : recueillir des informations à partir des récepteurs sensoriels
Intégration : traiter des informations et constituer une mémoire
Propagation : transmettre des informations sur de longues distances
Transmission : émettre des signaux appropriés pour les cellules effectrices

2.3 Caractéristiques ultrastructurales

Ces 4 propriétés sont représentés à divers niveau sur une cellule neuronale
Les neurones: unités fonctionnelles
du système nerveux les différents fonctions sont remplies par des zones différentes d'un neurone

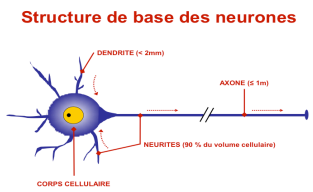
cellule polarisé



Propriété dévoué a des zones anatomique de la cellule
Réception : au niveau du corps cellulaire de la synapse avec l'arborisation tres complexe, arborisation dendritique- reçoit info qui provient des organes sensoriels
Intégration : concentration des informations dans un zone interphase entre le corps cellulaire et vers l'axone, générer des signaux qui peuvent être propager tout le long de l'axone
Propagation : axone sert pour la propagation des signaux
Transmission : relâche des transmetteur chimique vers les autres cellules , a la fin de l'axone, parti terminale qui se nomme boutons terminal

Les neurones en taille et forme sont très différents
Caractéristiques ultra-structurales des neurones
Ø soma: 4-5 m la taille et la forme des neurones sont très variées

2.3.a. Structure de base des neurones



Corps cellulaire

Neurite : Prolongement variable environ 90 % du volume cellulaire
Dendrite : sont des arborisation courte autour du corps cellulaire
Axone : seulement 1 axone pas cellule, peuvent être très longueur jusqu'à 1 mètre

Information circule des dendrite vers le corps cellulaire et puis neurite vers l'axone et les bouton terminaux

2.3.1 Le corps cellulaire

Corps cellulaire, soma ou périkaryon : entre trophique de la cellule neurale

- NOYAU VOLUMINEUX
- NUCLEOLE BIEN VISIBLE
- BEAUCOUP DE RIBOSOMES ET DE RER = *corps de Nissl*

  Intense synthèse protéique tres brillant pour identifier une neurone lors de coloration
- GOLGI TRES DEVELOPPE
- BEAUCOUP de Lysosomes (lipofuscine)
- BEAUCOUP de MITOCHONDRIES – beaucoup d'activité métabolique, besoin de beaucoup apport par les vaisseau

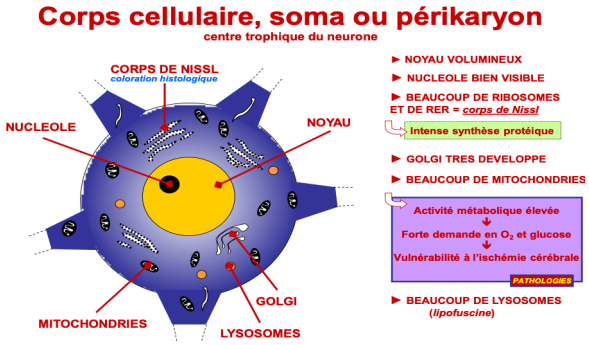
  Activité métabolique élevée

  ⬇

  Forte demande neuronale en O_2 et glucose (utilisation de 20 % de l'énergie du corps)

  ⬇

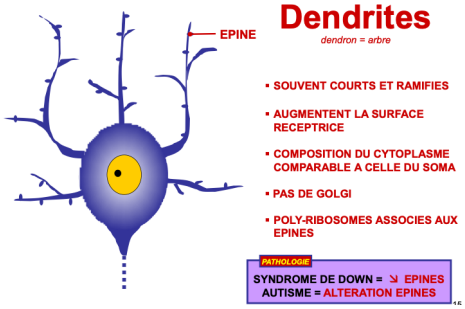
  Vulnérabilité à l'ischémie cérébrale , manque de sang région cérébrale : PBM grave= pathologique



2.3.2 Les dendrites

Dendrites , arborisation courte au niveau du corps cellulaire

dendron = arbre



- SOUVENT COURTS ET RAMIFIES : AUGMENTENT LA SURFACE RECEPTRICE

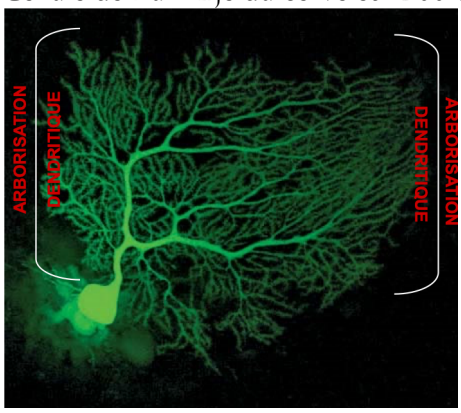
Lieu au beaucoup d'interaction et d'information qui provient des autres cellules
Au niveau des dentrites on retrouver des excroissance lobeuse nomme Epine dendritique
Epine dendritique lieu de contact avec les autre cellules, les synapses

- COMPOSITION DU CYTOPLASME COMPARABLE A CELLE DU SOMA
- PAS DE GOLGI
- POLY-RIBOSOMES ASSOCIES AUX EPINES

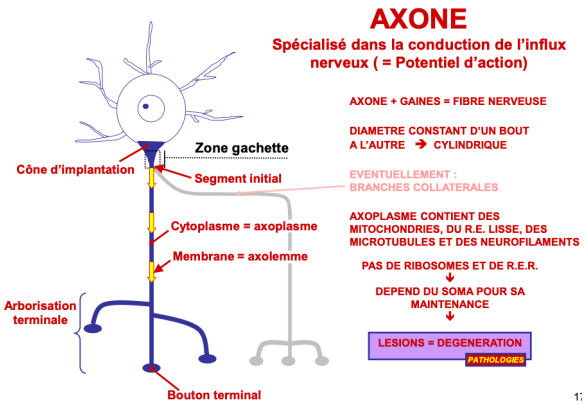
Synthèse locale des protéines, caractéristique de zone épines dendritiques, plastique qui peut changer leur morphologie et adapter leur circuit neuronaux selon les mémoires. Avec la plasticité des synapses , il y a la base pour former des représentations interne de notre organisme pour les évènement du monde extérieur.

PATHOLOGIE
- SYNDROME DE DOWN = ↘ EPINES (comme le épine sert de communication , donc une diminution de capacité fonctionnelle des intégration de l'information)
- AUTISME = ALTERATION EPINES – trouble de communication synaptique

Cellule de Purkinje du cervelet : 200 000 connections avec d'autres neurones



2.3.3 L'axone



AXONE

Spécialisé dans la conduction de l'influx nerveux (= Potentiel d'action)

Type de signal électrique qui est l'encodage de l'information des neurone

- AXONE + GAINES = FIBRE NERVEUSE – axone recouvert de gaine autour de l'axone par les cellules gliales (SNP cellule schwan et SNC par les oligodendrocyte)
- DIAMETRE CONSTANT D'UN BOUT A L'AUTRE → CYLINDRIQUE , sauf dans les zone d'implantation avec le segment initiale nomme zone gâchette- endroit ou est générer le potentiel d'action jusqu'au bouton terminaux sans changer sa forme et son identité
  - Zone gachette
  - Cône d'implantation
  - Segment initial
  - Cytoplasme = axoplasme
  - Membrane = axolemme
  - Arborisation terminale
  - Bouton terminal : sécrétion pour passer l'information à d'autre cellules

EVENTUELLEMENT mais rare : BRANCHES COLLATERALES

AXOPLASME (Cytoplasme = axoplasme) CONTIENT DES
MITOCHONDRIES,
DU R.E. LISSE,
DES MICROTUBULES ET
DES NEUROFILAMENTS

PAS DE RIBOSOMES ET DE R.E.R. – pas de synthèse de protéine

⬇

DEPEND DU SOMA POUR SA MAINTENANCE

⬇

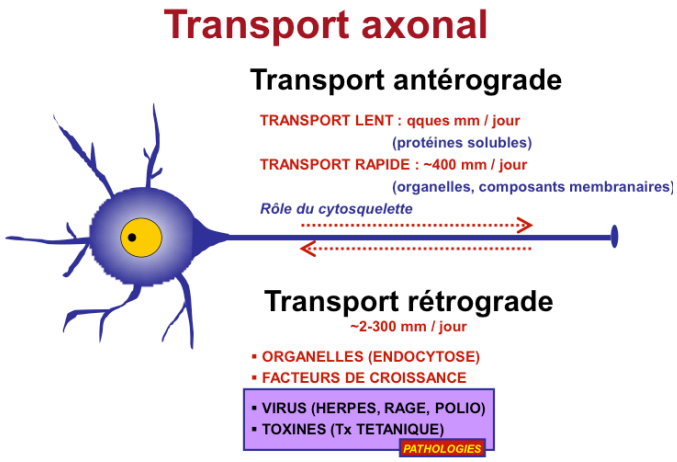
PATHOLOGIES : LESIONS = DEGENERATION – comme pas de capacité de synthèse local

Anatomie

- Zone gachette
- Cône d'implantation
- Segment initial
- Cytoplasme = axoplasme
- Membrane = axolemme
- Arborisation terminale
- Bouton terminal

2.3.3.a. Transport axonal

- Transport antérograde : du corps cellulaire vers la périphérie, le bouton terminale
- Transport rétrograde : la périphérie qui est le bouton terminale vers corps cellulaire



2.3.3.a.1. Transport antérograde

Rôle du cytosquelette

L'information va du corps cellulaire vers la périphérie, le bouton terminale
- TRANSPORT LENT : qques mm / jour (protéines solubles)
- TRANSPORT RAPIDE : ~400 mm / jour (organelles, composants membranaires)

2.3.3.a.2. Transport rétrograde

L'information va de la périphérie qui est le bouton terminale vers corps cellulaire

~2-300 mm / jour

- ORGANELLES repris par le corps (par ENDOCYTOSE)
- FACTEURS DE CROISSANCE – important pour la suivie des neurones, contrôle la synthèse des protéines

Pathologie :

- Virus (herpes, rage, polio) Toxines (tetanique) - Système de transport utilisé par les pathogènes

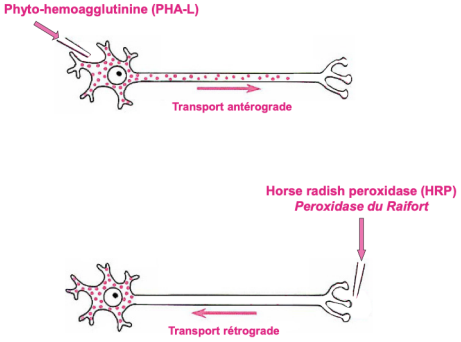
2.3.3.a.3. Le transport axonal de marqueurs permet d'établir les connexions d'un neurone dans un réseau complexe

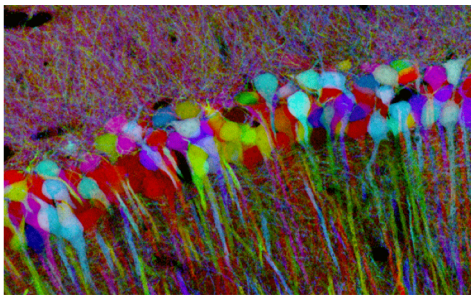
Le transport axonal de marqueurs permet d'établir les connexions d'un neurone dans un réseau complexe- des colorant permet de mettre en lien le corps cellulaire et sa liaison axonal

Type de colorant – injection dans la corps cellulaire

Phyto-hemoagglutinine (PHA-L) voyage par signal de Transport antérograde
Type de colorant – injection dans les boutons terminales
Horse radish peroxidase (HRP) Peroxidase du Raifort voyage par signal de Transport rétrograde

Le transport axonal de marqueurs permet d'établir les connexions d'un neurone dans un réseau complexe



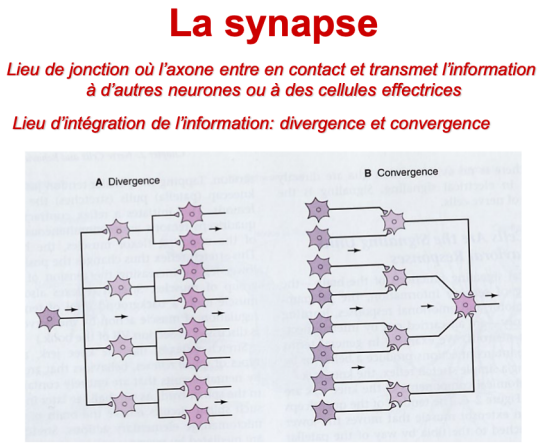


Une nouvelle approche: la souris transgénique « brainbow »
coloration avec transgène de protéine fluorescente : coloration différente à chaque cellule, malgré cela avec les petite branche fine cela est difficile de détermine a quel cellule elle appartient
PBM de mettre en évidence les circuits neuronaux par sa complexe

2.3.4. La synapse (dynamique de la transmission dans les synapses chimiques)

La synapse

- Lieu de jonction où l'axone entre en contact et transmet l'information à d'autres neurones ou à des cellules effectrices
- Lieu d'intégration de l'information: divergence et convergence



La complexité de notre capacité d'élaboration de l'information et sophistiqué est du à la présence de synapse : interruption et transformation entre électrique, chimique et alternance de transformation = beaucoup de possibilité de modification permet élaborer et intégrer les signaux complexes
Modalité complexe d'intégration de l'information
Principe de **divergence** (amplification) :
1 neurone possédant plusieurs boutons terminaux. Les boutons terminaux peuvent se lier, donc faire synapse avec plusieurs cellules différentes l'information amener par une seul cellule peut être transmise a plusieurs autres cellules : principe d'amplification et divergence de l'information (une seule info transmise a plusieurs cellules).
Principe de **convergence** : 1 cellule neurone peut recevoir de l'information qui provient de plusieurs autres cellules (reçoit l'information qui est la combinaison de plusieurs cellules

2.3.4.a Types de synapses

SYNAPSE :
Lieu de jonction où l'axone entre en contact et transmet l'information à d'autres neurones ou à des cellules effectrices

Partie est (pré-synaptique) qui envoit information sous la forme de transmetteur chimique , souvent la partie terminal d'un axone

Partie est (post-synaptique) qui recoit information

Types de synapses

SYNAPSE : Lieu de jonction où l'axone entre en contact et transmet l'information à d'autres neurones ou à des cellules effectrices

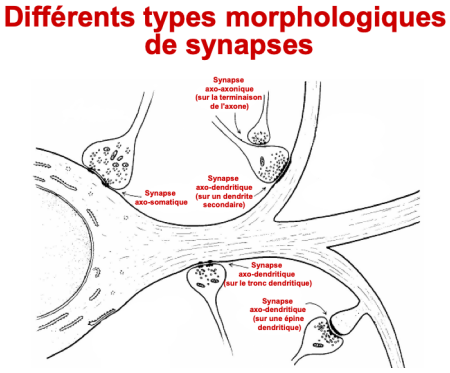
	Entre (pre-synaptique)	et : (post-synaptique)	Synapse:
souvent	Axone →	soma =	axo-somatique
	Axone →	dendrite =	axo-dendritique
	Axone →	axone =	axo-axonique
très rarement	Dendrite →	dendrite =	dendro-dendritique
	Dendrite →	soma =	dendro-somatique
	Axone →	muscle =	neuro-musculaire (jonction neuro-musculaire)
	Axone →	glandes =	neuro-glandulaire

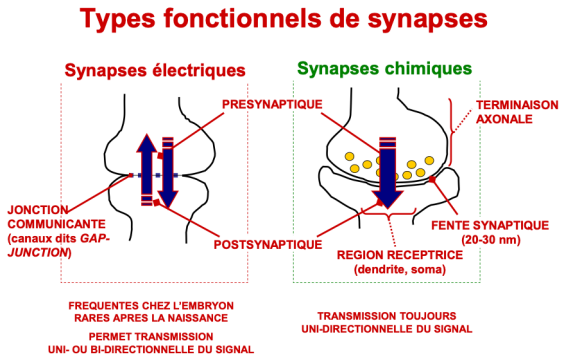
Entre (pré-synaptique)	et (post-synaptique)	synapse
Axone	soma (corps cellulaire)	= axo-somatique
Axone	dendrite	= axo dendritique. (plus souvent)
Axone	axone	= axo-axonique
Dendrite	dendrite	= Dendro- dendrique
Dendrite	soma	= Dendro - somatique
Axone	muscles	= neuro-musculaire (jonction neuro-moteur ou neuro musculaire)
Axone	Glandes	= neuro-glandulaire (sécrétion hormone dans la circulation sanguine)

2.3.4.b. Différents types morphologiques de synapses

Plusieurs modalité au point de vue morphologique
Synapse axo-dendritique (sur un dendrite secondaire)
Synapse axo-dendritique (sur le tronc dendritique)
Synapse axo-dendritique (sur une épine dendritique)

Synapse axo-axonique (sur la terminaison de l'axone) ce qui va influence l'info qui sera transmise par l'axone du synapse Synapse axo-dendritique





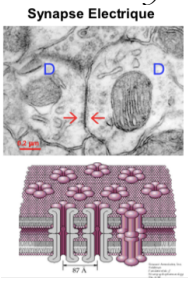
2.3.4.c. Types fonctionnels de synapses

- Synapses électriques
- Synapses chimiques

Les deux possèdent un pré- synaptique et post-synaptique

Les différences sont :
- flux information : directionnelle ou bi-directionnelle / uni- directionnelle
- anatomie pré et post synaptique : jonction communicante, pore/ région sécrétrice de vésicule, fente synaptique et région réceptrice
- transmission d'information : d'un flux électrique / sécrétion de vésicule dans les récepteurs- transmission de neurotransmetteur
- période de la vie : enbryonnaire/ apres naissance

2.3.4.c.1. Synapses électriques

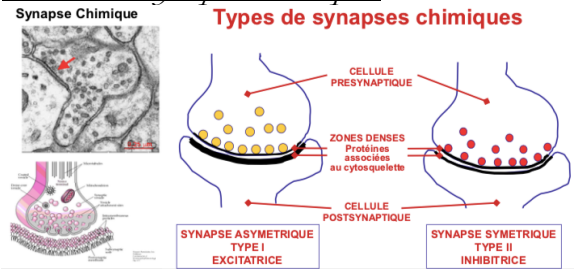


Synapses électriques

JONCTION COMMUNICANTE (canaux dits *GAP- JUNCTION*) - exprime en demi-canal sur la membrane pré- synaptique et l'autre demi-canal sur la membrane post- synaptique. Contact entre les deux cellules. Ensemble ils possèdent un pore central en continuité qui fait passer les ions ou petite molécule (2 kilodalton) ATP, Glucose. Etc…. physiquement une liaison par l'intermédiaire de ces canaux entre la membrane de la cellule pré-synaptique et la membrane de la cellule post- synaptique (théorie de golgi des cellule neuronal)
Observation électronique : zone entre les deux cellules la densité est au centre par l'accumulation des canaux (pore)

Synapses électriques sont rudimentaire plus fréquent dans la période du développement- FREQUENTES CHEZ L'EMBRYON RARES APRES LA NAISSANCE
Caractéristique est que le flux de substance et la transmission est bi-directionnelle PERMET TRANSMISSION UNI- OU BI-DIRECTIONNELLE DU SIGNAL . La seule modalité qui décide de la direction du flux est le gradient électrochimique (passer les ions ou petite molécule (2 kilo dalton) ATP, Glucose, lactate, petite métabolite, Etc….

2.3.4.c.2. Synapses chimiques



Synapses chimiques est le plus présente dans les tissus nerveux après le développement embryonnaire

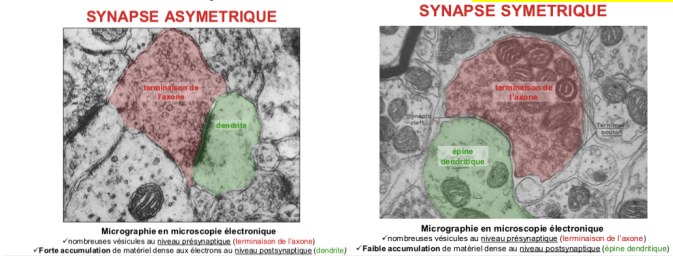
FENTE SYNAPTIQUE (20-30 nm) il y a une interruption petite entre la partie la membrane pré- synaptique et la membrane post- synaptique, absence de continuité.
REGION RECEPTRICE (dendrite, soma)

Le passage des vésicules qui sont contient les molécules neurotransmetteur chimiques, concentre dans la partie pré- synaptique.
Le passage de l'information est toujours de la membrane pré- synaptique vers la membrane post- synaptique- TRANSMISSION TOUJOURS UNI-DIRECTIONNELLE DU SIGNAL

Observation au niveau de la microscopie électronique :
Région plus foncé avec région accumulation de protéine dans la zone membrane pré-synpatique, densité observable
Région moins fonce dans la fente synaptique, moins de présence de protéine

Schémas montre des différences entre deux types de synapse chimique
Observation des zones denses : par accumulation de protéine associée au cytosquelette

TRANSMISSION TOUJOURS UNI-DIRECTIONNELLE DU SIGNAL
-SYNAPSE ASYMETRIQUE TYPE I : Association a la fonction EXCITATRICE
-SYNAPSE SYMETRIQUE TYPE II : Association a la fonction INHIBITRICE



2.3.4.c.2.a. SYNAPSE ASYMETRIQUE TYPE I EXCITATRICE

SYNAPSE ASYMETRIQUE TYPE I : (Gch Schémas) zone post- synaptique plus grande
- Association a la fonction EXCITATRICE

Micrographie en microscopie électronique
- nombreuses vésicules au niveau présynaptique (terminaison de l'axone)

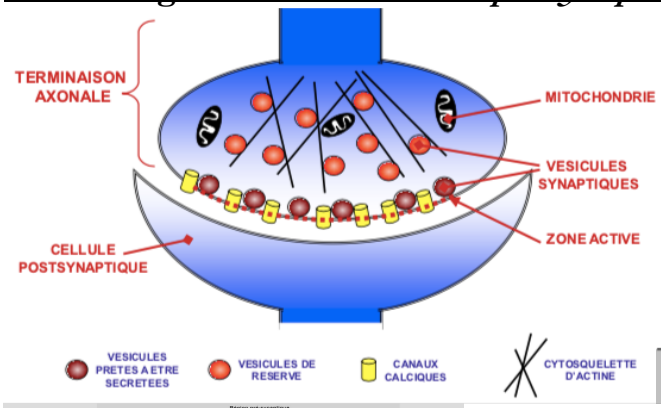
- Forte accumulation de matériel dense aux électrons au niveau postsynaptique (dendrite)

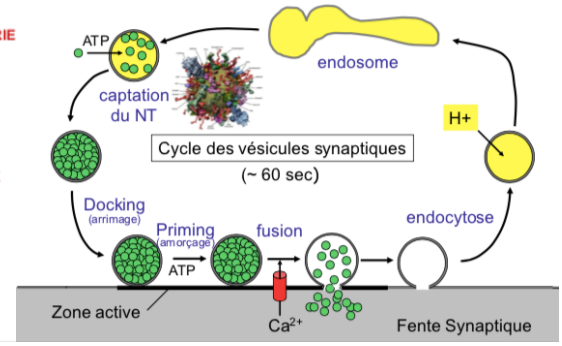
2.3.4.c.2.b. SYNAPSE SYMETRIQUE TYPE II INHIBITRICE

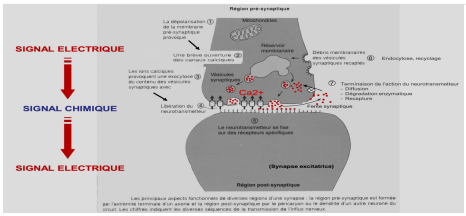
-SYNAPSE SYMETRIQUE TYPE II : (Dt Schémas) observation pas de différence de densité entre zone pré ou post- synaptique
- Association a la fonction INHIBITRICE

Micrographie en microscopie électronique
- nombreuses vésicules au niveau présynaptique (terminaison de l'axone)
- Faible accumulation de matériel dense au niveau postsynaptique (épine dendritique)

2.3.4.d. Organisation des bouton pré-synaptique







Vue plus en profondeur de l'organisation des boutons présynaptiques

Dans la terminaison axonale en pré-synaptique : Ou on retrouve
des mitochondries : parce que beaucoup dépense énergétique par la transmission synaptique- besoin de source d'énergie
des vésicules synaptique : deux états différents avec différents rôle dans la transmission synaptique
- vésicules membranaire synaptique : vésicule prête à être sécréter en petite quantité seulement- sont dans la zone active
- vésicules cytosquelette d'actine : vésicule de réserve sont la grande majorité

zone active : fait partie de la membrane plasmique de l axonale en pré-synaptique
retrouve des vésicules membranaire synaptique prête à être sécréter et des canaux calcique
- donc zone sécréter des vésicules : neuro-transmetteur

des canaux calcique :
- l'entré de calcium a cote des vésicules synaptique
- créant un gradient de calcium qui va déclencher la fusion vésicule avec la membrane et
- donc sécréter des neuro-transmetteur

comprendre l'importance des vésicules synaptique : deux états différents avec différents rôle dans la transmission synaptique
- vésicules membranaire synaptique : vésicule prête à être sécréter en petite quantité seulement- sont dans la zone active
- vésicules cytosquelette d'actine : vésicule de réserve sont la grande majorité, qui doivent être encore activé avant d'etre sécreté

2.3.4.d.1. les cycles d'une vésicules synaptique

les cycles d'une vésicules synaptique
vésicules contient environ 200 types de protéines important pour la trafic :
- la vésicule se déplace vers la membrane plasmique
- sortir de la membrane plasmique
- système de captation qui fait renter les neuro-transmetteur en intérieur lors de la présence d'un gradient ionique (contre le gradient ionique) dans l'environnement extra-vésiculaire la concentration est plus petite – concentration de molécule et pour faire renter beaucoup de molécule il faut aller contre le gradient- gradient autre favorable de type PH

A.Vésicule remplit de molécule de neuro-transmetteur , quantité défini (ex : glutamate dans les petite vésicule est d'environ 5000 molécule protéine
B. Vésicule doit fusionné avec la membrane avant d'être sécréter – DOCKING (arrimage) lier a la membrane- dans la zone active
C. PRIMING (amorçage) processus qui demande de la présence ATP

D. Lors vague de potentiel d'action qui arrive a la membrane pré-synaptique, les canaux calcique sont sensible a la variation de voltage – ouverture des canaux par activation senseur voltage calcique - le gradient de calcium est favorable a l'entré du calcium – entrant en grande concentration a la proximité des vésicules .
E. Les vésicules ont sur leur membrane des senseur voltage calcique, ce qui déclenche de modification conformationnelle des vésicules- déclenchant le phénomène de fusion de la membrane de la vésicule avec la membrane plasmique – ouverture d'un pore qui permet la sorti des molécule de neuro-transmetteur dans la fente synaptique
pendant de la sécretion des neuro-transmetteur, il y a diminution de l'acidification de la vésicule parce que mi en contact avec l'environnement extracellulaire (fente synaptique) pH de 7,4

F. Apport d'un signal au niveau de la fente synaptique qu'il y a des récepteurs pour ces neuro-transmetteur……

G. Fin de la sécrétion du contenu de la vésicule vidé de son contenu. Mécanisme (**endocytose**) qui détache la vésicule de la membrane plasmatique
Attention sur le fait que la vésicule est normalement acidique – environnement interne de la vésicule est acide- pH 5,5 . Environnement extracellulaire (fente synaptique) pH de 7,4-

- Besoin de réacidifié avec des pompes protonique qui fait rentré des protons dans la vésicule pour lui faire reprendre son pH - pour faire renter beaucoup de molécule il faut aller contre le gradient- gradient autre favorable de type pH pour donner la force de faire entre des neurotransmetteur contre gradient

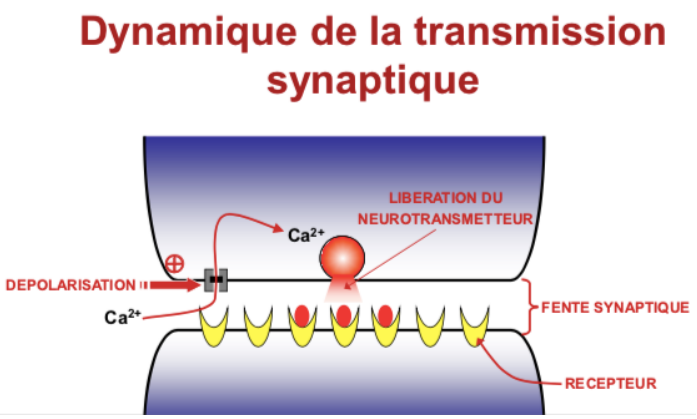
H. renvoyer aux organelles (**endosome**) présent au niveau des terminaison, comme une partie de la membrane vésiculaire a fusion avec la membrane plasmique, on a besoin lors que récréer une nouvelle membrane vésicule avec tous les besoins de protéine pour le bon déroulement du trafic- besoin de tous le répertoire protéique pour les cycles- le passage dans l'endosome est de remettre sur la membrane les protéines nécessaires

I. Vésicule prête a CAPTATION du NT (neuro-transmetteur) par l'intermédiaire des transporteur spécialisé ce phénomène ce fait avec de ATP et exploite les gradient favorable protonique retrouver une vésicule remplit de son pol de (neuro-transmetteur) pour commencer un autre cycle

Environ 60 sec pour une cycle complet- perte important au niveau synaptique
Parce qu'un signale qui se passe au niveau des cellule sont de l'ordre de milliseconde

Donc besoin de vésicule en réserve pour substituer le pol qui a été sécréter
Pour la rapidité de transmission , besoin d'un grand pol de réserve de vésicules cytosquelette d'actine (90 a 95 % de vésicules ont en réserve)

2.3.4.d.2. Dynamique de la transmission synaptique



Dynamique de la transmission synaptique

…….F. Apport d'un signal au niveau de la fente synaptique qu'il y a des récepteurs pour ces neuro-transmetteur……

Information d'intégrer au niveau de la zone gâchette au départ de l'axone pour générer un potentiel d'action
La transmission du potentiel d'action se fait ON/OFF- (tout ou rien) le signal reste le même jusqu'à la terminaison

DEPOLARISATION – vague de dépolarisation qui arrive à la terminaison et
ressent par des canaux calciques qui sont senseur voltage (voltage dépendant)
lors de dépolarisation du canal, le canal change de conformation et s'ouvre
La calcium qui est plus concentrer au niveau de la fente synaptique- milieu extracellulaire à proximité des vésicules

Le calcium déclenche LIBÉRATION DU NEUROTRANSMETTEUR

ces neuro-transmetteur vont aller se fixer sur des récepteurs de la membrane post-synaptique
transmission du signal dans la cellule au niveau de la membrane post-synaptique

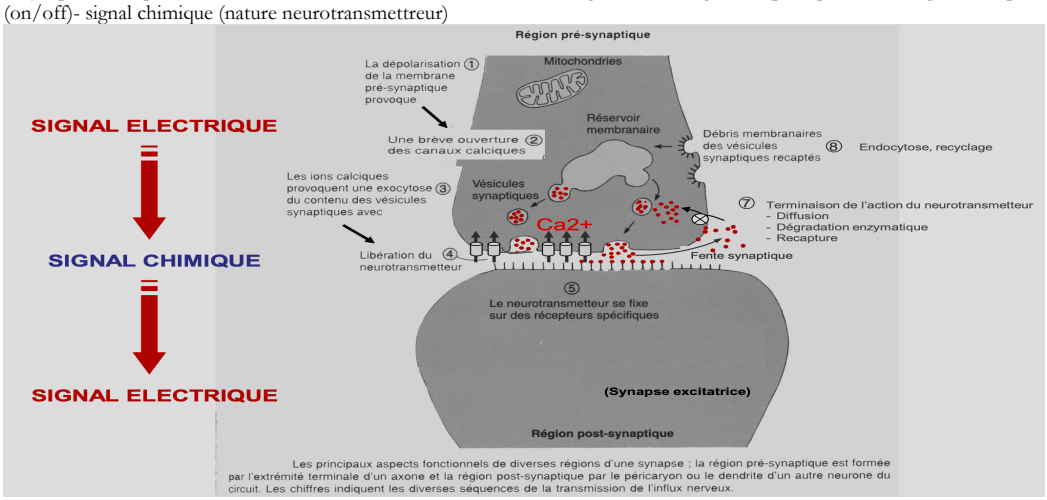
2.3.4.e.1. DYNAMIQUE DE LA TRANSMISSION DANS LES SYNAPSES CHIMIQUES

Ce phénomène de transmission chimique entraine

Transformation d'un signal électrique cellule pré-synaptique (potentielle d'action) en signal chimique (nature neurotransmettreur) qui devra reconstituer un signal électrique dans la cellule post-synaptique (potentiel synaptique)

Le signal de la cellule post-synaptique n'est pas le même que le signal de la cellule pré- synaptique
- potentielle d'action qui ouvre les canaux calcique
- potentiel synaptique : est un petit signal qui peut être **inhibiteur et excitateur** selon la nature du neurotransmettreur

la synapse chimique a un rôle fondamentale dans la modification des signaux et l'intégration (perceptions) des signaux du potentiel d'action (on/off)- signal chimique (nature neurotransmettreur)



Action du neurotransmetteur doit être terminé selon 3 modalités selon de type de synapse : terminaison de l'action du neurotransmetteur
- Diffusion
- Dégradation enzymatique
- Recapture

Comme beaucoup de neurotransmetteur dans un espace minime la fente, donc concentration très haute

Diffusion
Le processus de fixation réversible des molécules de neuro transmetteur avec les récepteurs post synaptique provoque un effet de dilution et diffusion de neuro transmetteur en dehors de la fente synaptique.
Comme les récepteurs ont une certaine affinités la diffusion qui va entrainer une dilution dans certain cas suffit pour terminer l'activité des neuro transmetteur

- Dégradation enzymatique
neuro transmetteur en dehors de la fente synaptique pour le synapse qui utilise acétylcholine,
des enzymes spécifiques vont couper les molécules acétylcholine, cataboliser de manière enzymatique leur action

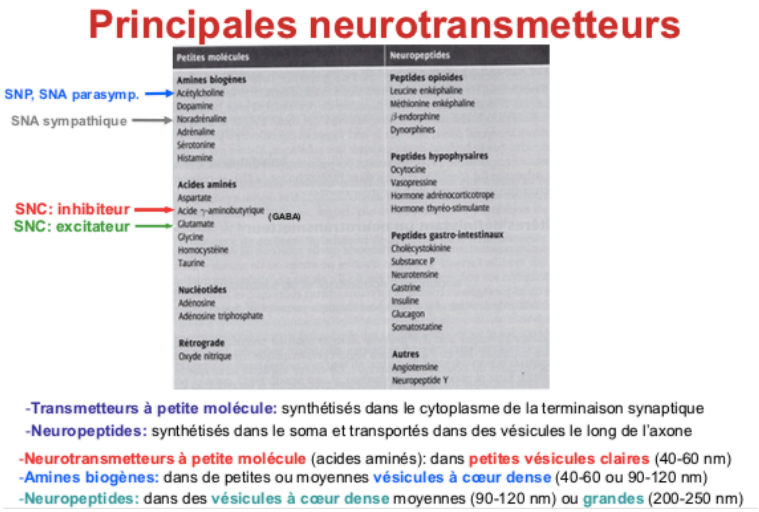
- Recapture
neuro transmetteur en dehors de la fente synaptique sera recapté
qui se fait au niveau
- de la pre-synapse
- des cellules astrocytaire (les cellules gliales qui sont a coté des synapses)

2.3.4.f. Principales neurotransmetteurs

petit signal qui peut être **inhibiteur et excitateur** selon la nature du neurotransmettreur : variation du type de molécules sécrété
deux grande familles (passage d'information est une balance entre inhibition et excitation)

1. **Transmetteurs à petite molécule:** dans la terminaison synaptique les molécules sont synthétisés dans le cytoplasme
   - Acide aminé (plus de 80 % des synapse du SNC utilise GABA ou glutamate)
     a. SNC inhibiteur : **GABA**- acide gamma aminobitérique (à retenir examen)
     b. SNC excitateur : **Glutamate** (à retenir examen)
   - Amine biogène- Dérivé Acide aminé-
     a. SNP, SNA parasympathique : **Acétylcholine** (à retenir examen)
     b. SNA sympathique : **Noradréaline** (à retenir examen)
   - Nucléotides
   - rétrograde
2. **Neuropeptides:** les protéine sont synthétisés comme précurseur dans le soma (corps cellulaire) et transportés dans des vésicules le long de l'axone vers la terminaison axonal– fragment de protéine d'un certain séquence d'acide aminé (3 a 40)-

On retrouve des neurotransmetteurs de taille très différente et on retrouve des vésicules très différentes, avec coloration différents microscopie
Intérogénéite des vésicules
-Neurotransmetteurs à petite molécule (acides aminés- GABA et Glutamate): dans **petites** vésicules **claires** (40-60 nm)
-Amines biogènes: dans de petites ou moyennes vésicules à **cœur dense** (40-60 ou 90-120 nm)
-Neuropeptides: dans des vésicules à cœur **dense** moyennes (90-120 nm) ou **grandes** (200-250 nm)



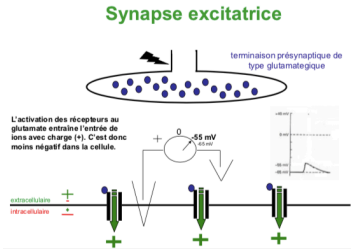
-**Transmetteurs à petite molécule:** synthétisés dans le cytoplasme de la terminaison synaptique
-**Neuropeptides:** synthétisés dans le soma et transportés dans des vésicules le long de l'axone
-**Neurotransmetteurs à petite molécule** (acides aminés): dans **petites vésicules claires** (40-60 nm)
-**Amines biogènes:** dans de petites ou moyennes **vésicules à cœur dense** (40-60 ou 90-120 nm)
-**Neuropeptides:** dans des **vésicules à cœur dense** moyennes (90-120 nm) ou **grandes** (200-250 nm)

2.3.4.f.1. Synapse asymétrique- excitatrice

la signal qui est reconstituer au niveau post synaptique sont différents selon transmission du signal selon le synapse asymétrique -excitatrice :
Signal **excitateur (positif est une petite dépolarisation) favorise le passage de l'information**

Transmetteurs à petite molécule: dans la terminaison synaptique les molécules sont synthétisés dans le cytoplasme

- Acide aminé SNC excitateur : **Glutamate**
- Amine biogène- Dérivé Acide aminé- SNA sympathique : **Noradréaline**



la mesure de différence de potentiel est de -65 mV(charge négative est plus concentre au sein de la cellule que a l'extérieur)

terminaison présynaptique de type glutamategique
- lorsque arrive du potentiel d'action du synapse excitatrice les molécule de glutamate sont relâcher dans la fente synaptique et se fixe sur des récepteur canaux
- lors de la fixation du glutamate entraine un changement conformationnel- le pore s'ouvre et fait entré de cation(sodium ou calcium) dans la membrane plasmique -intérieur de la cellule (charge positive qui entre dans la membrane post synaptique)
pour cette raison création d'un potentiel éléctique excitateur post synaptique
Enregistrement Dépolarisation transitoire locale

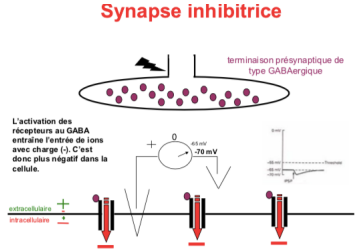
L'activation des récepteurs au glutamate entraîne l'entrée de ions avec charge (+).
C'est donc moins négatif dans la cellule.

2.3.4.f.2. Synapse symétrique- inhibitrice

La signal qui est reconstituer au niveau post synaptique st différent selon transmission du signal selon le synapse symétrique -inhibitrice :
Signal **inhibitrice (négatif est une petite hyperpolarisation du potentiel de membrane) défavorise le passage de l'information**

Transmetteurs à petite molécule: dans la terminaison synaptique les molécules sont synthétisés dans le cytoplasme

- Acide aminé SNC inhibiteur : **GABA**- acide gamma aminobitérique
- Amine biogène- Dérivé Acide aminé- SNP, SNA parasympathique : **Acétylcholine**



la mesure de différence de potentiel est de -65 mV(charge négative est plus concentre au sein de la cellule que a l'extérieur)
terminaison présynaptique de type GABAenergique
- lorsque arrive du potentiel d'action du synapse inhibitrice les molécule de GABA sont relâcher dans la fente synaptique et se fixe sur des récepteur canaux

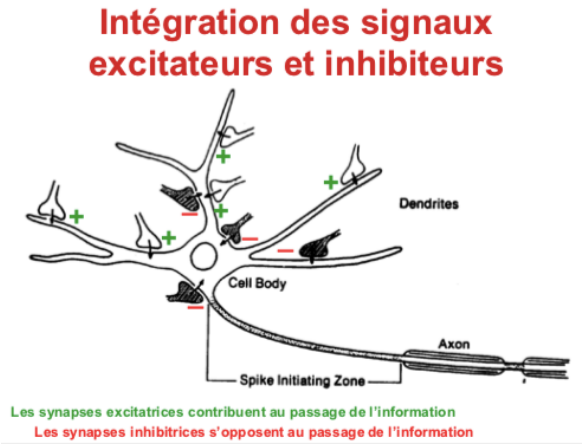
- lors de la fixation du GaBA entraine un changement conformationnel- le pore s'ouvre et fait entré de anion(chlorure a charge negative) dans la membrane plasmique -intérieur de la cellule (charge négative qui entre dans la membrane post synaptique)
pour cette raison création d'un potentiel inhibiteur post synaptique
Enregistrement Hyperpolarisation transitoire locale

L'activation des récepteurs au GABA entraîne l'entrée de ions avec charge (-).
C'est donc plus négatif dans la cellule.

2.3.4.g. Intégration des signaux excitateurs et inhibiteurs

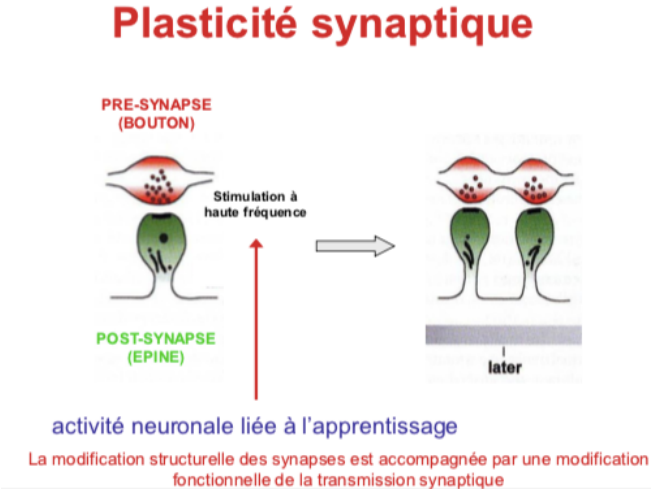
Les neurones ont beaucoup de contact synaptique
Imaginer les contacts (zone réceptrice de la cellules) aux niveau des branche dendritique et épines, etc..
A un certain moment une cellule neuronale peut recevoir beaucoup de signaux qui provient de d'autre cellule, certain excitateur et d'autre inhibiteur.
Chacun des signaux modifient le potentiel de la membrane a l'endroit ou il sont générer pour s'intégrer au niveau de la zone gâchette
Observation de la distance et l'intensité des signaux sur l'arrive sur la zone gâchette : **accumulation va détermine si l'information passage ou non** par l'atteinte d'une valeur seuil

- Les synapses excitatrices contribuent au passage de l'information – atteinte de la valeur seuil
- Les synapses inhibitrices s'opposent au passage de l'information – diminuion de la valeur seuil



2.3.4.h. Plasticité synaptique

Plasticité synaptique est activité neuronale liée à l'apprentissage
pour comprendre (qté de potentiel d'action mise en jeu) et fixe/retenir l'information, il faut atteindre un niveau d'activité neuronal è haute fréquence- cela se traduit pas de modification structurelle et fonctionnelle
La modification structurelle des synapses est accompagnée par une modification fonctionnelle de la transmission synaptique



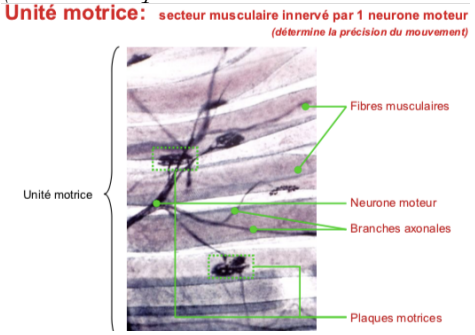
Transformation physique des synapses = plasticité synaptique (augmentation ou diminution)
ingrame- par une trace physique intérieur du cerveau des information apprise
Passage de 1 a deux synapses -renforcement de la transmission entre circuit qui était actif au moment ou essayer d'apprendre des informations

2.3.4.i. Synapses neuromusculaires ou jonctions neuromusculaires

Elles ont la même structure de base des autres synapses chimiques, mais avec des modifications

2.3.4.i.1. Unité motrice

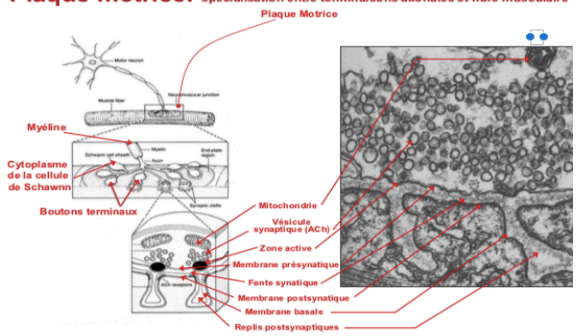
Unité motrice: secteur musculaire innervé par 1 neurone moteur - formation de jonction neuro-musculaire *(détermine la précision du mouvement* en fonction du secteur qui sera innerver par chaque jonction neuro-moteur*)*



Un seule axone peut créer la contraction de plusieurs fibres musculaires (choisir la quantité de fibre stimuler en fonction de la précision du mouvement et groupe musculaire)
Lors précision mvt chaque fibre sera innerver par un motoneurone distingue- pour contrôle de manière fine le mvt

2.3.4.i.2. Plaque motrice

Plaque motrice(jonction neuro-musculaire) :spécialisation entre terminaisons axonales et fibre musculaire

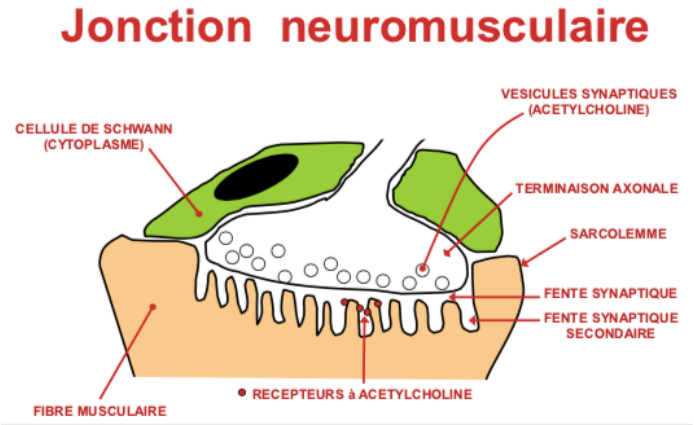


Autour de l'axone présence de gaine de myéline, au niveau du SNP , cellule de schwann

Observation au niveau unité plaque motrice

- Mitochondrie
- Vésicules synaptique (Ach)- neurotransmetteur est acétylcholine
- Zone active -ou vésicule attache a la membrane pre-synaptique -prete a etre sécreter
- Fente synaptique : avec la présence de fente synaptique secondaire
- Fente synaptique secondaire : caractéristique de la fente neuro-musculaire- avec un grande invagination membrane post-synaptique (qui ne se retrouve pas dans le SNC

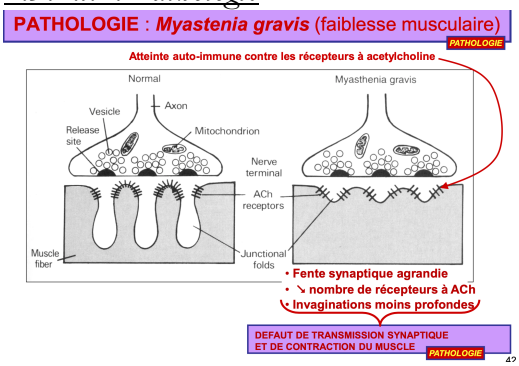
2.3.4.i.3. Jonction neuromusculaire



Les boutons terminaux sont recouverts de cellule de schwann
Autour de l'axone présence de gaine de myéline, au niveau du SNP , cellule de schwann

Avantage de la structure d'avoir des replis membranaires augmentent la surface par la présence de la fente synaptique et fente synaptique secondaire augmente l'espace pour les récepteurs acetylcholines
la présence de beaucoup de récepteur acétylcholine sur la sarcolemme- pour le déclenchement de la contraction musculaire

2.3.4.i.4. Pathologie



Myastenia gravis (faiblesse musculaire) altération au niveau de la jonction neuro-musculaire

Atteinte auto-immune contre les récepteurs à acetylcholine – sécrétion anticoprs contre les récepteur acetylcholine au niveau de la jonction neuro-musculaire

- Fente synaptique élargie (distance plus large de la fente synaptique entre pre-synaptique et les récepteurs)
- ↘ nombre de récepteurs à ACh (diminution du nombre de recepteur disponible)
- Invaginations moins profondes (moins de surface pour exprimer les récepteurs)

PATHOLOGIE :

DEFAUT DE TRANSMISSION SYNAPTIQUE ET DE CONTRACTION DU MUSCLE

2.3.5. Le cytosquelette

2.3.5.a. Les rôles cytosquelette

Le cytosquelette du neurone :

RÔLE STRUCTURAL

- Constitue un échafaudage qui permet de maintenir l'architecture de la cellule.

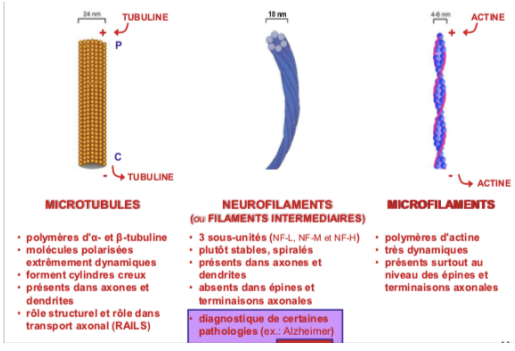
RÔLES DYNAMIQUES

- Participe au transport axonal.
- Participe à la régulation de l'exocytose.
- Dans le modification du synpase

2.3.5.b. Constitution du cytosquelette

Le cytosquelette est constitué par: diamètre

- Les microtubules 25 nm
- Les neurofilaments « 10 nm
- Les microfilaments « 5 nm



2.3.5.b.1. Les microtubules

- polymères d'**α**- et **β**-tubuline

- molécules polarisées , extrêmement dynamiques : polymère est en équilibre instable et des monomère qui s'ajoute constamment présence de deux pole de la cellule (pole positif périphérie, ajoute de la tubuline et pole négatif au centre, enleve de la tubuline)
- forment cylindres creux
- présents dans axones et dendrites
- rôle structurel et rôle dans le transport axonal(rails) : structure qui fait voyager les composants cellulaires

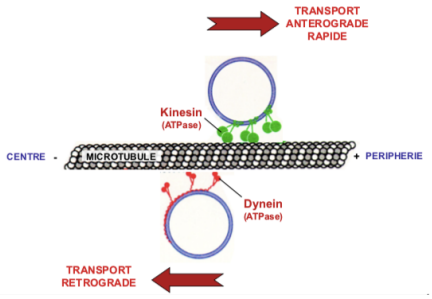
2.3.5.b.2. Les neurofilaments ou FILAMENTS INTERMEDIAIRES

• 3 sous-unités (NF-L, NF-M et NF-H) : taille NH-Low, medium, high
• plutôt stables, spiralés : structure la plus compact au niveau neuronal
• présents dans axones et dendrites
• absents dans épines et terminaisons axonales – donc moins dynamique

Pathologie : diagnostique de certaines pathologies (ex.: Alzheimer) altération de la structure qui cause des trouble fonction dans des circuits- trouble dans encodage de la mémoire

2.3.5.b.3. Les microfilaments

- polymères d'actine
- très dynamiques : présence de deux pole de la cellule (pole positif ajoute de la actine et pole négatif enlève de la actine)
- présents surtout au niveau des épines et terminaisons axonales – zone de modification structurelle



Polarité négatif vers le corps cellulaire
Polarité positive en périphérie vers la terminaison

Les organelles qui voyage avec transport antérograde (rapide)vers la périphérie
- rattacher par avec les molécules du microtubule par intermédiaire de la **kinésine et ATPase**
- utilisation d'énergie pour faire voyager les organelles

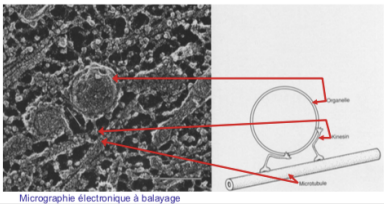
Les organelles qui voyage avec transport retrograde (lent)vers le corps (soma)
- rattacher par avec les molécules du microtubule par intermédiaire de la **Dynéin et ATPase**
- utilisation d'énergie pour faire voyager les organelles

2.3.5.c. Transport antérograde rapide de vésicules par l'intermédiaire de la kinesine

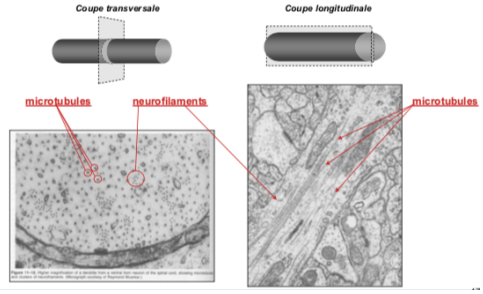
Transport antérograde rapide de vésicules par l'intermédiaire de la **kinesine**

Les organelles qui voyage avec transport antérograde (rapide)vers la périphérie
- rattacher par avec les molécules du microtubule par intermédiaire de la **kinésine et ATPase,** par leur pied
- utilisation d'énergie pour faire voyager les organelles

Transport antérograde rapide de vésicules par l'intermédiaire de la kinesine

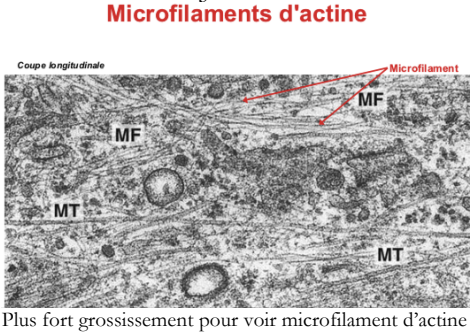

Micrographie électronique à balayage

2.3.5.c.1. microtubules et neurofilaments



Microtubule plus grand
Neurofilament plus petit

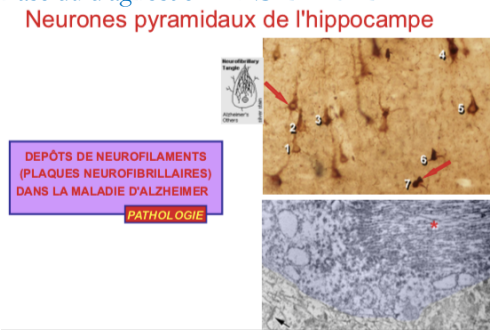
2.3.5.c.2. Microfilaments d'actine



Plus fort grossissement pour voir microfilament d'actine

2.3.5.c.3. Neurones pyramidaux de l'hippocampe

Pathologie :
DEPÔTS DE NEUROFILAMENTS (présence de PLAQUES NEUROFIBRILLAIRES- dépot de neurofilament altérer)
Base du diagnostic DANS LA MALADIE D'ALZHEIMER

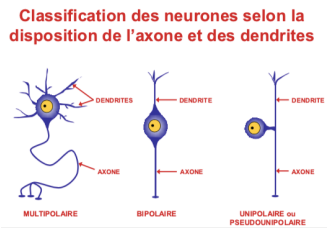


Cellule pyramidal présence dans la région de l'hypocampe : région pour l'encodage de la mémoire

2.4 Classifications

2.4.a. Classification des neurones selon la disposition de l'axone et des dendrites

- MULTIPOLAIRE : beaucoup de dendrite et 1 seul axone (moto-neurone)
- BIPOLAIRE : 1 seul dendrite et 1 seul axone
- UNIPOLAIRE ou PSEUDOUNIPOLAIRE : majorité des neurones sensoriel amène information de la peau vers la moelle ont cette structure



2.4.b. Classification des neurones selon la fonction

Neurones moteurs : connexion avec muscles ou glandes
(HABITUELLEMENT MULTIPOLAIRES)

Neurones sensitifs : connexions entre zones sensitives et SNC
(UNIPOLAIRES)

Interneurones : connexions locales dans le SNC
(SOUVENT BIPOLAIRES)

3. LES CELLULES GLIALES

Les cellules gliales ou névroglie (glie = colle)

Système nerveux périphérique (SNP):
- Cellules de Schwann
- Cellules satellites ganglionnaires

Système nerveux central (SNC):
- Oligodendrocytes : MACROGLIE
- Astrocytes : MACROGLIE
- Microglie : MACROGLIE
- Cellules épendymaires

3.a. Quelles sont les fonctions de la glie?

On a peu étudié les cellules gliales jusqu'à il y a quelques années, car leur importance dans la fonction du système nerveux n'était pas aussi claire que celle des neurones.
En conséquence on a longtemps sous-estimé leurs rôles: on pensait que les cellules gliales étaient seulement des cellules de soutien structurel et métabolique, incapables de traitement et de transmission des informations.
Aujourd'hui on a commencé à étudier avec plus d'attention les cellules gliales.
Les données les plus récents indiquent que les cellules gliales et les neurones sont extrêmement **interdépendants** et s'influencent mutuellement dans leur développement et leur fonction.
Des cellules gliales comme les **astrocyte**s échangent beaucoup de signaux avec les neurones.
Apparemment elles sont capables de reconnaître les informations reçues des neurones, de les traiter et d'émettre des réponses (par exemple, la relâche de transmetteurs chimiques) qui **modifient les fonctions des neurones**. Les **astrocytes échangent des signaux régulateurs** aussi avec les vaisseaux. Participent à la performance- interposé avec les vaisseaux donc change les signaux comme des régulateurs (activité neuronal et apport énergétique du système) interpédendant de la circulation du sang au niveau SNC

3.b. Différences principales entre neurones et glie

- Neurones et glie ont la même origine embryonnaire (**ectodermique**) d'ou importance de la régression des cellules de la glie vers des cellules souches, phénomène de neurogénèse chez l'adulte
  - sauf la microglie qui est d'origine du **mésoderme**
- Les neurones ont un axone et des dendrites ; les cellules gliales n'ont pas d'axone ; elles ont des prolongements de forme variable appelés « processus »
- Les neurones génèrent et conduisent des influx nerveux (***potentiels d'action***) : donc, ils possèdent une excitabilité électrique; les cellules gliales ne sont pas électriquement excitable (pas de potentiel d'action) excitation chimique avec la signalisation par l'intermédiaire de médiateur chimique.
- La plupart des neurones communiquent entre eux par des synapses chimiques; les cellules gliales n'ont pas des synapses chimiques bien définies; par contre elles sont souvent mises en réseau par des jonctions communicantes (***gap junctions***) les cellules gliales forment de grand réseau
- Les neurones sont incapables de se diviser (***amitotiques***); **les cellules gliales sont dans un état post-mitotique temporaire**: elles peuvent **recommencer à se diviser** dans des situations particulières: par exemple, par réaction à des lésions ou par transformation tumorale. En effet, beaucoup des tumeurs du système nerveux sont d'origine gliale (***gliomes, astrocytomes, schwannomes, etc...)*** pathologie

- Les neurones sont dans un état terminal de différenciation; les **cellules gliales apparemment peuvent se de-différencier**. Des théories récentes indiquent que les cellules gliales sont à la base du processus de neurogenèse chez l'adulte (**astrocyte**)

3.1 Cellules gliales du SNP

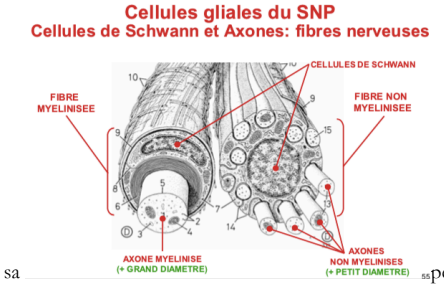
3.1.1 Les cellules de Schwann

Cellules gliales du SNP Cellules de Schwann se met autour des Axones et forment des fibres nerveuses

Cellules de Schwann se met autour des Axones par 2 modalités

Fibre myélinisée : formation de la gaine de myéline autour de l'axone, sont noyau est en périphérie, axone de grand diamètre, calibre

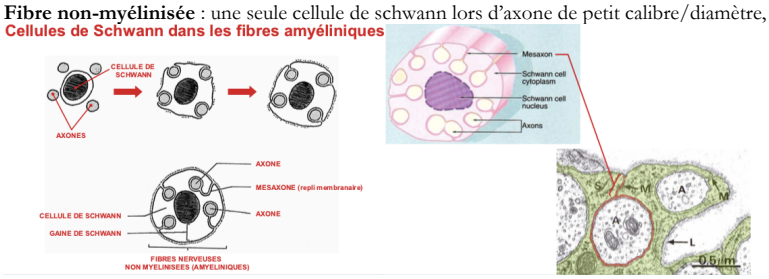
Fibre non-myélinisée : une seule cellule de schwann lors d'axone de petit calibre/diamètre, le noyau se place au centrale avec plusieurs axone en sa périphérie



3.1.1.a. Cellules de Schwann dans les fibres amyéliniques

Cellules de Schwann dans les fibres amyéliniques

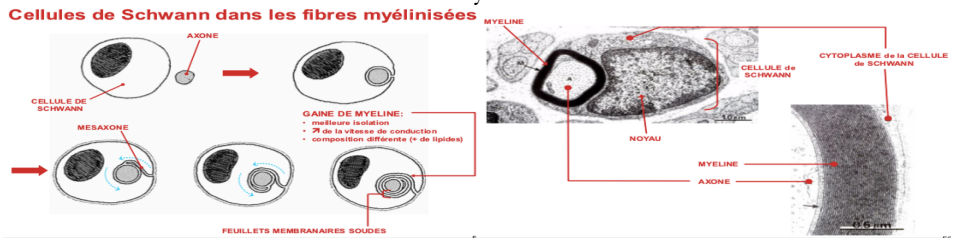
Fibre non-myélinisée : une seule cellule de schwann lors d'axone de petit calibre/diamètre, le noyau se place au centrale avec plusieurs axone en



Une cellule seule de schwann avec plusieurs petit calibre axone,
La cellule de schwann est au centre et va incorpore par sa gaine de myéline en périphérique les axones, formant des invaginations (mesaxones).
La gaine de schwann recouvrent les différent axone par sa membrane plasmique, présence de repli membranaire comme un invagination ou l'axone se trouve (mesaxones).

3.1.1.b. Cellules de Schwann dans les fibres myélinisées

Cellules de Schwann dans les fibres myélinisées

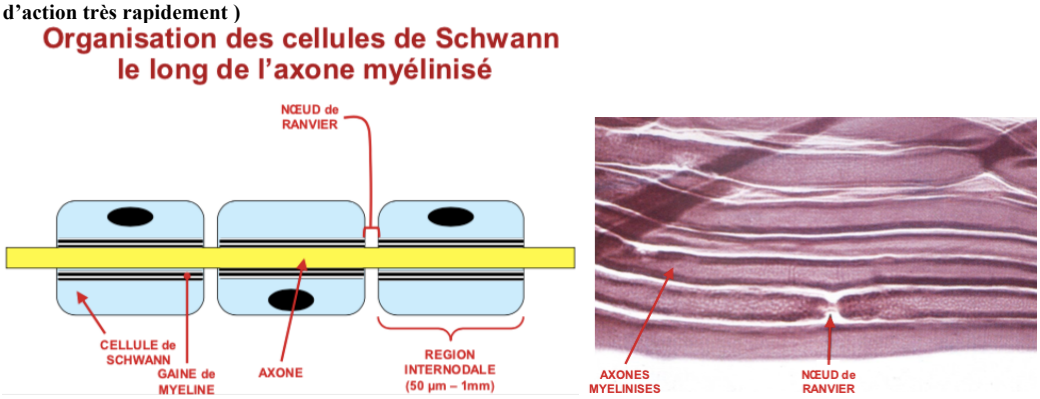


Une cellule seule de schwann avec un grand calibre d'axone
La cellule de schwann est en périphérie de l'axone et va incorpore par sa gaine de myéline les axones, formant des invaginations (mesaxones).
Enroulement de la mesaxones autour de l'axone plusieurs fois (10 a 100) feuillets membranaire (étroit) soudes= **gaine de myéline**

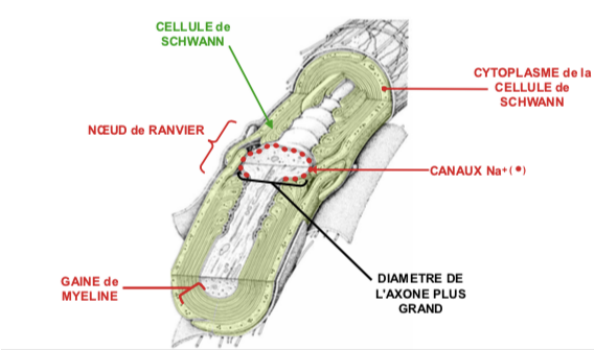
La présence de gaine de myéline apporte
- meilleur isolation- pour le transport influx électrique
- augmentation de la vitesse de conduction
- composition lipidique et protéique différente - propriété différente

3.1.1.b.1. Organisation des cellules de Schwann le long de l'axone myélinisé

Une cellule de schwann a une taille définit, elle ne peut pas recouvrir tout le long l'axone.
Recouvre de manière individuelle un segment de l'axone : **région internosale** (50 nm a 1 mm)
Entre les segments pas de myéline, une espace -GAP- nomme ; **Noeud de Ranvier** (est la structure cle pour **faire passer le potentiel d'action très rapidement)**

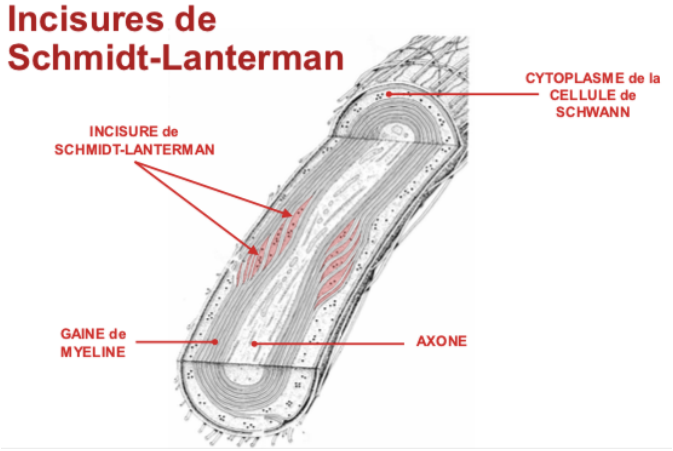


3.1.1.b.1.a. Nœuds de Ranvier



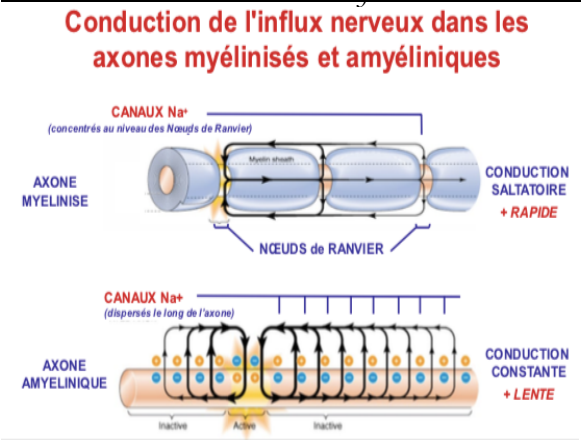
La structure du Nœud de Ranvier ou l'axone est grande- large que les autres partie ,
concentration dans cette zone sur l'axone des canaux sodique, important pour générer un champs électrique favorisant le passage de potentiel d'action

3.1.1.b.1.b. Incisures de Schmidt-Lanterman



Gaine de myéline est très étroite au niveau -autour de l'axone
Endroit au moins étroite formant incisures de schmidt-lanterman
Pour favorise le passage métabolique de substance entre le cytoplasme de la cellule schwann et l'axone
- Passage des déchets

3.1.1.b.2. Conduction de l'influx nerveux dans les axones myélinisés et amyéliniques



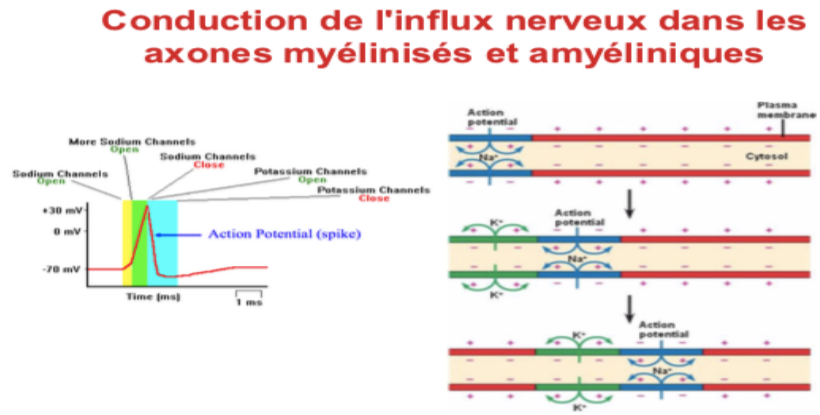
Le conduction de l'influx nerveux dans une axones myélinisé

La conduction est plus rapide dans une axone myélinisé = La **conduction saltatoire** rapide
Par ce que les canaux NA+- sodique- qui sont responsable du déclenchement du potentiel d'action
canaux NA+ sont concentrer au niveau du nœud de Ranvier (fort quantité présent) donc la vague de dépolarisation (le champ électrique générer) qui est générer au noeud de ranvier va rencontre un segment myélinisé qui n'est pas conductive.
Le segment sera sauter directement par le champ électrique- la propagation se réalise d'un nœud de ranvier a l'autre
Cette conduction va 10 % plus vite que la conduction au niveau des les fibre amyéliniques

Conduction de potentiel d'action est un phénomène de tout ou rien (on/off)
Départ de la zone gâchette et va vers la terminaison, avec la même taille, entité de dépolarisation
Besoin de passer tout le long de l'axone
Dans les fibes myélinés cela va 100% plus vite que les fibre amyélinique
Cette rapidité est du au **saut** entre chaque segment internodale et passage au niveau du nœud de Ranvier = conduction saltatoire plus rapide
Le champ électrique est suffisament grand par la présence de Noeud de Ranvier (canaux sodique) pour permet ce saut
Les information sensoriels urgente sont distribuer plus rapidement (ex :sensation de dlr- alarme -demande une réponse immédiate)

Les fibre amyélinique conduction constante est plus lente (sans la présence de cette gaine) la présence de canaux sodique tout le long de l'axone fait qu'il y a dépolarisation d'un canal a l'autre- dépolarisation se fait d'une manière constante d'un segment a l'autre donc plus long- et lent

Avec cette stratégie fonctionnelle l'information sensorielle peut être distribuer dans le temps : le chose les plus urgentes ex : la douleur , demandant une réponse immédiate va se réaliser dans les fibre les plus rapides. Par contre d'autre type d 'information sensoriel pourrais voyager de manière plus constante te plus lente.



Observation du potentiel d'action

Observation du potentiel d'action avec sa valeur seuil
Dans une cellule neuronal est de l'ordre de -65 mV a -70 mV
- Il faut donc attendre une valeur seuil dans la zone gâchette pour l'ouverture des canaux sodique voltage dépendant responsable de la grande dépolarisation (soit environ 100 mV)
Valeur seuil dans la zone gâchette de 30 mV, pour création d'un potentiel d'action

- Ouverture des canaux potasique de la cellule entraine une repolarisation (augment la concentration (a l'intérieur NA) et (a l'extérieur K), revenir en électo negatif pour reprendre la valeur de base)
- Le potentiel de membrane devient électo negatif pour reprendre la valeur de base

Pour générer au autre potentiel d'action, cela n'est pas la situation idéal parce que (a l'intérieur de la cellule plus de NA-sodium) et (a l'extérieur de la cellule plus de K-potasium)
Il faut donc réintégration des gradients ioniques
Besoin de réintégration des gradient ionique par une pompe : **Pompe potasium-calcium ATP ase (**diminuer la concentration (a l'intérieur NA) et (a l'extérieur K) de la cellule, cela se fait segment pas segment- vague se propage le long de l'axone
Pompe potasium-calcium ATP ase, va remettre le sodium l'extérieur et le potasium à l'intérieur

Ce processus se passe le long de l'axone, d'un petit segment a l'autre, et puis le suivant…..
De cette manière propagation de la vague le long de l'axone
Depolarisation - entré de sodium, puis ouverture des canaux dans le segment suivant
Apres la fort dépolarisation : ouverture des canaux potasique = **Repolarisation**
Repolarisation – ouverture des canaux potasique

3.1.1.c. Fonctions des cellules de Schwann

-Forment la gaine de myéline dans le SNP (le long des axone neuro-moteur)

→ □□ fonction principal de la gaine de myéline sera augmenter la vitesse de conduction axonale

-Entourent avec la gaine de schwann les axones amyéliniques du SNP

-Aident à régler la composition ionique du milieu extracellulaire qui entoure les neurones et participent aux échanges métaboliques et des signaux (fonction similaire des astrocyte du SNC-réguler l'environnement autour des cellules neuronales)

→ modulent la fonction synaptique au niveau des jonctions neuromusculaires (fonction similaire des astrocyte du SNC)

-Favorisent la régénérescence axonale après lésion d'un nerf périphérique : rôle des oligodendrocyte- gaine de myéline au niveau SNC)- rôle de la cellule de schwann SNP est différent en rapport a la regénération du rôle des oligodendrocytes) les oligodendrocytes sont aussi les cellules qui font la gaine de myéline SNC- le deux type de cellules ne sont pas stéréotypé

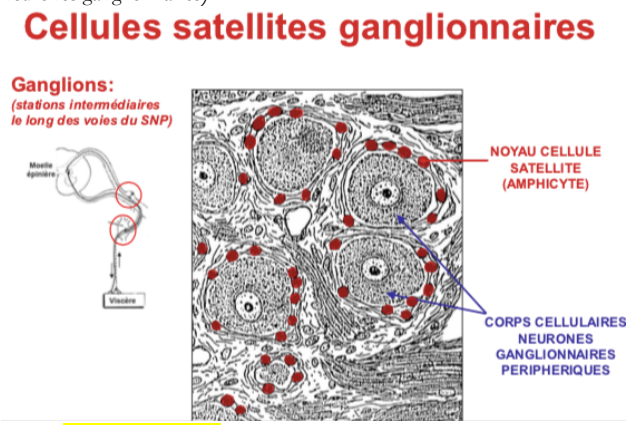
3.1.2. Les cellules satellites

Les fibres nerveuses qui font partie des nerfs, système nerveux périphérique

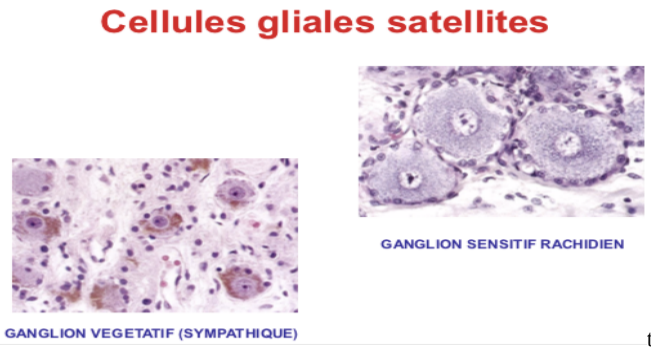
3.1.2.a. Cellules satellites ganglionnaires

Cellules satellites ganglionnaires
Ganglion :
Sont des stations intermédiaires le long des voies du SNP,
structure globuleuse élargie qu'on retrouve le long des voies efférentes ou des voies afférentes

Dans le ganglion nous observons ce qui contient :
- CORPS CELLULAIRES NEURONES GANGLIONNAIRES PERIPHERIQUES (SNP) et
- autour de petit cellule (rouge les noyaux) = NOYAU CELLULE SATELLITE (AMPHICYTE = structure tout autour des neurones ganglionnaires)



NOYAU CELLULE SATELLITE (AMPHICYTE)- peut être fonction similaire aux cellules gliales (astrocyte) mais mal connu rôle
rôle :
- échange métabolique,
- maintien de l'homéstasie avec l'environnement autour du neurone.



toujours autour des celleles gliales satellites

2 type de famille de ganglions

- Rachis - voie sensoriel : GANGLION SENSITIF RACHIDIEN
- Système Nerveux Autonome (SYMPATHIQUE) : GANGLION VEGETATIF

3.2 Cellules gliales du Système Nerveux : processus de myélination

Mise en place du processus de myélination comme il est mise en place dans le système nerveux

- SNP : par les cellule de schwann
- SNC : par les oligondendrocyte

Similitudes et différences
- fonction de production de la myéline soit similaire
- Modalité de faire la myéline de générer la gaine de myéline : par une cellule schwann ou oligondendrocyte sera différente dans le sens :

- SNP : par les cellule de schwann
La cellule de schwann se met tout autour de l'axone avec sont corps cellulaires en s'enroule autour de l'axone (l'ensemble de la cellule de schwann), ce qui va générer la gaine de myéline, sur un segment d'axone. On retrouve des nœuds de Ranvier entre chaque cellule (segment).

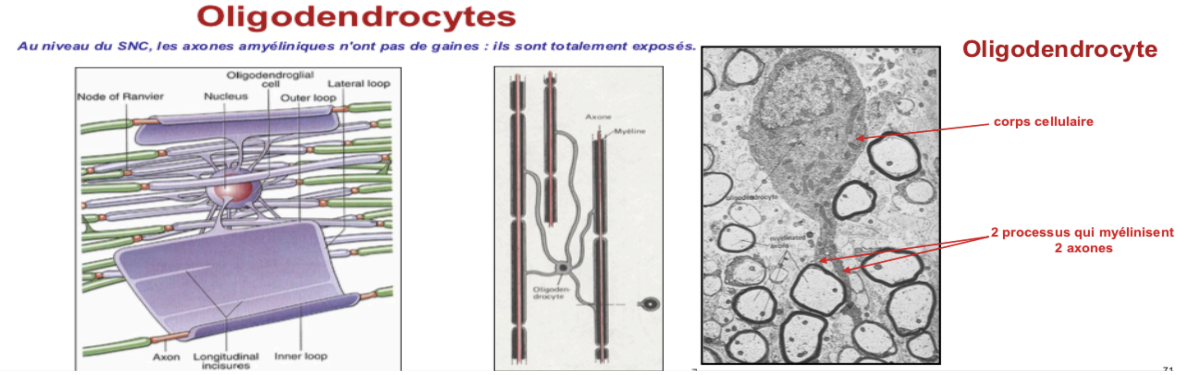
SNC : par les oligondendrocyte
Le corps cellulaire de la cellule ne va pas recouvrir les axones
C'est le prolongement des oligondendrocyte qui va recouvrir les axones. Conséquence que un seul oligodendrocyte peut enrouler plusieurs axones ou plusieurs segment du même axone.



3.2.a. Myélinisation dans le SNC : Oligodendrocytes

Oligondendrocyte = cellule arboriser avec peu de ramification
- peut enrouler plusieurs axones ou plusieurs segment du même axone.

Conséquence : chaque ramification fera une gaine de myéline sur un segment axonal, donc plusieurs segments d'un axone ou de plusieurs axones en même temps qui peut être myélinisé par un même oligondendrocyte (différence avec cellule de schwann-SNP)

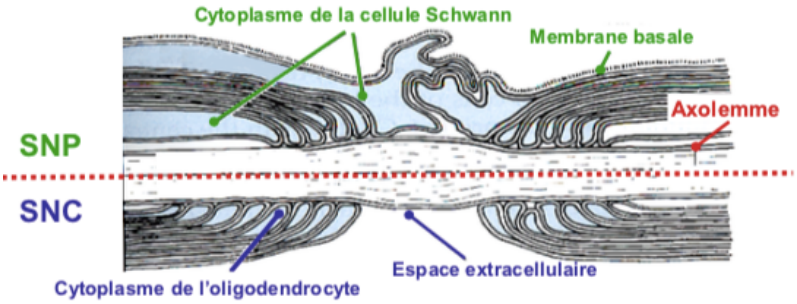


Oligondendrocyte par sa modalité de positionnement, n'a pas la fonction d'enroulement, de protection, même avec les axones de petit calibre (ne forme pas de gaine comme la gaine de Schwann

Au niveau du SNC, les axones amyéliniques n'ont pas de gaines : ils sont totalement exposés (a l'environnement extracellulaire)

Microscopie électronique : La myéline foncer se fait au niveau des prolongements

3.2.1.a. Différentes d'organisations au niveau des nœuds de Ranvier dans le SNP et le SNC



-Les protéines spécialisées de la myéline ne sont pas les mêmes dans les SNC et le SNP.

-La régénération axonale est favorisée par les cellules de Schwann mais inhibée par les oligodendrocytes!

Au niveau nœud de Ranvier, ce qui est observer
SNP
- la cellule de Schwann, malgré qu'elle ne fait pas de gaine étroite comme la gaine, au niveau du nœud, il y a de la membrane présente pour recouvrir nœud de Ranvier
SNC
- présence d'un espace extracellulaire sans myéline, le nœud de Ranvier est totalement exposer

-Les protéines spécialisées de la myéline ne sont pas les mêmes dans les SNC et le SNP. (Différence des proteines constitutivent de membrane en cellule de Schwann et Oligondendrocyte. Important que certaine maladie seront des mutations de ces proteines, les conséquences seront différentes. Ex : mutation de proteine de la myéline SNC, il y aura symptomatologie du SNC

-La régénération axonale est favorisée par les cellules de Schwann mais inhibée par les oligodendrocytes! Les Oligondendrocytes sécrètent une substances ce qui défavorisent tout les processus de régénérations, explication de la dégénérations axonale. Organisation du SNC est super précises, la fonction des circuits neuronales doit être 100%, fonction fine, car si regénération besoin être à 100% car si mal fonction cela serait pire que la perte de fonction (SNP fonction pour les muscles est moins précise)

3.2.1.b. Maladies liées à des défauts de myélinisation : PATHOLOGIES

-Sclérose en plaque: destruction inflammatoire de la myéline dans le SNC

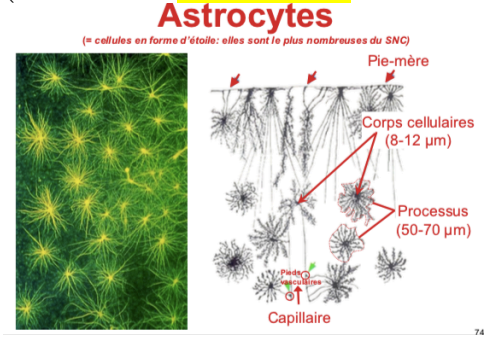
-Anomalies génétiques des protéines de la myéline: selon de type de proteines cela atteinte le SNC ou SNP

- protéine 22 dans le SNP,
- protéine protéolipidique et "Myelin Basic Protein" (MBP) dans le SNC

-Leucodystrophies: affections héréditaires du métabolisme (mal production de lipide- défaut de la membrane qui va se reflèter sur un défaut de la fonction de la myéline) qui entravent la myélinisation – trouble de potentiel d'action, impulsion qui ne donne pas les résultats correcte attendu par la stimulation.

3.2.2. Les astrocytes

(= cellules en forme d'étoile : elles sont le plus nombreuses du SNC)



- cellule sphérique : corps cellulaires (8-12 **µ**m)
- processus (50-70 micro mètre- **µ**m)

- Dans tout le SNC, couvre tout le volume SNC, ne se chevauchement pas / pas interposer jusqu'au bord porche des membrane de revêtement des méninges (la pie-mère) glia limitance
- Se place comme petite structure autour des petits capillaires, pied vasculaire des astrocytes : Cellule interface entre la circulation et les tissus nerveux
- Importance dans la mise en place de la barrière hémato encéphalique, structure type SNC qui protège le cerveau lors échange avec le sang

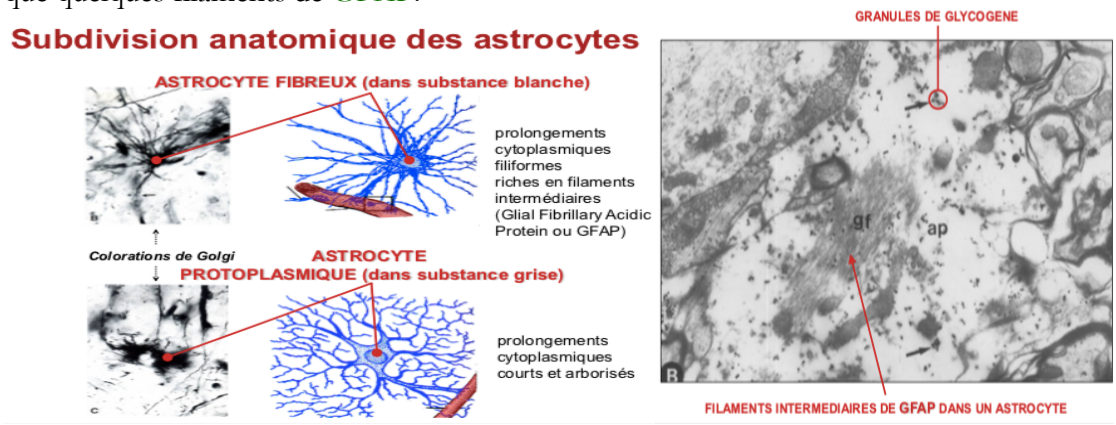
3.2.2.a. Subdivision anatomique des astrocytes

Il existe deux catégories d'astrocytes : selon la localisation des substance blanches ou substance grise,
les 2 types réalisent un contact vasculaire à la surface.
Différence :

- filaments intermédiaires GFAP
- présence de petit granule de glycogène (seule type cellulaire avec présence de ces granules), proximité des capillaires et cellule primaire a la captation de glucose à l'intérieur du tissu nerveux, seule cellules capable de stocker le glucose en réserve, par intermédiaire des enzymes qui forme la glycogènese (stocke le glucose en glycogène) seule cellule avec réserve de glycogène dans les astrocytes

Les astrocytes fibreux:
Ils prédominent dans la substance blanche du cerveau (aspect blanches donne par la myéline). Se position en proximité des nœud de Ranvier.
Ils ont des **prolongements cytoplasmiques filiformes** riches en filaments intermédiaires composés
- par la protéine GFAP (Glial Fibrillary Acidic Protein).

Les astrocytes protoplasmiques:
Ils sont plus abondants dans la substance grise du cerveau (proximité des dendrites et des corps cellulaires des neurones). Ils possèdent des **prolongements cytoplasmiques courts et arborisés** ne contenant que quelques filaments de GFAP.



avec les nouvelles technique transcription , au niveau morphologique
coloration de golgi ont observe la différence

3.2.2.b. Les astrocytes : s'interposent entre les neurones et les capillaires sanguins- fonction

contrôle les échanges : interposition entre les 2 structures

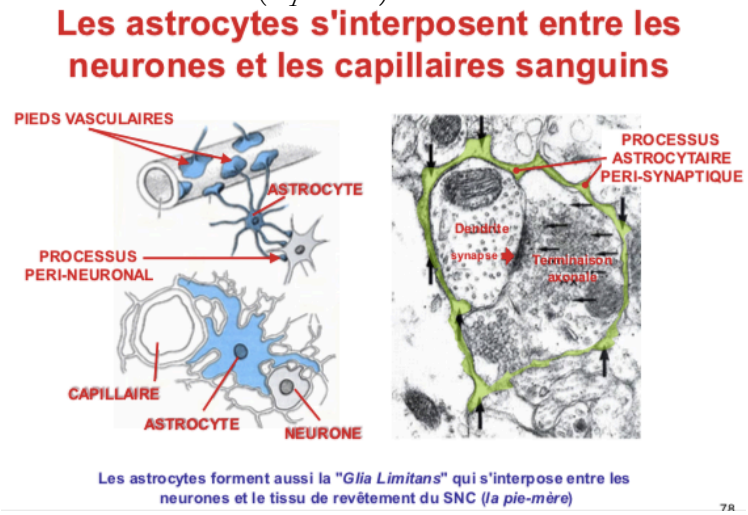
- avec les neurones
- avec les vaisseaux

présence de petit granule de glycogène (seule type cellulaire avec présence de ces granules), proximité des capillaires et cellule primaire a la captation de glucose à l'intérieur du tissu nerveux, seule cellules capable de stocker le glucose en réserve, par intermédiaire des enzymes qui forme la glycogènese (stocke le glucose en glycogène) seule cellule avec réserve de glycogène dans les astrocytes

Nombreuse échangent entre les neurone et le sang : (besoin de savoir ou se situer le besoin de sang et d'énergie- activité neuronale pour gérer le flux sanguin)
Entre les deux partie en contact – cela permet de créer une information pour mettre en relation les besoins et la consommation énergétique neuronale avec l'arrivé du flux sanguin : capacité d'influence le niveau de flux sanguin dans les régions cérébrales

La structure contact avec les vaisseaux est le pied vasculaire des l'astrocytes (recouvre la paroi des vaisseaux)
Espace autour de la synapse est occupé par ces processus astrocytaire (colle, très plastique): expression de protéine dans les cellules péri-synaptique, contrôle des échanges avec les neurones, contrôle des échanges avec les vaisseaux = cellule interposé

Les astrocytes forment aussi la "*Glia Limitans*" qui s'interpose entre les neurones et le tissu de revêtement du SNC (*la pie-mère*)

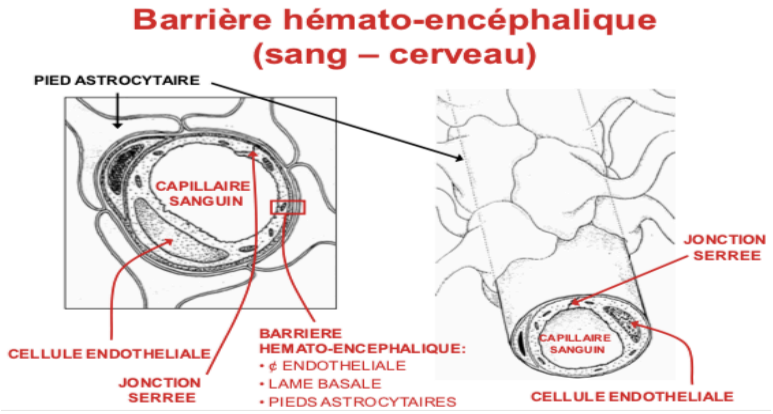


3.2.2.c. Astrocytes: Barrière hémato-encéphalique (sang – cerveau)-fonction

fonction important : des astrocytes est de former la barrière hémato-encéphalique (sang-cerveau), but de **protection**

La barrière hémato-encéphalique est des couches forméss entre le sang et le tissu nerveux.
Tous substances qui doit passer par le SNC doit passé trois couches : (impossible de passer par simple diffusion)

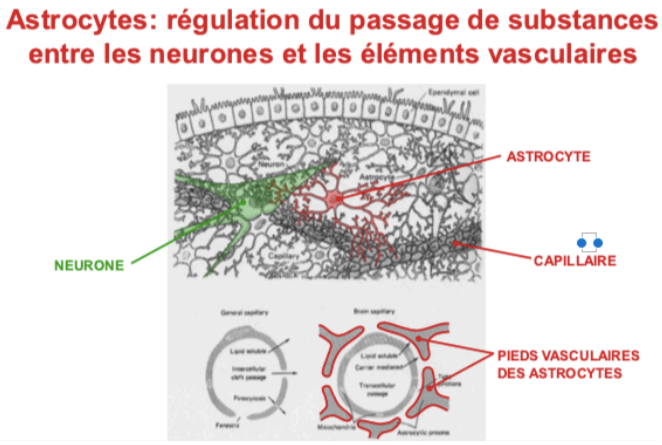
- a l'intérieur des capillaires les cellules endothélial, sont relier entre eux par des jonctions sérrés.
- recouvert par une lame basale
- recouvert par la couche des pieds astrocytaires (présente de protéine de transport spécialisée pour sélectionné les substances qui peuvent passé, ex : glucose, éviter les déchets ou autre substances toxiques) --» médication au niveau du SNC doit avoir caractéristique de cette barrière pour pouvoir passer



BARRIERE HEMATO-ENCEPHALIQUE:
• ¢ ENDOTHELIALE
• LAME BASALE
• PIEDS ASTROCYTAIRES

3.2.2.d. Astrocytes: régulation du passage de substances entre les neurones et les éléments vasculaires-fonction

fonction : régulation du passage des substances entre les neurones et les éléments vasculaires,



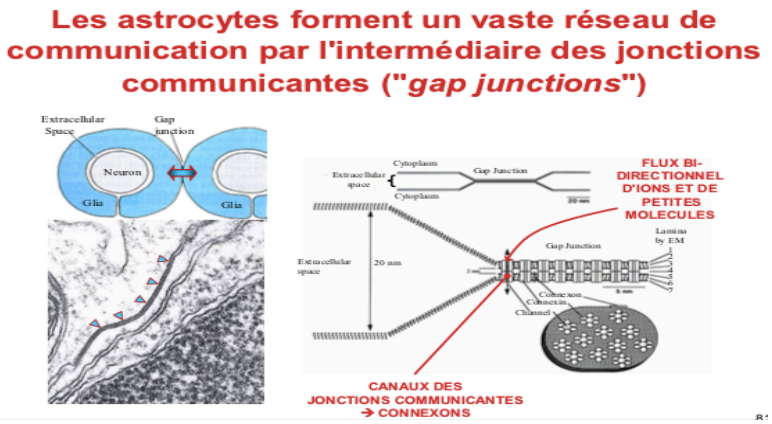
comparaison de l'organisation du capillaire au niveau du SNC versus dans une autre type d'organe
- capillaire au niveau du SNC : présence de pied astrocyte, cellule endothéliale relier par des jonctions sérré (seulement au niveau du LCR au niveau du plexus chroide, présence d'organisation de fenêtre dans la membrane (petit trou sans être relier) pour permettre le passage du plasma)
- capillaire autre type d'organe : présence de fenêtre dans la membrane endothéliale (petit trou sans être relier) ce qui favorise les échanges et le passage de substances (ex : le plasma peut passer facilement)

3.2.2.e. Les astrocytes forment un vaste réseau de communication- fonction

Les astrocytes forment un vaste réseau de communication (en réseau entre eux) par l'intermédiaire des jonctions communicantes ("*gap junctions*")

"*gap junctions*" entre astrocytes, possibilité de mettre en réseau : entre les cellules neuronales ou entre cellules astrocytaires

- Extracellular Space
- Neuron
- Gap junction



But spécialisé dans cela
Au niveau des jonctions Gap, ils sont plus étroitement rapproché expression de canaux.
Chaque demi canaux sont sur chaque membrane de la cellule
CONNEXONS = examère qui sont formé par les petites protéines appelé connexine (connexons formé par 6 sous unité de connexine)
Dans ce type de canaux passe

- des ions par un flux bi-directionnel suivant le gradient ionique
- des petites molécules (énergétique : ATP, glucose , lactate , etc…)

Les astrocytes peuvent diffusé dans un réseau ces molécules, aussi lors injection de colorant

Ce réseau peut aussi se fermé de manière dynamique et créer de divers variété de réseaux (ex : métabolique selon l'activité neuronale)

3.2.2.f. Fonctions principales des astrocytes

découvert de plus en plus avec les années

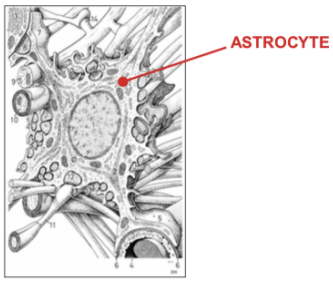
- capacité de Support structurel et compartimentation des neurones (colle du SNC)
- Régulation du micro-environnement neuronal :
- - régulation de la composition ionique du milieu extracellulaire
- - absorption des neurotransmetteurs relâchés par les neurones (système de captation sur les cellules astrocytaires, position proximité synapse)
- Régulation du passage de substances entre les neurones et les éléments vasculaires, control local du flux sanguin et fourniture énergétique aux neurones

- Guidage de la migration neuronale et formation des synapses au cours du développement (précurseur des astrocytes qui s'appelle la glie radiaire) rien ne se fait dans le SNC sans guider les neurones, il faut d'autre type de cellule : important pour mieux comprendre les maladies neuro-psychiatrique encore mal compris
- Réaction en cas de lésions du SNC : pathologie (la neuroglie, les cellules gliale change leur comportement et leur morphologie, leur biochimie pendant des phénomène traumatique, ischémique ou si SNC est envahit par des virus : processus de défence = réaction gliale
- Nouvelle fonction: collaboration avec les neurones dans le traitement des informations (encodage information et apport a la mémoire, plus interaction et fonction divers dans le taitement des information)
- Neurogenèse chez l'adulte (« germinal astrocytes »)
- .... autres fonctions ?

3.2.2.e.1. Astrocyte : comme support structurel (colle = glie)

comme support structurel (colle = glie)
colle du SNC, occupation de tout les espace vide, incorporation de l'ensemble des structure

Astrocyte comme support structurel (colle = glie)

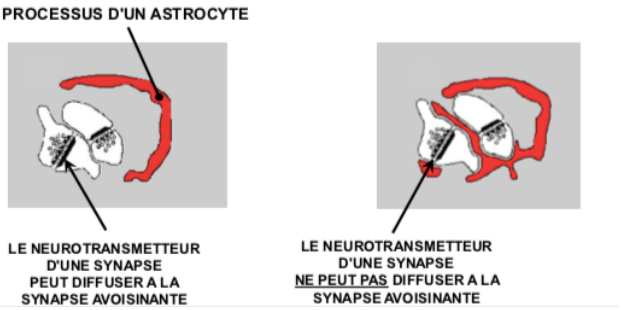


3.2.2.f. Différents niveaux d'isolation des synapses par les processus astrocytaires

interposition entre les tissus du système nerveux

Départ observation morphologique
synapse proche l'une de l'autre
- LE NEUROTRANSMETTEUR D'UNE SYNAPSE PEUT DIFFUSER A LA SYNAPSE AVOISINANTE
transmission en dehors de la fente synaptique

Différents niveaux d'isolation des synapses par les processus astrocytaires

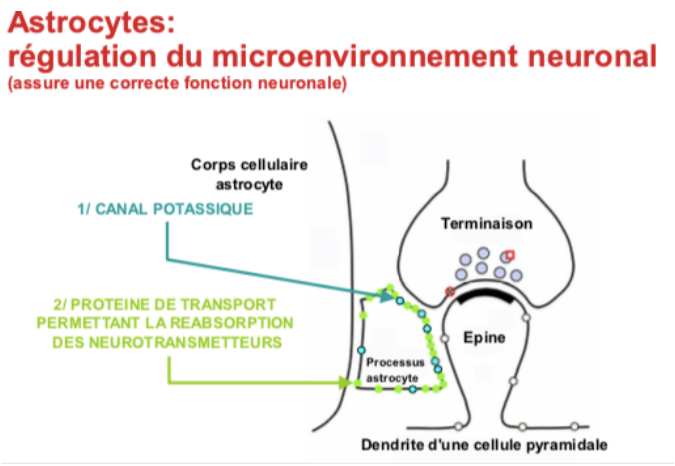


le processus de l'astrocyte s'interpose entre les synapses : isolation
- LE NEUROTRANSMETTEUR D'UNE SYNAPSE NE PEUT PAS DIFFUSER A LA SYNAPSE AVOISINANTE : effet déterministe

Aujourd'hui au niveau moléculaire : interprétation différent
Les astrocytes expriment beaucoup de protéines et *interagit de façon active* avec les transmetteurs qui sort du synapse, système de captation, des récepteurs, d'autre protéine
.
Protéine qui ont un rôle active au niveau des astrocytes : pas isolant, mais des régulateurs (décidant si l'information passe ou pas) pour les cellules sont a proximités

3.2.2.g. Astrocytes: régulation du microenvironnement neuronal

Certaines de ces protéines qui sont exprimé par les astrocytes : régulation du microenvironnement neuronal



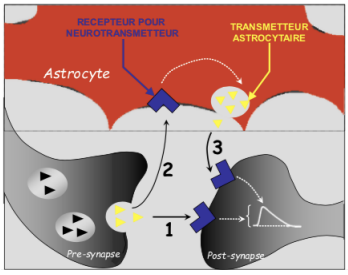
Sur la membrane de l'astrocytes qui va se position a proximité de la synapse, il y a plusieurs protéine
- ***CANAL POTASSIQUE*** (beaucoup en quantité) : la présence assure que lors excédant de potasium va entre a l'intérieur des astrocytes, enlever de l'environnement des synapses, fonction protection pour éviter les hyperexcitation et des décharges (éviter des concentration dangereuse pour l'activité du neurone)
  - potasium dans les neurones sont très concentré à l'intérieur de la cellule, lors ouverture du canal potasique- le potasium sort
  - dans les astrocytes, contraire, lors ouverture du canal potasique- le potasium rentre, par intermédiaire des jonctions GAP, potasium sera diluer au niveau du réseau du système astrocytaire
  - pour rétablir le gradient ionique dans les neurones, il faut pompe sodium -potasium –atpase, après avoir eu un potentiel d'action,
  - si beaucoup de potentiel d'action sur un temps court, beaucoup de potasium qui sort de la cellule
  - prendre trop de temps lenteur et accumulation de potasium a l'extérieur, négatif pour les neurones si trop de potasium encore plus de excitation, neurone amener a avoir des décharges (comme épileptique)- hyper excitation

-PROTEINE DE TRANSPORT PERMETTANT LA REABSORPTION DES NEUROTRANSMETTEURS (transporteur)
  - NEUROTRANSMETTEURS (transporteur) : **glutamate ou GABA** sont sur la membranes astrocytaires
  - Molécules qui doit être recycle au niveau du cycle des vésicule synaptique qui doit passer par les astrocytes: couplage fonctionnelle (part contribution énergétique) lors de sécrétion d'un nombre de molécule de neurotransmetteur = un niveau d'activité par les synapses. Donc consommation d'un certain quantité d'énergie
  - Besoin de contribution énergétique d'un certain type :
  - les transmetteurs qui passent par astrocyte informe de l'activité des synapses et en même temps astrocytes envoi des substrats énergétique pour refournir le synapse ou
  - changer et envoyer des molécules qui augmente ou diminue le flux sanguin a proximité.
  - Astrocyte intègre l'information sur les nécessités énergétiques : du glucose qui vient du sang ou métabolite sont distribué par l'astrocyte lui-même (neurone na pas de capacité de stockage d'énergie)

3.2.2.h. Les astrocytes collaborent avec les neurones dans la régulation de la transmission synaptique et le traitement des informations

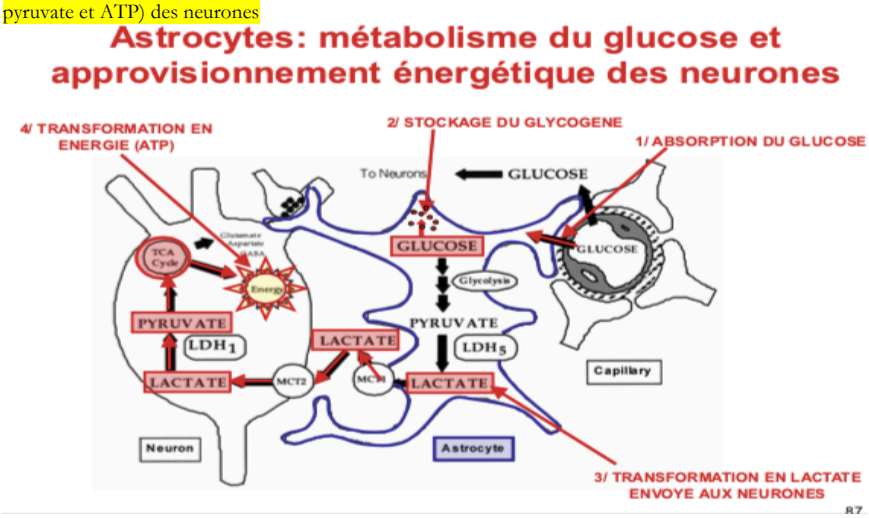
autre type de protéines seront dans les processus des membranes péri astrocytaire sont les récepteurs aux neurotransmetteurs
si trop beaucoup d'activité synaptique de NEUROTRANSMETTEURS (transporteur) : glutamate ou GABA,
diffusion sur les récepteurs la membranes astrocytaire à proximité- ce qui entraine de la signalisation entre les astrocytes
  - arriver au pied vasculaire induire des modifications du flux sanguin, astrocyte sécrète des substance vasoconstrictive ou vasodilatatrice
  - relâcher d'autre molécule par la lope qui passe par les astrocytes, transmetteur ou métabolite, peut se fixer sur les récepteurs des membranes astrocytaires, et puis être relarguer vers le synapse de manière a moduler l'activité des synapses (impliquer dans la fonction des circuits.

Les astrocytes collaborent avec les neurones dans la régulation de la transmission synaptique et le traitement des informations



3.2.2.i. Astrocytes : métabolisme du glucose et approvisionnement énergétique des neurones

Astrocytes: métabolisme du glucose et approvisionnement énergétique (par le voie de la glycolyse lactate et pyruvate et ATP) des neurones



Ce couplage métabolique : rôle des astrocyte en rapport au métabolisme du glucose pour l'approvisionnement énergétiques des neurones
Le glucose entre dans le tissu nerveux par le flux sanguin, doit passer la barrière hémato-encéphalique avec des transporteurs spécifiques quis osnt en grandes partir sur les pieds vasculaires des astrocytes

Des qu'il est l'intérieure des astrocytes, le glucose a deux possibilités :

1. ABSORPTION DU GLUCOSE
2. STOCKAGE DU GLYCOGENE
   - stocker et garder en réserve, activant la glycogénése. Stocker en forme de **glycogène**
   - consommer par la voie de la glycolyse. Transformer en **pyruvate** et puis en **lactate.**

2.a. TRANSFORMATION EN LACTATE ENVOYE AUX NEURONES

- Les astrocytes ont des transporteurs spécifiques au lactate faire sortir
- et les neurones ont des transporteurs pour faire rentré le lactate.
- Donc il y a un flux directionnel du lactate comme produit de la glycolyse, du glucose qui va de l'astrocyte au neurone.

2.b. TRANSFORMATION EN ENERGIE (ATP)

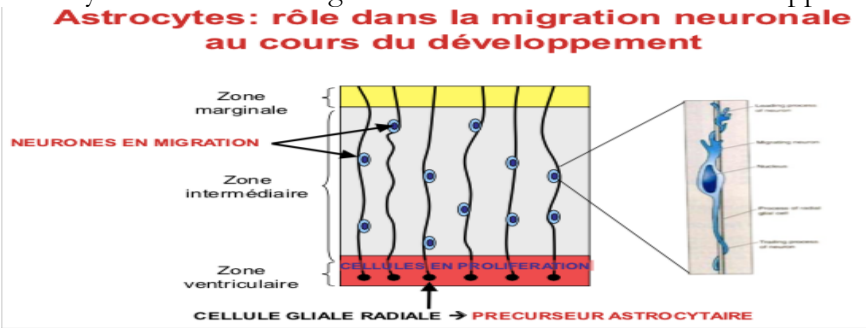
- Lactate entrer dans le neurone,
- il peut être retransformer en pyruvate, entrer dans le cycle des acides tricarbocilyque,
- le transformant en ATP = énergie

Couplage Neuro-métabolique : explique le présence de système de la captation du glutamate au niveau astrocytaire
Ce phénomène serait couple à la captation de neurotransmetteur (par identification du niveau d'activation de la cellule)
ce qui va définir l'envoi de la quantité de lactate :substances produisant de l'énergie, pour la quantité d'énergie consommer
(transfert métabolite énergétique est fonction de la consommation de la synapse)

Les astrocytes peuvent transfert l'information synaptique aux vaisseaux et réguler le flux sanguin au niveau local

3.2.2.j. Astrocytes: rôle dans la migration neuronale au cours du développement

Astrocytes: rôle dans la migration neuronale au cours du développement



Cette collaboration astrocyte et neurone est aussi présent lors des première phase du développement

SNC début comme des feuillets embryonnaire ectoderme qui s'enrouler sur lui-même et forme un **tube neurale**

Départ au niveau du tube neural, il y a une seul couche de cellule qui sont en prolifération formant la **zone ventriculaire,**
Puis les nouvelles cellules sont envoyer vers l'extérieur formant plusieurs couches qui donneront naissance a l'ensemble du tissu nerveux.

Le cellule précurseur sont tous former a l'intérieur de cette couche : **zone ventriculaire.**
Présence de deux type de cellules :

- neuroblaste = cellule précurseur des neurones
- le prolongement pour se mouvoir vers l'extérieur, il est contact physiquement avec le glie radiaire-
- glie radiaire = cellule gliale radiale : précurseur astrocytaire :
- rôle de guidage des neurones en migration
- Glie radiaire a pour fonction d'envoyer de long processus (prolongement) vers l'extérieur :
- formant ainsi le bord : zone marginal ou le système nerveux va s'accroitre (radiaire)
- avec prolongement guide le neuroblaste vers la cible, la position final du tissu nerveux en formation

Quand la cellule ont rejoint leur position finale, lors de la phase de développement, il y a une phase de rétraction de ce prolongement de glie radiaire. Puis transformation de la gliale radiale en cellule astrocytaire. Ce positionnant dans tout le endroit du SNC

3.2.2.K. pathologie : Réaction des astrocytes après lésion du SNC

Lors de lésion (entré de micro organisme) ou perturbation au niveau du SNC, il y aura deux types de cellules qui vont réagir.
La cellule n'est pas complètement en dehors du cycle cellule, elle peut être réactivé

Modification morphologique et biochimique:

- augmentation de l'expression de plusieurs gènes (protéine devient plus gros - du cytosquelette)
- GFAP
- cytokines pro-inflammatoires : générant une réaction local particularité de la microglie= défense de l'organisme
- facteurs de croissance neuronale : favorisant la survie des cellules

Migration dans les zones lésées et formation d'une sorte de cicatrice (*gliose*).

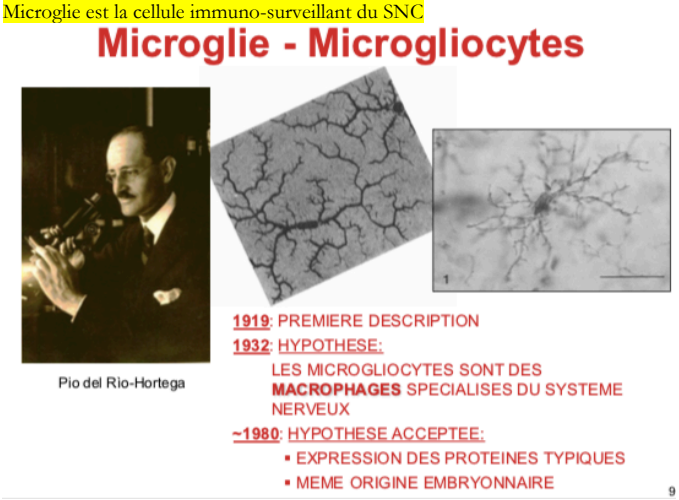
- Lors de situation grave de lésion et permettre l'isolation de la zone lésé par la cicatrisation – Gliose- pour éviter la diffusion.
- Les cellules endommagé sont dangereuses, ex : neurone endommager qui perd son contenu cellulaire donc perte de ADN, ce qui est très toxique pour les autre cellules. Fonction est de former une barrière pour limite la zone endommager

Participation à l'élimination des débris cellulaires et en particulier des terminaisons synaptiques (*avec la microglie*).

- microglie sont les macrophages du SNC
- La capacité de la microglie de phagocytose des débris et éviter la propagation de la lésion
- Nettoyer l'endroit de la lésion

3.2.3 La microglie

Microglie est la cellule immuno-surveillant du SNC



à l'époque nommé le 3eme éléments

- cellule ne sont pas originaire du SNC (qui est l'ectoderme) : origine embryonnaire est le mésoderme, même tissu que les macrophages (c'est cellule ne sont pas née a l'intérieur du tube neurale du SNC en formation- née ailleurs et puis rentré lors du développement dans le SNC- avant la formation finale de la barrière hémato-encéphalique) adapté et maintenu certain caractéristique de cellule immunitaire comme le macrophage.

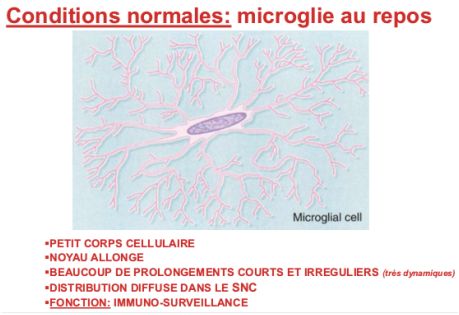
3.2.3.a. Conditions normales: microglie au repos

cette cellule microglie : dans les conditions physiologiques avec structure, comme astrocyte

- PETIT CORPS CELLULAIRE
- NOYAU ALLONGE
- BEAUCOUP DE PROLONGEMENTS COURTS ET IRREGULIERS *(très dynamiques)*

Rôle et fonction

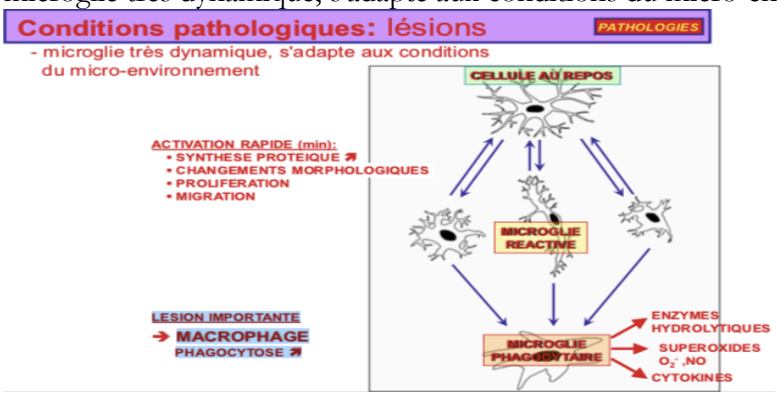
- DISTRIBUTION DIFFUSE DANS LE SNC fonction de passer et repasser constamment, jamais de réel repos –dynamise dans le fonction normale
- FONCTION: IMMUNO-SURVEILLANCE – la police du cerveau jusqu'au détection de d'information démontrer un pbm et debut la réaction de la micro glie



3.2.3.b. Conditions pathologiques: lésions

si des informations démontrer un pbm et début la réaction de la micro glie lors de condition pathologique, de lésion ou système envahit par des micro-organisme ou virus.

microglie très dynamique, s'adapte aux conditions du micro-environnement



Début cellule au repos

quand perception de évènement toxique : réaction de la micro glie- rapide d'activation

ACTIVATION RAPIDE (min): état réactive de la microglie

- Augmente la SYNTHESE PROTEIQUE ↗
- CHANGEMENTS MORPHOLOGIQUES
- Début de PROLIFERATION
- MIGRATION, selon le type de lésion, son entité tout est encore réversible, cela dépend s'il est suffisant d'arriver sur place et revenir e l'état de repos ou situation grave = LESION IMPORTANTE
- Cas de lésion importante = deuxième niveau de transformation ou la micro glie devient un vrai **MACROPHAGE** (devient amorphe comme structure)
- PHAGOCYTOSE action importante
- Sécrétion **enzyme hydrolytique**, qui coupe les molécules ,
- Sécrétion des substances : **super oxyde**, **radicaux oxygène, NO** , et des **cytokines** - cibler a tuer les cellules, micro organisme qui vont envahir- défense agressive dans cette phase la

3.2.3.c. Réaction de la microglie (avec les astrocytes)

Etat de réaction de la micro en principe pour protéger les tissus a proximité

Réaction de la microglie a pour BUTS

- TUER LES MICRO-ORGANISMES par la production de substance
- ELIMINER LES CELLULES APOPTOTIQUES par élimination tout les débris
- DEGRADER ET PHAGOCYTER LES DEBRIS CELLULAIRES

ROLES

DANS L'INFLAMMATION OU L'INFECTION DU SNC

Pathologie : ROLES DANS L'INFLAMMATION OU L'INFECTION DU SNC

- MALADIES NEURO-DEGENERATIVES (*ALZHEIMER*):
- plaque amyloidé, structure qui ne devrait être dans un tissu SNC normale, la microglie et astrocyte se passe a proximité de ces plaques essayer de phagocytes, Iles s'opposent aux grossissement de ces plaques.
- INFECTION DU SNC PAR HIV (*SIDA*)
- Affection spécifique des cellules de la microglie

Avec ce type de défense est ce qu'on arrive a 100% a discriminer entre tuer le micro organisme et ce qui est autour -lors de réaction inflammation chronique d'un coté partie bénéfique et de l' autre coté générer des molécules toxique qui peut produite de dommage- étude doit être plus approfondit des divers état , pour la discrimination lors de réaction inflammatoire

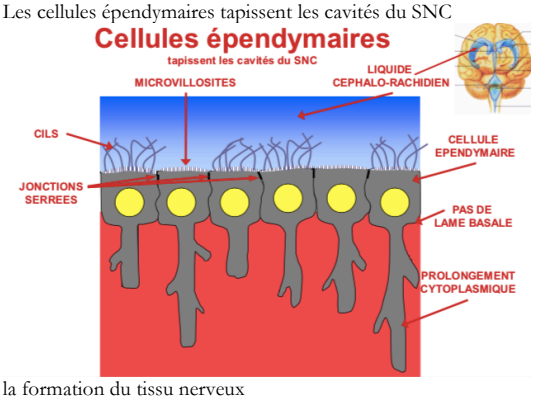
LEUR ROLE N'EST PAS TOUJOURS BENEFIQUE

Réaction de la microglie (avec les astrocytes)



3.2.4 Les cellules épendymaires

Les cellules épendymaires tapissent les cavités du SNC



la formation du tissu nerveux
le tube neurale en centre (existence d'une cavité) donne naissance a un système de cavité qui est l'intérieur du tissu nerveux
- ventricule
- canal de l'épendyme
Ce système de cavité est rempli de liquide céphalo rachidien (LCR)

Les cellules au bord de ces cavités : monocouche du nom de cellules épendymaires

- Type épithéliale
- Pas de lame basale
- relier entre elle par des jonctions sérré avec long prolongement cytoplasmique
- rôle de faire la barrière enter le LCR et le tissu nerveux
- par l'intermédiaire des cils et des microvillosités a la surface apicale, cellule très polarisé
- fonction : aider au mouvement du Liquide (LCR) qui voyage dans ce système de cavité

4. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNP

Nerfs périphériques:

Mettent en rapport les centres cérébraux ou spinaux avec les organes des sens et effecteurs

NERFS = FIBRES NERVEUSES REGROUPEES EN FAISCEAUX

FIBRE NERVEUSE = AXONE AVEC SES GAINES

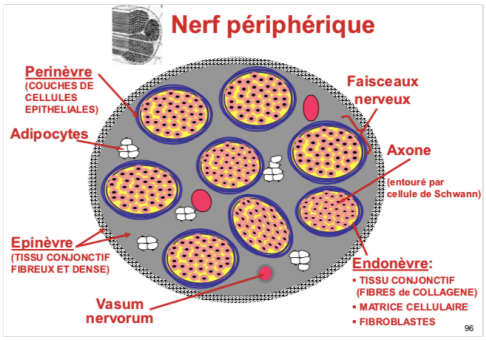
Les nerfs sont présents dans tout l'organisme a tout les niveaux,
sortant ou entrant du SNC du cerveau (nerf crânien) ou de la moelle épinière(nerf rachidien) pour innerver tout les organes périphérique

4.1 Les nerfs périphériques

Schémas de structure interne du nerf périphérique
On peut observer déjà plusieurs couches :

- les **axones** sont les petites entités (rosé avec un petit point au centre) –entourer par leur cellule de schwann
- les axones qui sont regroupé en intérieur des **faisceaux nerveux** (en bleu)- le faisceau sont formé par plusieurs couches épithéliales lier entre eux par des jonctions sérré = **Périnèvre**
- avec de la matière a l'intérieur du faisceau, une matrice autour (en jaune) qui est de l'**Endonèvre**= tissu conjonctif (fibre de collagène) de la **matrice extracellulaire** de différent tissu et des **fibroblaste**

- les petites structures sanguines, les capillaires sont observé seulement a l'intérieur des faisceaux entre les différente axones
- puis regroupe dans une partie (en grise) du tissu conjonctif fibreux et dense = **Épinèvre**
- a l'intérieur de cette structure plus dense de épinèvre, il y a la présence de **cellules adipocytes** = matière de graisse (en blanc)
- des grandes artères (en rouge) = **vasum nervorum**



Perinèvre (COUCHES DE CELLULES EPITHELIALES)
Adipocytes
Epinèvre (TISSU CONJONCTIF FIBREUX ET DENSE)
Vasum nervorum
Faisceaux nerveux
Axone (entouré par cellule de Schwann)
Endonèvre:

- TISSU CONJONCTIF (FIBRES de COLLAGENE)
- MATRICE CELLULAIRE
- FIBROBLASTES

4.1.a. Nerf périphérique myélinisé et amyélinique

a l'intérieur des nerfs on peut voir des axones myélinisé ou amyélinique
la présence de cellule de schwann

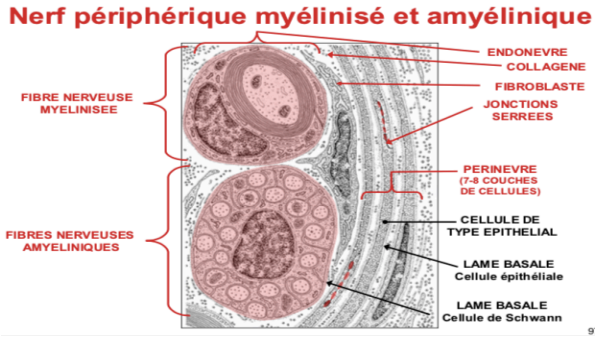
- autour d'une axone de grand calibre, présence de gaine de myéline
- entour plusieurs petit axone pour former le revêtement cytoplasmique

La lame basale de la cellule de Schwann a l'interphase avec l'endonèvre, observer plusieurs structure comme : fibre de collagènes et fibroblaste
FIBRE NERVEUSE MYELINISEE

- ENDONEVRE COLLAGENE
- FIBROBLASTE

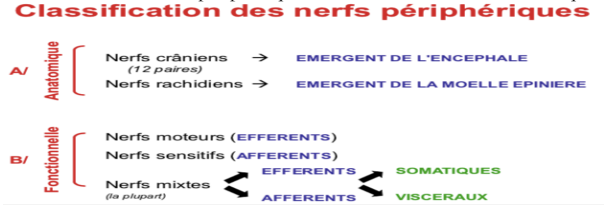
Observer plus en extérieur, on retrouver les différente couches des cellules épithéliales = PERINEVRE (7-8 COUCHES DE CELLULES)
Lier avec des JONCTIONS SÉRRÉS
Faisceau qui contient les axones et qui est très dense- fort comme couverture
Puis les cellules épithélial qui ont leur lame basale

Puis l'extérieur de tout cela , on observerais l'**Épinèvre** (partie la plus externe)



4.1.b. Classification des nerfs périphériques

Classification des nerfs périphériques selon leur localisation anatomique



1. Anatomique

Nerfs crâniens *(12 paires)* EMERGENT DE L'ENCEPHALE (ceux qui entrent/sortent de l'encéphale)
Nerfs rachidiens EMERGENT DE LA MOELLE EPINIERE

2. Fonctionnelle

Nerfs moteurs (EFFERENTS)
fibres qui amènent la commande au SNC vers la périphérie-
ex : nerf qui fait les plaque neuro-musculaire donne la commande de contraction du muscle squelettique

Nerfs sensitifs (AFFERENTS)
Fibre amènent les sensations sensorielles de la périphérie vers le SNC ex : la peau

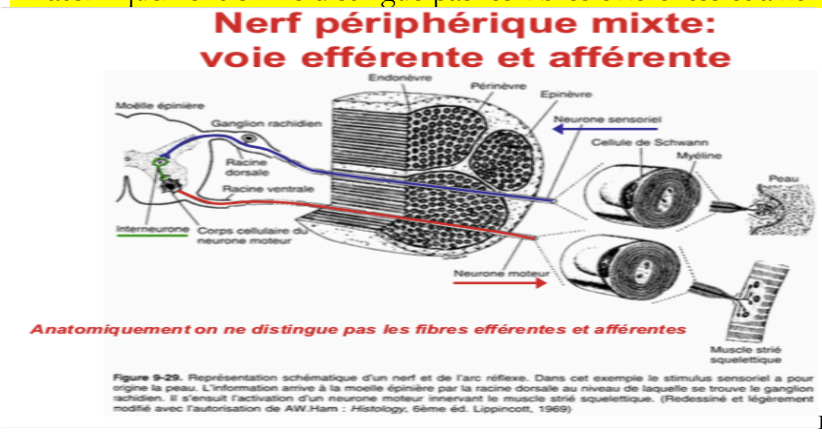
Nerfs mixtes EFFERENTS SOMATIQUES
(la plupart) AFFERENTS VISCERAUX
fibre afférente et efférent qui voyage dans le même nerf,
contient des fibres qui vont vers la périphérie et puis des fibres qui va vers le SNC

Le nerf n'est pas sélectif la voie efférent ou afférente sont 2 modalités différentes, voyage les 2 a l'intérieur du même nerf,
Les fibres du système somatique, qui vont vers/part des muscles squelettiques peuvent voyager avec les fibres viscéraux SNA dédiées aux organes et viscères

Les nerfs contient des structure qui vont et viennent, appartenant à un système ou a l'autre.

4.1.b.1. Nerf périphérique mixte : voie efférente et afférente

Anatomiquement on ne distingue pas les fibres efférentes et afférentes



Lors d'une coupe transversal d'un nerf

Observation des différents faisceaux, impossible de distinguer au niveau anatomique si une fibre est afférente ou efférent, lors de la coupe

Pour distinguer la différence, il faut regarder tout le parcours de la fibre

- Si la fibre part de la partie antérieur (racine ventrale) de la moelle épinière et voyage vers le muscle squelettique, jonction neuro-musculaire (axone de moto neurone = neurone moteur- fibre efférent (SNC vers périphérique- SNP)
- Si la fibre revient vers la partie postérieur (racine dorsale) de la moelle épinière, la fibre part des mécano-récepteur de la peau et va vers la moelle épinière au niveau postérieur = neurone sensitif- fibre afférente (SNP de la peau vers le cerveau- SNC)

4.1.b.1.a. Dégénération wallérienne : pathologie

Les dommages aux nerfs
Le phénomène de dégénération a été décrit en premier par un anatomiste suisse, Auguste Waller
La dégénération Wallérienne : séquence évènement de dégénération et de regénération au niveau du SNP
Observe un moto-neurone qui innerve un muscle squelettique, avec une plaque motrice
Lors d'une lésion, a un certain niveau de l'axone de la fibre du moto neurone.
Les conséquences de cette lésion dépend de l'entité de la lésion (ex : nerf écraser ou couper, c'est différent)

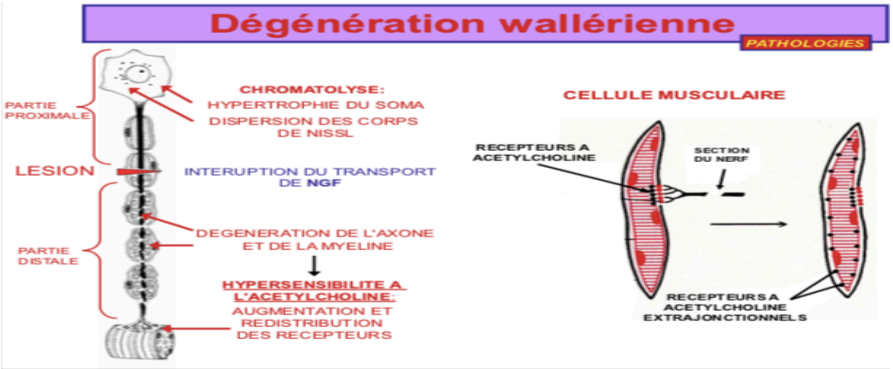
LESION = INTERUPTION DU TRANSPORT DE **NGF**

La lésion :
discussion sur les facteurs de croissance de type NGF (nerve growth facter) qui son capturer au niveau des terminaisons qui voyage par le transport rétrograde vers le corps cellulaire. Ces facteurs de croissance son nécessaire a la survie des cellules neuronales donnant des commandes pour la synthèse de certaine protéine. Cette interruption de transport de ce facteur de croissance de type NGF en rétrograde sera un Pbm de ce type de dégénérescence.
Observation du pbm qui provient de la

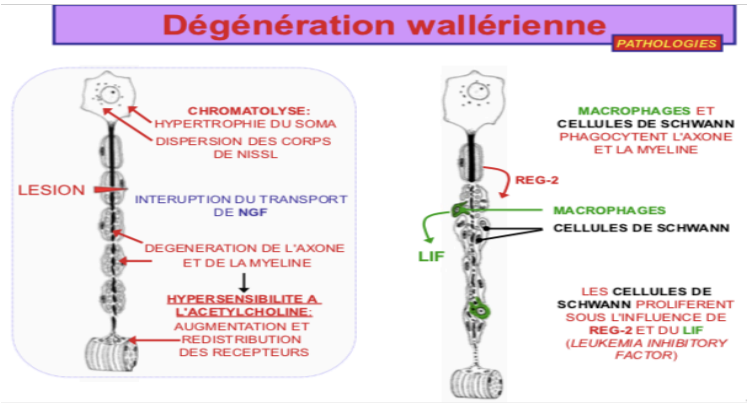
- partie proximal du site de la lésion : au niveau du corps cellulaire et de la premiere partie de l'axone. On observe un phénomène appelé Chromatolyse (donc la perte de la coloration)

- CHROMATOLYSE : hypertrophie du corps cellulaire (soma) il y aura une dispersion des corps de Nissl et donc la perte de la coloration
- PARTIE PROXIMALE
- HYPERTROPHIE DU SOMA
- DISPERSION DES CORPS DE NISSL

- partie distale du site de la lésion : phénomène plus dégénératif par le manque de tout l'apport de qui vient du corps cellulaire, donc début de dégénération de l'axone et des gaine de myéline autour de l'axone
- au niveau du muscle, le réception a l'acétylcholine qui est nécessaire pour la contraction du muscle, comme axone est endommage, il y a une réaction de la fibre musculaire par hypersensibilité a l' acétylcholine (axone relague peu ou rien acétylcholine). Le muscle va rechercher à capturer tout les molécules qui y serait disponible. Les réception a l'acétylcholine qui sont normalement regrouper dans la fente secondaire en face des terminaisons axonales, se redistribuer a tout les niveau de la fibres pour créer le maximum de possibilité de capturer les molécules acétylcholine qui sont encore présente. Un essai au niveau de la fibre de pouvoir réagir et pouvoir se contracter malgré la situation de dommage
- PARTIE DISTALE
- DEGENERATION DE L'AXONE ET DE LA MYELINE
- HYPERSENSIBILITE A L'ACETYLCHOLINE:
- AUGMENTATION ET REDISTRIBUTION DES RECEPTEURS
- CELLULE MUSCULAIRE
- RECEPTEURS A ACETYLCHOLINE
- RECEPTEURS A ACETYLCHOLINE EXTRAJONCTIONNELS



Il se passe aussi d'autre chose
<u>Réaction pour regénération de la fibre</u>
Début du phénomène de regénération si la lésion n'est pas trop grave
On observe :
-l'arrivé des macrophages au niveau SNP et la prolifération des cellules de Schwann. Certain cellule de shwann qui seront détruite parce qu'ils sont dans la partie de l'axone qui dégénère. D'autre qui se trouver dans la partie proximal qui survie et débute leur prolifération. Entre les macrophages et les cellules de Schwann observe beaucoup de phagocytose et débris d'axones de la myéline endommagé.
- relâchement de certain facteur : par la partie proximal de l'axone qui est vivante ou part les macrophages favorisant la prolifération de cellule de Schwann (facteur : REG-2 sécréter par l'axone , LIF sécréter par le macrophage)

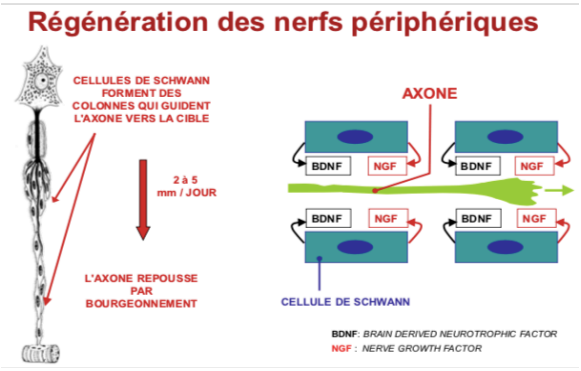


MACROPHAGES ET **CELLULES DE SCHWANN -»»** PHAGOCYTENT L'AXONE ET LA MYELINE
LES **CELLULES DE SCHWANN -»»** PROLIFERENT SOUS L'INFLUENCE DE REG-2 ET DU LIF (*LEUKEMIA INHIBITORY FACTOR*)

4.1.1 Régénération des fibres nerveuses du SNP

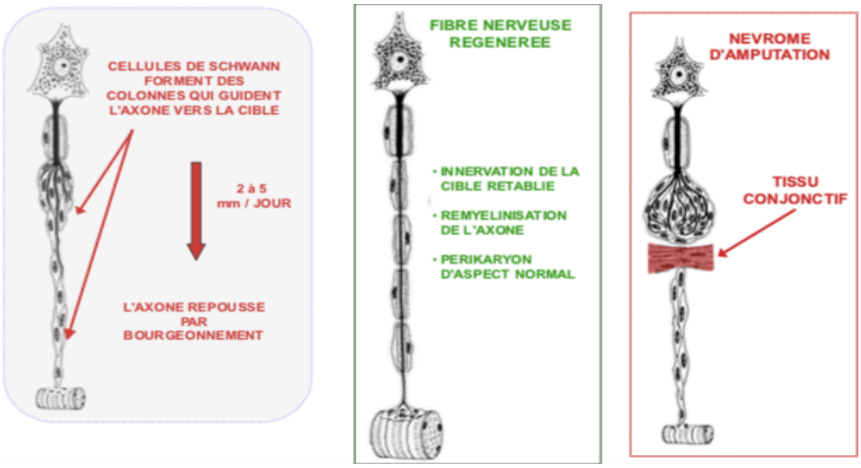
La prolifération des cellules de schwann s'organise pour aider la régénération de l'axone

Les cellules de schwann forme des espèces de colonne. A L'intérieur de ces colonnes les axones pousser vers la cible, repousse vers. L'axone commence a se reformer par bourgeonnement par une vitesse moyenne de 2 a5 mm par jours. Essayant de rétablit la fonction de jonction neuro-musculaire avec les fibres musculaires.
Le manque de facteur de croissance parce que couper le transport axonale est substitué par des facteurs sécréter par les cellules de Schwann.
Les cellules de Schwann sécrètent : NGF et BDNF. En plus elles sont des récepteurs qui fixent ces molécules a l'extérieur de la cellule de Schwann. L'axone est entourer d'un environnement favorable (avec ces facteurs de croissances) pour repousser et avancer vers la cible. Ce rôle très bénéfique des cellules de Schwann pour la regénération de l'axone.



CELLULES DE SCHWANN
- FORMENT DES COLONNES QUI GUIDENT L'AXONE VERS LA CIBLE de 2 à5 mm / JOUR
L'AXONE REPOUSSE PAR BOURGEONNEMENT

CELLULE DE SCHWANN sécrète BDNF: *BRAIN DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR et*
NGF : *NERVE GROWTH FACTOR*



Au niveau du corps cellulaire nous allons rétablir la taille pour ne plus avoir d'hypertrophie, se reforme donc arrêt de chromatolyse (corps cellulaire redevient brillant).
L'axone arrive en contact avec la fibre musculaire et réinnervation et rétablir sa modalité fonctionnelle avec la fibre musculaire (fort rétablissement et capacité de contraction de la fibre qui n'est pas comme avant la lésion)
Au niveau du SNP une grande capacité de regénération et de récupération fonctionnelle.

Les cellules de Schwann ont terminés leur action trophique et se remettre autour de l'axone pour formé la gaine de myéline.

Dans certain situation on n'arrive pas a ce type de récupération : lors de cas grave et douleur chronique = **névrome d'amputation** (organe fantôme)
Il y a une formation de tissu conjonctif au niveau du site de lésion. Il peut avoir une intervention chirurgicale pour enlever le tissu conjonctif.
Dans cette situation, malgré que la cellule de Schwann essai de proliférer, Il n'arrive pas à dépasser cette interruption. L'axone n'arrive pas a repousser jusqu'au muscle.
On peut d'avoir rétablit au niveau sensoriel la connexion mais elle ne fonctionne pas, donc présence de la douleur chronique. Situation pathologique grave- cas particulier

4.1.1 a. au niveau du SNC les fibres lésées ne régénèrent pas

Au niveau du SNC la situation est différente, **les fibres qui ont subit une lésion ne régénèrent pas**.
Lors de traumas au niveau de la moelle épinière ou du cerveau, c'est une perte permanente de fonction.
Les axones peuvent essayer de former des branches collatéraux, mais très courte. N'arrive pas a ré-innerver les autres neurones du SNC.

PROTEINE INHIBITRICE: NOGO, dans membranes des oligodendrocytes et myéline SNC

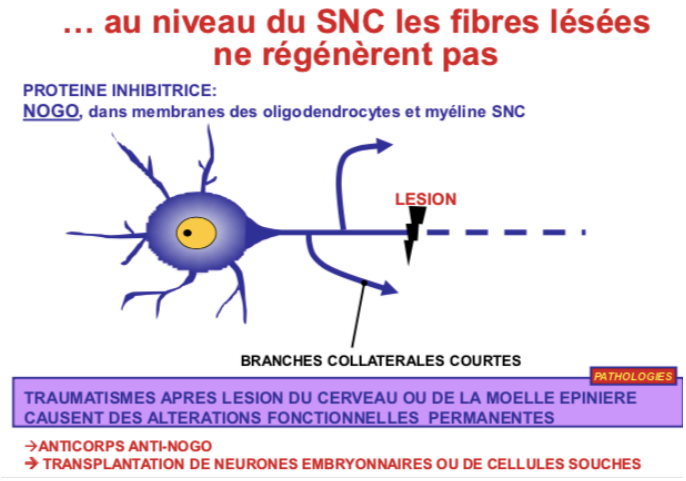
Le **rôle anti-regénération des oligodendrocytes** est du a un programme inhibiteur actif qui se base sur la sécrétion d'une protéine inhibitrice = NOGO (do not go) qui empêche la repousse de l'axone.
La protéine inhibitrice = NOGO est sécréter par les oligodendrocytes et la myéline du SNC. Programme inhibiteur actif par la protéine
Cette protéine empêche un programme qui pourrait se faire la repousse.

Problématique de pourquoi on ne veut pas faire régénérer les fibres, CELA PEUT ÊTRE DANGEREUX !!!! Le circuit du système nerveux centrale à des fonctions très complexe, délicate parce que cela pourrait créer des mal fonctionnement du circuit qui sont è la base de tout nos fonctions supérieur. Idée de base c'est que l'on ne veut pas avoir des circuits qui mal fonctionnement. Pour cela que des traumatismes du cerveau ou de molle épinière causent en générale des altération fonctionnelles permanentes

Pathologie.

TRAUMATISMES APRES LESION DU CERVEAU OU DE LA MOELLE EPINIERE CAUSENT DES ALTERATIONS FONCTIONNELLES PERMANENTES

- ANTICORPS ANTI-NOGO – utilisation des anticorps anti-nogo pour permettre aux axones de régénérer
- TRANSPLANTATION DE NEURONES EMBRYONNAIRES OU DE CELLULES SOUCHES – pour substituer les neurones endommager – le pbm est de savoir comment ces cellules vont se mettre en relation avec les circuits existant – comment créer des synapses correctes. Histoire de neurogénése chez l'adulte, ou notre organisme est capable d'introduire de nouvelle cellule neuronale dans la circulation .



4.2 Les ganglions

Les autres structures du SNP

Ganglions du SNP

Sont des stations intermédiaires sur les voies du SNP : contiennent les corps cellulaires des neurones périphériques, les cellules satellites gliales et les fibres nerveuses « en passant » (axone et dendrite qui entrent et sortent des ganglions)

- SNP somatique
- SNP autonome

Les neurones du système périphériques (SNP) au niveau embryonnaire ont une origine différente de toutes les cellules du système nerveux centrale (SNC).

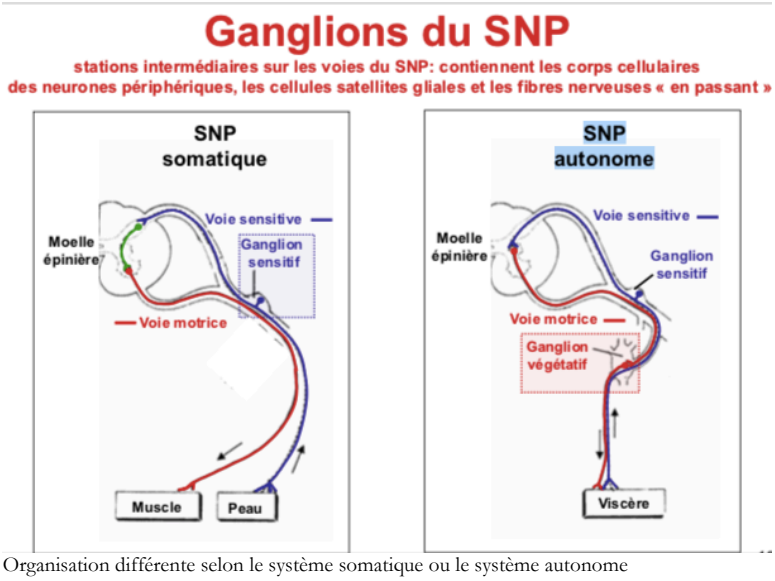
Différence d'origine embryonnaire

Le **tube neural** qui est à la base de la formation du SNC

C'est la **crête neurale** qui se détache du tube dans des phases précoses du développement qui formera les cellules du SNP.

Se regroupe avec tout les corps cellulaires au niveau des ganglions

Ces ganglions qui sont des renflements (structures) que l'on voie sur les voie au niveau du SNP



Organisation différente selon le système somatique ou le système autonome

Dans le système somatique : **SNP S**
Observation du ganglion- structure globuleuse **seulement sur la voie sensoriel**
Un seul type de ganglion dans le SNP somatique, il est appelé le **ganglion sensitif**
Ganglion qui est sur la voie des neurones qui par des mécano-récepteurs de la peau et qui fera synapse sur par la racine postérieur avec la moelle épinière. Type de neurone pseudo-unipolaire (branche périphérique avec les récepteurs sur la peau et avec une branche qui entre dans le ganglion. Ou se retrouver le corps cellulaire du neurone sensoriel. Puis une **fibre intermédiaire** part de la partie axonale pour entre au niveau de la moelle épinière, pour aller innerver la moelle épinière.
Pas de ganglion sur la voie motrice du SNP, qui part de la molle épinière et qui va aller innerver la fibre musculaire squelettique (pas de fibre intermédiaire

Dans le système autonome : **SNP A**
Observation du ganglion- structure globuleuse sur la voie sensoriel
Un seul type de ganglion dans le SNP somatique, il est appelé le **ganglion sensitif**
Ganglion qui est sur la voie des neurones qui par des récepteurs viscérale (organe) et qui fera synapse sur par la racine postérieur avec la moelle épinière. Type de neurone pseudo-bipolaire (branche périphérique avec les récepteurs sur la peau et avec une branche qui entre dans le ganglion. Ou se retrouver le corps cellulaire du neurone sensoriel. La partie axonale entre au niveau de la moelle épinière

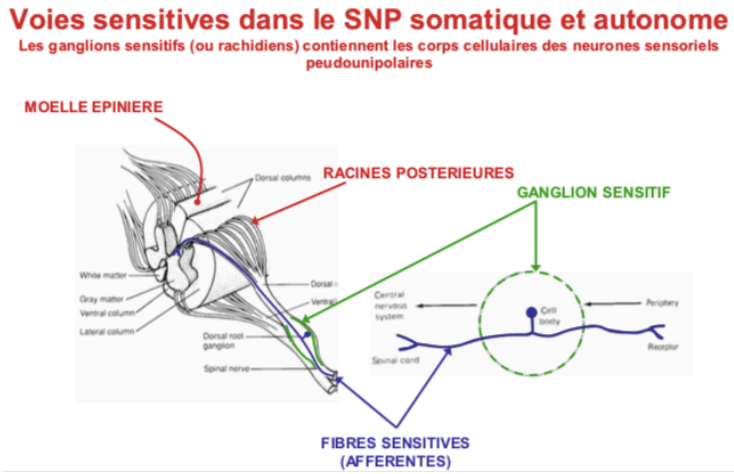
Observation du ganglion - structure globuleuse sur la voie motrice
La voie motrice est formée par deux cellules

- **neurone pré-ganglionnaire** qui part de la moelle épinière et fait synapse a l'intérieur du **ganglion végétatif**
- **neurone post-ganglionnaire**, d ans le ganglion végétatif, retrouve le corps cellulaire du deuxième neurones. Ira innerver l'organe

4.3. SNP somatique et autonome

Voies sensitives dans le SNP somatique et autonome
Les ganglions sensitifs (ou rachidiens) contiennent les corps cellulaires des neurones sensoriels peudo- unipolaires

- MOELLE EPINIERE
- RACINES POSTERIEURES
- GANGLION SENSITIF
- FIBRES SENSITIVES (AFFERENTES)

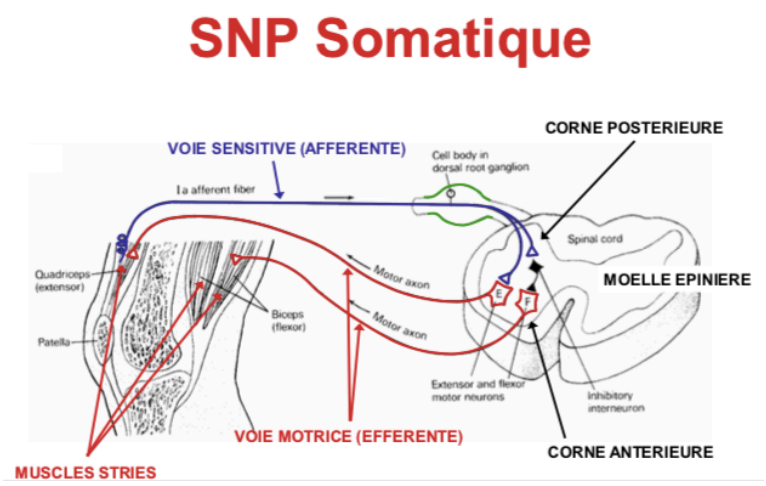


Les neurones dans les ganglions sensitifs sont des neurones neurone pseudo-unipolaire :

- qui par du récepteur de la peau /organes sensoriel ou sur les organe viscéraux
- vers le ganglion ou se retrouve le corps cellulaire
- puis la branche axonale entre au niveau de la structure qui est la **racine postérieur** vers la partie postérieur de la molle épinière

4.3.a. SNP Somatique

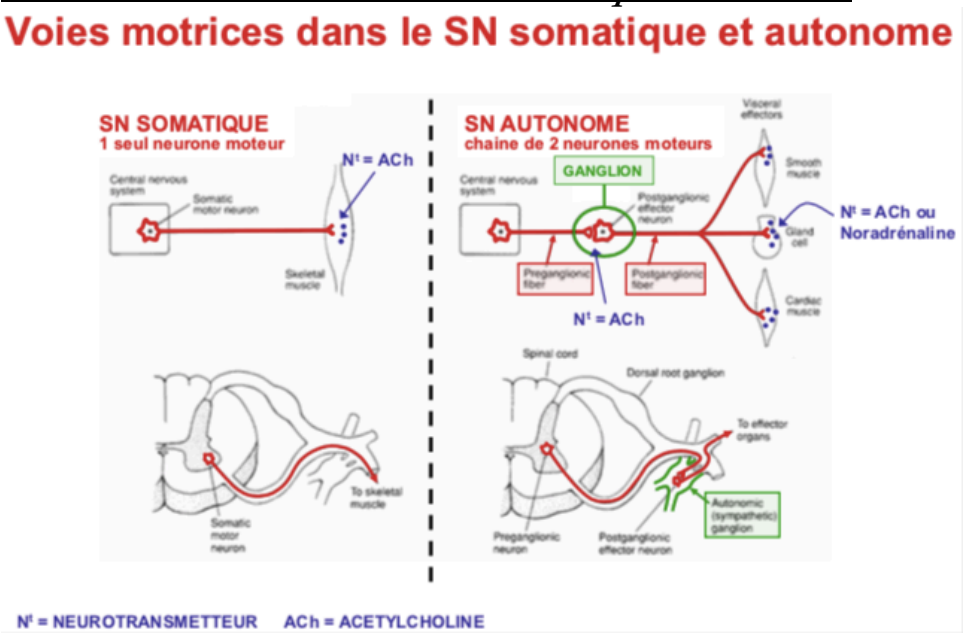
Dans un contexte plus spécifique SNP Somatique, on peut observer la voie sensitif au
- départ des récepteurs qui sont a l'intérieur de la fibre musculaire qui entre dans le ganglion sensitif et
- la partie axonale vers la **corne postérieur** part vers la partie postérieure de la moelle épinière
- a ce lieu peut avoir deux type de synapse obtenir un jeu de contraction/relâchement :
  - -lors d'une contraction- excitation certain muscle en même temps il y aura relâchement- inhibition d'autre muscles (muscle agoniste et antagoniste de la contraction musculaire) induire un reflexe patellaire
  - synapse excitatrice directe sur le moto-neurone qui sort de la moelle épinière par la corne antérieure :
  - impulsion **d'excitation du moto-neurone**, induisant la contraction du muscle , qui est innerver par ce moto-neurone
  - la branche axonal de la fibre sensoriel , peut faire synapse sur une inter-neurone : qui est inhibiteur .
  - Inhibant les motoneurone excitateur qui devait contracter les muscle,



MOELLE EPINIERE
CORNE ANTERIEURE
- VOIE MOTRICE (EFFERENTE) – sortit de l'information de la moelle vers le muscle
- MUSCLES STRIES

CORNE POSTERIEURE
- Voie sensitive (afférente)- retour de l'information du muscle vers la moelle

4.3.a.1. Voies motrices dans le SN somatique et autonome



SNP SOMATIQUE

1 seul neurone moteur qui part de la moelle épinière et va innerve le muscle squelettique
le transmetteur qui est relâcher est : ACÉTYCHOLINE pour contracter le muscle squelettique

SNP AUTONOME

Une chaine de 2 neurones moteurs : le premier fait synapse avec le deuxième a l'intérieur du ganglion SNA
Au niveau du neurone pré-ganglionnaire action de ACÉTYCHOLINE
Au niveau du neurone post -ganglionnaire en fonction de lieu (SN symp ou SN paraSymp) ou cela se trouver

- action de ACÉTYCHOLINE (**SNA parasympathique**) ou
- action de NORADRÉNALINE (**SNA sympathique**)

4.3.a.1.a. Système nerveux autonome (SNA)

Différence entre le SNA SYMPATHIQUE ou SNA SYMPATHIQUE

- le lieu de départ du neurone pré-ganglionnaire
- longueur du neurone pré-ganglionnaire

SNA SYMPATHIQUE

Le départ du moto-neurone de la moelle épinière arrive au **ganglion sympathique (végétatif)**
Au niveau du neurone pré-ganglionnaire action de ACÉTYCHOLINE, qui stimule au niveau du ganglion sympathique le neurone post – ganglionnaire

- neurone post- ganglionnaire qui entre dans l'organe viscérale cible et
- va sécréter la NORADRÉNALINE (SNA sympathique) = effet de type excitateur

SNA PARASYMPATHIQUE

Le départ du neurone pré-ganglionnaire (seront différent du SNA sympathique)

- se passe dans un endroit de la moelle épinière ou du cerveau qui
- Très long

arrive au ganglion parasympathique (végétatif **extra mural** ou **intra mural**)

- est très a proximité de la cible = **extra mural**,
- quelque fois a l'intérieur de l'organes cible= **intra mural** (dans le stroma intérieur de l'organes cible, ex : cœur, poumon, intestin)

Au niveau du neurone post -ganglionnaire est très court, sécrétion de l'ACÉTYCHOLINE

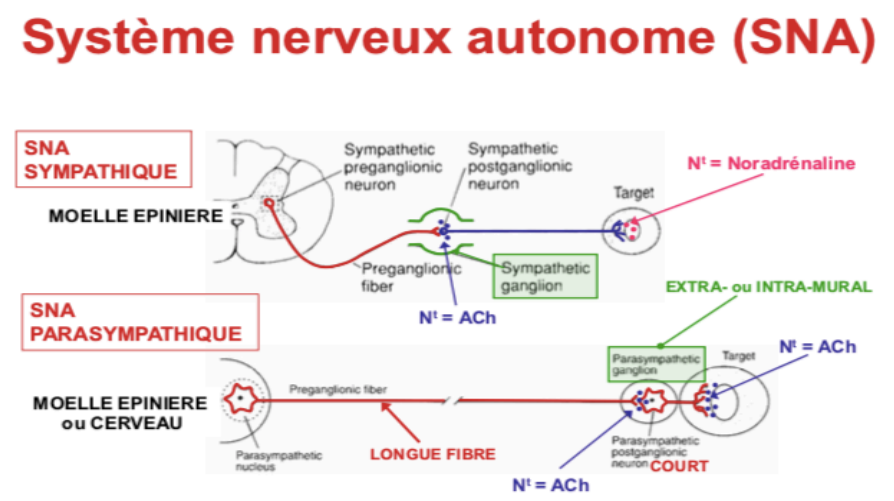
Exemple pour la contraction du cœur ACÉTYCHOLINE

- qui est dans le muscle squelettique fait contracter de façon fort (excitatrice) et
- dans le cœur, il diminue la force de contraction selon le rythme cardiaque.

La **noradrénaline** augment le rythme cardiaque

ACÉTYCHOLINE a deux classes des récepteurs
- NICOTINIQUE : responsable de la contraction du muscle squelettique
- MUSCARINIQUE : responsable transduction des signal opposé, responsable de la force de contraction au niveau cardiaque

un seul neurotransmetteur peut avoir des effets différents selon le type de récepteur



4.3.a.1.a.1. Organisation du système nerveux autonome

SNA SYMPATHIQUE

Le départ du SNA sympathique se fait au niveau d'une zone anatomique spécifique
- de la moelle épinière au niveau du segment **thoraciques** et **lombaires**

La plupart des ganglions ne sont pas trop loin du lieu de départ
Similitude de longueur entre les neurone pré-ganglionnaire et post ganglionnaire
Certain ganglion sont sur une chaine, se retrouver un même endroit

Les neurones post-ganglionnaire sont plutôt longue et innerver les différent type d'organes viscéraux
Augmentation fonctionnelle par la circulation de **NORADRÉNALINE**

SNA PARASYMPATHIQUE

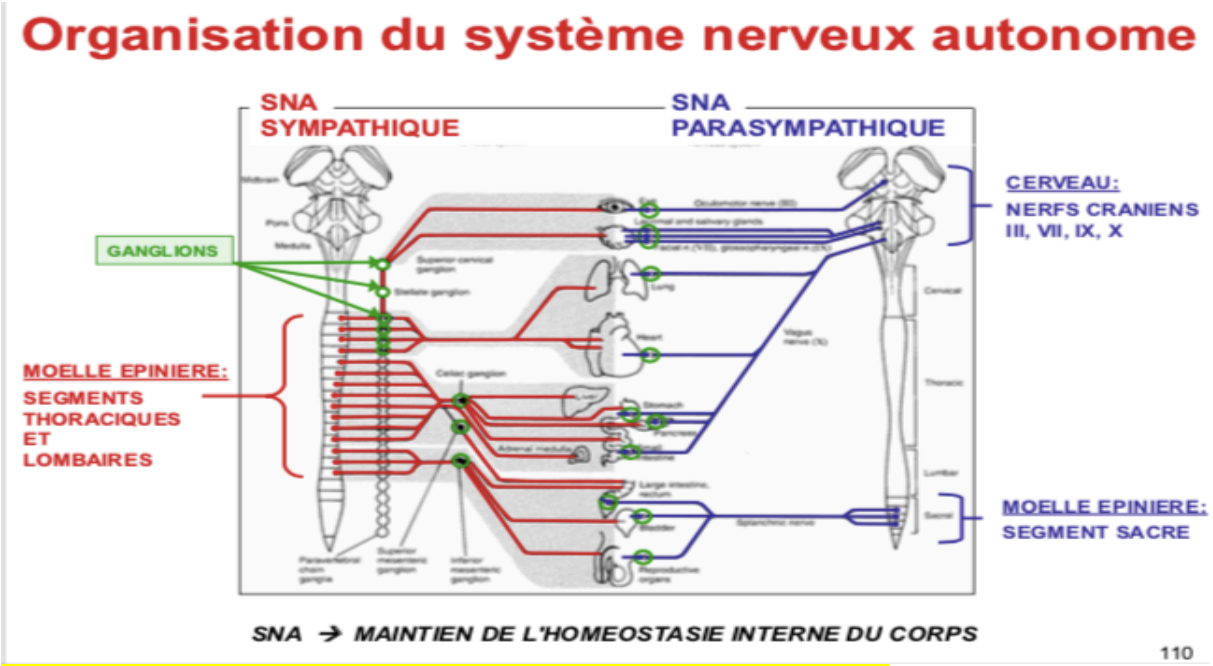
Le départ du SNA parasympathique (complémentaire) se fait au niveau d'une zone anatomique spécifique-complémentaire :
- CERVEAU : NERFS CRANIENS III, VII, IX, X
- MOELLE EPINIERE (partie terminale): SEGMENT SACRE

Tout les neurones pré-ganglionnaires sont très longue qui arrive
- a l'intérieur de l'organe (ganglion intra-mural) ou
- a l'extérieur via les ganglions (ganglion extra mural)

Les neurones post-ganglionnaire sont court et innerve l'organe à proximité
Diminution fonctionnelle par la circulation de **ACÉTYCHOLINE**

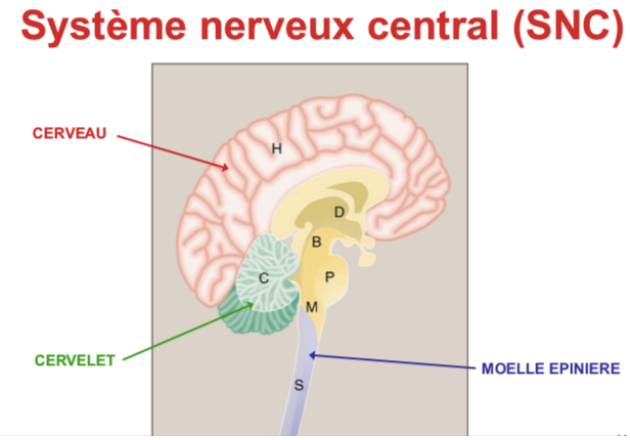
Chaque organe peut recevoir une innervation parasympathique et sympathique

SNA--» maintien de l'homéostatique interne du corps, est fait de manière autonome
avec la balance de SNA Parasymp - noradrénaline (excitation) et SNA para - acétylcholine (ihnibition)
– il n'y a pas de choix du rythme cardiaque



SNA MAINTIEN DE L'HOMEOSTASIE INTERNE DU CORPS

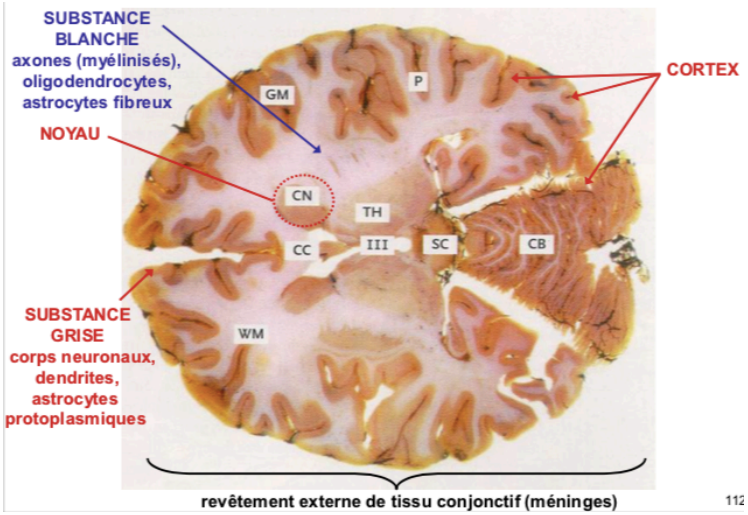
5. LE TISSU NERVEUX DANS LE SNC



Plusieurs régions qui vont se distinguer pendant la période de développement, ayant des caractéristiques différentes

- CERVEAU
- (rose) hémisphère cérébraux , avec grande partie du cortex
- (jaune) plusieurs région interne- le diencéphale , le tronc cérébrale se raccordant a la moelle épinière
- CERVELET
- (vert)
- MOELLE EPINIERE
- (bleu)

5.1 Le cortex cérébral, cérébelleux et la moelle épinière



Tout le tissu nerveux est recouvert a l'extérieur de tissu conjonctif (3 couches) qui se nom les méninges- tout a fait externe au tissu nerveux

Cerveau humain
Observe les différentes parties
Les neurones ont des axones, les grands faisceaux d'axones voyagent ensemble -

- Substance blanche
Tout les axones myélinisé sont observés dans la substances blanches
Région cérébrale avec prévalence de substance blanche. Les axones sont recouvert de la gaine de myéline = couleur
Observation :

- Axones myélinisés
- Oligodendrocytes
- Astroctes fibreux : localisation proche des nœud de Ranvier (échange entre astrocyte et axones)

- Substance grise : dans les replis- dans les circonvolutions – cortex cérébral et cortex cervelet- et a l'interne au niveau des ilots et régions : accumulation de corps cellulaires des neurones avec

- leurs arborisations dendritiques courtes,
- les astrocytes protoplasmiques tout autour

Observation :

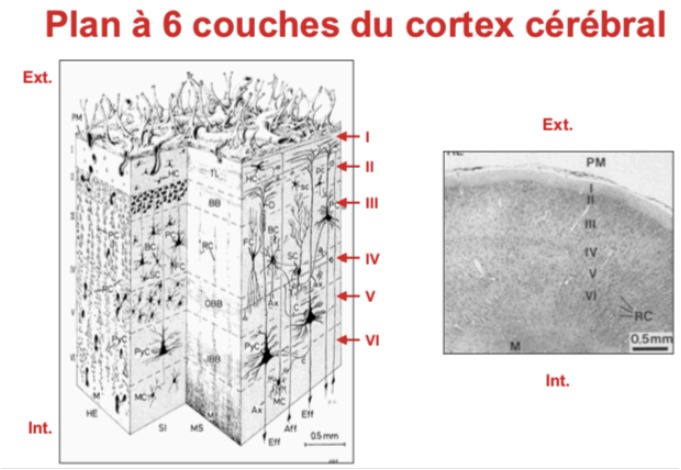
- extérieur du cortex cérébrale
- des **noyaux** à l'interne qui forme des substances grises

5.1.a. Plan à 6 couches du cortex cérébral

En profondeur des région dans le substance grise, ou se retrouver beaucoup de corps cellulaire de neurone
Organisation d'un certain type :
Dans le **cortex cérébral** : Organisation en 6 couches en particulière, ou chaque couche représente une accumulation d'un certain type de neurone

- les corps cellulaires de neurone sont présents au niveau des divers couches
- les couches se forment par la migration (glie radiaire et neuroblaste) lors du développement du tube neurale former par une mono couche, après le cellule vont voyage vers l'extérieur – donc les neuroblaste formeront les plusieurs couches
- la couche qui se forme en premier est la 6eme, par la suite surpasse/dépasser les cellules pour se déposer vers l'extérieur (la couche la plus externe est la dernière qui se forme)
- différence dans la molle épinière parce que pas la présence de cette vague qui vas vers l'extérieur

en audio- 16.12.2021 : 40 :30

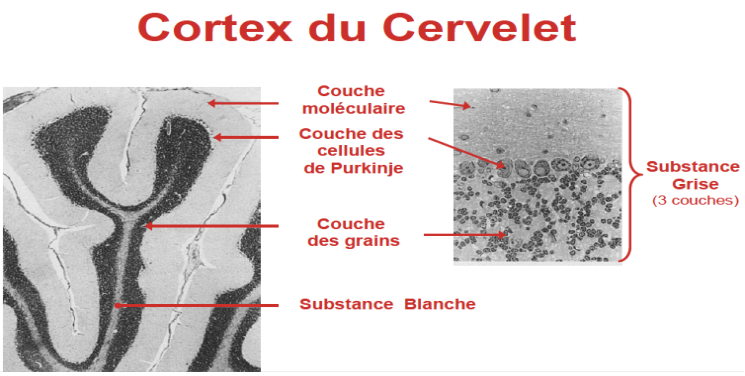


En coloration histologique,
- reconnaître les 6 couches dans tout le cortex cérébrale
- en fonction de la zone du cortex et sa spécificité la épaisseur des couche peuvent varier selon
- Le cortex des zones différentes : Partie spécialiser qui se nomme
- cortex motrice
- cortex sensoriel
- cortex visuel

5.1.b. Cortex du Cervelet

Il y a aussi des couches au niveau du cervelet

- Substance Grise : est organiser en 3 couches
  - Couche moléculaire : la plus externe- former par la grande arborisation dendritique, des cellules de Purkinje
  - Couche des cellules de Purkinje : au milieu – le corps cellulaire de Purkinje forment la couche (la même cellule forment deux couches
  - Couche des grains : a l'interne- former avec le cellules granullaires (petite et concentrer et très présente dans le système nerveux)
- Substance Blanche



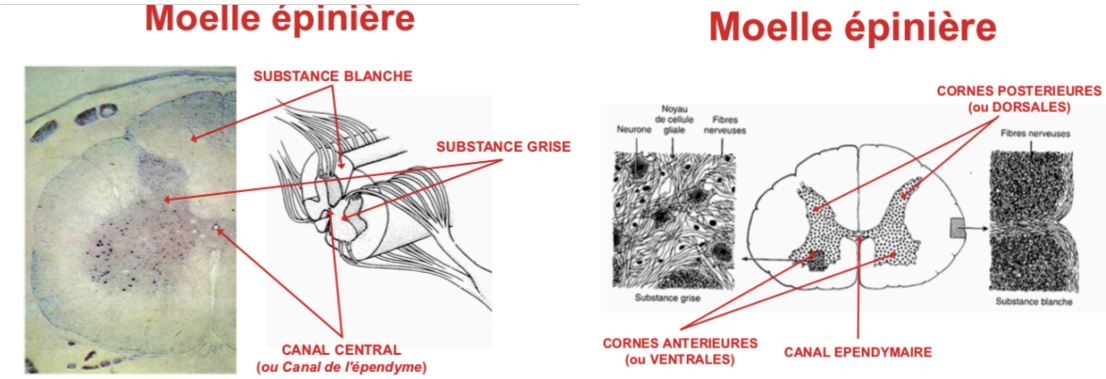
Observation des divers colorations,
- la grande concentration de cellule granullaire donne une coloration un peu plus foncer a l'intérieur du cervelet
- a l'intérieur de cellule granullaire , se retrouve tout les axones qui départ du cervelet = substance blanche du cervelet
- interphase le corps cellulaire de cellule de Purkinje (plus grosse en taille)
- a l'extérieur plus claire, on observe la partie de l'arborisation dendritique des cellule de Purkinje

5.1.c. Moelle épinière

Au niveau de la molle épinière organisation différente que du cortex cérébrale : explication du fait que tout part d'un tube neural monocouche

- SUBSTANCE BLANCHE de la moelle épinière est a l'extérieur
- SUBSTANCE GRISE de la moelle épinière est a l'intérieur
- CANAL CENTRAL (ou Canal de l'épendyme) – au centre un canal= cavité (pour cortex les ventricule et pour la moelle épinière le canal de l'épendyme) représentant la partie creuse du tube neural du départ embryonnaire

Au niveau de la molle épinière organisation différente que du cortex cérébrale : explication du fait que tout part d'un tube neural monocouche
- dans le cortex nous retrouvons des vagues de migration des cellules vers l'extérieur : donc les cellule neuronal se retrouver externe en rapport a la substance blanche :
- le corps orienter vers l'externe et
- axone vers l'interne
- dans la molle épinière pas de vagues de migration des cellules, donc accumulation de neurones et corps cellulaire a l'interne et l'axone va vers l'extérieur= substance blanche vers l'extérieur



Regardant plus en détaille

Moelle épinière

- CORNES ANTERIEURES (ou VENTRALES)
- CORNES POSTERIEURES (ou DORSALES)
- CANAL EPENDYMAIRE

La forme de la substance grise de la moelle épinière (forme en papillon- H) avec la reconnaissance de deux cotés

- partie postérieur = **CORNES POSTERIEURES** (ou DORSALES)
- entré des fibres sensoriels
- partie moyenne/ en interne des motoneurones du système nerveux autonome –SNA
- partie antérieur = **CORNES ANTERIEURES** (ou VENTRALES)
- les motoneurone qui innerve les muscles squelettiques départ des cornes antérieures de la moelle épinière
- si fait un zoume : corps cellulaire de motoneurone SN somatique entourer par les cellules gliales et astrocytes- section horizontale
- au centre = CANAL EPENDYMAIRE

La forme de la substance blanche, si fait un zoume

Observation axone en section transversale, le plan est perpendiculaire a celui des corps cellulaire

- Pour cela les axones se dirigent vers le haut ou vers le bas (sup ou inf) vers le cerveau ou autre segment de la moelle épinière
- Les axones voyagent en perpendiculaire en rapport au corps cellulaire

5.2 Les méninges et le liquide céphalo-rachidien

Le tissu de revêtement du système nerveux centrale = les méninges

5.2.a. Méninges

MENINX (mot du grec antique) = MEMBRANE, COUVERTURE

Tout le cerveau et la moelle épinière sont entourer par les méninges

Les méninges stabilisent a leur forme et leur position du tissu nerveux

Partout nous retrouvont (3 COUCHES) MEMBRANEUSES – former par du tissu conjonctif et cellules épithéliales

- DURE-MERE : externe
- ARACHNOÏDE : moyen
- PIE-MERE : interne

- Le cerveau est suspendu à l'intérieur des méninges qui, à leur tour, sont attachées aux os du crâne.
- A l'intérieur des méninges on trouve un liquide, le liquide céphalo-rachidien, Entre le cerveau et le crâne, il y a cette structure ou se retrouver du liquide (LCR). Ce LCR a une grande valeur pour réduire l'intensité des forces (forme au coussinet aqueux)
- réduit l'intensité des forces (*p.ex.: gravité*) auxquelles est soumis le tissu nerveux.

Lors de gros traumatisme cela n'est pas suffisant.

5.2.a.1. Organisation des méninges

Organisation des méninges est différente au niveau du cerveau et de la molle épinière

5.2.a.1.a. Organisation des méninges SNC- cerveau

Au niveau du cerveau : observation des couches

- **OS** du **CRANE** : en extérieur, qui repose sur le périoste
- PERIOSTE
- **DURE-MERE** (*PACHYMENINGE=dure*) – couche membranaire de méninge la plus externe, tissu conjonctif dense, plus fort
- **ARACHNOÏDE** : particularité comme toile d'araignée – former par une couche et aussi par beaucoup de travée laissant beaucoup

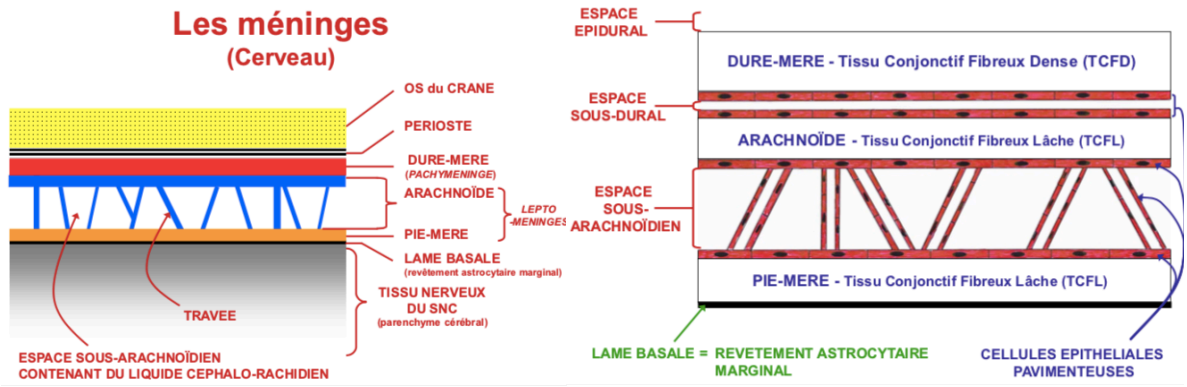
d'espace : structure qui par l'intermédiaire de cette toile pour faire entre des artères du SNC et espace est remplit de LCR
- Travée
- **ESPACE SOUS- ARACHNOÏDIEN** – contient le liquide céphalo-rachidien (LCR)
- Espace pour entrer des artères qui vont s'enfoncer au niveau cérébral
- **PIE-MERE** – en interne – couche en relation avec les tissu nerveux : Tissu Conjonctif Fibreux Lâche (TCFL)
- les astrocyte mettre leur pied vasculaire en contact avec la pie-mère
- **LAME BASALE** (revêtement astrocytaire marginal) - A partir de ce moment on entre à l'intérieur du tissu nerveux

TISSU NERVEUX DU SNC (parenchyme cérébral)

L'intérieur du tissu nerveux, se retrouver les parenchyme= ensemble du tissu nerveux

LEPTO -MENINGES = méninge moins dure et plus souple parce que former par du tissu conjonctif plus souple que la dure mère externe

- ARACHNOÏDE
- PIE-MERE



Organisation des méninges, explication de l'extérieur

- les couches entre les différentes parties : revêtement de **cellule épithéliales pavimenteuse**
  entre dure-mere et arachnoide
  entre arachnoide et pie-mère et les travée
- la **lame basale** est former par un **revêtement astrocytaire marginal**
- espace entre les différentes couches
  espace **epidural** : qui est entre la dure-mère et le périoste = espace virtuel (plus présente au niveau de la moelle que le crâne)
  espace **sous-dural** : qui est entre la dure-mère et arachnoide
  espace **sous-arachnoidien** : qui est entre arachnoide et pie-mère- pour le passage des artères et LCR

ESPACE EPIDURAL

- DURE-MERE - Tissu Conjonctif Fibreux Dense (TCFD)

ESPACE SOUS- DURAL

- ARACHNOÏDE - Tissu Conjonctif Fibreux Lâche (TCFL)

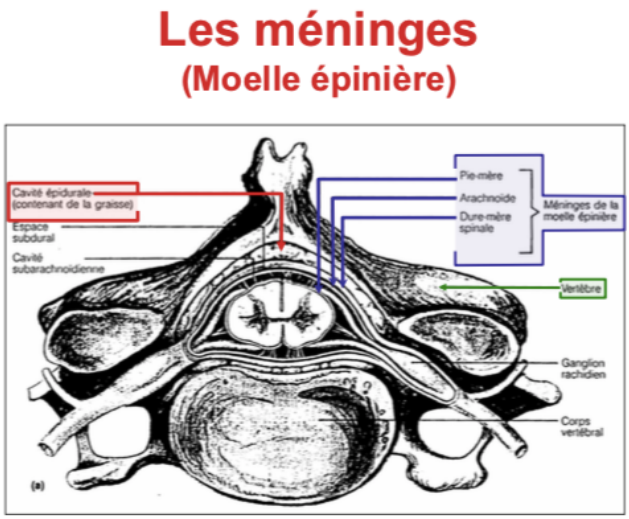
ESPACE SOUS- ARACHNOÏDIEN

- PIE-MERE - Tissu Conjonctif Fibreux Lâche (TCFL)

5.2.a.1.b. Organisation des méninges SNC- moelle épinière

Organisation des méninges est différente au niveau du cerveau et de la molle épinière
Situation similaire
Tissu nerveux de la moelle épinière
Qui est a al fois entourer de méninge de la moelle épinière (3 couches)

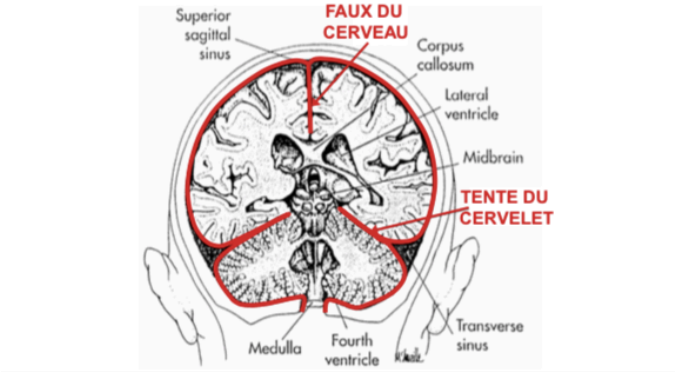
- DURE-MERE – extérieur en contact avec l'os de la vertèbre
- Espace /cavité épidural (plutôt grand) : Entre la dure-mère et les vertèbres – présence de matière et de graisse(lieu de ponction)
- ARACHNOÏDE :
- **ESPACE SOUS- ARACHNOÏDIEN** – contient le liquide céphalo-rachidien (LCR)
- PIE-MERE



5.2.a. 2. Invaginations de la dure-mère

La dure-mère en regardant le cerveau de manière générale possèdent des invaginations- comme la dure-mère recouvre le cerveau
2 grandes invaginations :

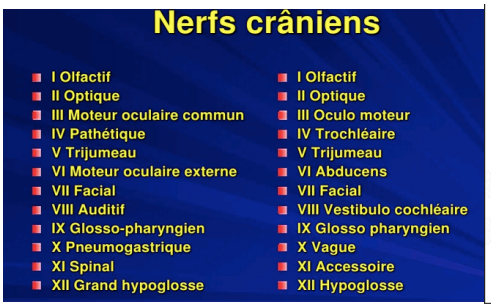
- **Faux du cerveau** : en supérieur qui délimite les hémisphère cérébrale (droite et gauche)
- **Tente du cervelet :** en latérale, permet la séparation physique de la partie cérébrale de la partie cervelet

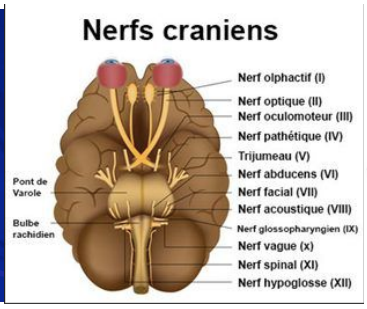


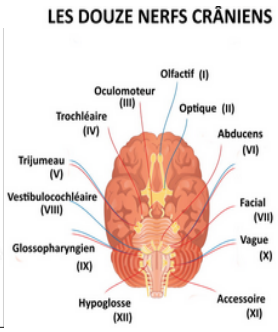
- FAUX DU CERVEAU
- TENTE DU CERVELET

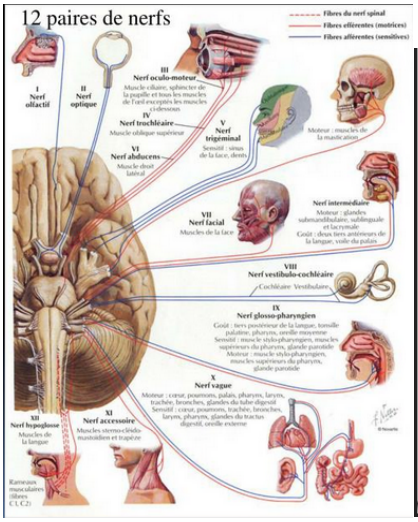
5.2.b. Organisation des nerfs du SNC vs SNP

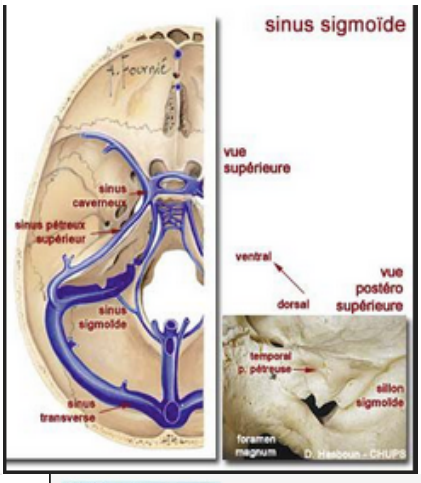
12 pairs de nerfs crâniens dont le nerf optique (II) et olfactif (I) sont considérés des structures du SNC

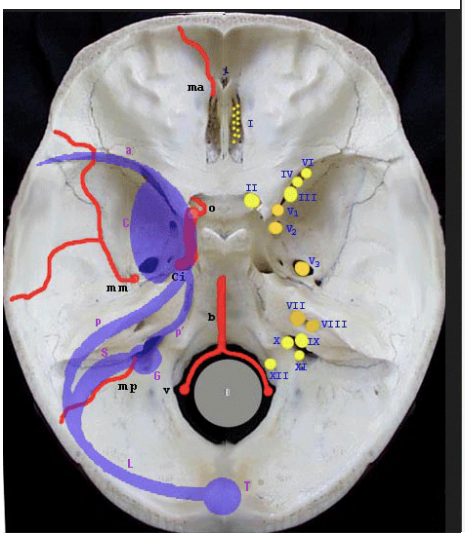


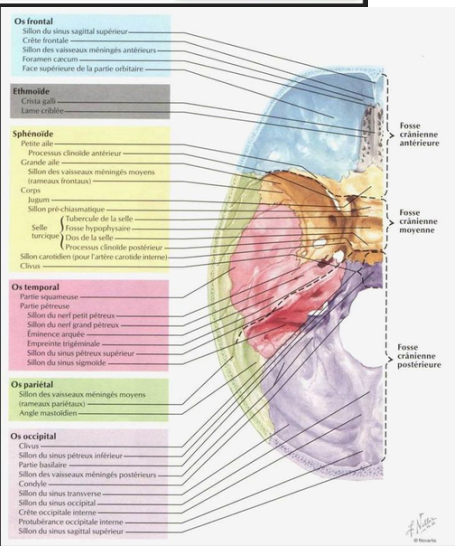


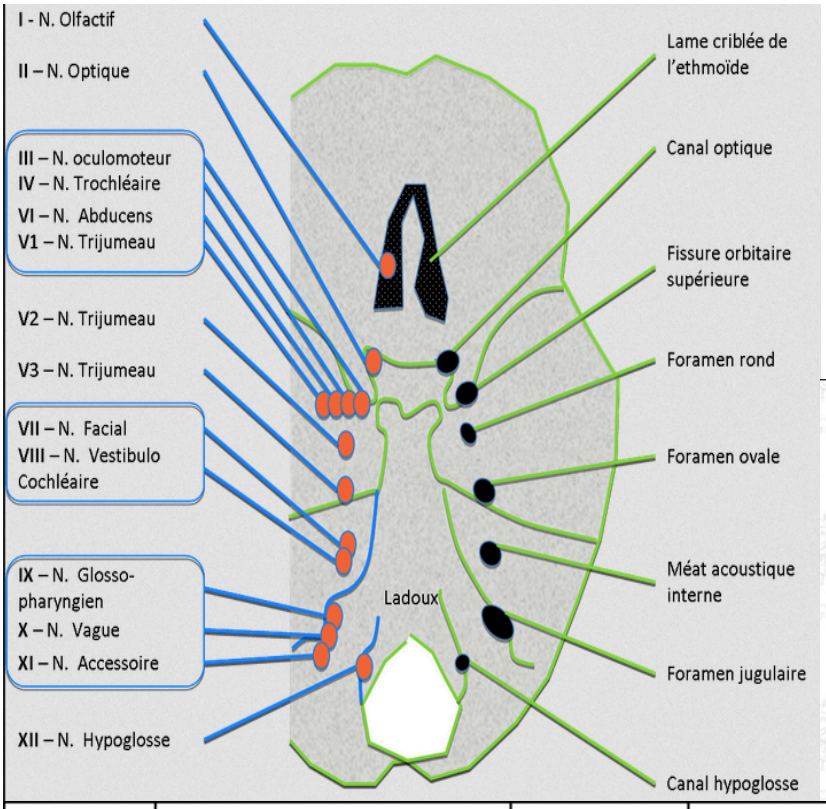


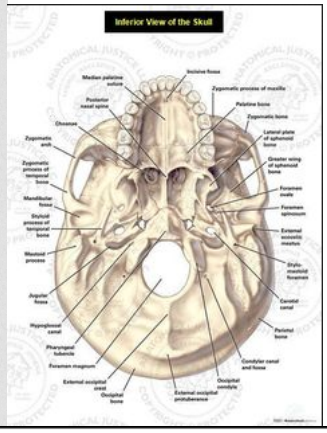

12 paires de nerfs
Fibres du nerf spinal
Fibres efférentes (motrices)
Fibres afférentes (sensitives)
I Nerf olfactif
II Nerf optique
III Nerf oculo-moteur
IV Nerf trochléaire
V Nerf trijumeau
VI Nerf abducens
VII Nerf facial
Nerf intermédiaire
VIII Nerf vestibulo-cochléaire
IX Nerf glosso-pharyngien
X Nerf vague
XI Nerf accessoire
XII Nerf hypoglosse


sinus sigmoïde
vue supérieure
sinus caverneux
sinus pétreux supérieur
sinus sigmoïde
sinus transverse
ventral
dorsal
vue postéro supérieure
temporal
p. pétreuse
sillon sigmoïde
foramen magnum
D. Hanoun - CHUPS


ma
mm
mp
o
b
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII


Os frontal
Ethmoïde
Sphénoïde
Os temporal
Os pariétal
Os occipital
Fosse crânienne antérieure
Fosse crânienne moyenne
Fosse crânienne postérieure





Paire n°	Nom du nerf	Catégorie	Rôle
I	N. olfactif	Sensitif : S	Nerf très court (jusqu'au bulbe olfactif) : perception des odeurs
II	N. optique ou ophtalmique	Sensitif	C'est le prolongement des cellules de la rétine, jusqu'au cortex strié
III	Nerf moteur oculaire commun	Moteur : M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
IV	Nerf pathétique	M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
V	Nerf trijumeau	Mixte (S / M)	C'est le nerf sensitif de la face et le nerf moteur des muscles masticateurs
VI	Nerf moteur oculaire externe	M	Nerf moteur qui assure les mouvements des muscles de l'œil
VII	Nerf facial	S / M	Nerf mixte car en même temps sensitif et moteur des muscles de la face
VIII	Nerf vestibulo-cochléaire ou acoustique	S	Nerf sensitif responsable à le fois de l'audition et de l'équilibre
IX	Nerf glosso-pharyngien	S / M	Nerf sensitif et moteur du pharynx, nerf sensitif de la langue
X	Nerf pneumogastrique ou nerf vague	S / M	Nerf connecté au cœur et aux appareils respiratoire et digestif
XI	Nerf spinal	M	Nerf moteur responsable des mouvements des muscles du cou
XII	Nerf grand hypoglosse	M	Nerf moteur de la langue

Les douze paires de nerfs crâniens

Concept d'un nerf du SNC vers le SNP - 12 pairs de nerfs crâniens
Les nerfs sont au nombre de 2 dans la SNC , nerf optique (II) et olfactif (I) sont considérés des structures du SNC

Puis les autres nerfs sont au sein du SNP

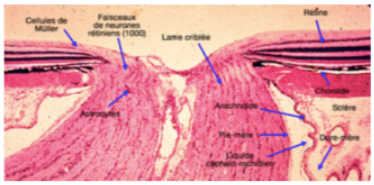
5.2.b.1. Le nerf optique : organiser comme structure du SNC

Nerf optique, est une grande accumulation d'axone pour organe de la vue, organiser comme structure du SNC

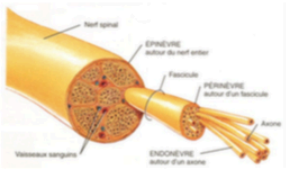
- 3 couches méningées
- cellule autour des axones
- astrocytes
- oligodendrocytes

Organisation des nerfs du SNC vs SNP

12 pairs de nerfs crâniens dont le nerfs optique (II) et olfactif (I) sont considérés des structures du SNC



Nerf optique:
- **3 couches méningées**
- **astrocytes**
- **oligodendrocytes**



Organisation typique du nerf du SNP

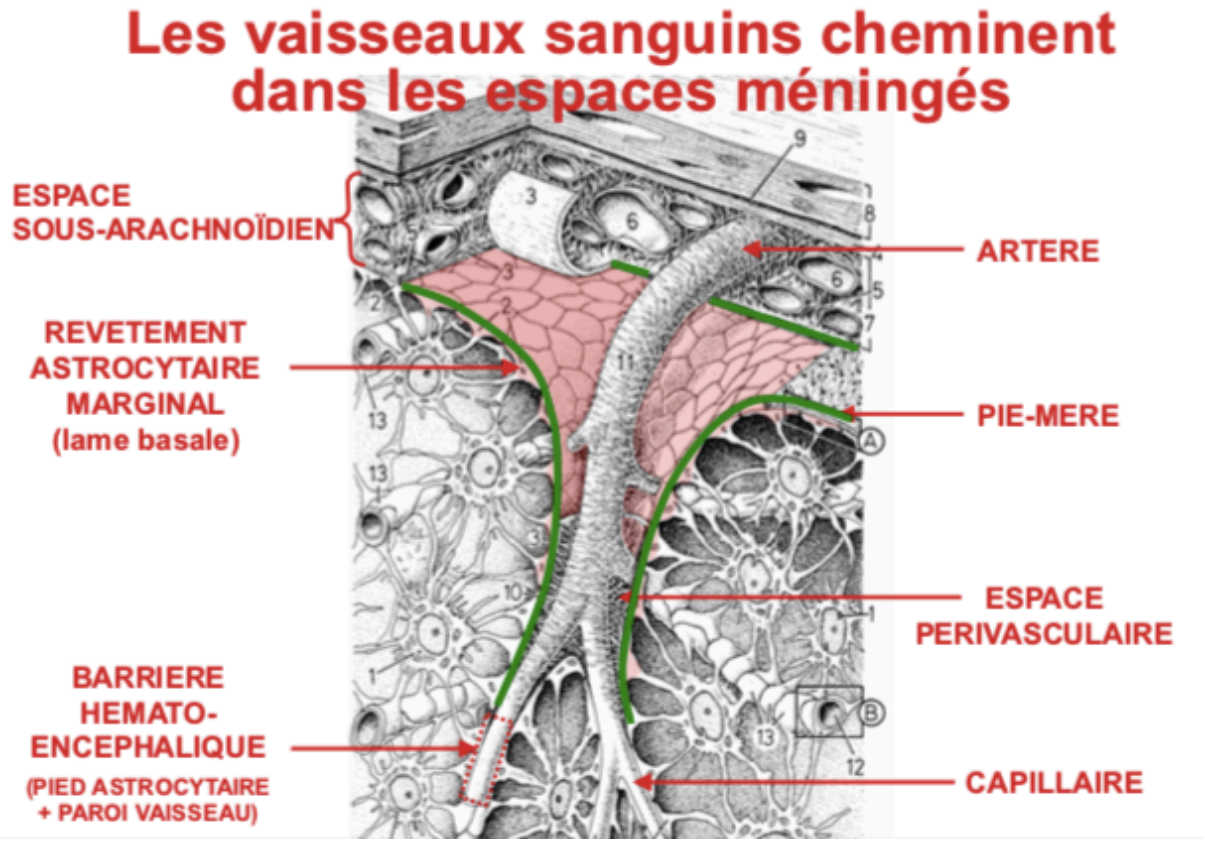
5.2.b.2. Les nerfs crâniens : Organiser comme structure du SNP

Organisation typique du nerf du SNP
Avec les différent faisceaux

- Endonèvre
- Périnèvre
- Épinèvre

5.2.c. Les vaisseaux sanguins cheminent dans les espaces méningés

Les vaisseaux sanguins qui entrent dans le SNC formant la circulation cérébrale,



au niveau de **l'espace sous-arachnoidien**, a cette endroit il n'y pas de recouvrir directe par les pied vasculaire des astrocytes , la couche de pie-mère est encore présente

- que se situ l'entré des artères arrivant de l'horizontal et s'enfoncer de manière verticale pour entré l'intérieur du cerveau
- accompagné par un invagination de la pie-mère. Elle accompagne tout le parcours initial de l'artère (protection du vaisseau par la pie-mère)
- le repli/invagination de la pie-mère comme présence de LCR dans l'espace sous-arachnoidien
- présence de LCR dans l'espace péri-vasculaire de l'artère (interposition LCR entre pie-mère et l'artère) occupant **espace prérivasculaire**
- les pieds vasculaires des astocytes- qui forme le revêtement astrocytaire marginale (lame basale) se met en contact avec la pie-mére
- Puis les vaisseau devient de plus en plus petit = artérioles et puis devient des capillaires (avec la diminution du diamètre du vaisseau)
- Lors du capillaire, perte de la barrière de la pie-mère, c'est les pieds des astrocytes qui vont se mettre comme barrière sur les capillaires
- = barrière hémato-encéphalique
- seulement au niveau des capillaires début de l'organisation **barrière hémato-encéphalique** avec les pieds des astrocytes autour des capillaires/vaisseaux

ESPACE SOUS-ARACHNOÏDIEN

- ARTERE

PIE-MERE : cloison pi-mérienne

- REVETEMENT ASTROCYTAIRE MARGINAL (lame basale)

ESPACE PERIVASCULAIRE

- CAPILLAIRE
- BARRIERE HEMATO- ENCEPHALIQUE (PIED ASTROCYTAIRE + PAROI VAISSEAU)

5.2.c.1. Les espaces méningés peuvent se remplir de sang : pathologie

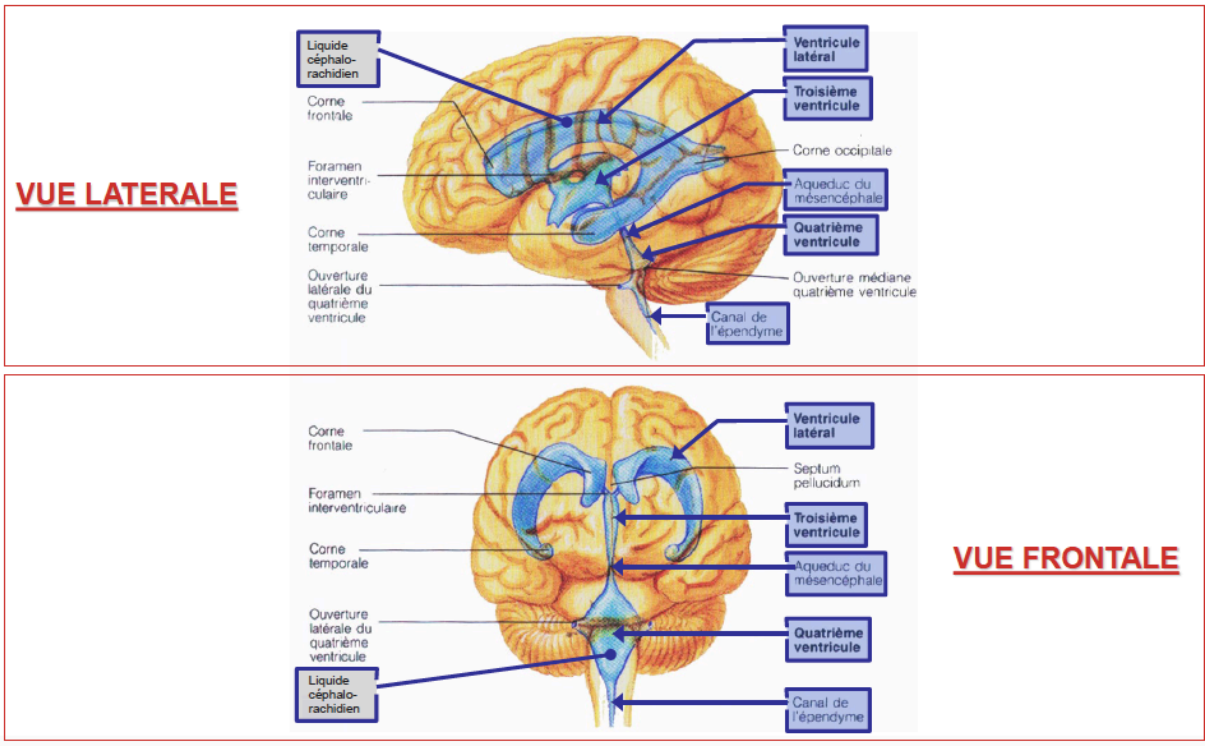
Nous avons situation de traumatisme ou hémorragie ou les espace méningé peuvent se remplir de sang, avec divers conséquence /pathologie.

Pathologie :

- Hématome épidural : accumulation de **sang artériel** à l'extérieur de la dure-mère suite à un traumatisme.
- Hématome sous-dural : hémorragie **veineuse** dans l'espace situé entre dure-mère et arachnoïde suite à un traumatisme.
- Hémorragie sous-arachnoïdienne : hémorragie entre arachnoïde et pie-mère suite à la **rupture d'artères** cheminant à la surface du cerveau. (souvent accident vasculaire fatal)

5.2.d. Cavités du SNC

Cavités du SNC



Voir dans les détailles le concept de LIQUIDE CÉPHALO-RACHIEN (LCR) qui occupe les cavité du SNC.
Tout les système du SNC dérive d'un tube neural du départ et puis après expansion vers l'extérieur (sauf au niveau de la moelle épinière de la matière grise- cellule neuronale)- au centre reste la cavité étroite – prendra la forme de différente structure qui sont dans le développement qui vont se mettre en place a niveau des hémisphère cérébraux et les autres partie du cerveaux.

Reconnaissance d'un **système de cavité – interconnecté - le liquides voyage d'une cavité à l'autre**
Système de ventricules interconnecté lier enter la moelle épinière et le cerveau et contenant/ remplit de LCR- liquide céphalo-rachidien
Former par plusieurs entités
- **Ventricules latérale** : positionné au niveau des hémisphère cérébraux , en contact avec les troisième Ventricules
- Le **troisième Ventricules** : connecter ave le quatrième ventricule part l'intermédiaire de **l'aqueduc du mésencéphale**
- Le **quatrième ventricule** : directement en relation /continuité avec la qui va dans la moelle épinière

5.2.e. Liquide céphalo-rachidien

Le LCR est sécrété par **Plexus Choroide** (structure qui est sur la toiture des ventricules- présence de capillaire fénétrés qui fait sortir le plasma)
La plasma entre dans les cavités/les ventricules = LCR (liquide part du sang atérielle, voyage dans cavité et entre dans système veineux)
Présence de cellule épendymaire avec des cils et microvilocités qui permettent le mouvement du liquide, pour voyage dans tout le système de cavité/ventricules .
LCR sera finalemnt résorber au niveau de l'espace sous arachnoidien par les structures nommé les villocités arachnoidiennes (lac veineux – donc du sang veineux)

SECRETE PAR: PLEXUS CHOROÏDE
RESORBE PAR: VILLOSITES ARACHNOÏDIENNES

Circulation spécifique au niveau cérébral interposé entre la circulation artériel et circulation veineuse .

CAVITES EN COMMUNICATION entre eux :
- VENTRICULES
- CANAL DE L'EPENDYME
- ESPACES SOUS-ARACHNOÏDIENS
- ESPACES PERI-VASCULAIRES

Le LCR passe par tout les cavités en communication , les différents ventricules , le canal de l'épendyme, les espaces péri-vasculaires, espace sous-arachoidien,

Coussinet aqueux

- qui **protège** le cerveau et la moelle épinière (du point de vu mécanique)
- **Drainage** des substances secrétées par les cellules du SNC (élimination des déchets)

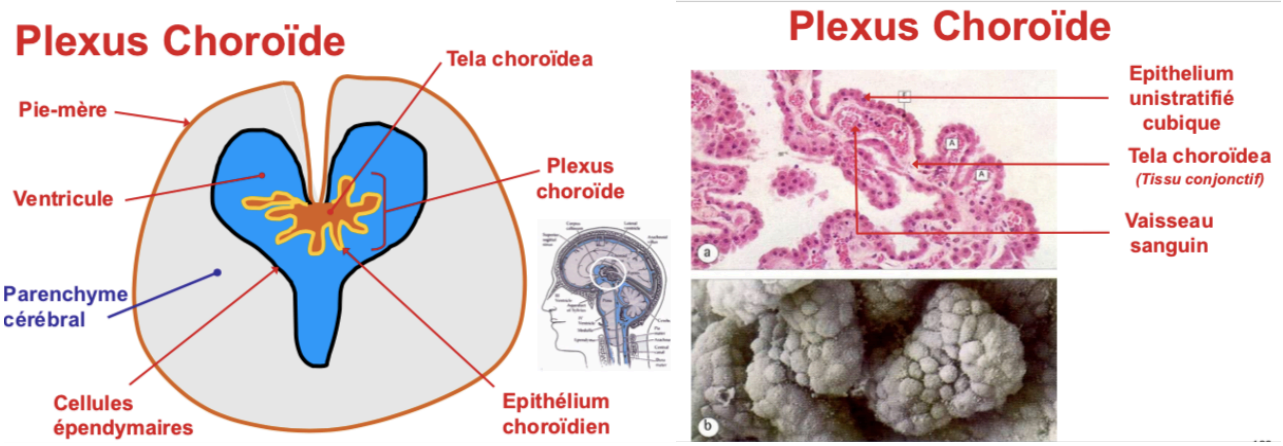
En médecin,
test LCR- permet de mesure des protéines qui sont sécrétés dans le SNC= Diagnostique de pathologie
Possibilité de mieux comprendre le fonctionnement du SNC- cérébrale par l'analyse de la composition LCR

5.2.f. Plexus Choroïde

Plus en détaille ou le liquide est sécréter et comment il est sécréter
Par le Plexus choroide

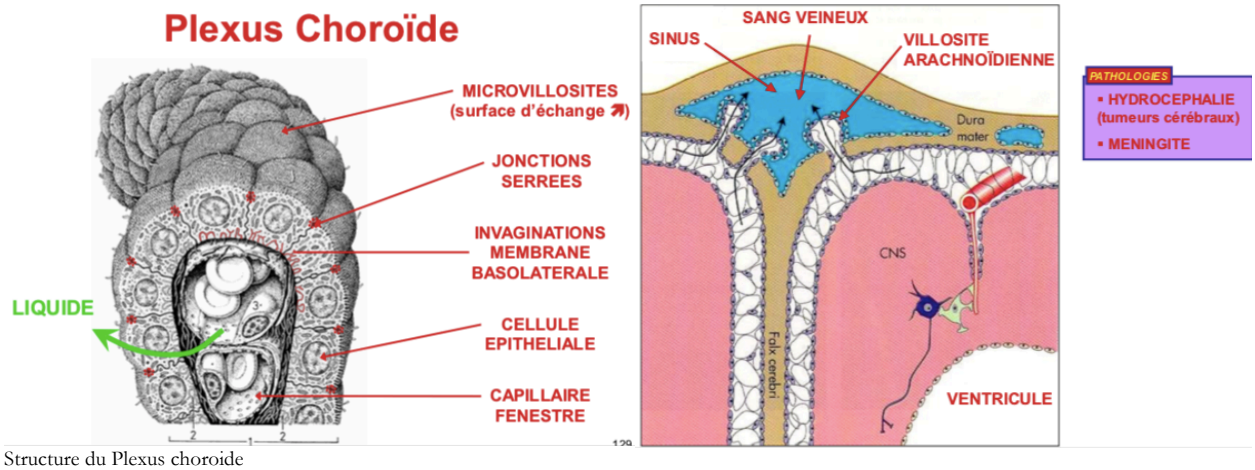
Sur le toit d'un Ventricule (ex : 3 ventricule ou 4 ventricule)
Présence d'une invagination d la pie-mère formant une structure complexe (Plexus choroide)sur le toit d'un Ventricule

Le bord du ventricule est fait de cellule épendymaire = mouvement du liquide



Plexus choroide
Observation de structure en éponge
A l'intérieur - **Téla chodoidea :** extraflexion de la pie-mère **– tissu conjonctif**
Dispersion entre le tissu conjonctif : vaisseau sanguin=capillaire (passage du plasma pour la formation du LCR)
A l'extérieur - **épitélium choroidien :** l'épithélium du plexus choroide – **épithélium unistratifié cubique**

Au niveau du plexus choroide qu'il y a la sécrétion du LCR



Structure du Plexus choroide
A l'extérieur- la couche **épithélium unistratifié cubique** qui sont relier entre eux par des **jonction sérré**
Avec beaucoup
- d'invagination de la membrane basolatérale
- microvillosités (surface d'échange augmenter pour permettre la sorti du plasma)

A l'intérieur - **Téla chodoidea :** les **capillaires fenestrés** au niveau du plexus sont différents des capillaires qui se retrouve aux niveau SNC
capillaires fenestrés = prédisposition a faire sortir facilement les liquides **(plasma) – le plasma sera filtré a l'extérieur du capillaire ,** sécréter a travers le couches cellulaire, du plexus choroide et puis secreter sur le toit des ventricules – se retrouve a l'intérieur du ventricule . Puis commencent a voyage a travers les systèmes de ventricules

Quand le LCR arrive aux niveaux de certaines structures
L'arachnoide fais de villosité = villosité arachoidienne , qui va surpasser une partie de la dure-mère et se positionnant dans les zones ou l'on retrouve des lac de sang veineux = **sinus veineux**

Sinus veineux est à l'intérieur de la dure-mère
A ce niveau le LCR est réabsorber par les villosités arachoidienne pour entrer dans la circulation veineux

niveau le LCR est réabsorber par les villosités pour entrer dans la circulation veineux est accompagné pour ce nettoyage par ce respiration et tout le système de circulation du sang et générale de l'organisme = lien ostéo et action pompage du 4 ventricule et utilisation de la respiration lors de séance.

Le cycle du LCR a une duré de 2 a 3 heures- tout sera changer durant cette période

5.2.f.1. PATHOLOGIES au niveau LCR

situation pathologique ou il sera impossible de faire réabsorber du LCR
- HYDROCEPHALIE (tumeurs cérébraux) – empêchant la circulation LCR- accumulation de liquide –hydrocéphalie- présence d'un pression forte au niveau crânien qui va après va faire une pression direct vers l'intérieur sur le cerveau – pouvant endommagé de manière importante/forte – la gravité est si cela est sur embryon ou un enfant ou un adulte : fonction de l'état du crane former ou non
- MENINGITE – présence de micro-organisme qui entre et pouvant coloniser le LCR, par ce fait être diffuser au niveau cérébrale, ce qui est dangereux

Tissus nerveux
Cellule et tissus –Tissus - Nerveux 40
https://rumble.com/v7gysts-cellule-et-tissus-tissus-muscles-40.html

Cellule et tissus –Tissus - Nerveux 41
https://rumble.com/v7gyszq-cellule-et-tissus-tissus-nerveux-41.html

Cellule et tissus –Tissus - Nerveux 42
https://rumble.com/v7gyt60-cellule-et-tissus-tissus-nerveux-42.html

Cellule et tissus –Tissus - Nerveux 43
https://rumble.com/v7gytbi-cellule-et-tissus-tissus-nerveux-43.html

Bibliographie

• Junqueira, Carneiro, Kelley *Histologie 2e édition française traduite de la 9e de langue anglaise Piccin 2001*
Ce livre illustre les éléments de base de l'histologie de façon concise et insiste sur les concepts qui unissent la structure et la fonction des cellules et des tissus.

• Krstic *Atlas d'histologie générale Masson 1988*
Cet atlas présente des dessins détaillés et précis de la configuration spatiale et structurale des cellules, de leurs spécialisations et des éléments structuraux des tissus. *Pour approfondissement.*

Peters, Palay, Webster *The fine structure of the nervous system: neurons and their supporting cells III Edition, Oxford Univ. Press, 1991* Ce livre utilise des images en microscopie électronique pour décrire l'ultra structure des cellules du système nerveux. *Pour approfondissement.*

Kandel, Schwartz, Jessel, Siegelbaum, Hudspeth *Principles of neural science V Edition, McGraw-Hill Medical, 2013*

Certains chapitres de cette "Bible" des Neurosciences approfondissent les notions structurales et fonctionnelles du cours. *Pour approfondissement.*