

HISTOLOGIE DE LA MOELLE EPINIÈRE

I-INTRODUCTION

La moelle épinière est une partie du système dont fait suite au tronc cérébral, s'étend trou occipital jusqu'à la moitié du corps du 2 vertèbres lombaires. Elle est logée dans le canal rachidien dont elle est séparée par les méninges.

- Elle mesure en moyenne 45 cm de long
- N'a pas une forme cylindrique régulière, elle est légèrement aplatie
- le diamètre est compris entre 1 et 1.5 mm
- Poids moyen de 26 à 35g chez l'adulte
- présente deux renflements : cervical et lombaire
- Elle assure deux fonctions :
 - .Le lien entre l'encéphale et les organes reliés aux nerfs rachidiens (Conduction de l'influx nerveux)
 - .L'intégration de certaines fonctions ; **les réflexes** (siège de nombreux réflexes)

II- Développement embryologique

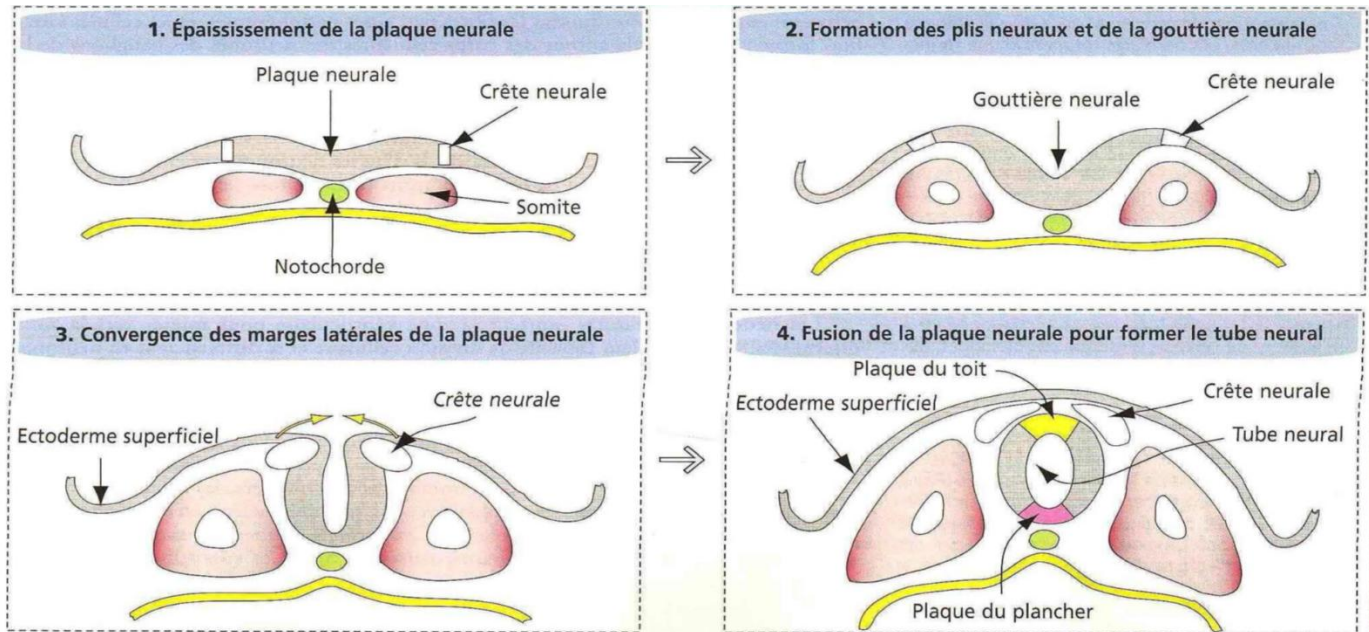
A-Organogénèse :

Le SNC se développe au début 03 semaine sous forme d'une plaque d'ectoblaste épaissi allongée c'est la plaque neurale

Durant les quelques jours suivants ses bords latéraux se surélèvent tandis que la ligne médiane se déprime constituant la gouttière neurale

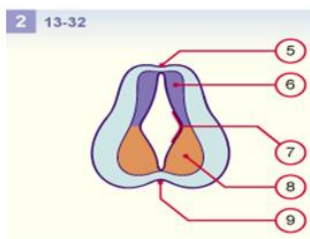
au cours du développement ultérieur les bords de la gouttière neurale deviennent de plus en plus saillant, se rapprochent progressivement l'un de l'autre sur la ligne médiane puis ils fusionnent formant le tube neural c'est la neurulation

HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE ET GENETIQUE CLINIQUES
 Dr. HABBATI. H

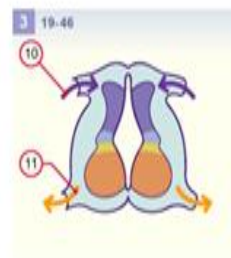


- Le développement de la moelle épinière commence dès la 04 semaine
- Le tube neural subit une fermeture sur la plus grande partie de sa longueur
- il y a une prolifération et différenciation des cellules neuroépithéliales du tube neural
- l'épaississement de ses parois latérales formant : le toit, le plancher et le canal épendymaire
- Dès la fin de la 4e semaine, la croissance différentielle des parois latérales antérieure et postérieure du tube neural va former deux épaississements ventral et dorsal séparés par un sillon, le sillon limitant
- Les épaississements dorsaux ou lames alaires forment les zones sensibles postérieures de la moelle
- les épaississements ventraux ou lames fondamentales forment les zones motrices antérieures.

- les lames alaires et fondamentales subissent un développement qui finit par rapprocher les parois du canal neural qui se soudent. Ce dernier devient alors un conduit circulaire bordant le sillon limitant, le canal épendymaire.
- Au niveau thoracique et lombaire, une projection de substance grise appelée la corne intermedio-latérale va apparaître entre les lames alaires et fondamentales. Elle renferme les corps cellulaires des neurones du système nerveux autonome (végétatif).
- La substance blanche va développer trois cordons (latéral, antérieur et postérieur) qui entourent la substance grise et lui donnent sa forme caractéristique en papillon.

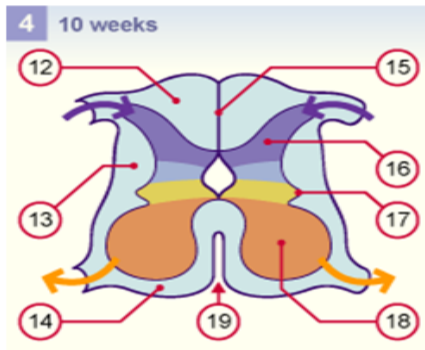


- 5 toit
- 6 lame alaire sensitive
- 7 sillon limitant
- 8 lame fondamentale motrice
- 9 plancher



- 10 racine postérieure (sensitive)
- 11 racine antérieure (motrice)

HISTOLOGIE-EMBRYOLOGIE ET GENETIQUE CLINIQUES
Dr. HABBATI. H



- 12 cordon postérieur (substance blanche)
- 13 cordon latéral (substance blanche)
- 14 cordon antérieur (substance blanche)
- 15 septum médian postérieur
- 16 corne postérieure (substance grise)
- 17 corne latérale (substance grise)
- 18 corne antérieure (substance grise)
- 19 échancrure ventrale

Histogénèse

-la prolifération ainsi que la différenciation des cellules neuroépithéliales est à l'origine de trois couches cellulaires:

1-la couche interne ou ventriculaire (épendymaire)

donne naissance aux neuroblastes, aux glioblastes et aux cellules épendymaires (les cellules de type épendymaire se différencient lorsque la production de neuroblastes a cessé dans la couche épendymaire, vers 46 jours.) qui bordent les ventricules et le canal central de la moelle.

2- la couche intermédiaire ou zone du manteau

Donne naissance à la substance grise contenant les corps cellulaires des neurones ayant migré depuis la couche ventriculaire.

3-la couche externe ou zone marginale

donne naissance à la substance blanche

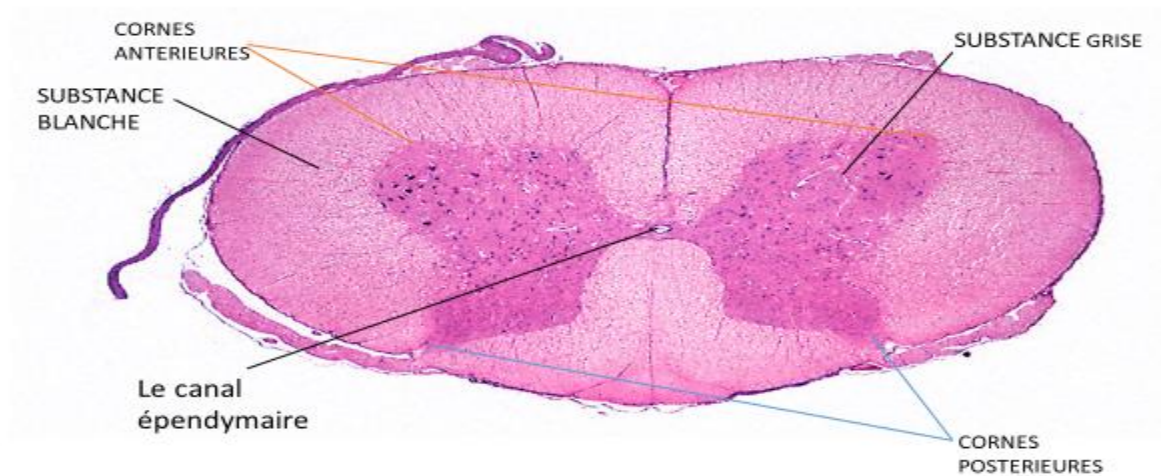
- Entre 8-10 semaine la moelle a atteint sa configuration définitive;
- Elle est alors entourée par les méninges et enclavée dans le canal vertébral qui se développe parallèlement au tube neural jusqu'au 4 mois.
- à partir de cette date la croissance du tube neural ralentit, alors que celle du canal vertébral se poursuit

III- Structure histologique

- Organisation générale

- Coupée transversalement, elle présente deux parties :

- .une périphérique moins colorée, la substance blanche
- .une centrale plus colorée en forme de papillon ou bien H ; la substance grise.
- . Au centre, creusé du canal de l'épendyme où circule le liquide céphalo-rachidien



Organisation générale de la moelle épinière en MO

- STRUCTURE HISTOLOGIQUE :

❖ La substance grise :

Elle présente à décrire: 2 cornes antérieures, 2 cornes post réunies par une Commissure et 2 cornes latérales (entre C8 et L2)

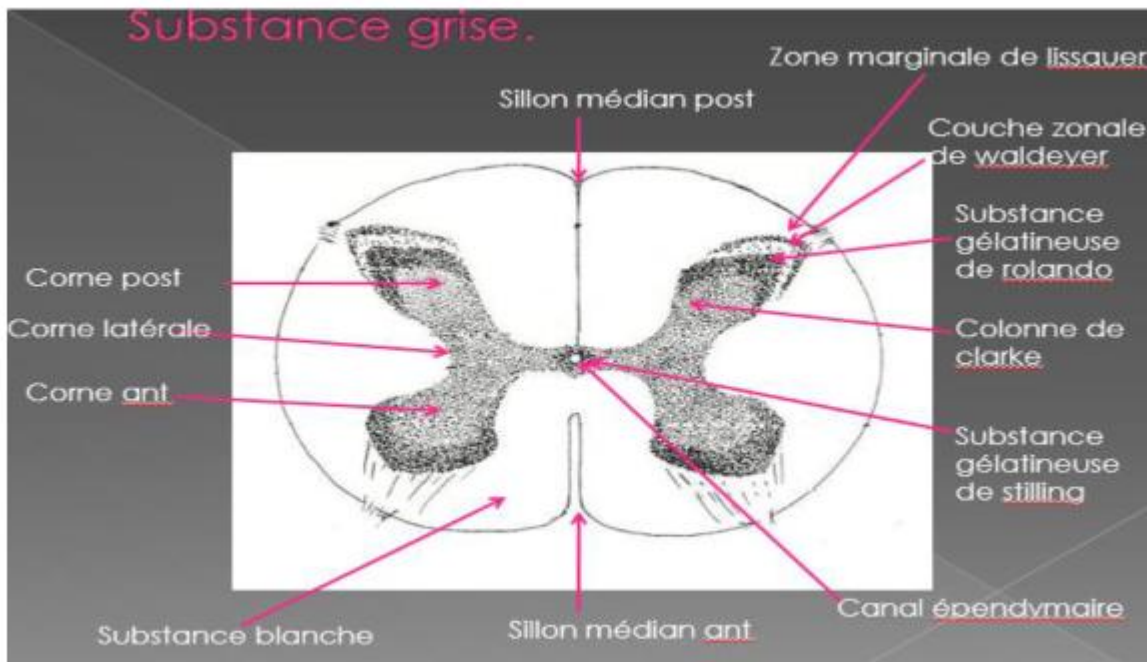
Les cornes antérieures :

Volumineuses, contours irréguliers, festonnés, leurs limites antérieurs restent à distance de la surface de la moelle

Les cornes postérieures :

plus effilés ; leur contour plus net, leur limite post atteint presque la surface de la moelle dont elle reste séparé de la substance blanche par une mince lamelle ; la zone marginale de LISSAUER

- Sur le bord interne existe un renflement: **colonne de CLARKE**
- Les cornes antérieures et postérieures sont réunies par la commissure grise centrée par le canal de l'épendyme (parcourt la commissure grise depuis Angle inférieur du IV ventricule jusqu'à l'extrémité de la moelle)
- la corne latérale est un renflement situé près de la base de la corne antérieure, bien individualisé de C8 à L2
- la substance grise comporte deux fraction
- **la substance grise gélatineuse**
la partie autour du canal épendymaire ; **substance gélatineuse de STILLING**
la partie en arrière de la tête de la corne post ; **substance gélatineuse de ROLANDO**
- **La substance grise spongieuses** : correspond au reste de la substance grise



-La substance grise est constituée par

1. Le corps cellulaire des neurones
2. Les cellules gliales (névroglie)
3. Très nombreux capillaires sanguins.

1. Les neurones

On distingue 5 catégories fondamentales de neurones selon

- la morphologie des cytones
- la destinée de l'axone (surtout)

A .Les neurones dont l'axone quitte la moelle (cellules radiculaires)

les motoneurones de la corne antérieure
les neurones de la corne latérale

B.Les neurones dont l'axone ne quitte pas la moelle

les cellules funiculaires
les cellules de la substance gélatineuses
les cellules interneuronales

Les cellules dites radiculaires

sont les neurones périphériques efférents dont l'axone sort de la moelle par les racines ventrales pour innervier les organes effecteurs somatiques et viscéraux

les motoneurones de la corne antérieure

en microscopie optique :

Cellules multipolaires, polygonales, volumineuses, étoilées

dendrites richement arborisées, présentent des petits saillies; **les épines de CAJAL**

l'axone dont la base est élargie ; **un cône d'émergence** dépourvu de myéline au

voisinage de cytone forment par leur groupement les racines antérieurs des nerfs rachidiens.

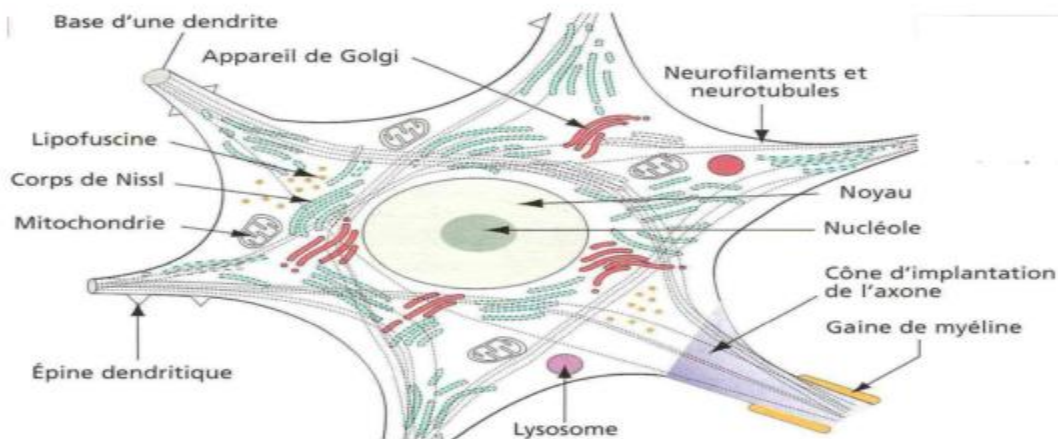
en microscopie électronique

Noyau de taille moyenne nucléolé

Le cytoplasme renferme les organites : mitochondries, appareil de golgi et les ribosomes libres, lysosomes et des éléments spécifiques **les corps de NISSL** (Sacs ergastoplasmiques associés à des ribosomes libres et des polysomes).



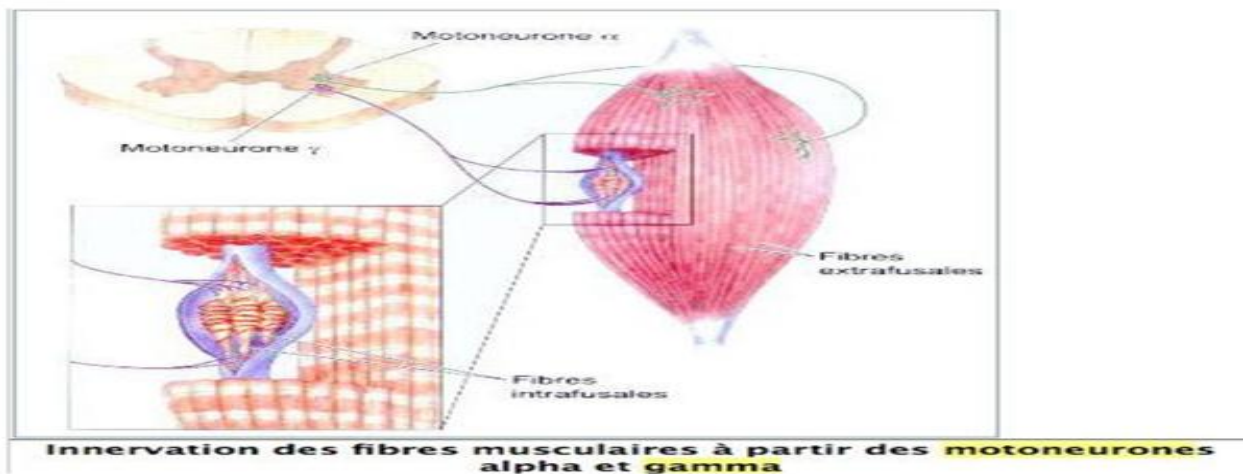
Représentation schématique d'un neurone multipolaire en MO



Ultrastructure du neurone multipolaire

Selon la destinée de ces axones, on distingue :

- **Les motoneurones alpha** : grandes cellules dont l'axone épais destiné aux fibres musculaires striées squelettiques (plaques motrices).
- **Les motoneurones gamma** : petites cellules dont l'axone mince destiné aux fibres des fuseaux neuromusculaires.



Les neurones de la corne latérale : les protoneurones végétatifs (ou neurones préganglionnaires).

Cellules multipolaires

Situées dans la moelle thoracique dans la colonne latérale de la substance grise
L'appellation ; elles relient les centres végétatifs de la moelle aux ganglions végétatifs

En microscopie optique :

cytome ovale ou en fuseau

2 bouquets dendritiques opposito-polaires

un axone qui naît sur la face latérale du cytome (constitue une fibre pré-ganglionnaire)

En microscopie électronique :

Cytoplasme riche e corps de NISSL +++

-Les protoneurones du système sympathique sont situés à l'étage lombaire de la

moelle spinale ; leur axone gagne un ganglion sympathique latéro ou prévertébral.

-Les protoneurones du système parasymphatique sont situés à l'étage sacré ;
leur axone gagne un ganglion parasymphatique à proximité de l'organe innervé.

Les cellules funiculaires

appelées cellules cordonale

siègent surtout dans les cornes dorsales.

L'axone sort de l'axe gris médullaire pour gagner directement ou après
croisement de la ligne médiane à proximité du canal épendymaire, les cordons
antérolatéraux de la moelle où ils se myélinisent

-apparaissent généralement regroupées en deux territoires

les neurones de la colonne de CLARKE

les neurones du noyau propre de la corne post

les neurones de la colonne de CLARKE

EN MICROSCOPIE OPTIQUE :

cytone volumineux, plus au moins arrondi

dendrites abondantes, ramifiées mais courtes

l'axone épais, constitue un faisceau cérébelleux direct

EN MICROSCPIE ELETRONIQUE :

cytoplasme riche en corps de NISSL de grande taille en périphérie du cytone

les neurones du noyau propre de la corne post

EN MICROSCOPIE OPTIQUE :

cytone de petite taille, triangulaire étalé ou allongé

dendrites peu développées

l'axone mince par rapport au précédent, constitue le faisceau cérébelleux croisé

EN MICROSCPIE ELETRONIQUE :

cytoplasme pauvre en corps de NISSL

-L'axone sort de la substance grise pour gagner, directement ou après croisement de la ligne médiane, les cordons antérolatéraux de la moelle où ils se myélinisent

les cellules de la substance gélatineuses

substance grise de STILLING :

petites taille, l'axone destiné soit au cordon antérieur du même côté ou le côté opposé

substance grise de ROLLANDO :

plus petites, l'axone destiné soit au cordon latéral ou post

les cellules interneuronales

assure la connexion entre les neurones

jouent un rôle très important dans l'excitation et l'inhibition neuronal

Les cellules de Golgi type II

Ce sont de petits neurones (cellule étoilée)

L'axone amyélinique, court, ne quitte pas la substance grise

Ils sont surtout situés dans les cornes dorsales (neurones d'association intrasegmentaire homolatérale et/ou hétérolatérale).

Les cellules de RENSCHAW

Ce sont de petites cellules multipolaires, responsables de l'inhibition

Elles sont entièrement situées dans les cornes antérieures

2. La névroglie

Représentée par Les cellules névrogliales et les fibres névrogliales

-Les cellules épendymaires

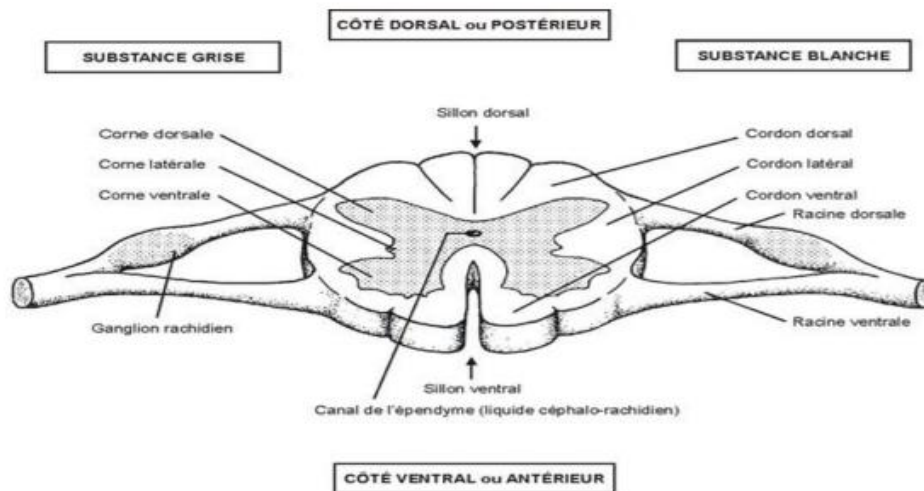
cellules cylindriques disposées en une seule assise limitant le canal épendymaire

-Les astrocytes

- **protoplasmiques** : prédominant dans la substance grise , abondante dans la substance gélatineuses de ROLANDO
- **FIBREUX** : prédominant dans la substance blanche
- **les oligodendrocytes** : présentes dans les deux substances

❖ La substance blanche

Entoure la substance grise. Elle doit sa couleur aux fibres myélinisées qui la constitue en formant des faisceaux nerveux ascendants, descendants et des faisceaux d'association. Elle est parcourue par des sillons la divisant en cordons : antérieur, latéral, postérieur



-Elle comprend

- .les faisceaux des fibres nerveuses myélinisées,
- .des cellules névrogliales
- .des capillaires sanguins

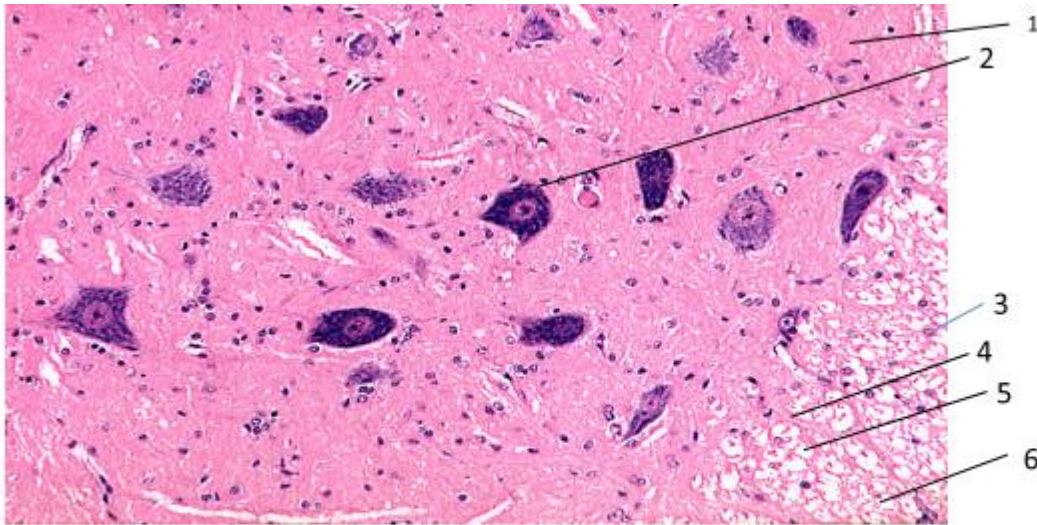
-la substance blanche comprend les faisceaux des fibres nerveuses myélinisées

ascendantes sensitive :

Prolongements protoneurones ganglionnaires vers axones des cellules funiculaires vers les centres supra médullaires (cervelet et thalamus)

descendantes motrices

Sont issues des cellules pyramidales du cortex cérébral



1- substance grise 4- fibre nerveuse amyélinique aschwaniennne
2- péricaryon d'un motoneurone 5- fibre nerveuse myélinique aschwaniennne
3- cellule gliale 6- substance blanche

❖ **LES RACINES RACHIDIENNES**

Au nombre de 31 paires comprend

8 paires de nerfs cervicaux C1 à C8

12 paires de nerfs thoraciques D1 à D12

5 paires de nerfs lombaires L1 à L5

5 paires de nerfs sacrés S1 à S5

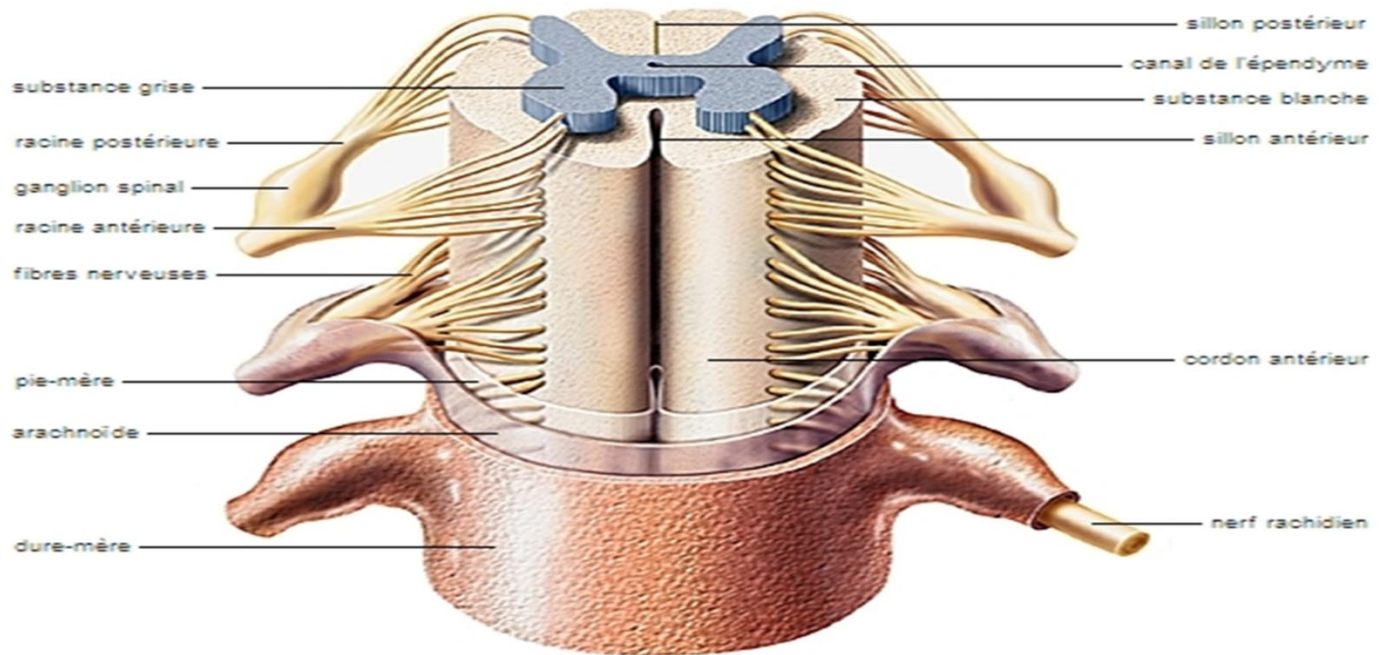
1 paire de nerfs coccygiens

On distingue

Les racines antérieures ou ventrales : sont motrices (elles sont formées par les

axones des motoneurones)

Les racines post ou dorsales : elles véhiculent les informations sensitive.



IV-La vascularisation

Elle est assurée par un apport artériel spinal et radiculaire et un drainage veineux. Il n'y a pas de drainage lymphatique.

V-HISTOPHYSIOLOGIE

La moelle épinière a trois circuits majeurs:

Un circuit descendant relayant les informations **motrices** vers les muscles.

Un circuit ascendant véhiculant les informations **sensorielles** vers le cerveau.

Un centre de coordination de certains **réflexes**.

VI-APPLICATION CLINIQUE

Un défaut de fermeture du tube neural provoque différentes malformations congénitales. Parmi eux **Le spina bifida**

-C'est la plus fréquente des malformations de la moelle épinière et résulte d'un défaut de fermeture de la partie postérieure du tube neural.

- La sévérité de cette maladie dépend de l'étendue de la portion de moelle épinière atteinte.
- Les causes du spina-bifida semblent multifactorielles. La carence en folates est un facteur important et il semble y avoir une composante génétique
- Le spina-bifida ouvert peut être diagnostiqué prénatalement par échographie ou suggéré par des taux élevés d'alpha-fœtoprotéine dans le sérum maternel et le liquide amniotique. Après la naissance, une lésion est généralement visible sur le dos. Le traitement est généralement chirurgical.

VII- Bibliographie :

1. Histologie des Organes. Marc Maillet. PCEM. Collection Academic Press. 1980
2. Histologie et Biologie Cellulaire: Kierzenbaun, de Boeck. 2002.
3. Cours « développement de la moelle épinière ». Université de Lausanne. Campus virtuel suisse. 2005
4. Embryologie médicale .Tw SADLER JAN LANGMAN .édition Pradel .2007
5. Histologie illustrée des Organismes. Franck Genten.2021
6. cours Le système nerveux central. Bertrand Bloch, Françoise Chapon, Marie Laure Martin-Negrier, Claude Alain Maurage, Catherine Prost-Squarcioni, Philippe Vago. Collège des Histologistes, embryologistes et Cytogénéticiens. CHEC 2016-2025