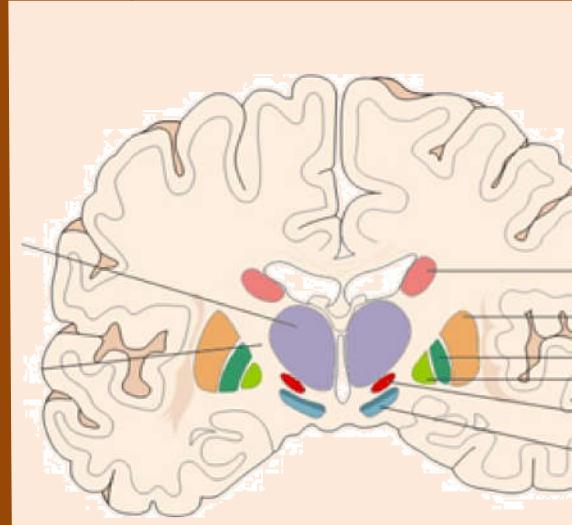
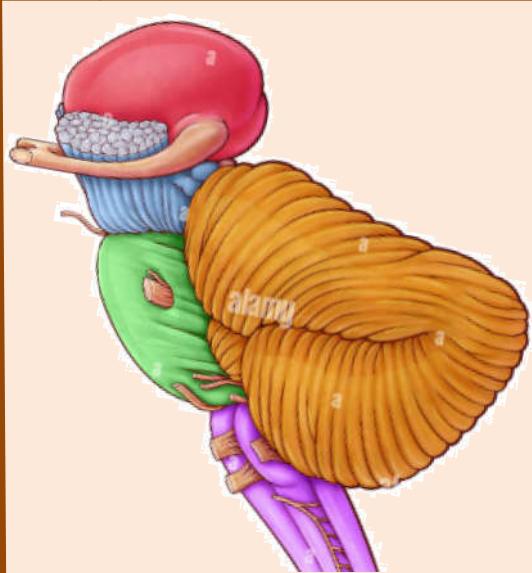
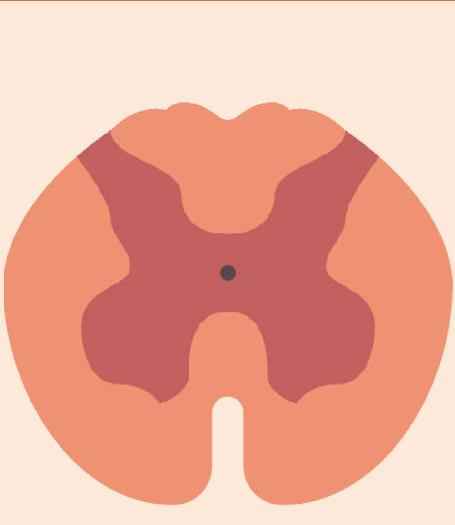


# Neuroanatomie

*Partie Pr Lakhdar*

- Organisation du système nerveux
- La moelle épinière
- Le tronc cérébral
- Le thalamus
- Les noyaux gris centraux
- Le cervelet
- Le système nerveux végétatif

Réalisé par : *Filali Mohamed*



# ORGANISATION GENERALE DU SYSTÈME NERVEUX

## Introduction :

Le système nerveux est une Unité très complexe de traitement de l'information et élaboration de commandes. Il permet une interaction permanente avec l'environnement (stimuli externes et internes)

Il subit un développement majeur au cours de l'évolution

-**Encéphalisation** (développement des hémisphères)

-**Corticalisation** (migration des précurseurs des neurones vers la surface du télencéphale pour former le cortex cérébral).

-**La maturation** continue après la naissance

## I- Les grandes fonctions du système nerveux

-Réception des stimuli et transformation en un signal nerveux (**Récepteurs spécifiques**)

-Conduction de l'influx nerveux vers le névraxe par les nerfs constituant le système nerveux périphérique (**système nerveux périphérique**).

-Intégration des informations afférentes pour fournir une réponse adaptée (**cortex**).

-Transmission de la réponse aux effecteurs (**cortex**).

## II- Subdivisions anatomiques

### 1- Le système nerveux central :

L'encéphale et la moelle épinière forment **le névraxe**, véritable axe de symétrie du corps :

L'encéphale comprend :

-Deux hémisphères cérébraux (**télencéphale, cerebrum**) réunis par **les commissures interhémisphériques**.

-**Le diencéphale**, région médiane, profonde et impaire communiquant avec les deux hémisphères.

-**Le tronc cérébral** réalisant la jonction entre le cerveau et la moelle épinière : donne naissance aux nerfs crâniens

-**Le cervelet** en arrière du tronc cérébral.

- **La moelle épinière** long cordon blanc situé dans le canal rachidien, donne naissance aux nerfs rachidiens.

### 2 - Le système nerveux périphérique :

- Formé par

-**Les nerfs rachidiens** issus de la moelle épinière 31 paires destinées au tronc et aux membres supérieurs et inférieurs.

-**Les nerfs crâniens** issus du tronc cérébral et du cerveau : Douze paires de nerfs innervant l'extrémité céphalique.

On distingue

-**Les nerfs afférents, sensitifs** véhiculent les informations de la périphérie (récepteurs des organes des sens) vers la moelle épinière ou le tronc cérébral.

-**Les nerfs efférents, moteurs** véhiculent les informations du névraxe vers les effecteurs (muscles).

Les nerfs périphériques sont souvent mixtes (moteurs et sensitifs) et végétatifs.

## III- Subdivisions fonctionnelles

### 1 - Système somatique:

Système conscient, ouvert sur l'extérieur (vie de relation) et comprend :

- Des **efférences somatiques générales** : **nerfs somatomoteurs**. Elles ont pour cible les muscles squelettiques ou striés d'origine somitique.

-Des **afférences somatiques générales** : **nerfs somatosensitifs** : innervation sensitive des muscles et des dermatomes d'origine somitique.

## 2 - Système viscéral ou végétatif ou autonome :

- Inconscient, concerne le milieu intérieur (vie végétative) et comprend :

-**Les afférences viscérales générales** : nerfs viscéro-sensitifs. Elles ont pour cible les centres végétatifs (moelle, tronc cérébral).

-**Les efférences viscérales générales** : nerfs viscéro-moteurs. Elles ont pour cible les viscères d'origine endodermique ou mésodermique (muscles lisses).

### Deux composantes

D'apparence antagonistes mais en fait complémentaires agissent simultanément sur les organes cibles

-**Parasympathique** : régule le milieu intérieur en situation basale.

-**Sympathique** : agit en situation de stress, mobilise l'énergie nécessaire en réponse aux situations de stres

Une partie des nerfs végétatifs cheminent avec les nerfs périphériques.

## IV - Constitution

### Deux types de substance

-**Substance grise** : Corps cellulaires des neurones

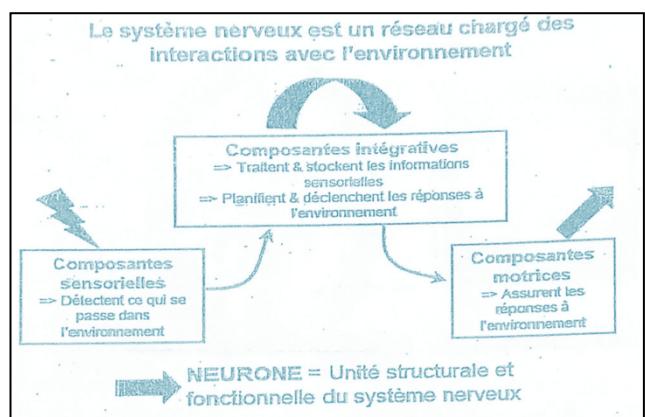
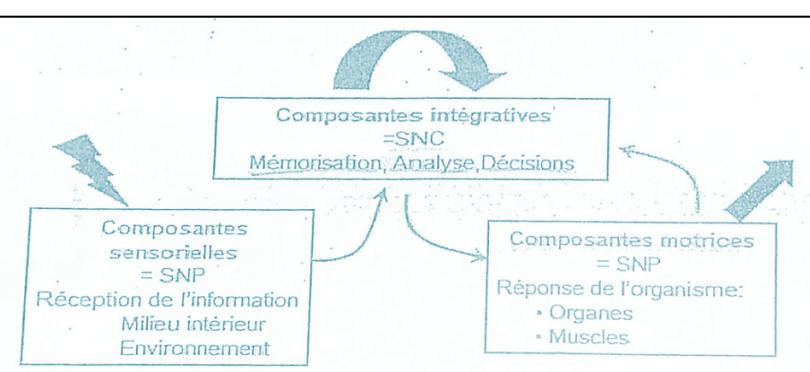
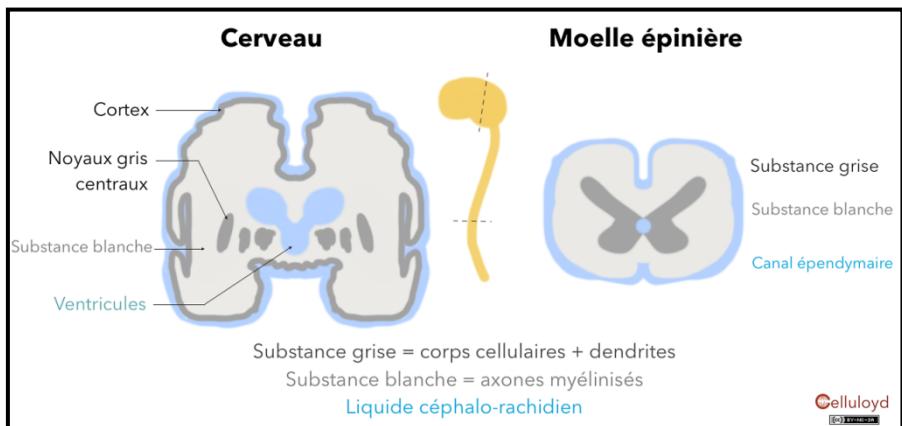
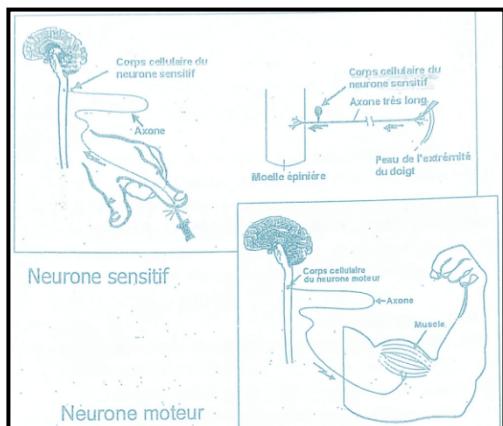
Occupe le centre au niveau de la moelle épinière

Occupe la Périphérie au niveau des hémisphères cérébraux à l'exception des noyaux gris centraux.

-**Substance blanche** fibres constituant des faisceaux

Occupe la périphérie au niveau de la moelle

Occupe le centre au niveau des hémisphères cérébraux



# LA MOELLE ÉPINIÈRE

## I) Introduction :

-La moelle épinière est la partie la plus caudale du système nerveux central située dans le canal rachidien.

-Centre réflexe et voie de passage des grands faisceaux ascendants et descendants

-S'étend du trou occipital à la partie supérieure de la région lombaire (en regard de L1-L2)

## II) Configuration externe

### A - Généralités

- Cordon blanc légèrement aplati d'avant en arrière
- Longueur: 45 cm
- Diamètre : 1. cm
- Poids: 26 - 30 g
- En haut, elle se continue par le bulbe rachidien.
- En bas elle se termine par un cordon fibreux : le cône médullaire terminal .

### B - Division :

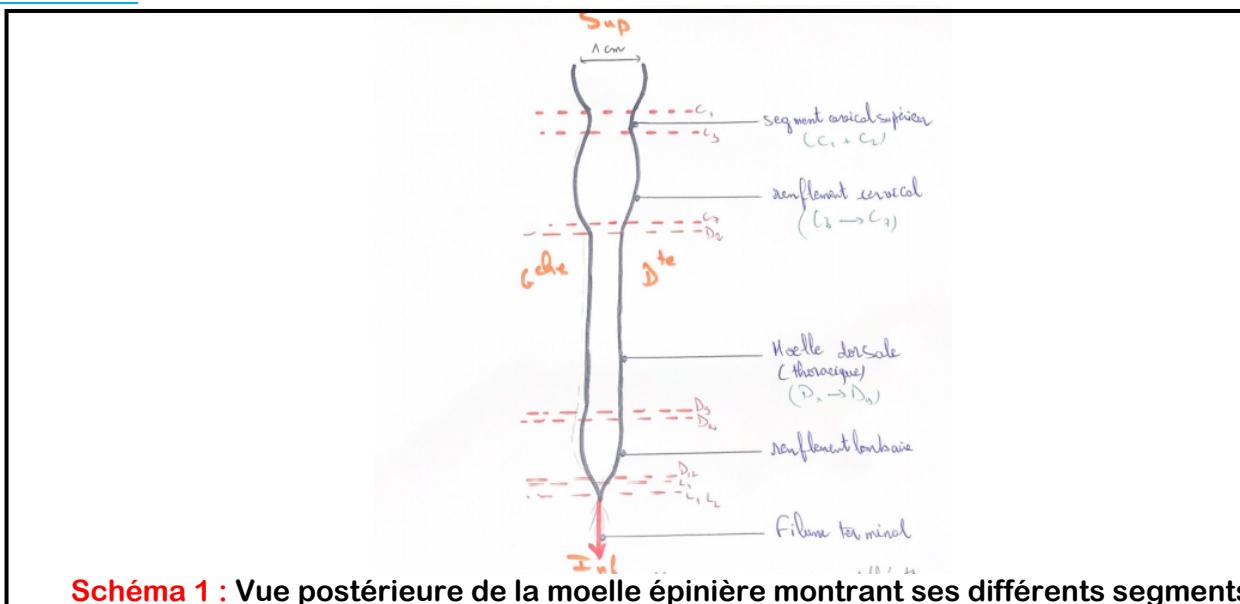


Schéma 1 : Vue postérieure de la moelle épinière montrant ses différents segments

5 segments :

- **Cervical supérieur** : Les 2 premiers segments cervicaux
- **Renflement cervical** : De C3 à C7 où naissent les nerfs des membres supérieurs
- **Segment Thoracique** : de D1 à D9
- **Renflement lombaire** : D10 à D12 d'où naissent les nerfs des membres inférieurs
- **Cône médullaire terminal** : Entouré par les racines nerveuses de la queue de cheval

### C- Direction :

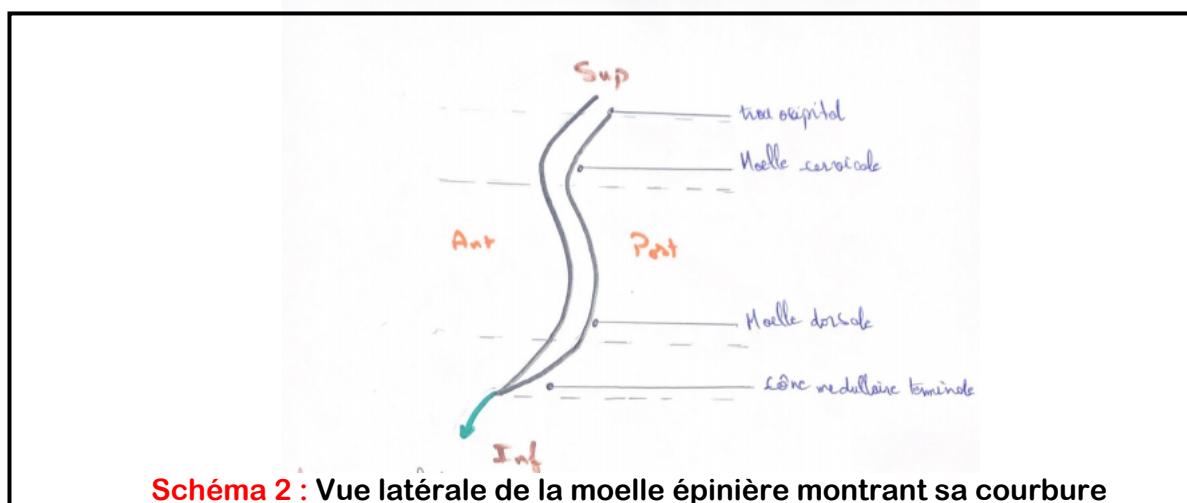
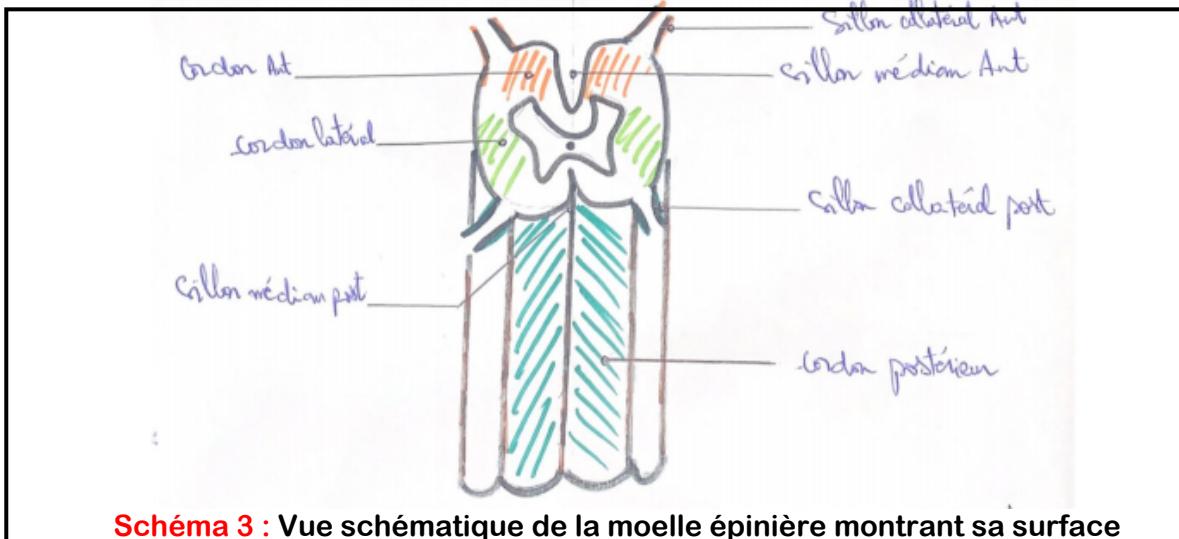


Schéma 2 : Vue latérale de la moelle épinière montrant sa courbure

Deux courbures :

L'une cervicale concave en arrière, L'autre dorsale concave en avant

## D - Surface :



**Schéma 3 : Vue schématique de la moelle épinière montrant sa surface**

Parcourue par des sillons :

**En arrière :** sillon médian postérieur

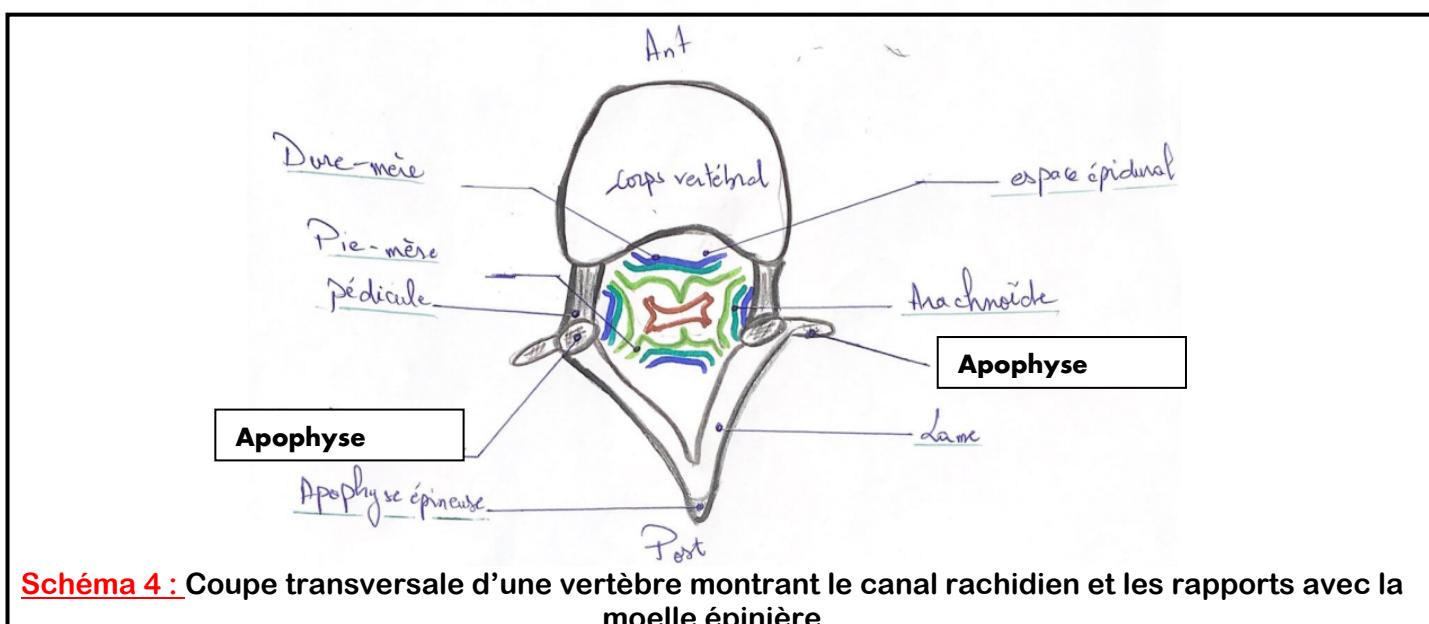
**En avant :** Sillon médian antérieur, plus marqué que le dernier

De chaque côté (droit et gauche), deux sillons collatéraux :

- Sillon collatéral antérieur, de part et d'autre du **sillon médian antérieur**, lieu d'émergence de la racine rachidienne antérieure.
- Sillon collatéral postérieur, de part et d'autre du **sillon médian postérieur** lieu d'émergence de la racine rachidienne postérieure.
- Ces sillons délimitent sur chaque moitié de la moelle 3 cordons : **Cordon antérieur**, **Cordon latéral**, **Cordon postérieur**.

## III) Rapports et moyens de fixité

### A - Rapports :



**Schéma 4 : Coupe transversale d'une vertèbre montrant le canal rachidien et les rapports avec la moelle épinière**

### 1- Avec le Rachis :

- a- **En avant:** les corps vertébraux et les disques intervertébraux
- b- **En arrière:** Les lames, les ligaments jaunes et les apophyses épineuses
- c- **Latéralement:** de chaque côté, se trouvent les pédicules dont l'empilement aménage des trous de conjugaison vers lesquels se dirigent les racines nerveuses issues de la Moelle

## 2 - Avec les méninges :

a-La dure-mère : Etui cylindrique occupant la presque totalité du canal rachidien Séparée du rachis par l'espace épidual qui contient de la graisse et le plexus veineux épidual .

b-L'arachnoïde : Membrane conjonctive très mince comparée à une toile d'araignée.

c-la pie-mère : Membrane très fine collant intimement à la moelle.

\* Entre la dure-mère et l'arachnoïde, se trouve l'espace sous dural

\* Entre l'arachnoïde et la pie-mère, se trouve l'espace sous arachnoidien rempli de liquide céphalo-rachidien (LCR).

\* Au dessous du cône médullaire (L2) se trouve le sac dural (rempli de LCR). C'est à ce niveau qu'on pratique la ponction lombaire pour prélever et analyser le LCR en cas de maladie du système nerveux (Méningites)

## 3 - Avec les racines nerveuses :

a- La racine antérieure : Naît du sillon collatéral antérieur

b - La racine postérieure : Naît du sillon collatéral postérieur.

-Un ganglion lui est toujours annexé : le ganglion spinal

-Les deux racines s'unissent et quittent le canal rachidien par le trou de conjugaison.

-Il existe 31 paires de nerfs rachidiens : 8 cervicales, 12 dorsales, 5 lombaires, 5 sacrées et une coccygienne .

-Les racines ont un obliquité d'autant plus grande qu'ils sont plus bas situés.

-Les cervicales sont horizontales, Les dorsales obliques, Les lombaires d'obliquité plus importante

-Les sacrées presque verticales constituant ce qu'on appelle les racines de la queue de cheval autour du filum terminal.

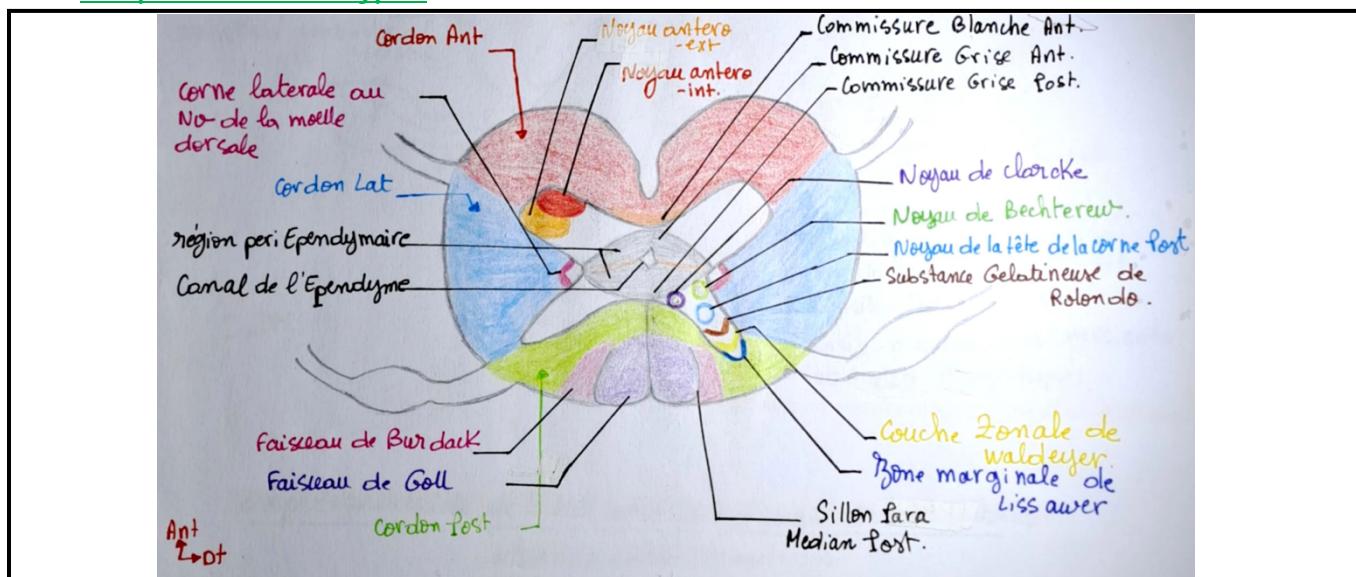
## B - Moyens de fixité :

- En haut: la continuité avec le bulbe rachidien
- En bas : Le filum terminal est fixé au coccyx par le ligament sacro-coccygien (filum 15 cm, ligament 10 cm)
- Latéralement : ligaments dentelés = expansions émanant de la pie-mère, entre l'émergence des racines antérieure et postérieure et se fixant sur la dure-mère.

La fixité horizontale de la moelle épinière est renforcée par les nerfs rachidiens accompagnés de leur gaine durale jusqu'au trou de conjugaison

## III - Configuration interne :

### A- Coupe horizontale type :



**Schéma 5 Par Assia Ajmarik:** Coupe transversale de la ME montrant sa configuration interne

Substance grise au centre (**cornes**) : centrée par le canal de l'épendyme  
Substance blanche en périphérie (**cordons**).

### 1- Sur la ligne médiane, d'avant en arrière on distingue :

- Le sillon médian antérieur
- La commissure blanche
- La commissure grise antérieure
- Le canal de l'épendyme : Petit canal à peine visible (1/10 mm), Etendu de l'extrémité inférieure du 4ème ventricule à l'extrémité inférieure de la moelle épinière, Sépare les commissures grises antérieure et postérieure
- La commissure grise postérieure
- Le sillon médian postérieur

### 2- Latéralement :

#### a- La substance grise :

En forme de « H » ou d'aile de papillon

##### a1- Corne antérieure : Volumineuse et renflée comprenant :

- **La base**: qui se continue avec la substance centrale et intermédiaire et la base de la corne postérieure
- **La tête** : d'où naissent les fibres motrices périphériques.
- Colonne motrice antéro-interne
- Colonne motrice antéro-externe

##### a2- Corne postérieure: Effilée et allongée à laquelle on distingue :

- **La base**: Se continue avec la substance centrale et intermédiaire, et la base de la corne antérieure
- **Sur le bord interne** le **noyau de Clarke**
- **Sur le bord externe** le **noyau de Bechterew**
- **La tête**: Séparée de la surface de la moelle par une mince lame de substance blanche: la **zone marginale de Lissauer**.
- D'arrière en avant, on trouve :
- **La couche zonale de Waldeyer**
- **La substance gélatineuse de Rolando**
- Le **noyau de la tête** auquel aboutissent les fibres nerveuses sensitives périphériques.

##### a3-Région intermédiaire et région centrale (péri-épendymaire) :

- S'étale de D1 à L3
- Contient les cellules pré-ganglionnaires du système sympathique.
- Colonne intermédiaire interne
- Colonne intermédiaire externe
- Dans la région dorsale supérieure, expansion latérale: corne latérale

#### b- La substance blanche :

**b1-Cordon antérieur cordon latéral** : Mal séparés par la corne antérieure et la racine antérieure de la moelle:cordon antéro-latéral

#### b2-Cordon postérieur :

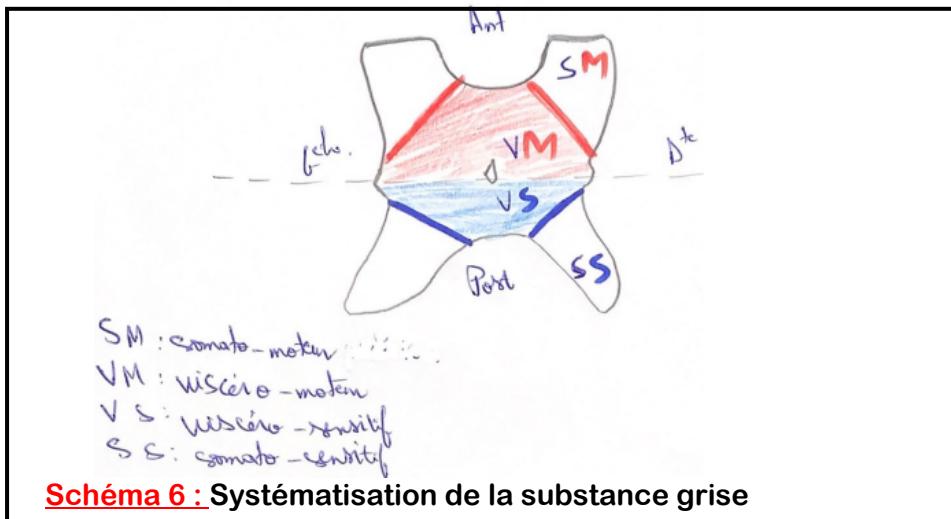
- Séparés l'un de l'autre par le sillon médian postérieur
- Triangulaire à base postérieure
- Sillon paramédian : **Faisceau de Goll** et **faisceau de Burdach**

### B- Variations régionales :

- Il y a plus de substance blanche dans la partie supérieure de la moelle que dans sa partie inférieure
- Les faisceaux moteurs diminuent d'importance au fur et à mesure qu'on descend dans la moelle
- Les faisceaux sensitifs augmentent d'importance au fur et à mesure qu'on monte dans la moelle
- Dans la région dorsale supérieure, expansion latérale : corne latérale
- Au niveau des renflements cervicaux et lombaires les cornes antérieures sont plus volumineuses (émergence des nerfs des membres).

## IV – Systématisation :

### A - Substance grise :



Formée de plusieurs segments superposés appelés **myélomères**, régissant chacun :

- Un territoire **sensitif cutané** appelé **dermatome**.
- Un territoire **musculaire** appelé **myotome**.

Sur une coupe horizontale, les cellules d'un myélomère se groupent en noyaux dont l'empilement dans le sens longitudinal constitue des colonnes.

D'avant en arrière, on distingue :

#### 1 - La zone somato-motrice :

La tête des cornes antérieures renferme :

- **Le noyau antéro-interne** : commande les muscles axiaux (autour de la colonne vertébrale)
- **Le noyau antéro-externe** : commande les muscles pariétaux (paroi thoracique et abdominale et membres).

Ces noyaux renferment les corps cellulaires du 2<sup>eme</sup> neurone de la voie motrice pyramidale (motricité volontaire des muscles striés squelettiques):

#### 2 - La zone Viscéro-motrice :

Constituée par

- La base de la corne antérieure.
- La partie antérieure de la substance grise péri-épendymaire
- La corne latérale de la moelle.

Les corps cellulaires des neurones de cette zone donnent naissance aux fibres nerveuses qui commandent la motricité viscérale du système nerveux autonome (muscles lisses des viscères et des vaisseaux). Voir cours du système nerveux végétatif

#### 3- La zone Viscéro-sensitive :

Constituée par la partie postérieure de la substance grise péri-épendymaire. Cette zone est responsable de la sensibilité des viscères ou sensibilité intéroceptrice.

#### 4- La zone somato-sensitive : Corne postérieure :

D'arrière en avant, on trouve :

##### a- Au niveau de la tête de la corne postérieure

- **La zone marginale de Lissauer**
- **La couche zonale de Waldeyer**
- **La substance gélatineuse de Rolando**

Le noyau de la tête de la corne postérieure : contient les cellules transportant la sensibilité extéroceptive (c'est-à-dire tactile, douloureuse et thermique), des téguments.

## b- Au niveau de la base de la corne postérieure :

- Le noyau de Clarke en dedans
- Le noyau de Bechterew en dehors

Ces noyaux contiennent les cellules transportant la sensibilité profonde ou proprioceptive incosciente

## B-Substance blanche :

La moelle épinière est un lieu de passage des grandes voies :

- 1- Ascendantes transportant des influx sensitifs
- 2- Descendantes transportant des influx-moteurs

A côté de ces voies longues, la moelle Epinière contient des voies courtes ou faisceaux d'association.

### 1.- Les voies Ascendantes ou Sensitives :

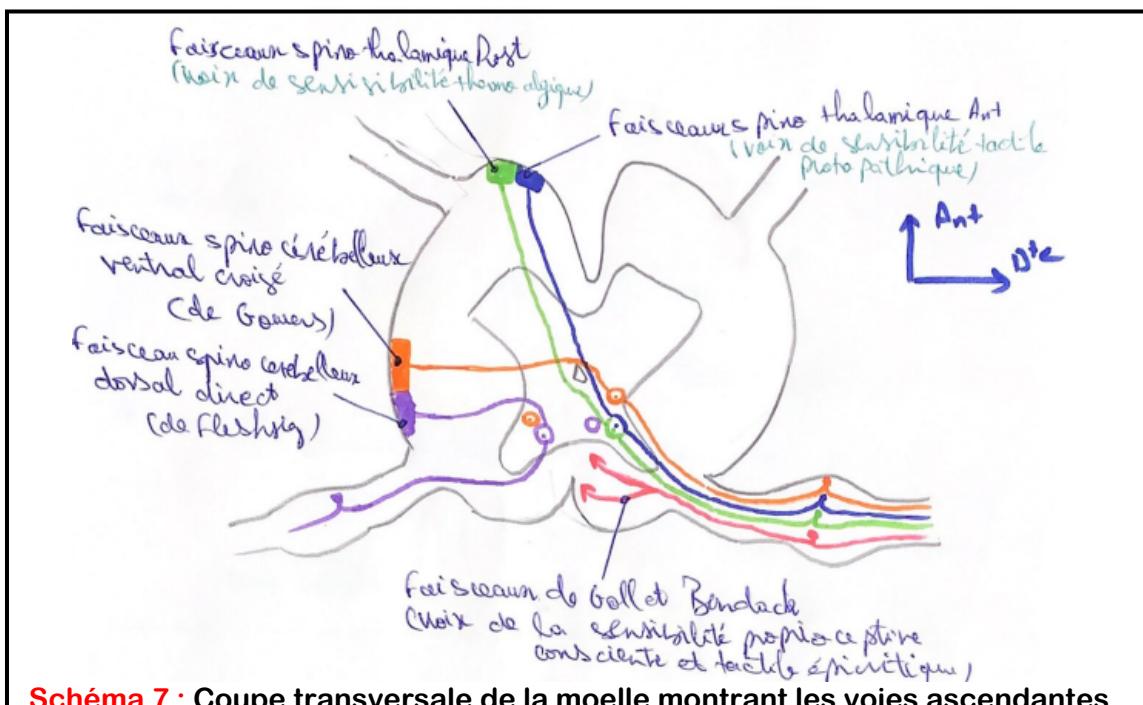


Schéma 7 : Coupe transversale de la moelle montrant les voies ascendantes

On distingue différents types de sensibilité

#### ▪ La sensibilité superficielle ou extéroceptive:

-La sensibilité thermo-algique : se manifeste quand il existe une agression de l'organisme (piqûre, brûlure.) ou à l'occasion d'une lésion du système nerveux

➤ Thermo = sensibilité à la chaleur (chaud et froid)

➤ Algique = sensibilité à la douleur ou nociception.

#### -La sensibilité tactile:

➤ Protopathique : C'est une sensibilité grossière au toucher et à la pression.

➤ Epicritique : tact fin ou discriminatif permettant la discrimination fine.

#### ▪ La sensibilité profonde ou proprioceptive:

➤ Consciente: Sens de position des segments de membres, vibrations.

➤ Inconsciente: permettant le contrôle réflexe de la contraction musculaire.

#### ▪ La sensibilité viscérale ou intéroceptive :

Sensation de plénitude des organes creux, comme la vessie, le tube digestif, douleur viscérale (voir système nerveux végétatif)

Il faut noter que le corps cellulaire du premier neurone de toutes les voies sensitives se trouve dans le ganglion spinal. Ce corps cellulaire reçoit par l'intermédiaire des nerfs périphériques des prolongements en contact avec le récepteur sensitif en question. Il s'agit d'une cellule en T avec un prolongement périphérique qui participe à la constitution des nerfs et un prolongement central vers le système nerveux central à partir du ganglion spinal.

#### a - Sensibilité superficielle ou extéroceptive (cutanée) :

##### a-1 Thermo-algésique (température et douleur) : Les sensations nociceptives thermiques et douloureuses

-Le corps cellulaire du premier neurone de ces voies se trouve dans le ganglion spinal de la racine dorsale du nerf rachidien. Le prolongement central pénètre la moelle épinière au niveau de la zone marginale de Lissauer, puis fait relais avec un deuxième neurone ou deutoneurone.

-Le corps cellulaire de ce deuxième neurone est situé dans la tête de la corne postérieure. Ce deutoneurone émet un axone qui traverse la substance grise, croise la ligne médiane derrière le canal de l'épendyme pour aller constituer du côté opposé le faisceau spino-thalamique postérieur qui chemine dans le cordon latéral et remonte verticalement dans la moelle épinière, le tronc cérébral, pour se terminer dans le thalamus.

##### a-2 : Sensibilité tactile :

###### a-2-1-Protopathique (tact grossier):

-Le corps cellulaire du premier neurone (protoneurone) de cette voie se trouve dans le ganglion spinal de la racine dorsale du nerf rachidien. Le prolongement périphérique est au contact des récepteurs. De là, Le prolongement central du protoneurone fait relais au niveau de la tête de la corne postérieure de la moelle épinière où se trouve le corps cellulaire du deuxième neurone (deutoneurone).

-Le prolongement de ce dernier croise la ligne médiane au niveau de la commissure blanche (en avant du canal de l'épendyme) pour aller constituer du côté opposé le faisceau spino-thalamique antérieur qui remonte ensuite au tronc cérébral puis au thalamus.

###### a-2-2-Epicritique (tact fin) encore appelée sensibilité discriminative :

-Elle donne l'information sur la localisation et la qualité de la sensation tactile.

-Le corps cellulaire du protoneurone se trouve dans le ganglion spinal de la racine postérieure. Le prolongement périphérique est au contact de récepteurs spécifiques. Le prolongement central pénètre la moelle épinière et suit le même chemin que la voie de la sensibilité proprioceptive consciente: La sensibilité épicerque participe ainsi à la constitution du système cordonal postérieur. Il s'agit donc là d'une sensibilité directe, homolatérale dans la moelle épinière.

#### b - Sensibilité proprioceptive ou profonde

##### b1- consciente:

-Le corps cellulaire du premier neurone de cette voie se trouve dans le ganglion spinal de la racine dorsale du nerf, rachidien. Son prolongement périphérique est au contact de récepteurs spécifiques osseux, articulaires et musculaires. Le prolongement central ne pénètre pas dans la corne postérieure mais glisse le long de cette corne dans la substance blanche (cordon postérieur) puis remonte directement vers le tronc cérébral. Le relais avec le deuxième neurone se produit dans le bulbe rachidien (voir systématisation tronc cérébral).

-Ces fibres du premier neurone participent donc à la constitution du cordon postérieur de la SB de la moelle épinière. Celui-ci se divise en :

- **Faisceau gracile (faisceau de Goll)** médian pour la sensibilité des régions sacrée, lombaire et thoracique (les fibres arrivées les premières sont placées en dedans)
- **Faisceau cunéiforme (faisceau de Burdach)** plus externe pour la sensibilité de la région cervicale.

## b2- inconsciente:

-Elle est à la base-de-la régulation du tonus musculaire et de la statique. Le proto-neurone a son corps cellulaire dans le ganglion spinal, Le prolongement périphérique est au contact de récepteurs musculaires et tendineux spécifiques. Le prolongement central fait relais dans la partie moyenne de la corne postérieure où se trouve le corps cellulaire du deuxième neurone.

-Pour les membres inférieurs et le tronc, ils sont situés dans un noyau appelé **noyau de Clarke** placé sur la partie interne de la base de la corne postérieure. Cette voie traverse ensuite la substance grise sans croiser la ligne médiane pour aller former dans la partie postérieure du cordon latéral du même côté, **le faisceau spino-cérébelleux direct ou de Flechsig**. Pour les membres supérieurs, ils sont situés dans **le noyau de Bechterew**, placé sur la partie externe de la base de la corne postérieure. La voie croise alors la ligne médiane dans **la substance grise péri épendymaire**, et gagne la partie antérieure du cordon latéral opposé, formant **le faisceau spino-cérébelleux croisé de Gowers**. Ses axones iront se terminer dans le cervelet où se trouve le corps cellulaire du troisième neurone.

c- Sensibilité intéroceptive ou viscérale: Voir cours Système nerveux végétatif.

## 2. Les voies descendantes ou motrices :

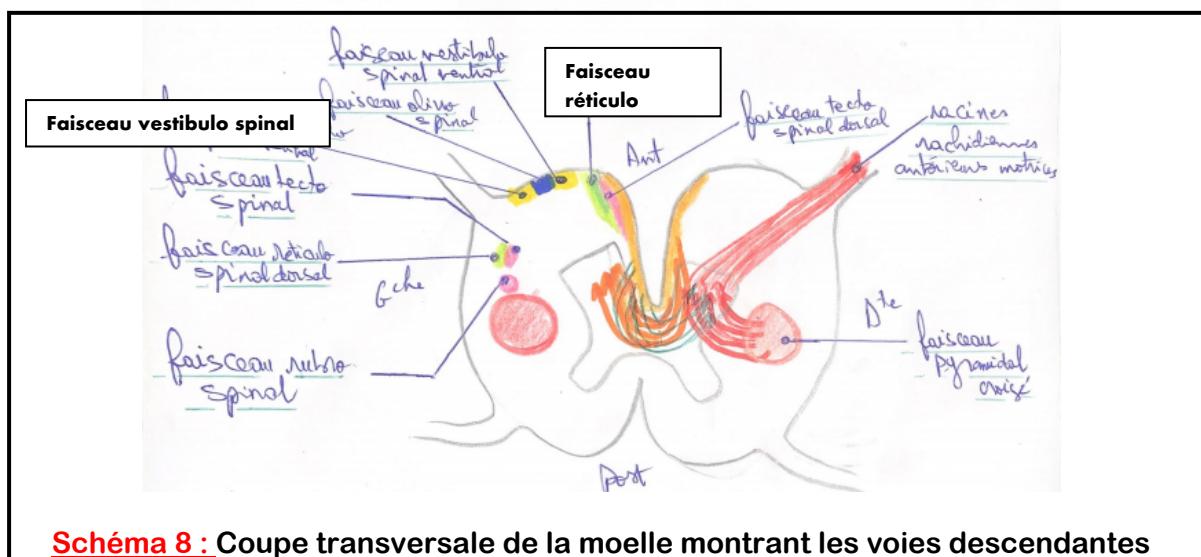


Schéma 8 : Coupe transversale de la moelle montrant les voies descendantes

-Les unes transportent les influx volontaires, venant de la circonvolution frontale ascendante du cerveau. Les autres transportent les influx involontaires, nés de différents centres nerveux sous-corticaux (c'est-à-dire, centres sous-jacents au cortex cérébral).

### a. Voie de la motricité volontaire ou pyramidale :

-Elles naissent des grandes cellules pyramidales de la circonvolution frontale ascendante appelées **cellules pyramidales de BETZ**. Après avoir traversé les différents étages au niveau du cerveau et du tronc cérébral, Leurs axones se groupent à la partie haute de la moelle en deux contingents; les uns ayant croisé la ligne médiane dans le bulbe, forment le **faisceau pyramidal croisé** (les autres, étant restés homo-latéraux, forment le **faisceau pyramidal direct**).

#### a1. Le faisceau pyramidal croisé :

-Ayant croisé la ligne médiane à la partie basse du bulbe.

-C'est le contingent le plus important ( $\approx 85\%$ ), descend dans la partie moyenne du cordon latéral. -A chaque myélomère; des axones pénètrent la substance grise et se terminent dans la corne antérieure du même côté, où se trouve le corps cellulaire du deuxième neurone puis la voie quitte la moelle par la racine antérieure et gagne le muscle strié correspondant par l'intermédiaire des nerfs périphériques.

#### a2- Le faisceau pyramidal direct :

-N'ayant pas croisé la ligne médiane au niveau du bulbe.

-Descend dans la partie la plus interne du cordon antérieur représente environ 15% du faisceau.

-A chaque étage de la moelle (myélonère). Des axones le quittent, traversent la ligne médiane, pour se terminer dans la corne antérieure du côté opposée, puis la voie quitte la moelle par la racine antérieure et gagne le muscle strié correspondant par l'intermédiaire des nerfs périphériques. Ainsi, en somme, toutes les voies motrices volontaires sont croisées.

- **Le faisceau pyramidal croisé** croise la ligne médiane au niveau du bulbe
- **Le faisceau pyramidal direct** croise la ligne médiane à chaque étage de la moelle épinière

#### **b. Voies de la motricité involontaire ou extra-pyramidales / automatique :**

-Transportent des influx venant d'un certain nombre de petits noyaux étagés le long du névraxe : --

-Ces centres reçoivent de la périphérie, des influx sensitifs; ils envoient des influx moteurs correcteurs, et ainsi régulent l'activité motrice automatique ou involontaire, physiologiquement très importante.

On trouve ainsi, dans la moelle :

- **Le faisceau rubro-spinal** : Provenant du noyau rouge, et situé dans le cordon latéral en avant du pyramidal croise.
- **Le faisceau olivo-spinal** : Provenant de l'olive bulbaire, et situé dans le cordon antérieur;
- **Les faisceaux réticulo-spinaux** : l'un dorsal dans le cordon latéral, l'autre ventral dans le cordon antérieur, naissant des formations réticulées du tronc cérébral;
- **Les faisceaux tecto-spinaux** : dorsal et ventral, voisins des précédents, naissant des tubercules quadrijumeaux;
- **Les faisceaux vestibulo-spinaux** : dorsal et ventral, situés dans le cordon antéro-latéral, provenant des noyaux vestibulaires.

#### **V. Anatomo-physiologie :**

-La moelle est un centre réflexe et d'intégration : A partir de messages provenant de la périphérie, elle est capable de fournir des réponses motrices appropriées. Elles aussi un centre d'élaboration et de contrôle de l'information destinée aux centres supérieurs notamment les fonctions sensitives. En fin la moelle est un centre végétatif.

- La moelle est un lieu de passage de **faisceaux ascendants et descendants**, reliant les segments médullaires entre eux et aux centres encéphaliques permettant des mouvements coordonnés volontaires ou automatiques.

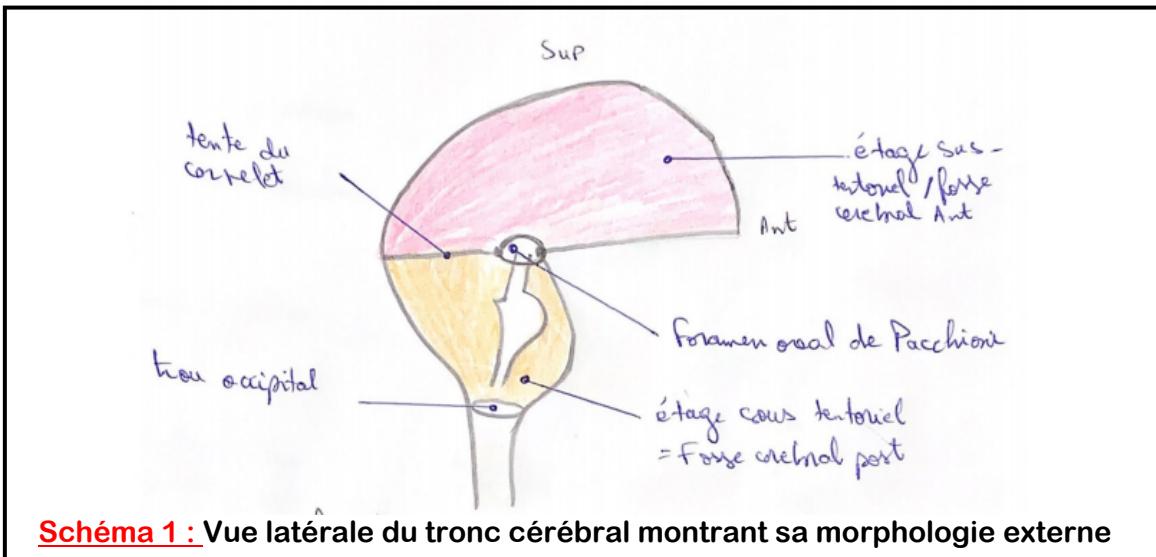
# LE TRONC CÉRÉBRAL

Le tronc cérébral est formé de bas en haut par :

- Le bulbe rachidien ou moelle allongée
- La protubérance ou **pont de Varole**
- Le mésencéphale (pédoncules cérébraux)

Le tronc cérébral occupe la fosse cérébrale postérieure en avant du cervelet (étage sous-tentoriel) et représente la partie inférieure de l'encéphale.

## I. Morphologie externe :



**Schéma 1 :** Vue latérale du tronc cérébral montrant sa morphologie externe

**A- Situation :** Dans la fosse postérieure, en avant du cervelet. Structure de transition entre le cerveau et la moelle- épinière.

## B- Limites :

- Limite supérieure : Bandelettes optiques
- Limite inférieure : l'émergence de la première racine cervicale (trou occipital)

## C- Constitution :

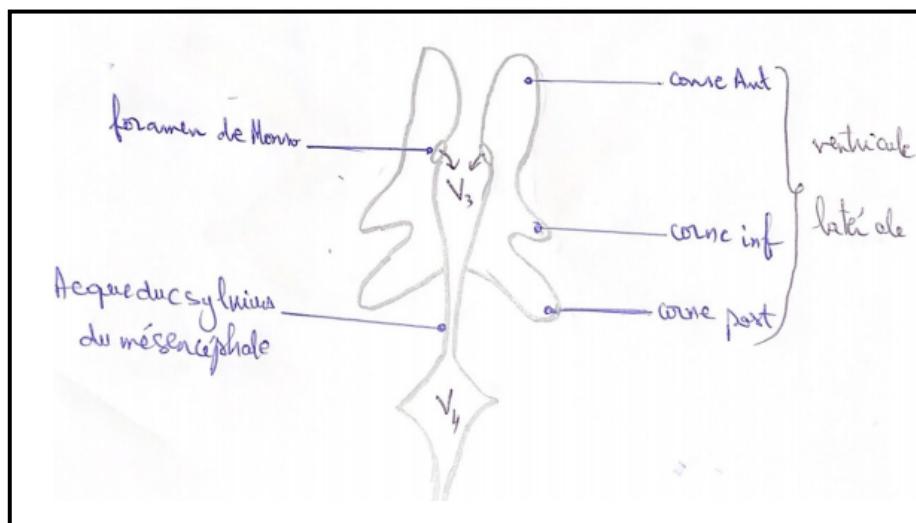
3 étages, de bas en haut :

- **Bulbe rachidien :**

C'est la partie du névraxe intermédiaire entre la moelle épinière et le pont. Elle se présente comme un élargissement de la moelle d'où le nom de moelle allongée. Elle est limitée: en bas par une ligne située sous **le foramen magnum** (trou occipital) passant par C1 (atlas) et en haut par **le sillon bulbo pontique** (ou bulbo protubérantiel) qui l'isole du pont. Il mesure 3 cm de long sur 1,5 à 2 cm de large.

- Sur la face ventrale, il existe une fissure médiane. De chaque côté de celle-ci, on trouve deux reliefs verticaux appelés pyramides bulbares. En dehors des pyramides se trouve l'olive bulbaire.
- Sur la face dorsale, on retrouve au tiers inférieur, la prolongation des cordons dorsaux de la moelle épinière, puis les deux cordons dorsaux de la moelle allongée s'écartent l'un de l'autre pour délimiter la cavité du 4ème ventricule.

- **Protubérance annulaire (ou pont de Varole) :**



Plus large que haute : Hauteur de 2,5 cm, largeur de 3,5 cm

- **La face antérieure du pont** est en surplomb au-dessus de la face antérieure du bulbe et est convexe dans le sens transversal et vertical. Il présente un sillon médian longitudinal ou gouttière basilaire dans laquelle chemine l'artère basilaire formée par l'union des deux artères vertébrales.
- **La face postérieure du pont** est occupée par la très large cavité losangique du 4ème ventricule, qui communique, en haut, avec le 3ème ventricule par un pertuis étroit appelé aqueduc Sylvius ou du mésencéphale.

- **Le mésencéphale :**

Il commence en bas par le sillon pédonculo pontique et se termine en haut par le tractus optique ou bandelette optique. Cette région correspond à l'isthme de l'encéphale.

Il a une hauteur de: 1,5 cm seulement.

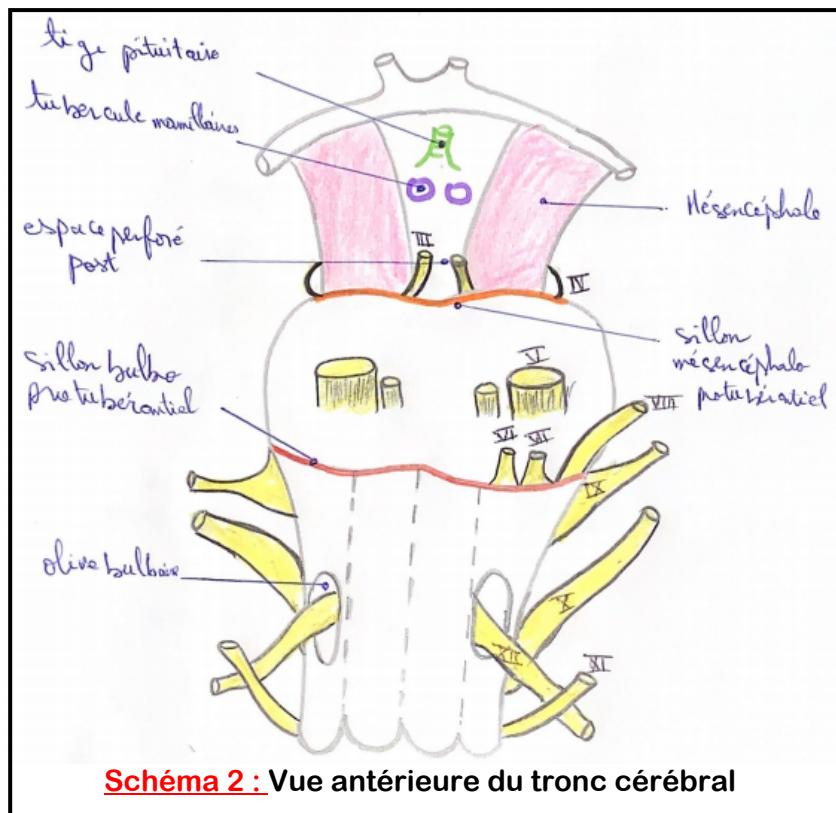
- **La face antérieure :** est formée de deux cordons blancs saillants obliques en dehors et en haut (divergents), appelés pédoncules cérébraux. Chacun d'eux pénètre dans l'hémisphère correspondant. Entre les deux pédoncules cérébraux se trouve l'espace interpédonculaire formé par l'espace perforé postérieur et **les deux corps mamillaires**. On peut voir également la zone d'insertion de la tige pituitaire.
- **La face postérieure :** Occupée par la lame quadrijumelle ou lame tectale (ou tectum) qui est formée de quatre reliefs : les tubercules quadrijumeaux ou colliculi:
  - **Les deux colliculi inférieurs (tubercules quadrijumeaux postérieurs)** sont reliés latéralement par un bras conjonctival postérieur aux corps genouillés médaux (faisant partie du thalamus). Il s'agit de structures correspondant à des relais des voies auditives.
  - **Les deux colliculi supérieurs (tubercules quadrijumeaux antérieurs)** sont reliés de chaque côté par un bras conjonctival antérieur aux corps genouillés latéraux (faisant partie du thalamus). Il s'agit de structures correspondant à des relais des voies visuelles.
  -

-Le mésencéphale contient deux noyaux importants:

- **Le locus Niger ou substance noire:** sous forme de lame aplatie de substance grise de couleur foncée forme une cloison oblique qui divise le mésencéphale en Pied en avant et calotte en arrière.
- **Le noyau rouge :** De forme ovulaire, situé en dedans et en arrière de ce dernier.

#### D- Aspects particuliers des faces antérieure et postérieure du tronc cérébral :

- La face antérieure du tronc cérébral :



-Lieu d'émergence (origine apparente) des nerfs crâniens:

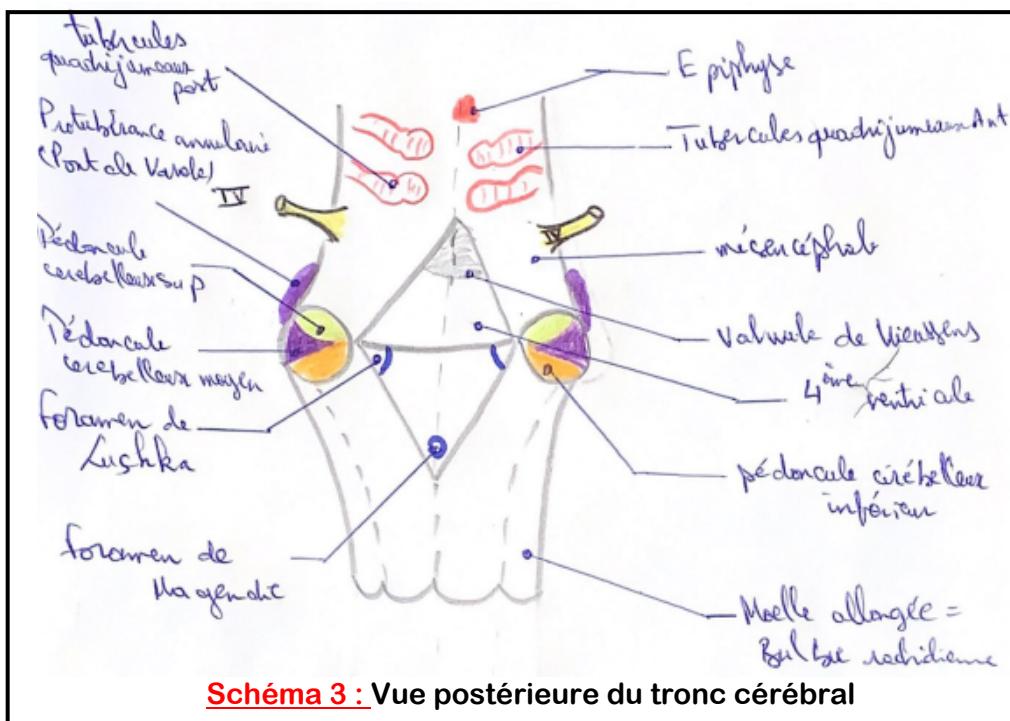
Les nerfs crâniens sont au nombre de 12 de chaque côté (paies crâniennes) dont 10 naissent du tronc cérébral. Ils quittent la cavité crânienne en traversant les orifices de la base du crâne, pour attendre leur destination (tête et du cou). Ils ont donc un segment intra-crânien et un segment extra-crânien. Ils sont destinés principalement à l'innervation de la tête et du cou et sont donc l'homologue des nerfs rachidiens (destinés au tronc et aux membres). Pour la plupart, ils sont constitués de fibres motrices, sensitives, et végétatives. Quelques uns d'entre eux sont purement sensoriels.

Nerf olfactif (I)*	c'est le nerf de l'odorat. Il est placé à la face inférieure du cerveau et en relation directe avec les centres rhinencéphaliques de l'olfaction.
Nerf optique (II)*	c'est le nerf de la vision. Il est aussi en relation directe avec les parties profondes du cerveau.
Nerf moteur oculaire commun (III)	Nerf de la motricité oculaire (regard vers le dedans), Naît sur le bord interne du pédoncule cérébral
Nerf pathétique (IV)	Nerf de la motricité oculaire (regard vers le haut et vers le bas). C'est le seul nerf crânien dont la naissance se fait sur la face postérieure de protubérance. Il apparaît en avant après avoir contourné le pédoncule cérébral.
Nerf trijumeau (V)	Principal nerf sensitif de la face, il a aussi un rôle moteur accessoire (mastication). Naît à la partie moyenne de la protubérance.
Nerf moteur oculaire ext (VI)	Nerf de la motricité oculaire (regard vers le dehors). Naît sur la partie médiane du sillon bulbo-protubérantiel.
Nerf facial (VII)	Il naît au milieu du sillon bulbo-pontique. C'est principalement le nerf moteur de la face (paralysie faciale). Il est accompagné par des fibres sensitives et végétatives qui constituent le nerf intermédiaire de Wrisberg (VII bis).

<b>Nerf auditif (cochléo-vestibulaire) (VIII)</b>	C'est un nerf sensoriel qui Naît dans la partie latérale du sillon bulbo pontique. Son contingent cochléaire contient les fibres de l'audition et son contingent vestibulaire contient les fibres de l'équilibration.
<b>Nerf glosso pharyngien (IX)</b>	Il naît au niveau du sillon latéral dorsal du bulbe rachidien à sa partie supérieure (en dehors de l'olive bulbaire). C'est le nerf moteur du pharynx et le nerf sensitif de la partie dorsale de la langue (sensibilité générale et gustation).
<b>Nerf Pneumogastrique (nerf vague) (X)</b>	C'est un nerf très important qui apparaît aussi dans le sillon latéral dorsal du bulbe rachidien à sa partie moyenne (en dehors de l'olive-bulbaire). IL contient un très gros contingent de fibres végétatives destinées aux viscères du cou, du thorax et de l'abdomen. Il contient, en plus, des fibres motrices phonatoires (Nerf récurrent).
<b>Nerf Spinal accessoire (XI)</b>	Il apparaît dans la partie basse du sillon dorsal du bulbe rachidien (en dehors de l'olive bulbaire). Il est responsable de l'innervation des grands muscles céphalogyres (muscle sterno-cléido-mastoidien et muscle trapèze).
<b>Nerf grand hypoglosse (XII)</b>	Il apparaît dans le sillon pré-olivaire du bulbe rachidien. C'est le nerf moteur de la langue.

\* Ces deux nerfs (I et II) ne naissent pas au niveau du tronc cérébral et seront étudiés avec le cerveau.  
Les dix nerfs crâniens suivants naissent au niveau du tronc cérébral

- **La face postérieure du tronc cérébral :**



- La cavité épendymaire se dilate au niveau bulbo-pontique pour former le IVème ventricule qui est une cavité ventriculaire contenant le liquide céphalo-rachidien.

- Il a la forme d'un losange de 35 mm de haut et de 15 mm de large environ.

- Son extrémité supérieure se continue avec l'acqueduc de Sylvius et son extrémité inférieure par le canal de l'épendyme.

- Sa face antérieure est formée par le tissu nerveux du tronc cérébral. C'est le plancher du 4ème ventricule sur lequel sont étalés les noyaux des nerfs crâniens du pont et bulbe (voir systématisation de la substance grise du tronc cérébral : noyaux des nerfs crâniens).

- Sa face postérieure est constituée par la membrane épendymaire (membrana tectoria), dont les 2 parties supérieure et inférieure, obliques se réunissent et forment un angle qui semble pénétrer dans le cervelet.

-Le voile épendymaire supérieur est tapissé d'une mince couche de tissu nerveux c'est la **valvule de Vieusseens**.

-Le voile épendymaire inférieur est perforé à ses deux extrémités latérales par les 2 orifices de Lushka et à son angle inférieur par **les trous de magendie**.

-Par ces trois orifices, le liquide céphalo-rachidien (LCR) contenu dans les cavités ventriculaires communique avec **les espaces sous-arachnoidiens**

### **III - Les rapports du tronc cérébral :**

La dure mère de la moelle épinière se prolonge dans la cavité crânienne Elle présente un repli au-dessus du cervelet: la tente du cervelet séparant ainsi un espace sous ce repli . constituant la fosse cérébrale postérieure (ou étage sous tentoriel) d'un espace au dessus de la tente correspondant aux fosses cérébrales moyenne et antérieure contenant l'encéphale (étage sus-tentoriel).

#### **A - La fosse cérébrale postérieure :**

La fosse cérébrale postérieure correspond à un espace inextensible ostéo-dural contenant le tronc cérébral et le cervelet. Elle est limitée :

- **En haut** : par le foramen de Pac chioni, En bas le foramen magnum (ou trou occipital).
- **En avant** : par l'apophyse basilaire de l'os occipital (en bas) et la lame quadrilatère du sphénoïde (en haut), L'ensemble formant le clivus.
- **En arrière** : par l'écaillle de l'os occipital,
- **Latéralement** : les rochers ou pyramides pétreuses.

#### **B-Rapports du tronc cérébral :**

-Dans la fosse cérébrale postérieure, les rapports supérieurs, inférieurs, latéraux et antérieurs du tronc cérébral sont les limites de la fosse cérébrale postérieure. En avant, le tronc cérébral repose sur la lame quadrilatère du sphénoidal et l'apophyse basilaire de l'os occipital. Au milieu du pont est creusé un sillon dans lequel chemine le tronc basilaire qui résulte de l'union des deux artères vertébrales.

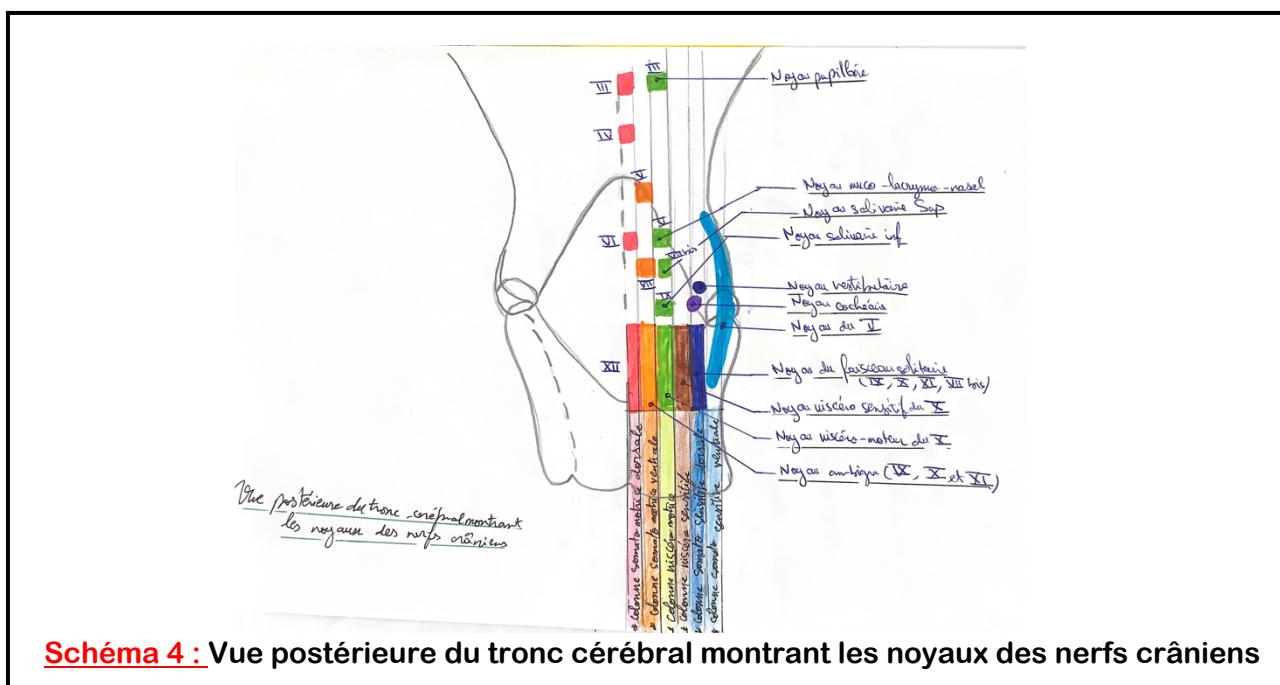
-En arrière, le tronc cérébral répond au cervelet.

-Le tronc cérébral est relié en arrière au cervelet par 3 paires de pédoncules cérébelleux (PC):

- **Le PC inférieur** : relie le bulbe au cervelet.
- **Le PC moyen** : relie la protubérance annulaire au cervelet.
- **Le PC supérieur** : relie le mésencéphale au cervelet.

### **IV-Systématisation :**

#### **A - La substance grise :**



Elle comprend :

- Les noyaux des nerfs crâniens.
- Les Formations propres du tronc cérébral

### 1 - Les noyaux des nerfs crâniens :

De dedans en dehors, on retrouve:

#### a- La colonne somato-motrice-dorsale:

Elle est tout près de la ligne médiane, proche du plancher du quatrième ventricule

- **Dans le bulbe:** Le noyau du XII : correspond à la surface du quatrième ventricule
- **Dans la protubérance :** Le noyau du VI
- **Dans le mésencéphale:** -Le noyau du IV : A la hauteur des TQP, -Le noyau du III : A la hauteur des TQA ,Noyau principal: muscles de l'œil / Noyau médian: Noyau de Perlia = convergence

#### b - Colonne somato-motrice ventrale :

Prolonge la tête des cornes antérieures de la moelle. Elle est située en profondeur dans la substance réticulée

- **Dans le bulbe :** Le noyau ambigu d'où partent les noyaux IX, X et XI (motricité du pharynx du voile du palais et du larynx)
- **Dans la protubérance :** -Le noyau du VII: Motricité des muscles de la face.  
-Le noyau du V : Muscles masticateurs.

#### c- Colonne viscéro-motrice:

Prolonge vers le haut la substance grise de la colonne intermédiaire de la moelle

Noyau pupillaire rattaché au III

Noyau muco-lacrymo-nasal (VII)

Noyau salivaire supérieur (VII bis = intermédiaire de Wrisberg)

Noyau cardiopneumoentérique (X)

#### d-Colonne viscéro-sensible: Noyau viscéro-sensitif du X

#### e- Colonne somato sensitve dorsale

Noyaux vestibulaires et noyaux cochléaires (VIII)

Noyau du faisceau solitaire : IX, X, XI (sensibilité du pharynx, gustation) + VII bis

#### f- Colonne sensitive ventrale : Noyau du V.

### 2- Les formations propres du tronc cérébral :

#### a- Formations bulbaires :

- **Olive bulbaire :** Donne naissance au faisceau olivo-spinal
- **Noyaux de Goll et Burdack :** situés à la partie basse du bulbe. C'est dans ces noyaux, que va faire relais la voie de la sensibilité proprioceptive consciente et de la sensibilité épicroitique.

#### b- Formations protubérantielles :

- **Noyaux Du Pont :** Nombreux petits noyaux disséminés dans la substance blanche de la protubérance. Représentent un relais des circuits cérébelleux (voie cortico-ponto-cérébelleuse) (voir systématisation du cervelet)

#### c- Les noyaux mésencéphaliques :

- **Noyau rouge :** Noyau ovoïde situé à la partie haute et antérieure du mésencéphale  
**Afférences:**

-Noyau dentelé du cervelet (faisceau dentato-rubro-thalamique)

-Striatum : faisceau strio-rubrique

-Frontales : Fronto-rubriques

#### Efférences:

-Thalamiques (faisceau dentato-rubro-thalamique)

-Spinales faisceau rubro-spinal.

Ces connexions permettent au noyau rouge de jouer un rôle important dans la régulation du mouvement et du tonus de posture

- **Locus Niger:**

Appelé aussi substance noire. Il est constitué de deux parties :

Substance noire compacte (SNc): rôle dans la sécrétion de la dopamine

**Substance noire réticulée (SNr):** action en synergie. avec les autres noyaux gris centraux jouant un rôle dans la motricité involontaire (autoratique ou extra-pyramidal).

- **Noyau de Cajal :** rôle dans la régulation de l'oculo-motricité
- **Noyau de Darkschewitsch:** rôle dans la régulation de l'oculo-motricité
- **Locus coeruleus :** Sécrétion de Noradrénaline
- **Les tubercules quadrijumeaux**
  - **Antérieurs :** Relais optiques
    - Afférences : Bandelette optique
    - Efférences : Corticales /- Spinales (Fx tecto-spinal) / Bulbaires et protubérantielles
  - **Postérieurs :** Relais auditifs
    - Afférences: Ruban de Reil latéral
    - Efférences: Spinales (Fx tecto-spinal)/ Sensorielle (cortex de l'audition)

#### d- Formation réticulée du tronc cérébral:

##### **Noyaux Médians :**

**Afférences:** Collatérales des voies centripètes (Fx Spino-réticulo- thalamique)

**Efférences :** Ecorce cérébrale, Thalamus et hypothalamus

Ces noyaux ont vis à vis du cortex et du thalamus un rôle activateur

##### **Noyaux centraux :**

**Afférences:** Collatérales des voies sensitives, Cortex, noyaux striés, noyau rouge, locus Niger, Cervelet

**Efférences :** Médullaires

Fx réticulo-spinal latéral : effet facilitateur sur les motoneurones du côté opposé

Fx réticulo-spinal médial : effet inhibiteur sur les motoneurones du côté correspondant

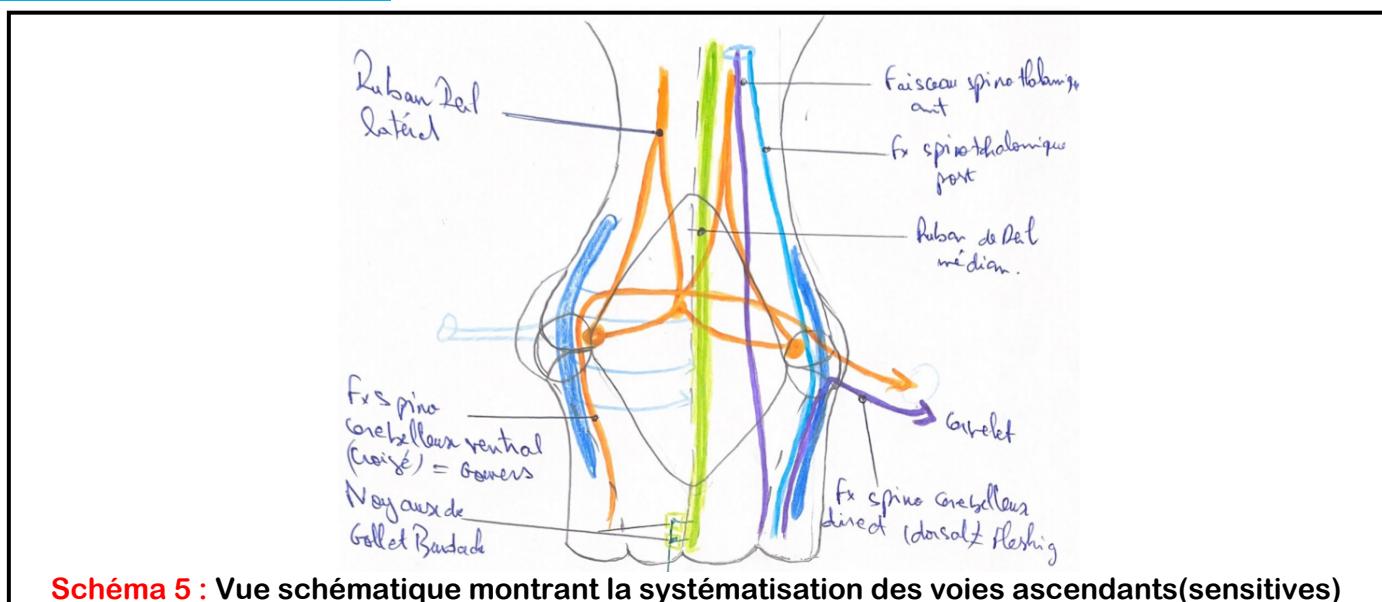
##### **Noyau latéral :**

Relais entre la moelle et le cervelet

Rôle : contrôle de l'activité cérébrale et médullaire.

Rôle associatif.

#### B - Substance blanche :



**Schéma 5 :** Vue schématique montrant la systématisation des voies ascendants(sensitives)

Elle comprend :

- Les faisceaux ascendants (**sensitifs**)
- Les faisceaux descendants (**moteurs**)
- Des fibres propres au tronc cérébral (**faisceaux d'association**)

#### 1- Faisceaux ascendants sensitifs :

Prolongent ceux que nous avons vus dans la moelle épinière

##### a- Voies de la sensibilité extéroceptive :

Arrivent au bulbe par 2 faisceaux

- **Faisceau spino-thalamique ventral antérieur** (sensibilité tactile protopathique) : Monte à proximité de la ligne médiane.
- **Faisceau spino-thalamique dorsal postérieur** (sensibilité thermo-algique) : Monte dans la partie centro-latérale du bulbe.

Ces deux faisceaux se rejoignent dans la protubérance et constituent le faisceau spino-thalamique qui monte dans la calotte pédonculaire qui contient toujours les axones du 2<sup>ème</sup> neurone de cette voie.

#### b- Voies de la sensibilité proprioceptive consciente et la sensibilité tactile épiceritique

Arrivent par les faisceaux de Goll et Burdach qui contiennent toujours les axones du 1er neurone de cette voie, de neurone se termine à la partie postérieure du bulbe dans les noyaux gris (noyaux de Goll et Burdach). Ils croisent la ligne médiane au niveau de la partie inférieure du bulbe et forment contre la ligne médiane, le ruban de Reil médian qui va jusqu'au thalamus. Les noyaux de Goll et Burdach contiennent le 2<sup>ème</sup> neurone de cette voie (voir noyaux propres du tronc cérébral: bulbe).

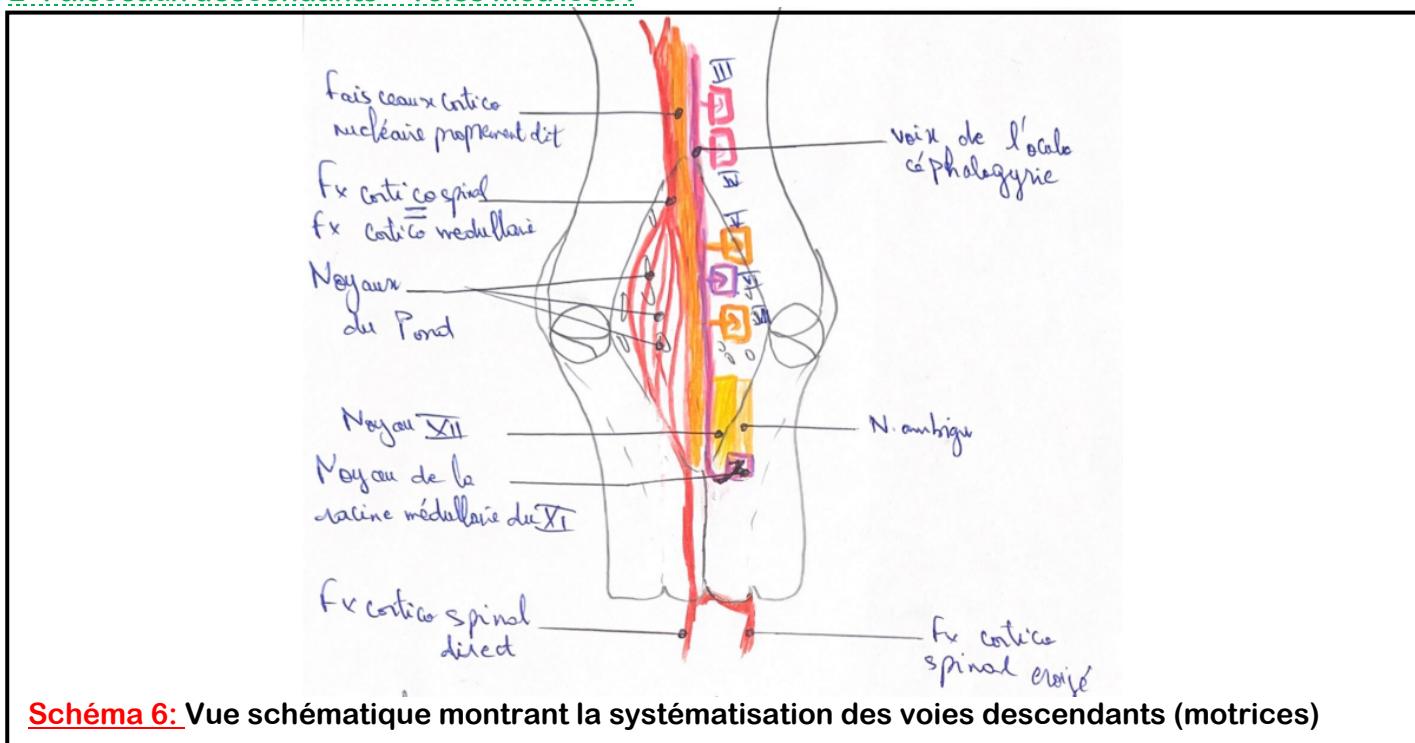
#### c- Voie de la sensibilité proprioceptive inconsciente

- **Faisceau spino-cérébelleux direct dorsal ou de Flechsig:** il monte dans la partie postéro-latérale du bulbe et se termine au niveau du cervelet homolatéral en passant par le pédoncule cérébelleux inférieur.
- **Faisceau spino-cérébelleux croisé, ventral ou de Gowers :** monte en avant du précédent jusqu'à la protubérance) puis il gagne le cervelet controlatéral en passant par le pédoncule cérébelleux supérieur.

-A côté de ces différentes voies, on note pour chaque nerf crânien sensitif, le départ de voies ascendantes. Sur ces voies, un ganglion périphérique est annexé à chacun de ces nerfs (c'est l'homologue du ganglion spinal pour le nerf rachidien), et contient le corps cellulaire du 1<sup>er</sup> neurone dont l'axone parvient au noyau sensitif qui contient le corps cellulaire du 2<sup>ème</sup> neurone. A partir du noyau sensitif, les fibres vont croiser la ligne médiane pour gagner le ruban du Reil médian puis le thalamus.

-Les axones issus des noyaux vestibulaires gagnent le cervelet. Les axones issus des noyaux cochléaires vont rejoindre la partie antéro-latérale de la protubérance, les uns directement, les autres après avoir traversé la ligne médiane constituent le ruban de Reil latéral qui se dirige verticalement vers le haut. Le lieu de convergence des faisceaux homo et hétéro-latéraux constitue le corps trapézoïde

## 2- Faisceaux descendants = voies motrices :



**Schéma 6:** Vue schématique montrant la systématisation des voies descendants (motrices)

#### a-Voie pyramidale :

Formé par les axones des grandes cellules pyramidales de la circonvolution frontale ascendante. Elle est formée par :

- **Le Faisceau cortico-spinal :** à la partie moyenne du pied du pédoncule. Il descend à la protubérance où il est dissocié par les noyaux du pont puis dans le bulbe où il se divise en faisceau pyramidal croisé en formant la décussation pyramidale, et un faisceau pyramidal direct qui continue son trajet dans la moelle épinière.

▪ **Le Faisceau cortico-nucléaire:** Destiné aux noyaux moteurs des nerfs crâniens.

Ainsi en regard de chaque noyau moteur, il détache des axones qui traversent la ligne médiane avant d'atteindre le noyau correspondant. Dans la partie haute du tronc cérébral, ce faisceau se divise en 2 :

– **Le faisceau géniculé proprement dit:** qui envoie ses axones aux noyaux V VII, IX X XI et XII. Ce faisceau reste accolé la partie interne de la voie cortico-Spinale.

– **Voie de l'oculocéphalogyrie:** Envoie ses axones aux noyaux III, IV, VI (motricité oculaire) et XI (rotation de la tête sur le tronc) cette voie assure donc la motricité de la tête et des yeux. Elle descend en arrière du faisceau géniculé proprement dit dont elle est séparée à la partie haute du tronc cérébral par le locus Niger

**b- Voies extrapyramidales:**

-La voie extrapyramidale naît à différents niveaux du tronc cérébral.

-Le faisceau olivo-spinal: n'occupe que le bulbe

-Les faisceaux vestibulo-spinaux: n'occupent que la partie basse du tronc cérébral

-Le faisceau réticulo-spinal

-Le faisceau rubro-spinal et les faisceaux tecto-spinaux (viennent des TQA naissent dans la partie haute du tronc et occupent donc toute la hauteur du tronc cérébral)

**3- Les fibres propres du tronc cérébral :**

Les fibres arciformes (voir systématisation du cervelet)

Les fibres d'association qui assurent une synergie entre plusieurs noyaux

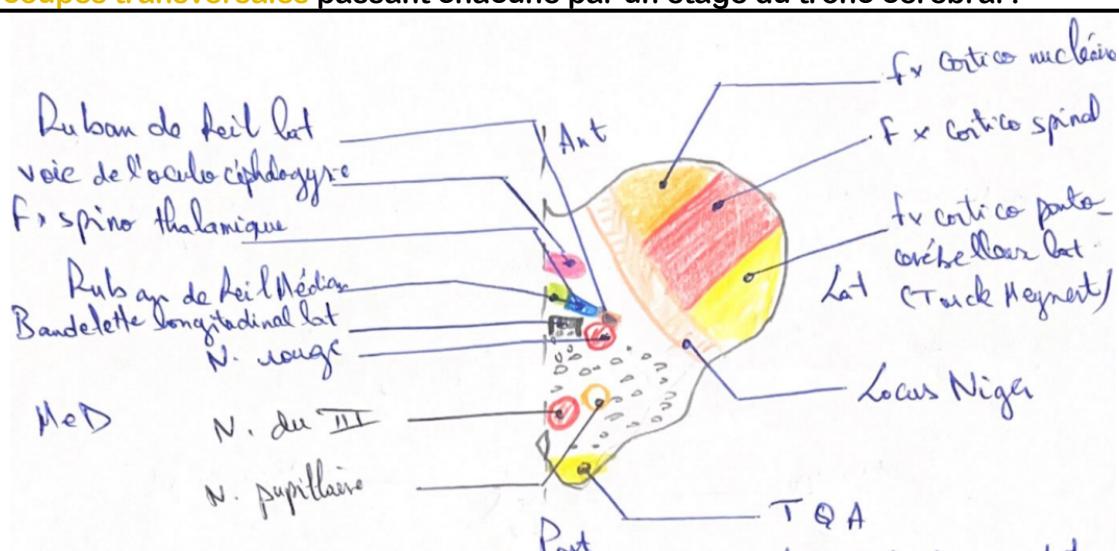
Les deux principaux faisceaux sont :

-**Le faisceau central de la calotte** qui va du noyau rouge à l'olive bulbaire

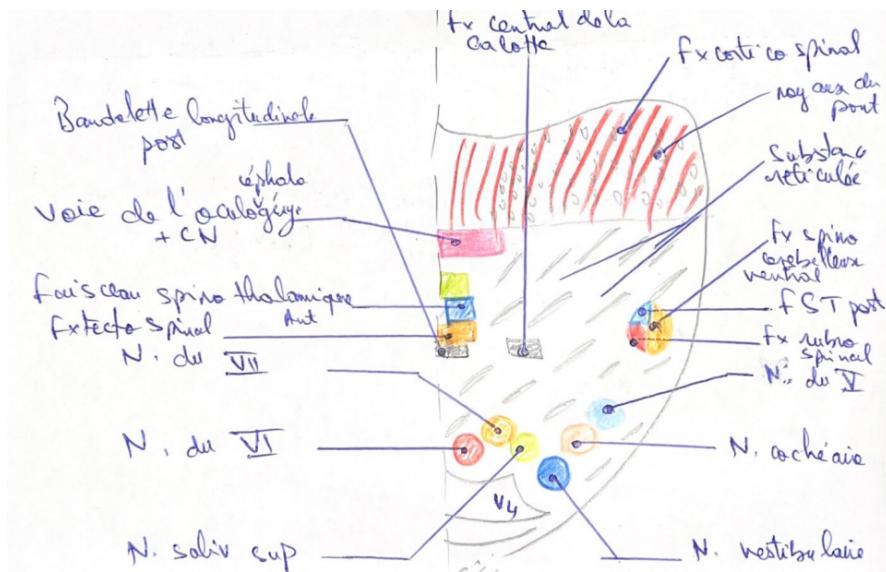
-**La bandelette longitudinale postérieure** située dans la partie postérieure et juxta-médiane du tronc cérébral: fibres d'association assurant une synergie entre les noyaux des nerfs oculomoteurs entre eux et le noyau du XI médullaire (oculo-céphalogyrie).

**Configuration interne:**

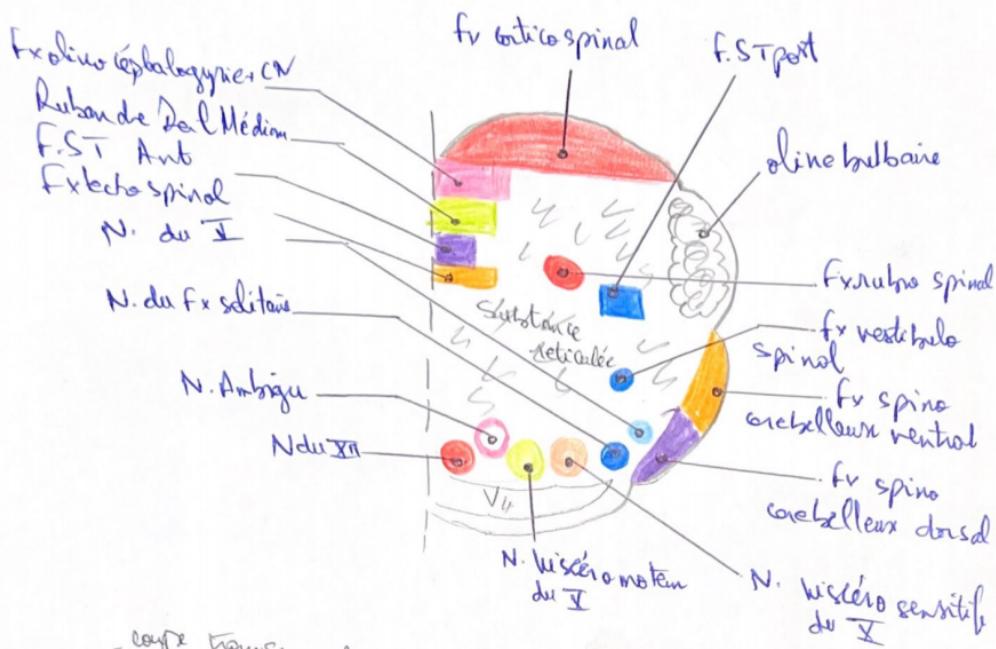
Voir les 3 coupes transversales passant chacune par un étage du tronc cérébral :



**Schéma 7:** Coupe transversale du mésencéphale montrant sa configuration interne



**Schéma 8:** Coupe transversale de la protubérance montrant sa configuration interne



**Schéma 9:** Coupe transversale du bulbe montrant sa configuration interne

# LE THALAMUS

## Introduction :

- Fait partie du Diencéphale : thalamus, hypothalamus, hypophyse.
- Le plus volumineux des noyaux gris centraux
- Centre de triage des influx ascendants sensitifs et sensurIELS
- Les noyaux du thalamus, forment des unités fonctionnelles distinctes. Chaque noyau est en connexion avec une aire corticale particulière
- Plus développé chez les mammifères et surtout chez l'Homme.

## I - Configuration extérieure :

### A-Situation :

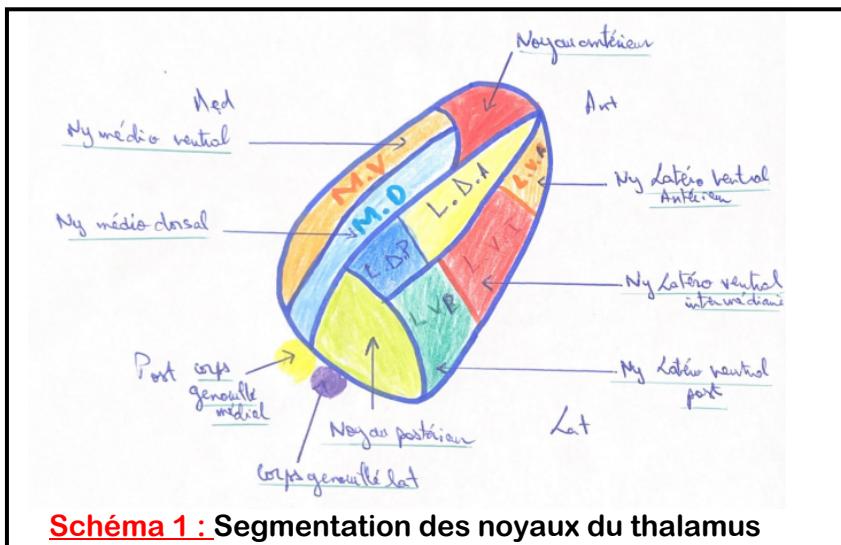
- En dedans : 3ème ventricule
- En dehors : Capsule Interne et noyau lenticulaire
- En arrière : Les tubercules quadrijumeaux
- En avant : La tête du noyau caudé + Trigone
- En bas : l'hypothalamus

### B - Forme et dimensions :

Forme ovalaire à grosse extrémité postérieure

- Longueur : 4 cm.
- Largeur : 2 cm
- Hauteur : 2,5 cm

## II - Configuration Interne



**Schéma 1 :** Segmentation des noyaux du thalamus

A l'intérieur du thalamus, une couche de substance blanche, la lame médullaire interne, se bifurque en avant et en arrière (en forme d'Y) segmentant, ainsi la substance grise) en 4 secteurs Médial, latéral, antérieur et postérieur. Ainsi sont isolés dans le thalamus, des noyaux de structure histologique variable et de valeur fonctionnelle différents.

### A-Le groupe antérieur :

Le noyau antérieur se trouvant dans les branches de division de la lame médullaire interne.

### B-Les noyaux médiiaux

Deux noyaux en dedans de la lame : -Médio-dorsal

- Médio-ventral

### C-Les noyaux latéraux

5 noyaux disposés en 2 groupes :

- Groupe dorso-latéral:
  - N. Dorso-latéral antérieur
  - N. Dorso-latéral postérieur
- Groupe Ventro-latéral:
  - N. Ventro-latéral antérieur
  - N. Ventro-latéral intermédiaire
  - N. Ventro-latéral postérieur

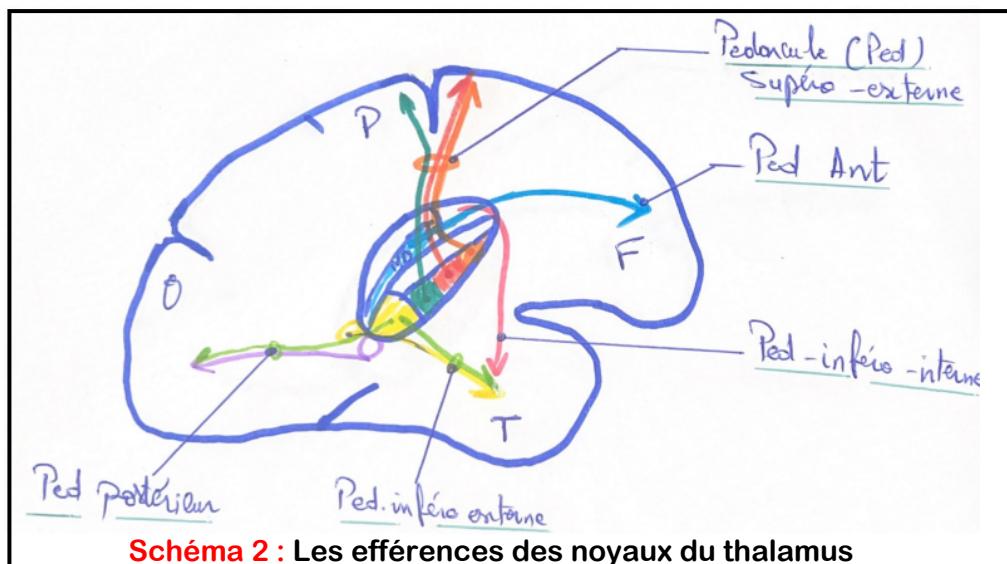
## D -Les noyaux postérieurs

Noyau postérieur = Pulvinar

Corps genouillé externe

Corps genouillé interne

### III Systématisation:



En raison de l'importance du thalamus, on comprend qu'il soit intégré à toute une série de circuits sensitifs, sensoriels et moteurs extrapyramidal-dont la systématisation est d'autant difficile que les notions anatomo-fonctionnelles ne sont pas à l'heure actuelle complètes. Néanmoins, il est possible de résumer pour la plupart des noyaux les voies afférentes et efférentes.

- **Noyau antérieur :** Noyau associatif de l'olfaction

Afférences	Efférences
Faisceau mamillo-thalamique de Vicq d'Azyr (provient des tubercules mamillaires)	Pédoncule inféro-interne vers le Rhinencéphale

- **Noyau médio-dorsal :** Noyau végétatif (composante émotionnelle de la douleur)

Afférences	Efférences
Faisceau hypothalamo-thalamique (provient de l'hypothalamus)	Pédoncule antérieur vers le cortex préfrontal (l'air 10)

- **Noyau médio-ventral :** Noyau associatif réticulaire, moins bien connu.

Afférences	Efférences
Réticulaires, venues du tronc cérébral	Se font vers les autres noyaux du thalamus et l'ensemble des aires corticales.

- **Noyaux latéro-dorsaux :** noyaux associatifs thalamiques.

Afférences	Efférences
Proviennent des autres noyaux du thalamus	Pédoncule supéro-externe vers le lobe pariétal (aires extra-pyramidales et aires somato-gnosiques)

- **Noyau latéro-ventral antérieur:** Noyau moteur (motricité automatique)

Afférences	Efférences
Fibres stria-thalamiques	Pédoncule supéro-externe vers les aires 4 et 6 (aires motrices extrapyramidales)

- **Noyau latéro-ventral intermédiaire :** Rôle capital dans la motricité automatique.

Afférences	Efférences
Faisceau dentato-rubro-thalamique (provient du cervelet + noyau rouge)	Pédoncule supéro-externe vers les aires 4 et 6 (aires motrices extrapyramidales)

- **Noyau latéro-ventral postérieur :** Noyau sensitif de très grande importance.

Afférences	Efférences
Faisceau spino-thalamique + Ruban de Reil médian	Par le pédoncule supéro-externe vers la circonvolution pariétale ascendante (Aire sensitive)

- **Noyau postérieur** = Pulvinar (relais sensoriel)

Afférences	Efférences
corps genouillé interne externe	Aire visuelle (Aire 18) par le pédoncule postérieur Aire auditive (Aire 42) par le pédoncule inféro-externe

- **Corps genouillé externe :** relais sensoriel visuel

Afférences	Efférences
bandelette optique	pédoncule postérieur vers l'aire visuelle (Aire 17)

- **Corps genouillé Interne** relais sensoriel auditif

Afférences	Efférences
Ruban de Reil latéral	pédoncule inféro-externe vers l'aire auditive (Aire 41)

#### IV - Applications cliniques

La lésion ou la stimulation à haute fréquence du noyau ventro-latéral intermédiaire améliore le tremblement dû à la maladie de Parkinson et d'autres tremblements

La lésion de noyau médio-dorsal entraîne des douleurs vives (hyperpathie du thalamus)

# LES NOYAUTS GRIS CENTRAUX

## I- Description :

- Font partie du télencéphale.

- Ils comprennent:

- 2 noyaux striés en dehors du thalamus et sous le ventricule latéral (Noyau caudé le noyau lenticulaire)
- Le noyau sous-thalamique
- Locus Niger (SNr)

## - Rôles :

- La programmation et contrôle du mouvement
- La cognition, l'humeur et les comportements non moteurs

## A- Noyau caudé :

<b>Forme</b>	d'une virgule à grosse extrémité antérieure
<b>Situation</b>	d'abord plaqué au dessus du thalamus, il s'en écarte pour passer sous le noyau lenticulaire et se termine dans le lobe temporal.
<b>Longueur</b>	(est de 7 cm)- Il présente 3 portions : 1- Antéro-supérieure: la tête 2- Intermédiaire: Le corps, cylindroïde 3- Antéro-inférieure: La queue

## B- Noyau lenticulaire :

<b>Forme</b>	<b>Forme</b> d'une pyramide triangulaire à base externe et à sommet inféro-interne - Comprend 2 parties : <b>Latérale</b> : le putamen, de couleur foncé <b>Médiale</b> : le pallidum, lui même divisé en 2: - Globus pallidus externe (GPE) - Globus pallidus interne (GPI) - Présente 3 faces : <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Face externe (base) : répond en dehors à la capsule externe.</li><li>▪ Face supérieure</li><li>▪ Face inférieure</li></ul>
<b>Situation</b>	en dehors du noyau caudé, en pleine substance blanche.
<b>Longueur</b>	5 cm

## C- Noyau sous-thalamique (Nucleus subthalamicus)

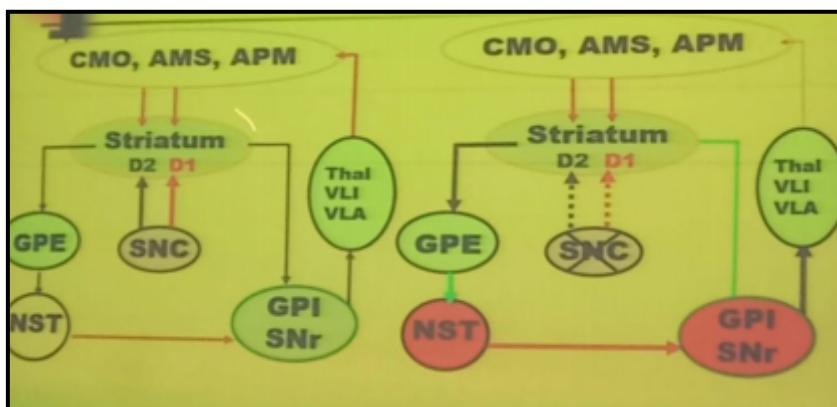
<b>Forme</b>	lentille biconvexe, placé au dessus des noyaux mésencéphaliques en bas (locus Niger, noyau rouge)
<b>Situation</b>	en dehors de l'hypothalamus et directement sous le thalamus. Il surplombe le pied du pédoncule cérébral

## D- Locus Niger :

- Substance noire compacte (SNc): Sécrétion de la Dopamine
- Substance noire réticulée (SNr): Entre en connexion avec le reste des NGC

## II- Constitution Connexions :

Noyaux		Afférence	Efférence
Noyau caudé et lenticulaire	Néostriatum	<b>Interstriées:</b> - Liaisons caudo-putaminales - Liaisons putamino-caudés <b>Nigro-striées :</b> de la SNc vers le striatum <b>Cortico-striées :</b> Des aires frontales 4 et 6 vers le noyau caudé et le putamen	<b>Strio-pallidales (GPE, GPI)</b> <b>Strio-nigrales (SNr)</b>
	Paléostriatum	<b>Liaisons strio-pallidales :</b> Néostriatum- GPE, néostriatum - GPI <b>Liaisons interpallidales :</b> Entre GPE et GPI <b>Subthalamo-pallidales :</b> NST-GPI	<b>GPE - NST:</b> faisceau sous-thalamique <b>GPI - Thalamus (VLA, VLI) :</b> Anse lenticulaire et faisceau lenticulaire
Noyau sous-thalamique		cortex / GPE	GPI / Substance noire réticulée
Locus Niger		<b>SNr:</b> Striatales (voie directe), subthalamiques (voie indirecte)	<b>SNc :</b> Néostriatum <b>SNrr:</b> Thalamus



### Conséquences cliniques :

- **Lésion du paléo-striatum :** Compromet la régulation du mouvement : (Hypertonie, Perte des mouvements automatiques associés aux mouvements volontaires)
- **Lésion du néo-striatum:** supprime le contrôle des mouvements automatiques par le cortex. Elle entraîne des mouvements involontaires et incoordonnés: choréa-athétose
- **La lésion du noyau sous thalamique entraîne :**
  - Un hémitabisme (ballare = danser) caractérisé par des troubles moteurs de l'hémicorps contralatéral avec projections brusques des racines des membres
  - Troubles psychiques : confusion
  - La stimulation à haute fréquence du noyau sous thalamique amène une amélioration notable des 3 symptômes de **la maladie de parkinson** : la rigidité, le tremblement et l'akinésie. Elle constitue le traitement chirurgical actuel de choix de la maladie de Parkinson.

# ANATOMIE DU CERVELET

## Introduction:

-Volumineuse formation médiane située en arrière du tronc cérébral et au dessous des hémisphères cérébraux dont il est séparé par la tente du cervelet.

-Relié à la partie inférieure de l'encéphale par les pédoncules cérébelleux.

Composé :

-D'un lobe médian appelé **Vermis**

-De deux lobes latéraux très volumineux **les hémisphères cérébelleux** ou lobes cérébelleux.

-Il existe en plus un petit lobe antérieur à disposition transversale appelé **lobe flocculo-nodulaire**. Il est en connexion avec le bulbe, le pont et le mésencéphale par l'intermédiaire des pédoncules cérébelleux inférieur, moyen et supérieur

- **Rôle :** régulation automatique de la motricité (tonus musculaire, équilibre et coordination).

## L - Configuration extérieure

### A - Situation :

-Placé dans la fosse cérébrale postérieure ou fosse cérébelleuse de la boîte crânienne.

-Disposé sous une forte toile fibreuse dépendant de la dure-mère appelée tente du cervelet.

-Il est recouvert par les 3 méninges classiques. Il est entouré par l'espace sous-arachnoidien contenant le liquide céphalo-rachidien.

- Autour du cervelet; cet espace constitue des cavités plus vastes appelées: citernes.

### B - Caractéristiques générales

- **Forme :** Deux parties latérales volumineuses (les hémisphères) et une partie médiane étroite (le vermis)

- **Aspect :** lamelleux dû à ses sillons nombreux.

- **Poids:** 140 g en moyenne

- **Dimensions:**

Transversal : 8 à 10 cm

Antéro-supérieur : 5 à 6 cm

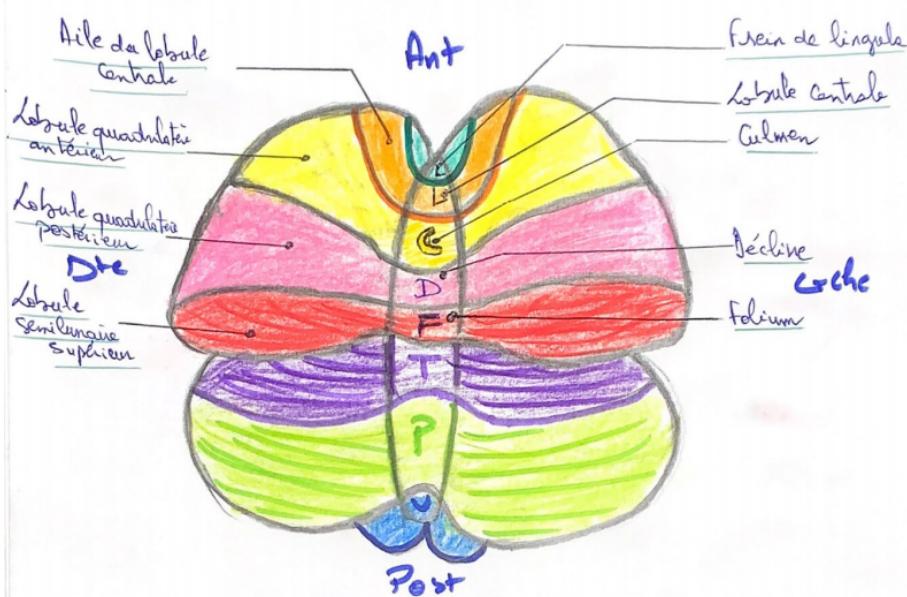
Vertical : 5 cm

### C - Description :

Le cervelet présente à décrire 3 faces. Chaque face présente un certain nombre de lobules

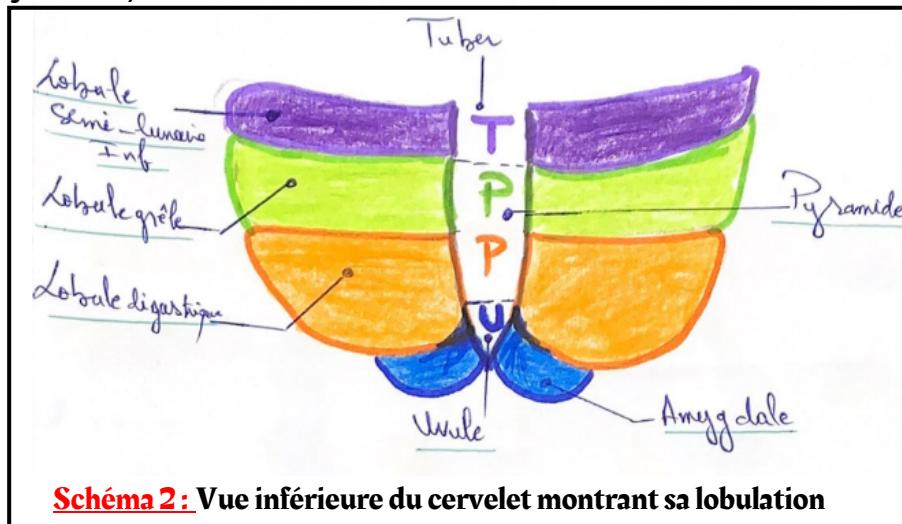
#### ▪ Face supérieure :

- Hémisphère cérébelleux (**Vermis**)
- Lobule de la lingula (**Freins de la lingula**)
- Lobule central (**Aile de lobule centrale**)
- Lobule quadrilatère antérieur (**Culmen**)
- Lobule quadrilatère postérieur (**Déclive**)
- Lobule semi-lunaire supérieur (**Folium**)



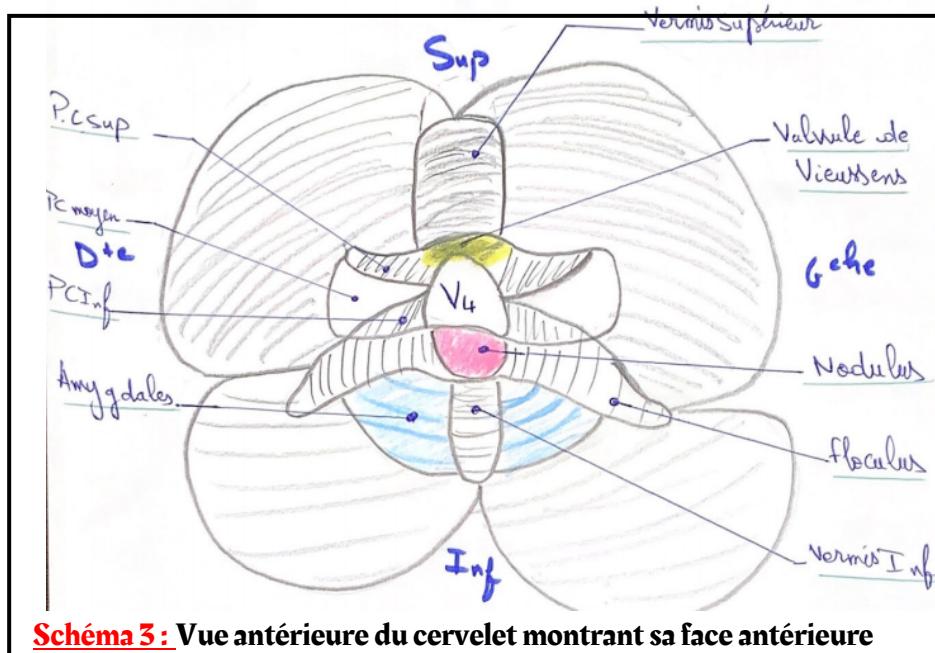
**Schéma 1:** Vue supérieure du cervelet montrant sa lobulation

- Face inférieure : Lobule semi-lunaire inférieur : Tuber, le lobule grêle et le lobule digastrique (Les deux : Pyramide).



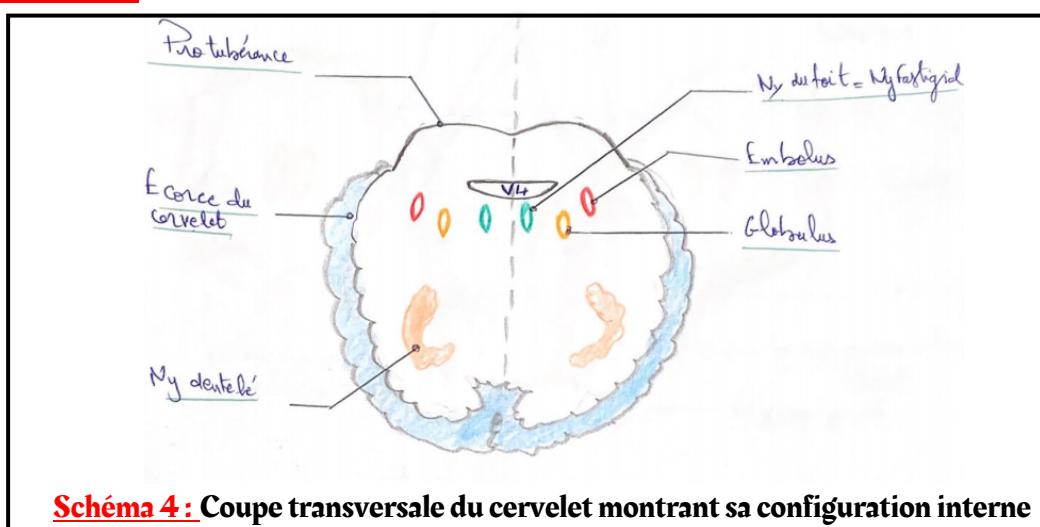
**Schéma 2 :** Vue inférieure du cervelet montrant sa lobulation

- Face antérieure : Floculus : Nodulus , Tonsilles (Amygdales): Uvule



**Schéma 3 :** Vue antérieure du cervelet montrant sa face antérieure

## II- Configuration Interne



**Schéma 4 :** Coupe transversale du cervelet montrant sa configuration interne

Le tissu nerveux du cervelet se présente sous 3 aspects

- Une substance grise périphérique, très plissée, appelée écorce cérébelleuse
- Une substance blanche, en situation profonde.
- Des noyaux gris centraux de substance grise.

## A -L'écorce du cervelet :

-Les cellules principales de l'écorce sont de grandes cellules en forme de poire, appelées **cellules de Purkinje**.

-Elles sont en relation synaptique avec les fibres nerveuses afférentes au cervelet et avec des cellules d'association.

## B -la substance blanche :

Elle contient les fibres nerveuses myélinisées: Certaines sont efférentes : Ce sont les axones des cellules de Purkinje. Elles se rendent aux noyaux gris du cervelet. D'autres fibres sont afférentes, elles viennent de toute la hauteur du névrate, de la moelle épinière, du tronc cérébral et du cerveau. Elles s'articulent avec les dendrites des cellules de Purkinje.

## C - les noyaux gris centraux.:

au nombre de 4 de chaque côté de la ligne médiane :

-Le noyau du toit ou **noyau fastigial**

-Le **globulus**

-L'**embolus**

-Le **noyau dentelé** (appelé aussi **noyau denté**, olive cérébelleuse) situé au milieu de chaque hémisphère cérébelleux.

## III- Systématisation et fonctions du cervelet

Centre nerveux régulateur de la fonction motrice, au sens large (mouvement+posture+ équilibre). Il reçoit des informations de tous les segments du névrate (moelle épinière, tronc cérébral, cerveau) et traite ces informations pour donner, aux programmes moteurs du mouvement, une organisation chronologique et somatotopique (organisation temporo-spatiale).

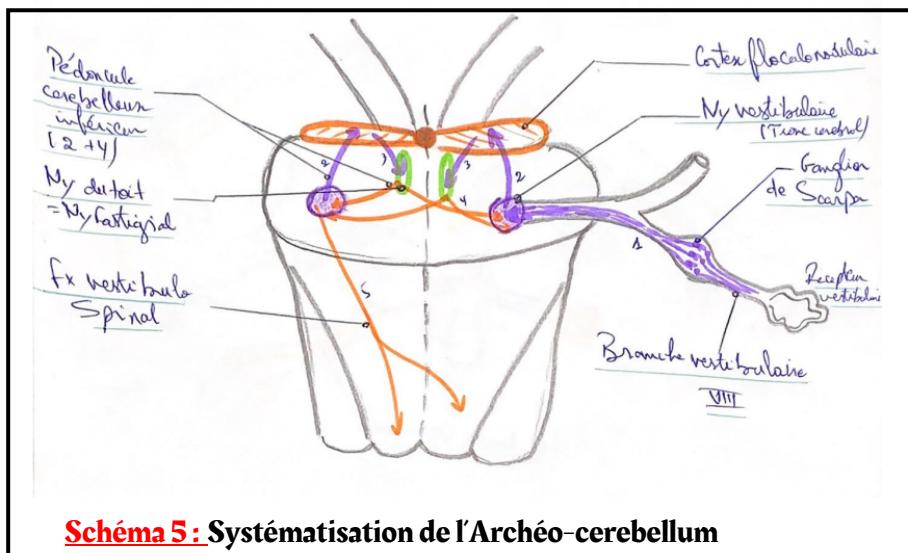
Il assure ainsi la régulation :

- Des activités musculaires réflexes du **maintien de l'équilibre**.

- Des activités musculaires **toniques de la posture**

- Des activités musculaires **du mouvement volontaire global**

## A- Systématisation de l'archéo-cérebellum (lobe flocculo - nodulaire)



C'est le centre de l'équilibration

-Le récepteur est un ensemble sensoriel formé des canaux semi-circulaires, l'utricule et le saccule se trouvant dans l'oreille. Ce récepteur est très sensible aux variations de position de la tête.

-Le corps cellulaire du premier neurone de cette voie se trouve dans **le ganglion de Scarpa** annexe au nerf vestibulaire. Son prolongement périphérique est au contact du récepteur et son prolongement central pénètre dans le bulbe (par l'intmédiaire de la branche vestibulaire **du nerf VIII**) pour atteindre **le noyau vestibulaire** dans le tronc cérébral.

-Les fibres nerveuses qui quittent ce noyau, pénètrent dans le cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur et atteignent le cortex du **lobe flocculo-nodulaire**.

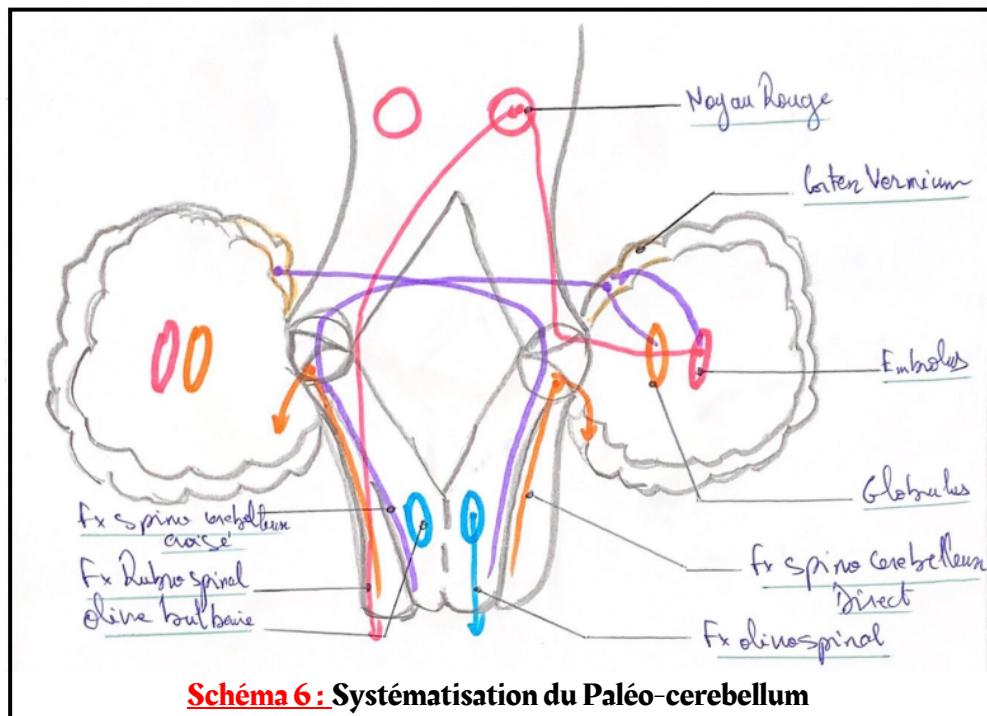
-Un neurone relais atteignent le noyau du toit (du toit du 4ème ventricule) ou noyau fastigial, puis se réfléchissent à nouveau dans le pédoncule cérébelleux inférieur pour retourner au noyau vestibulaire, soit du même côté soit du côté opposé.

-Le noyau vestibulaire donne alors dans la moelle deux voies extra-pyramidales, le faisceau vestibulo-spinal direct et le faisceau vestibulo-spinal croisé.

-Ces faisceaux transmettent aux neurones moteurs de la corne antérieure de la moelle une réponse correctrice à toute variation de la position de la tête.

**Conséquence clinique :** Une lésion de ces voies ou des noyaux dans lesquels elles font relais entraîne des troubles de la statique : Oscillations à la station debout, tendance à la chute. Cette instabilité est aggravée par la position des pieds rapprochés (marche en « tandem » impossible). Marche irrégulière avec jambes et bras écartés. La marche est ébrieuse, en zig-zag. Essais de correction permanente de l'équilibre par les contractions des muscles antérieurs de jambe : signe de « la danse des tendons ».

## B - Systématisation du paléocervebellum. (Vermis)



**Schéma 6 : Systématisation du Paléo-cervebellum**

Le paléocervebellum assure la régulation des contractions musculaires qui concernent les activités posturales statiques nécessaires à la station debout (tonus de posture), et dynamiques. (c'est-à-dire, au cours du mouvement). Ce sont des activités motrices automatiques. À chaque fois que sous l'effet de la pesanteur, le corps a tendance à tomber d'un côté, des influx partent des muscles et des tendons (sensibilité proprioceptive inconsciente) et vont commander une contraction des groupes musculaires antagonistes pour redresser la situation.

-Les voies d'information périphériques, afférentes au cervelet, sont le **faisceau spino-cérébelleux direct (faisceau de Fleichsig)** pour les membres inférieurs et le tronc et le **faisceau spino - cérébelleux croisé (faisceau de Gowers)** pour les membres supérieurs.

-Le faisceau spino-cérébelleux direct pénètre dans le cervelet par le pédoncule cérébelleux inférieur et alfeint le cortex cérébelleux de la région vermienne. Les neurones suivants se réfléchissent sur le globulus et l'embolus.

-De l'**embolus**, un neurone gagne le noyau rouge, puis de ce dernier le faisceau rubro-spinal gagne la moelle épinière

-Du **globulus**, un neurone gagne l'olive bulbaire du côté opposé d'où part le faisceau olivo-spinal y qui amène une information correctrice à la moelle épinière.

**Conséquence clinique:** Hypotonie cérébelleuse avec troubles du tonus postural : Il existe une inefficacité des muscles antagonistes du mouvement.

L'hypotonie des antagonistes se traduit par l'amplitude des mouvements passifs (ballant des avant-bras, des mains, avec sensation de main de caoutchouc). Elle se recherche par la manœuvre de Stewart Holmnes: flexion contrariée des avant-bras, contre forte résistance. Le relâchement soudain de la résistance entraîne une exagération de la flexion, et le patient se frappe la poitrine.

Perte des réflexes normaux de la posture : le patient ne décolle pas les talons du sol en s'accroupissant.

### C - Systématisation du néocervebellum:

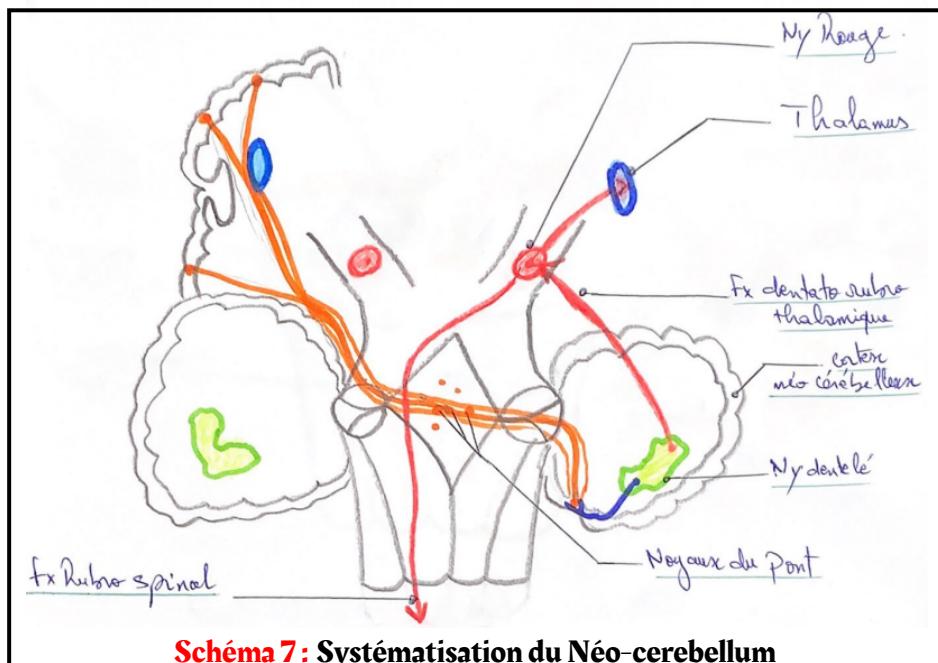


Schéma 7: Systématisation du Néo-cervebellum

-Ce système, constitué principalement par les hémisphères cérébelleux, assure la régulation du déroulement du mouvement volontaire global.

- L'information du projet moteur provient de l'aire motrice supplémentaire et des aires motrices associatives (6, 5, 7, 21 et 22). L'ensemble de des **aires extra-pyramidales corticales** donne les voies cortico-pontiques (**faisceaux fronto-pontique, temporo-pontique, pariéto-pontique**) **De Turck-Meynert**.

-Les axones de ces voies atteignent le pons et font synapse avec le corps cellulaire des neurones des noyaux du pons. De là, les axones du deuxième neurone traversent la ligne médiane constituant les fibres arciformes et empruntent le pédoncule cérébelleux moyen pour gagner le **cortex néo-cérébelleux** du côté opposé.

-Un relais se fait dans le noyau dentelé. De là part le faisceau dentato-rubro-thalamique qui gagne le noyau rouge d'où naît le faisceau rubro-spinal.

-Les fibres de ce faisceau qui continuent vers le haut font relais dans le thalamus et de là, remontent au cortex moteur auquel elles apportent le contrôle cérébelleux.

En résumé, on voit que le cervelet est un organe régulateur de la fonction motrice, intégrant et traitant les informations qui lui proviennent soit de la moelle, du tronc cérébral ou du cerveau.

### Conséquences cliniques

Troubles de la coordination des mouvements volontaires globaux par perte de l'organisation temporo - spatiale du mouvement :

-Troubles dans l'espace :

-**Dysmétrie** avec hypermétrie (test de l'index porté sur la pointe du nez).

-**Asynergie** : mauvaise coordination motrice. Le mouvement n'est plus lié, il est décomposé.

-De plus, il existe une mauvaise répartition du tonus dans les muscles anti-gravitaires.

**Troubles dans le temps:** -**Dyschronométrie** : retard à la mise en route et à l'arrêt du mouvement.

-**Adiadocinésie** : impossibilité de faire des mouvements associés rapides, en raison de la désynchronisation temporo - spatiale (épreuve « des marionnettes »).

Tremblement intentionnel : Il est important dans la posture et dans le mouvement, avec majoration émotionnelle. Il est absent au repos.

# LE SYSTEME NERVEUX VEGETATIF

## Introduction

Le **système nerveux végétatif** (ou système nerveux autonome) règle les fonctions viscérales. Son rôle primordial est de maintenir la constance du milieu intérieur de l'organisme et de réguler les fonctions des organes suivant les besoins dictés par l'environnement.

Ce système nerveux comprend des centres, des **voies centrifuges** ou **efférentes** et des **voies centripètes**, ou **afférentes**.

On distingue schématiquement **le système sympathique** et **le système parasympathique** dont les actions sont souvent antagonistes.

L'opposition entre sympathique et para-sympathique n'est pas formelle. Anatomiquement d'ailleurs, à la périphérie, les deux systèmes sont mêlés, parfois intimement, en plexus (plexus paraviscéraux, plexus péri-artériels). L'opposition est plus nette en ce qui concerne le mode de fonctionnement : on sait en effet que ces nerfs agissent en libérant des médiateurs chimiques, **sympathine** ou **adrénaline** pour les terminaisons sympathiques, qui sont dites **adrénergiques**, **acétylcholine** pour les terminaisons parasympathiques qui sont appelées **cholinergiques**.

Le système sympathique assure l'accomplissement des performances dans les situations de stress et d'urgence, alors que le système parasympathique favorise le métabolisme, la régénération et la constitution des réserves corporelles.

## I-Centres du système nerveux végétatifs

### A- Centres supra-segmentaires

-Hypothalamus (lui-même influencé par le cortex limbique et certaines zones du néocortex intervenant dans le comportement et la gestion des émotions).

Certains groupes cellulaires de la formation réticulaire du tronc cérébral

### B- Centres segmentaires

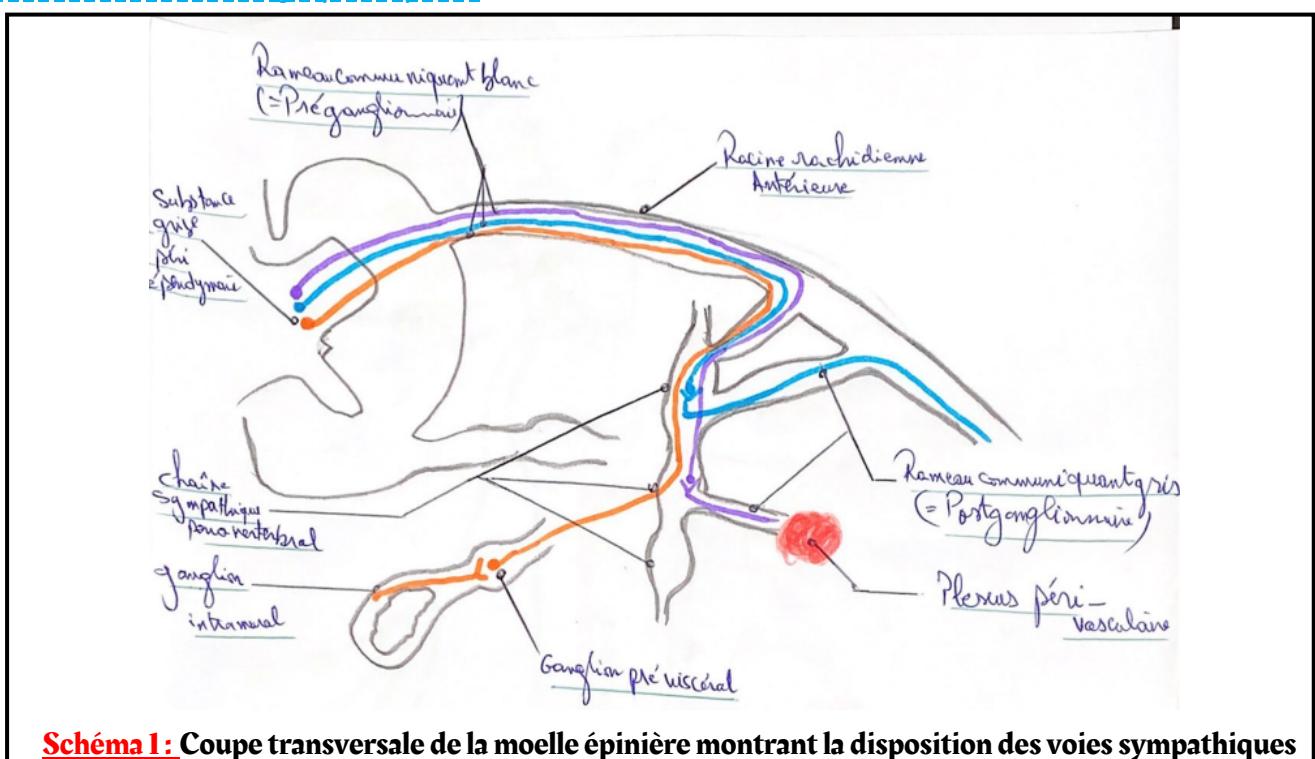
-Le tractus intermédiaire-latéral de la moelle dorso-lombaire (D1-L2) : Système sympathique

-Noyaux de certains nerfs crâniens: (III, V, VII bis, IX, X) : système parasympathique

-La moelle lombo-sacrée : système parasympathique

## II - Les voies efférentes

### A- Les voies efférentes sympathiques :



**Schéma 1 : Coupe transversale de la moelle épinière montrant la disposition des voies sympathiques**

Elles comportent, à partir de la moelle, deux neurones: un premier neurone a son corps cellulaire dans la substance grise péri-épendymaire (zone viscéro-motrice) qui forme une saillie latérale externe appelée tractus intermédiaire. Son axone s'engage dans la racine antérieure, puis dans le nerf rachidien qu'il quitte par une branche collatérale, le rameau communicant blanc, qui rejoint la chaîne sympathique para-vertébrale, formée de nombreux ganglions reliés par un cordon intermédiaire. A ce niveau deux possibilités:

**1-v**après un relais dans le ganglion, le 2<sup>ème</sup> neurone envoie son axone, soit dans le rameau communicant gris, qui rejoint le nerf rachidien avec lequel il gagne la périphérie, soit dans une branche collatérale, qui gagne la périphérie le plus souvent en longeant les parois artérielles (**plexus sympathique péri-artériel**);

**2- Le premier neurone traverse la chaîne sympathique sans faire relais, emprunte une branche collatérale de cette chaîne, et gagne un viscère. A proximité du **viscere**, ou même dans sa paroi, le relais se fait avec un deuxième neurone qui siège donc dans un ganglion dit périphérique.**

-De toute façon, il y a deux neurones successifs:

un neurone pré-ganglionnaire, myélinique (la gaine de myéline justifie le terme **de rameau communicant blanc**);

-un neurone post-ganglionnaire, amyélinique (rameau communicant gris).

### **B- Les voies efférentes para-sympathiques:**

-Elles sont assez semblables, comportant deux neurones, un pré-ganglionnaire, et un post-ganglionnaire. Mais, d'une part, elles ne passent pas par la chaîne para-vertébrale et, d'autre part, le deuxième neurone est toujours court, le relais ganglionnaire se faisant à la périphérie.

-Le neurone pré-ganglionnaire a son siège dans le névraxe, en deux contingents:

-l'un dans le tronc cérébral,

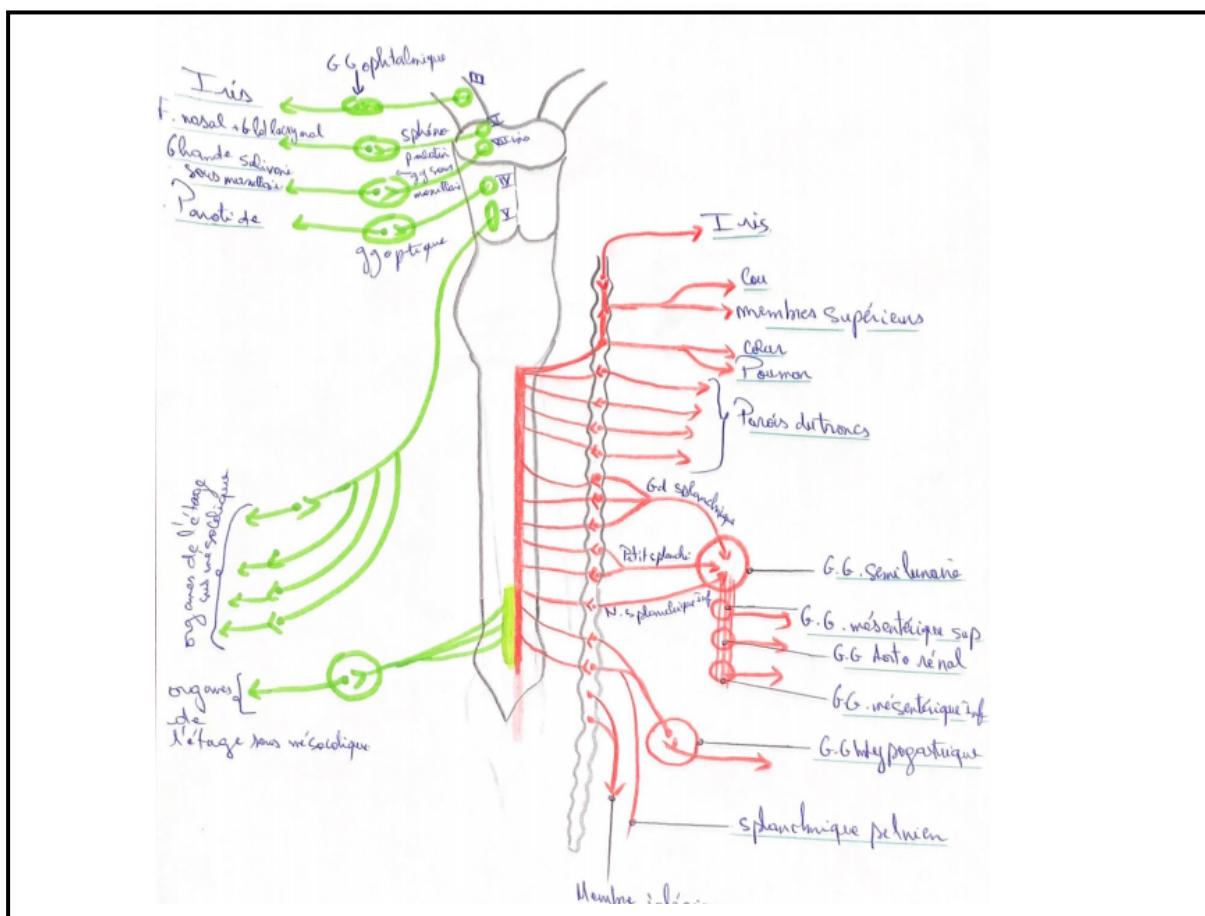
-l'autre dans la partie terminale de la moelle.

Il emprunte le trajet d'un nerf, soit crânien, soit rachidien bas; le relais se fait dans un ganglion situé soit à proximité du viscère innervé, soit même dans l'épaisseur de ses parois.

### III- Voies afférentes

Elles ne semblent pas avoir une individualité, et sont assez analogues aux fibres afférentes du système cérébro-spinal. Elles répondent à des excitants très divers, et le plus souvent inconscients (la baro-sensibilité et la chémo-sensibilité des formations qui règlent la tension artérielle en sont un exemple).

#### **IV - Disposition anatomique des principaux nerfs sympathiques et para-sympathiques**



### Schéma 2 : Disposition anatomique des principaux nerfs sympathiques et para-sympathiques

## A. Voies sympathiques

-Les centres médullaires sympathiques, tels que nous venons de les décrire dans la substance grise péri-épendymaire, n'existent pas sur toute la hauteur de la moelle. On ne les trouve de façon certaine que du 8ème myélomère cervical au 2ème myélomère lombaire. Les neurones sympathiques gagnent la chaîne para-vertébrale par les racines antérieures correspondantes:

-La chaîne sympathique cervicale (réduite à trois ganglions le plus souvent), voit donc tous ses éléments afférents lui parvenir de bas en haut par **le ganglion stellaire**. Par contre, des branches efférentes en sortent à différents niveaux gagnant la tête, et parmi celles-ci des rameaux commandant **l'irido-dilatation**, **le cou**, **le membre supérieur**, et **les organes du médiastin antérieur**.

-La chaîne sympathique thoracique a gardé sa disposition métamérique (11 à 12 ganglions), chaque ganglion recevant son contingent de fibres sympathiques par les rameaux communicants blancs. Les efférents à destinée somatique gagnent par les rameaux communicants gris les nerfs rachidiens, puis les parois du tronc. Les efférents à destinée viscérale utilisent la voie des nerfs splanchniques. Schématiquement, les branches issues des 7e 8e et 9e ganglions thoraciques forment **le grand splanchnique**, les branches issues des 10<sup>e</sup> et 11<sup>e</sup> forment **le petit splanchnique** et accessoirement, une branche du 12e ganglion thoracique forme **le splanchnique inférieur**.

-Ces nerfs conduisent **les fibres pré-ganglionnaires** jusqu'à des ganglions périphériques multiples (ganglion semi-lunaire, ganglion mésentérique supérieur, **ganglion aortico-rénal**, ganglion mésentérique inférieur) d'où les fibres post-ganglionnaires gagnent les viscères (viscères de l'étage sus-mésocolique, intestin grêle, côlon droit).

-Les chaînes para-vertébrales comportent enfin quatre ganglions lombaires, puis quatre ganglions sacrés, avant de se réunir l'une à l'autre devant la pointe du sacrum, leur union étant souvent marquée par un petit renflement ou **ganglion coccygien**.

-Des ganglions lombo-sacrés partent des branches qui constituent **le splanchnique pelvien**, lequel conduit les fibres pré-ganglionnaires aux deux volumineux ganglions hypogastriques; de ces ganglions partent les fibres post-ganglionnaires destinées au côlon gauche, au rectum, et aux organes génito-urinaires pelviens. Par ailleurs **des ganglions lombaires**, puis des deux ganglions par les nerfs rachidiens et par les parois artérielles. Ségments ganglions sacrés, partent les efférents à destinée somatique, qui gagnent les membres.

## B- Voies para-sympathiques

-Les voies suivies par le para-sympathique crânien sont :

Les fibres issues du noyau pupillaire suivent le III jusqu'au **ganglion ophtalmique**; après relais dans ce ganglion, elles gagnent l'iris par les nerfs ciliaires;

Les fibres issues du noyau muco-lacrymo-nasal suivent le V, puis ses branches, jusqu'au **ganglion sphéno-palatin**; de là, les fibres suivent les branches terminales du nerf maxillaire supérieur (V2) pour gagner les cavités buccale et nasale et les glandes lacrymales:Les fibres issues du noyau salivaire supérieur suivent le VII bis puis ses branches jusqu'aux petits **ganglions sous-maxillaires** et **sublinguaux** proches des glandes de même nom;

-Les fibres issues du noyau salivaire inférieur suivent le IX puis ses branches jusqu'au **ganglion optique**; de là, les fibres post-ganglionnaires gagnent la parotide par le nerf auriculo-temporal;

-Les fibres issues du noyau cardio-pneumo-entérique suivent le trajet du X et le quittent à des niveaux divers allant se mêler aux filets sympathiques pour aboutir au cœur, à l'appareil respiratoire, à la presque totalité du tube digestif. Le relais ganglionnaire se fait pour toutes ces fibres dans les ganglions accolés aux viscères ou même dans les parois de ceux-ci;

-Les fibres du para-sympathique sacré suivent les nerfs érecteurs, et se mêlent aux fibres sympathiques du ganglion hypogastrique. Les fibres post-ganglionnaires se distribuent au gros intestin et aux organes génito-urinaires.