

Systeme nerveux



I/ Introduction

Système nerveux = Ensemble des **organes de commande** de l'organisme assurant :

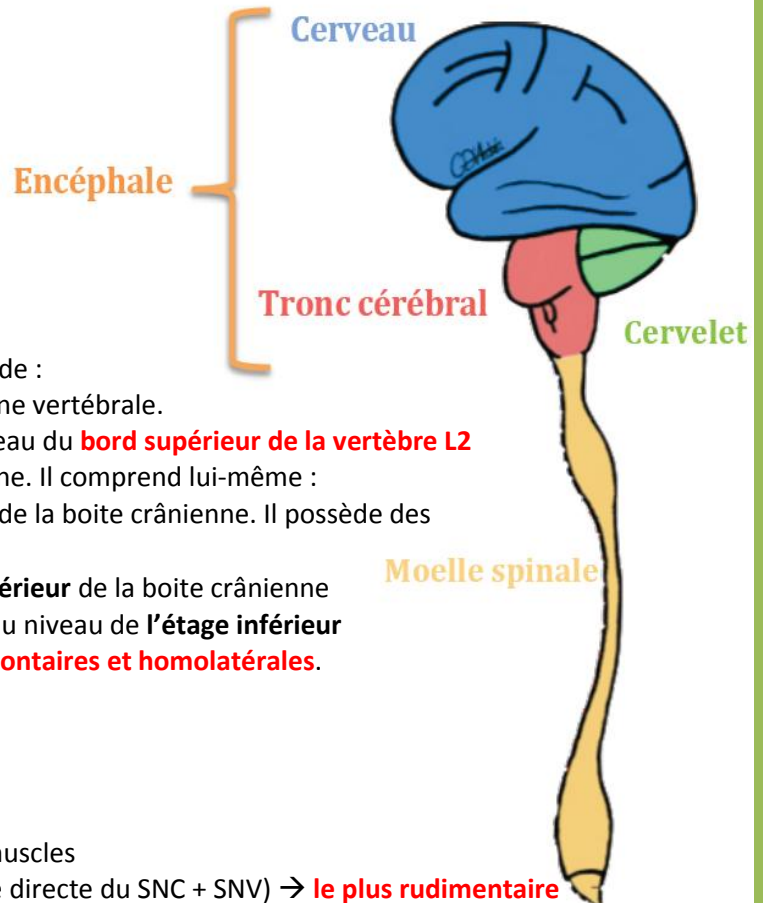
- ❖ la coordination, la régulation et le contrôle des viscères
- ❖ à l'intérieur de l'organisme d'une part, et de l'organisme vis à vis du milieu extérieur d'autre part.
- ❖ Il dérive de l'ectoblaste

Cellule de base = **neurone**
Tissu interstitiel = **névroglie**

► Il se compose de **trois systèmes** : le **SNC + SNP + SNV**

A) Le SNC (système nerveux central)

- Actions **Volontaires et Involontaire**
- Phylogénétiquement **le plus élevé**
- Contient la **majorité des corps cellulaires**
- Forme un **axe nerveux = le Névtraxe** qui se compose de :
 - ❖ La Moelle spinale : Elle se trouve dans la colonne vertébrale. Elle est plus rudimentaire et se termine au niveau du **bord supérieur de la vertèbre L2**
 - ❖ L'Encéphale : Il se trouve dans la boîte crânienne. Il comprend lui-même :
 - ♦ **Le cerveau** : à l'**étage supérieur et moyen** de la boîte crânienne. Il possède des **actions volontaires et involontaires**
 - ♦ **Le tronc cérébral** : au niveau de l'**étage inférieur** de la boîte crânienne
 - ♦ **Le cervelet** : en arrière du tronc cérébral, au niveau de l'**étage inférieur** de la boîte crânienne. Il a des **actions involontaires et homolatérales**.



B) Le SNP (système nerveux périphérique)

- Ensemble des **Racines, Nerfs et Ganglions**
- Véhicule les influx nerveux aux organes, viscères et muscles
- **Aucune autonomie** (directement sous la dépendance directe du SNC + SNV) → **le plus rudimentaire**

C) Le SNV (système nerveux végétatif)

- « Lorsque vous étiez des vers de terre »
- C'est la commande aux viscères et aux organes du corps
- C'est le **système nerveux de l'intérieur**
- Est dit **autonome partiellement (inconscient et involontaire) mais reste relié au SNC**
- Il comprend **deux contingents** :
 - ❖ **Parasympathique** → dont le dernier médiateur est **cholinergique**
 - ❖ **Orthosympathique = sympathique** → dernier médiateur **adrénergique**
- opposés la plupart du temps mais pas toujours.



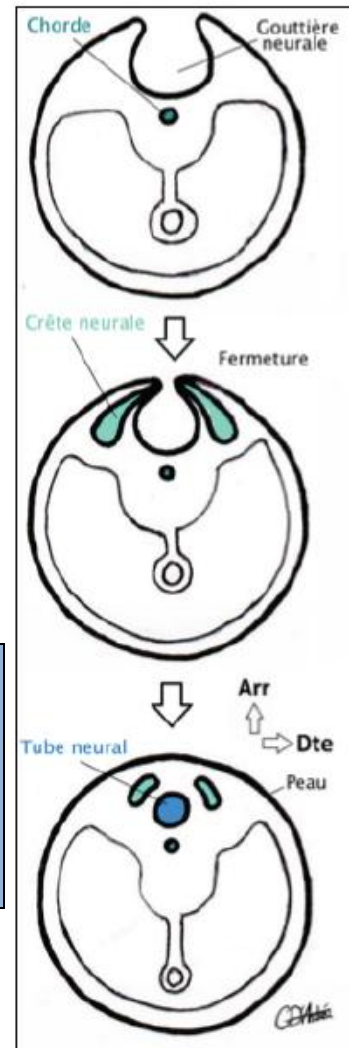
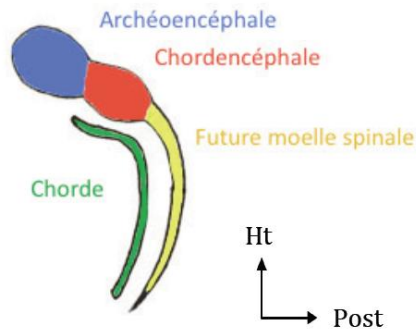
II/ Morphogenèse du système nerveux

A) Généralités

- Le SNC est **issu dans sa totalité du tube neural**.
- Initialement, la partie centrale de l'ectoblaste (le neuroectoblaste) forme la gouttière neurale, surmontée par les crêtes neurales qui donneront les futurs ganglions du SNP
- Les bords collatéraux dorsaux de la gouttière vont se rapprocher, la gouttière va se fermer et former le tube neural

► Le tube neural est ouvert :

- ❖ en haut via le **neuropore crânial**
- ❖ en bas via le **neuropore caudal**
- C'est un canal réel qui présente du haut en bas :
 - ❖ l'**Archéo encéphale** (futur cerveau)
 - ❖ le **Chordencéphale** (futur TC)
 - ❖ la **future moelle spinale**



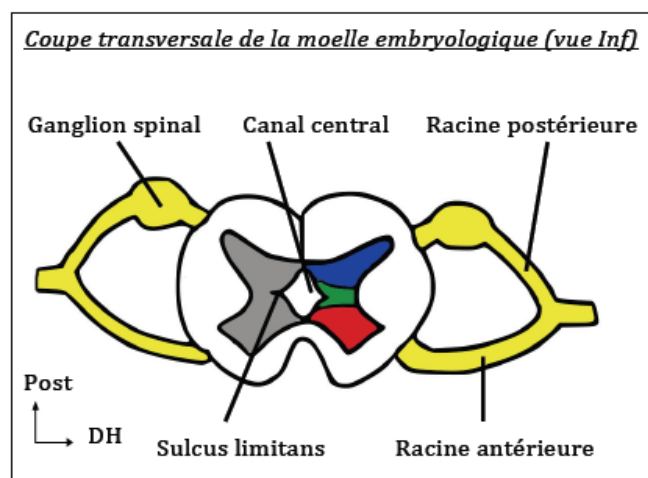
■ PATHO : L'absence de fermeture du neuropore :

- ❖ Antérieur => Est **non viable !! (Anencéphalie)**
- ❖ Postérieur => **Spina bifida**. La gravité dépend de la situation :
 - ✓ Moelle/racines de la queue de cheval **exposée** à la peau
⇒ **Paraplégie + méningites ++ = Spina bifida Aperta**
 - ✓ Moelle/racines de la queue de cheval **recouvertes** par la peau
⇒ **Parfois asymptomatique = Spina bifida Occulta**

B) Organogenèse du SNC

1) La moelle primitive

- L'axe gris se divise en trois parties :
 - ❖ **Lame alaire** : dans la partie dorsale. Elle contient les neurones sensitifs => **voies ascendantes**
 - ❖ **Lame intermédiaire** : à destinée **végétative**
 - ❖ **Lame basale** : dans la partie ventrale. Elle contient les neurones moteurs => **voies descendantes**

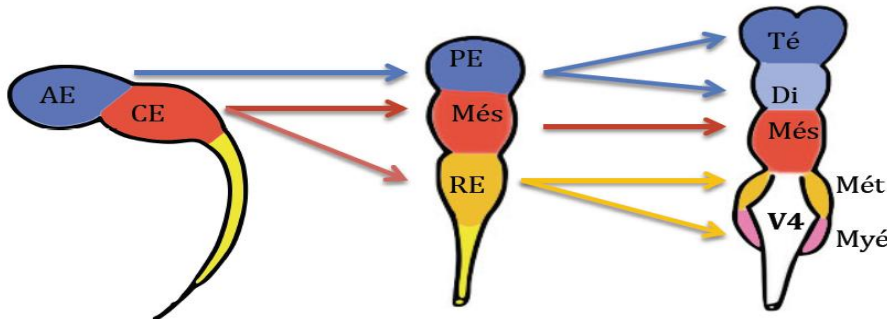


- Le **sulcus limitans**, sillon du canal central de la moelle, **sépare la partie dorsale de la partie ventrale**. Le canal central de la moelle est tapissé de **glie épendymaire**.

2) L'encéphale

► L'Encéphale se forme à partir de :

- ❖ **Archéoencéphale** et le **proencéphale** donneront in fine le **cerveau**
- ❖ **Chordencéphale** qui donnera plus tard le **tronc cérébral** et le **cervelet** via l'apparition successive de différentes vésicules.



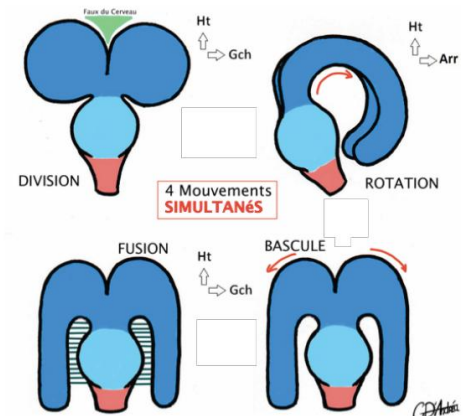
Légendes :

AE = Archéoencéphale
CE = Chordencéphale
PE = Proencéphale
Més = Mésencéphale
RE = Rhombencéphale
Té = Télencéphale
Di = Diencéphale
Mét = Métencéphale
Myé = Myélar

► Au niveau du **metE** et du **myelE** se forme la **cavité de forme Rhomboïde = le V4**

► Lors de la formation du cerveau, au niveau du télencéphale vont apparaître **4 mouvements SIMULTANÉS** :

1. **DIVISION** en oreille de Mickey (sous l'action de la faux du cerveau)
2. **FUSION** au diencéphale
3. **ROTATION** en corne de bœuf
4. **BASCULE** en oreille de bunny



C) Organogenèse du SNP

► Le développement du SNP est **concomitant** à celui des muscles

► Dans l'embryon, les somites se divisent en 2 parties :

- ❖ **Dorsale** : les myoblastes donneront les **muscles de l'Épimère**. Ils sont innervés par le **rameau postérieur** des nerfs spinaux.
- ❖ **Ventrale** : les myoblastes donneront les **muscles de l'Hypomère** et des membres. Ils sont innervés par le **rameau antérieur** des nerfs spinaux.

→ Une info sensitive provenant de l'hypomère passe par le rameau antérieur puis la racine postérieure

→ Une info motrice pour l'épimère passe par la racine antérieure puis par le rameau postérieur

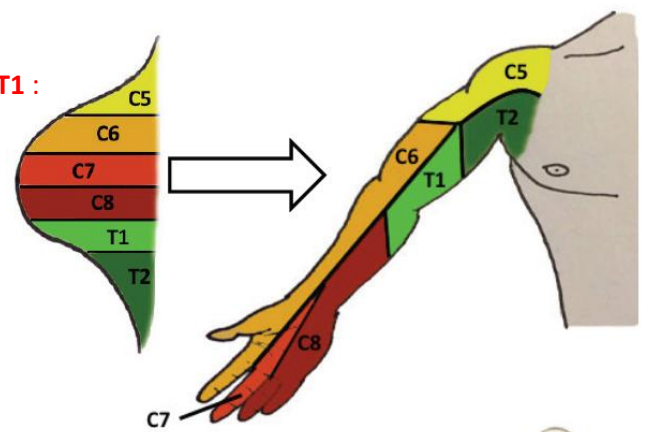
► L'innervation au niveau du tronc est dite en **échelle** ou en **ceinture** ou **métamérique** (faible migration pour les muscles de la paroi). La peau en regard de ces muscles sera innervée par les nerfs sous-jacents. Les membres sont assujettis à un phénomène important de migration (*migration musculaire ici importante*), les nerfs suivent cette migration et vont s'organiser en **plexus nerveux** (amas de nerfs, innervation moins métamérique). Initialement, l'innervation cutanée est sous forme de bande, puis avec la croissance des membres, on aura un **étirement** et les **métamères cutanés moyens** (au niveau du bourgeon du membre) **deviennent distaux** et les **métamères cutanés supérieurs et inférieurs deviennent proximaux**.

► Le **plexus brachial** s'étend du **myélomère C5 au myélomère T1** :

- ✓ **C5** innerve le territoire de l'épaule
- ✓ **C6** innerve la face **supérieure** du membre + les **deux premiers doigts**
- ✓ **C7** innerve le **3ème doigt** (la plus **DISTALE**)
- ✓ **C8** innerve les **deux derniers doigts** (D4, D5) + la **face inférieure** de l'avant-bras
- ✓ **T1** innerve la **face inférieure** du bras

► Et **T2** qui est emporté et innerve le **territoire de l'aisselle**

► La peau innervée par C5 jouxte celle innervée par T2



III/ Anatomie des méninges

► La boîte crânienne a 2 lames osseuses (interne et externe), entre les 2 : on a la **diploé** (tissu spongieux)

► Les méninges enveloppent tout le SNC et une partie du SNP

► La **Dure mère** est une **méninge solide**. C'est la **plus résistante et la plus périphérique** } **Pachyméninge**

► L'**Arachnoïde** a la forme d'un filet. Elle tapisse la dure-mère en tout point et est formée **de deux couches** :

1. **La membrane arachnoïdienne** : la plus externe, adhérent à la dure mère MAIS décollable
2. **Les villosités arachnoïdiennes** : la plus interne, disposée en maille de filet, là où circule le LCR (liquide céphalo-rachidien) qui a un rôle d'amortisseur

► La **Pie-mère** est la lame porte-vaisseaux. C'est la plus interne, elle tapisse l'ensemble du SNC en tout point comme un vernis tant qu'il n'est pas sorti de la boîte osseuse.

Leptoméninges

Pachyméninge = méninge DURE

Leptoméninge = méninge MOLLE

A) Les méninges au niveau du crâne

La dure mère :

► Adhère au crâne en tout point **SAUF au niveau de l'espace décollable de Gérard Marchand (où se forment les hématomes extra-duraux)**

► Emet des **expansions** (faux du cerveau et tente du cervelet) **et des dédoublements** contenant des veines dans les sinus veineux (ex : sinus longitudinal supérieur et inférieur)

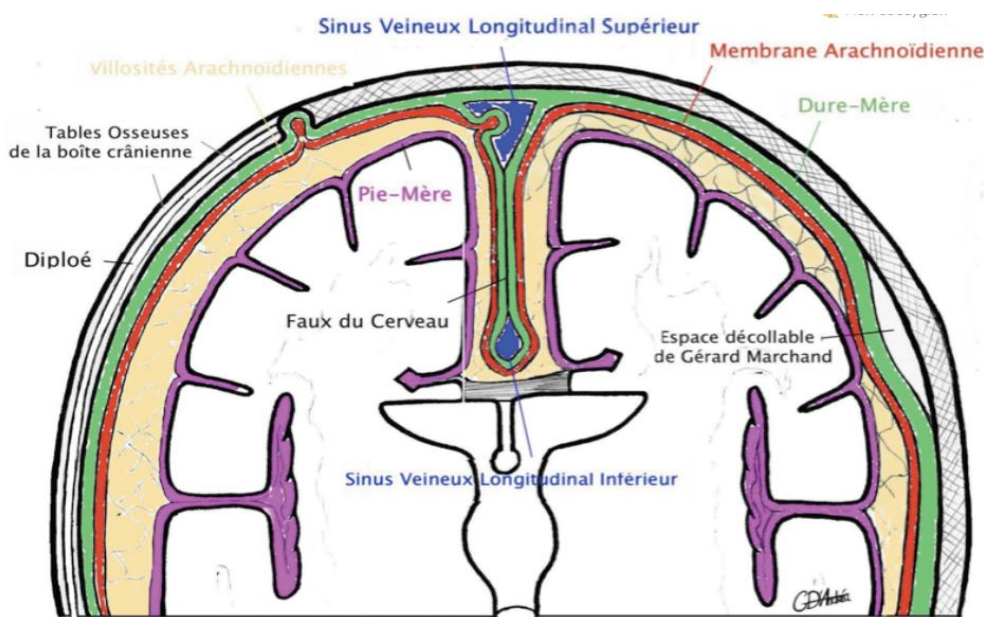
L'arachnoïde : (entre arachnoïde et dure-mère → cavité virtuelle)

► Les granulations de Pacchioni vont d'une part **s'évaginer (étui en dehors) dans la boîte crânienne** et d'autre part, **s'invaginer (étui en dedans) dans le sinus longitudinal supérieur**. Ces granulations vont permettre la **résorption du LCR** qui est déversé dans la circulation veineuse, **elles sont absentes dans la moelle**.

► Il existe une barrière physiologique pour les produits chimiques => la **barrière hémato-méningée**. Les antibiotiques donnés lors de méningites doivent être capables de franchir cette barrière.

► Il existe des **espaces physiologiques** :

- ❖ **Extra-dural**
- ❖ **Sous dural** = Extra-arachnoïdien
- ❖ **Sous arachnoïdien** (espace dans lequel se développent les méningites purulentes)



B) Les méninges au niveau du rachis

La dure mère :

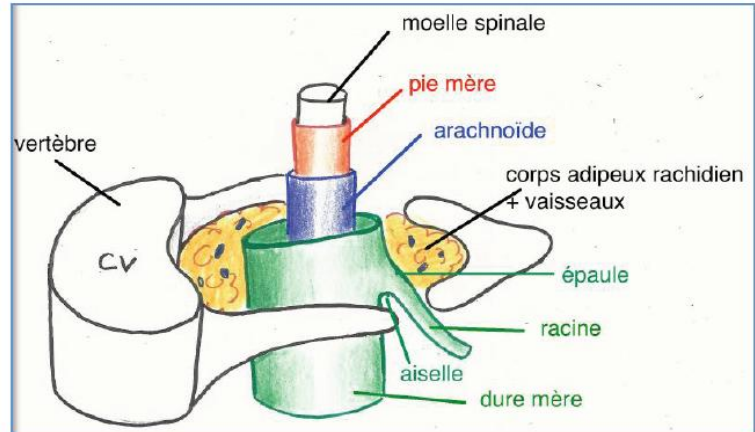
► Séparée du rachis par le **corps adipeux rachidien**. Cette graisse permet un meilleur glissement entre l'os et la moelle → donc **au niveau du rachis, la dure-mère n'adhère PAS à l'os**

► Enveloppe les racines et les nerfs jusqu'à ce qu'ils sortent du rachis (au niveau des foramens intervertébraux)

► **S'arrête en S2 en formant le cul de sac dural.**

Ce cul de sac contient les racines de la queue de cheval qui baignent dans le LCR « comme des spaghettis dans un verre d'eau. »

► Il existe des condensations des villosités arachnoïdiennes au niveau des cordons latéraux de la substance blanche qui forme les **ligaments dentelés** (relie la moelle au feuillet externe de l'arachnoïde)



En clinique : La ponction lombaire se pratique **entre L4 et L5 ou entre L5 et S1** (pour ne pas léser la moelle) afin de récupérer le LCR. L'aiguille utilisée traverse les structures molles (tendons, muscles), le corps adipeux rachidien, la dure mère, le feuillet superficiel de l'arachnoïde.

☠ **Le LCR normal est couleur eau de roche (=limpide) !**

☠ **Il n'y a PAS de ligament dentelé en DESSOUS de la moelle !**

III/ Cavités du SNC

► Pie-mère = recouvre tout le SNC

► Glie épendymaire = tapisse toutes les cavités du SNC

A) Les ventricules

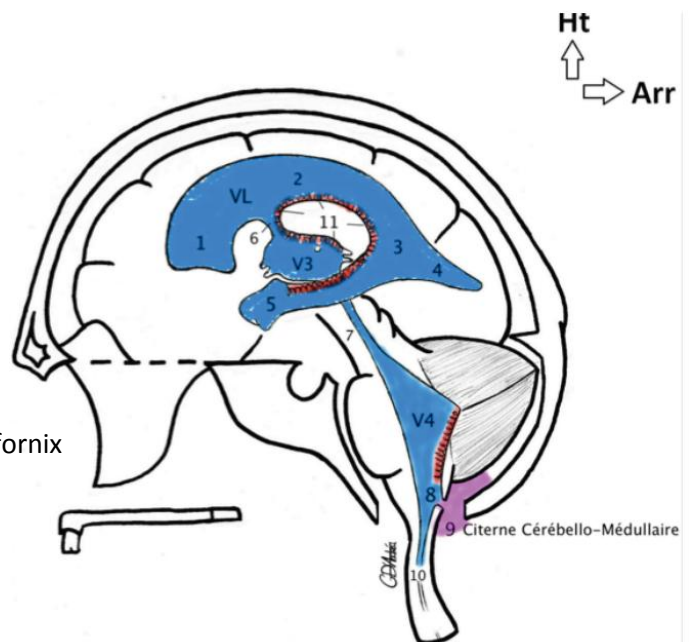
1) Vésicules Télencéphaliques

► Il y en a **deux** : les **ventricules latéraux (VL)**. Ils ont la forme de **fers à cheval à concavité antérieure**

► Ils sont accolés dans leur partie centrale (le corps) au niveau du **septum pellucidum = lucidum** (double accollement de glie épendymaire) entre le corps calleux et fornix

► Les VL possèdent chacun :

- ❖ Un corps (2)
- ❖ Un carrefour (3)
- ❖ Une corne frontale (1)
- ❖ Une corne temporale (5)
- ❖ Une corne occipitale (4)



2) Vésicule Diencephalique (V3) et ventricule rhomboïde (V4)

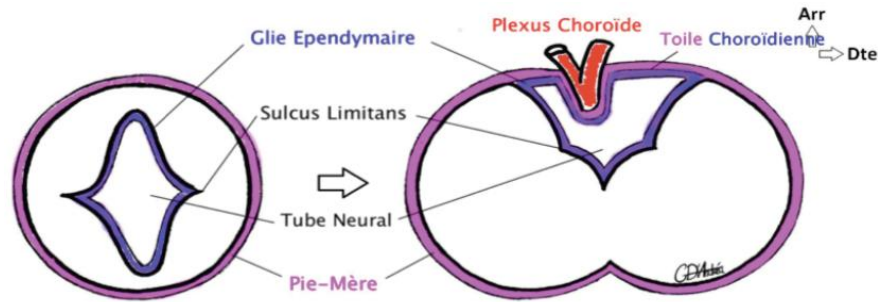
► **Le V3 est diencephalique.** Il est dans la concavité des VL et est **relié aux VL par les trous interventriculaires (6)**. Le V3 **se prolonge par l'aqueduc (ou canal) du mésencéphale (7)** jusqu'au V4 qui se prolonge lui-même par le canal virtuel de la moelle (10).

La sécrétion du LCR (liquide céphalo-rachidien) = LCS (spinal) :

- Le LCR est **synthétisé par les plexus choroïdes** (11) qui se trouvent :
- ❖ dans la concavité des VL (en majorité +++ car ils y sont très nombreux)
 - ❖ au niveau du toit du V3
 - ❖ au niveau du toit du V4

Le trajet du LCR est généralement : VL → foramen interventriculaire = foramen de Monroe → V3 → aqueduc du mésencéphale → V4 → orifice médian du toit du V4 (8) → citerne cérébello-médullaire (=dilatation d'espace arachnoïdien entre cervelet et moelle) (9) → villosités arachnoïdiennes médullaires ou cérébrales → granulations arachnoïdiennes (de Pacchioni)

► Lors de l'embryogénèse du V4, le « verrier a soufflé un peu trop fort dans le tube neural » et ça a éclaté. Le parenchyme du SNC ne s'interpose plus entre la cavité (recouverte de glie épendymaire) et l'arrière du TC (recouvert de pie-mère).



► Initialement le V4 est horizontal puis il devient vertical et perforé au niveau de sa partie basse par l'**orifice médian = foramen de Magendie**

► **Toile choroïdienne = glie épendymaire + Pie-mère**

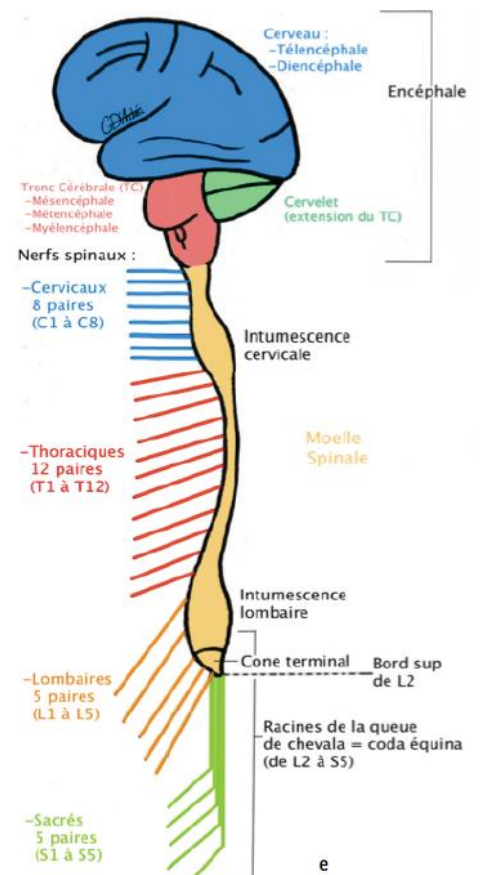
► **Plexus choroïde = vaisseaux sanguins invaginés dans la toile choroïdienne**

PATHO : En cas d'obstacle à la circulation du LCR → **Hydrocéphalie** → dilatation des cavités au-dessus
On peut aussi avoir une dilatation du canal central de la moelle (qui devient à nouveau réel) → **Syringomiélie** (se creuse en roseau)

IV/ Anatomie générale du système nerveux mature

A) La moelle mature

- Il existe une **inégalité de croissance entre la moelle et le rachis**. Ce dernier grandit plus vite que la moelle
- **La moelle s'arrête au bord supérieur de la vertèbre L2**
- La moelle :
- ✓ se trouve dans le canal vertébral,
 - ✓ a la forme d'un cordon médullaire qui mesure 32cm de long et 1cm de largeur.
 - ✓ **fait partie du névraxe** à l'instar de l'encéphale
- Elle présente **deux renflements** :
- ❖ Un renflement **cervical** : qui correspond à la **naissance du plexus brachial** (à destinée des membres supérieurs)
 - ❖ Un renflement **lombaire** : qui correspond à la **naissance du plexus lombal** (à destinée des membres inférieurs)
- Elle se termine par un **cône terminal**
- Elle s'organise en **myélomères** => chaque étage de la moelle correspond à un nerf spinal à droite et à gauche. C'est une **segmentation en échelle**. Il y a donc **8 myélomères cervicaux**, **12 myélomères thoraciques**, **5 myélomères lombaires** et **5 myélomères sacrés** (qui se trouvent au niveau du cône terminal de la moelle) et 2/3 coccygiens



Les racines spinales :

- Les racines spinales n'ont pas toutes le même trajet suite à l'asymétrie de croissance moelle/rachis. (Attention, on quitte la moelle donc on est au niveau du SNP !!)
- Chez l'embryon la moelle a la même longueur que le rachis à la différence de l'Homme adulte
- Il y a (à droite comme à gauche) :
 - ❖ 8 paires de racines cervicales, elles ont un trajet **horizontal**
 - ❖ 12 paires de racines thoraciques, elles ont un trajet **horizontal pour les hautes et oblique pour les basses**
 - ❖ 5 paires de racines lombaires, elles ont un trajet **vertical**
 - ❖ 5 paires de racines sacrées, elles ont un trajet **vertical**
- Dans le canal vertébral, **sous la vertèbre L2, il n'y a plus de moelle** mais on retrouve les racines lombaires et sacrées. Elles prennent le nom de **racines de la queue de cheval ou Cauda Equina** (si lésion à ce niveau → syndrome de la queue de cheval = troubles moteur+ sensitif) et se trouvent dans le sac dural puis elles vont en sortir.
- Les filums terminales sont des expansions fibreuses (**donc non médullaires !**) permettant de relier :
 - ❖ la moelle à la fin du cul de sac dural => donc il va de L2 à S2. Ce filum terminale est une expansion de moelle.
 - ❖ le sac dural au rachis => donc il va de S2 à la pointe du sacrum. Il n'est pas constant.

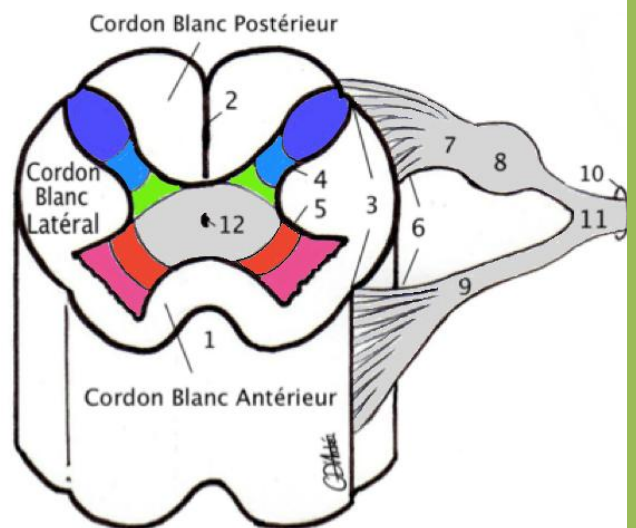
► Myélomère = étage de la moelle

► Métamère = réunion d'un myélomère et des somites sous sa dépendance (territoire d'innervation)

Coupe horizontale de la moelle :

► L'Axe gris prend la forme d'un papillon ou d'un H. On lui décrit :

- ❖ Une **commissure grise** qui présente en son centre le canal central de la moelle qui est virtuel (12)
 - ❖ Une **corne ventrale à destinée motrice** avec 2 colonnes de noyaux :
 - ✓ Colonne Somato-motrice (à l'apex)
 - ✓ Colonne Viscéro-motrice (à la base) (5)
 - ❖ Une **corne dorsale à destinée sensitive** avec 3 colonnes de noyaux :
 - ✓ Colonne Viscéroceptive (à la base)
 - ✓ Colonne Proprioceptive (à l'isthme) (4)
 - ✓ Colonne Extéroceptive (à l'apex)
 - ❖ Une **partie intermédiaire** qui peut s'hypertrophier (de C8 à L2) pour former la **corne intermédiaire végétative**
- Les cordons médullaires (latéral, ventral et dorsal) se trouvent autour de l'axe gris et contiennent de la substance blanche. Des sillons (=fissures) les délimitent. On retrouve une fissure dorsale (2) (qui descend jusqu'à l'axe gris), une fissure ventrale (1), deux fissures collatérales (3) dorsales et ventrales.
- Les radicelles (6) sortent des fissures collatérales. Elles se rejoignent pour former des racines spinales : une **antérieure motrice** (9) et une **postérieure sensitive** (7) au niveau de laquelle on retrouve le ganglion spinal (8). Les racines spinales antérieure et postérieure se rejoignent au niveau du foramen intervertébral (10) pour former le nerf spinal (11).



B) Le cerveau

- Il comprend le **télencéphale et le diencéphale**.
- Les 2 hémisphères cérébraux sont séparés par la **fissure médiane = longitudinale = inter-hémisphérique**
- Il est constitué de **substances blanches** (sous forme de fibres, de commissures inter-hémisphériques et de faisceaux d'association intra-hémisphérique) et de **substances grises** (sous forme de manteau/cortex périphérique et sous forme de noyaux centraux)
- Cerveau : ce qui compte c'est sa **surface (1,5m²)** et non son poids (1 550g) grâce aux **gyrus** → **gyrencéphale** (≠/lissencéphale)

Vue latérale du cerveau

► forme d'un **bonnet phrygien** et on ne voit **PAS** le **diencephale**

► A sa surface, on distingue des **fissures primaires** (de premier ordre) :

- ❖ Fissure centrale de Rolando
- ❖ Fissure latérale de Sylvius
- ❖ Fissure pariéto-occipitale

Elles délimitent des **LOBES anatomiques** :

- ♣ **Frontal** (en avant de la fissure centrale)
- ♣ **Pariétal** (en arrière de la fissure centrale)
- ♣ **Temporal**
- ♣ **Occipital**
- ♣ **Insula** (invisible sans écarteurs)

► Il existe aussi des **fissures secondaires** (de deuxième ordre) qui délimitent des **gyrus** (ou circonvolution)

► Les 3 fibres d'association **INTER-hémisphériques** (commissures) sont :

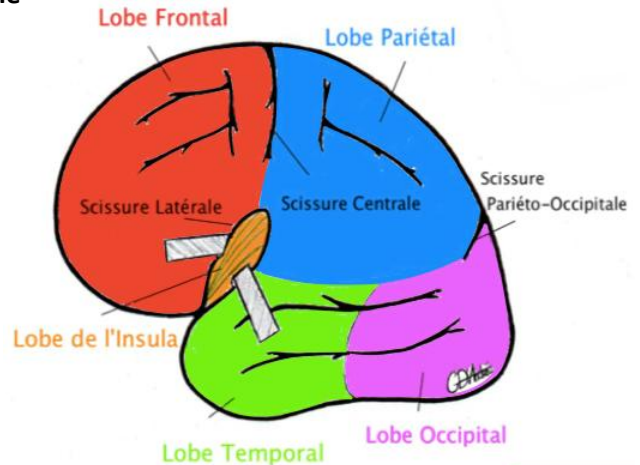
- ❖ Le **Corps Calleux** qui subit la giration du télencéphale et relie le néo-cortex droit et gauche
- ❖ Le **Fornix (ou trigone)** qui subit aussi la giration du télencéphale
- ❖ La **commissure blanche antérieure** (NON visible sur la coupe de CHARCOT) sur la paroi antérieure du V3

► Fibres d'association (**INTRA-hémisphérique**) → réunir les lobes entre eux

► **Noyaux gris centraux** = (amas de corps cellulaires) noyaux relais de la motricité et sensibilité

► **Striatum** = **noyau caudé** + **noyau lenticulaire** = centre relais motricité extra-pyramidale

► Le V3 possède plusieurs parois au niveau desquelles l'on retrouve notamment le **récessus sus-optique**, l'**infundibulum tubaire** et le **manteau noir**. En arrière se trouve la **substance perforée postérieure** = espace de pénétration vasculaire.



!! Coupe vertico-frontale de CHARCOT !!

→ On voit la fissure longitudinale du cerveau + les gyrus verticaux (cortex) + la fissure de l'insula (avec lobe+gyrus insulaire) + le V3

Noyaux gris centraux télencéphaliques visibles :

- **Noyau caudé (1)** coupé à 2 endroits : il y a la tête et la queue. Il a la forme d'une virgule à grosse extrémité antérieure et se trouve dans la **concavité des VL**
- **Noyau lenticulaire** composé du **pallidum (2)** et **putamen (3)** séparés par une lame médullaire blanche
- **Clastrum** (ou avant mur) (4)

Noyaux diencephaliques visibles :

- **Thalamus (5)**, centre relai des voies sensitives
- **Hypothalamus (6)**, centre végétatif

Fibres d'association inter-hémisphériques visibles :

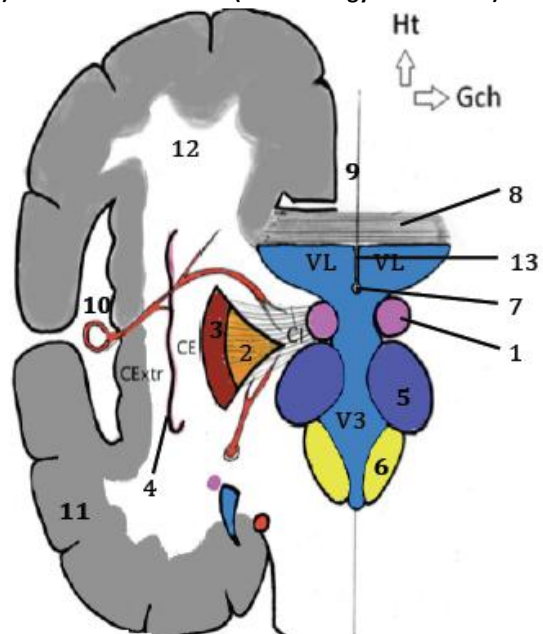
- **Fornix (trigone) (7)**
- **Corps calleux (8)**

Les capsules (substance blanche entre les noyaux gris) :

- **Interne (CI)** : entre diencephale et noyau lenticulaire
- **Externe (CE)** : entre noyau lenticulaire et claustrum
- **Extrême (CEextr)** : entre claustrum et lobe de l'insula

Les autres légendes :

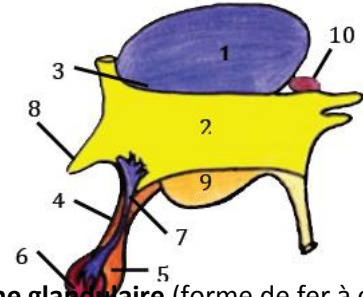
Fissure longitudinale du cerveau (9)
Fissure latérale de Sylvius et insula (10)
Cortex (substance grise) (11)
Substance blanche, centre ovale (12)
Septum lucidum (13)



⚠ PATHO : Une lésion au niveau de la **capsule interne** provoque une **hémiplégie massive contralatérale** car les fibres (surtout descendantes donc motrices) y sont rassemblées

Vue latérale du diencéphale

- **Le thalamus (1)** (forme œuf de pigeon) = noyau relais des voies sensitives et extrapyramidales (grosse extrémité post)
- **L'hypothalamus (2)** = centre végétatif supérieur, c'est le « ministre de l'intérieur » de l'organisme. Il est **séparé du thalamus par le sulcus limitans** qui forme à ce niveau le sillon hypothalamothalamique (3)
- **L'hypophyse** = elle est divisée en deux parties :
 - ❖ **Postérieure (5) = neuro-hypophyse (posthypophyse)** : C'est du **système nerveux** et elle est **reliée à l'hypothalamus par la tige pituitaire (4)**. Elle **sécrète l'HAD** (hormone antidiurétique) **et l'ocytocine** (hormone vasopressive).
 - ❖ **Antérieure (6) = adénohypophyse (antéhypophyse)** : C'est un **système glandulaire** (forme de fer à cheval) et elle est **reliée à l'hypothalamus par le système porte hypothalamo-hypophysaire (7)**. Elle **sécrète des stimulines** (→ action périphérique sur les glandes endocrines, les stimulines = hormones naturelles)
- **Le corps mamillaire (9)** = forme de mamelon, de 4-5mm en arrière de la tige de l'hypophyse, centre de la mémoire
- **L'épiphyse (10)** = système **neuro-glandulaire** qui sécrète des substances retrouvées dans le LCS



PATHO : il existe des tumeurs de l'anté-hypophyse, elles sont de 2 types :

- 1) **Les sécrétantes** = produisent des stimulines naturelles comme les corticoïdes
- 2) **Les NON-sécrétantes** = vont comprimer la glande → compression du chiasma optique → **hémianopsie bi-temporale homonyme** (on ne voit plus des 2 côtés latéraux)

C) Le tronc cérébral

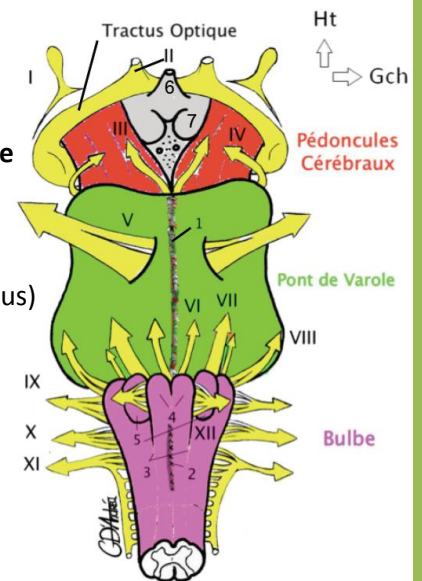
► Le tronc cérébral, ici en vue antérieure, est situé dans la **fosse postérieure du crâne**, avec le **cervelet**. Il se divise en **trois parties** :

- ◆ Les **Pédoncules cérébraux = Mésencéphale**.
Dans l'écartement des pédicules, on peut voir le plancher du V3 avec la tige de l'hypophyse (6) et les corps mamillaires (7) en vue antérieure. En vue antérieure, on trouve la **substance perforée postérieure** où pénètre un réseau de vascularisation. Le toit du Mésencéphale est composé de **4 colliculus (=tubercules quadrijumeaux)** sup et inf reliés aux corps géniculés latéral et médial (NON inclus dans TC) par des bras conjonctivaux (bras des colliculus)
 - Le Més est composé de **3 parties : pied + tegmentum (calotte) + toit du Mésencéphale**. Entre le tegmentum et le pied, on retrouve le **locus niger** (= régulant les mouv. Inconscients accompagnant les mouv. Volontaires)
- ◆ Le **Pont de Varole = Métencéphale**. Il présente un sillon basilaire médian (1). Il est séparé du mésencéphale par le sillon ponto-mésencéphalique.
- ◆ Le **Bulbe rachidien = Myélencéphale = Moelle allongée** (medulla oblongata) qui est séparé du pont par le sillon pontobulbaire.

► On voit la **saillie des pyramides (4)** en dedans des **sillons collatéraux antérieurs (3)** et les **olives (5)** en dehors des sillons collatéraux antérieurs. Il est **limité en haut par le tractus optique** et **en bas par le foramen magnum**

► Les 2 nerfs optiques se réunissent par le **chiasma optique au-DESSUS de l'hypophyse** et se prolongent en arrière par les tractus optiques qui se prolongent latéralement par les bandelettes optiques qui vont jusqu'aux corps géniculés latéraux du thalamus.

► En **vue postérieure**, on voit les **noyaux graciles en DEDANS** et les **noyaux cunéiformes en DEHORS**, en **vue latérale**, les **noyaux graciles** seront en **DEHORS** par rapport aux **cunéiformes**



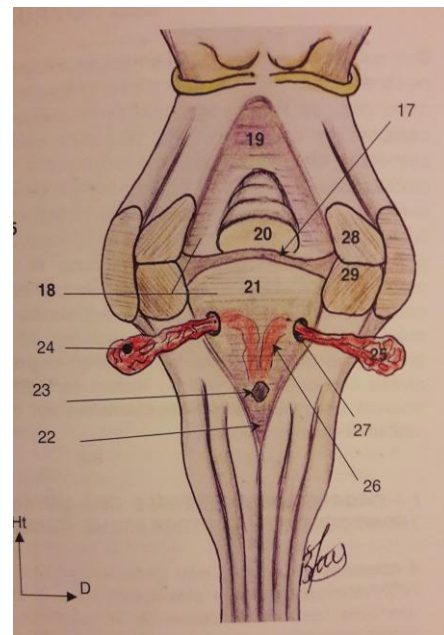
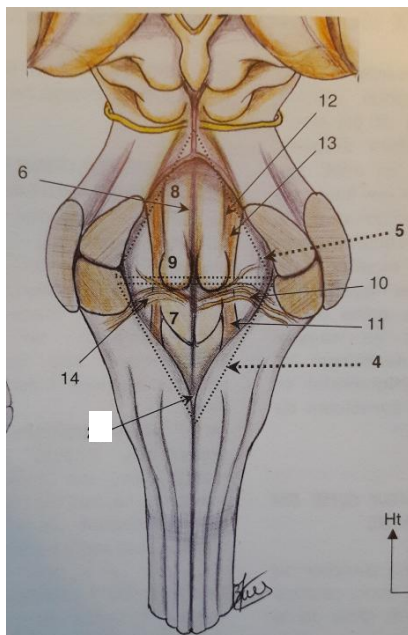
Vue postérieure du V4

- Le cervelet est relié à la face postérieure du TC via les **péduncles cérébelleux** (3 paires de chaque côté : 1 supérieur ou mésencéphalique + 1 moyen/pontique qui est le plus volumineux + 1 inférieur/bulbeux)
- Tendue entre les **péduncles sup et inf, (28 et 29)** on a la **membrane tectoria (18)** (toit VRAI du V4) recouvre le toit du V4 (forme de losange) = c'est une toile choroïdienne retrouvée en avant des voiles médullaires sup et inf. Cette membrane est renforcée (doublée) :
 - ❖ Au niveau de son triangle supérieur par le **voile médullaire supérieur (19)** (valvule de Vieussens) : c'est un voile de **substance blanche**
 - ❖ Au niveau de son triangle inférieur par le **voile médullaire inférieur (20)** (**valvule de Tarin**) : voile de **substance blanche** qui relie les 2 floculus du cervelet
- L'**orifice médian du V4 (23)** (**foramen de Magendie**) perfore la partie inférieure de la membrana tectoria.

Vue postérieure du plancher du V4

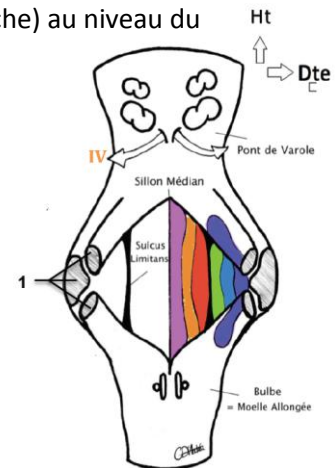
Au niveau de ce plancher, on trouve **deux types de sillons** :

- ❖ **Le sillon médian (6)**
- ❖ **Le sulcus limitans (13)** qui sépare les noyaux moteurs des noyaux destinés à la sensibilité
- Quelques reliefs :
 - ✓ **L'éminence médiale (8)**
 - ✓ L'éminence médiale est marquée à sa partie inférieure par un tubercule : le relief du noyau moteur du nerf VII = **colliculus du nerf facial (9)**
 - ✓ **Le trigone du XII (7)**
 - ✓ Au niveau du sillon latéral, on a une formation triangulaire supérieure = **fovée supérieure (12)** et une formation triangulaire inférieure = **fovée inférieure (11)**
 - ✓ En dehors du sillon latéral on a le **trigone vestibulaire (10)**
- Sur le plancher du V4 → filets nerveux qui forment des **stries médullaires du V4 = stries acoustiques (14)** transversales qui émergent du sillon médian et se dirigent vers l'angle latéral du plancher
- En bas, on a la pointe inférieure du triangle inférieur = **l'obex (22)** (forme de plume d'écrivain)



► Sous ces différents reliefs, Il y a **6 colonnes de noyaux** (à droite comme à gauche) au niveau du **plancher** = origine **REELLE** des nerfs crâniens:

1. **Somatomotrice** pour la **motricité** des muscles somitiques
2. **Branchiomotrice** pour la **motricité** des muscles ayant une origine branchiale → **colonne absente au niveau de la moelle !!**
3. **Viscéromotrice** pour la **motricité** parasympathique principalement
4. **Viscéroceptive** (viscéro-sensitive) pour la **sensibilité** végétative
5. **Proprioceptive**
6. **Extéroceptive** pour la **sensitivité de la face** (cette colonne est très développée car la sensibilité de la face est très importante).

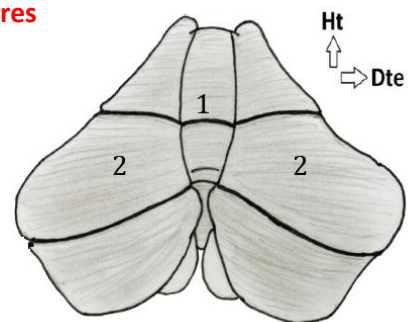


D) Le cervelet (=petit cerveau)

► Il ressemble à un petit cerveau avec **deux hémisphères**, avec de la **substance blanche centrale** et de la **substance grise** à **deux endroits** : au niveau de **noyaux cérébelleux** et du **cortex cérébelleux** (qui est beaucoup plus fin que celui du cerveau). Il possède des **actions homolatérales, involontaires**

Sur une vue postérieure :

- Il a la forme d'un **as de pique tronqué à la pointe**
- Il présente un **vermis médian (1)** (forme de vers de terre) qui sépare les 2 hémisphères cérébelleux (2).
- La surface du cervelet est dite « **en cote de velours** » à cause des nombreux repliements.
- Par convention, le cervelet est divisé en **plusieurs lobules (cérébelleux)**
- on retrouve également :

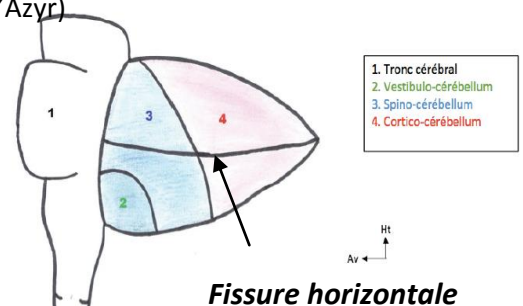


- ❖ Une **substance blanche centrale** = qui pénètre dans ces lobules formant un arbre de vie (il existe 2 arbres de vie : le cérébelleux et celui du col de l'utérus)
- ❖ Une **substance grise périphérique** (=cortex cérébelleux) **et centrale** (=noyaux cérébelleux)

Sur une vue latérale :

- Il a la **forme d'une pigne de pin** appendue à l'arrière du TC.
- Il est divisé en 2 parties (sup + inf) par une **fissure horizontale** (= Vicq d'Azyr)
- Le cervelet présente une **segmentation fonctionnelle** en 3 parties :

- ♣ **VESTIBULO (archéo) cérébellum** = (poissons)
10% de la masse du cervelet dans la partie antérieure, Destinée à l'**équilibre**. Il est relié à l'appareil vestibulaire de l'oreille interne.
 - ❖ Formé des **lobes nodulus + floculus** reliés par le voile médullaire inférieur (=lobe nodulo-floculaire)
Et du **lobulus** (=partie la plus basse et la plus ant du vermis médian)
- ♣ **SPINO (paléo) cérébellum** = (reptiles/amphibiens) → **1/4 antéro-supérieur du cervelet** + destiné au **tonus des membres**. Il permet de lutter contre la pesanteur. Il est relié à la moelle spinale
- ♣ **CORTICO (néo) cérébellum** = (oiseaux) → **3/4 de la masse cérébelleuse (=cervelet le plus supérieur)** → destiné à la **coordination**. Il est relié au cortex cérébral



PATHO:

- ♦ Si on a une lésion au niveau du **Cortico** → **Adiadococinésie** = trouble moteur révélé par l'épreuve des marionnettes ou le petit moulin **ou la parole cérébelleuse** (=langage des mitrailettes) → **parole scandée/aboyante**
- ♦ Si on a une lésion au niveau du **Spino** → **crise hypotonique**
- ♦ Si on a une lésion au niveau du **Vestibulum** → augmentation du polygone de sustentation pour se rééquilibrer

V/ La vascularisation du SNC

A) Vascularisation de l'encéphale

► La vascularisation de l'encéphale repose sur deux systèmes : le **tronc vertébro-basilaire** et le **cercle artériel de la base du cerveau** (= Polygone de Willis)

1) Le système vertébro-basilaire :

► L'artère principale de ce système est l'**artère basilaire (1)** :

- ✓ Elle se trouve en avant du métE (passe au niveau du sillon basilaire médian).
- ✓ Elle est alimentée par les **deux artères vertébrales (10)** qui proviennent des **sous-clavières**

► Ses collatérales sont :

- ❖ Les **artères paramédianes**
- ❖ Les **circonflexes courtes** pour le TC (2)
- ❖ Les **circonflexes longues ou cérébelleuses** pour le cervelet (3)

► Elle se divise dans sa **portion terminale** en deux artères : les **cérébrales postérieures (4)**

2) Le cercle artériel de la base du cerveau :

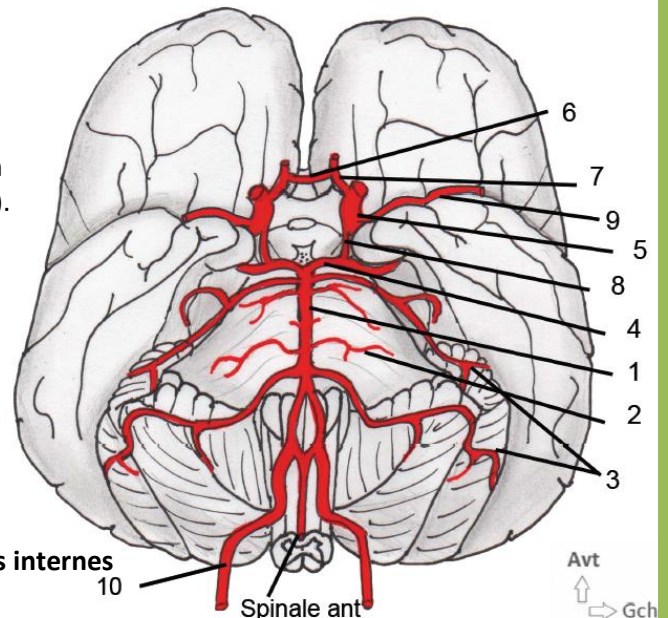
► Il se trouve à la base du cerveau du cerveau. L'apport sanguin est amené majoritairement **par les artères carotide interne (5)**. De ce cercle partent toutes les artères alimentant le cerveau.

► Il est constitué de :

- ❖ **7 côtés** => 1 artère communicante antérieure (6), 2 artères cérébrales antérieures (7), 2 artères cérébrales postérieures (4) et 2 artères communicantes postérieures (8)
- ❖ **7 angles**
- ❖ **10 artères** => Les 7 côtés + les 2 artères carotides internes (5) et le tronc basilaire (1)

► Le **drainage veineux** se fait en **périphérie vers les v.jugulaires internes**

► Le **drainage lymphatique** est **ABSENT** du SNC



► La **carotide interne** possède **1 SEULE collatérale** = **artère ophtalmique de Willis**

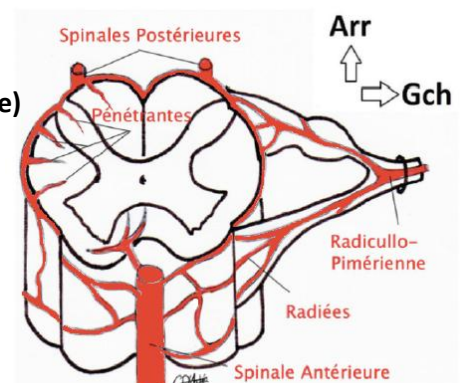
Elle possède **4 artères TERMINALES** :

- **Artère cérébrale antérieure** pour le lobe frontal
- **Artère cérébrale moyenne** = **artère Sylvienne** (godronnée = en accordéon) vascularisant le lobe de l'insula
- **Artère choroïdienne antérieure** qui vascularise la capsule interne
- **Artère communicante postérieure**

B) Vascularisation de la moelle

► La moelle est vascularisée par :

- ♣ Majoritairement par l'**artère spinale antérieure (constante + continue)** qui chemine dans le sillon antérieur de la moelle
- ♣ Les **artères spinales postérieures** (inconstantes) qui chemine dans les sillons collatéraux postérieurs de la moelle.
- ♣ Des **anastomoses pie-mériennes** qui cheminent dans la pie-mère entre les artères spinales



► Ces artères sont alimentées par des **artères radiculo-piemérienne** :

- ❖ **3 cervicales**
- ❖ **1 thoracique**
- ❖ **1 lombaire = artère d'Adamkiewicz** (qui passe de la racine T8 à L2 et le + souvent à G) → paraplégie complète

► Les artères radiculo-piemérienne (=radiculaires) ne proviennent pas toutes des artères vertébrales, on a aussi un apport périphérique.

► On a ici **2 types de vascularisation artérielle** :

1. **1 première source vascu** = par l'artère spinale ant qui vascularise un territoire central + antérieur + territoire correspondant à la partie médiale du cordon latéral. Si lésion de l'art.spinale ant → syndrome central de la moelle
2. **2 autres sources vascu** = par l'artère spinale post + anastomoses pie-mériennes) qui vascularisent le territoire périphérique des cordons latéraux + post + la corne postérieure

VI/ Le système nerveux périphérique

► issu du SNC et il commence au niveau des racines des nerfs

A) Les nerfs spinaux

Ils sont **TOUS d'origine somitique et sensitivo-moteurs (mixtes)**. Après un **trajet centimétrique**, les nerfs spinaux se divisent en un **rameau antérieur volumineux et postérieur grêle (SAUF C2 avec le rameau postérieur qui forme le grand nerf d'Arnold dont l'atteinte → Arnoldalgie= douleur terrible)**

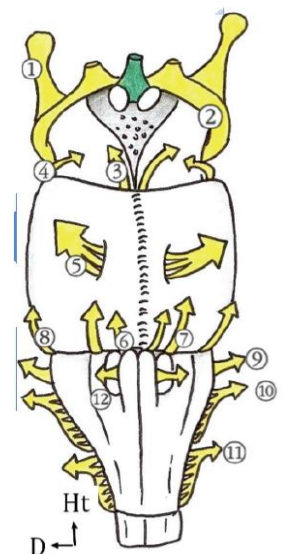
On observe plusieurs plexus :

- ❖ **Cervical de C1 à C4**
- ❖ **Brachial** rameaux antérieurs **de C5 à T1** (pour le membre sup)
- ❖ **Lombo-sacré de L4 à S3** (pour le membre inf)
- ❖ **Lombal (= lombaire) de L1 à L5** → nerf sciatique (L4+L5+S1+S2+S3) → nerf fibulaire (L4+L5) + Tibial (S1+S2+S3)
- ❖ **Sacral de S1 à S4 (ou S5 s'il existe)**

APATHO : Une lésion du nerf fibulaire entraîne un phénomène de steppage (pied qui tombe) car c'est le nerf releveur du pied.

B) Les nerfs crâniens

NERF	TYPE	Origine Embryologique	Origine apparente
I	Olfactif	Sensoriel	Télencéphale
II	Optique	Sensoriel	Diencephale
III	Oculomoteur	Moteur	Somitique
IV	Trochléaire	Moteur	Somitique
V	Trijumeau	Mixte	1 ^{er} arc branchial
VI	Abducens	Moteur	Somitique
VII	Facial	Mixte	2 ^e arc branchial
VIII	Vestibulo-cochléaire	Sensoriel	Somitique
IX	Glosso-pharyngien	Mixte	3 ^e arc branchial
X	Vague	Mixte	4 ^e arc branchial
XI	Accessoire	Moteur	6 ^e arc branchial
XII	Hypoglosse	Moteur	Somitique



Mémo : Oh Oscar AUcul TROp TRiste A FAit Vachement GLOusser VALérie A l'Hippodrome (→ nom des nerfs)

Seb Suce Moi Mes 2 Mamelles 2 Silicone Dé-Dé Me Manque (→ type, où S=sensoriel, M=moteur et 2/Dé =mixte)

► Les **nerfs III, IV et VI** permettent la **motricité de l'œil**

► Le **nerf III** → **mouvement d'adduction** de l'œil (=vers l'intérieur)

► Le **nerf V** assure la **sensibilité de la face**

- ▶ Le **nerf VI** → **mouvement d'abduction** de l'œil (= vers l'extérieur)
- ▶ Le **nerf VII** assure la **motricité de la face**
- ▶ Le **nerf VIII** possède un contingent **vestibulaire en charge de l'équilibration** et **cochléaire pour l'audition**
- ▶ Le **nerf X** est très important. Il véhicule une grande partie de l'**innervation parasymphatique** qui régule le fonctionnement des viscères (cœur, TD...). **C'est le plus long nerf de l'organisme**, part de la tête et va jusqu'à 2cm du « trou du cul »
- ▶ Le **nerf XI** se compose de **deux contingents** :
 - ♣ **Bulbaire** → **phonatoire**
 - ♣ **Spinal ou Médullaire (C1,C2,C3)** → **céphalogyre**
→ le nerf XI comprend les myélomères C1+C2+C3
- ▶ Le **nerf XII** est en charge de la **motricité de la langue**
- ☠ Le **5^{ème} arc branchial régresse chez l'homme sans rien donner !**

→ **Nerf X = Vague = Pneumo-gastro-entérique**
→ **Nerf XI = Accessoire = Spinal**

VII/ Anatomie fonctionnelle du cerveau

A) Organisation générale du SNC

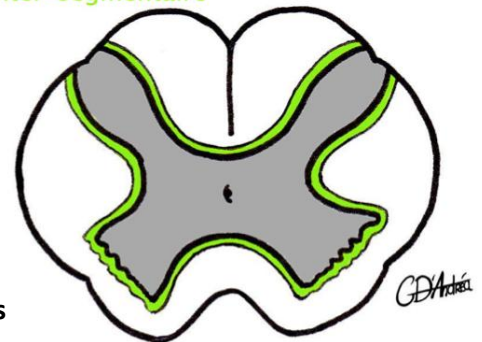
1) Etage segmentaire (autonome = étage des réflexes)

- ▶ Il y a un étage segmentaire qui est **horizontal**, qu'on retrouve au niveau de la moelle et au niveau du TC → **Vie réflexe**
- ▶ **33 étages segmentaires** au niveau de la moelle

2) Etage inter-segmentaire

- ▶ Où il y a les neurones ascendants et descendants → **diffusion des réflexes** via les **faisceaux d'association médullaire**
- **Vie réflexe** (c'est un étage vu UNIQUEMENT en patho avec section de moelle, sinon ça ne se voit PAS à cause de la régulation par la voie extra-pyramidale)

Fibres d'association
Inter-segmentaire



PATHO :

- ♣ Si lésion **au-DESSUS** du myélomère T1 → **Tétraplégie**
- ♣ Si lésion **au-DESSOUS** du myélomère T1 → **Paraplégie**

En cas de paraplégie, la moelle fonctionne de manière autonome **SOUS la lésion**

→ **c'est la vie réflexe** (réflexes archaïques) qui n'est pas contrôlée par les étages supra-segmentaires.

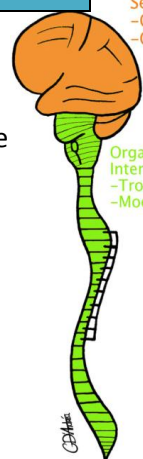
Centres Supra-Segmentaires :
-Cerveau
-Cervelet

3) Etage supra-segmentaire

- **Cerveau + cervelet** chez l'Homme sain → contrôle les étages segmentaire et inter-segmentaire
- Contrôle **automatique + involontaire**
- ▶ Le cervelet contrôle les voies ascendantes et descendantes via des **boucles cérébelleuses**. Ces boucles sont **involontaires et homolatérales**. On a :
 - ❖ La boucle du **vestibulo-cerebellum** de l'**EQUILIBRATION**
 - ❖ La boucle du **spino-cerebellum** pour le **TONUS** des membres
 - ❖ La boucle du **cortico-cerebellum** pour la **COORDINATION**

- ▶ Le SNC s'arrête à la moelle (bord sup de la vertèbre L2) :
 - ❖ Toute pathologie de **l'axe gris** → **patho CENTRALE**
 - ❖ Toute pathologie **extra-médullaire** (queue de cheval par exemple) → **patho périphérique**

Organisation Inter-Segmentaire :
-Tronc Cérébral
-Moelle Spinale



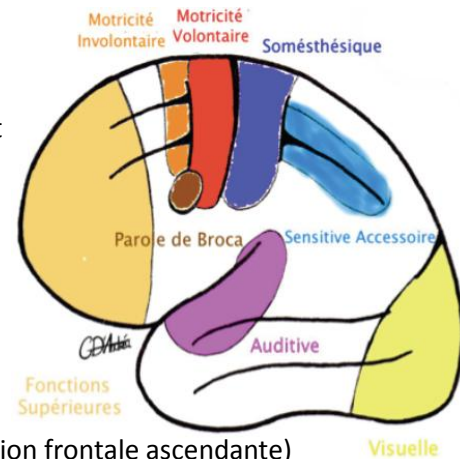
B) Les aires fonctionnelles du cerveau

- ▶ Le cerveau a des **actions controlatérales** : c'est à dire que toutes les voies cérébrales, qu'elles montent ou qu'elles descendent, vont **croiser la ligne médiane** → elles vont **décussar** (au niveau du deutoneurone)
- ▶ Au **niveau du cortex**, on trouve :

- ❖ Des **aires effectrices** → **conscientes** → se traduisent par des **signes cliniques**
- ❖ Des **aires muettes** → **Inconscientes** (intelligence, réflexion) qui concernent la **plus grande surface** du cortex (ex : lobe frontal). Une lésion au niveau de ces aires ne donnera pas de signes clinique immédiatement visibles

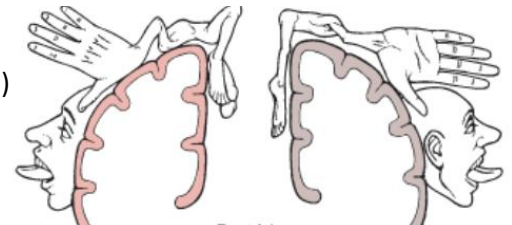
► Les **aires effectrices** à retenir sont :

- ❖ **Gyrus pré-central** (=circonvolution frontale ascendante) qui est l'**origine des voies motrices** (qui se trouve en avant de la scissure centrale de Rolando)
- ❖ **Gyrus post-central** qui est la **terminaison des voies sensitives** (qui se trouve en arrière de la scissure centrale de Rolando)
- ❖ **Aire Auditives** au niveau du **lobe temporal**
- ❖ **Aire Visuelles** dans le **lobe occipital**
- ❖ **Aire Gustatives** au niveau du **lobe temporal et pariétal**
- ❖ **Aire Olfactives** au niveau du **lobe temporal et frontal**
- ❖ **Aire de la parole** = **aire de Broca** (au pied de la circonvolution frontale ascendante)
→ ces aires ont toutes des actions croisées



► **L'homonculus de Penfield** (bonhomme la tête en bas, les jambes en l'air **sur la fissure centrale**) est une cartographie des aires (topographie)

- ✓ Il y en a 2 → 1 pour le sensitif et 1 pour le moteur
- ✓ Il a un **énorme POUCE + PAS de nez + sensibilité OGE=faible**
- ✓ Plus la place sur l'homonculus est importante → **plus la précision est grande** et NON la force musculaire



► Chez le **DROITIER**, l'hémisphère dominant est le **GAUCHE**

VIII/ Les grandes voies

A) Voies descendantes = motrices

1) Voie motrice principale = voie Pyramidale

► Mono-neuronale

► Volontaire

► Croisée

► Elle possède 2 faisceaux :

- ✓ **Cortico-spinal latéral** (membre et tronc)
- ✓ **Cortico-nucléaire** (nerfs crâniens moteurs)

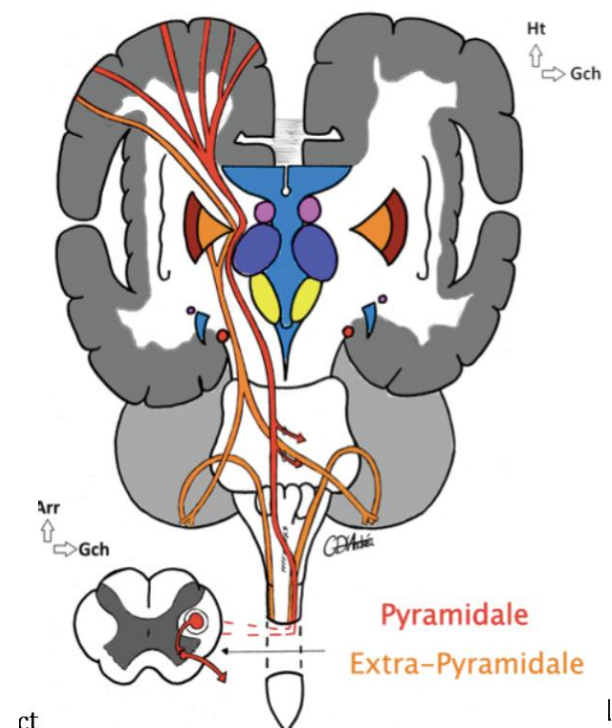
Faisceau Cortico-spinal

Origine : grande cellule pyramidale de **BETZ** au niveau du **gyrus PRE-central**

Trajet : la voie descend par la **capsule interne**, atteint le bulbe antérieur et décusse (décussation des pyramides) puis descend dans la moelle spinale en cheminant dans le cordon centro-latéral antérieur de la moelle

Terminaison : dans la **corne ventrale de la moelle** (voie terminale commune de Sherrington) où elle fait synapse avec le motoneurone (qui innerve les muscles) à chaque segment de la moelle.

► Apporte **motricité pour les membres, du tronc et du cou**.



Faisceau Cortico-nucléaire

Origine : cellule pyramidale de **BETZ** (gyrus pré-central)

Trajet : passe par la **capsule interne** en suivant le même chemin que le cortico-spinal et à chaque segment du pont/bulbe elle décusse

Terminaison : dans les noyaux gris contro-latéraux des nerfs crâniens moteurs

► Apporte la **motricité aux noyaux moteurs des nerfs crâniens**

PATHO : Les lésions de l'aire pré-centrale GAUCHE entraînent une hémiparésie DROITE et vis versa

2) Voie extra-pyramidale = voie motrice secondaire

► Régule la voie principale + permet la fluidité

► Involontaire

► Centrée sur la boucle cérébelleuse

► Elle va décusser à des points précis de la moelle pour se terminer du côté contro-latéral du noyau d'origine

► On a plusieurs noyaux d'origine (cortex, cervelet etc...)

PATHO: La maladie de Parkinson est due à une lésion d'une voie extrapyramidale (au niveau du locus niger → dans mésencéphale) et entraîne ainsi une perte de la fluidité + **précision** du mouvement → tremblements

Les voies du **CORTEX** → **TOUJOURS** contro-latérales

Les voies **cérébelleuses** → décusse autant de fois que possible pour être **TOUJOURS** homolatérales (soit pas de décussation/ soit décusse 2 fois)

B) Les voies ascendantes = sensibles

Les voies sensibles sont toutes :

► Tri-neuronale

► Croisées

SAUF l'olfaction qui est bi-neuronale + NON croisée

Corps cellulaire du Proto-neurone (1^{er} neurone) : toujours périphérique

- ❖ soit au niveau du ganglion du nerf crânien correspondant
- ❖ ou du ganglion spinal (racine postérieure)

Corps cellulaire du Deuto-neurone (2^{ème} neurone) : toujours homolatéral

- ❖ Soit au niveau de l'apex de la corne postérieure de la moelle
- ❖ Soit au niveau des noyaux gracile et cunéiforme du TC (au niveau du bulbe)

☠ **Après le corps cellulaire du 2^{ème} neurone → la voie décusse TOUJOURS**

Corps cellulaire du 3^{ème} neurone : au niveau du Thalamus contro-latéral puis la voie atteint le cortex, au niveau du gyrus post-central.

