

LE CERVELET

Le cervelet est situé dans l'étage postérieur et inférieur du crâne, en arrière du bulbe et de la protubérance et au-dessous des hémisphères cérébraux dont il est séparé par la tente du cervelet.

I- La configuration extérieure du cervelet :

Le cervelet est allongé transversalement et mesure environ **10 cm de largeur**, **5 cm de hauteur** et **6 cm dans le sens antéro-postérieur**. Il est aplati de haut en bas et présente trois faces : une supérieure, une inférieure et une antérieure.

1- La face supérieure:

On voit, sur la ligne médiane de la face supérieure, une saillie allongée d'avant en arrière, appelée **vermis supérieur**. De chaque côté du vermis supérieur, on voit la face supérieure des hémisphères cérébelleux. Cette face est limitée par un bord décrit sous le nom de **bord circonférentiel** du cervelet ; il est irrégulier et présente deux échancrures ou incisures médianes.

2- La face inférieure:

La face inférieure présente, sur la ligne médiane, une large dépression au fond de laquelle proémine une saillie allongée, le **vermis inférieur** ; cette partie médiane répond en bas au bulbe. De chaque côté du vermis inférieur, on voit la face inférieure, convexe, des hémisphères cérébelleux.

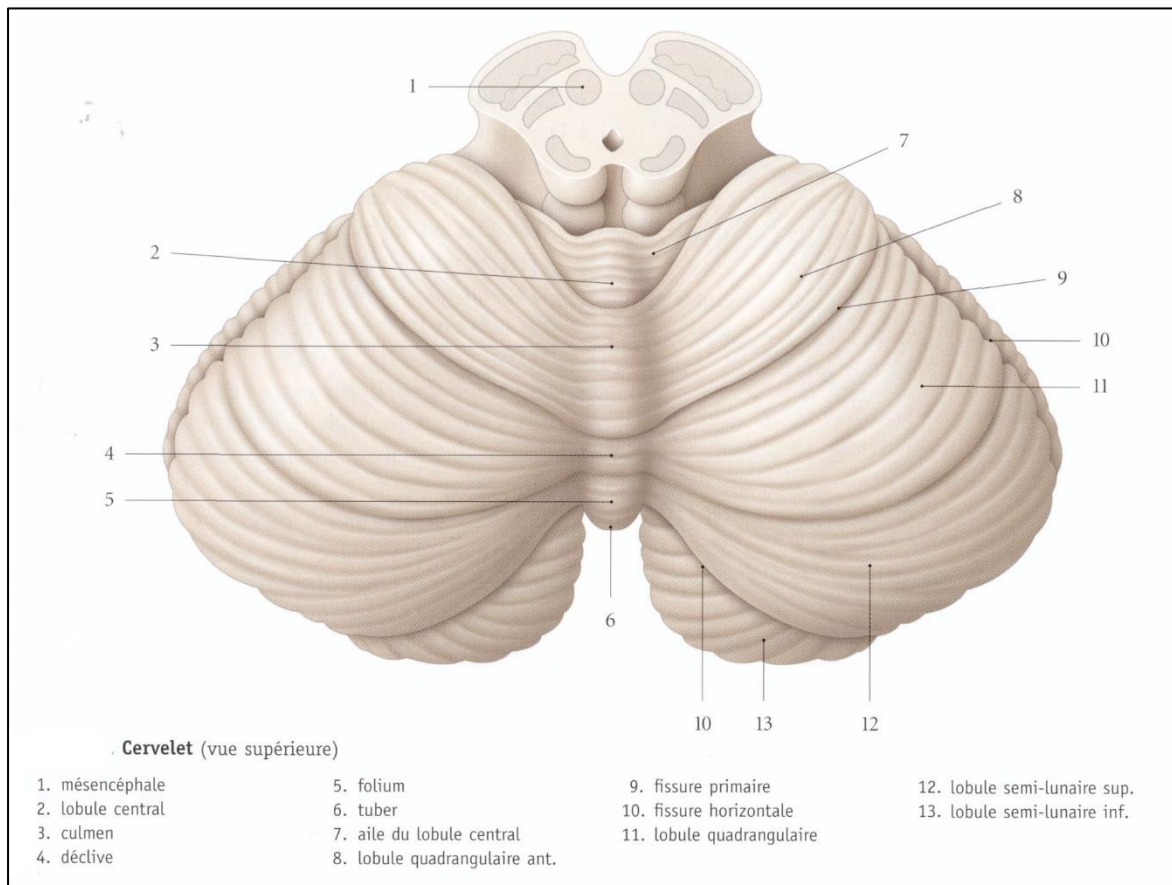
3- La face antérieure:

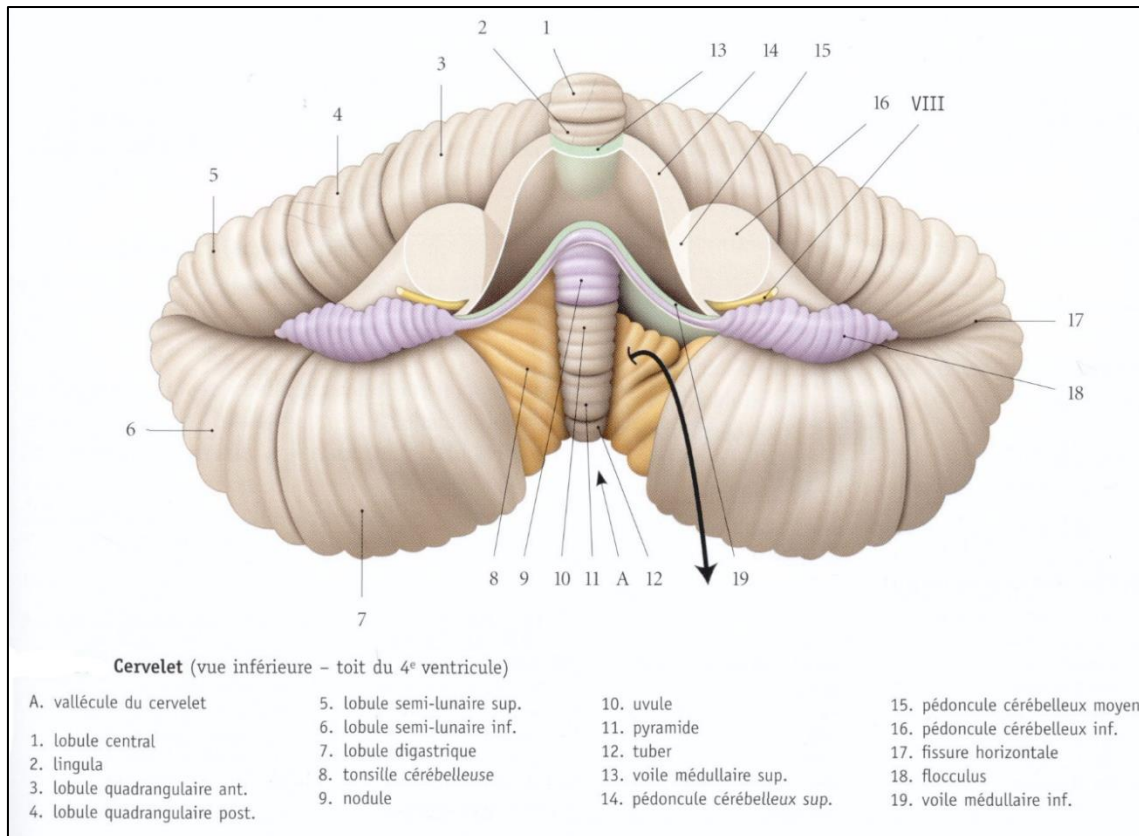
La face antérieure est occupée par un prolongement en cul-de-sac du **quatrième ventricule**. Ce prolongement ventriculaire est limité :

- En haut, par l'extrémité antérieure du vermis supérieur ou **lingula** et par une membrane nerveuse, la valvule de Vieussens, qui prolonge la lingula

- En bas et sur la ligne médiane, par l'extrémité antérieure du vermis inférieur ou **nodulus**
- En bas et de chaque côté du nodulus, par les **valvules de Tarin**
- Sur les côtés, par les **péduncules cérébelleux**.

Les valvules de Tarin sont deux minces lamelles étendues, transversalement, des côtés du nodulus à l'extrémité médiale d'un petit lobule cérébelleux, situé le long de la face inférieure du pédoncule cérébelleux moyen et connu sous le nom de **flocculus**.





1. Division de la surface du cervelet :

La surface cérébelleuse est parcourue par un grand nombre de sillons dirigés, transversalement, sur les vermis supérieur et inférieur. Ces sillons, de profondeur différente, divisent le cervelet en lobes, lobules, lames et lamelles. Le sillon le plus important court le long du bord circonférentiel ; il se termine, en avant et de chaque côté, sur le **flocculus**.

Les principaux lobules sont, sur le vermis supérieur :

- La **lingula**
- Le **lobule central**
- L'**éminence du vermis**

Et sur le vermis inférieur :

- La **pyramide**
- La **lurette** ou **uvula**
- Le **nodulus**.

On distingue au cervelet trois lobes : antérieur, moyen et postérieur.

- Le **lobe antérieur** est limité, en arrière, par le sillon primaire qui croise la face supérieure du cervelet vers sa partie moyenne. Il serait un centre régulateur

du tonus musculaire dans les mouvements élémentaires.

- Le **lobe postérieur** comprend la **lucette** ou **uvula**, le **nodulus**, les **flocculus** et les **amygdales** ; il est considéré comme centre d'équilibration.
- Le **lobe moyen** est intermédiaire aux deux autres ; ses parties latérales ou hémisphériques sont considérées comme un centre régulateur du tonus musculaire dans les mouvements volontaires, précis, des membres.

II- La configuration intérieure du cervelet :

Comme les autres formations de l'encéphale, le cervelet est constitué de deux substances : une grise et une blanche.

1-La substance grise:

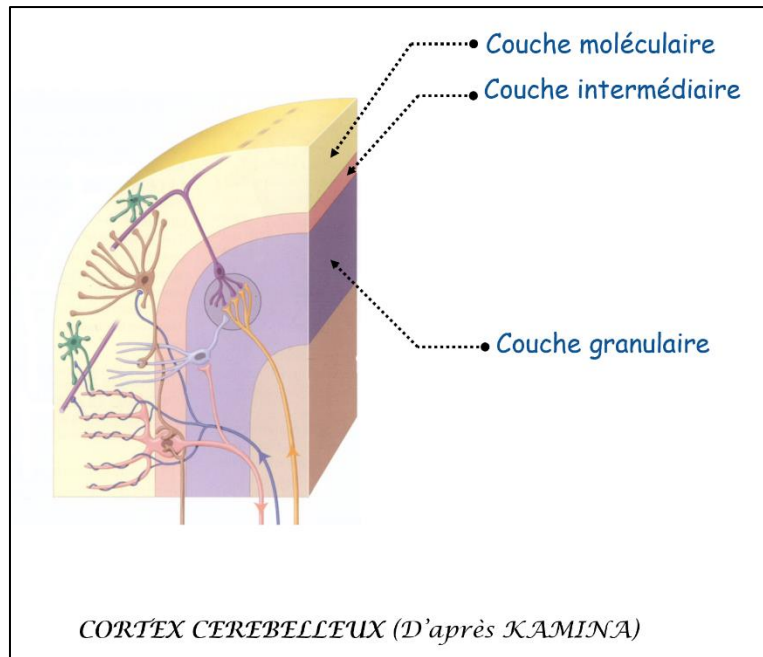
La substance grise du cervelet se répartit en une couche corticale et en noyaux gris centraux.

- La couche corticale :

La substance grise recouvre toute la substance cérébelleuse d'une couche corticale mince, interrompue seulement au niveau des pédoncules cérébelleux, de la **valvule de Vieussens**, des **valvules de Tarin** et du diverticule ventriculaire que limitent ces différentes formations.

La couche corticale est constituée, en allant de la superficie vers la profondeur, de trois couches :

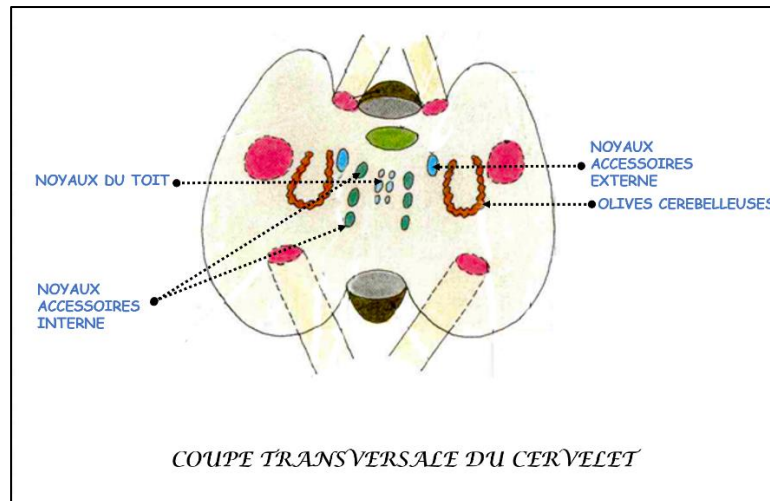
- Une couche superficielle, appelée couche moléculaire, constituée de **cellules multipolaires** ;
- Une couche moyenne, dite couche des cellules de **Purkinge**. représentant l'élément essentiel de l'écorce du cervelet ;
- Une couche interne, appelée **couche granuleuse**, composée de cellules petites et de cellules étoilées.



- **Les noyaux gris centraux :**

Au nombre de quatre, symétriquement placés de chaque côté de la ligne médiane, ce sont :

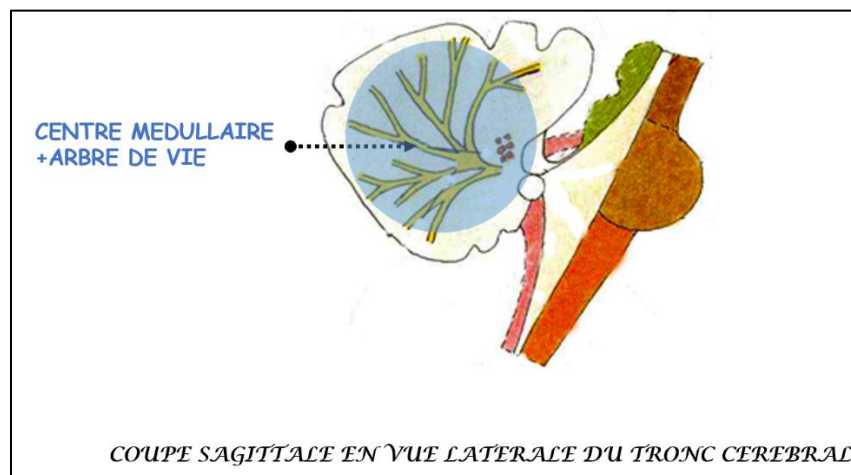
- Les noyaux dentelés ou olives cérébelleuses sont situés à la partie antérieure, inférieure et interne des hémisphères ;
- Les noyaux dentelés accessoires externes sont deux lames étroites ;
- Les noyaux dentelés accessoires internes, appelés encore **noyaux globuleux**, sont placés en dedans des précédents ;
- Les noyaux du toit sont deux masses grises, renflées et arrondies, placées en dedans des noyaux dentelés accessoires, sous l'écorce du vermis supérieur.



2-La substance blanche :

La substance blanche se situe au centre du cervelet. Elle est représentée par une masse blanche irrégulière, formant le noyau central ou médullaire du cervelet. Cette masse centrale est constituée par l'ensemble des fibres nerveuses appartenant aux **pédoncules cérébelleux supérieurs, moyens et inférieurs**, et par les **fibres cérébello-pédonculaires**.

La substance blanche centrale envoie, vers la périphérie du cervelet, des prolongements lamellaires qui pénètrent dans tous les lobules et forment l'axe du lobule. Cette disposition de la substance blanche est comparée à un arbre dont le tronc serait représenté par le centre médullaire et les branches par les lamelles. Cet aspect arborisant porte le nom **d'arbre de vie**.



III- Anatomie fonctionnelle du cervelet :

1- Division fonctionnelle :

A l'organisation précédente purement descriptive, on préférera regrouper le cervelet en trois unités fonctionnelles bien différentes :

1°) **L'archo-cerebellum** : ou vestibulo-cerebellum, c'est le **lobe flocculo-nodulaire**. Il regroupe donc le nodulus qui appartient au vermis et les deux flocculi de part et d'autre appartenant aux hémisphères cérébelleux. C'est une structure très ancienne dans le développement des espèces, il est rattaché au système vestibulaire et donc à l'équilibre statique par rapport à la pesanteur et à la fixation du regard en fonction de la position de la tête par les connexions du système vestibulaire avec les noyaux des muscles oculomoteurs.

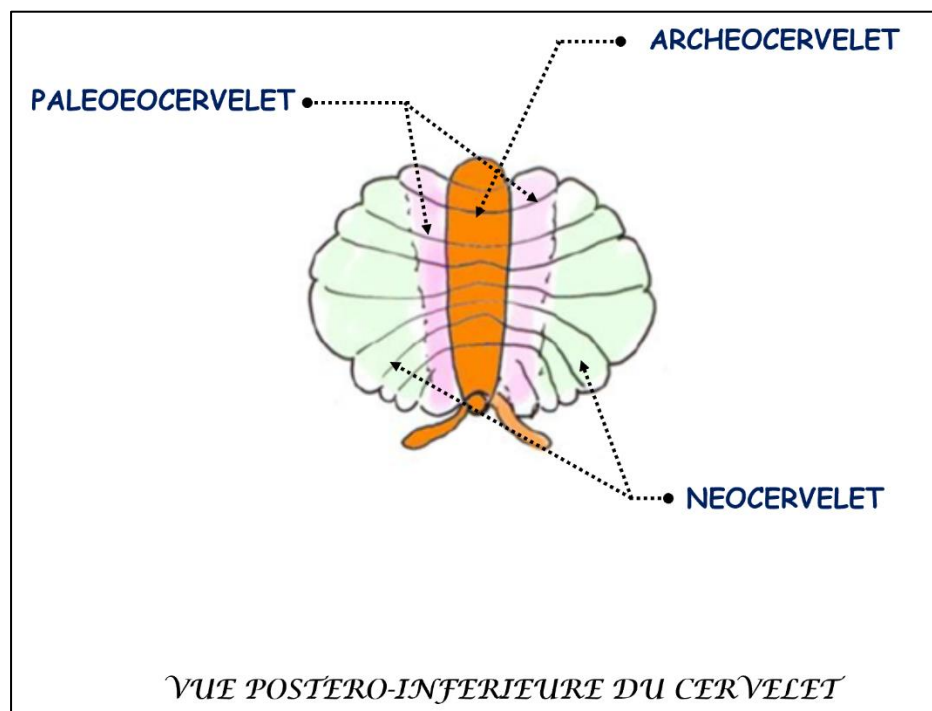
2°) **Le paleo-cerebellum** : il apparaît au cours de la phylogénèse après l'archo-cerebellum, avant l'apparition des membres. C'est le **lobe antérieur** (lobule central, culmen, uvula, pyramide, lobule quadrangulaire) qui reçoit les influx périphériques proprioceptifs des tense-récepteurs par l'intermédiaire des faisceaux spino-cérébelleux. Ce lobe antérieur régule le tonus musculaire des muscles nécessaires à la station debout et donc à la posture. On peut le considérer comme un cerveau "proprioceptif". Il est appelé également **spino-cerebellum**.

3°) **Le neo-cerebellum** : c'est le **lobe postérieur**. C'est la partie la plus jeune dans le développement des espèces puisqu'il est chargé de la coordination de la motricité volontaire et automatique. Il est donc en relation étroite avec le cortex cérébral par l'intermédiaire de relais : les noyaux pontiques. Par l'intermédiaire de ces noyaux, il reçoit donc les grandes voies cortico-cérébelleuses issues du cortex du télencéphale

controlatéral. Il représente ainsi l'appareil de modulation de la motricité volontaire.

Pour chacune de ces trois divisions, on décrit une systématization qui consiste en l'étude des voies cérébelleuses qu'on développera selon un même plan :

- 1) les afférences qui vont de la périphérie vers le cortex cérébelleux,
- 2°) le relais intermédiaire à partir du cortex cérébelleux vers les noyaux profonds, 3°) les voies efférentes à partir des noyaux cérébelleux profonds vers la périphérie.



2- Systematisation :

A - L'archo-cerebellum ou vestibulo-cerebellum ou lobe flocculo-nodulaire:

1°) Les afférences : elles sont **vestibulaires** à partir des canaux semi-circulaires de l'oreille interne et par l'intermédiaire du nerf vestibulaire ou VIIIv. Le corps cellulaire de ce premier neurone est situé dans le ganglion vestibulaire (ou ganglion de Scarpa). La partie périphérique de ce neurone apporte les renseignements de l'oreille interne vers le ganglion de Scarpa et la partie centrale achemine ces renseignements vers le tronc cérébral et le cervelet. Ainsi ce premier neurone sensoriel se destine à la fois au tronc cérébral : les noyaux vestibulaires, et au cervelet : le **lobe flocculo-nodulaire**. Ces afférences parviennent au cervelet par l'intermédiaire du **pédoncule cérébelleux inférieur homolatéral**.

2°) Le relais vers les noyaux profonds : à partir du lobe flocculo-nodulaire et parfois même à partir des noyaux vestibulaires du tronc cérébral, un relais se fait avec le **noyau fastigial** du même côté situé en profondeur dans la substance blanche du cervelet.

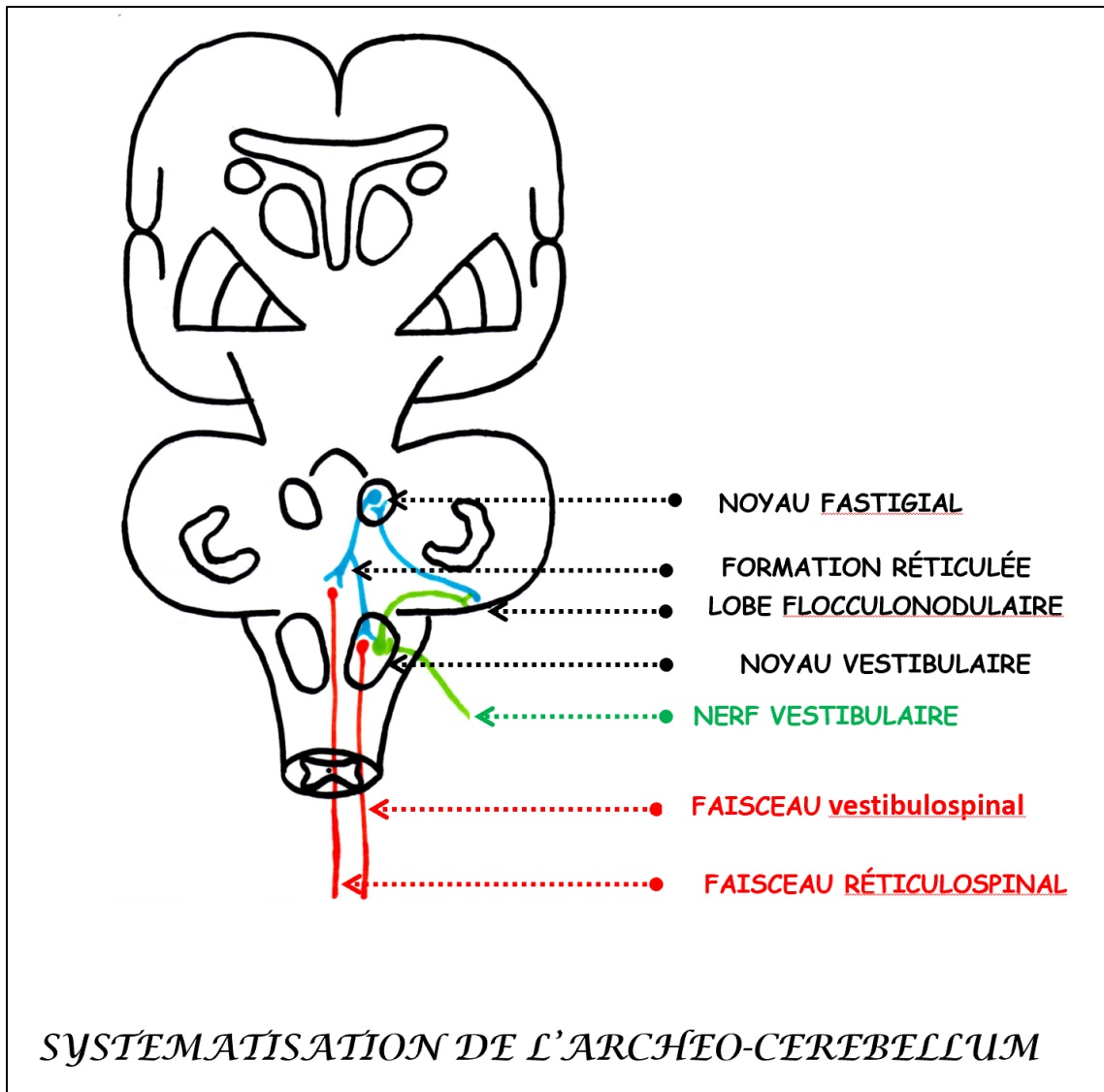
3°) Les voies efférentes : à partir du noyau fastigial naissent les voies efférentes. Le corps cellulaire constitue le noyau fastigial et l'axone de ce neurone la voie efférente. Celle-ci passe **en sens inverse de la voie afférente dans le pédoncule cérébelleux inférieur** pour gagner soit à nouveau les noyaux vestibulaires du tronc cérébral réalisant ainsi une boucle vestibulo- cérébello-vestibulaire, soit le tronc cérébral et la moelle épinière constituant ainsi les faisceaux vestibulo-spinaux. Un relais est également souvent présent dans la réticulée du tronc cérébral puisqu'il ne s'agit pas d'un système hautement spécifique. A partir de cette réticulée naissent des faisceaux réticulo-spinaux descendants.

Ces voies efférentes sont **homolatérales** de façon prédominante. Ces faisceaux descendants vestibulo- et réticulo-spinaux se destinent à la

moelle épinière : aux zones de la corne antérieure de la SG de la moelle épinière correspondant aux **muscles du tronc et aux extenseurs** impliqués dans le **maintien de l'équilibre**.

Il existe des connexions étroites entre les noyaux vestibulaires du tronc cérébral et les noyaux des muscles oculomoteurs d'une part (par l'intermédiaire du faisceau longitudinal médial) et les neurones des muscles du cou d'autre part, permettant la coordination très précise entre appareil vestibulaire, muscles moteurs de l'œil et muscles du cou. Cette coordination assure la fixation de l'objet même au cours des mouvements de la tête.

NC : *Une atteinte de ce système entraîne des troubles de l'équilibre et de la marche : ainsi, à la station debout, le sujet écarte les jambes pour améliorer cet équilibre et écarte les bras du tronc : c'est l'élargissement du polygone de sustentation. Au niveau du coup-de-pied, on observe la contraction incessante du tendon du muscle jambier antérieur : danse des tendons. Avec des enjambées courtes et irrégulières, la marche s'effectue comme celle d'un homme ivre : marche ataxique. Ces troubles ne sont pas aggravés par l'occlusion des yeux*
(absence de signe de Romberg).
Par ailleurs, il existe un nystagmus et une instabilité de fixation du regard.



B - Le paleo-cerebellum ou spino-cerebellum ou lobe antérieur:

1°) Les afférences : ce sont les **afférences proprioceptives inconscientes** véhiculées par :

- le faisceau spino-cérébelleux dorsal de Flechsig (direct) pour les membres inférieurs et la partie inférieure du tronc,
- le faisceau cunéo-cérébelleux, équivalent du précédent pour les membres supérieurs et la partie supérieure du tronc,
- le faisceau spino-cérébelleux ventral de Gowers (croisé) pour renseigner sur le niveau d'activité des systèmes contenus dans les réseaux interneuronaux de la moelle épinière.

Les faisceaux spino-cérébelleux dorsal et cunéo-cérébelleux parviennent au lobe antérieur du cervelet du même côté par l'intermédiaire du pédoncule cérébelleux inférieur.

Le faisceau spino-cérébelleux ventral croisé au niveau de la moelle épinière parvient au lobe antérieur du cervelet toujours du même côté après avoir croisé la ligne médiane une deuxième fois dans le mésencéphale. Cette voie gagne le cervelet par le pédoncule cérébelleux supérieur dont les fibres croisent toujours.

Ainsi **les afférences spino-cérébelleuses sont homolatérales**, soit directes, soit après avoir croisé deux fois la ligne médiane (une fois dans la moelle épinière et une fois dans le mésencéphale).

2°) Le relais intermédiaire : à partir du cortex du lobe antérieur un relais vers les noyaux cérébelleux profonds se fait : **noyau fastigial et noyau interposé** (noyau globuleux et emboliforme) homolatéraux.

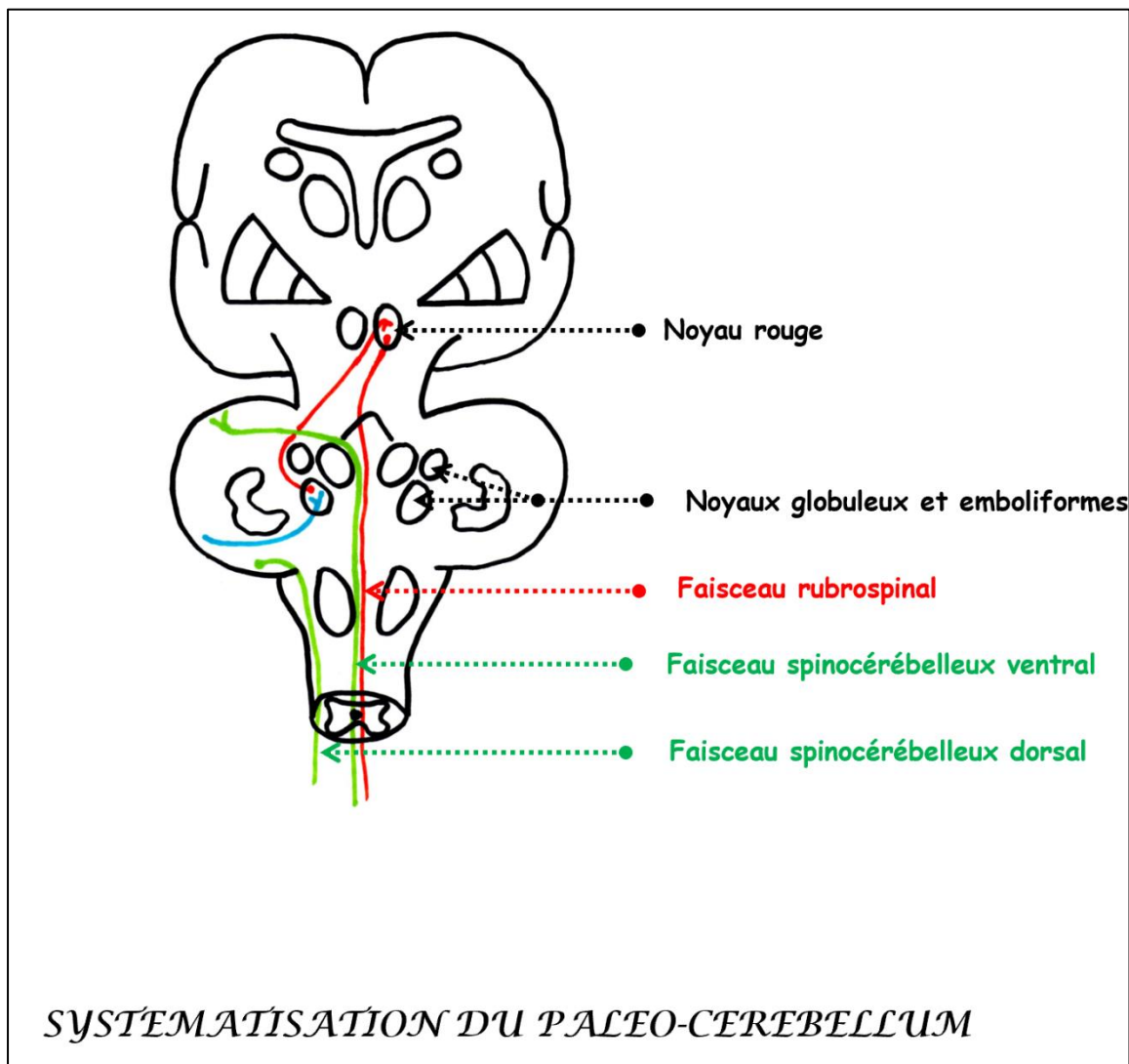
3°) Les voies efférentes : elles sont de deux types :

- A partir du noyau fastigial, on retrouve les voies efférentes de l'archo-cerebellum : faisceau vestibulo-spinal, faisceau réticulo-spinal à destination des muscles du tronc et extenseurs.

- A partir du **noyau interposé**, un axone se destine au **noyau rouge** du mésencéphale **controlatéral** par l'intermédiaire du pédoncule cérébelleux supérieur qui croise (décussation de Wernekinck). Le noyau rouge mésencéphalique contient des neurones dont les axones constituent la voie efférente rubro-spinale à destination de la **moelle épinière** (un

relais par la réticulée réalise la voie rubro-réticulo-spinale). Cette voie croise à nouveau la ligne médiane par le pédoncule cérébelleux supérieur et gagne la moelle épinière : influence les motoneurons de la corne antérieure de la substance grise de la moelle épinière correspondant aux muscles **fléchisseurs**. Ainsi il existe de nombreux croisements mais au total les afférences et les efférences restent **homolatérales**.

NC : L'atteinte de ce système réflexe spino-cérébello-spinal entraîne des troubles de l'équilibre, de la marche et une hypotonie à prédominance axiale par défaut du tonus de posture du même côté de la lésion.



C – Le neo-cerebellum ou lobe postérieur:

1°) Les afférences : celles-ci viennent du **cortex cérébral moteur** (aires motrice et prémotrice) et du lobe temporal qui relaient dans un premier temps dans les **noyaux du pont** du même côté (faisceaux fronto-pontin d'Arnold et temporo-pontin de Türck-Meynert). A partir de ces noyaux pontiques, le deuxième neurone gagne le lobe postérieur du cervelet controlatéral par l'intermédiaire des **péduncules cérébelleux moyens**. L'afférence est donc **croisée** pour la plupart.

2°) Le relais : un neurone intermédiaire fait le relais entre le cortex cérébelleux de ce lobe postérieur et le noyau cérébelleux profond impliqué dans ce système : le **noyau dentelé** homolatéral.

3°) Les efférences : à partir du noyau dentelé, les efférences sont principalement ascendantes : vers le **thalamus controlatéral** par le péduncule cérébelleux supérieur (décussation de Wernekinck). Puis à partir du thalamus un autre relais retourne au cortex moteur réalisant ainsi une boucle cérébro-cérébello-cérébrale de contrôle du mouvement (le cerveau contrôle que la coordination s'effectue correctement). Cervelet et cerveau se contrôlent ainsi mutuellement.

Une petite partie se destine au **noyau rouge controlatéral** par l'intermédiaire des péduncules cérébelleux supérieurs. A partir de ce noyau rouge l'efférence croise à nouveau la ligne médiane pour regagner la moelle épinière soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire de la rétillée du tronc cérébral et constitue ainsi deux faisceaux, un faisceau rubro-spinal et un faisceau rubro-réticulo-spinal à destination de la zone de substance grise de la moelle épinière correspondant aux muscles

fléchisseurs. Il s'agit d'une voie cérébro- cérébello-spinale qui accompagne la voie cortico-spinale volontaire (ou voie pyramidale).

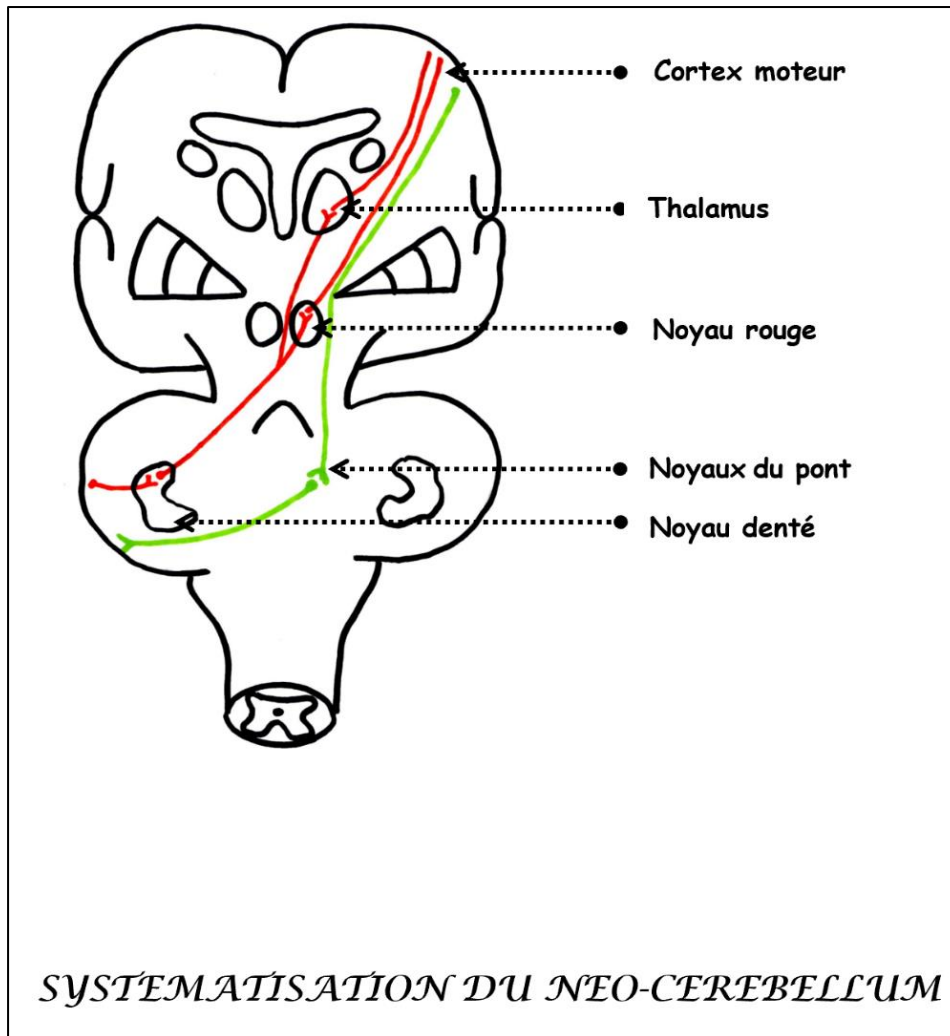
NC : L'atteinte de ce système entraîne des troubles de la coordination des muscles se manifestant :

- *dans l'espace : hypermétrie (le mouvement va trop loin), dysmétrie (le mouvement manque son but) et asynergie (décomposition du mouvement volontaire par défaut de simultanéité). On recherche cette incoordination aux membres supérieurs par l'épreuve du doigt sur le nez et aux membres inférieurs par celle du talon sur le genou.*

- *dans le temps : dyschronométrie (retard à l'initiation ou à l'arrêt du mouvement), tremblement intentionnel ou postural (par trouble de la continuité de la contraction musculaire), adiadicocinésie (impossibilité d'effectuer des mouvements répétés opposés comme par exemple les marionnettes) par anomalie de la coordination des muscles agonistes et antagonistes*

- *dysarthrie (voix scandée et explosive), marche ataxique et troubles de l'écriture.*

- *une hypotonie due au déficit de la contraction des muscles antagonistes qui est retardée et diminuée. Celle-ci est mise en évidence par la manœuvre de Stewart-Holmes (la flexion contre-résistance de l'avant-bras sur le bras entraîne, lorsque l'examineur lâche inopinément le membre, la poursuite du mouvement de flexion et la main du patient vient heurter sa poitrine) et par l'existence de réflexes ostéo-tendineux pendulaires.*



Le cervelet joue donc un rôle important :

- *(1) dans la régulation de l'adaptation posturale par l'archo- et le paleocerebellum dont l'atteinte se traduit par un syndrome cérébelleux « statique »,*
- *(2) dans la régulation des mouvements volontaires des membres par le neocerebellum dont l'atteinte se traduit par un syndrome cérébelleux « cinétique ».*

Bien que la voie cortico-ponto-cérébello-dentato-rubro-spinale (cérébro-cérébello- pinale) soit croisée, il faut garder à l'esprit que **toutes**

les voies cérébelleuses sont homolatérales. Ainsi une atteinte du cervelet, quelque soit la structure, donne des signes cliniques du même côté du corps (hémicorps homolatéral). La voie néo-cérébelleuse provenant du cortex cérébral et transitant par une dérivation constituée par le cervelet est en fait une boucle de contrôle du tonus des groupes musculaires agonistes et antagonistes.

