

Ministère de l'enseignement supérieur
université Ferhat Abbas Sétif 1
faculté de Médecine - Laboratoire de
Physiologie
Service de neurologie médicale -CHU Sétif

Cours de Physiologie

TRONC CEREBRAL

Dr BELLOUZ.I

INTRODUCTION

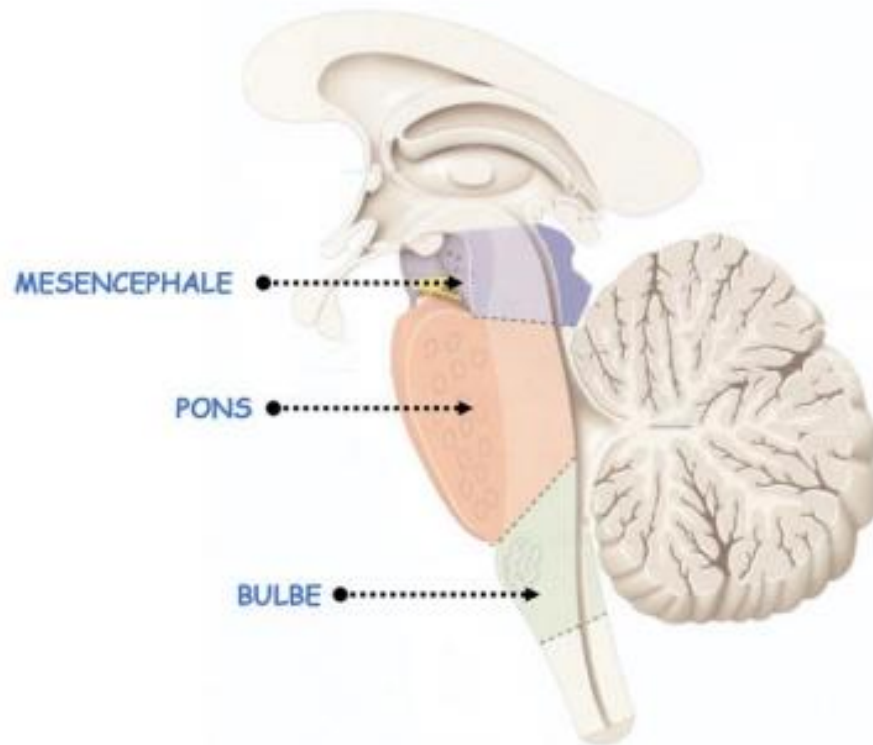
- c'est le segment du névraxe, qui est placé au dessus de la moelle, sous le cerveau et en avant du cervelet, au centre de la fosse crânienne postérieure.
- Il joue un rôle vital, et intervient dans toutes les fonctions du système nerveux, puisqu'il est le lieu de passage de toutes les informations descendantes ou ascendantes au cerveau,
- il est aussi un centre reflexe.
- D'une façon générale, le tronc cérébral assure la fonction motrice, la fonction neurosensorielle, la fonction végétative, contrôle de l'état de veille et de sommeil.

Etages du tronc cérébral

Composé du mésencéphale, du pont et du bulbe rachidien,

Du point de vue histologique il est semblable à la moelle épinière puisqu'il est constitué de substance grise entourée de faisceaux de substance blanche.

Etages du tronc cérébral



COUPE SAGITALE MEDIANE DU TRONC CEREBRAL

1.La substance grise

- la substance grise se fragmente en nombreux noyaux étagés, ces noyaux sont subdivisés en deux groupes :
- les noyaux des nerfs crâniens (10 des 12 paires)
- les formations grises propres au tronc cérébral

1. La substance grise

- les formations grises propres au tronc cérébral :
 1. Différents centres de régulations de fonctions autonomes (dans le bulbe rachidien: le centre cardiaque, le centre vasomoteur, le centre respiratoire ou les centres qui gèrent le vomissement, la déglutition, l'éternuement)
 2. des noyaux où se font des relais entre le cerveau et la moelle épinière

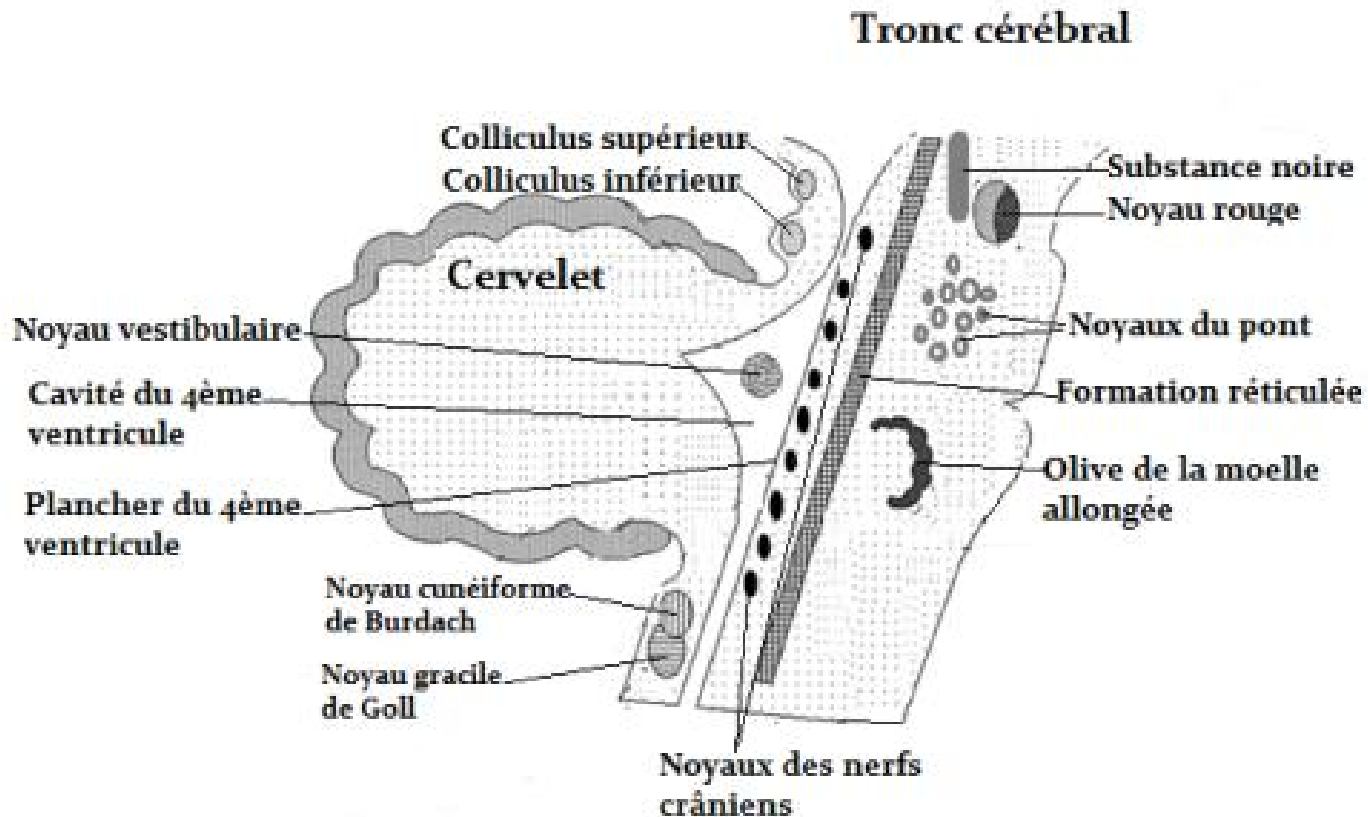
1.La substance grise

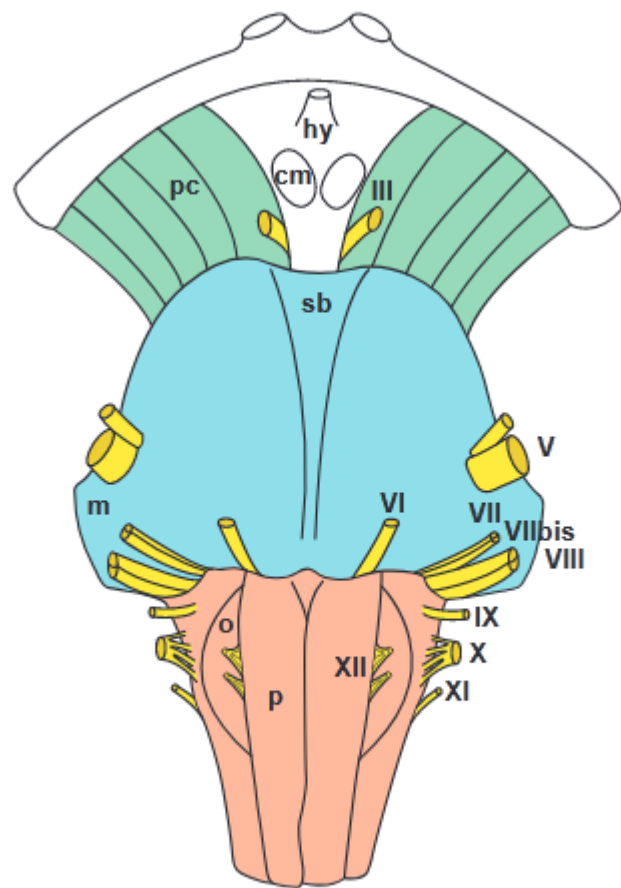
- Noyaux de relais
- des relais sur les voies motrices extrapyramidales: Le noyau rouge, les colliculus supérieurs et inférieurs, le noyau olivaire, les noyaux du pont, la substance noire.
- relais sensoriels et moteur extrapyramidales: le noyau vestibulaire permettant par exemple le réflexe visuel (coordination du mouvement de la tête et des yeux) , la formation réticulée.
- Relais sensoriels pure: les noyaux de Goll et Burdach relai du faisceau cordonal postérieur

1. La substance grise

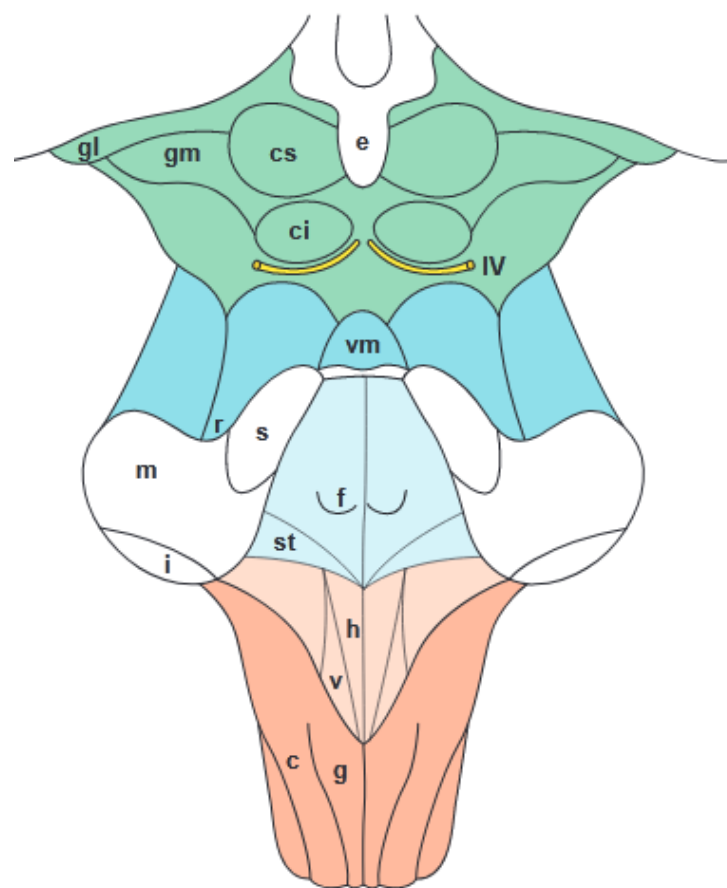
- Noyaux de relais
- Le noyau rouge : situé au niveau du mésencéphale
- Les noyaux du toit du mésencéphale : les colliculus supérieurs, et les colliculus inférieurs.
- La substance noire : situé au niveau du mésencéphale, elle représente un important territoire moteur, elle est en connexion avec les noyaux gris centraux
- Les noyaux du pont : ce sont de nombreux noyaux situés dans la partie ventrale du pont.
- La substance réticulée : il s'agit d'une très longue bande de la substance grise, disposée selon l'axe vertical du tronc cérébral, elle contient plusieurs noyaux particuliers. La réticulée intervient dans le contrôle d'un certain nombre de grandes fonctions somatiques et végétatives de l'organisme.
- Le noyau olivaire de la moelle allongée : apparaît comme un relief ovalaire à la face ventrale et supérieure du bulbe.
- Les noyaux vestibulaires, constitue un complexe nucléaire : Le noyau vestibulaire latéral de Deiters , Le noyau vestibulaire inférieur ou noyau du nerf VIII (intègre les informations vestibulaires)
- Les noyaux cunéiformes et grâciles (noyaux de Goll et Burdach): situés au niveau du bulbe, constituent des relais des voies somesthésiques lemniscales

1. La substance grise





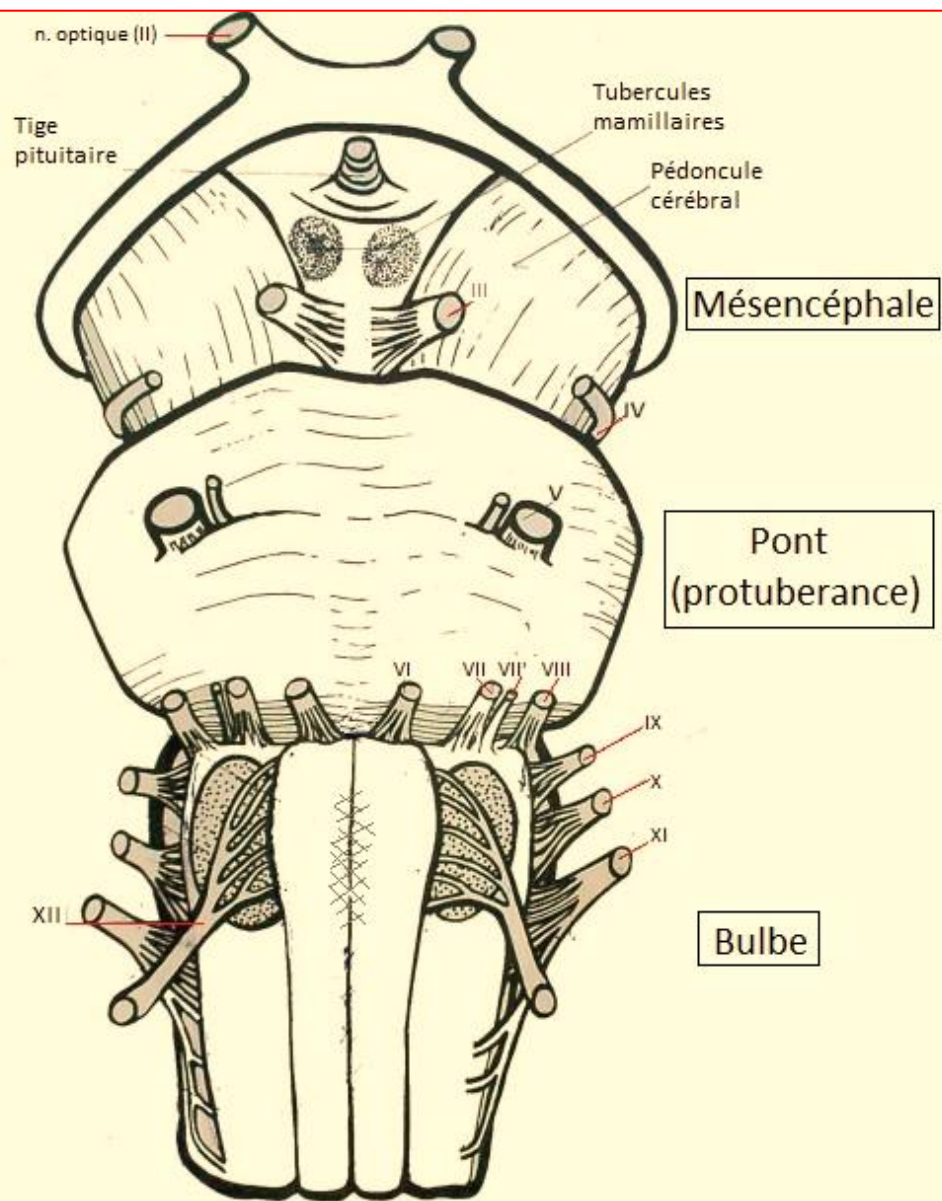
Vue ventrale du tronc cérébral



Vue dorsale du tronc cérébral

1. La substance grise

- Noyaux des nerfs crâniens
- au nombre de 12 de chaque côté. A l'exception des nerfs olfactifs et des nerfs optiques, les nerfs crâniens sont des nerfs périphériques émergeant du tronc cérébral.
- Ces noyaux sont petits et très proches les uns des autres, ce qui explique qu'une atteinte du tronc cérébral se traduira par l'atteinte de plusieurs nerfs crâniens. Chaque nerf crânien quitte la boîte crânienne à travers l'un des trous de la base du crâne.



Tronc cérébral (vue de face)

Nerfs crâniens

Dénomination et fonction

Nerf	Dénomination	Fonction
I	Olfactif	Olfaction (odorat)
II	Optique	Vision
III	Oculo-moteur commun	Mouvements de la paupière, oculo-motricité, constriction de la pupille
IV	Pathétique	Oculo-motricité

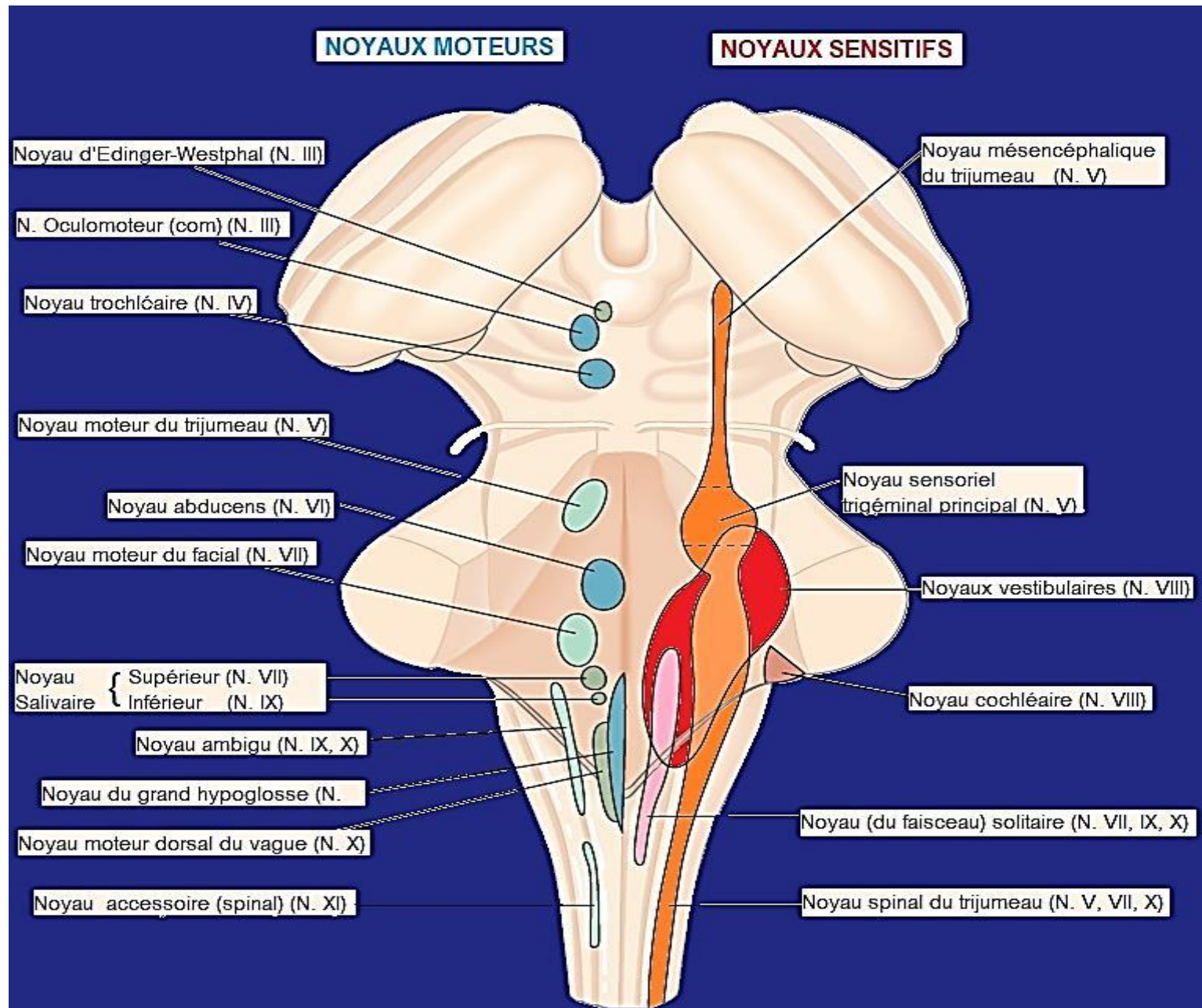
V	Trijumeau	Mastication, sensibilité de la face
VI	Oculo-moteur externe	Oculo-motricité
VII	Facial	Sécrétion salivaire et lacrymale, motricité de la face, gustation
VIII	Cochléo-vestibulaire	Audition-équilibre

IX	Glosso-pharyngien	Déglutition, salivation, gustation
X	Pneumogastrique	Phonation, fonction végétative, cardiaque et bronchique
XI	Spinal	Déglutition et mouvements de la tête
XII	Hypoglosse	Mouvements de la langue

Nerfs crâniens

- - Les nerfs oculomoteurs : responsables de l'innervation motrice des muscles intrinsèques et extrinsèques du globe oculaire. On a : le nerf moteur oculaire (nerf III), le nerf trochléaire (nerf IV), le nerf abducens (nerf VI).
- - Le nerf trijumeau (nerf V) : c'est le nerf de la sensibilité de la face, il contient quelques fibres motrices, qui sont responsables de l'innervation des muscles masticateurs.
- - Le nerf facial (nerf VII) : c'est principalement le nerf moteur de la face, il est accompagné par des fibres sensibles, et végétatives, qui constituent le nerf intermédiaire (VIIbis).
- - Le nerf vestibulo-cochléaire (nerf VIII) : c'est un nerf sensoriel, son contingent cochléaire contient les fibres de l'audition, et son contingent vestibulaire contient les fibres de l'équilibration.
- - Le nerf glosso-pharyngien (nerf IX) : c'est le nerf moteur du pharynx., et le nerf sensoriel sensible et gustative de la partie dorsale de la langue.
- - Le nerf vague ou nerf pneumogastrique (nerf X) : il contient un gros contingent de fibres végétatives, destinées aux viscères : du cou, du thorax, et de l'abdomen.
- - Le nerf accessoire (nerf XI) : il est responsable de l'innervation des grands muscles céphalocervicaux : muscle sterno-cléido-mastoïdien, et muscle trapèze. Il participe à la formation avec le nerf vague, du nerf récurrent laryngé (nerf moteur de la phonation).
- - Le nerf hypoglosse (nerf XII) : c'est le nerf moteur de la langue

Noyaux des nerfs crâniens

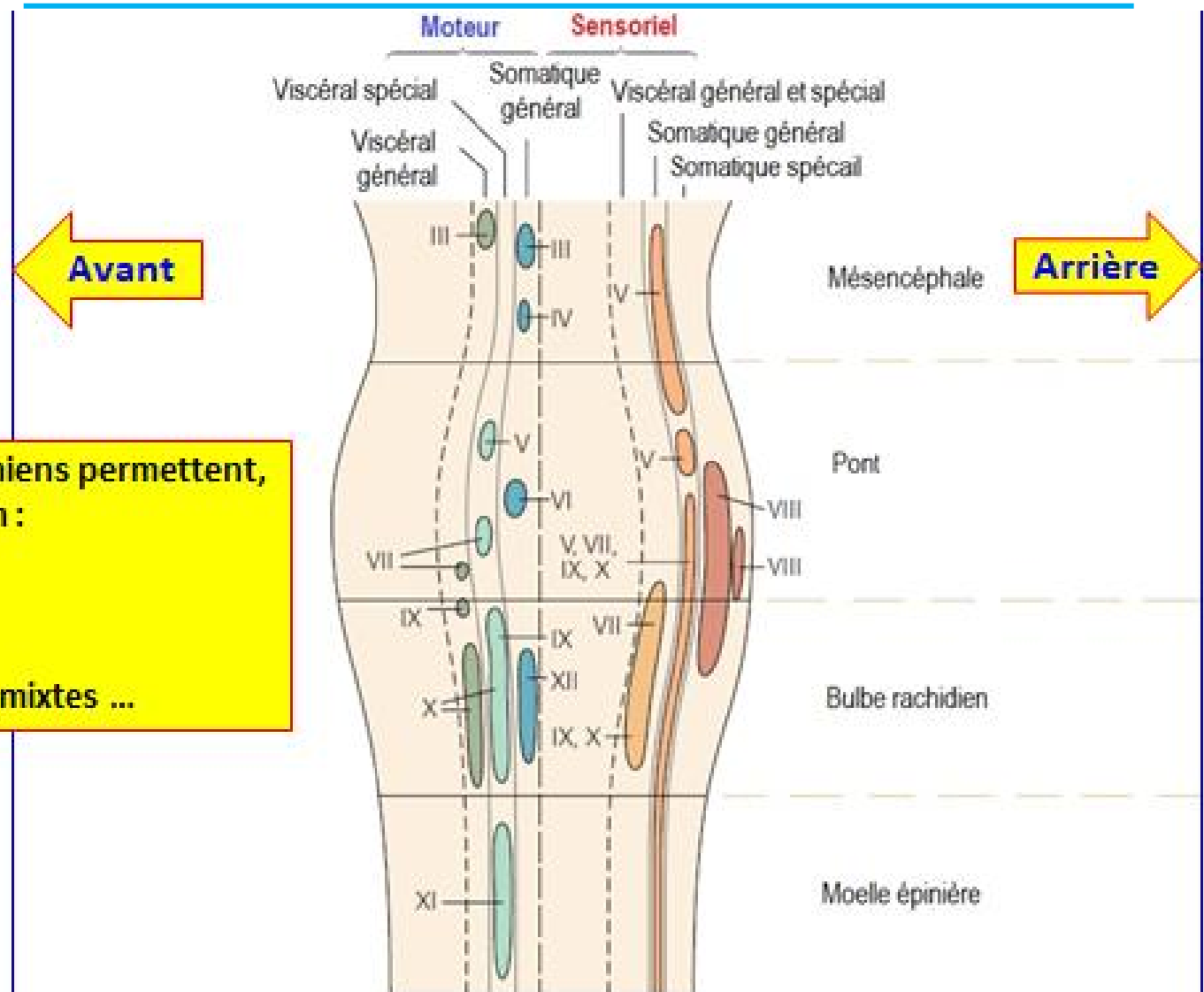


Noyaux des nerfs crâniens

Les noyaux des nerfs crâniens permettent, d'assurer une innervation :

- **sensitive (S)**,
- **Motrice (M)**,
- **Végétative (V)**

Ce sont parfois des nerfs mixtes ...



2.La substance blanche

- situé entre le cerveau et la moelle épinière, le tronc cérébral est le lieu de passage obligatoire de toutes les informations sensorielles ascendante et motrices descendantes par des faisceaux de substance blanche
- comme pour la moelle épinière, la substance blanche du tronc cérébral est un organe de transmission, constituée de fibres myéliniques . Elle constitue le corps du tronc cérébral.

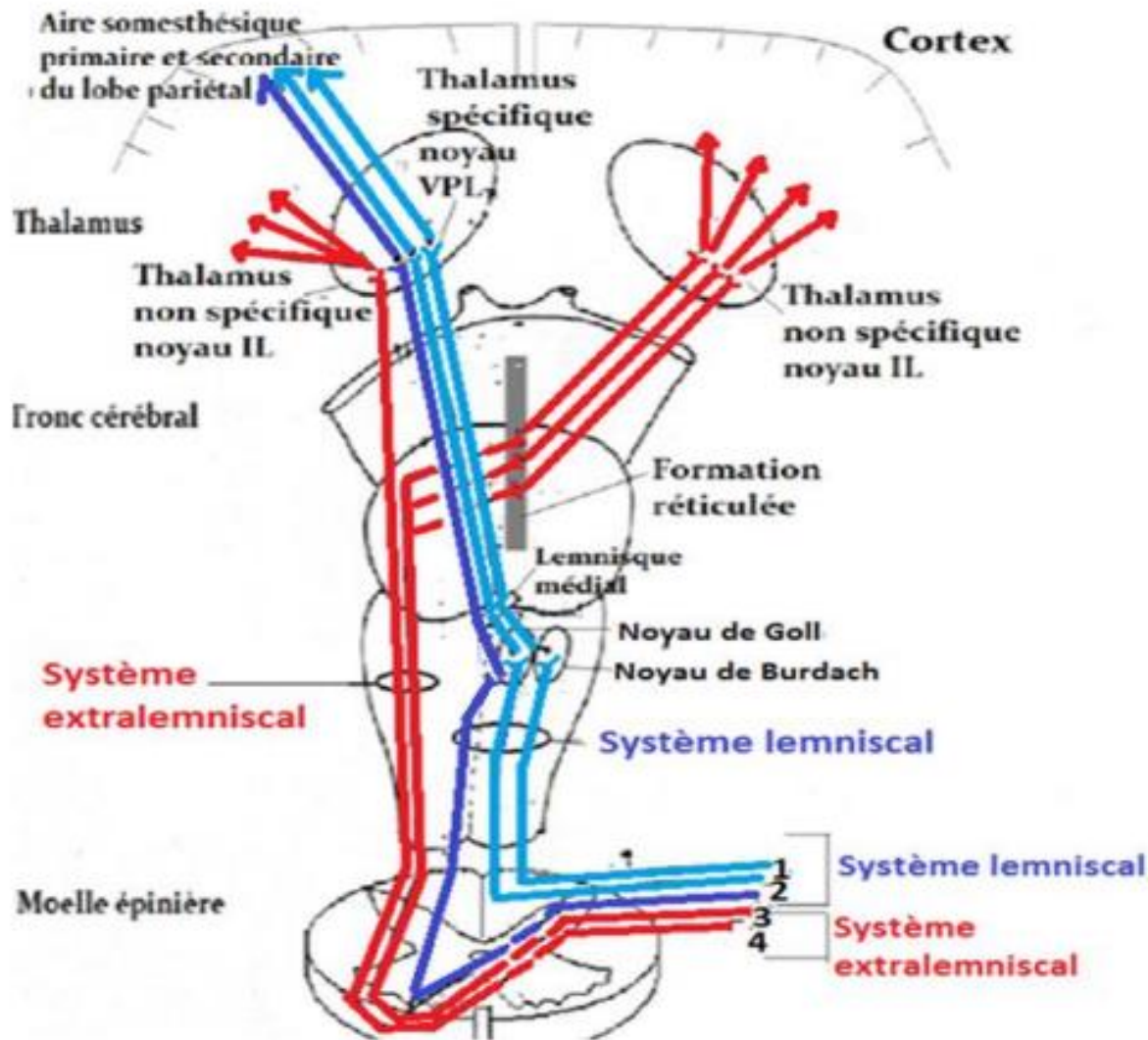
2.La substance blanche

LES VOIES DE RELAIS

A-Les voies de la somesthésie (sensibilité somatique)

Système lémniscal	Système extralémniscal
Fx cordonal postérieur (1) Fx néospinothalamique (2)	Fx spino-réticulo-thalamique (3) Fx Paléospinothalamique (4)
Relais (bulbe) Noyau de Goll (mb inf) Noyau de Burdach (cuniéforme) mb sup	Relais (3) FR (4) Passage direct
(1) Croise la ligne médiane formant le lémnisque médian (2) Rejoint (1)	En dehors du lémnisque médian
(1) Et (2) se projettent sur VPL	(3) Et (4) sur N.IL thalamus

Les voies de la somesthésie (sensibilité somatique)

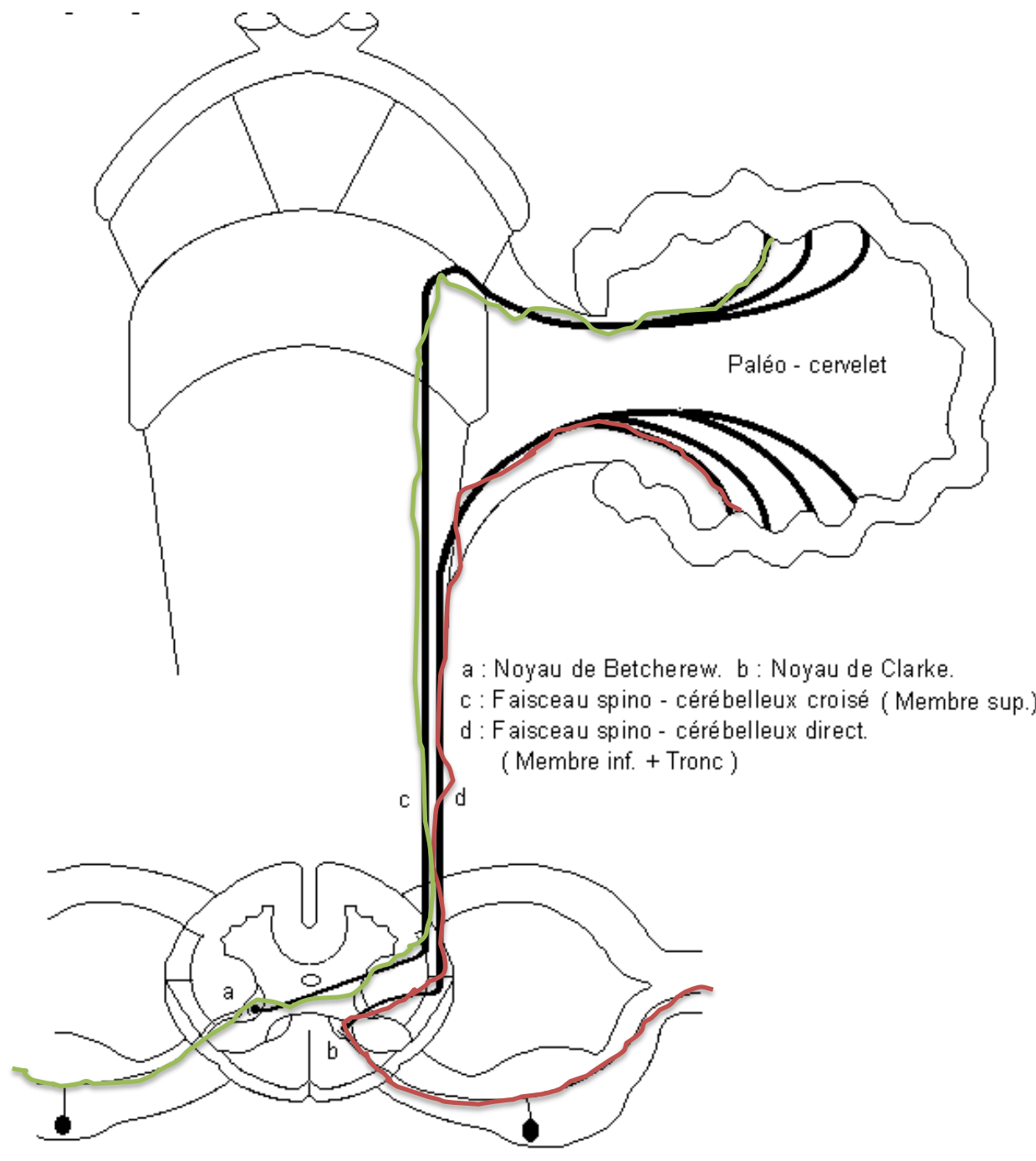


2.La substance blanche

LES VOIES DE RELAIS

B-Le faisceau spinocérébelleux

- sensibilité profonde inconsciente
 - faisceau spino-cérébelleux dorsal direct de Fleischig pour le tronc et les membres inférieurs
 - faisceau spinocérébelleux ventral croisé de Gowers pour les membres supérieurs
- Traverse tout le bulbe pour atteindre les pédoncules cérébelleux



2.La substance blanche

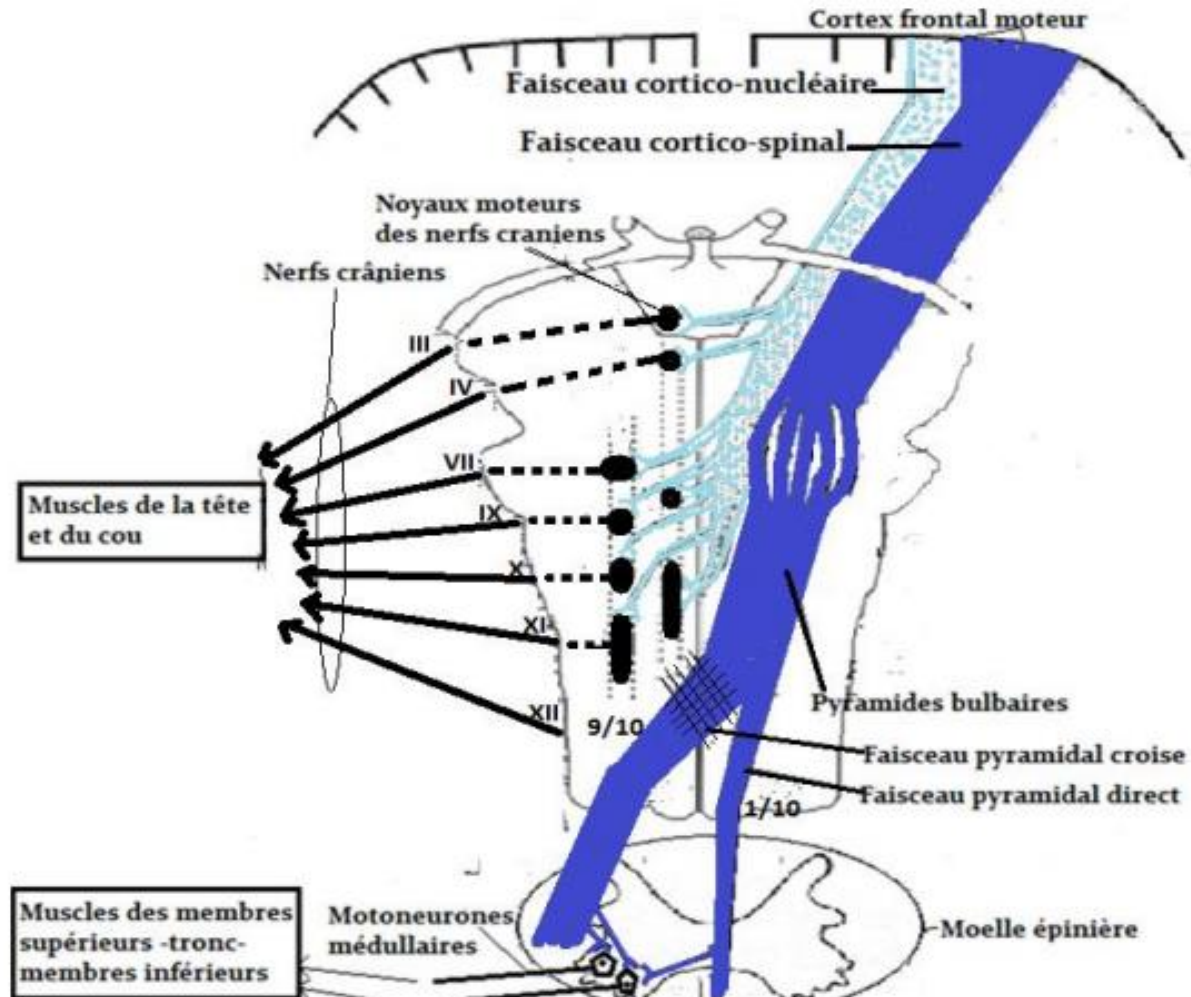
LES VOIES DE RELAIS

C- les voies de la motricité

C- 1 . MOTRICITE VOLONTAIRE

Fx cortico spinal	Fx corticogéniculé
Issu cortex frontal moteur	Cortex moteur frontal
Descend dans mesencéphale pont et bulbe	Mésencéphale
Décussation pyramidale Fx pyramidal croisé (9/10) Fx pyramidal direct (1/10)	Croise la ligne médiane → Noyaux moteurs des nerfs crâniens controlatéraux
MN des membres sup , inf , tronc	muscles de la tête et cou (la face, de la langue, pharynx et larynx)

les voies de la motricité volontaire



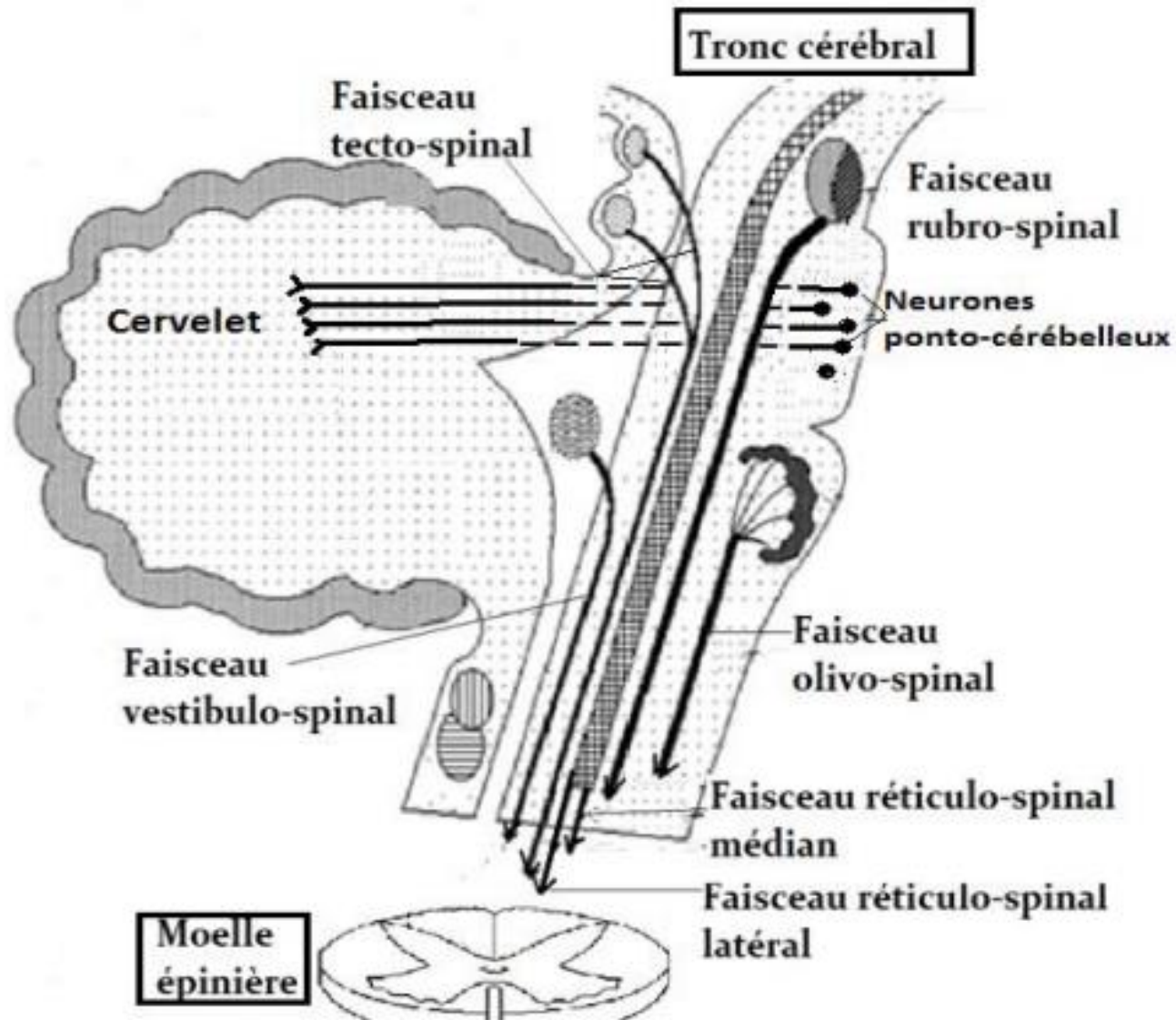
2.La substance blanche

LES VOIES DE RELAIS

C- 2 . SYSTÈME EXTRAPYRAMIDAL DE LA MOTRICITÉ INVOLONTAIRE

- **Contingent antérieur:**
 - Fx vestibulo-spinal (originaire du noyau vestibulaire de Deiters)
 - Fx réticulo-spinal médian (né de la FR pontique) ont
→ influence sur les muscles axiaux (posture) et les extenseurs
- **Contingent postérieur**
 - Fx rubro-spinal (originaires du noyau rouge)
 - Fx réticulo-spinal latéral (réticulée bulbaire)
→ influence sur les muscles fléchisseurs distaux
(mouvements fins des extrémités)

SYSTÈME EXTRAPYRAMIDAL DE LA MOTRICITÉ INVOLONTAIRE



2.La substance blanche

LES VOIES DE RELAIS

- C- 2 . SYSTÈME EXTRAPYRAMIDAL DE LA MOTRICITÉ INVOLONTAIRE

Autres :

- -Le faisceau tecto-spinal: colliculus supérieurs et inférieurs. Il intervient dans le contrôle des mouvements automatiques des yeux et de la tête lors de la poursuite d'un objet visuel.
- -Le Faisceau olivo-spinal: contrôle du tonus musculaire et des reflexes.
- -Les neurones ponto-cérébelleux : issues des noyaux du pont → coordination motrice, l'amélioration de la précision motrice.

noyaux gris (ganglions de la base)

cortex moteur

striatum

GPe

GPI

STN

SN

thalamus

relais de rétrocontrôle

noyau rouge

mésencéphale

voies extrapyramidales

système moteur
latéral

voies tectospinale
& rubro-spinale

substance réticulée

voie pyramidale, cortico-spinale

système moteur
ventromédian

voie vestibulospinale
voie réticulospinale
(pontique & bulbaire)

décussation

faisceau croisé

faisceau direct

lombaires

effecteurs musculaires

motoneurones

motoneurones

effecteurs musculaires

système moteur

latéral

cortico-spinal

rubro-spinal

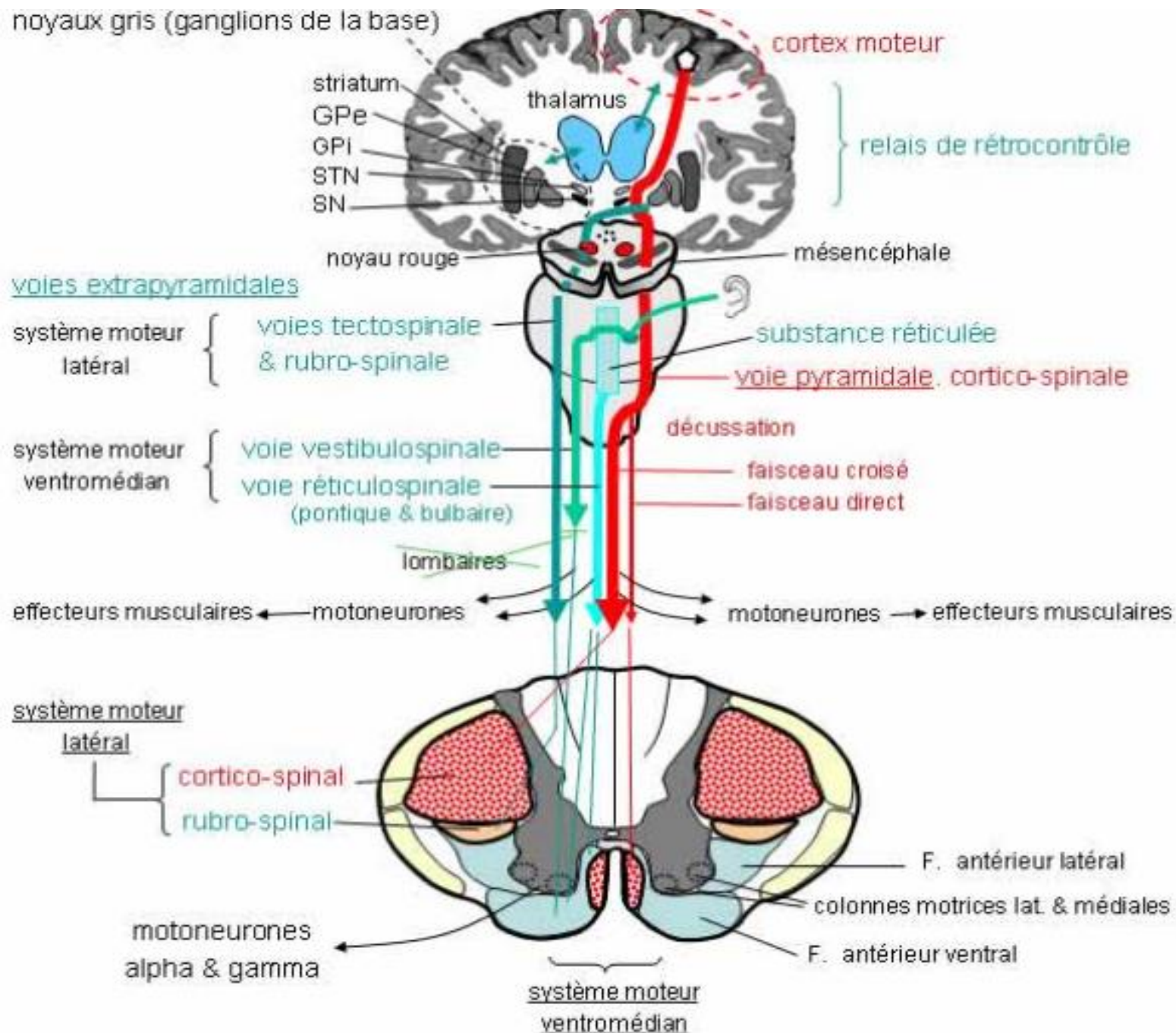
F. antérieur latéral

colonnes motrices lat. & médiales

F. antérieur ventral

motoneurones
alpha & gamma

système moteur
ventromédian



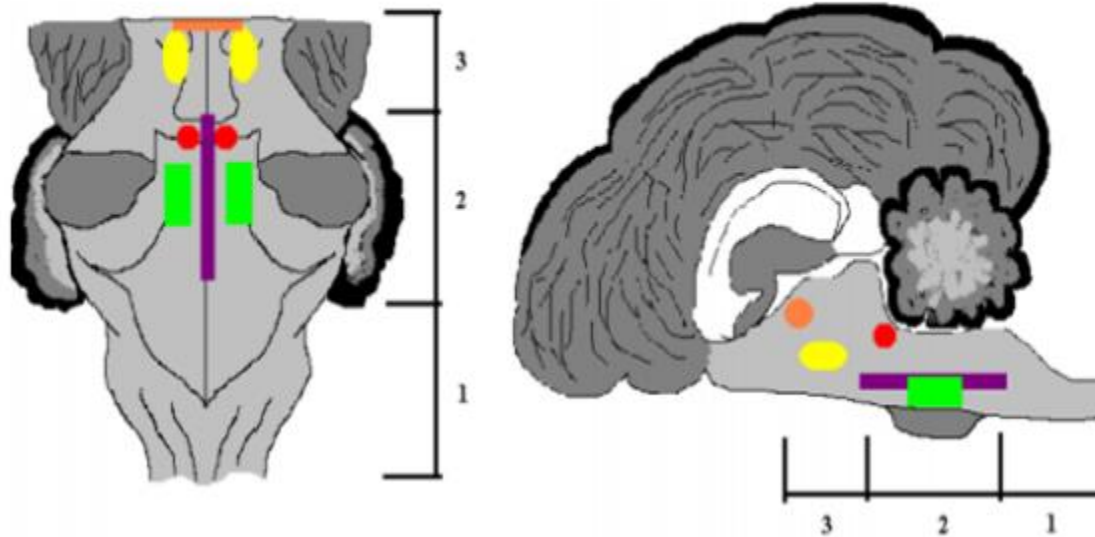
La formation réticulée

I. INTRODUCTION

- •La FR s'étend sur toute la hauteur du tronc cérébral, de la moelle allongée (bulbe) à la jonction mésencéphalo-diencéphalique. Elle est plutôt médiale et ventrale dans le TC.
- La FR est l'équivalent de la substance grise comportant un ensemble de neurones ni sensitifs, ni moteurs

I. INTRODUCTION

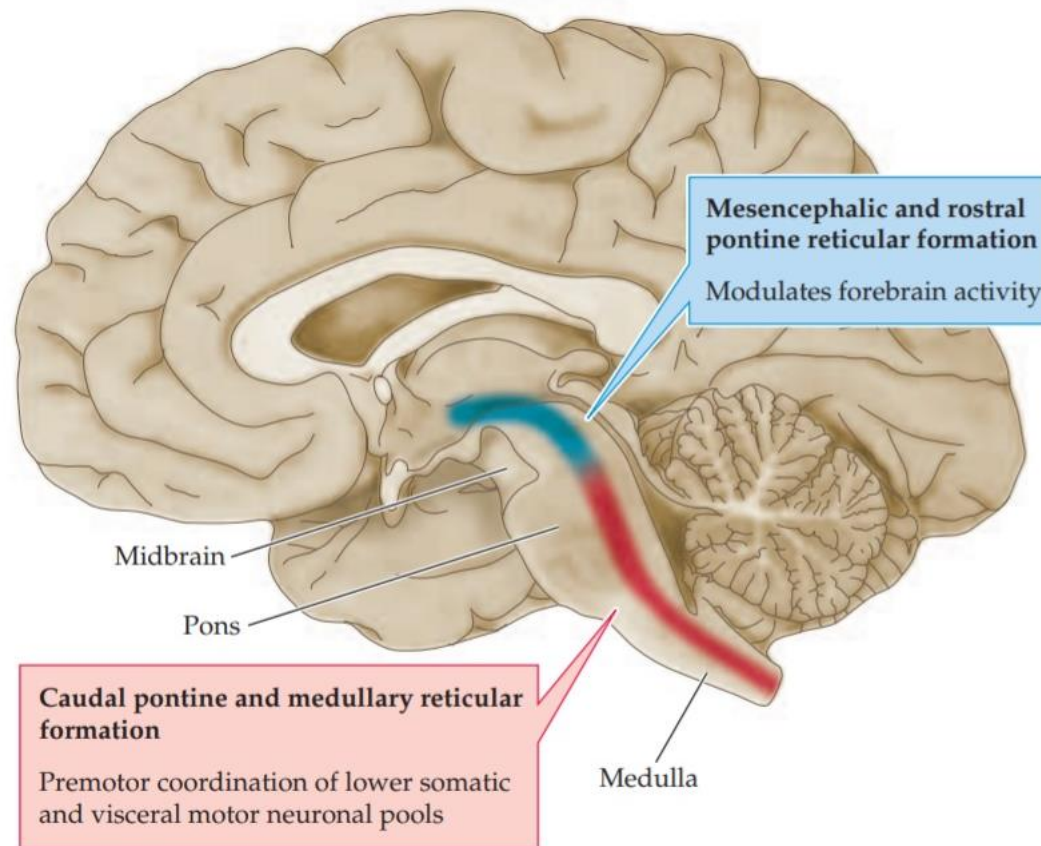
Vue ventrale et vue de profil gauche de la
formation réticulée



I. INTRODUCTION

- structure nerveuse du tronc cérébral
- plusieurs noyaux particuliers regroupés.
- système d'intégration multisynaptique → connectée avec la quasi-totalité des structures nerveuses centrales.
- régulation de grandes fonctions vitales
 - ✓ cycles veille-sommeil
 - ✓ le contrôle d'activités motrices réflexes ou stéréotypées, comme la marche ou le tonus postural
 - ✓ fonctions cognitives telles que l'attention.
- contrôle les activités grâce au système ascendant activateur et du système descendant inhibiteur et facilitateur

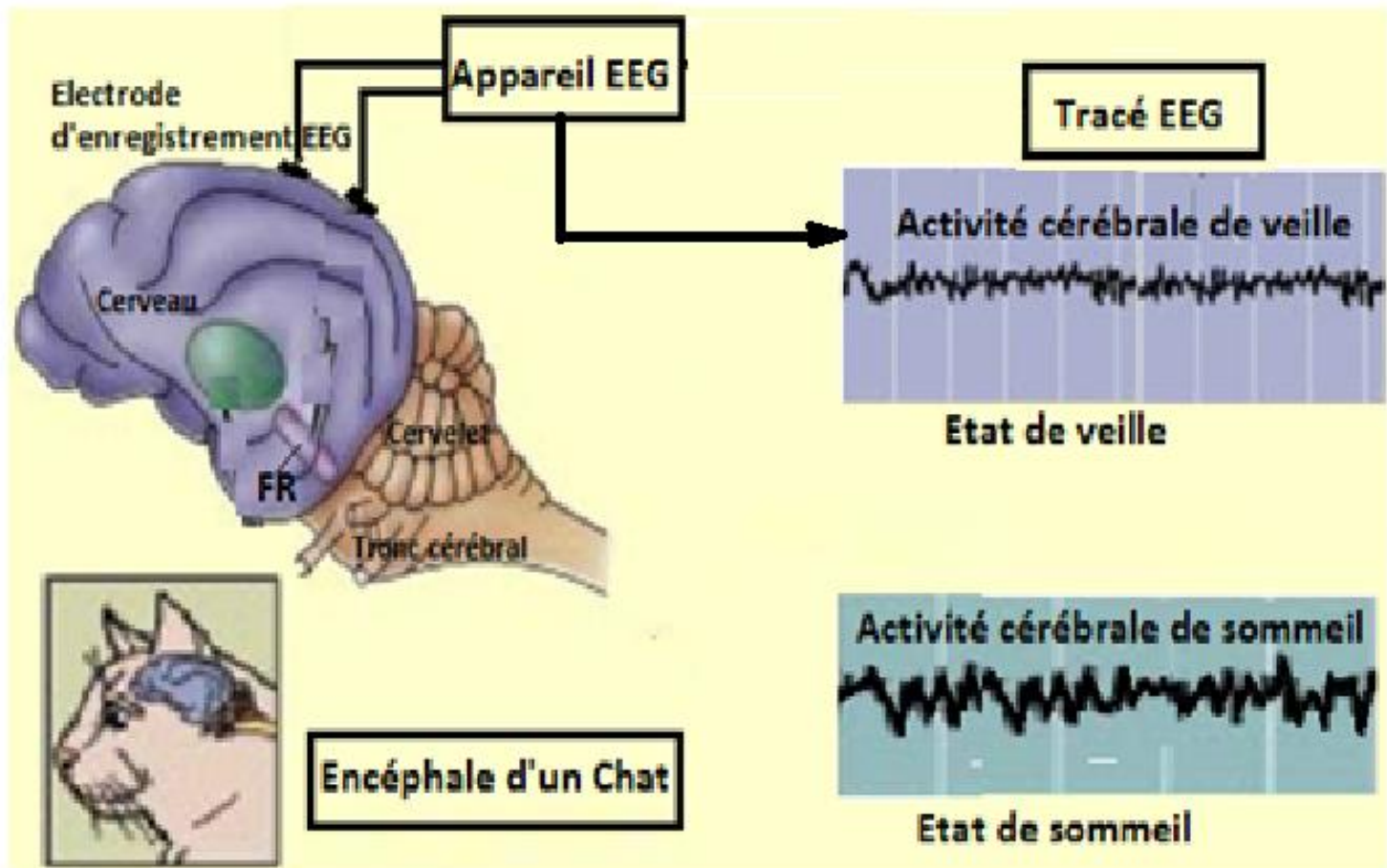
I. INTRODUCTION



II. Mise en évidence du rôle de la formation réticulée :

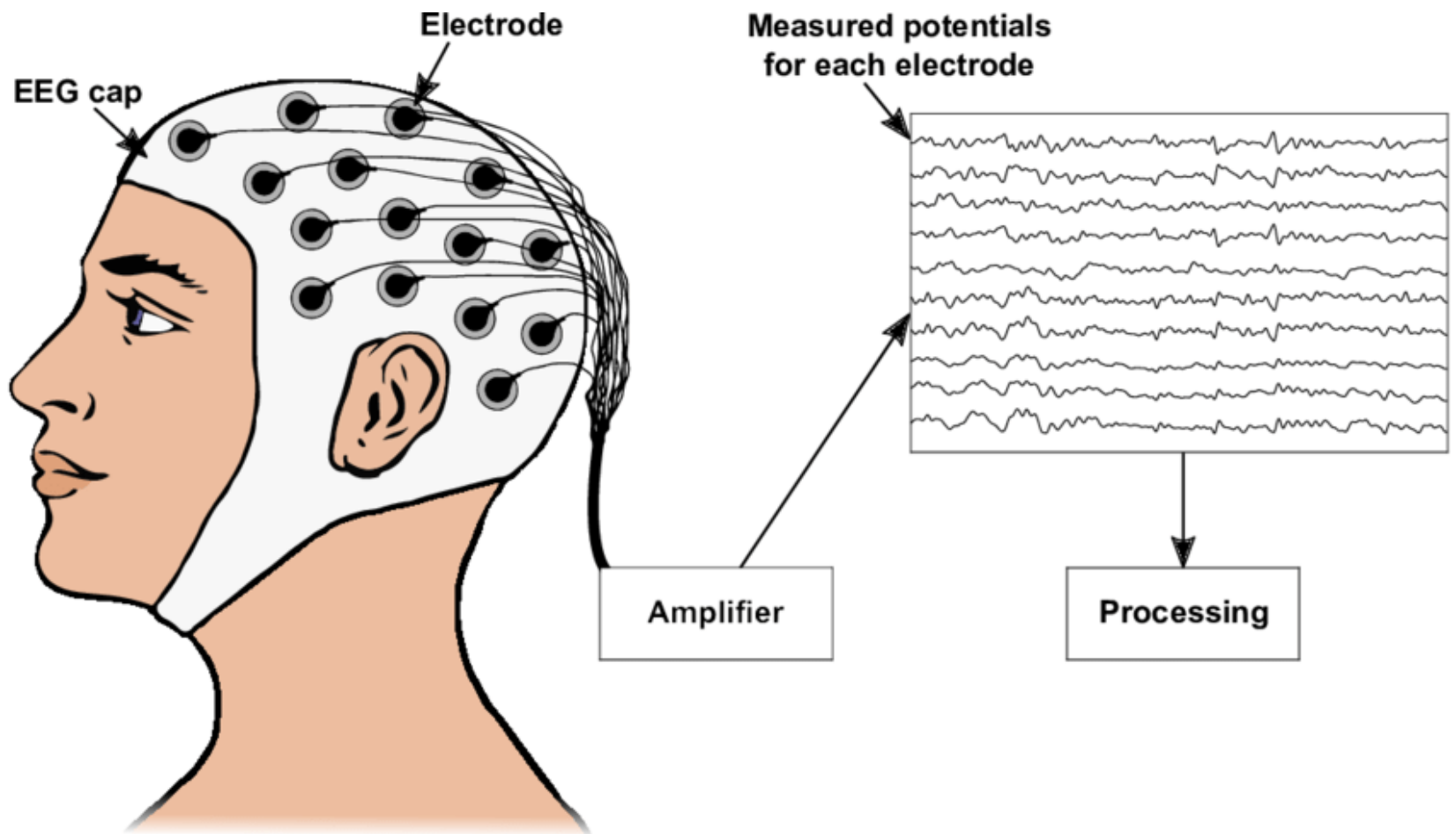
A. Expérience de Magoun et Moruzzi : en 1949

- Rôle de la FR dans l'activation corticale ou dans l'état de veille
- expériences de stimulation du tronc cérébral d'un chat endormi/somnolent
- Enregistrement d'activité électrique cérébrale par EEG
- phases de veille et sommeil





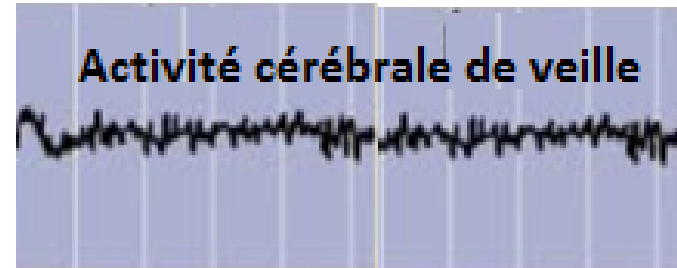
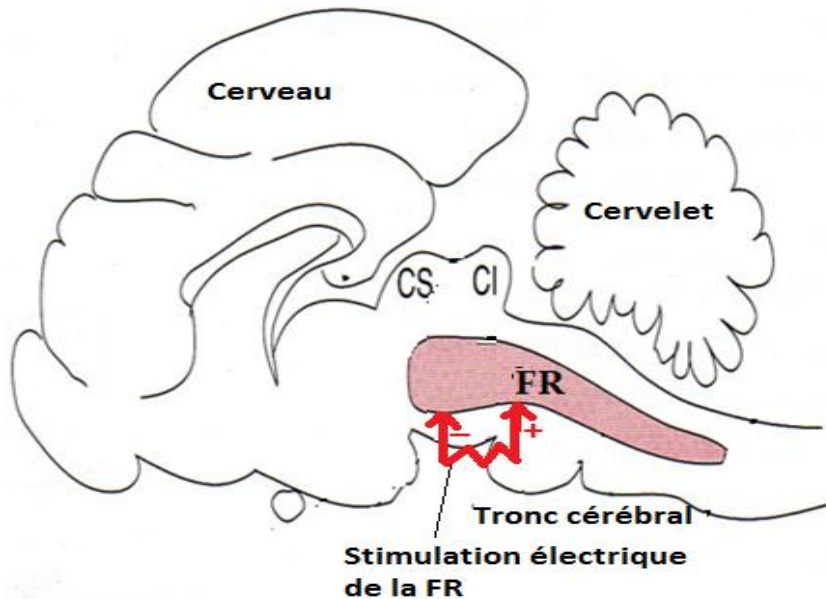
Electroencephalogram EEG



EEG

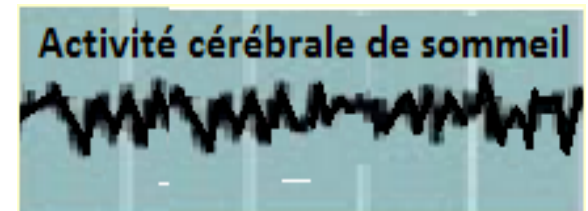
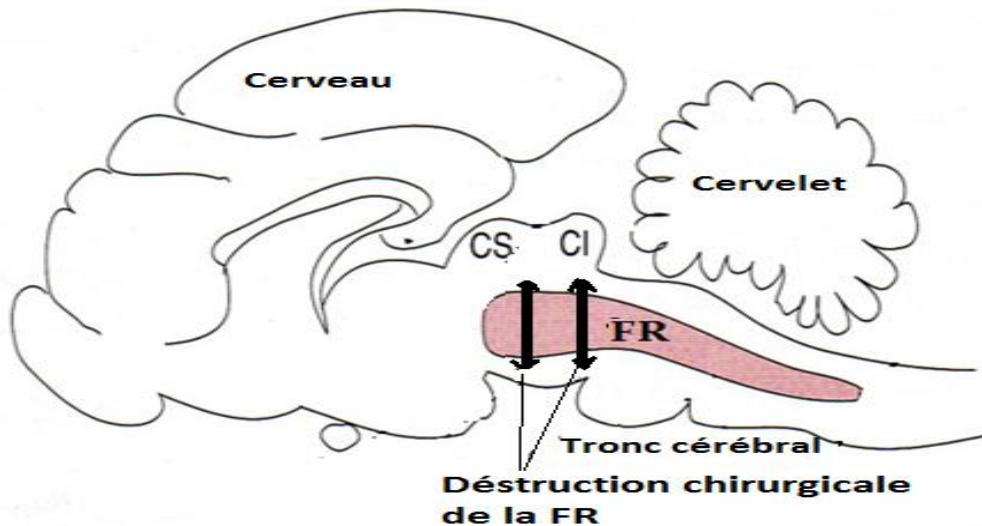
Expérience de Magoun et Moruzzi : Résultat :

- La stimulation électrique (localisée) de la FR provoque un réveil et une activité EEG rapide (à haute fréquence).



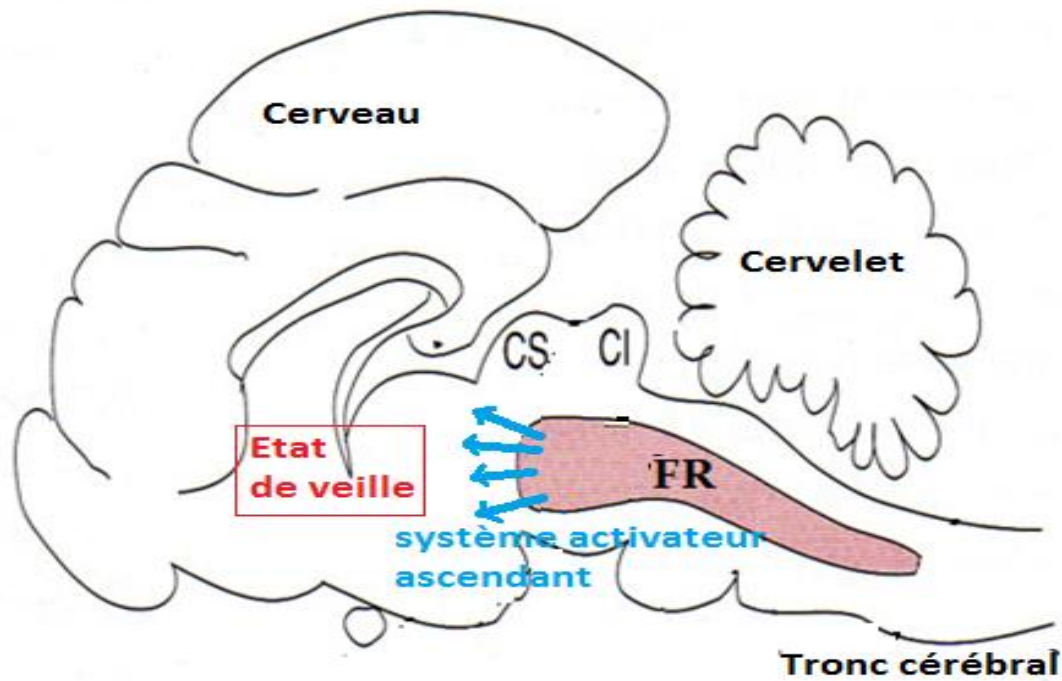
-A l'inverse, la destruction chirurgicale de FR (par une lésion focale et médiane du tronc cérébral), supprime toute possibilité de réveiller l'animal

→ sommeil irréversible voir un état de coma continu
activité EEG lente (à basse fréquence).



Expérience de Magoun et Moruzzi

l'état de veille (ou l'activation corticale), dépend fortement de la FR (surtout mésencéphalique), qui constitue un grand **système activateur ascendant**.



B. Expérience de SECUNDO:

- la FR participe également dans la genèse d'autres réactions associées à l'état de veille (qui dépendent aussi de la FR).
- L'expérience a été réalisée sur un singe endormi puis éveillé au repos
- stimulation électrique par des électrodes en regard du tronc cérébral, par des voltages croissants

Résultats

1. Lors d'une faible stimulation,
 - le singe est réveillé (s'il était endormi),
 - arrête ses occupations (s'il était éveillé au repos), et tourne la tête comme s'il attendait un événement.
2. Une stimulation un peu plus forte, provoque une réaction d'agitation, et un comportement moteur de posture et de défense.
3. Une forte stimulation provoque la terreur et la panique, des cris et des réactions végétatives.

Résultats

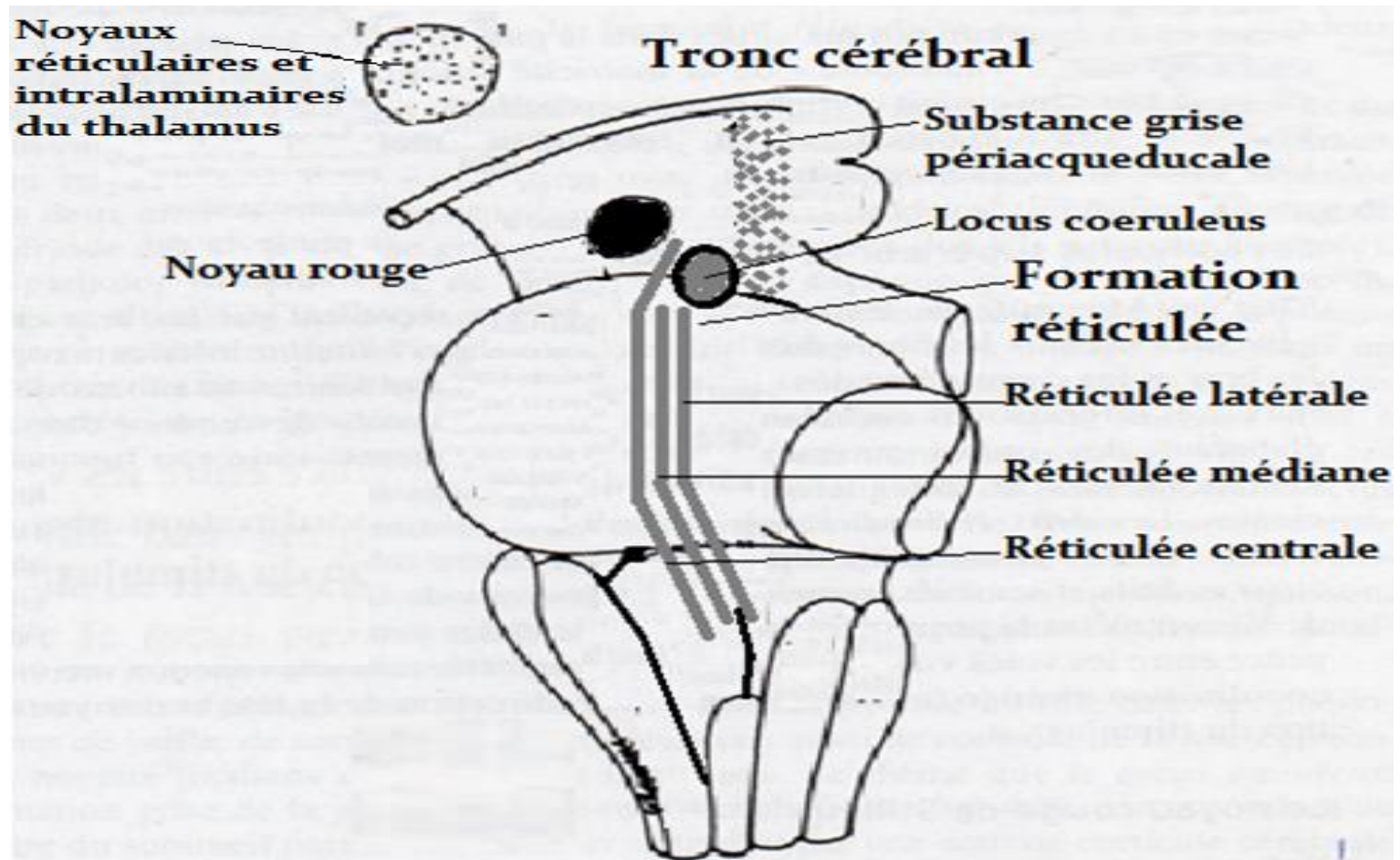
La FR peut donc se comporter à la fois comme une

- **structure unique(1)**

la stimulation électrique localisée et faible provoque uniquement une réaction d'éveil isolé (FR à fonction unique).

- **structure complexe** à fonctions multiples qui peut réagir de façon globale face aux stimulations intenses (2 et 3), cela est dû à l'existence des voies de projections diffuses de la FR vers plusieurs structures nerveuses centrales.

III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulaire :



III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulaire :

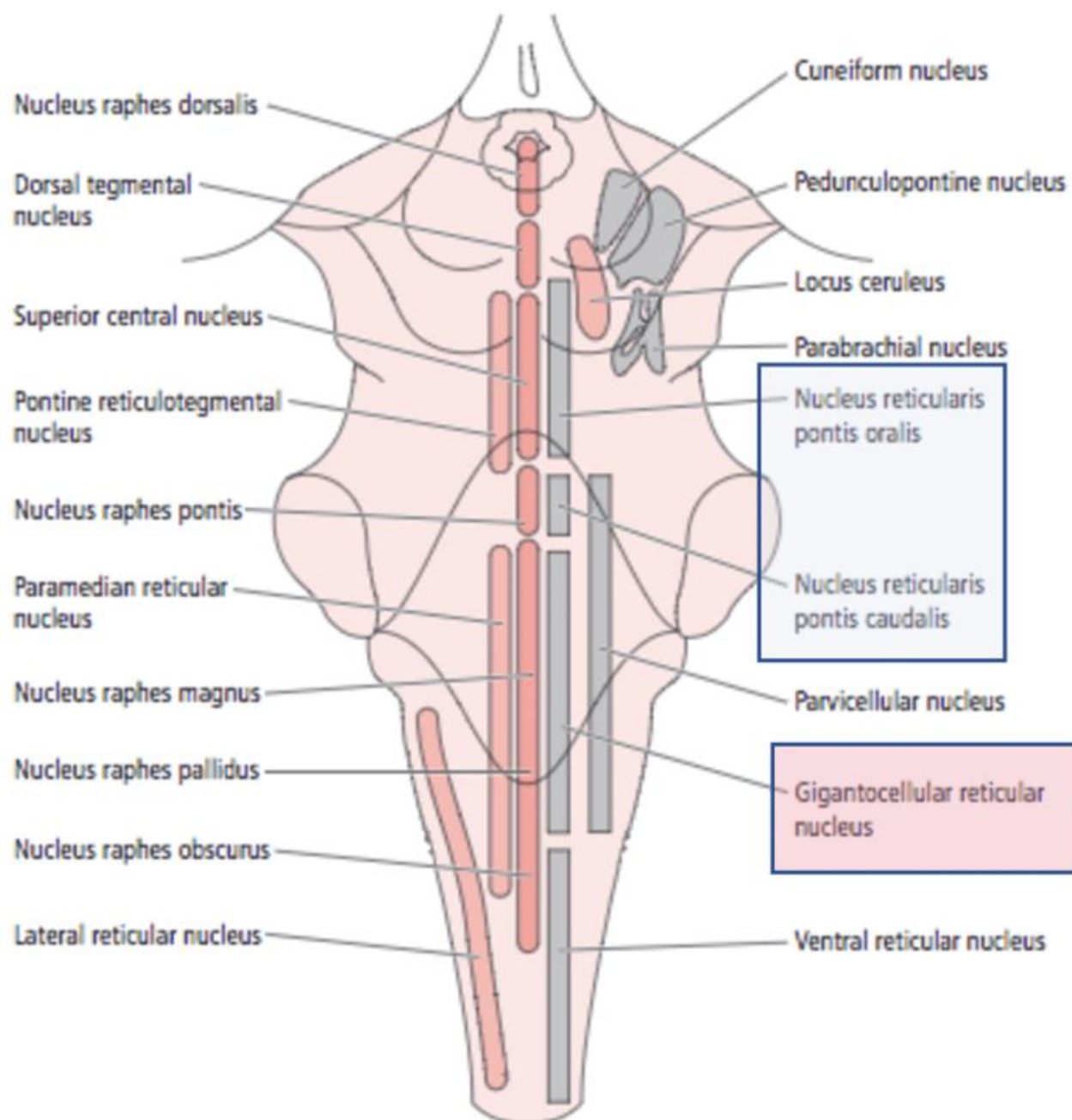
- occupant la partie centrale de la substance grise des trois étages du tronc cérébral, elle est en continuité en bas avec la zone intermédiaire de la substance grise médullaire (couche VII de Rexed), en haut avec les noyaux intra laminaires et réticulaires du thalamus.
- c'est un amas de cellules de morphologie et de taille variables, au sein d'un riche réseau de fibres, la distingue des autres noyaux) du tronc cérébral.
- la FR est divisée en trois colonnes longitudinales de noyaux occupant les régions bulbo-ponto-mésencéphalique :

III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulaire :

La colonne centrale(noyaux du raphé) cellules des grandes tailles, magnocellulaires

-La colonne médiane: cellules de grandes tailles, magnocellulaire, à longs axones

-La colonne latérale: cellules de petites tailles, parvocellulaire, à courts axones



III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulaire :

Deux autres structures qui sont fortement connectées anatomiquement et fonctionnellement avec la formation réticulée:

- Le locus coeruleus (LC): noradrénergique
- La substance grise périaqueducale (SPGA): noradrénaline, sérotonine, glutamate...).

IV. Les connexions de la substance réticulée

1. Afférences et efférences des noyaux du raphé :

-Les afférences :

cortex, du cervelet, de l'hypothalamus, de la substance grise périaqueducale et du locus coeruleus.

-Les efférences :

•**les efférences ascendantes**: cortex surtout frontal, à l'hypothalamus, au thalamus, aux noyaux gris centraux (NGC), au locus coeruleus.

Sérotoninergiques+++

•**Les efférences descendantes** : noyaux des nerfs crâniens, la moelle épinière.

IV. Les connexions de la substance réticulée

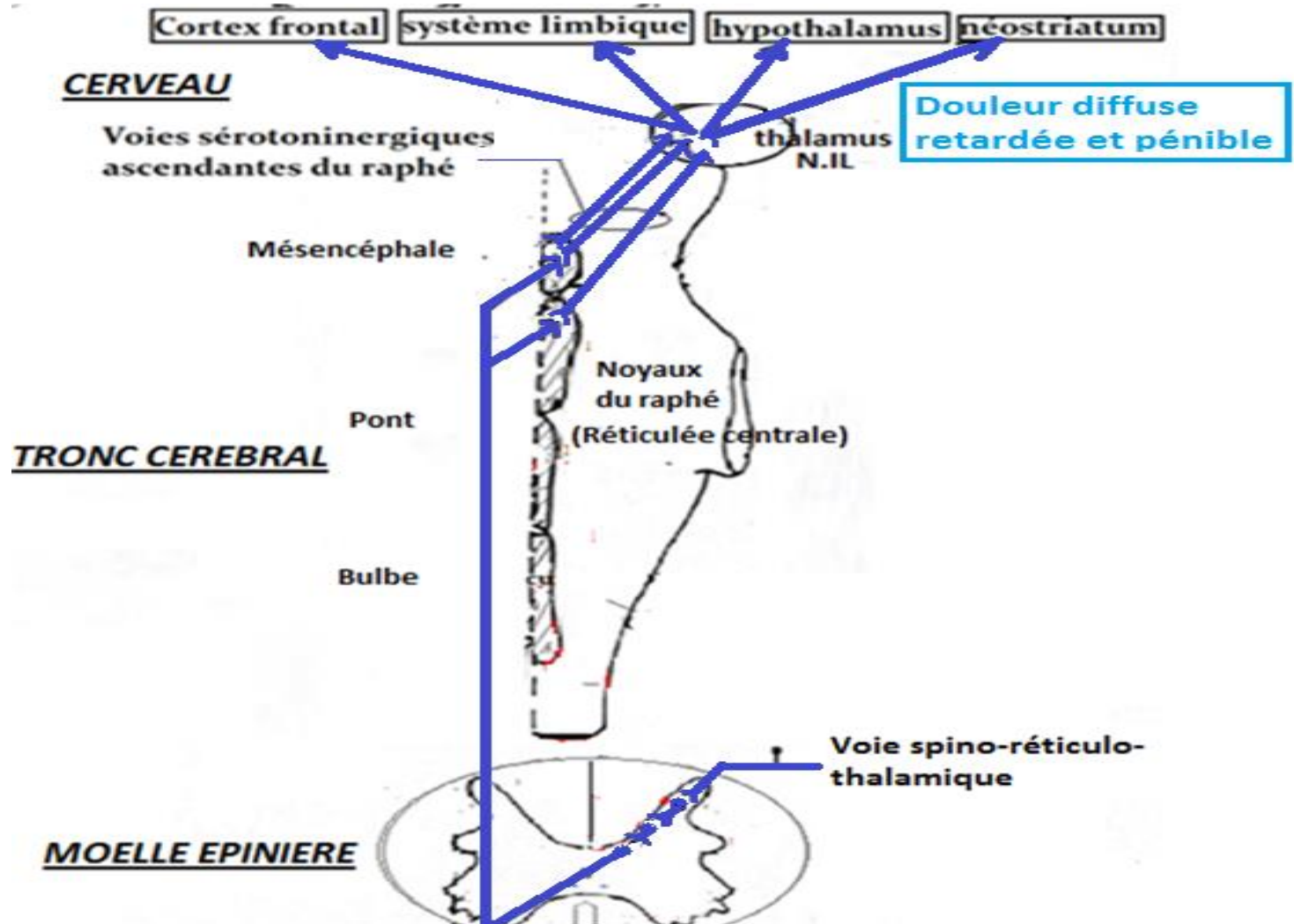
2. Afférences et efférences de la réticulée médiale et latérale :

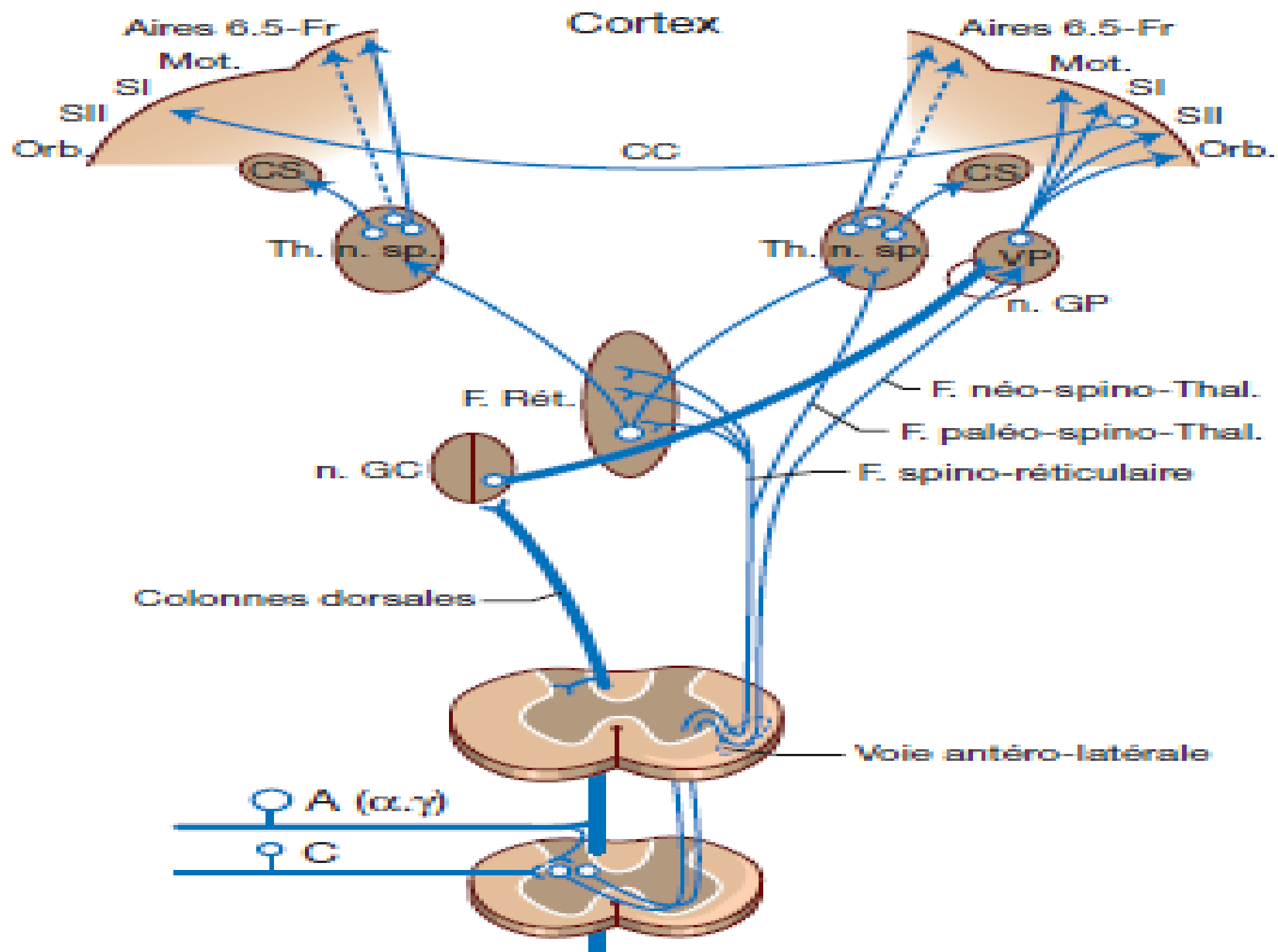
- **Les afférences** : cortex, de l'hypothalamus, de la moelle épinière, des noyaux des nerfs crâniens.
- **Les efférences** :
 - Les efférences descendantes : vers la moelle épinière.
 - Les efférences ascendantes : vers le thalamus, l'hypothalamus, NGB , les noyaux des nerfs crâniens.

V. Les fonctions de la formation réticulée :

- Le système polysynaptique réticulaire « descendant », à projection principalement médullaire, Il intervient :
 - dans le contrôle de la motricité involontaire par le contrôle du tonus musculaire et de la posture,
 - dans le contrôle inhibiteur de la douleur,
 - dans le contrôle des fonctions végétatives.
- Le système polysynaptique réticulaire « ascendant », à projection cérébrale, il intervient :
 - dans la transmission des influx nociceptifs et
 - dans la genèse des phénomènes de veille et de sommeil.

1. Rôle dans la transmission de la douleur :





1. Rôle dans la transmission de la douleur :

- Des projections ascendantes provenant de la moelle épinière se dirigent vers les noyau du raphé
- Les noyaux du raphé ponto-mésencéphalique sont à l'origine des projections ascendantes sérotoninergiques à action excitatrice vers les noyaux thalamiques (N.intralaminaires ou N.IL)
- **la voie spino-réticulo-thalamique** de la nociception (douleur mal systématisée ou diffuse, retardée et pénible).
- Ces noyaux intralaminaires sont à l'origine de projections diffuses vers plusieurs structures cérébrales : le lobe frontal et le système limbique (cortex cingulaire et l'amygdale), vers l'hypothalamus et les noyaux gris centraux (NGC)

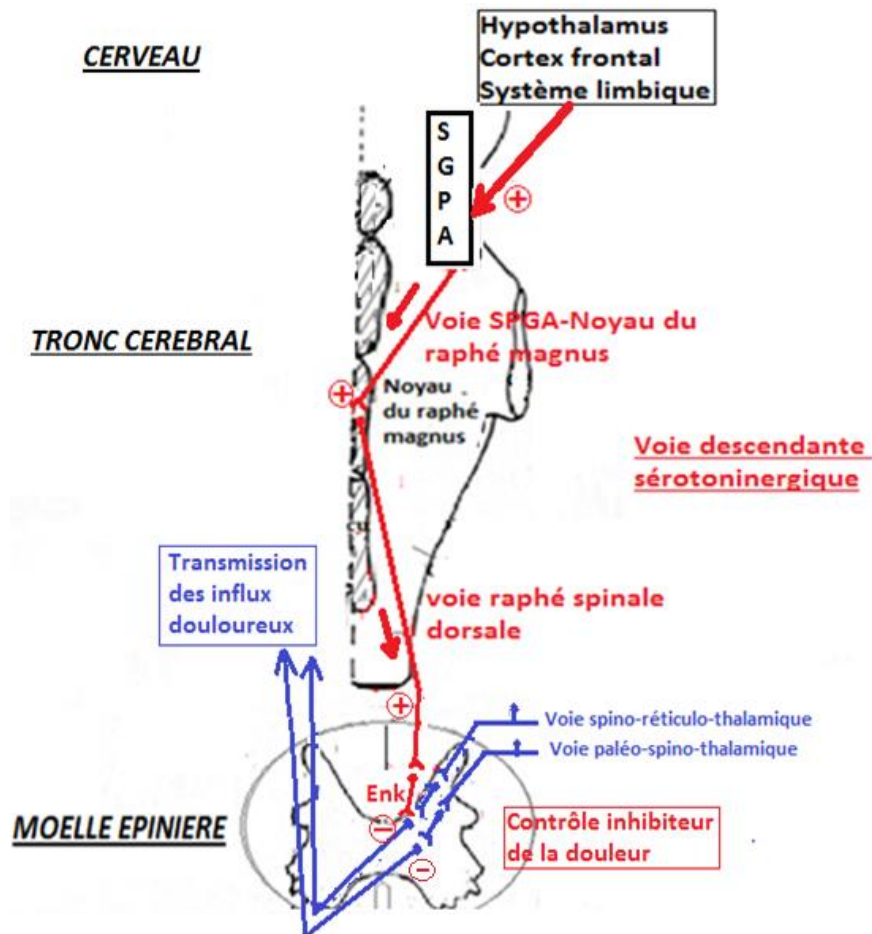
1. Rôle dans la transmission de la douleur :

Par le relais sur le système limbique (centre émotionnel) et sur le cortex frontal : responsable du caractère désagréable de la sensation douloureuse et du contexte affectif qui l'entour (peur, cris..), joue un rôle également dans la mémorisation de l'expérience douloureuse.

Par le relais hypothalamique (structure nerveuse à fonction régulatrice végétative) : à l'origine des réponses neurovégétatives à la douleur par l'excitation du système sympathique : comme accélération cardiaque et respiratoire, vasoconstriction.

Par le relais sur les NGC (néostriatum): à l'origine des réponses motrices automatiques élaborées après une stimulation douloureuse (réaction de fuite).

2. Rôle dans le contrôle inhibiteur de la douleur :



2. Rôle dans le contrôle inhibiteur de la douleur :

- Par l'intermédiaire des noyaux du raphé et de la substance grise périaqueducale (SGPA)
- Le noyau raphé bulbaire donne une voie descendante sérotoninergique : **La voie raphé-spinale dorsale**, qui se projette sur la corne dorsale
- activant des interneurones libérant les endorphines (enképhaline), Qui inhibent les neurones (des voies spino-réticulo-thalamiques et paléo-spinothalamiques).
- Donc Elle exerce un contrôle inhibiteur *descendant* sur la nociception (effet analgésique).

3. Rôle dans la genèse de l'état de veille :

- L'état de veille est un état dans lequel :
- Le sujet est attentive ou vigile,
- il est engagé dans des opérations supérieures d'ordre cognitive (raisonnement, calcul mental, apprentissage...) réclamant toute son attention,
- le sujet interagit avec tout stimulus sensoriel de l'environnement.

3. Rôle dans la genèse de l'état de veille :

L'état de veille s'accompagne d'une importante activité des neurones spécifiques du tronc cérébral (centre de veille) à savoir:

- des neurones noradrénergiques du locus coeruleus,
- des neurones sérotoninergiques du raphé (R.dorsalis),
- des neurones cholinergiques de la réticulée médiane mésencéphalique (noyau pontis).

Ces derniers se projettent sur les noyaux réticulaires du thalamus (N.R), et qui sont à l'origine des projections ascendantes cholinergiques diffuses vers l'ensemble du cortex cérébral.

Cette projection est à l'origine de l'état de désynchronisation des cellules corticales

4. Rôle dans la genèse de l'état de sommeil :

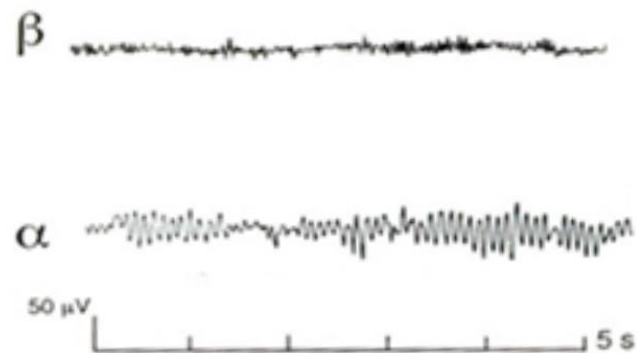
- Le sommeil occupe un grand tiers de notre vie,
- défini par : la suspension des activités conscientes
- Le sommeil comprend deux états tout à fait différents :
 1. le sommeil à ondes lentes (sommeil calme),
 2. le sommeil paradoxal (sommeil agité).
- périodicité circadienne (en alternant avec l'état de veille),
- il est déclenché par l'activation du noyau préoptique de l'hypothalamus antérieure (centre du sommeil)
- Ce noyau émet des projections gabaergiques inhibitrices sur les neurones d'éveil de la formation réticulée

Encadré : EEG

Electroencéphalographie(EEG) est une technique qui permet l'enregistrement de l'activité électrique corticale au moyen des électrodes de surface posées sur le scalp, sous forme de variations de potentiels électriques entre deux régions voisines du cerveau, à l'origine d'un tracé EEG ou Electroencéphalogramme.

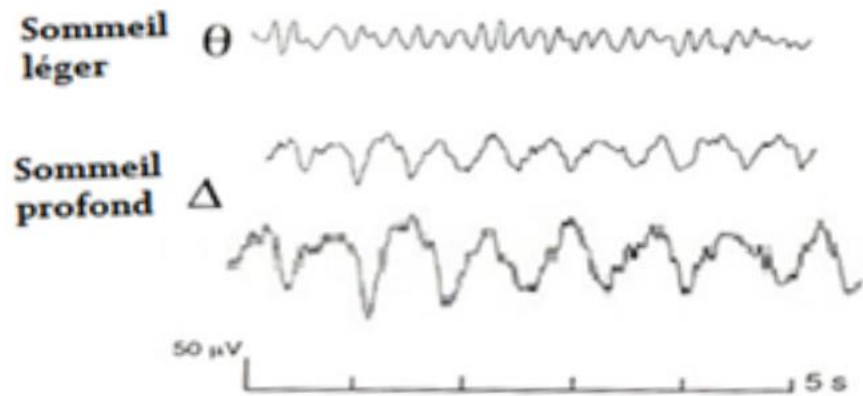
- Dans l'état de veille, l'électroencéphalogramme est caractérisé par une succession d'ondes rapides et de bas voltage, de type Béta de 15 à 30Hz et alpha de 8 à 13Hz. Le tracé EEG est dit désynchronisé (par une activité corticale désynchronisé).
- Par opposition dans l'état de sommeil, le tracé EEG est de type synchronisé (par une activité corticale synchronisé), constitué d'ondes lentes et amples, de type delta (inf à 4Hz) et thêta (de 4,5 à 7Hz)

Etat de veille



Désynchronisation
de l'activité corticale

Etat de sommeil



Synchronisation
de l'activité corticale

5. Rôle dans le maintien de la posture ou dans l'équilibration :

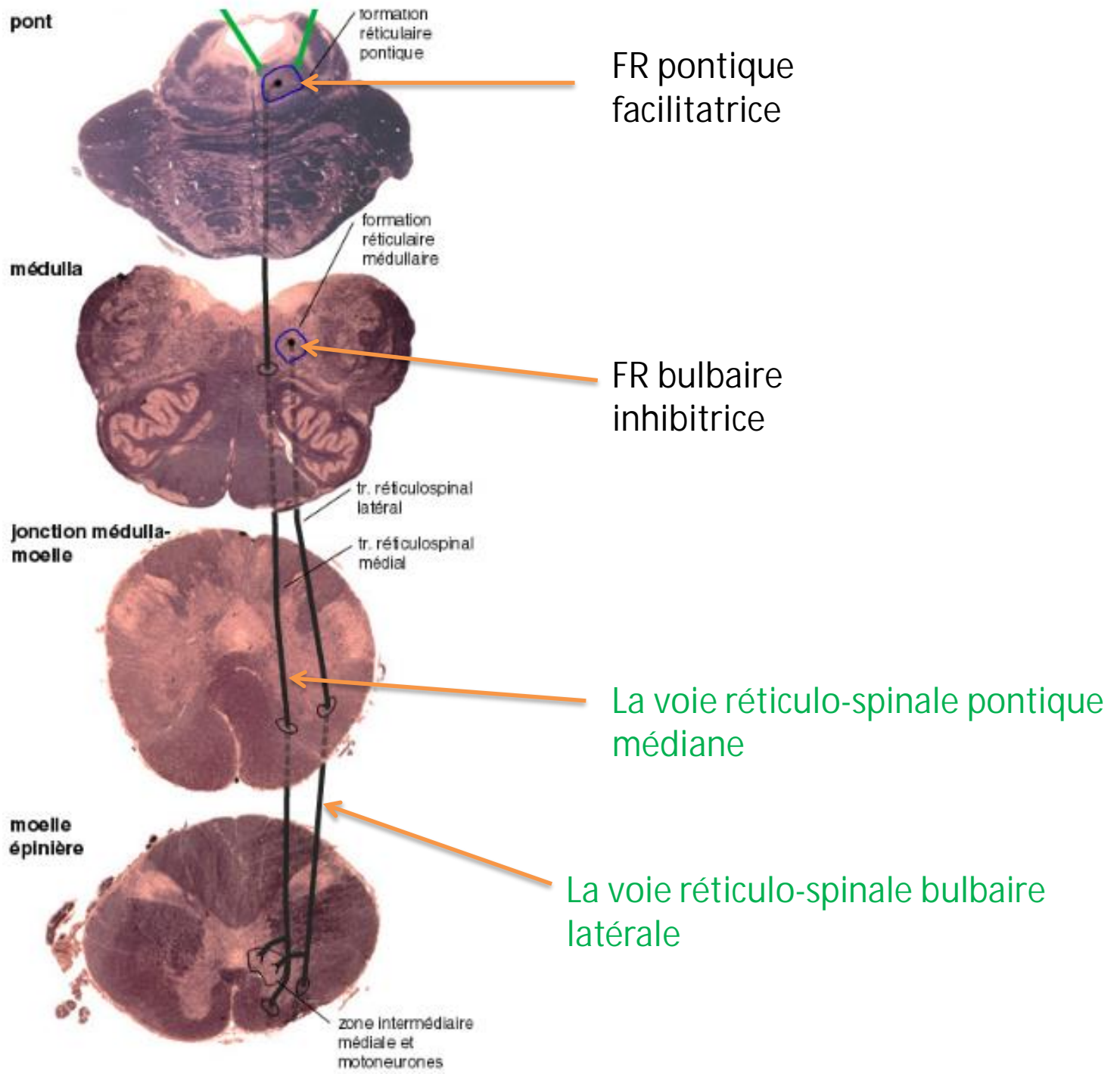
Le tonus : l'activité ou la tension musculaire au repos (ou dehors d'un mouvement).

La posture : c'est une position stable du segment ou du corps dans l'espace.

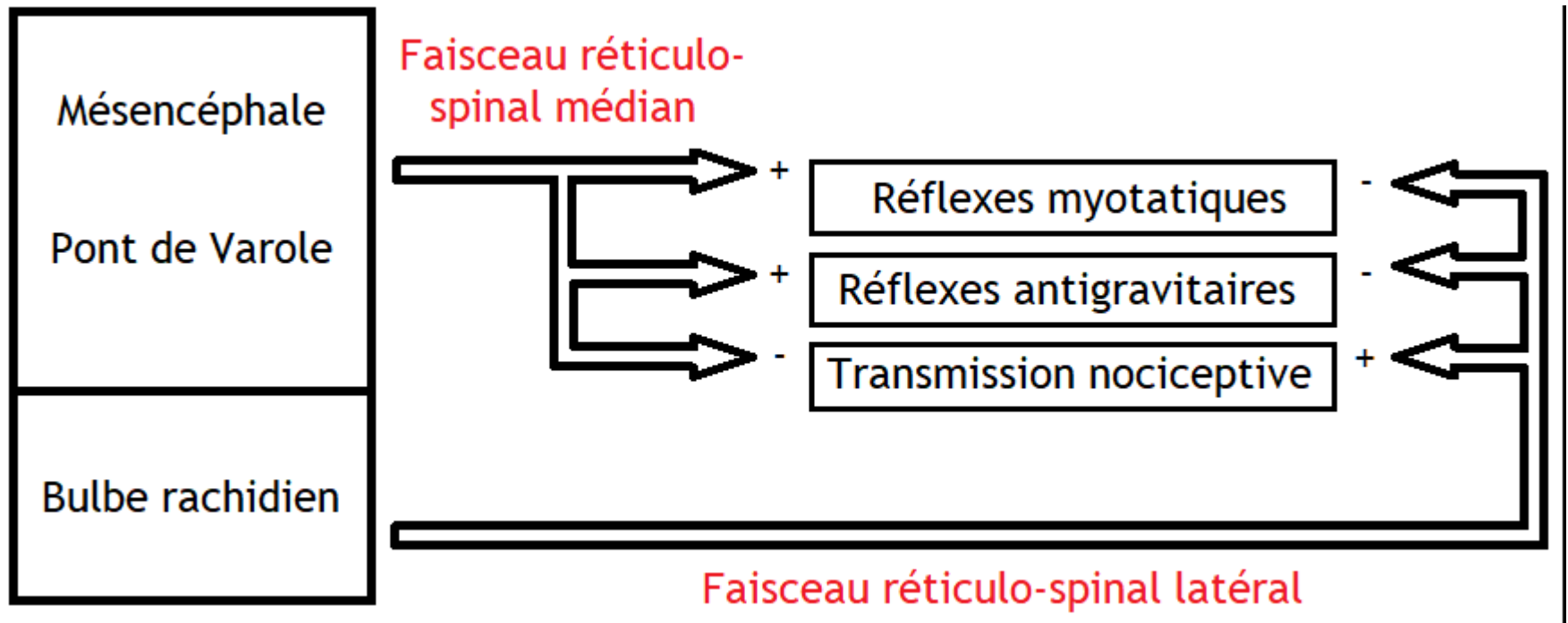
- La FR participe dans le maintien de la posture ou de l'équilibre d'un membre ou de l'ensemble du corps :
 - en augmentant l'activité tonique (ou le tonus) des muscles antigravitaires extenseurs
 - en diminuant en même temps l'activité tonique des muscles fléchisseurs, pour un segment, un membre, ou pour l'ensemble des muscles du corps.

5. Rôle dans le maintien de la posture ou dans l'équilibration :

- Il existe deux types de voies:
- **La voie réticulo-spinale pontique médiane** : naît de la réticulée médiane pontique, elle se projette sur la corne antérieure ipsilatérale, elle exerce un effet activateur ou facilitateur tonique des muscles extenseurs antigravitaires.
- **La voie réticulo-spinale bulbaire latérale** : naît de la réticulée médiane bulbaire, elle a un trajet indifféremment direct ou croisé, se termine comme la précédente, elle exerce un effet inhibiteur tonique du réflexe myotatique contrôlant ainsi les mouvements automatiques comme la marche et les ajustements posturaux
- Ces deux systèmes sont donc antagonistes et permettent un équilibre entre les influences excitatrices et inhibitrices qui s'exercent sur les circuits spinaux



5. Rôle dans le maintien de la posture ou dans l'équilibration :



VI. CONCLUSION

Dans sa fonction ascendante, la formation réticulée maintient un « état de veille » en envoyant en permanence des influx au cortex cérébral par l'intermédiaire du thalamus ; on parle alors de FFRA ou « formation réticulée activatrice ascendante ».

Cette partie de la formation réticulée est inhibée par les centres du sommeil et certains somnifères agissent directement sur elle.

D'autre part, la formation réticulée aurait un rôle de filtre des informations sensorielles répétitives

EXP : vous ne perceviez pas le bruit fait par la ventilation de votre ordinateur jusqu'à ce que vous lisiez cette phrase ; ce bruit étant répétitif, l'information était stoppée.

Dans sa fonction motrice, la formation réticulée intervient dans le maintien du tonus musculaire et dans la coordination des contractions des muscles striés squelettiques.