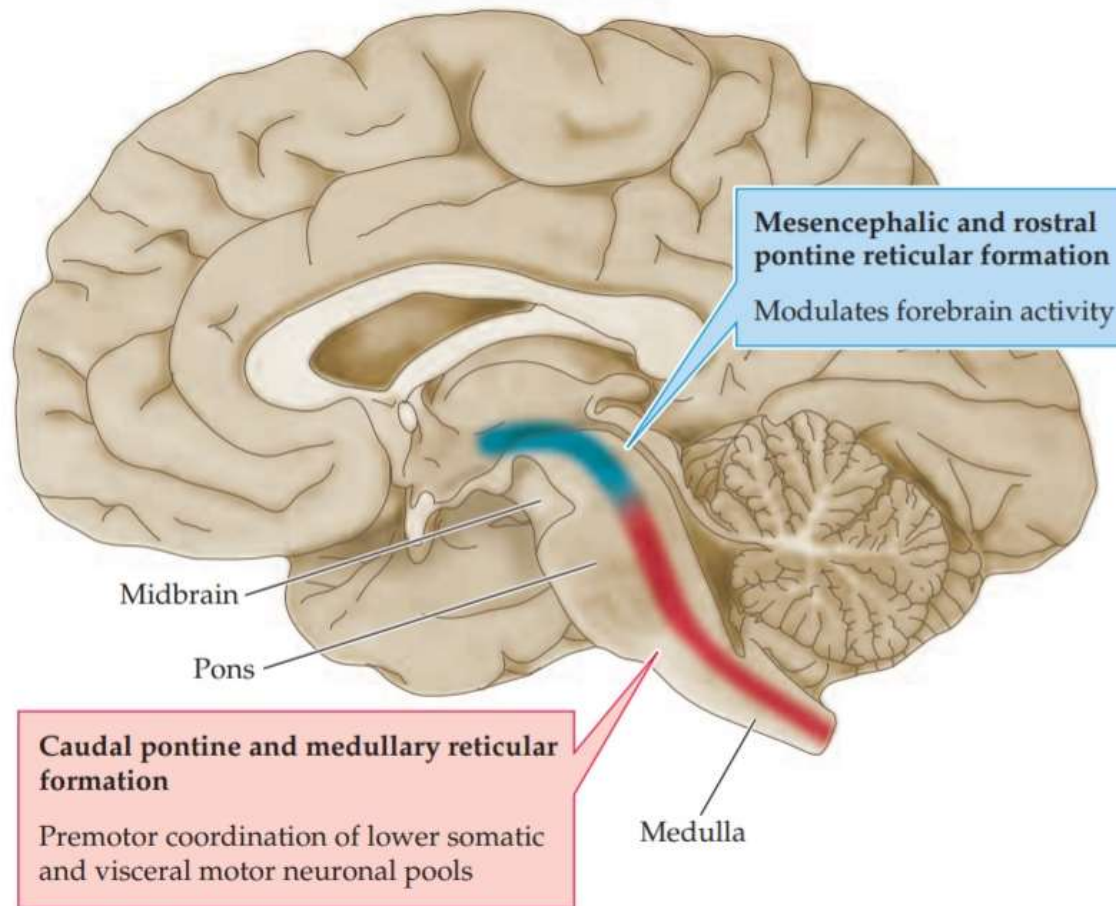


La formation réticulée



Dr SALEM.S

I.INTRODUCTION

II. Mise en évidence du rôle de la formation réticulée

III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulaire

IV. Les connexions de la substance réticulée

V. Les fonctions de la formation réticulée

1. Rôle dans la transmission de la douleur

2. Rôle dans le contrôle inhibiteur de la douleur

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

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

5. Rôle dans le maintien de la posture ou dans

l'équilibration

CONCLUSION

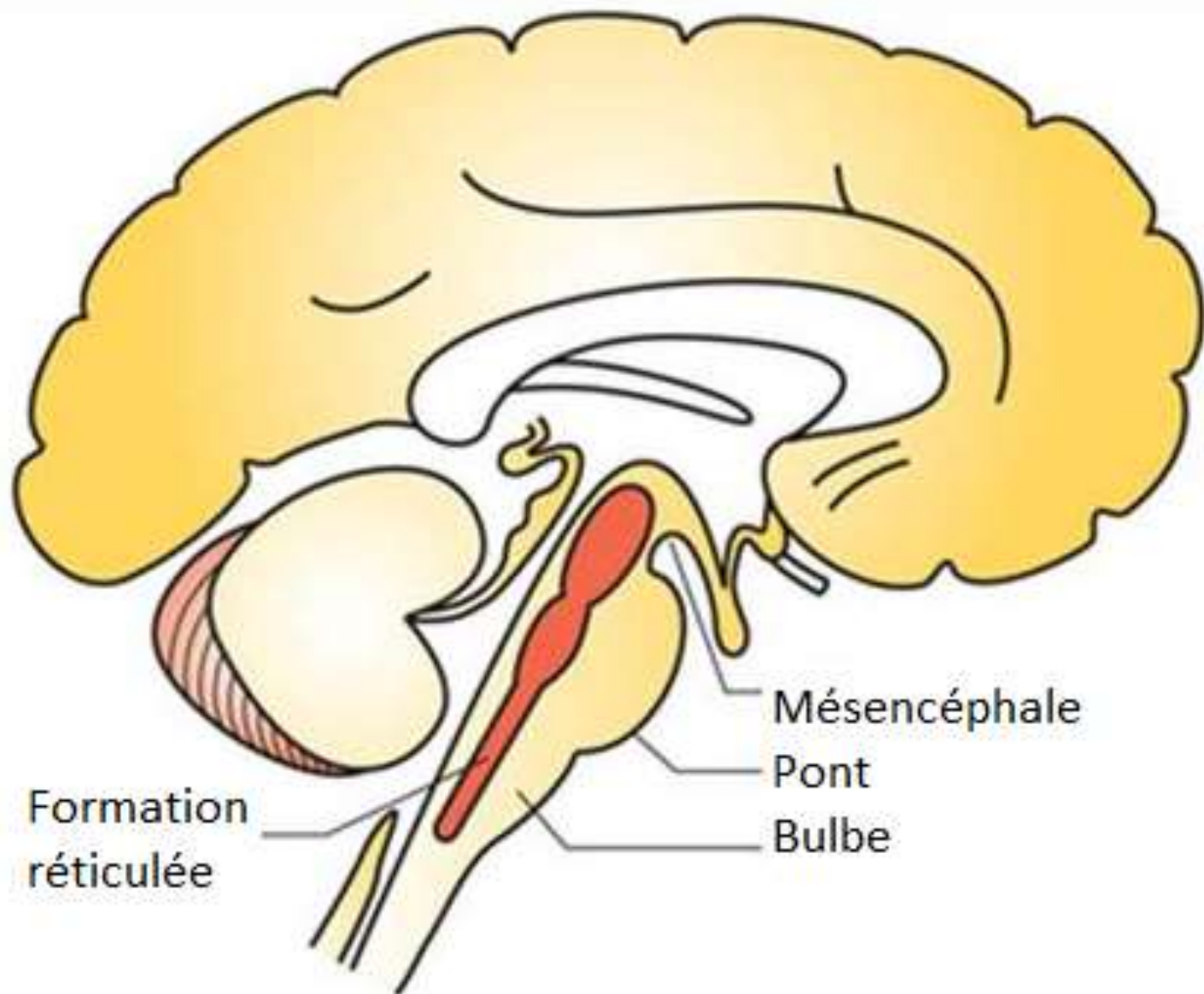
I. INTRODUCTION

La formation réticulée est une structure nerveuse du **tronc cérébral**, qui comprend plusieurs noyaux particuliers regroupés.

Elle forme un système d'intégration polysynaptique, parce qu'elle est connectée avec la quasi-totalité des structures nerveuses centrales.

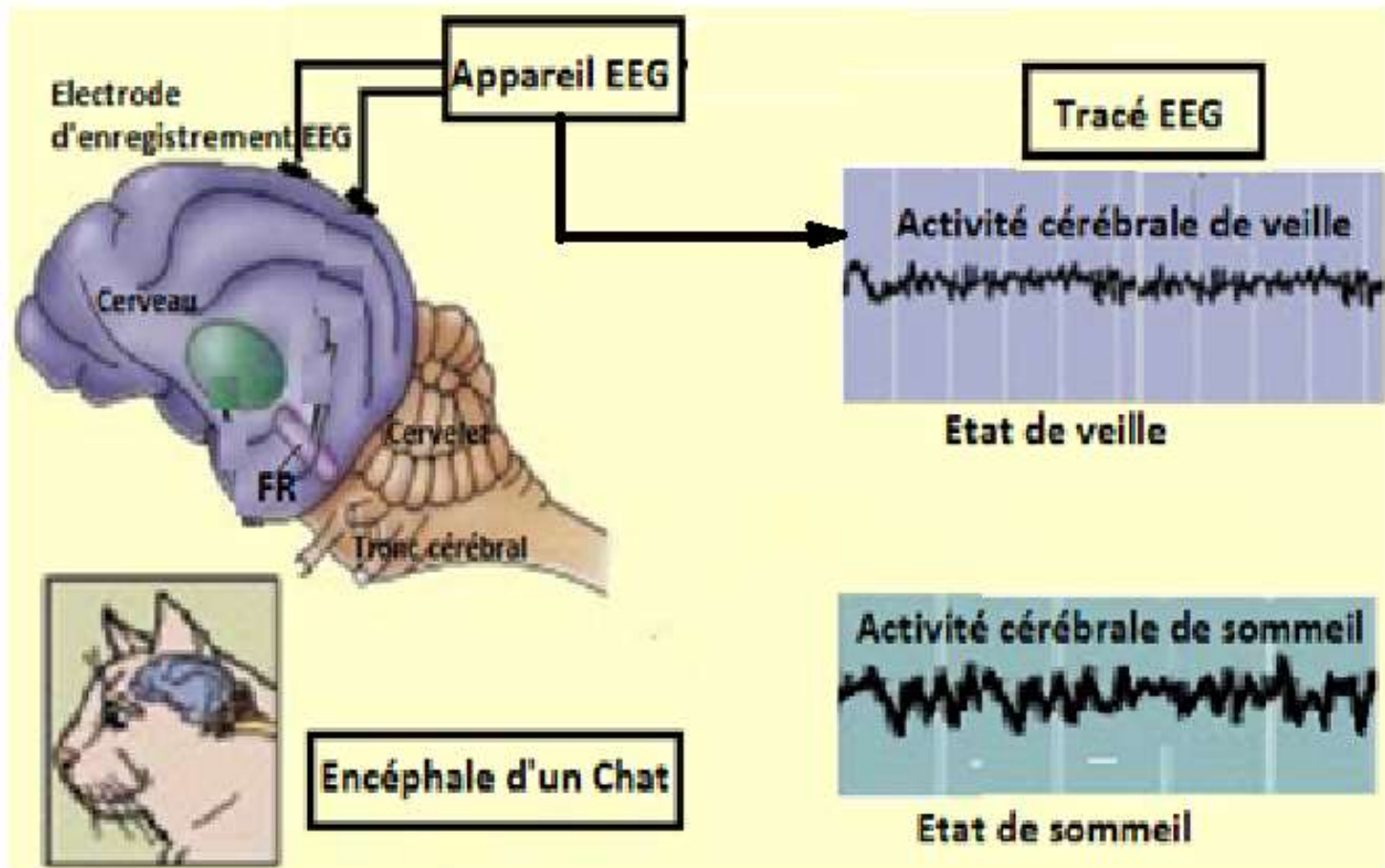
Elle intervient dans la régulation de grandes fonctions vitales comme les cycles veille-sommeil, le contrôle d'activités motrices réflexes ou stéréotypées, et dans des fonctions cognitives telles que l'attention.

Elle contrôle les activités du cerveau et de la moelle épinière grâce à l'intervention du **système ascendant activateur** et du **système descendant inhibiteur** et **facilitateur**



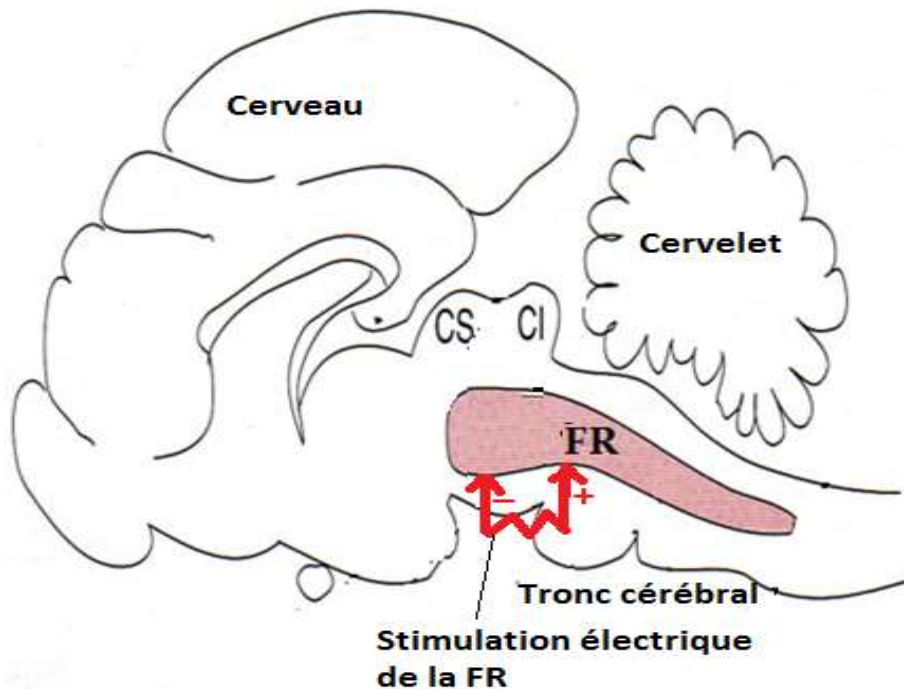
II. Mise en évidence du rôle de la formation réticulée :

A. Expérience de Magoun et Moruzzi : en 1949 Moruzzi et Magoun, sont les premiers chercheurs qui ont démontré le rôle de la FR dans l'activation corticale ou dans l'état de veille, par des expériences de stimulation réalisées sur le tronc cérébral d'un chat endormi ou rendu somnolent par de faibles doses d'anesthésique. Et pour vérifier ses résultats ils ont enregistré l'activité cérébrale à l'aide d'un examen EEG (Electroencéphalographie), afin de détecter les phases de veille et de sommeil par l'enregistrement des activités électriques cérébrales propres à l'état de veille et de sommeil.

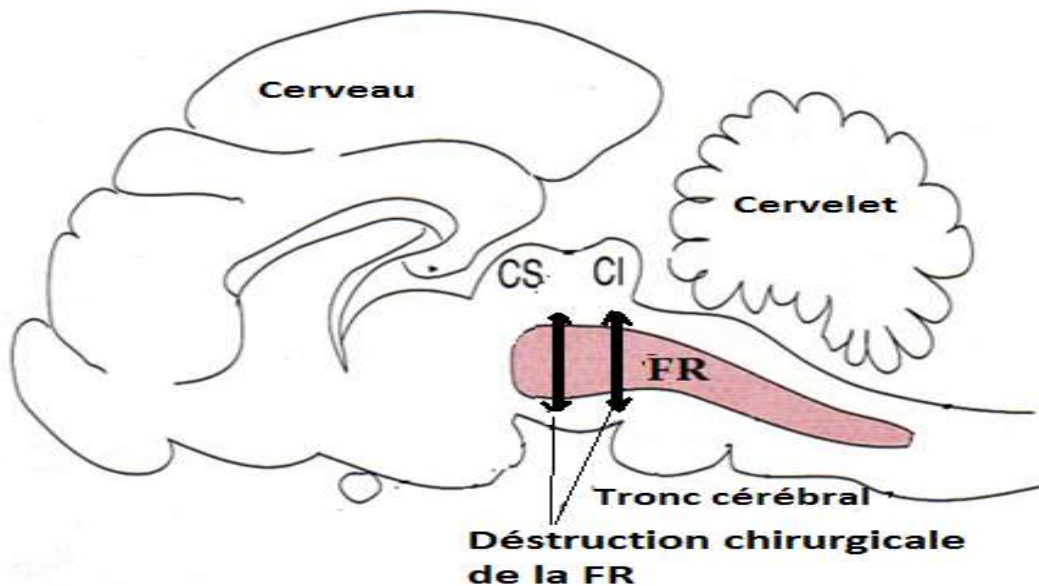


Ils ont observé les résultats suivants :

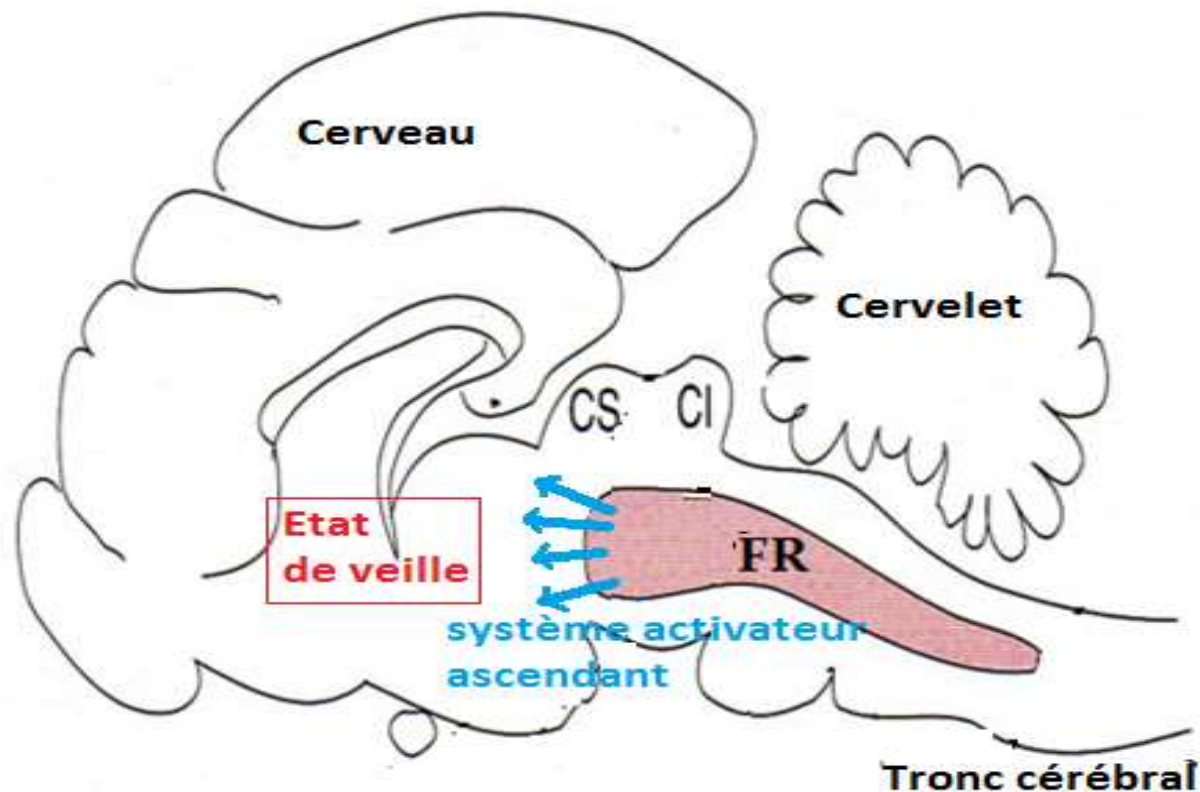
- La stimulation électrique (localisée) de la FR provoque un réveil et une activité EEG rapide (à haute fréquence).



- A l'inverse, la destruction chirurgicale de cette structure (par une lésion focale et médiane du tronc cérébral), supprime toute possibilité de réveiller l'animal, dont le sommeil est alors devenu irréversible voir un état de coma continu, coïncidant avec une activité EEG lente (à basse fréquence).



Par ces expériences, Magoun et Moruzzi montrent que l'état de veille (ou l'activation corticale), dépend fortement de la FR (surtout de la région mésencéphalique), qui constitue un grand **système activateur ascendant**.



B. Expérience de SECUNDO:

c'est une expérience qui permet de montrer que comme la FR participe dans la genèse de l'état de veille, elle participe également dans la genèse d'autres réactions associées à cet état (qui dépendent aussi de la FR).

L'expérience à été réalisée sur un singe porteur d'électrodes de stimulation électrique en regard du tronc cérébral, la stimulation doit se faire par des voltages croissants , se fait en état d'endormissement et aussi à l'état de veille au repos.

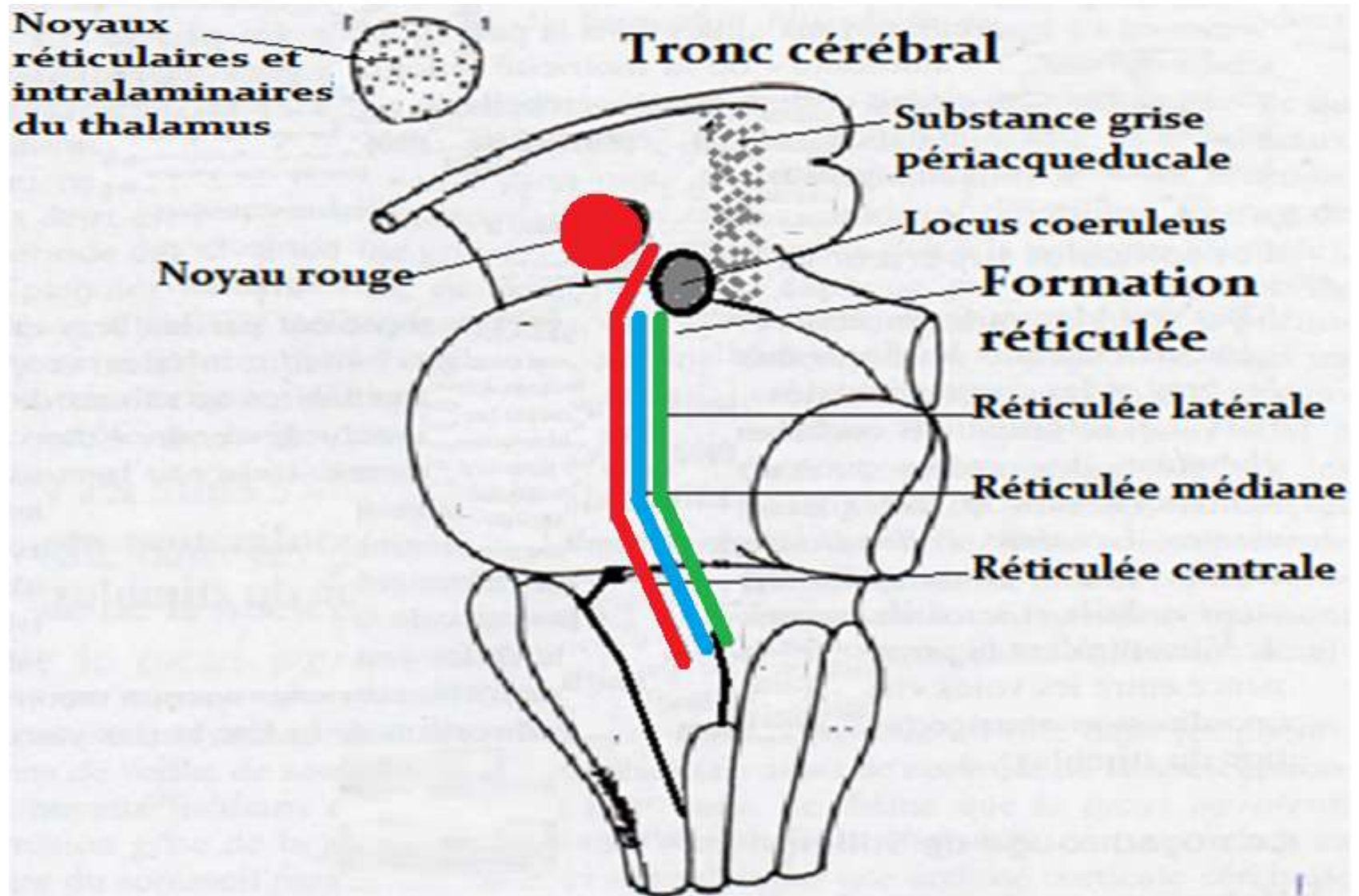
Résultats

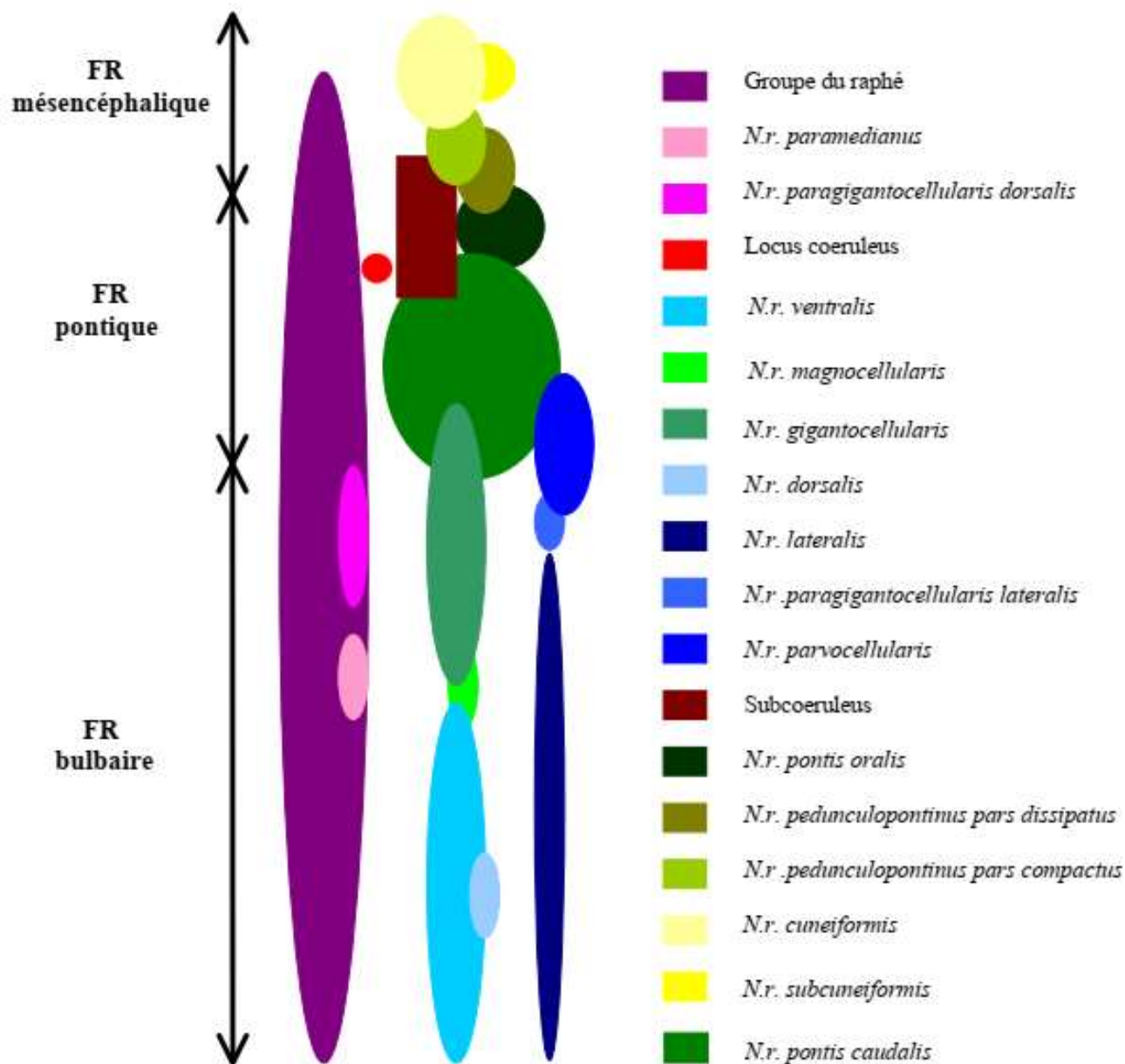
1. Lors d'une faible stimulation, le singe est réveillé (s'il était endormi), arrête ses occupations (s'il était éveillé), et tourne la tête comme s'il attendait un événement.
2. Une stimulation un peu plus forte, provoque une réaction d'agitation, et un comportement moteur de posture et de défense.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

La FR peut donc se comporter à la fois comme une structure unique (1) dont la stimulation électrique localisée et faible provoque uniquement une réaction d'éveil isolé (FR à fonction unique).

Et en même temps comme une structure complexe à fonctions multiples qui peut réagir de façon globale (en plus l'état de veille) face aux stimulations intenses (2 et 3), cela est du à l'existence des voies de projections diffuses de la FR vers plusieurs structures nerveuses centrales.

III. Etude anatomo-histologique de la formation réticulée :





A. Etude anatomo-histologique :

la formation réticulée (FR) occupe la partie centrale de la substance grise des trois étages du tronc cérébral,

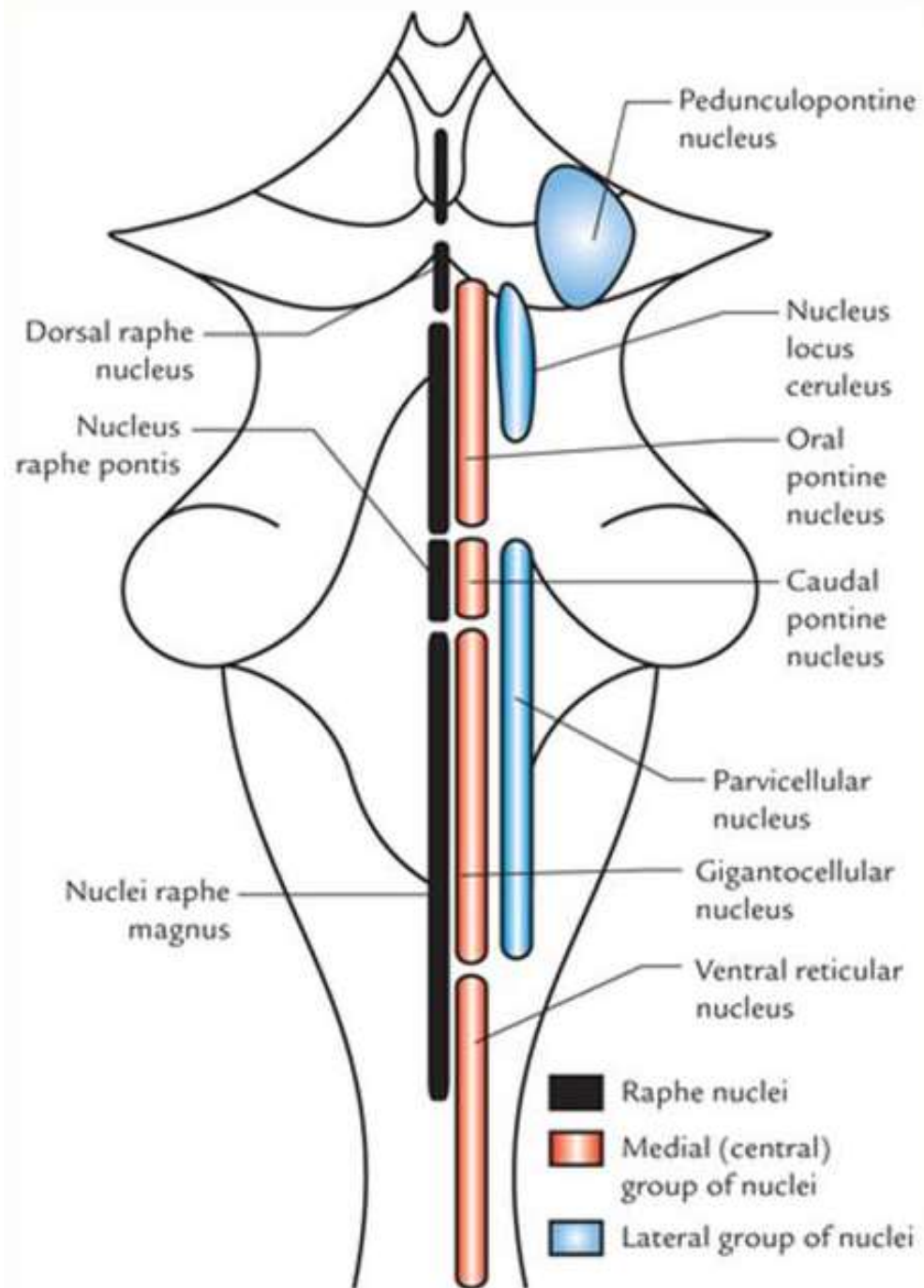
Sa structure microscopique, formée d'amas de cellules de morphologie et de taille variables, au sein d'un riche réseau de fibres, ceci la distingue du reste de la substance grise (ou des autres noyaux) du tronc cérébral.

A partir des données structurales et fonctionnelles, la FR est divisée en trois colonnes longitudinales de noyaux occupant les régions bulbo-ponto-mésencéphalique :

La colonne centrale: on retrouve les noyaux du raphé, sérotoninergiques, composée de cellules de grande taille, magnocellulaires, avec de longs axones, dont le rôle est essentiellement **effecteur**.

-La colonne médiane: composée de cellules de grande taille, magnocellulaire, à longs axones, à rôle **effecteur**.

-La colonne latérale: composée de cellules de petite taille, parvocellulaire, à courts axones, se dirigent pour la plupart en dedans, d'où le rôle est plutôt **associatif**.



L'étude cyto-architectonique basé sur l'étude ultramicroscopique permet d'individualiser, au sein de ces trois zones, un certain nombre de noyaux :

Dans la réticulée centrale (noyaux du raphé « N.R ») : les noyaux du R.obscurus, R. pallidus, R.magnus, R.pontis, R.centralis superior et dorsalis.

Dans la réticulée médiane : comporte les noyaux gigantocellularis, pontis caudalis et oralis, cuneiformis et subcuneiformis.

Dans la réticulée latérale : les noyaux medullae oblongatae centralis, parvocellularis, parabrachialis medialis et lateralis.

Deux autres structures de la substance grise du tronc cérébral, qui sont fortement connectées anatomiquement et fonctionnellement avec la formation réticulée, qui sont :

-Le locus coeruleus (LC): constitue une structure nucléaire complexe noradrénergique, au niveau de la jonction ponto-mésencéphalique

-La substance grise périaqueducale (SPGA): est constituée d'une très forte densité cellulaire de siège mésencéphalique, elle présente une grande hétérogénéité neurochimiques (noradrénaline, sérotonine, glutamate...).

IV. Les connexions de la substance réticulée.

1. Afférences et efférences des noyaux du raphé :

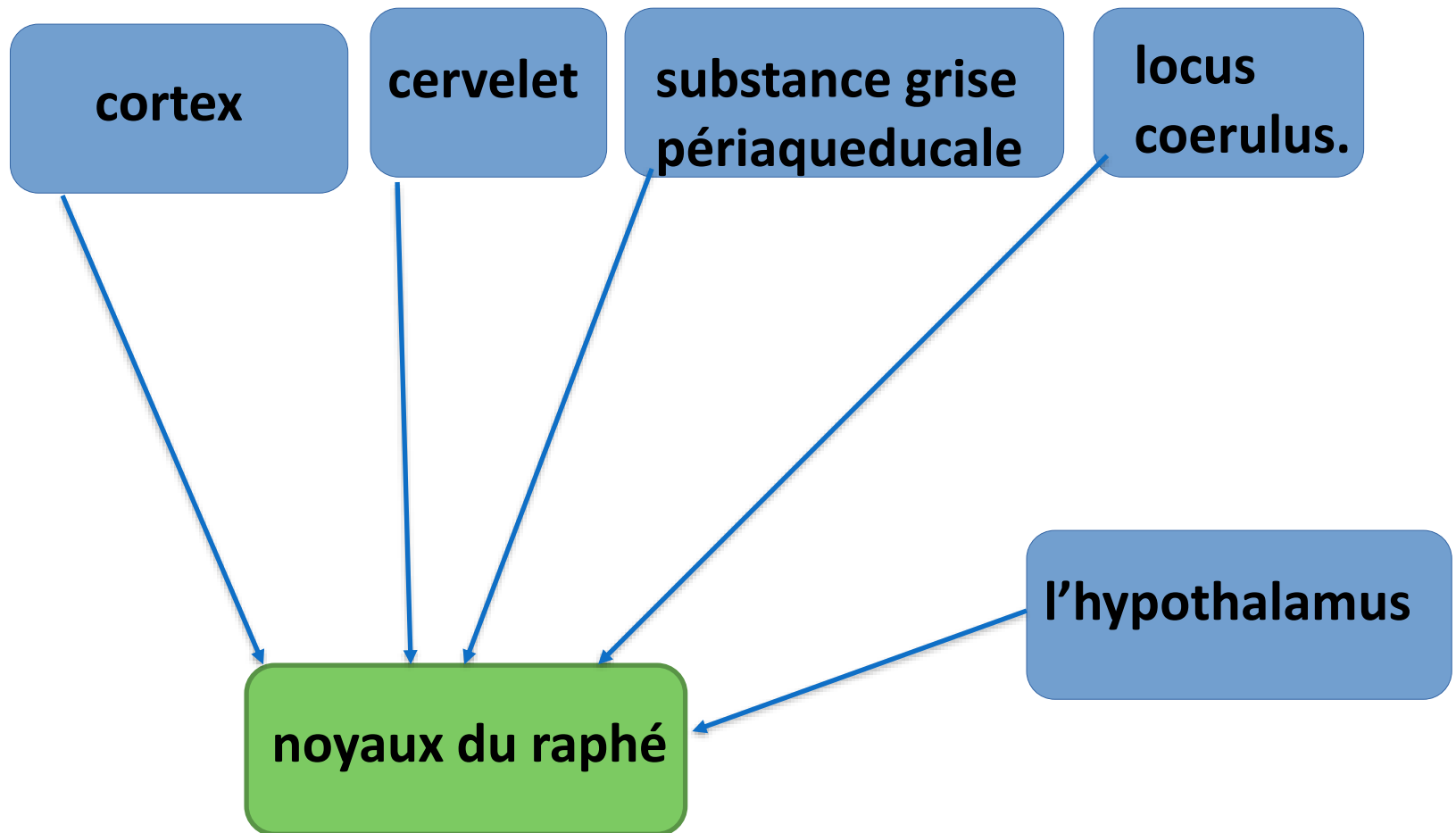
-**Les afférences** : elles proviennent du cortex, du cervelet, de l'hypothalamus, de la substance grise périaqueducale et du locus coeruleus.

-**Les efférences** : les efférences ascendantes, se distribuent très largement au cortex surtout frontal, à l'hypothalamus, au thalamus, aux noyaux gris centraux (NGC), au locus coeruleus.

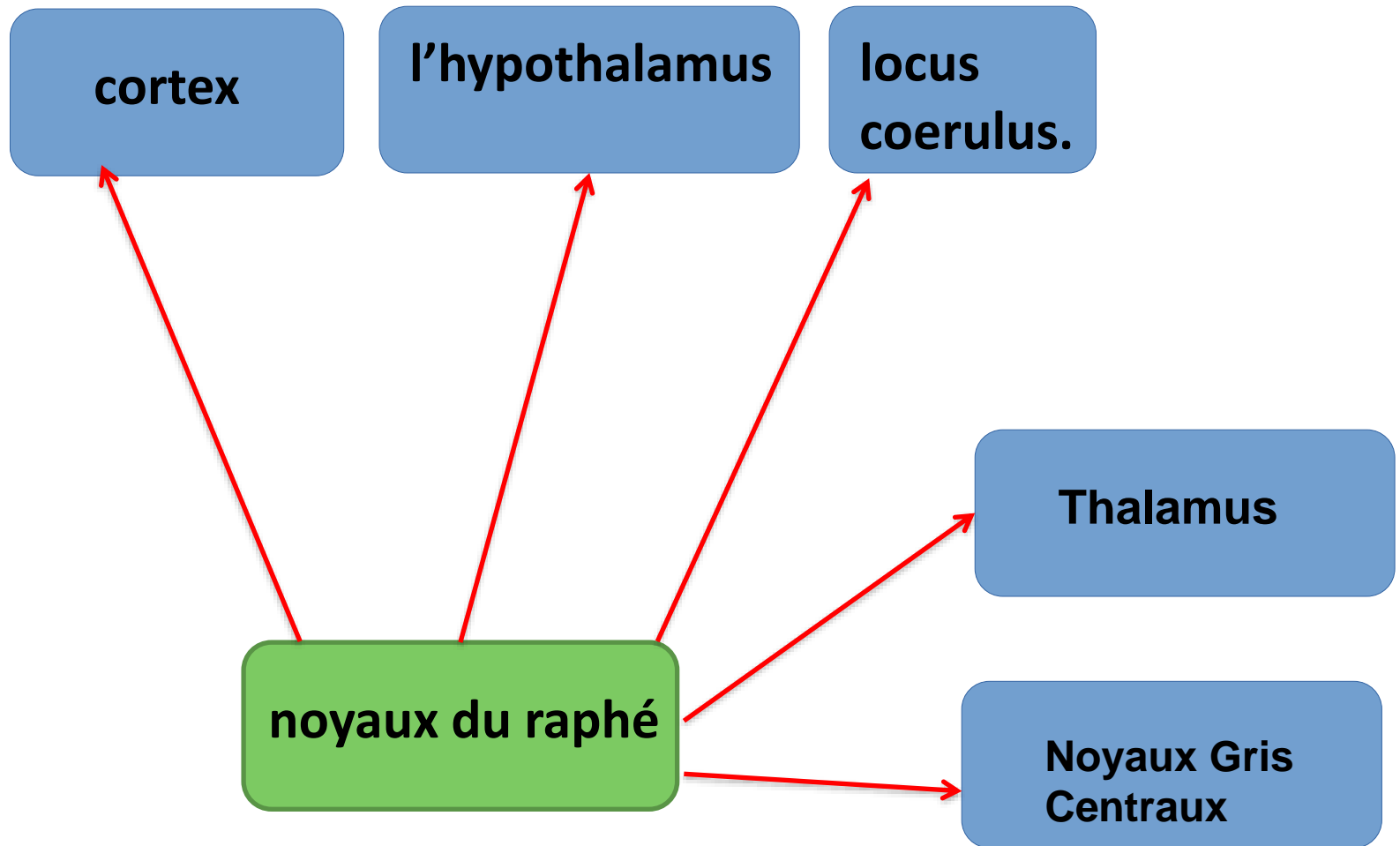
La plupart des efférences sont sérotoninergiques.

Les efférences descendantes se distribuent aux noyaux des nerfs crâniens, à la moelle épinière.

Afférences des noyaux du raphé :



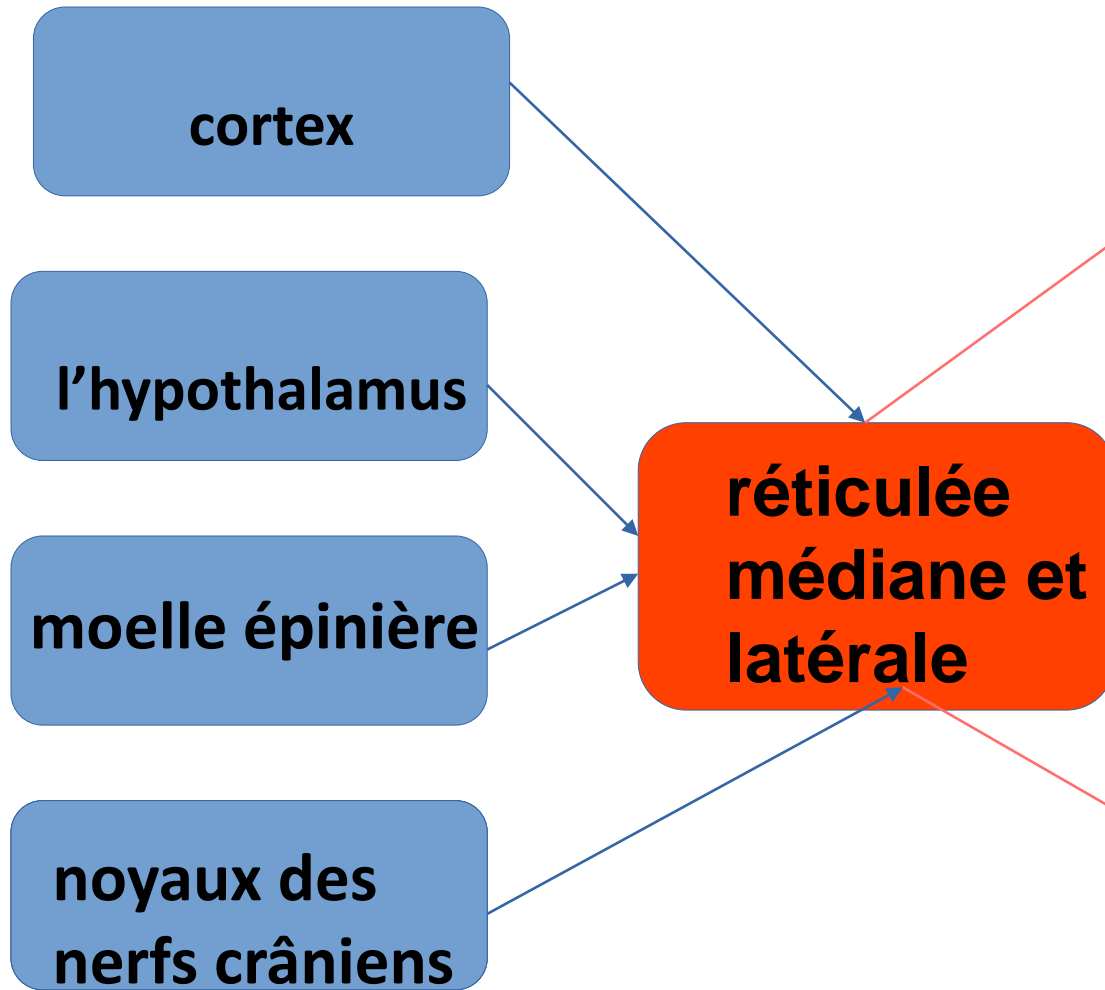
Efférences des noyaux du raphé :



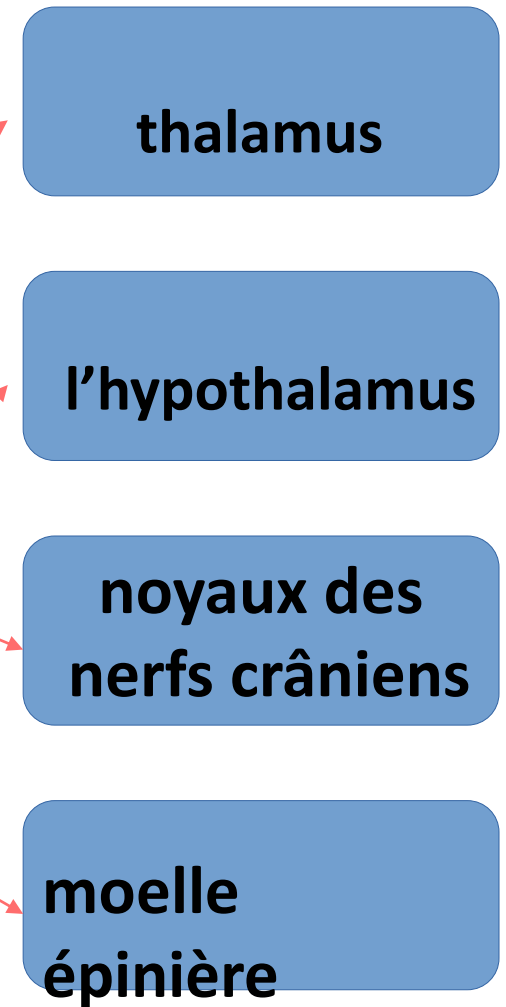
2. Afférences et efférences de la réticulée médiale et latérale :

- Les afférences** : elles proviennent du cortex, de l'hypothalamus, de la moelle épinière, des noyaux des nerfs crâniens.
- Les efférences** : Les efférences descendantes :
se distribuent principalement vers la moelle épinière.
Les efférences ascendantes : se dirigent vers le thalamus, l'hypothalamus, les noyaux gris centraux, les noyaux des nerfs crâniens.

Afférences



Efférences



Afférences et efférences de la réticulée médiane et latérale

V. Les fonctions de la formation réticulée :

Sur le plan fonctionnel, les efférences de la FR s'organisent en deux grands systèmes à direction ascendante et descendante,

chaque système regroupe plusieurs voies de projection contrôlant plusieurs fonctions, mais, à rôle tantôt **activateur**, tantôt **inhibiteur** :

Un système polysynaptique réticulaire « **descendant** » et

Un système polysynaptique réticulaire « **ascendant** »

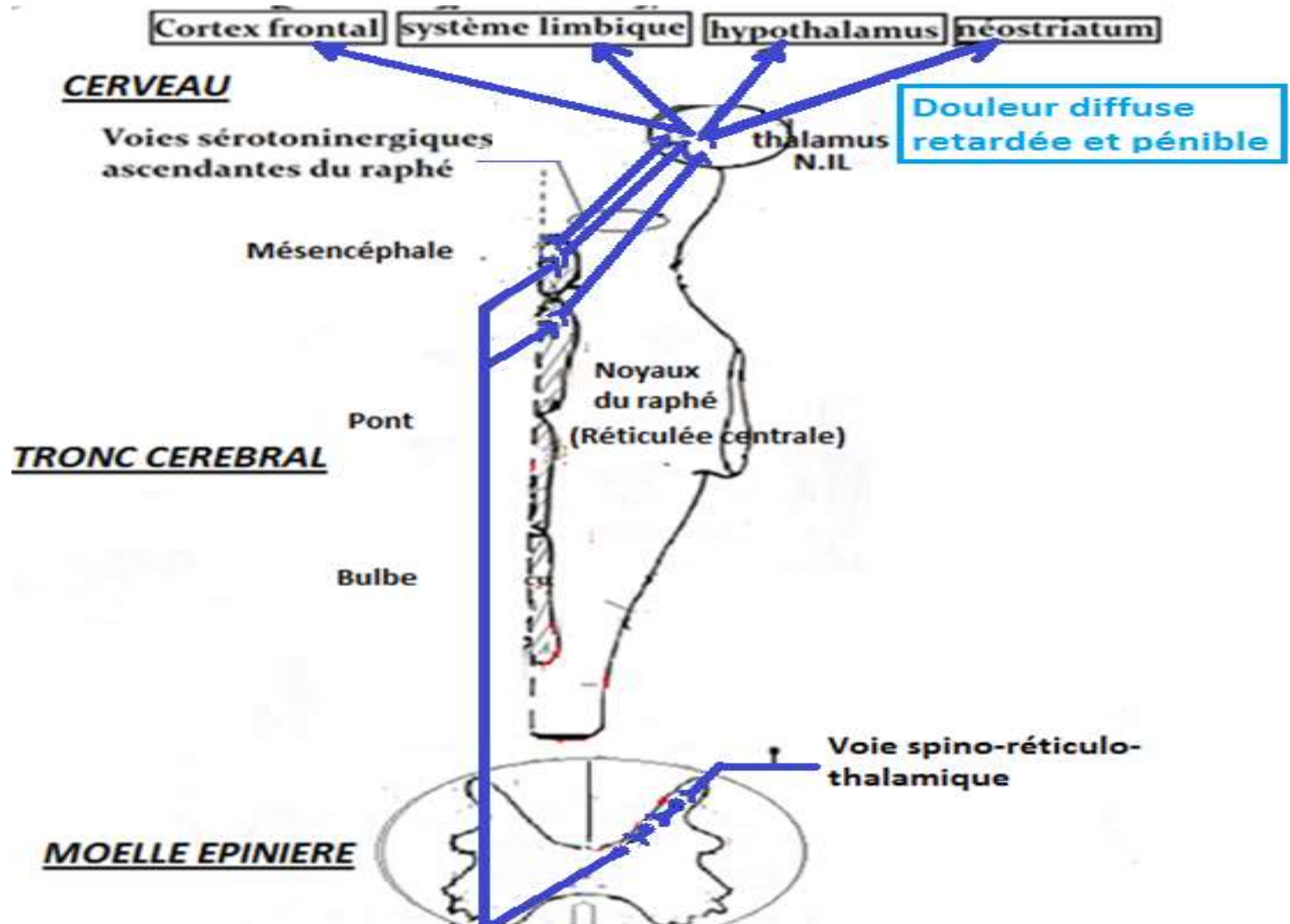
- **Le système polysynaptique réticulaire « descendant »**, à projection principalement **médullaire**, Il intervient :

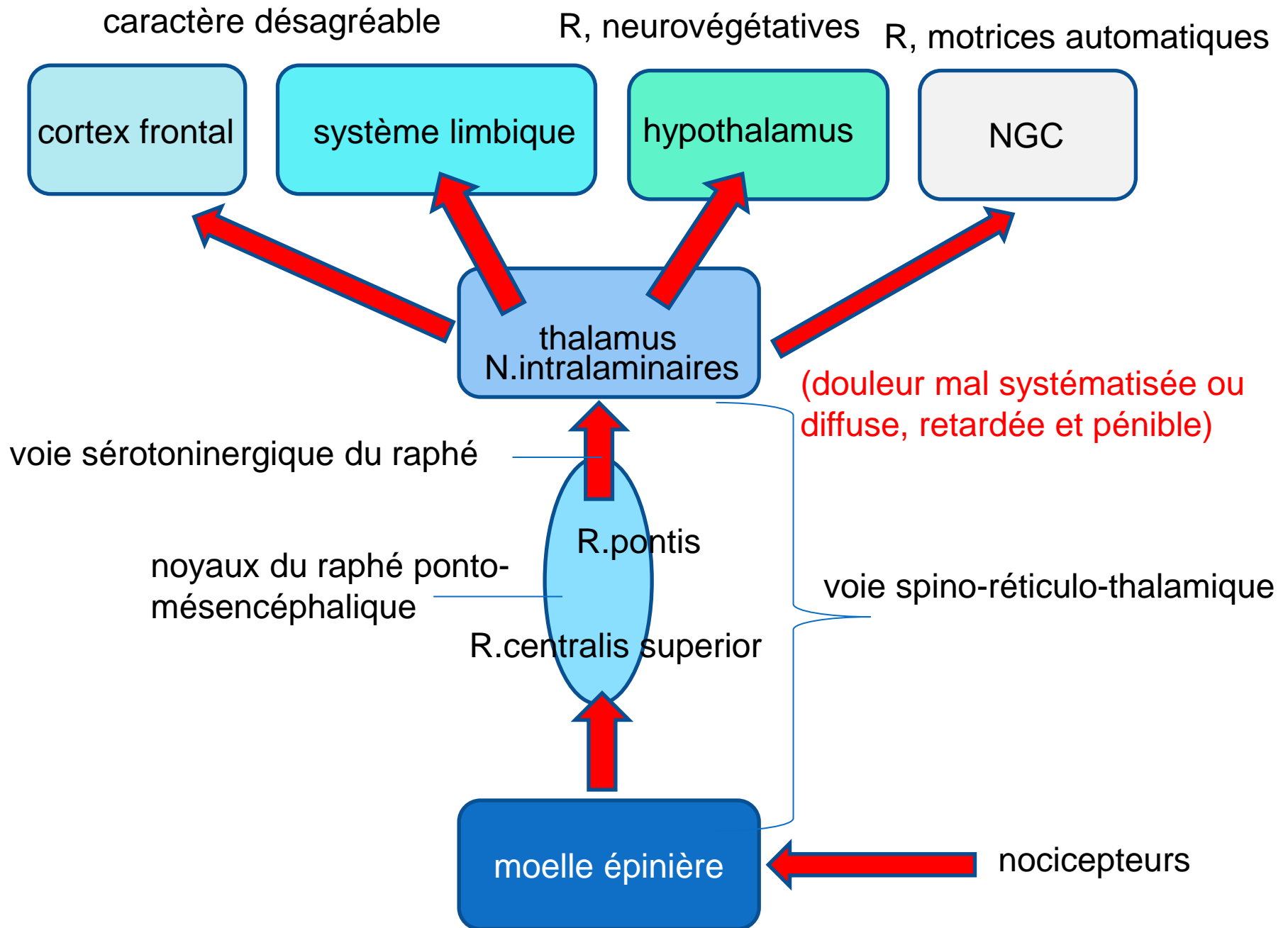
- dans le contrôle de la motricité involontaire par le contrôle du tonus musculaire et de la posture,
- dans le contrôle inhibiteur de la douleur,
- dans le contrôle des fonctions végétatives.

- **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 :





plus précisément par l'intermédiaire des noyaux du raphé pontomésencéphalique (R.pontis, R.centralis superior), qui reçoivent des projections ascendantes provenant de la moelle épinière, assurant la transmission de l'influx douloureux

Les noyaux du raphé sont à l'origine des projections ascendantes sérotoninergiques (elles concentrent et libèrent la sérotonine à action excitatrice), vers les noyaux thalamiques non spécifiques (N.intralaminaires ou N.IL), et l'ensemble des projections participent à la formation la voie spino-réticulo-thalamique de la nociception (douleur mal systématisée ou diffuse, retardée et pénible). Ces noyaux intralaminaires thalamiques sont à l'origine des voies à projection diffuses vers plusieurs structures cérébrales : vers de nombreuses régions corticales notamment : le lobe frontal et le système limbique (cortex cingulaire et l'amygdale), vers l'hypothalamus et les noyaux gris centraux (NGC), qui forme un système diffus.

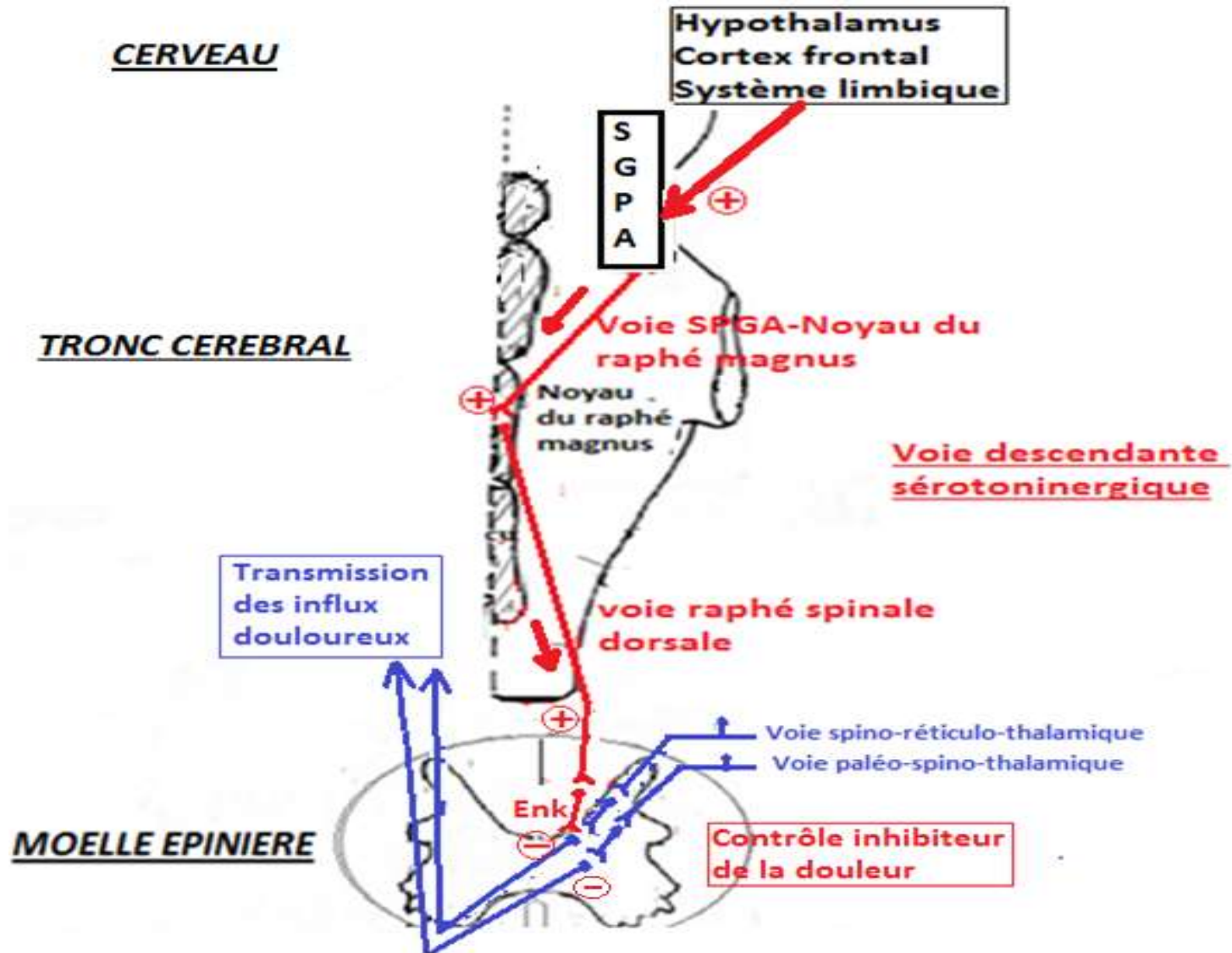
Par l'intermédiaire de ce système diffus il est à l'origine de plusieurs réactions en plus la perception de la douleur :

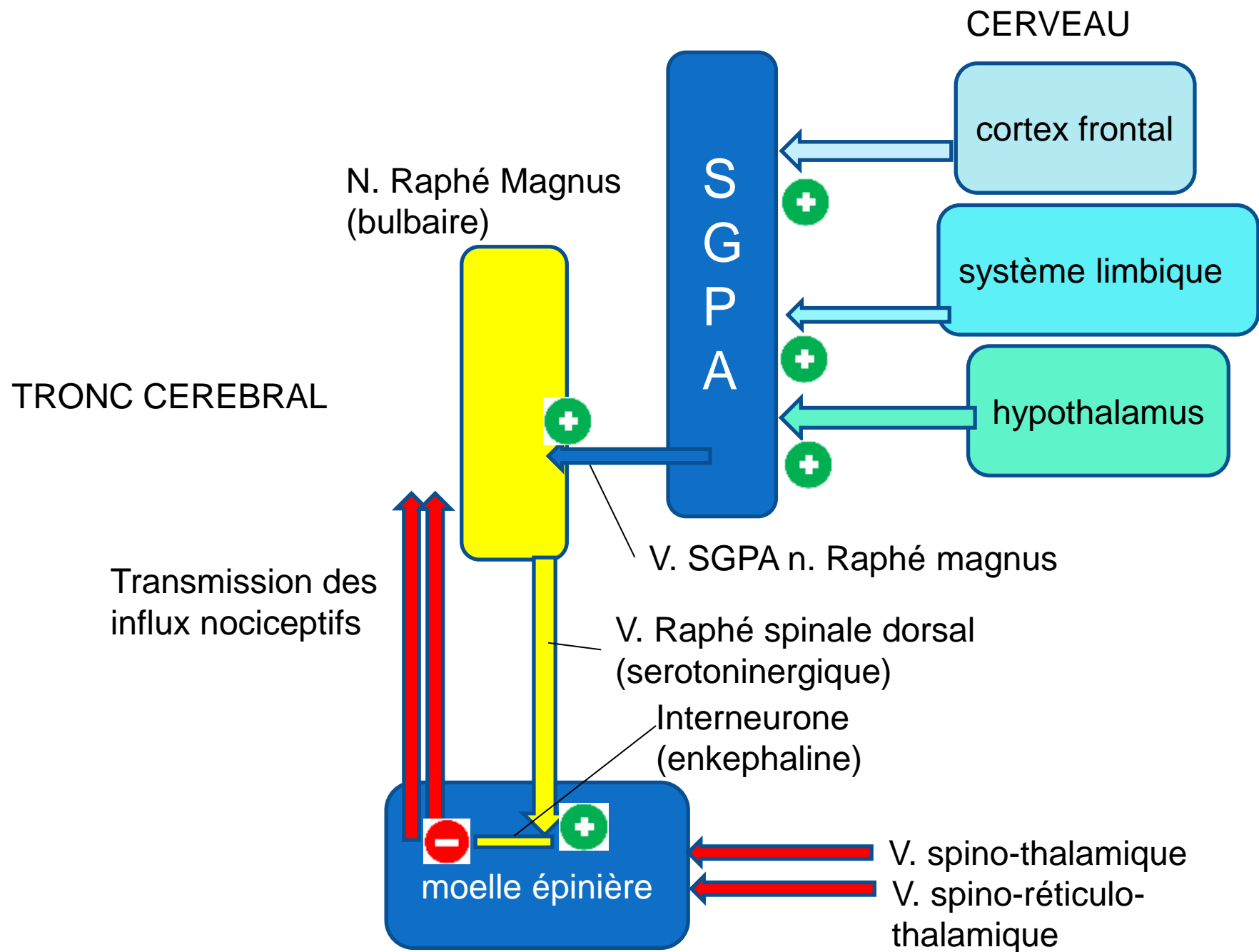
Par le relais sur le système limbique (centre émotionnel) et sur le cortex frontal : responsable du caractère désagréable de la sensation douloureuse et du contexte affectif qui l'entour (peur, cris..), joue un rôle également dans la mémorisation de l'expérience douloureuse.

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 :





la formation réticulée intervienne également dans le contrôle de la douleur, par l'intermédiaire: de la réticulée centrale (les noyaux du raphé) et de la SGPA.

Plus précisément par l'intermédiaire du noyau raphé bulbaire (R.magnus), qui donne une voie descendante sérotoninergique à direction médullaire appelée : La voie raphé-spinale dorsale, qui se projette sur la corne dorsale, en activant des interneurons libérant les endorphines (enképhaline), Qui inhibent ou bloquent les neurones qui transmettent les influx douloureux au niveau spinal (des voies spino-réticulo-thalamiques et paléo-spinothalamiques).

Donc Elle exerce un contrôle inhibiteur *descendant* sur la nociception (effet analgésique).

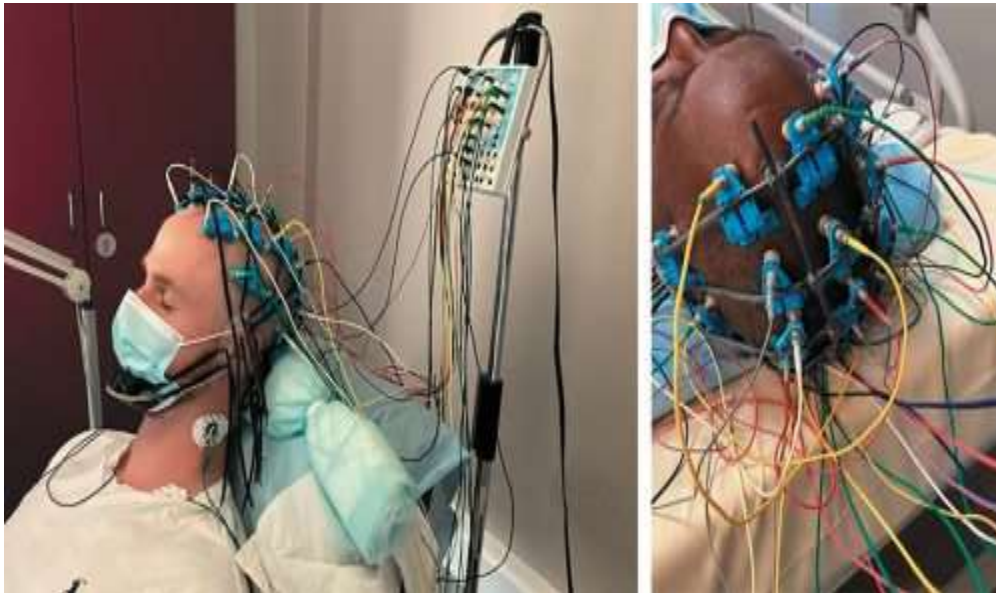
L'activation du noyau du raphé magnus dépend fortement de l'activation de la SGPA, reliés anatomiquement par une voie sérotoninergique SPGA—R.magnus.

Et l'activation de la SGPA dépend également d'autres structures centrales de siège cérébral qui sont reliés anatomiquement, à savoir l'hypothalamus, le cortex frontal, le système limbique (déjà activés après la perception de la sensation douloureuse.)

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

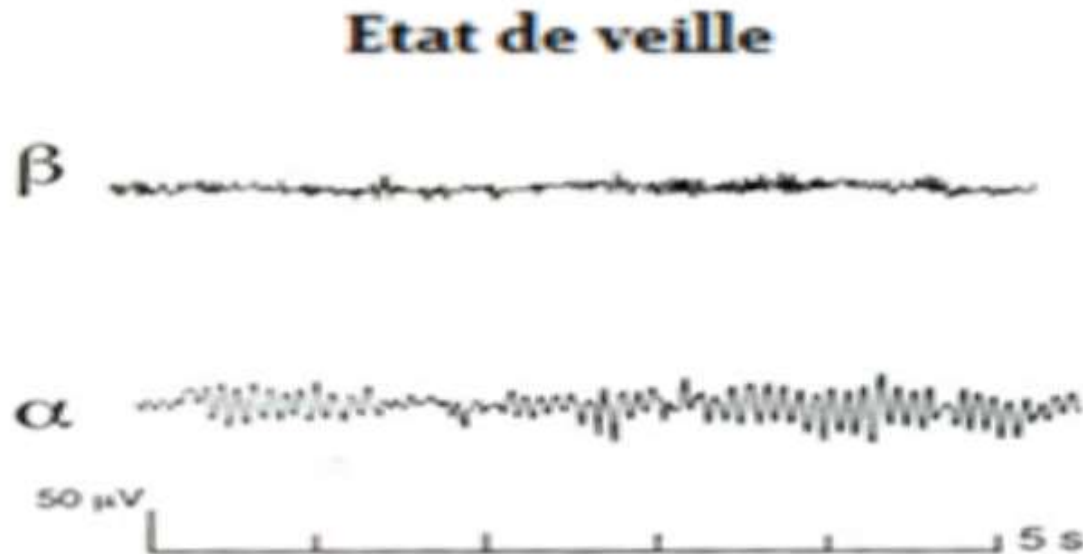
Dans l'état de veille : le sujet est attentif ou vigile, il est engagé dans des opérations supérieures d'ordre cognitive (raisonnement, calcul mental, apprentissage...) réclamant toute son attention, il porte celle-ci sur des signaux venant de l'environnement et est prêt à répondre de manière adéquate à toute stimulation sensorielle significative (le sujet interagit et communique avec l'environnement).

L'électroencéphalographie(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.



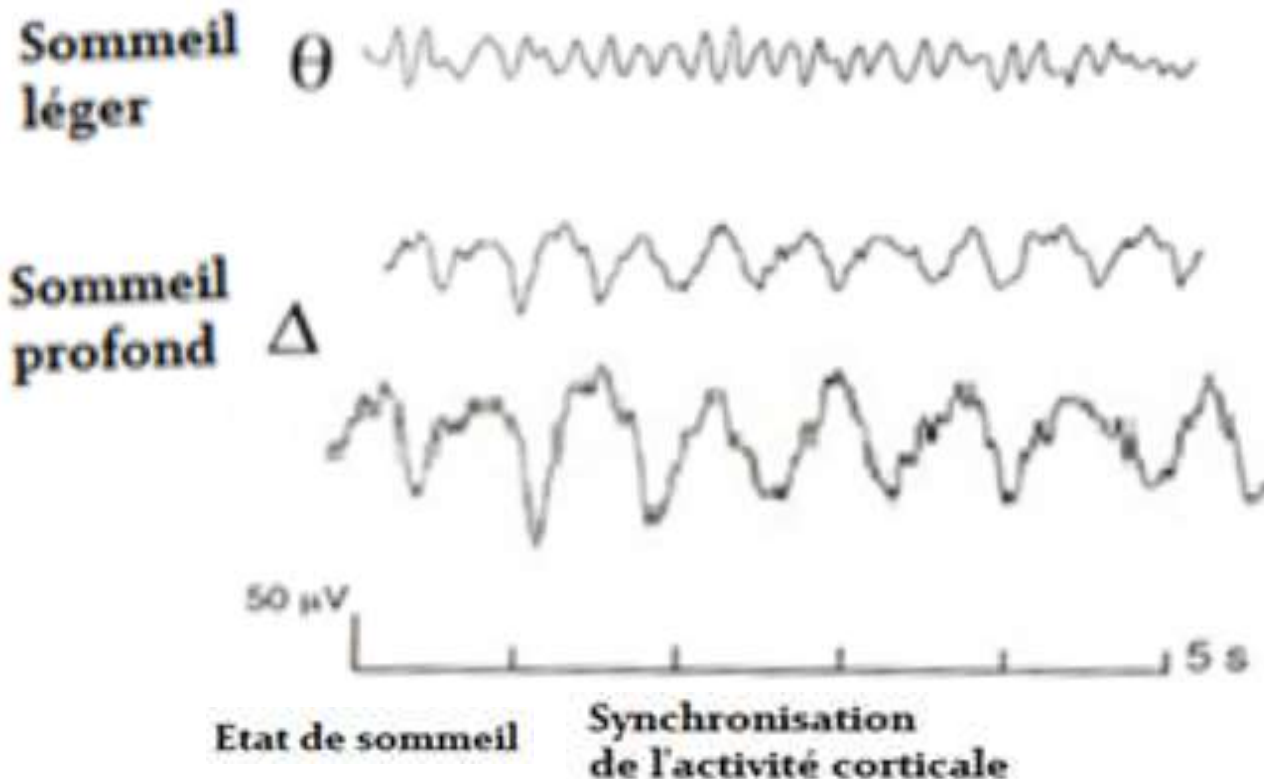
Dans l'état de veille, l'électroencéphalogramme est caractérisé par une succession d'ondes rapides et de bas voltage, de type Béta de 15 à 30Hz et alpha de 8 à 13Hz.

Le tracé EEG est dit désynchronisé (par une activité corticale désynchronisée).



**Désynchronisation
de l'activité corticale**

Par opposition dans l'état de sommeil, le tracé EEG est de type synchronisé (par une activité corticale synchronisée), constitué d'ondes lentes et amples, de type delta (inf à 4Hz) et thêta (de 4,5 à 7Hz)



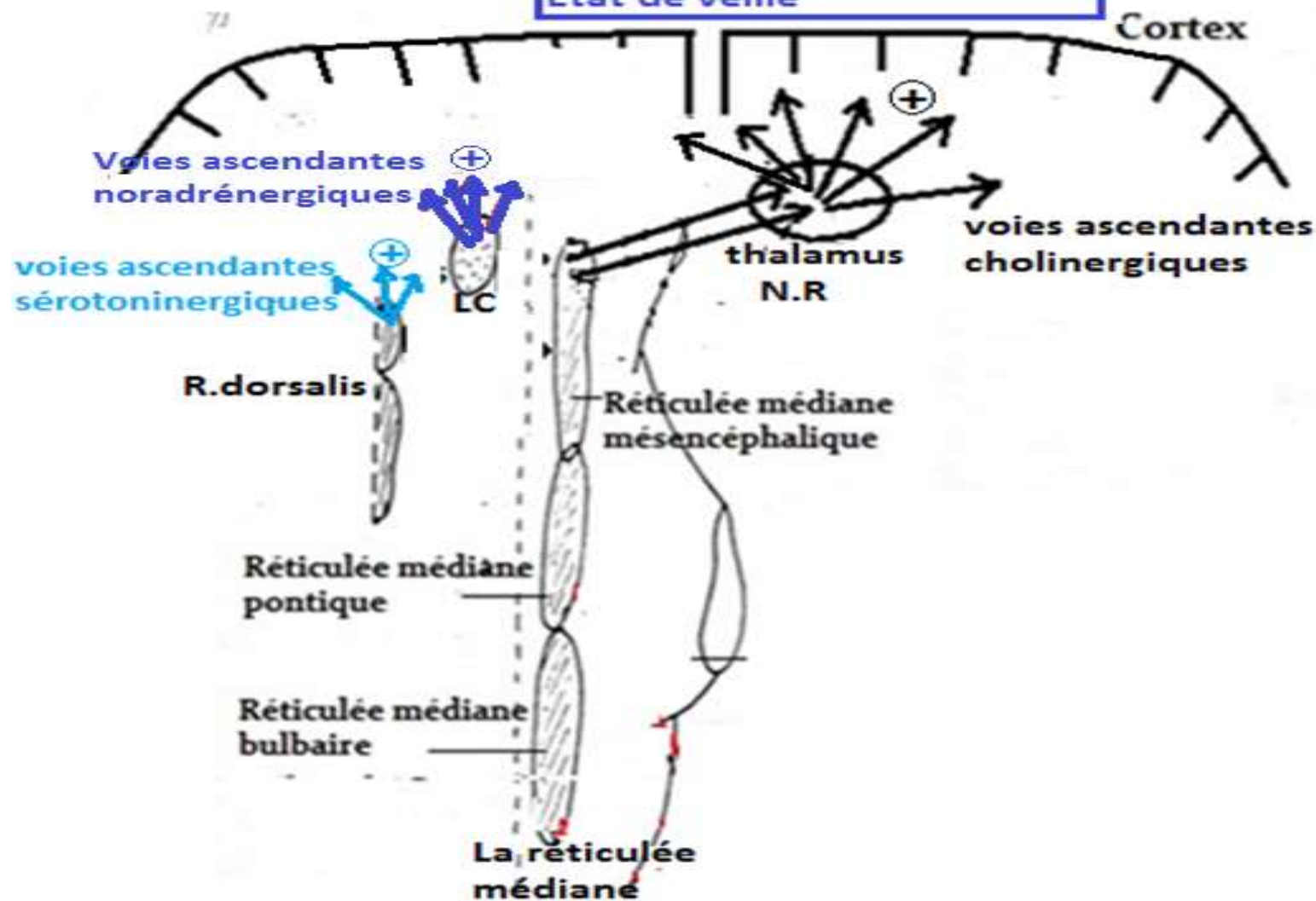
L'état de veille s'accompagne d'une importante activité des neurones spécifiques du tronc cérébral qui forment le centre de veille à savoir:

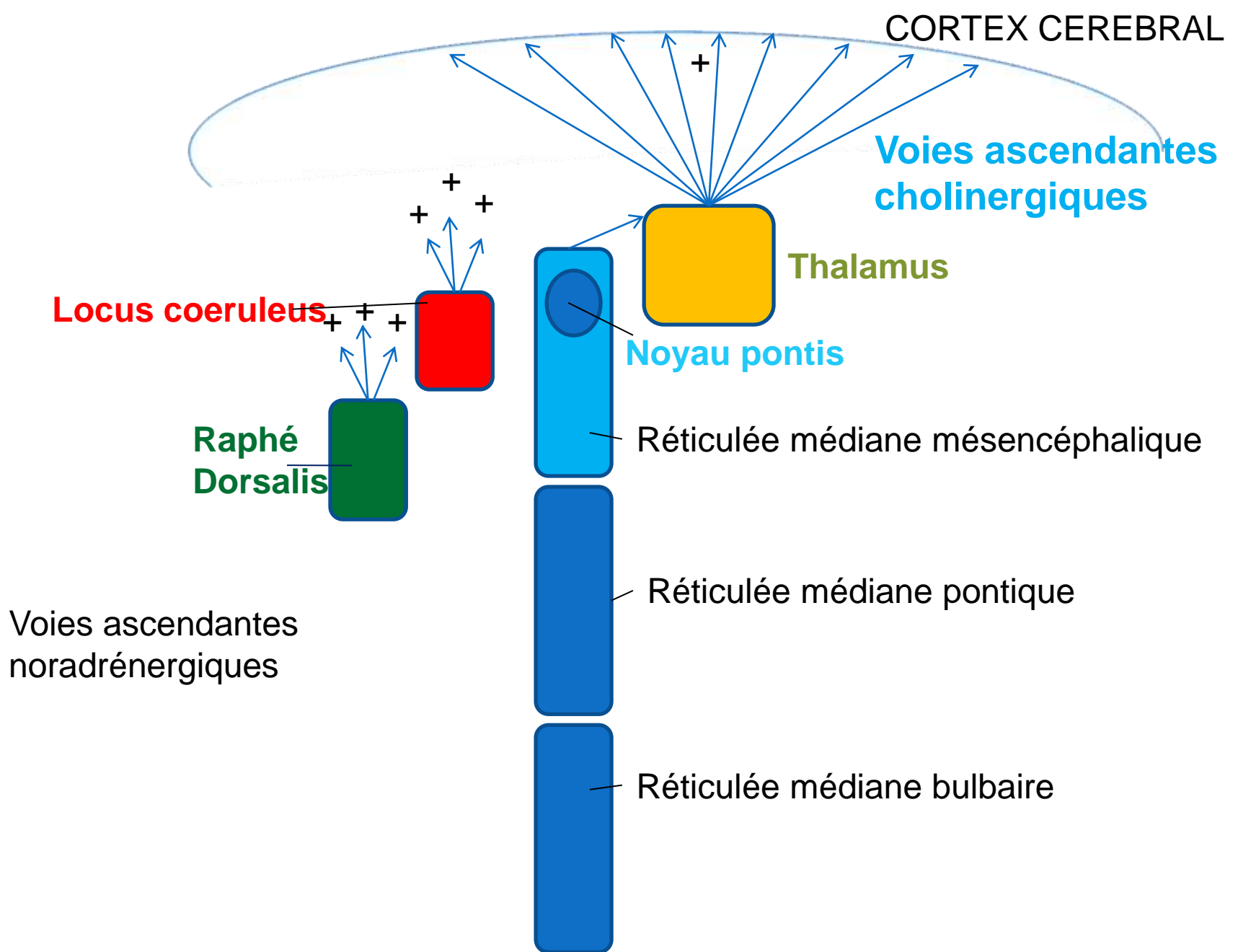
- Des neurones **noradrénergiques** du locus coeruleus,
- Des neurones **sérotoninergiques** du raphé (R.dorsalis),
- Des neurones **cholinergiques** de la réticulée médiane mésencéphalique (noyau pontis).

Ces derniers neurones 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.

Ces neurones thalamo-corticaux sont le plus directement impliqués dans la genèse de l'état vigile, et tout particulièrement dans la **désynchronisation corticale** qui accompagne cet état.

Désynchronisation corticale
Etat de veille





Origine de la désynchronisation de l'activité corticale (ou du tracé EEG):

Dans l'état de veille les neurones corticaux présentent une activité intense car ils sont engagés dans des tâches de traitement de l'information (sensorielle, motrice, mémoire...). L'allure du tracé de veille (rythme de bas voltage à fréquence élevée), c'est que chaque neurone se décharge rapidement (à fréquence augmentée) et de manière peu synchronisée avec la plupart de ses voisins (avec un délai temporel).

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

Le sommeil se définit du point de vue comportemental par la suspension des activités conscientes, et du point de vue électrophysiologique (par l'EEG) par des ondes cérébrales spécifiques.

Le sommeil comprend deux états tout à fait différents : le sommeil à ondes lentes (sommeil calme), et le sommeil paradoxal (sommeil agité).

Le sommeil de l'homme revient avec une périodicité circadienne (en alternant avec l'état de veille), il est déclenché par l'activation du noyau préoptique de l'hypothalamus antérieure, ce dernier constitue le centre du sommeil.

Ce noyau émet des projections gabaergiques inhibitrices sur les neurones d'éveil, à l'origine d'une diminution générale de leurs activités.

71

Diagram illustrating the transition from the cerebral cortex to the thalamus. The top part is labeled "Cortex" and the bottom part is labeled "Thalamus".

Diagram illustrating the development of the hindbrain (Réticulée myéline) and the mesencephalon (Réticulée mésencéph). The diagram shows the transition from a single tube to a segmented structure with distinct regions.

Origine de la synchronisation de l'activité corticale (ou du tracé EEG) :

Contrairement à l'état de veille, dans l'état de sommeil les neurones corticaux sont faiblement activés, car ils ne sont pas engagés dans un traitement particulier d'information, de ce fait le tracé synchronisé du sommeil (rythme de haut voltage à base fréquence) serait le reflet de l'activité synchrones (sans délai temporel) de grandes populations neuroniques.

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

Le tonus : constitue 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, face au réaction de changement de l'équilibration.

C'est un processus actif, ce mécanisme fonctionne par des ajustements posturaux anticipés (à priori), en augmentant l'activité tonique (ou le tonus) des muscles antigravitaires extenseurs, et en diminuant en même temps l'activité tonique des muscles fléchisseurs, pour un segment, un membre, ou pour l'ensemble des muscles du corps.

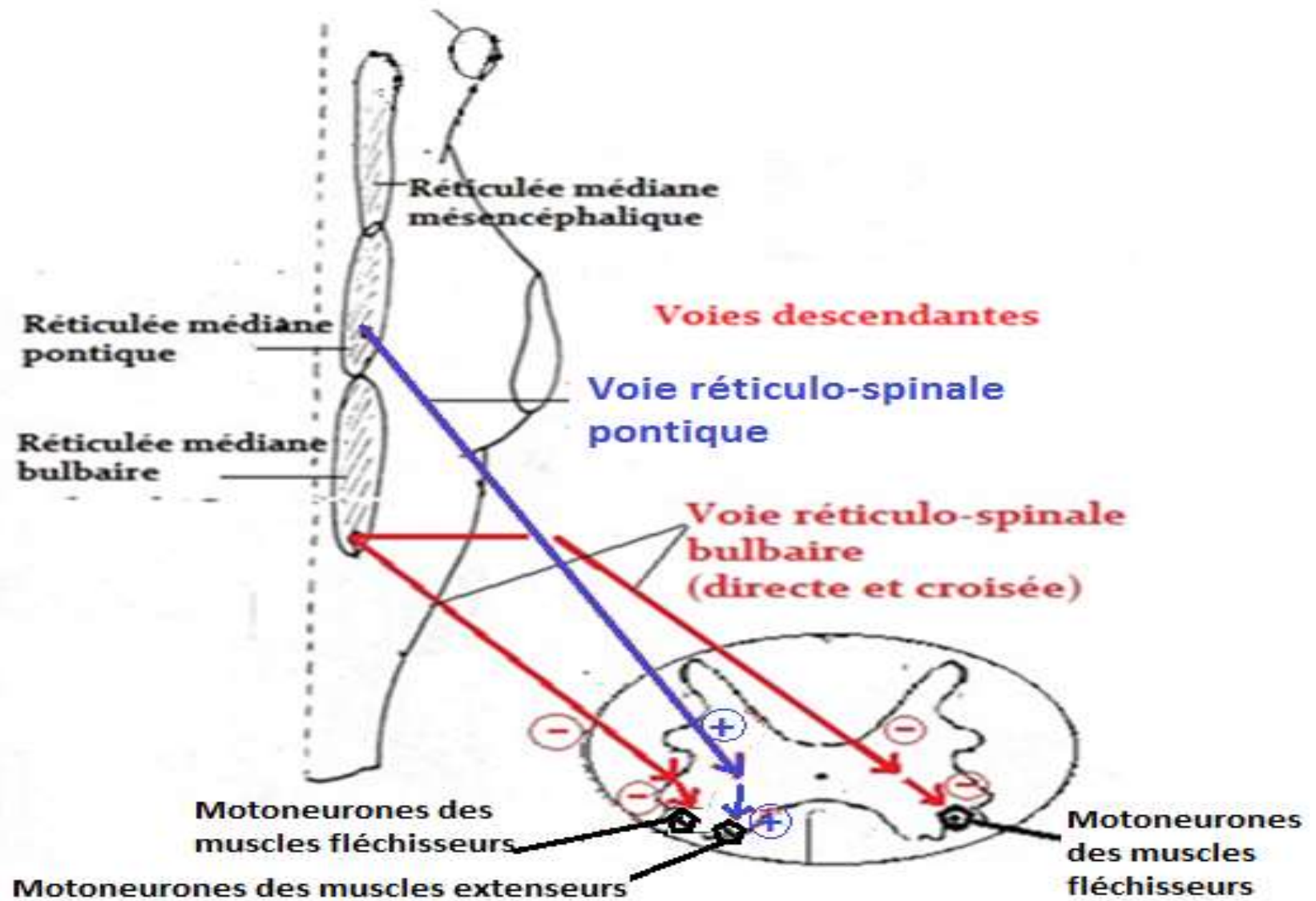
Les ajustements posturaux sont assurés principalement par l'intermédiaire de la de **la réticulé médiane bulbaire** et **pontique** qui sont à l'origine des projections descendantes à destinées médullaires.

Il existe deux voies:

- La voie réticulo-spinale médiane pontique et
- La voie réticulo-spinale latérale bulbaire.

- - **La voie réticulo-spinale médiane pontique** : naît de la réticulée médiane pontique, elle se projette sur la corne antérieure ipsilatérale, contactant et activant les interneurones et les motoneurones, elle exerce un effet **activateur ou facilitateur** tonique des muscles extenseurs antigravitaires.
- - **La voie réticulo-spinale médiane bulbaire** : naît de la réticulée médiane bulbaire, elle a un trajet indifféremment direct ou croisé, se termine comme la précédente, contactant et inhibant les interneurones et les motoneurones, elle exerce un effet **inhibiteur tonique** des muscles fléchisseurs.

Réticulé médiane



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

Le tonus : constitue 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, face au réaction de changement de l'équilibration.

Il forme un processus actif, ce mécanisme actif fonctionne par des ajustements posturaux anticipés (à priori), en augmentant l'activité tonique (ou le tonus) des muscles antigravitaires extenseurs, et en diminuant en même temps l'activité tonique des muscles fléchisseurs, pour un segment, un membre, ou pour l'ensemble des muscles du corps.

Les ajustements posturaux sont assurés principalement par l'intermédiaire de la de la **réticulé médiane bulbaire et pontique** qui sont à l'origine des projections descendantes à destinées médullaires.

- Il existe deux types de voies: la voie réticulo-spinale pontique médiane et la voie réticulo-spinale bulbaire latérale.

- **La voie réticulo-spinale pontique médiane :**

Origine: réticulée médiane pontique

Terminaison: la corne antérieure ipsilatérale, activant les interneurones et les motoneurones

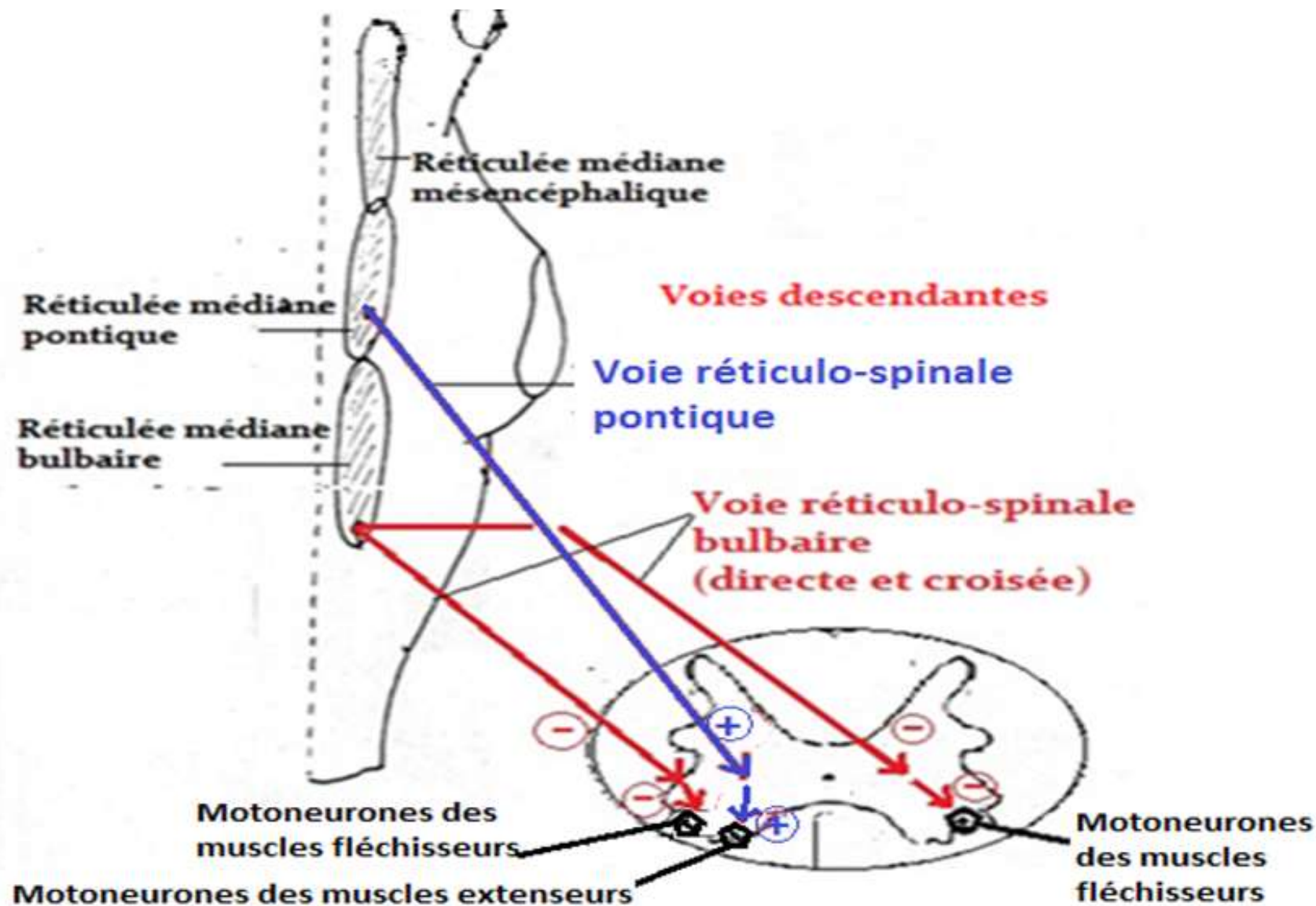
Action: effet activateur ou facilitateur tonique des muscles extenseurs antigravitaires.

- **La voie réticulo-spinale bulbaire latérale :**

Origine: réticulée médiane bulbaire

Terminaison: la corne antérieure ipsilatérale et controlatérale, activant les interneurones et les motoneurones

Action: inhibiteur tonique des muscles fléchisseurs.



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 « **formation réticulé 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 dans sa fonction ascendante **un rôle de filtre des informations sensorielles** en diminuant les influx sensoriels répétitifs et en ne laissant passer que les influx importants, évitant ainsi la surcharge d'informations sensorielles à traiter.

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