

**UNIVERSITE CONSTANTINE 3, FACULTE DE MEDECINE,
DEPARTEMENT DE MEDECINE**

Année universitaire 2021/2022

SYSTEME VEILLE-SOMMEIL

Présenté par Dr A.CHIKHI

I/INTRODUCTION

Le terme vigilance évoque à la fois les termes de veille et de vigueur, en d'autres termes, l'homme éveillé est capable de répondre de façon adaptée à toutes les stimulations issues de l'environnement contrairement à l'état de sommeil.

Il existe un continuum entre les différents états de vigilance allant du sommeil le plus profond à l'état de veille active. A chacun de ces états de vigilance est associé une activité électroencéphalographique (EEG). L'EEG constitue donc un indicateur fidèle des différents niveaux de vigilance.

L'activité électrique corticale est un biorythme influencé par l'environnement externe et interne du sujet qui varie au cours du nyctémère et se modifie en fonction de l'âge.

En 1875, CATON observa des fluctuations de potentiels à la surface du scalp chez l'animal

HANS BERGER (1929), découvre le rythme alpha chez l'homme et sa réaction d'arrêt.

Les enregistrements microphysiologiques ont montré que les sommations des activités synaptiques des dendrites apicales, sont à l'origine des ondes EEG.

II/ORGANISATION DU CORTEX CEREBRAL :

Le cortex, cérébral est en six, couches, on distingue :

- 1- Neurones épineux : orientés parallèlement, les dendrites perpendiculaires à la surface corticale.
 - Cellules pyramidales à glutamate.
 - Cellules étoilées épineuses (surtout au niveau de la couche 4)
- 2- Neurones non épineux : cellules multipolaires à GABA

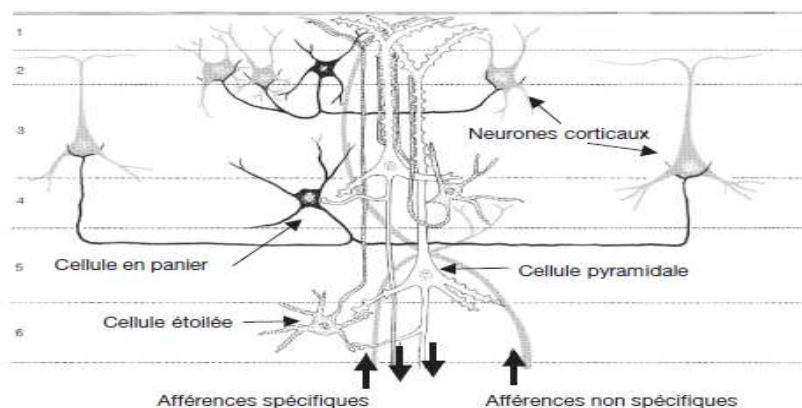
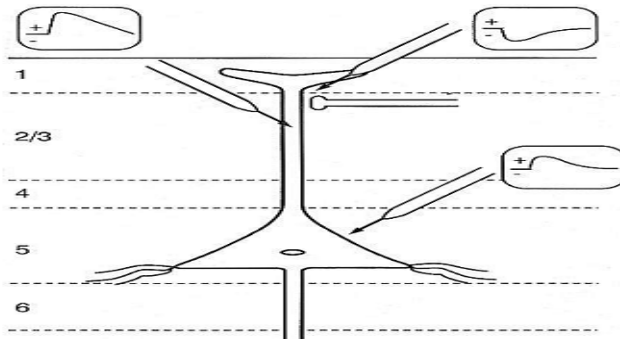


Figure 18.4. Schématisation de l'organisation neuronique corticale.
Extrait de Principles of Neural Sciences, E. Kandel, J. Schwartz, T. Jessel (3^e éd.). New York : Elsevier; 1991.

III/DONNEES DES ENREGISTREMENTS INTRACELLULAIRES ET EXTRACELLULAIRES :

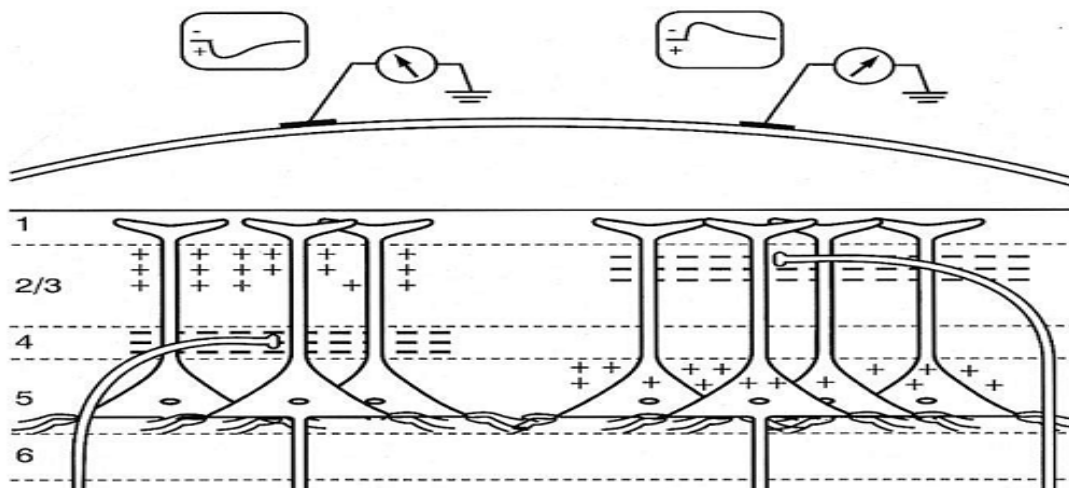
L'EEG de surface représente la sommation des courants synaptiques extracellulaires générés par les cellules pyramidales voisines.



Courant induit par un PPSE au niveau d'un dendrite apical d'une cellule pyramidale corticale

Le **puits** correspond au point d'entrée du courant, la **source** au point de sortie. le puits est du côté négatif du potentiel extracellulaire alors que la source est du côté positif.

1/L'ORIENTATION RADIAIRE DES DIPOLES PERMET L'ENREGISTREMENT EN SURFACE DES POTENTIELS CORTICAUX.



Influence de la localisation de la synapse excitatrice sur la polarité des ondes EEG

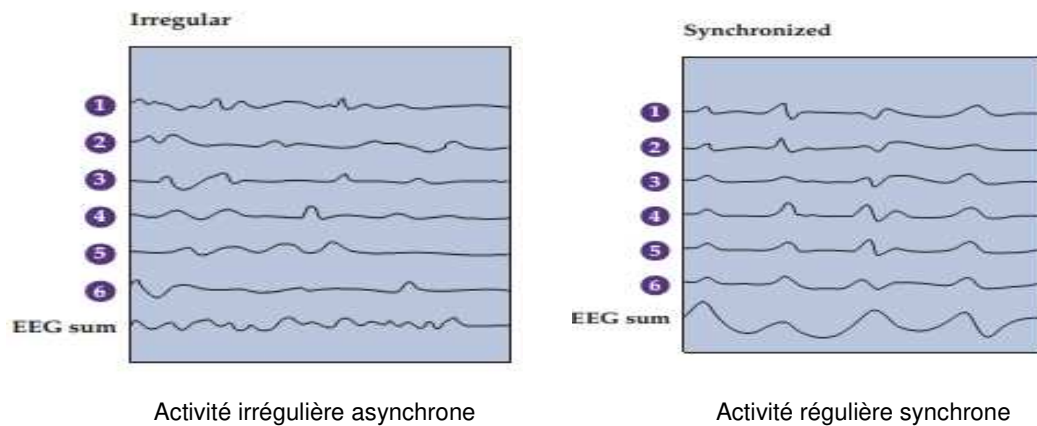
La disposition parallèle des cellules pyramidales permet la sommation de l'activité des différents dipôles (courants) donnant un courant qui est la somme de ces dipôles unitaires.

De plus, le potentiel électrique enregistré en surface dépend de la situation de l'électrode d'enregistrement par rapport au puits et à la source (le schéma illustre deux situations différentes).

2/ROLE DE LA SYNCHRONISATION

Pour qu'une activité électrique soit visible sur le scalp il faut une activité synchrone de milliers de neurones et l'amplitude des ondes EEG enregistrées dépend du niveau de synchronisation des neurones en activité ; deux facteurs interviennent :

a-propriétés oscillatoires rythmiques des neurones corticaux spontanément actifs.
 b-rôle des structures sous corticales (les cellules thalamiques jouant un rôle de pace maker (boucles thalamo-corticales)).les tracés illustrent deux situations différentes :



3/L'ELECTROENCEPHALOGRAPHIE :

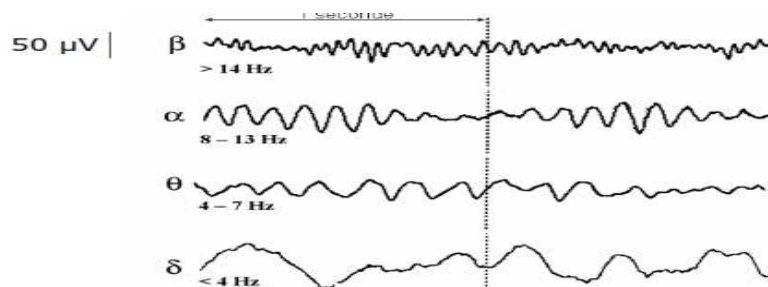
L'EEG permet l'enregistrement de la différence de potentiel recueillie entre des électrodes placées sur le cuir chevelu.

Ces fluctuations de potentiel sont faibles (de l'ordre du microvolt) et de fréquences variables.

La technique est standardisée

La disposition des électrodes se fait selon le système 10-20

Les montages utilisés peuvent être monopolaires ou dipolaires



Principaux rythmes EEG

a-Principaux rythmes EEG chez l'adulte normal éveillé :

1-rythme alpha : enregistré yeux fermés, de topographie postérieure, fréquence entre 8 et 12 Hz, amplitude entre 20 et 50 µV

Réaction d'arrêt : ouverture des yeux, opération mentale (calcul mental)

2-rythme beta : antérieur, fréquence entre 14-25 Hz, d'amplitude faible, disparaît pendant le sommeil ou lors d'un mouvement volontaire

3-rythme mu rolandique : topographie moyenne, fréquence entre 7-11 Hz avec un aspect en dent de peigne et disparaît lors d'un mouvement passif ou volontaire du membre controlatéral.

b-Rythmes du sommeil :

La classification reconnaît les stades suivants:

Le sommeil à ondes lentes (OL):

▪ **Stade 1 (N1):** fréquences mixtes de faible voltage associées à des ondes thêta. La période précédant le stade 2 est caractérisée par des pointes vertex.

▪ **Stade 2 (N2):** présence de fuseaux du sommeil ou spindles d'une durée minimum d'une ½ sec et/ou de complexes K et moins de 20% d'ondes lentes delta.

▪ **Stades 3 et 4 (N3) :** sommeil long profond, caractérisé par la proportion d'ondes lentes delta amples (sup à 75µV)

- stade 3 : 20 à 50% d'ondes delta.

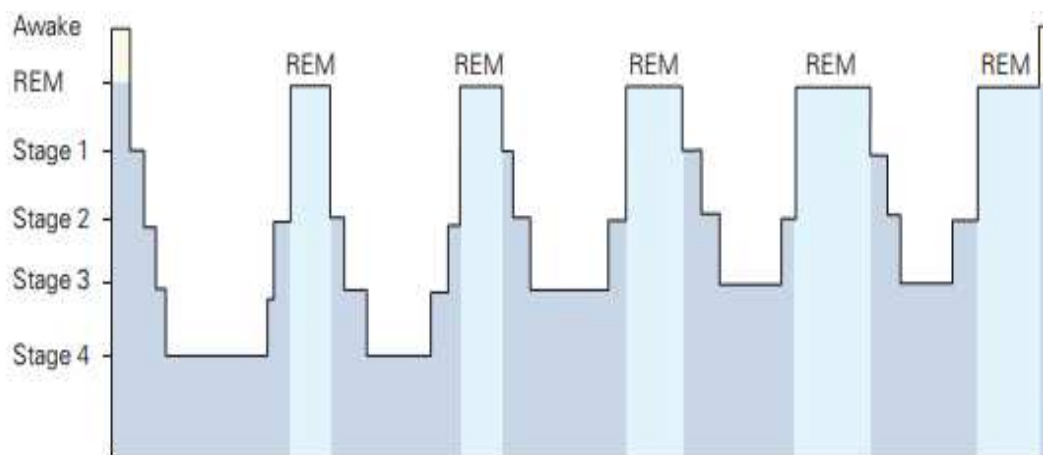
- stade 4 : plus de 50% de delta.

Le sommeil paradoxal (REM sleep): REM= rapid eye movement ou « à mouvements oculaires rapides »

Décrit (dès 1953) par Aserinsky et Kleitman, appelé REM sleep par Dement et sommeil paradoxal par Jouvet.

Activité de faible amplitude associant fréquences rapides et fréquences lentes thêta.

On note des mouvements oculaires rapides avec une hypotonie musculaire globale entrecoupée par des Contractions musculaires phasiques (twitches)



Evolution des différents stades du sommeil au cours d'une nuit (8 heures) :

Noter l'importance du sommeil profond dans la première partie de la nuit et les épisodes de sommeil REM de plus longue durée en fin de nuit.

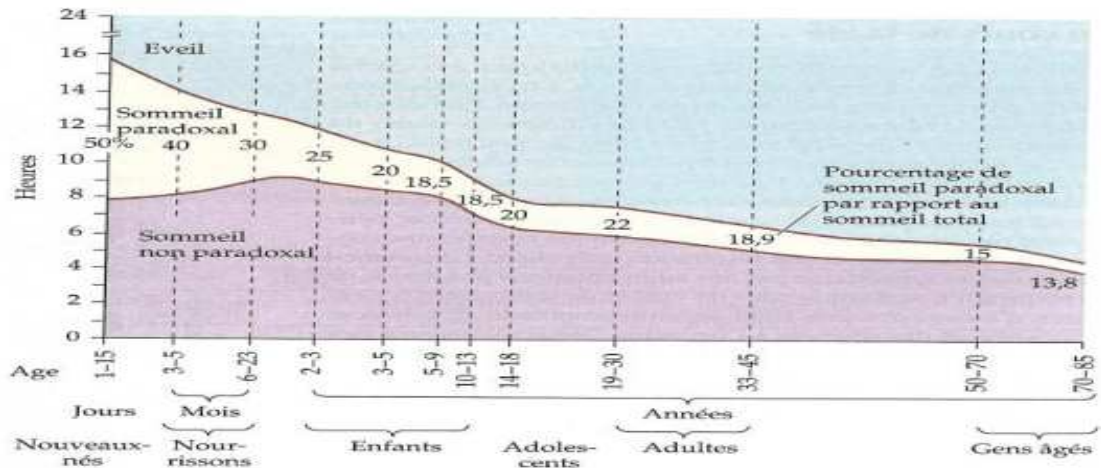
Proportions des différents stades chez l'adulte normal :

N1=5%

N3=25%

N2=50%

SP=20%



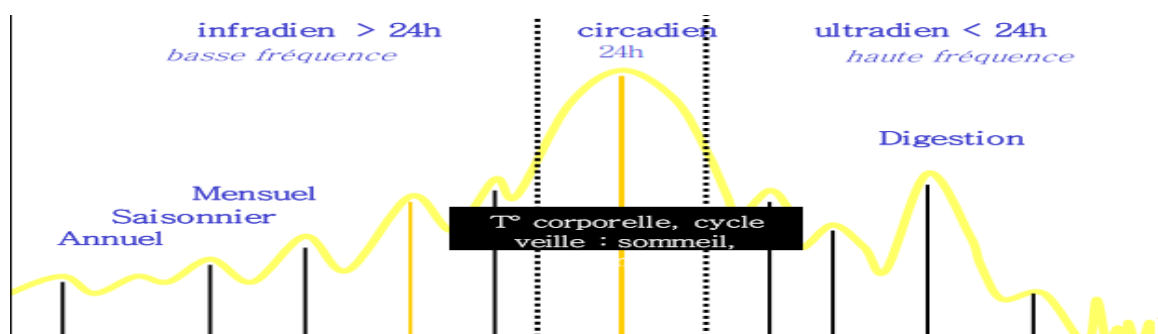
EVOLUTION AVEC L'AGE

IV/ Régulation circadienne du rythme veille-sommeil

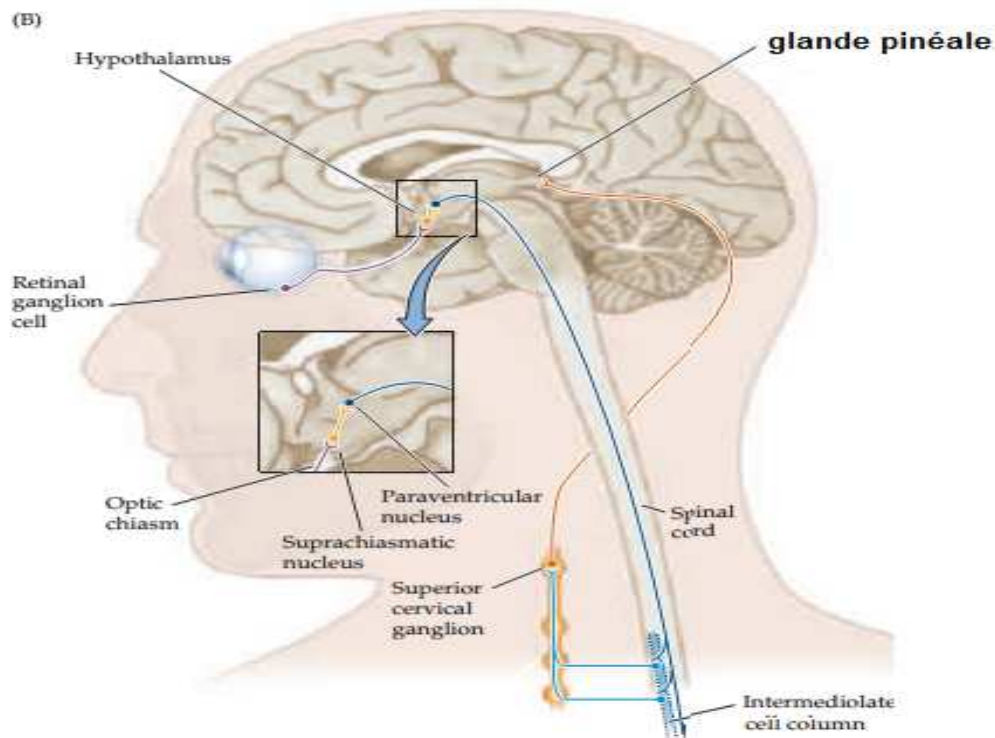
Le sommeil peut être défini comme « une perte naturelle, réversible, plus ou moins complète des rapports sensitivomoteurs de l'organisme avec le milieu extérieur » ; c'est un état physiologique indispensable à la vie.

La rythmicité circadienne (autour de 24 heures), propriété presque universelle (organismes unicellulaire, plantes, et les animaux) affecte de nombreuses fonctions physiologiques dont l'alternance veille sommeil. Chez toutes les espèces, la périodicité du sommeil est indiquée par la rotation de la terre (alternance jour/nuit) et donc fortement conditionnée par l'évolution journalière de la lumière.

Le sommeil est un comportement circadien (circa = autour, dies=jour) constitué de plusieurs phases d'évolution ultradienne.



Rôle du **noyau supra chiasmatique** et de la **mélatonine** sécrétée par la glande pinéale.

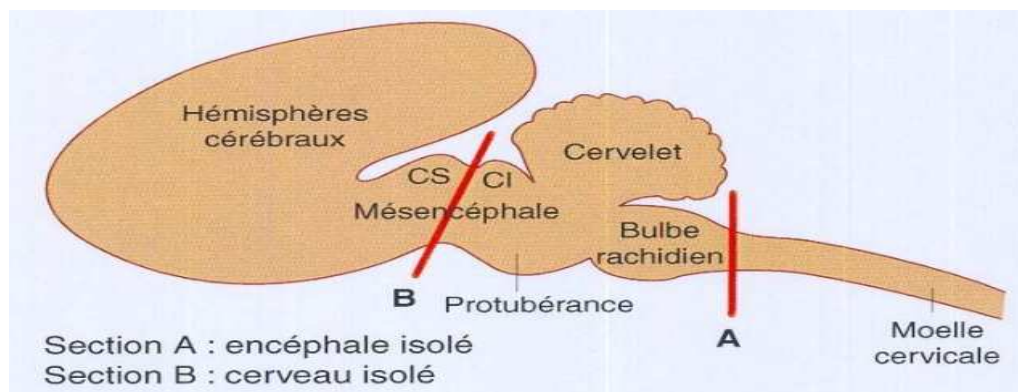


Voie rétinohypothalamique et circuits responsables de la sécrétion de la mélatonine par la glande pinéale

V/Neurobiologie du cycle veille-sommeil :

Les mécanismes de la régulation des états de vigilance sont complexes faisant intervenir plusieurs **structures** et **neurotransmetteurs** avec des boucles de régulation positives et négatives.

- **Expériences de lésion (Bremer 1936)**



B: état de sommeil ininterrompu, ondes lentes continues à l'EEG, aucune réactivité aux stimuli.

A: alternance veille/sommeil, alternance ondes lentes/rapides, persistance de la réactivité aux stimuli

- **Expériences de stimulation :**

- La stimulation d'un groupe de neurones cholinergiques à la jonction ponto-mésencéphalique provoque le réveil du chat endormi (Magoun et Moruzzi 1949).
- la stimulation des neurones thalamiques induit un sommeil à ondes lentes chez le chat éveillé.

La Formation Réticulée Mésencéphalique (FRM) reçoit en permanence des informations sensorielles (extero, proprio, intéroceptives) C'est une structure non spécifique.

Informations sensorielles → stimulation de la FRM → éveil cortical et comportemental

La FRM est le point de départ de fibres cholinergiques à projection diffuse sur le cortex cérébral → désynchronisation de l'activité EEG.

La FRM agit par l'intermédiaire de plusieurs voies :

- réticulo- thalamo-corticale (Acétylcholine(Ach) et Glutamate)
- réticulo- hypothalamo-corticale (Ach, Glutamate et histamine)
- réticulo-basalo-corticale (Ach et Glutamate)

D'autres groupes de neurones interviennent:

- Le locus coeruleus alpha **noradrénergique** et active la FRM (éveil cortical)
- Le système **dopaminergique** nigrostrié responsable de l'éveil comportemental.
- L'hypothalamus postérieur (noyau tuberomamillaire) à l'origine d'une voie **histaminergique** (éveil cortical)
- L'hypothalamus latéral : groupe de neurones à **oréxine** ou **hypocretine** (effet excitateur sur le cortex)
- Le noyau raphé magnus **sérotoninergique**

1. Mécanismes du sommeil à ondes lentes

L'hypothalamus joue un rôle important dans le déclenchement du sommeil en exerçant une double action:

- par stimulation de sa partie antérieure pré-optique (Ventre-Latérale-Pré-Optique) (qui est aussi sous l'influence des projections sérotoninergiques des noyaux du raphé)
- et l'inhibition par cette dernière de l'hypothalamus postérieur VL et de la FRM (responsables de l'éveil) par l'intermédiaire du GABA.

On note également l'accumulation de certains facteurs pendant la veille (**adénosine**) lesquels inhibent certains neurones cholinergiques.

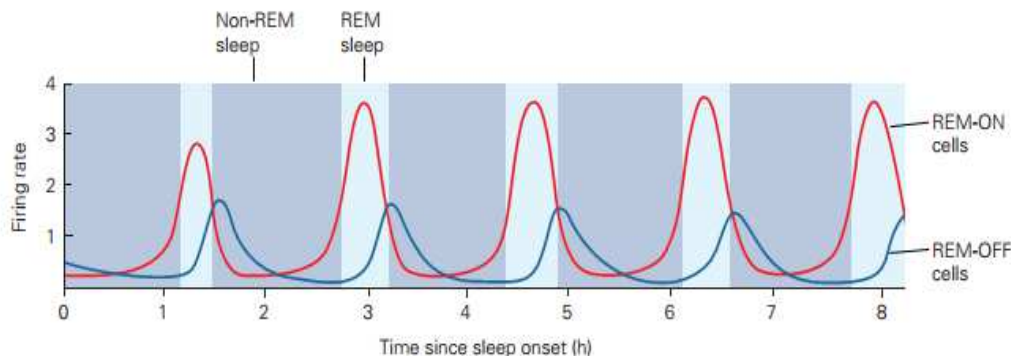
2. Mécanismes du sommeil paradoxal (SP) :

La production du SP est sous la dépendance de deux groupes de structures à l'origine de deux mécanismes distincts:

Mécanisme exécutif: au niveau du noyau magnocellulaire du bulbe, au niveau pontique .ces neurones sont cholinergiques et sont dits SP-ON.

Ces neurones pontiques sont à l'origine de l'activité phasique au cours du SP (l'activité Ponto-Géniculo-Occipitale et les Mouvements Oculaires Rapides).

Mécanisme permissif : neurones noradrénergiques du Locus Coeruleus (proper) et sérotoninergiques du raphé, ces neurones sont dits SP-OFF.



Activité des neurones SP-ON et SP-OFF

- **Rôle(s) du sommeil à ondes lentes:**

Apparaît comme le sommeil véritablement **réparateur**

-Diminution du métabolisme cérébral (baisse de la consommation en O₂ et du débit sanguin cérébral).

-Sécrétion maximale (au début du SOL) de la GH à fonction restauratrice.

-La privation en SOL : altération des fonctions supérieures (attention, mémoire, langage)

- **Rôle(s) du sommeil paradoxal**

C'est le domaine du rêve (20% de la durée totale du sommeil)

80-90 %des sujets réveillés en SP ont des rappels de rêve.

Plusieurs théories:

-Rôle dans l'apprentissage (stockage à long terme des informations)

-processus de maturation et de plasticité synaptique, en effet, le SP occupe 50-80% chez le Prématuré ,30-40% chez le nourrisson, 20% chez l'adulte et seulement 15% après 70 ans.

Références bibliographiques :

- 1.Neurosciences.D.Purves
- 2 .Principles of neural science. E . Kandel
- 3.The central nervous system, Structure and Function .P.Brodal
- 4.Neurophysiologie.D.Richard ,D.Orsal
- 5.Neurophysiologie.JF.Vibert

Ce document n'est qu'un support pédagogique et ne peut donc pas dispenser l'étudiant de l'enseignement en présentiel donné par les enseignants du module.