Dispositifs Médicaux de Mesure des signaux physiologiques

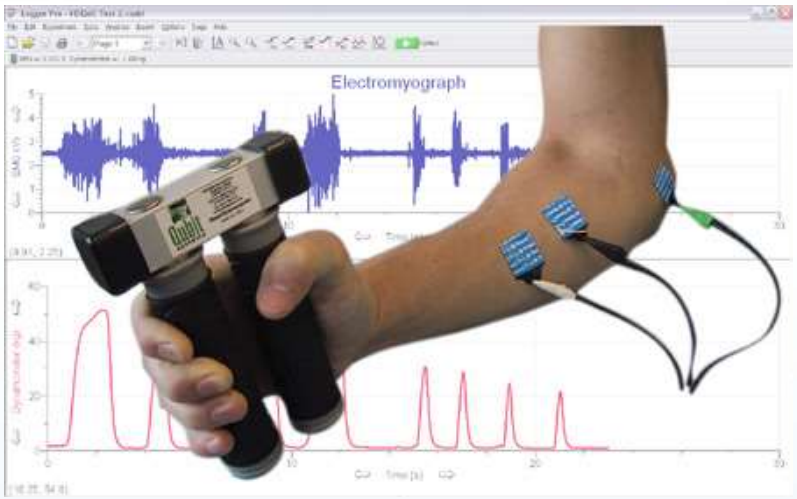
Pr. Norbert Noury



3
Mesure des biopotentiels

3D- mesure de l'EEG

EMG



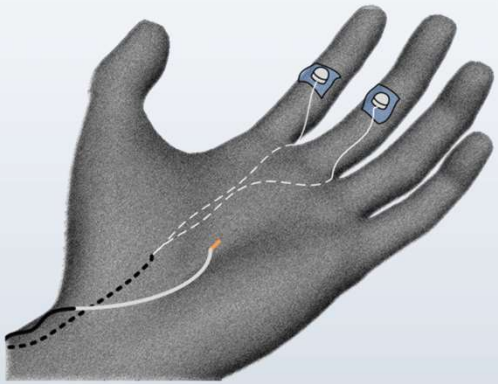
ECG



EEG



GSR



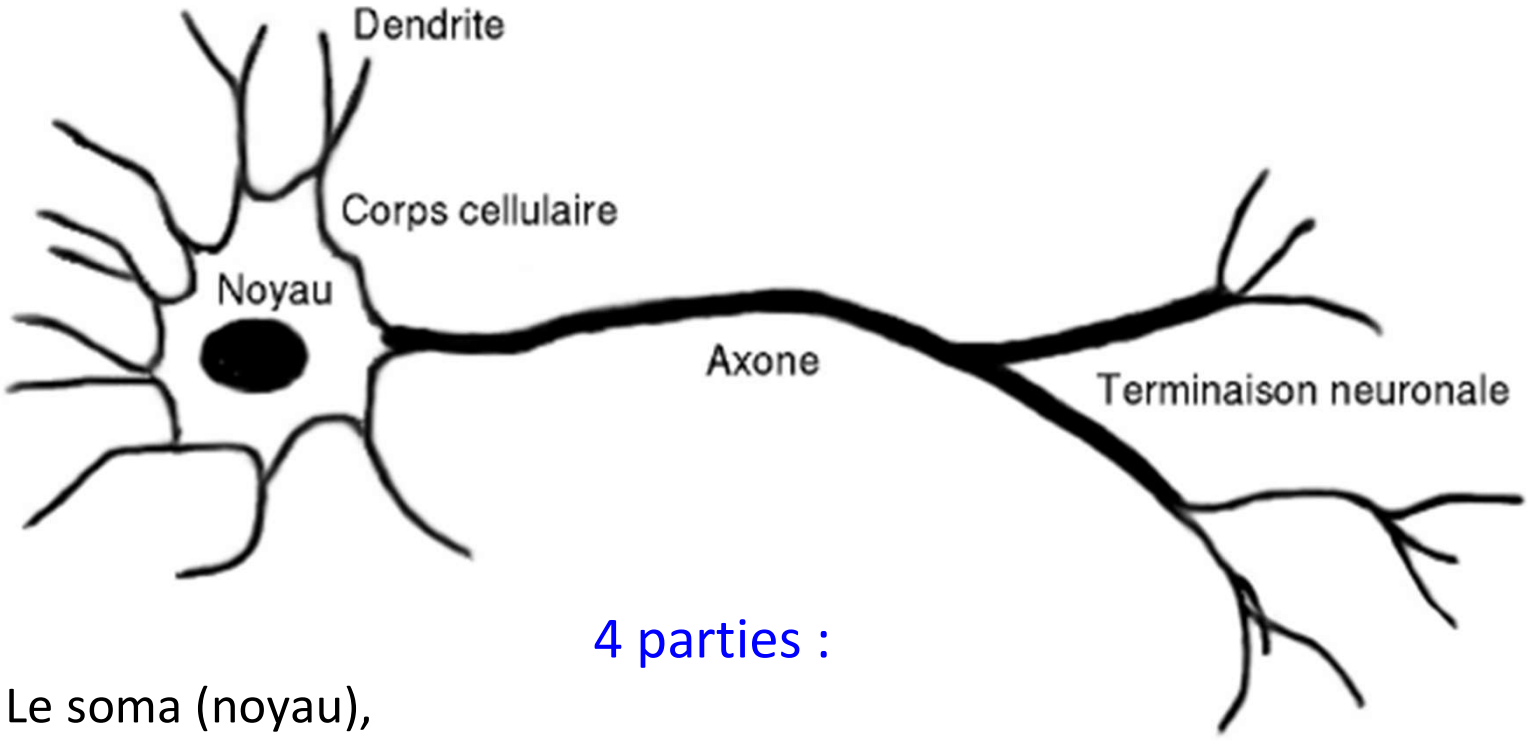
EOG



Impédance

Le neurone: un relais d'information

Le cerveau humain contient environ 85 Milliards de neurones



4 parties :

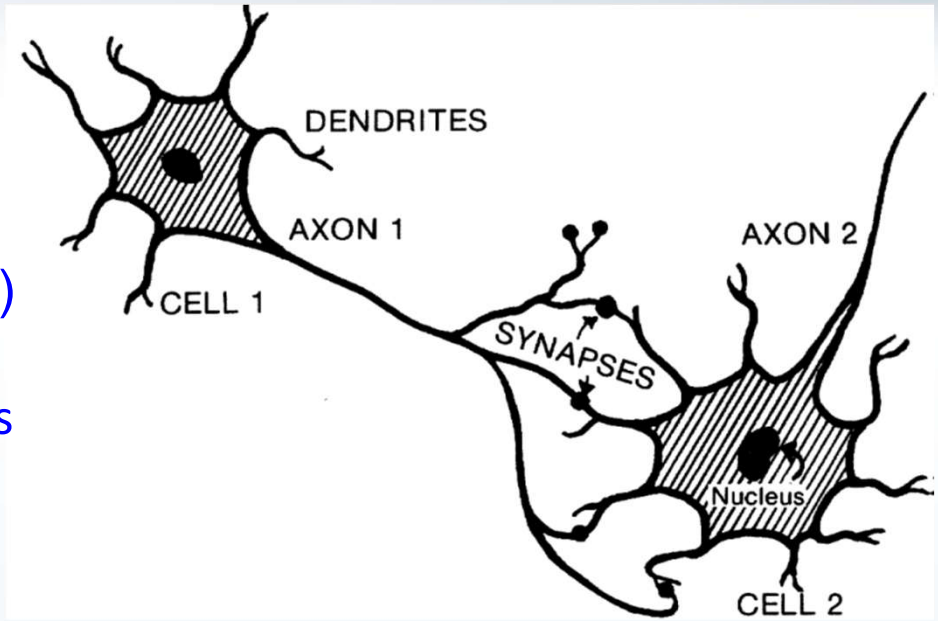
- Le soma (noyau),
- les dendrites (récepteurs),
- l'axone (ligne de transmission),
- les terminaisons présynaptiques (émetteurs)

L'axone transmet l'information par potentiel d'action (PA) avec une vitesse de 0,5 à 120 m/s

Electroencephalographie (EEG)

2 types de transmission de l'information :

- Electrique : directe du synapse vers les dendrites
- Chimique : Le PA (dépolarisation) provoque des potentiels post-synaptiques excitateurs (PPS-e) sur les terminaisons pré-synaptiques qui libèrent des **neurotransmetteurs*** captés par les dendrites Post-Synaptiques



* catécholamines (dopamine, noradrénaline, adrénaline), sérotonine, endorphines

L'hyperpolarisation locale conduit à des PPS inhibiteurs (PPS-i) sur le corps des cellules de neurones

La combinaison des PPS-e et des PPS-i induit des courants à l'intérieur et autour du neurone et donc un champ de potentiels enregistrable sur le cuir chevelu (PPS de durée 100ms # onde alpha)



Mesure de l'EEG

Mesure de la distribution spatiale des champs électriques et de leur variation au cours du temps

Dans la majorité des études cliniques : mesure non invasive d'EEG en plaçant des électrodes de surface sur des zones standards du cuir chevelu.

Généralement 16 canaux enregistrés simultanément.

Chaque électrode fournit un signal qui est la sommation des potentiels d'action post-synaptiques – excitateurs et inhibiteurs - synchrones issus d'un grand nombre de neurones

Trois types d'électrodes : surface, corticale et zone profonde.

Le signal EEG de surface (cuir chevelu) a une amplitude typique de 100 µV avec une largeur de bande de 0.5 à 80 Hz.

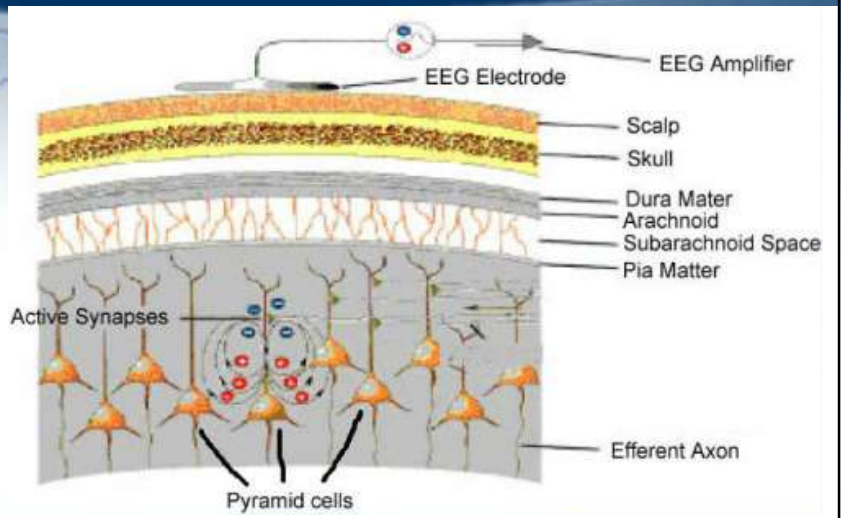
Au niveau du cortex 10mV, Bande passante 0.5 à 150Hz.

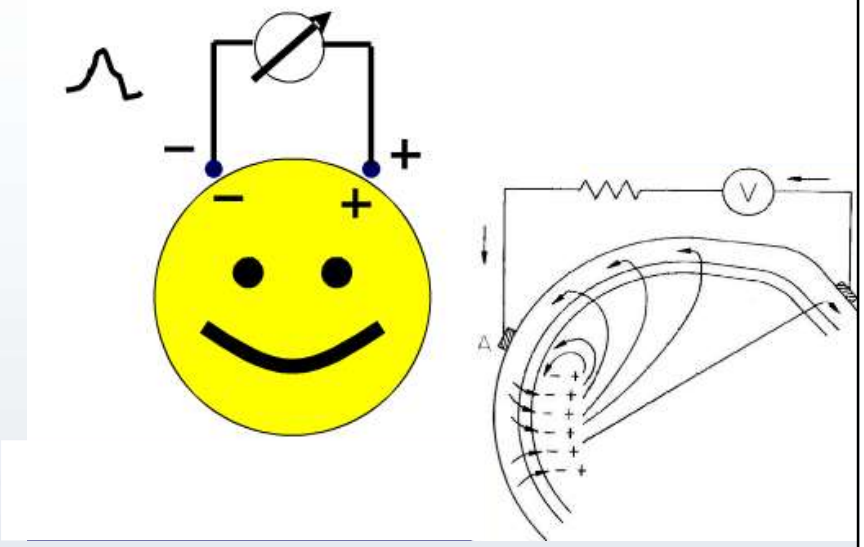
Méthode d'exploration cérébrale

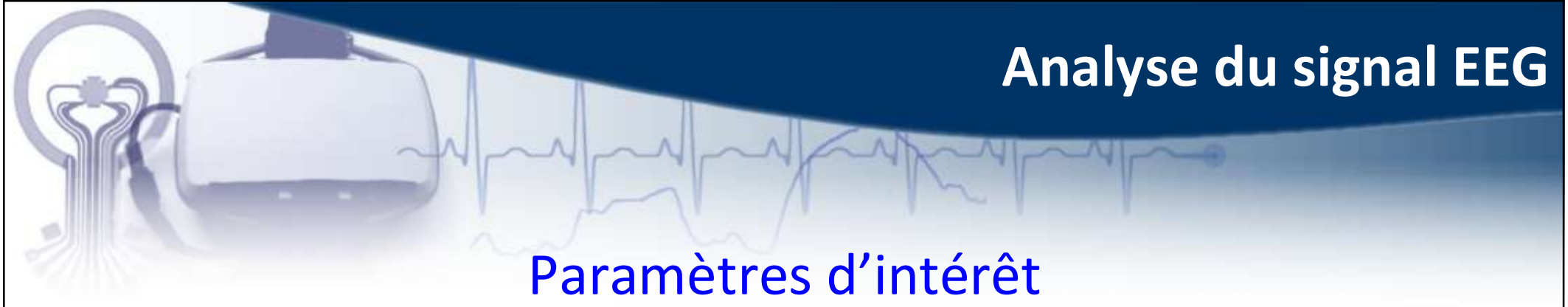
- Mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes sur le cuir chevelu (scalp).
- Les générateurs dendritiques ont 2 pôles (dipôle: + et -) orientés verticalement.
- La détection de signal sur les électrodes sur le scalp, nécessite des décharges synchrones sur une surface corticale d'environs 10 cm²

- Les amplificateurs d'instrumentation enregistrent les potentiels différentiels entre 2 électrodes
- Déflection vers le haut si l'entrée 1 est légèrement négative par rapport à l'entrée 2

- Analyse EEG: fréquence, amplitude, location, morphologie, polarité, état, réactivité, symétrie







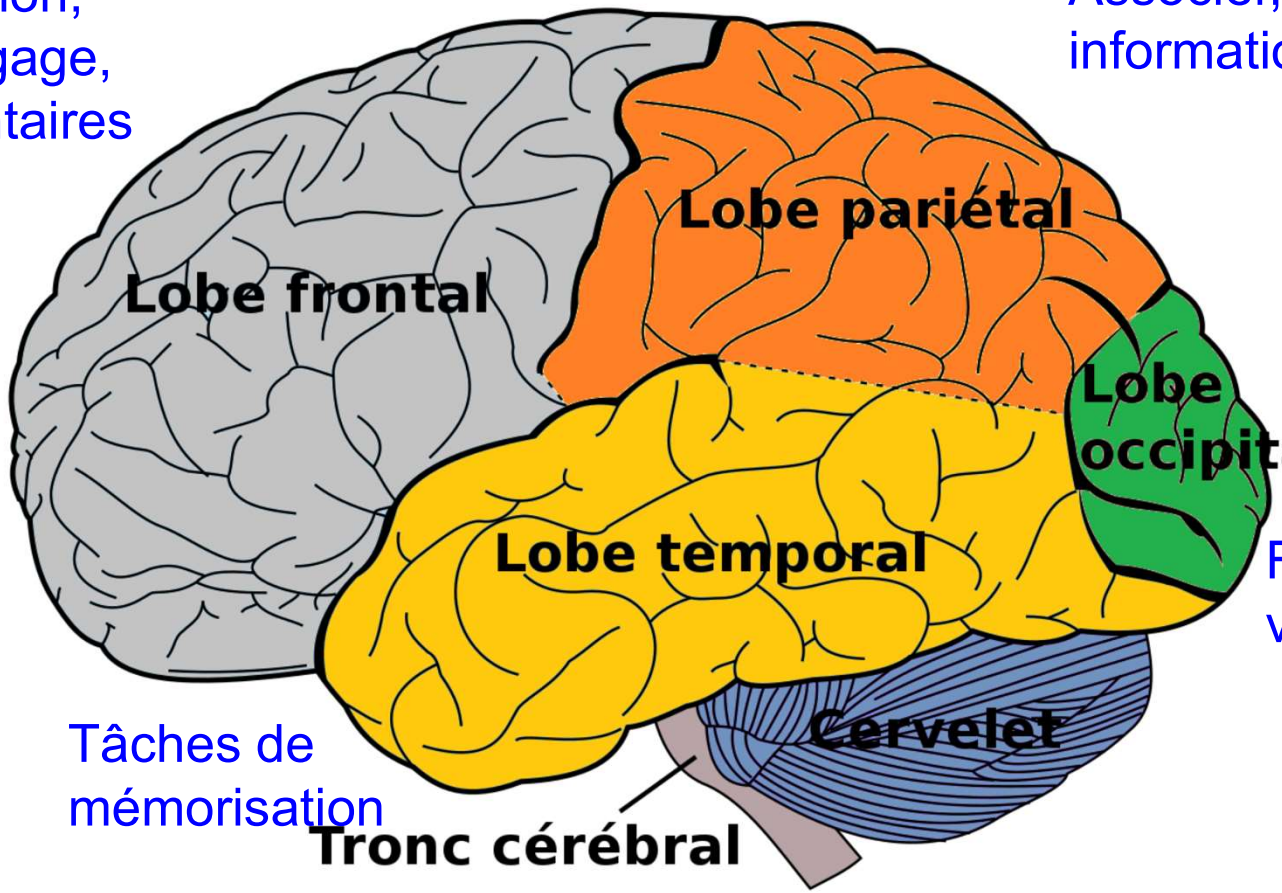
Paramètres d'intérêt

- Fréquence
- Niveau
- Localisation spatiale
- Morphologie
- Polarité
- État
- Réactivite
- Symetrie
- artefacts

Les 4 lobes externes du cerveau

Planification, décision, raisonnement, langage, mouvements volontaires

Associer, aiguiller les informations



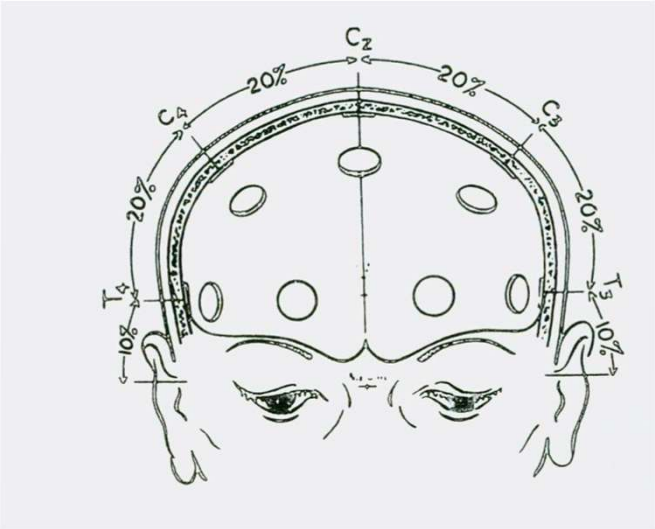
Fonctions visuelles

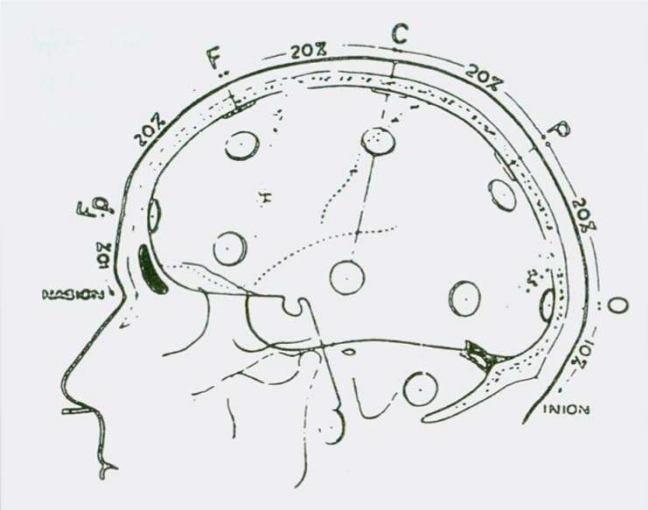
Tâches de mémorisation

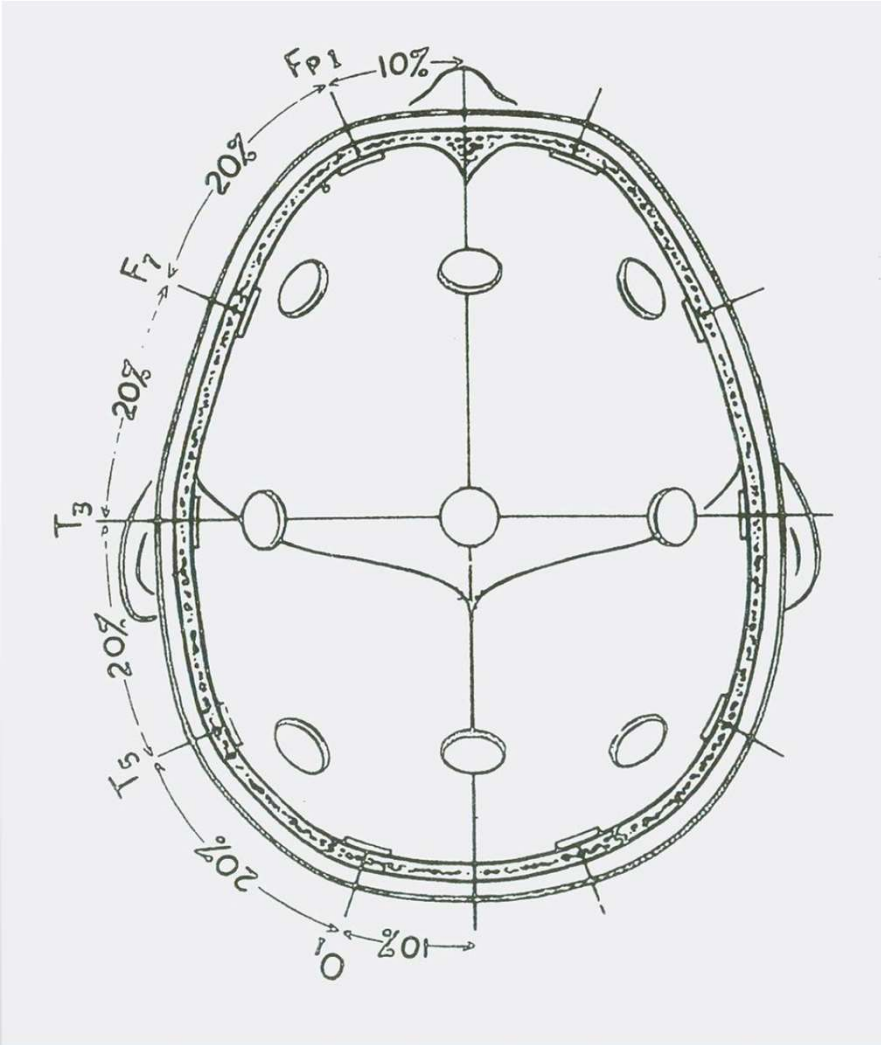
Placement des électrodes sur le scalp

Fp (frontopolar), F (frontal), C (central), P (parietal), O (occipital) and T (temporal)

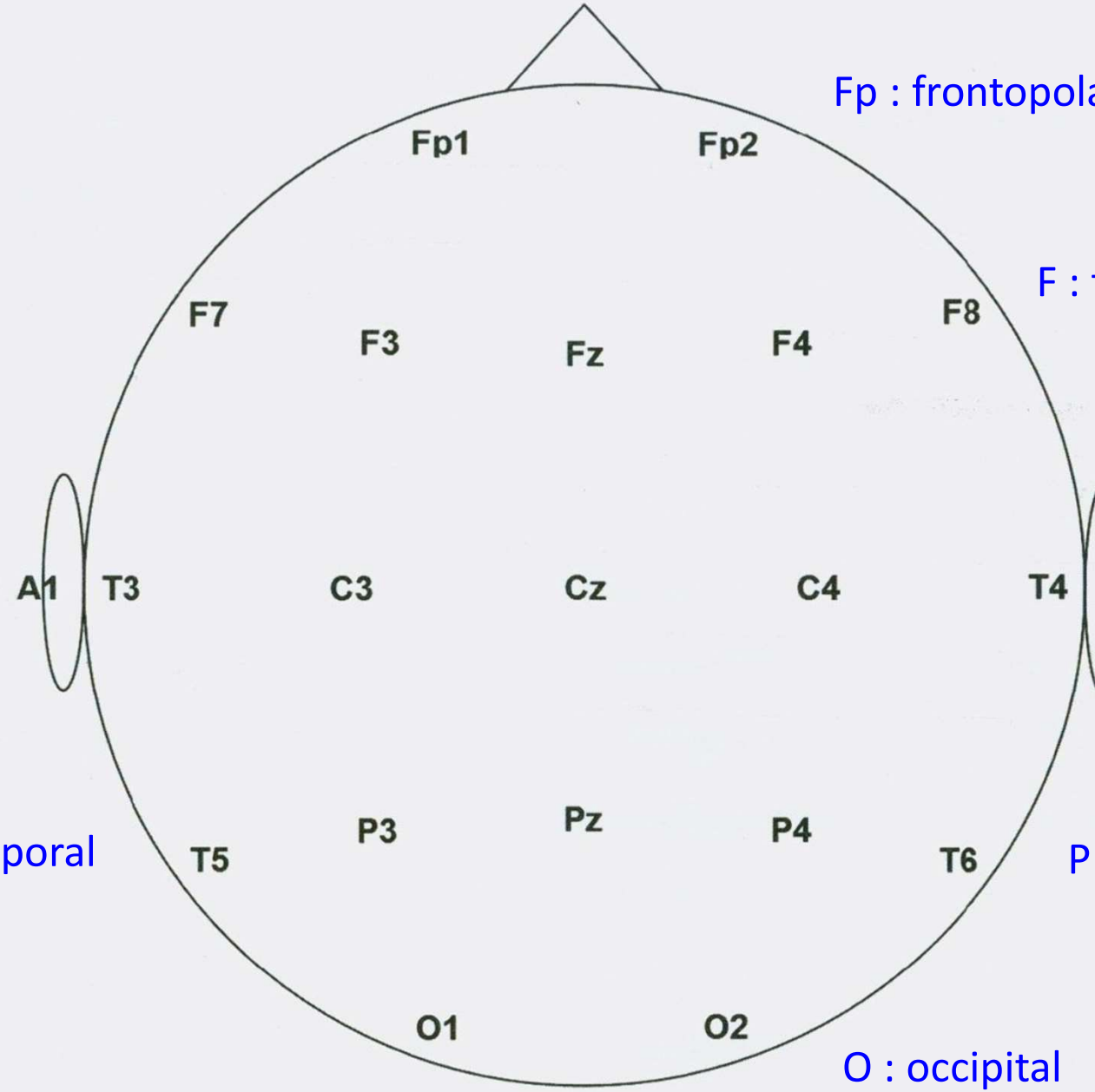
Rangs impairs à Gauche, rangs pairs à droite, A désigne l'oreille







Le système international 10-20



Fp : frontopolaire

F : frontal

A : l'oreille

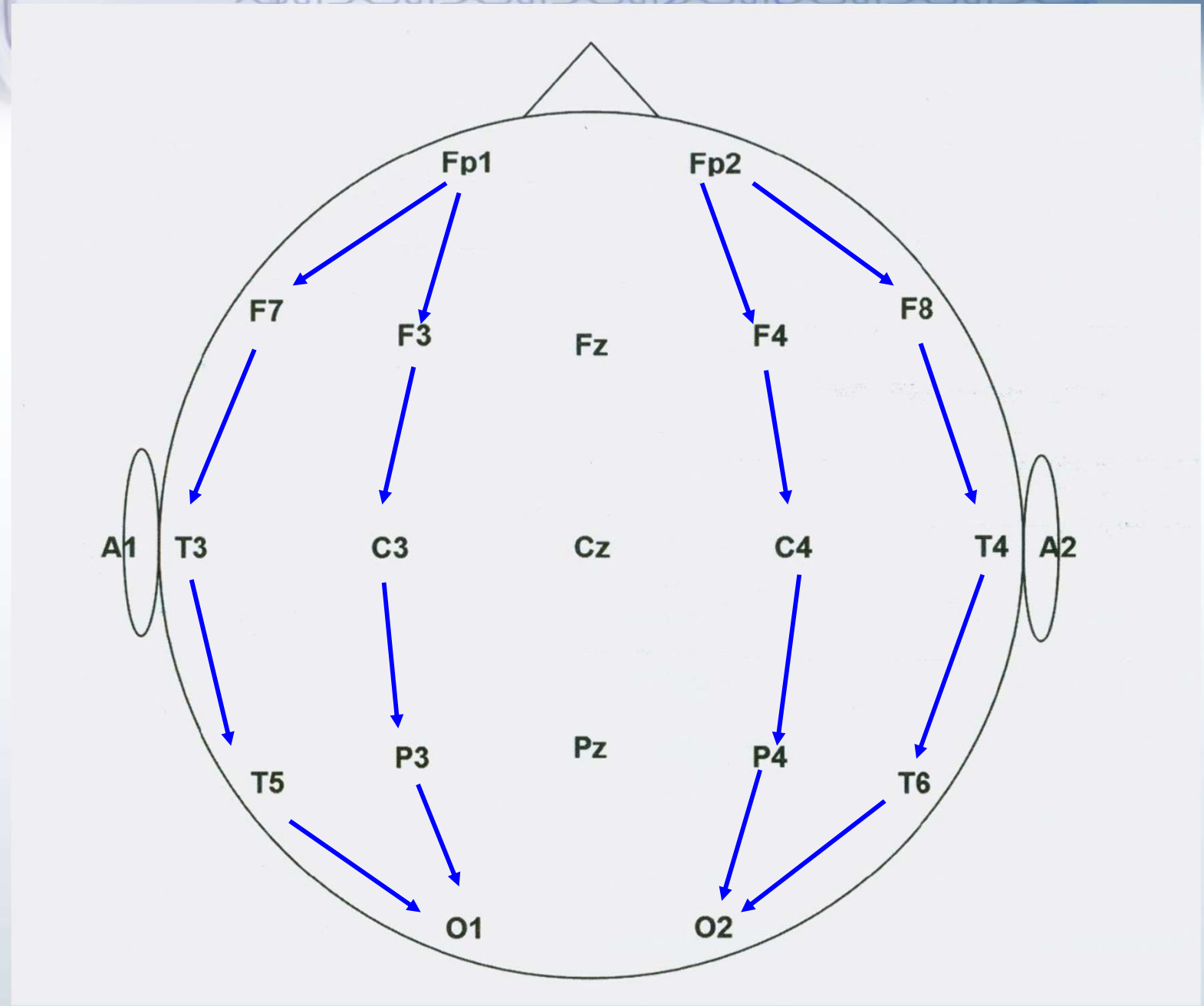
C : central

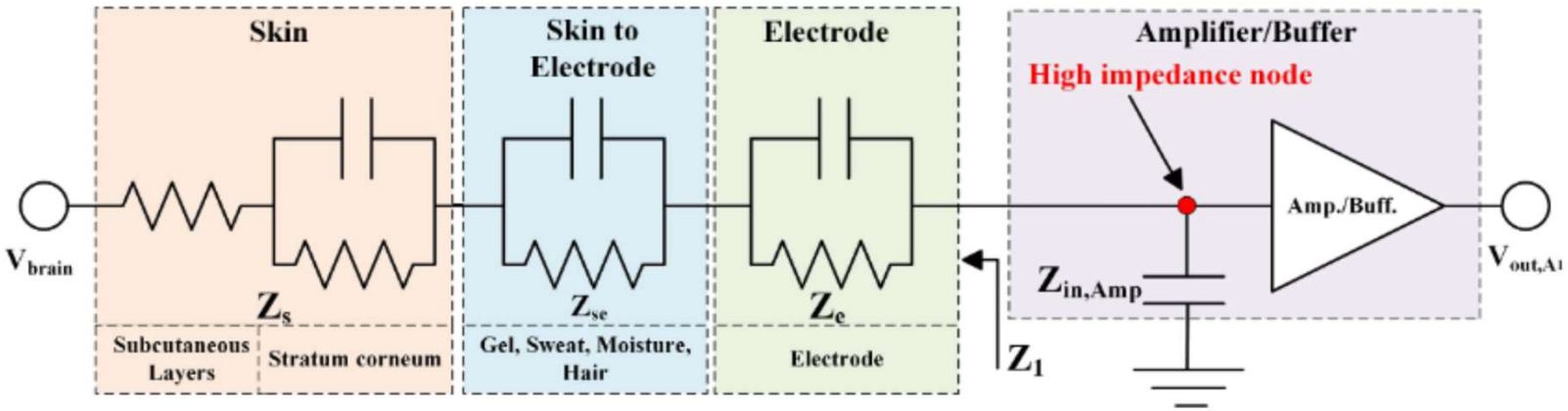
T : temporal

P : parietal

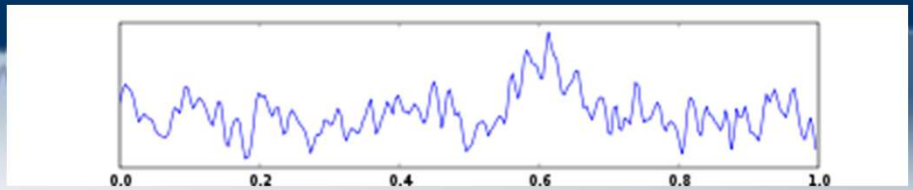
O : occipital

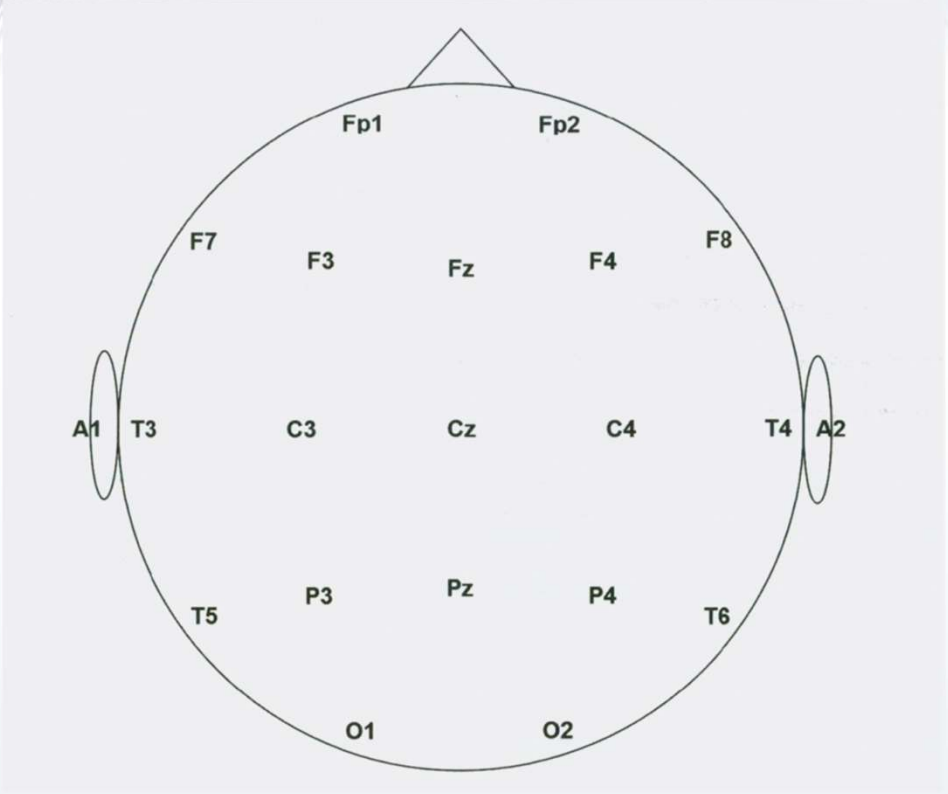
Enregistrement Bipolaire



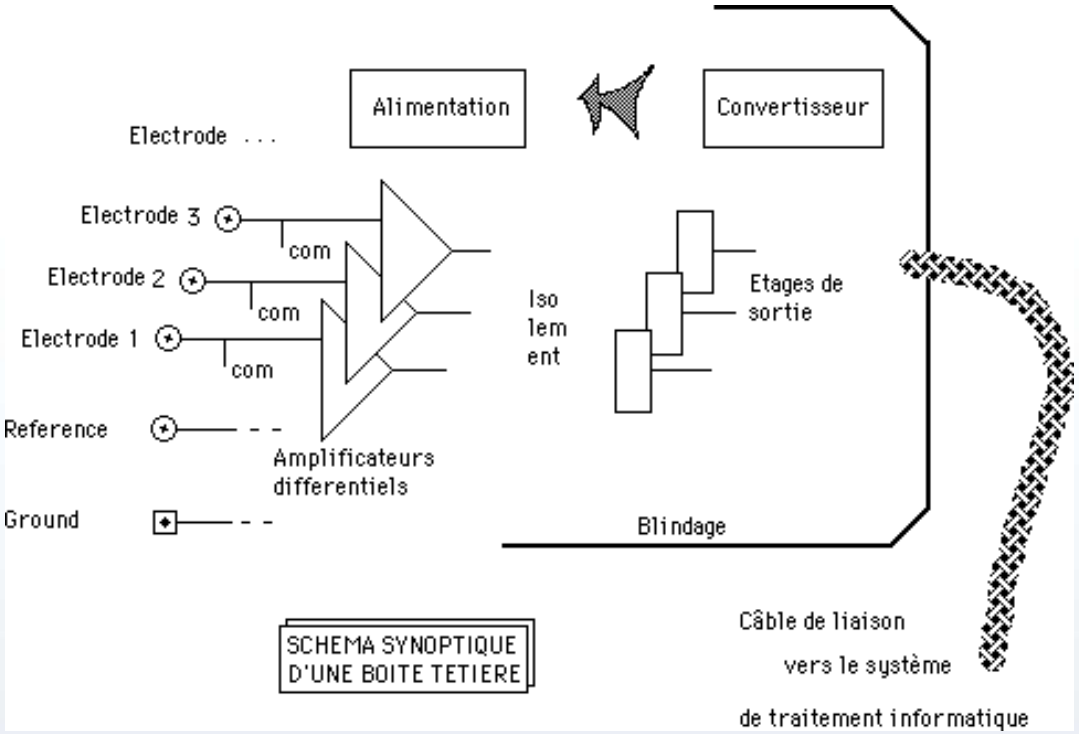

Skin
Skin to Electrode
Electrode
Amplifier/Buffer
High impedance node
Amp./Buff.
V_{brain}
$V_{out,A1}$
Z_s
Z_{se}
Z_e
$Z_{in,Amp}$
Z_1
Subcutaneous Layers
Stratum corneum
Gel, Sweat, Moisture, Hair
Electrode

Mesure de l'EEG





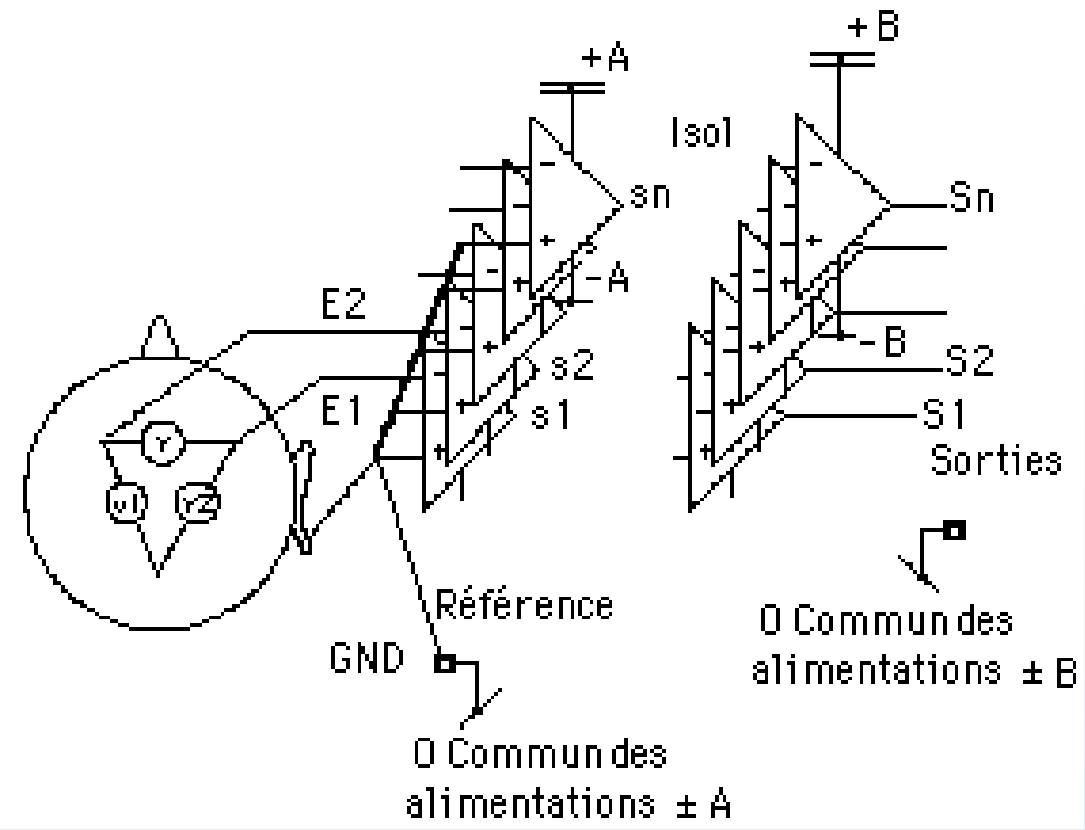
Boitier Tétière

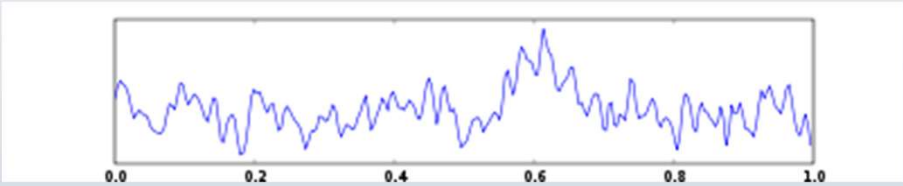


- conditionnement physique des premiers amplificateurs de mesures et circuits associés aux différentes entrées (Mesure d'impédance, commutateurs de mise en court-circuit à la masse,etc …)
- étage d'isolement galvanique total
- étages de sortie des signaux
- alimentation électrique isolée des amplificateurs de mesures et de leurs circuits associés.

Montage « Référence »

Montage de mesure SEEG: Référence ou « Homopolaire »





- Référence commune (oreille)
- La seconde entrée est la référence

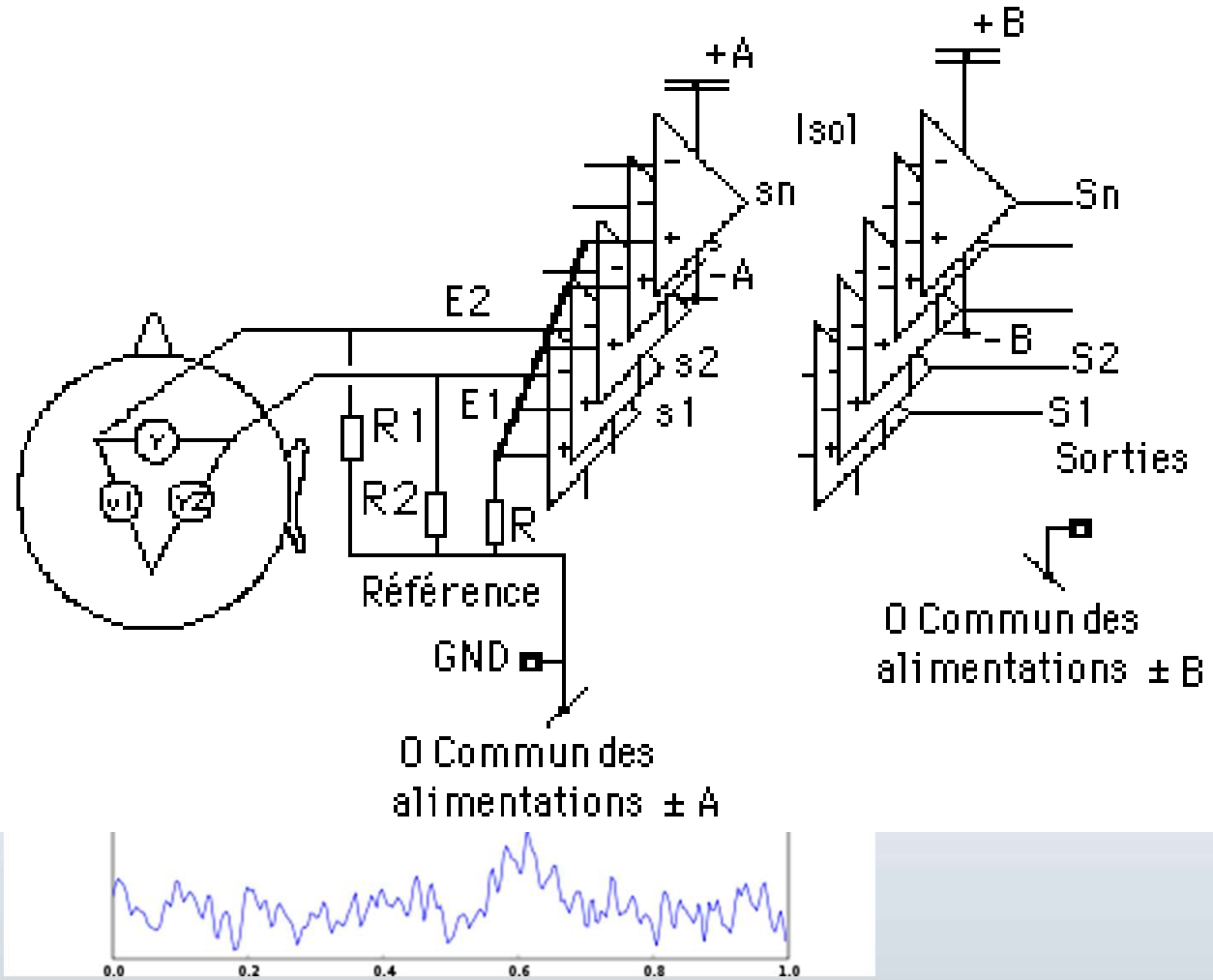
- pas de tension de mode commun,
- impédance d'entrée négligeable
- insensible aux parasites

Mais

- artefacts physiologiques (entre référence et électrodes)
- fait circuler un courant HF (parasites résiduels) dans le circuit de référence (lobe de l'oreille, bracelet etc …), selon la Résistance-capacité de la fonction Isolement de la boîte têtière.

Montage « Bipolaire »

Montage de mesure SEEG: Non référence ou «Différentiel »

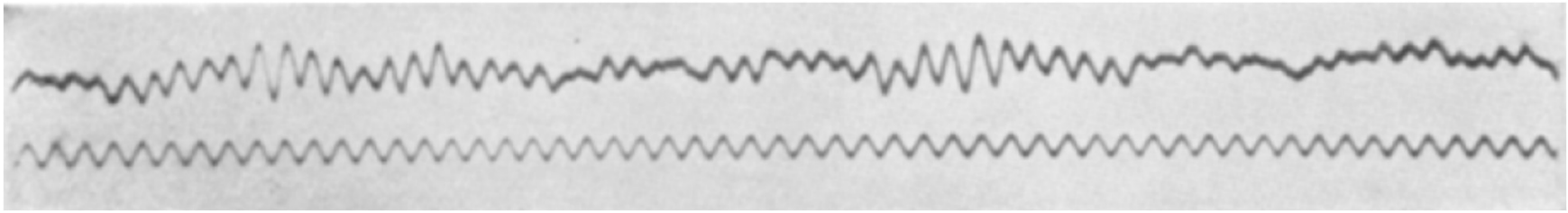


- Mesure différentielle entre 2 électrodes proches
-
- Mesure flottante: pas de circulation de courant HF (parasites résiduels) dans le circuit de référence des amplificateurs.
- mise à la référence Ground par les résistances d'entrée R1-R2 et R Ref.

Par contre, selon R1-R2-R Ref et la Resistance-capacité de la fonction Isolement de la boite têtière, cette mesure très précise sera très influencée par :

- - Des charges ou décharges statiques,
- - Le degré hygrométrique de l'air,
- - La présence ± proche de personnes autour du patient par effet capacitif, …

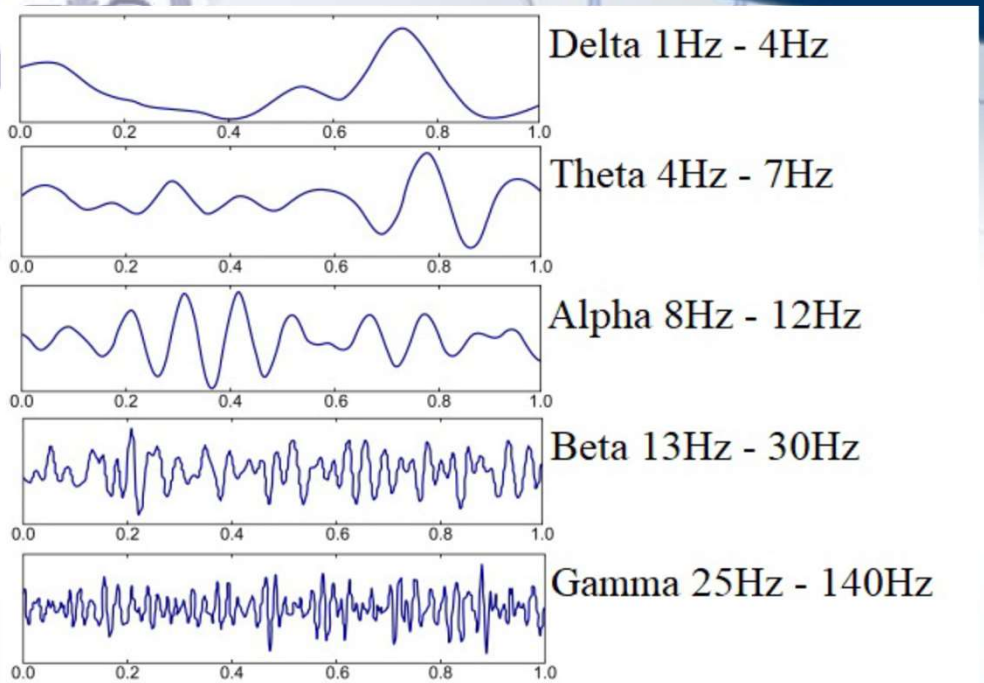
Tracés encéphalographiques

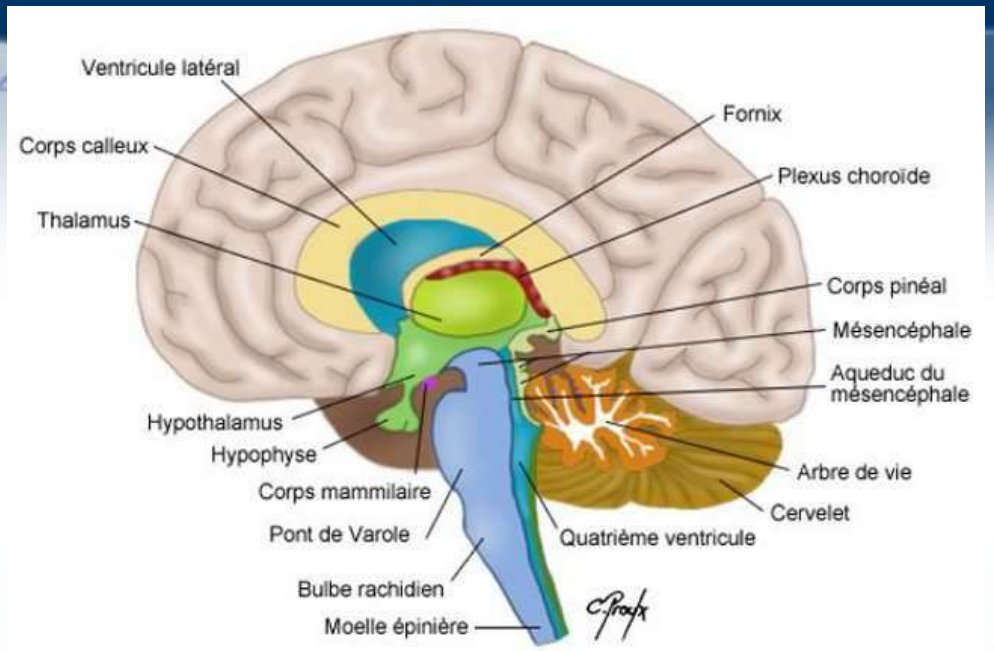


La mesure des signaux cérébraux inventée en 1875 par Richard Caton, puis en 1920 Hans Berger permettra la véritable étude de ces signaux en les amplifiant et sera le premier à décrire les ondes Alpha, puis les ondes Beta

L'EEG présente une faible résolution spatiale lorsqu'il est non invasif car il mesure une activité correspondant à l'activation simultanée de milliers de neurones

Contenu de l'EEG





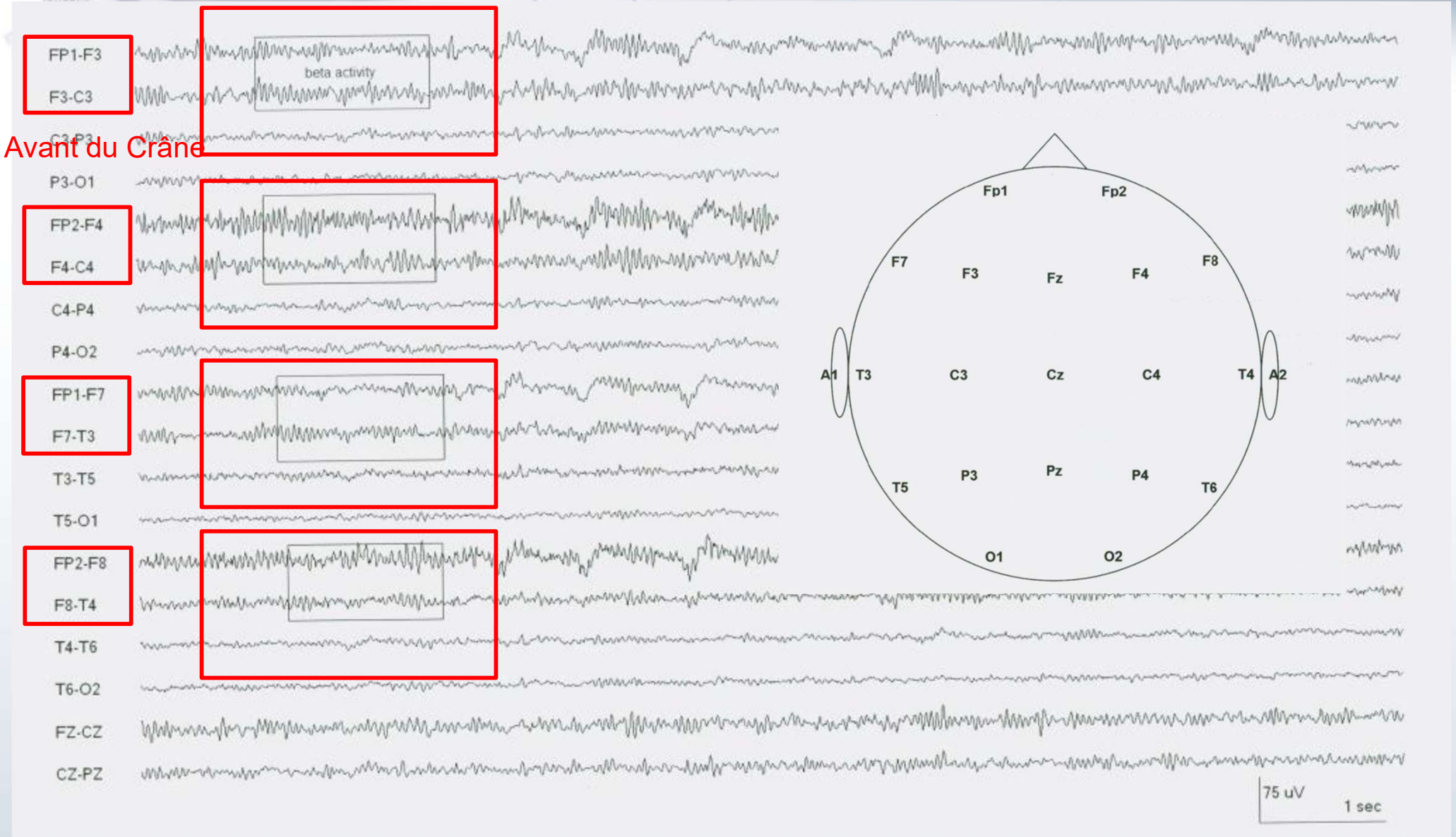
Fréquences	Nom	interprétation
0.5-4 Hz	δ	Sommeil profond, repos (coma) Absentes : excitation, éveil (hors pathologie)
4-8 Hz	θ	États méditatifs profonds, apprentissage, mémorisation, rêveries et tâches automatiques (somnolence)
7-11 Hz	μ	Fonctions sensorimotrices, coordination cérébrale [Cortex moteur]
8-13 Hz	α	Eveil détendu, états méditatifs et paisibles, [Lobe occipital (yeux fermés)]
13-30 Hz	β	Eveil, vigilance, engagement mental, traitement conscient de l'information
30-50 Hz	γ	Perception augmentée, tâches complexes, mémoire court terme, attention

Rythme Alpha (8-13 Hz): éveil détendu

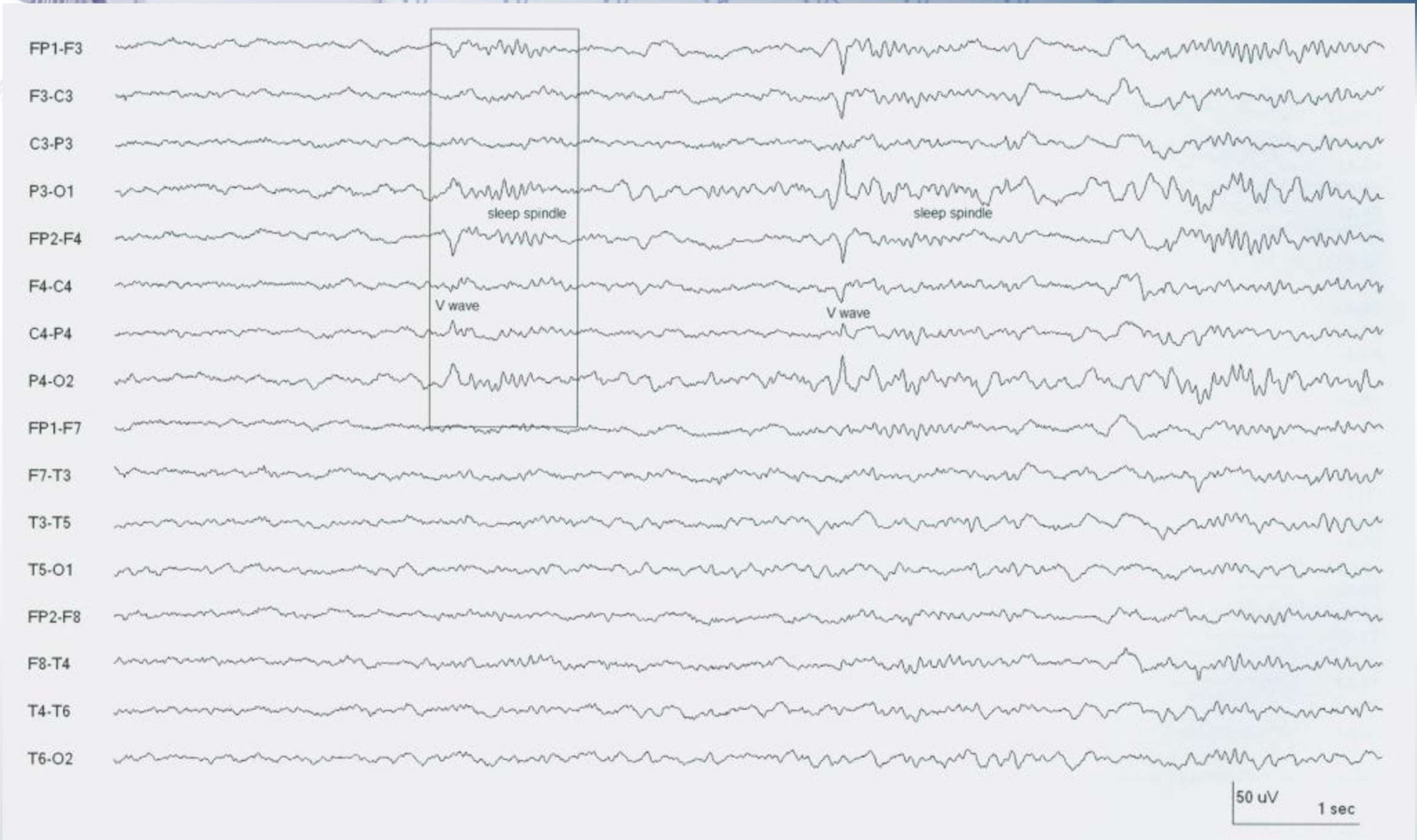


Zone Occipitale

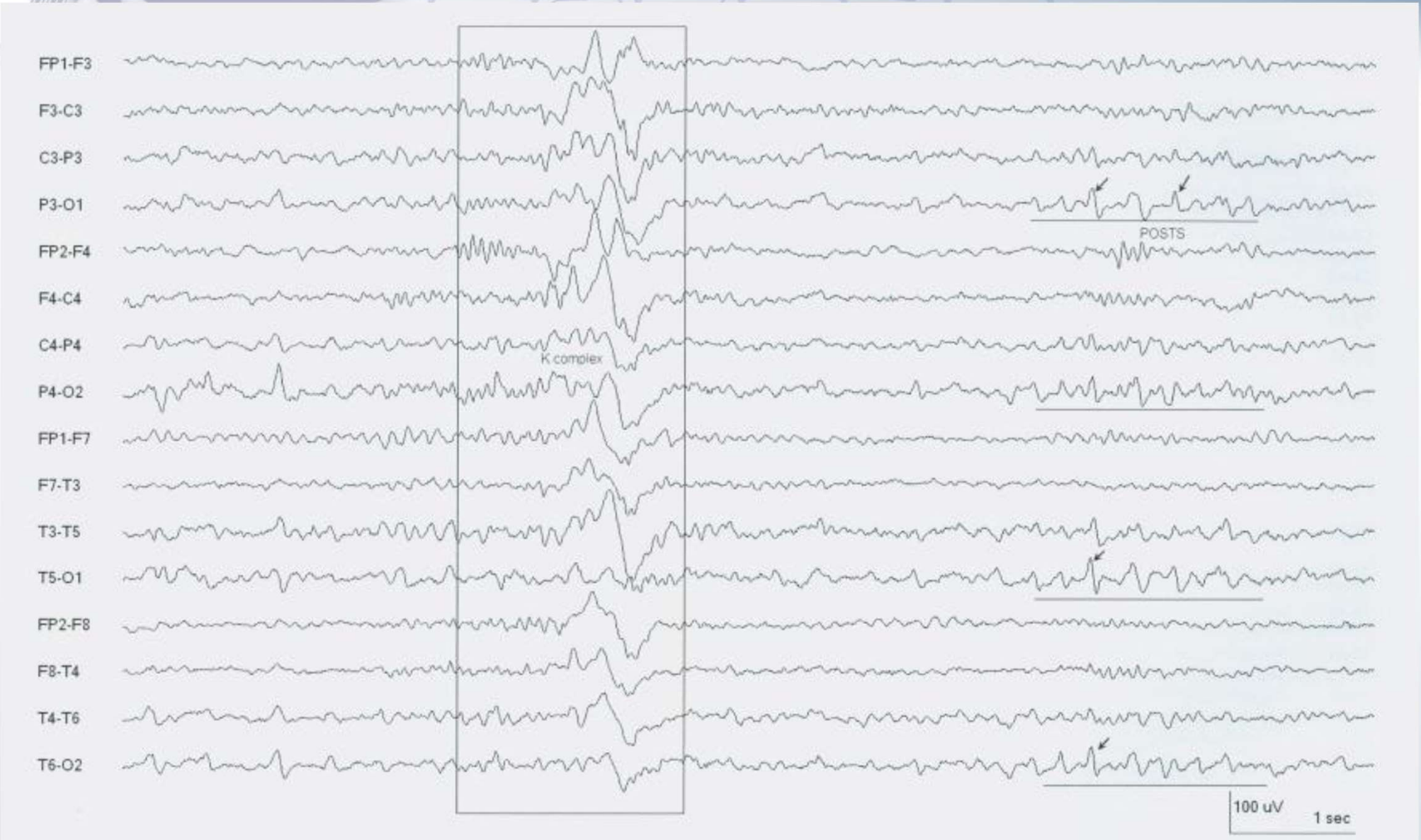
Rythme Beta (13-30 Hz): éveil engagé



Ondes Vertex (haut de la calotte) et ondes d'endormissement

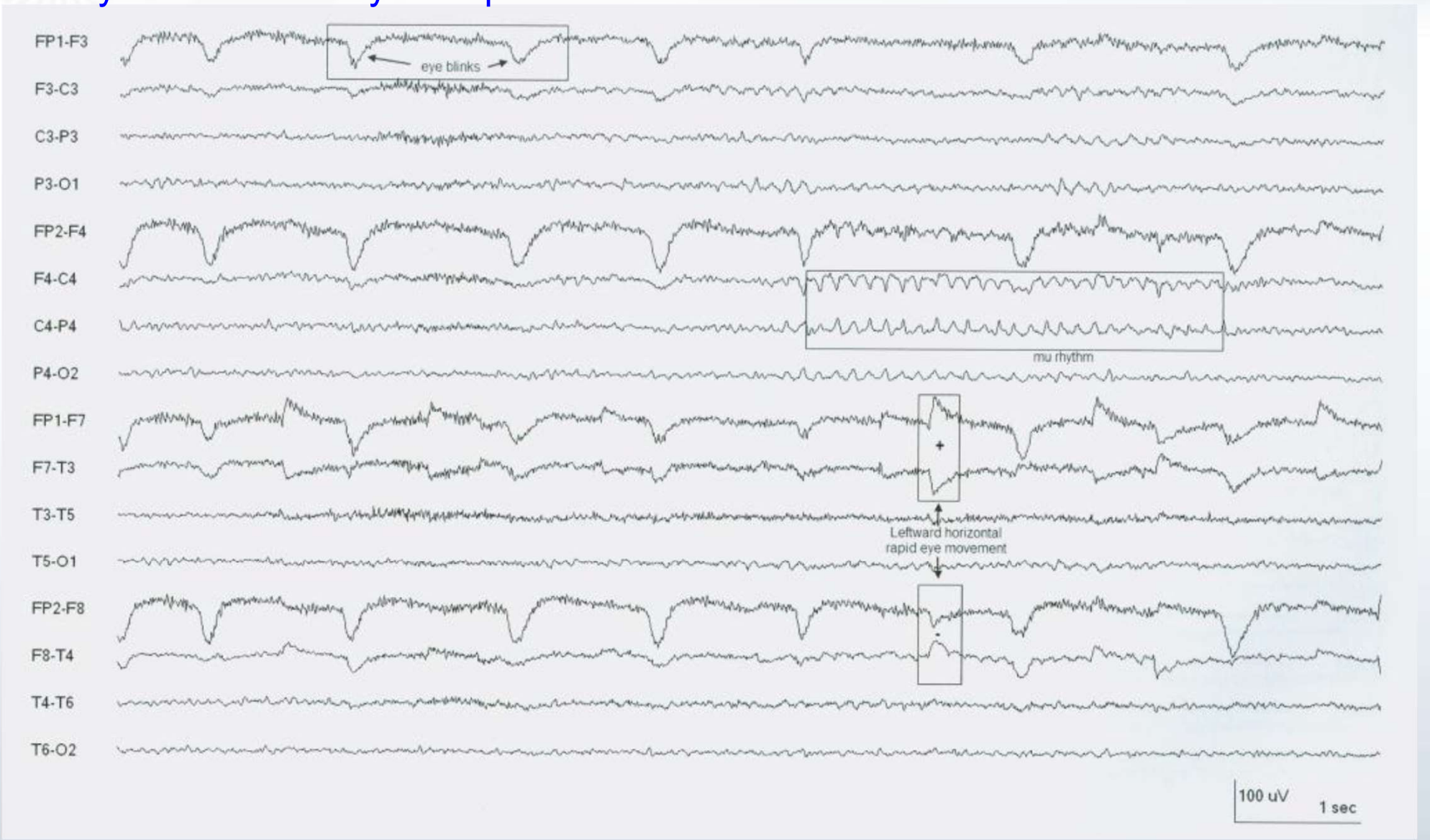


Complexes K


FP1-F3
F3-C3
C3-P3
P3-O1
FP2-F4
F4-C4
C4-P4
P4-O2
FP1-F7
F7-T3
T3-T5
T5-O1
FP2-F8
F8-T4
T4-T6
T6-O2
K complex
POSTS
100 uV
1 sec

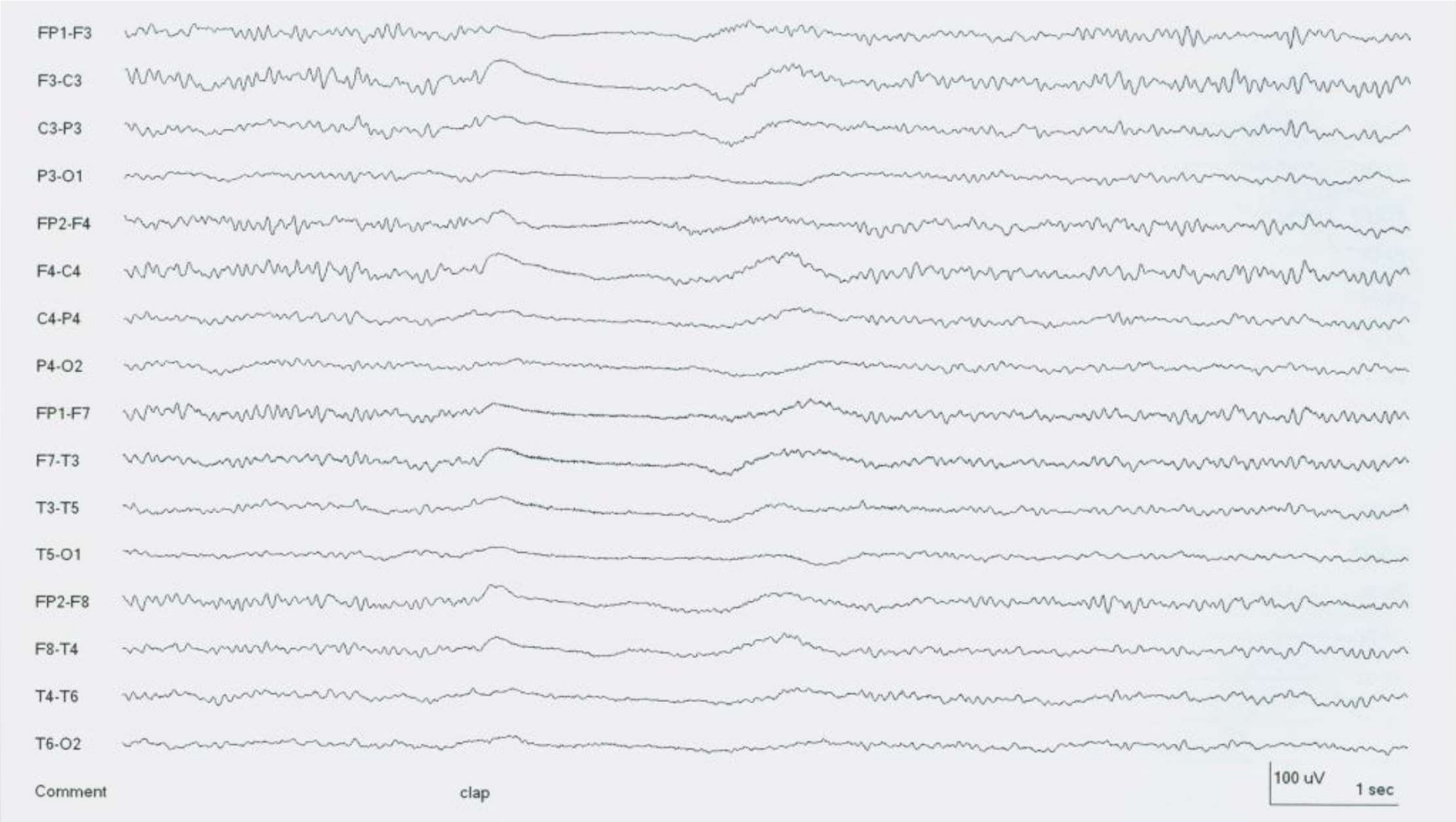
Rythmes µ (7-11Hz) : cortex sensorimoteur

Rythmes 7-11 Hz provenant du cortex sensorimoteur (veille, somnolence)
Asynchrones et Asymétriques.



Réaction à un son : atténuation

Stimulation de pe-EEG suite à un Clap: on voit l'attenuation



Vers un EEG en ambulatoire

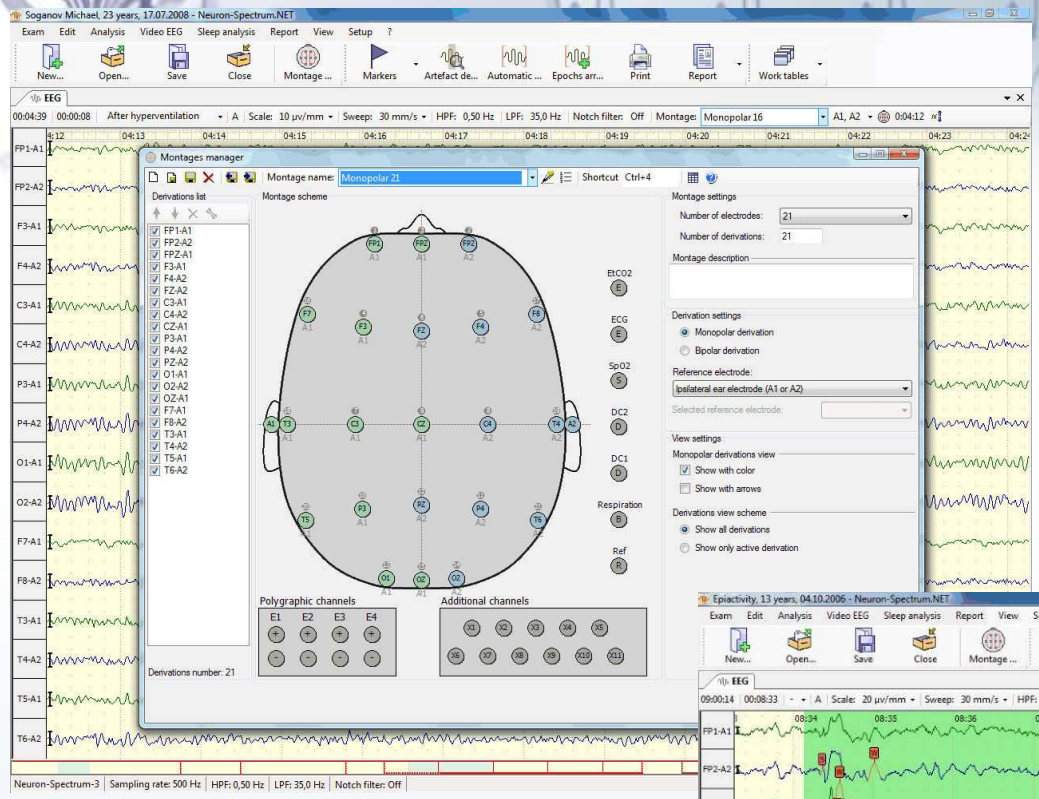


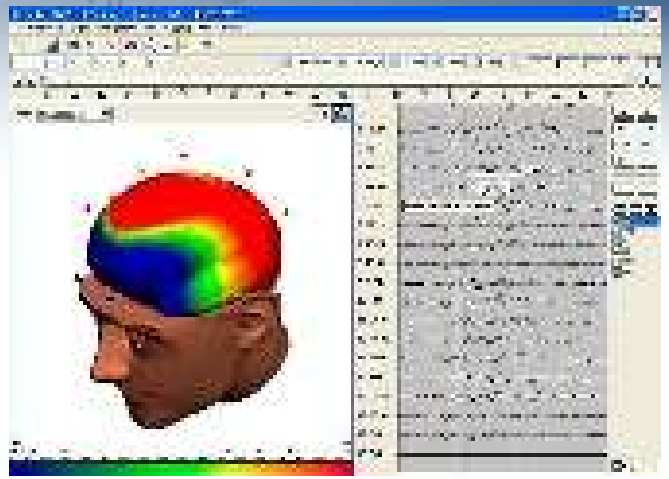


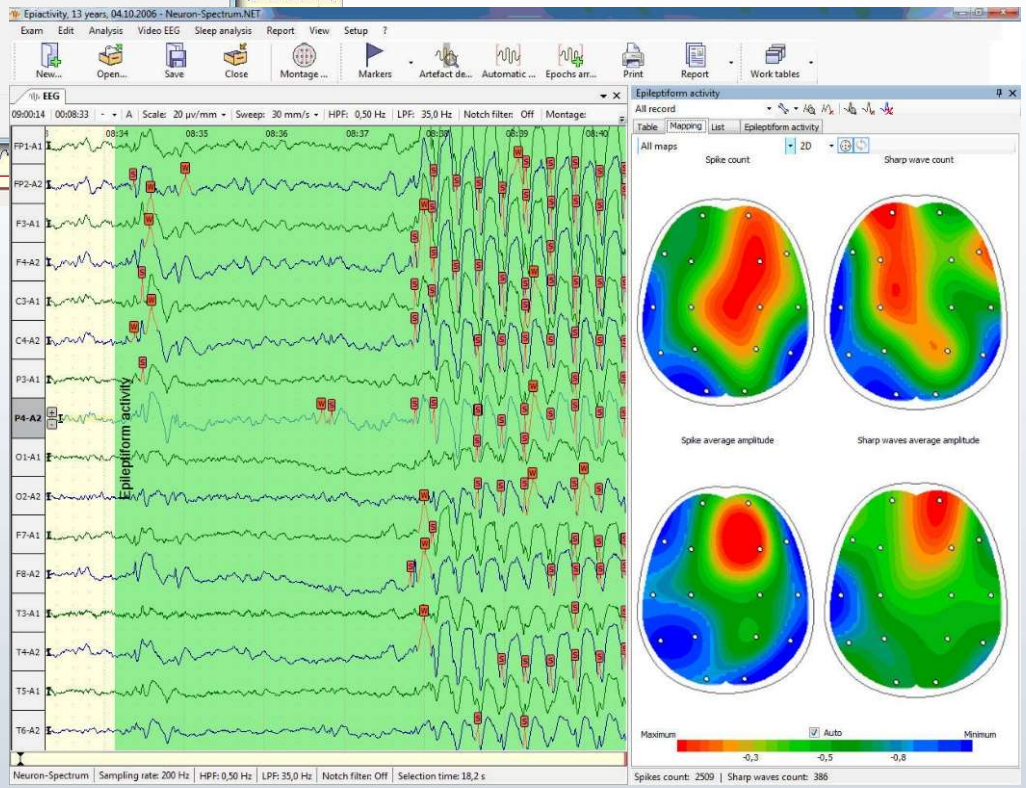
EPOC (EMOTIV)



Examen clinique EEG







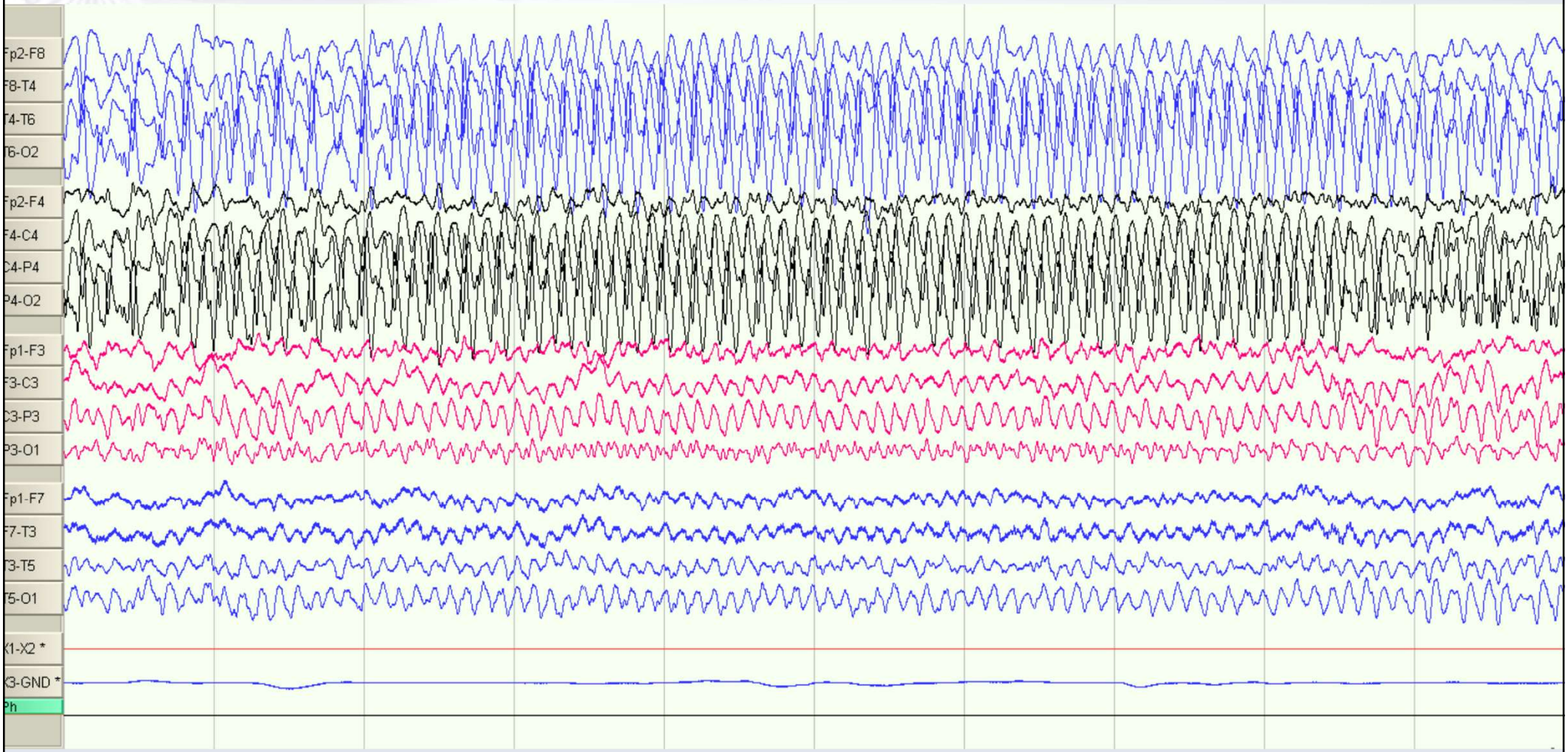
Encephalopathies

- Ralentissement du rythme alpha, ralentissement excessif pendant l'éveil, perte de rythme alpha, perte de transitoires normales de sommeil, schéma d'excitation anormal, delta rythmique intermittent frontal (FIRDA), perte de variabilité normale, perte de réactivité aux stimuli, éclatement suppression, inactivité électrocerebrales
- Décharges périodiques 1Hz généralisées dans la démence et le myoclonus (CJD), ondes triphasiques, décharge épileptiforme latérale périodique (PLED) dans le HSV et l'AVC, décharges épileptiformes périodiques généralisées (GPED) dans le coma post anoxique, SE et les drogues ; suppression des bursts (drogue)

Ondes triphasiques dans le cas d'une encéphalique hépatite



Crise épileptique



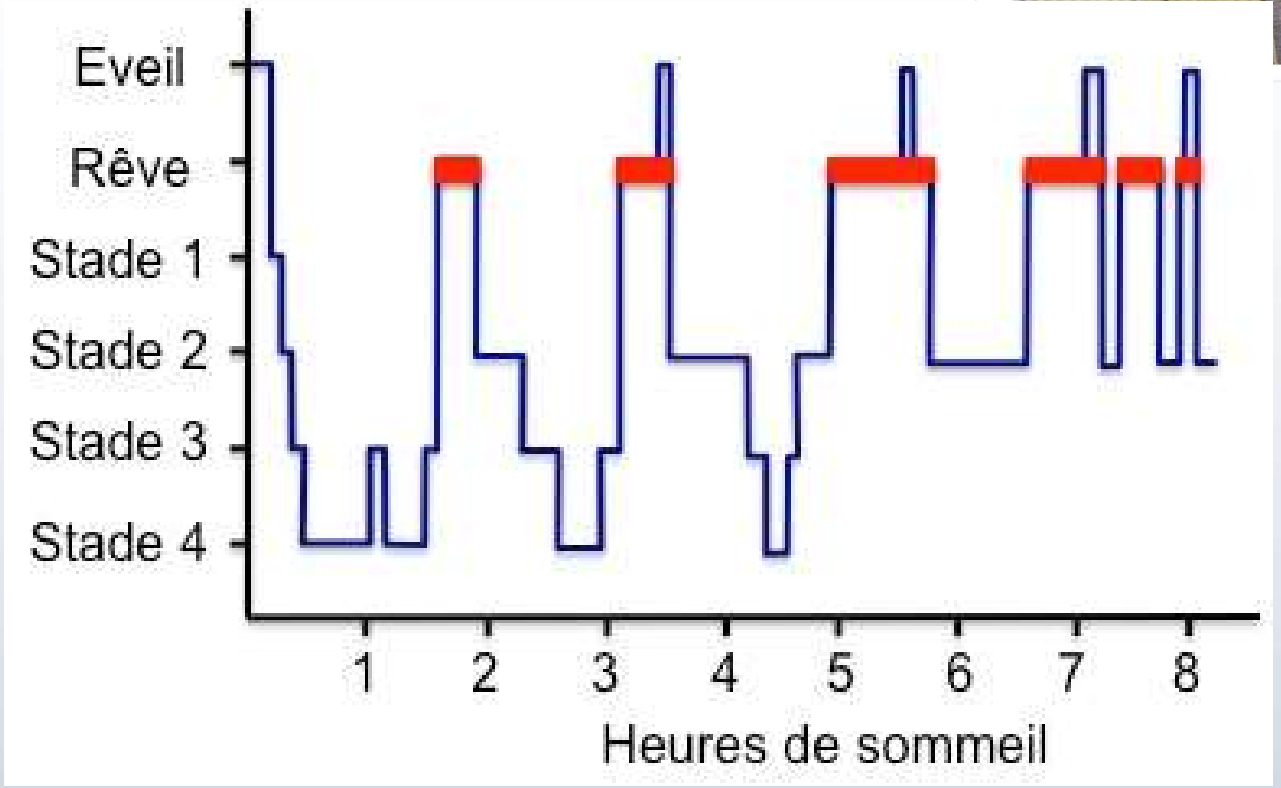
Le Sommeil

On passe en moyenne **un tiers de notre vie** à dormir, soit plus de **20 ans**.

Plus de **5 années** seront consacrées **à rêver**.

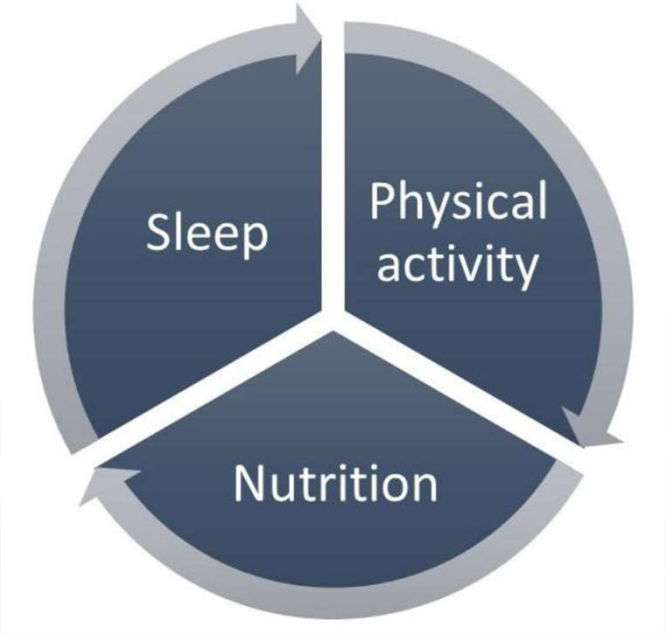
Malgré son omniprésence dans notre vie **le sommeil reste un important sujet de recherche des neurosciences modernes**.





Sommeil paradoxal : découvert par **Pr Michel Jouvet** à Lyon en 1959 « une **atonie musculaire** complète qui s'associe « paradoxalement » à une **intense activité cérébrale** »

Sleep, together with physical activity and nutrition have been found to play a major role in mental health[47], social well-being and physical well-being[48] of the aging population and age-related diseases such as cancer[49], and dementia[50]



Benefits of physical activity in the treatment of clinical depression[57,58], anxiety[59,60] and improvement on physical self-perceptions and global self-esteem[61,62].

[47] Reid, K. J., Martinovich, Z., Finkel, S., Statsinger, J., Golden, R., Harter, K., & Zee, P. C. (2006). Sleep: A Marker of Physical and Mental Health in the Elderly. The American Journal of Geriatric Psychiatry, 14(10), 860–866. http://doi.org/10.1097/01.JGP.0000206164.56404.ba

[48] Fox, K. R., Powell, K. E., Thompson, P. D., Caspersen, C. J., Kendrick, J. S., Prentice, A. M., … Woodside, D. B. (1999). The influence of physical activity on mental well-being. Public Health Nutrition, 2(3a), 411–418. http://doi.org/10.1017/S1368980099000567

[49] Fortner, B. V, Stepanski, E. J., Wang, S. C., Kasprowicz, S., & Durrence, H. H. (2002). Sleep and Quality of Life in Breast Cancer Patients. Journal of Pain and Symptom Management, 24(5), 471–480. http://doi.org/10.1016/S0885-3924(02)00500-6

[50] Heyn, P., Abreu, B. C., & Ottenbacher, K. J. (2004). The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: A meta-analysis. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 85(10), 1694–1704. http://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.03.019