

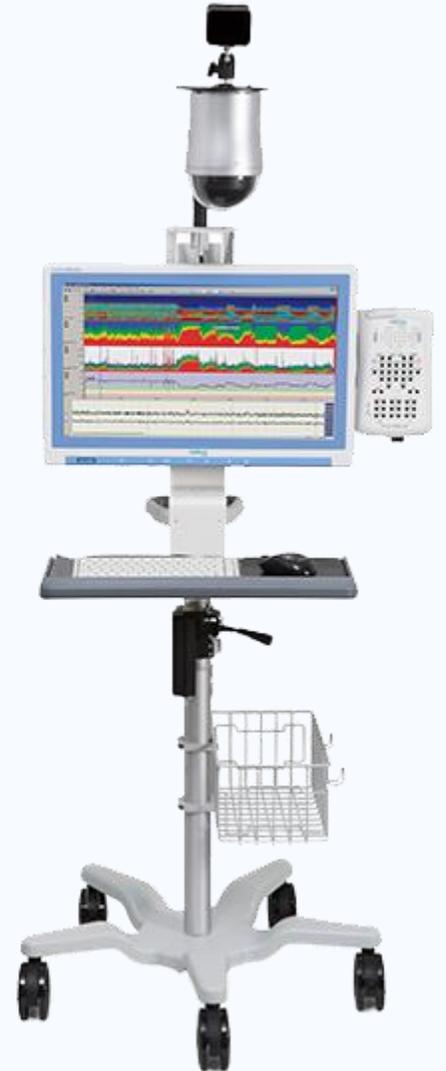


# *L'EEG continu en réanimation*

*Gadget ou révolution ?*

*Présentation JARCA 2024 14/11/2024*

*Dr Grégoire Cane, PH Neuro – Anesthésie – Réanimation*



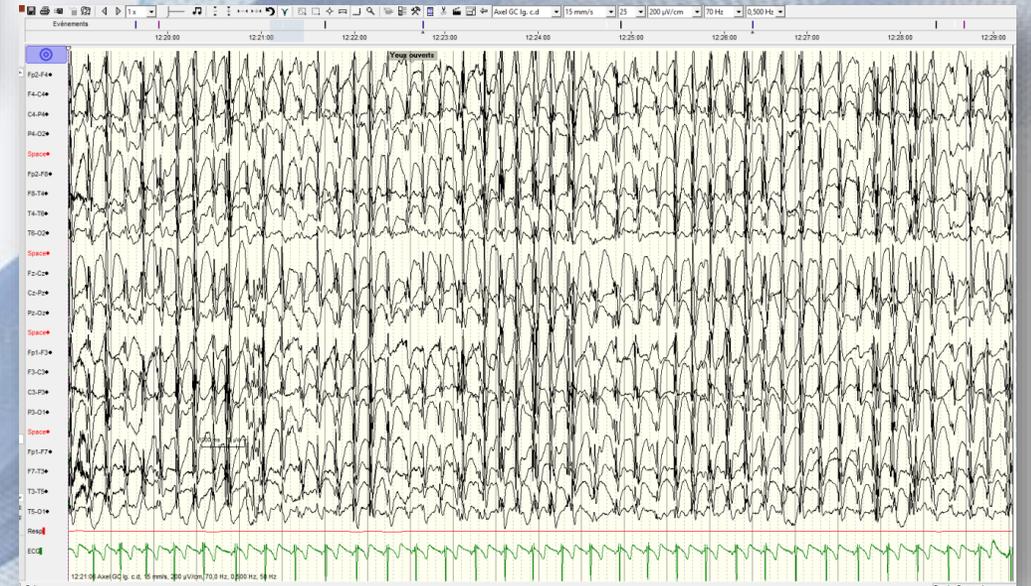
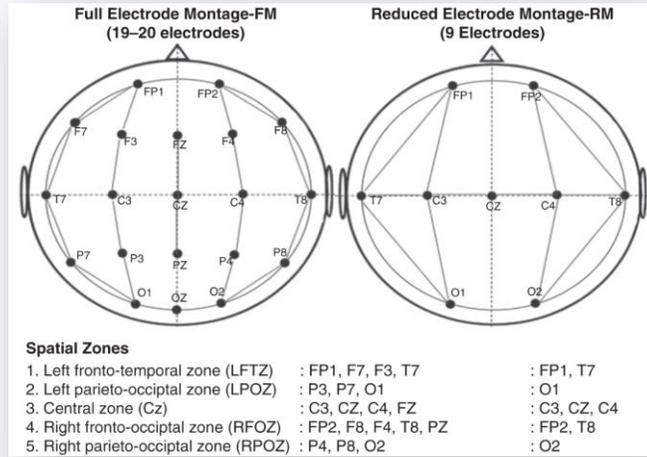
## Liens d'intérêt

---

- **Laboratoires Roche : fourniture de réactifs pour une étude sur des neuro-biomarqueurs**

1011011011011011  
20 0000000000000000  
0101101101101101  
1011011011011011  
1011011011011011

# Introduction : à quelle onde se vouer ...





---

# *I. Accessible ou élitiste ?*

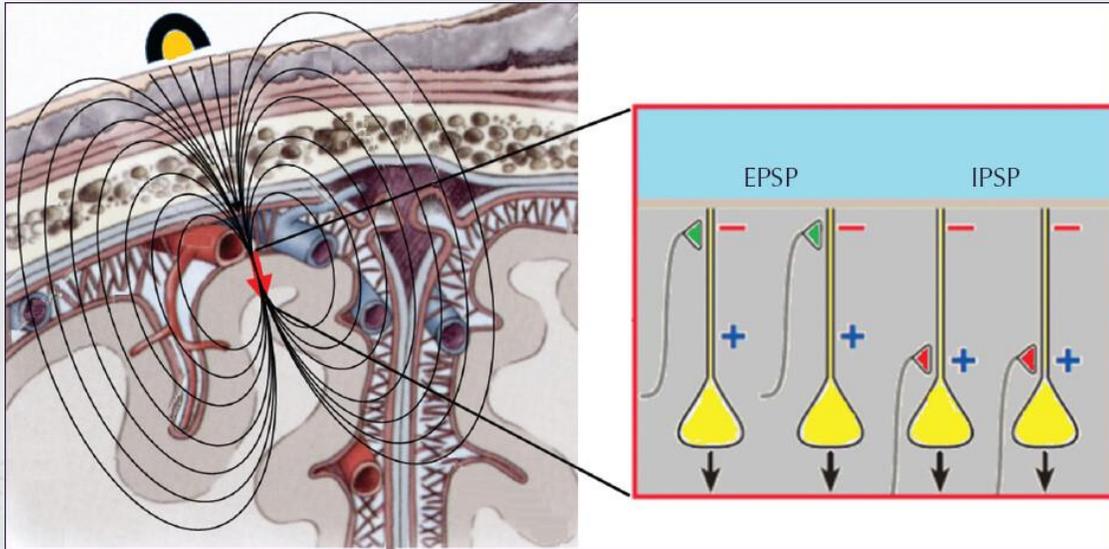


# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié



Beniczky S, Schomer DL. Electroencephalography: basic biophysical and technological aspects important for clinical applications. *Epileptic Disord.* 2020;22(6):697-715. doi:10.1684/epd.2020.1217

- Enregistrement activité électrique cortex par électrodes placés sur le scalp
- Neurones : potentiel d'action et potentiels post – synaptiques
- EEG = activité électrique courants ioniques potentiels post – synaptiques
- Sommation de nombreux neurones = activité simultanée

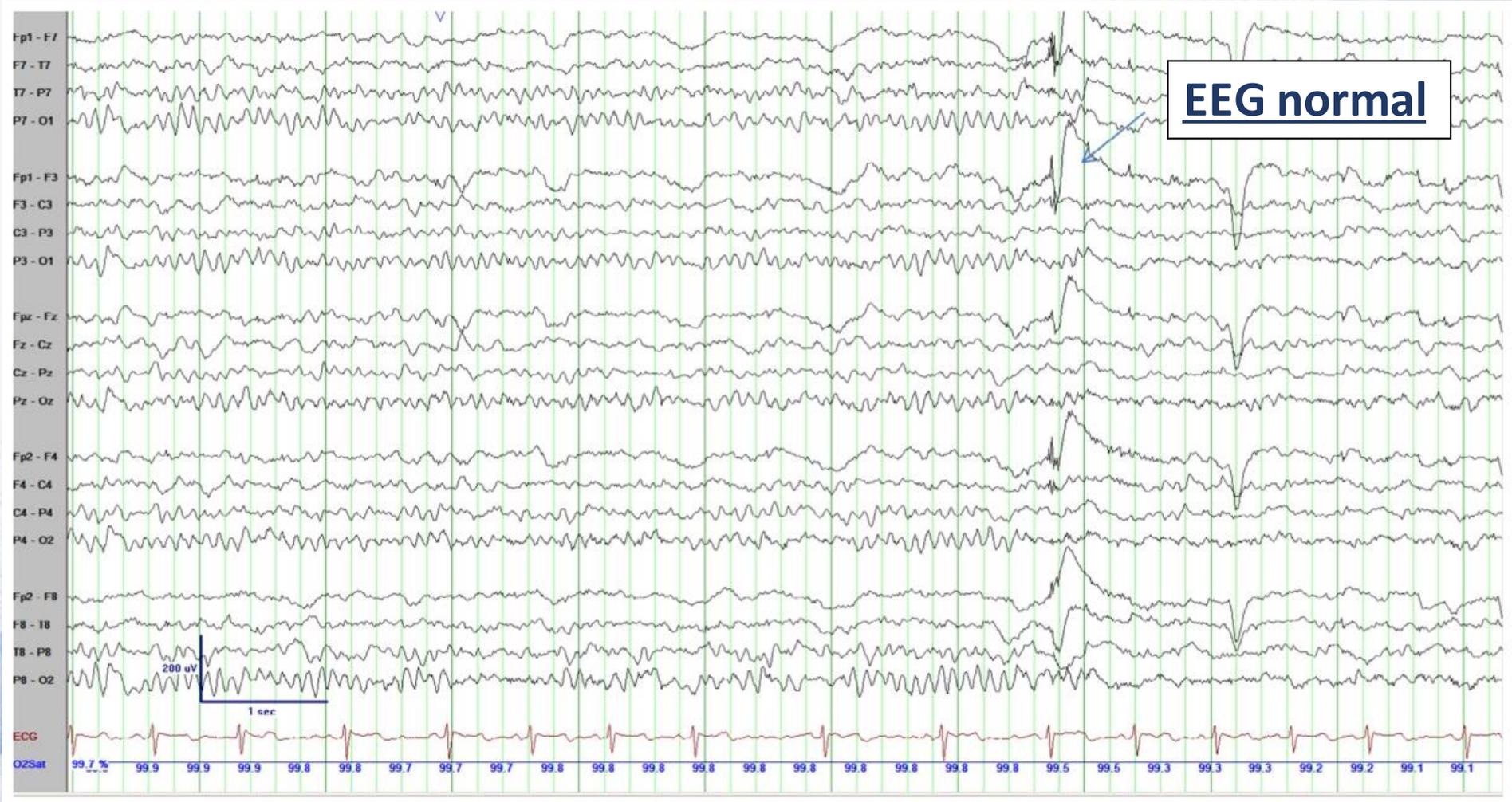


# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié



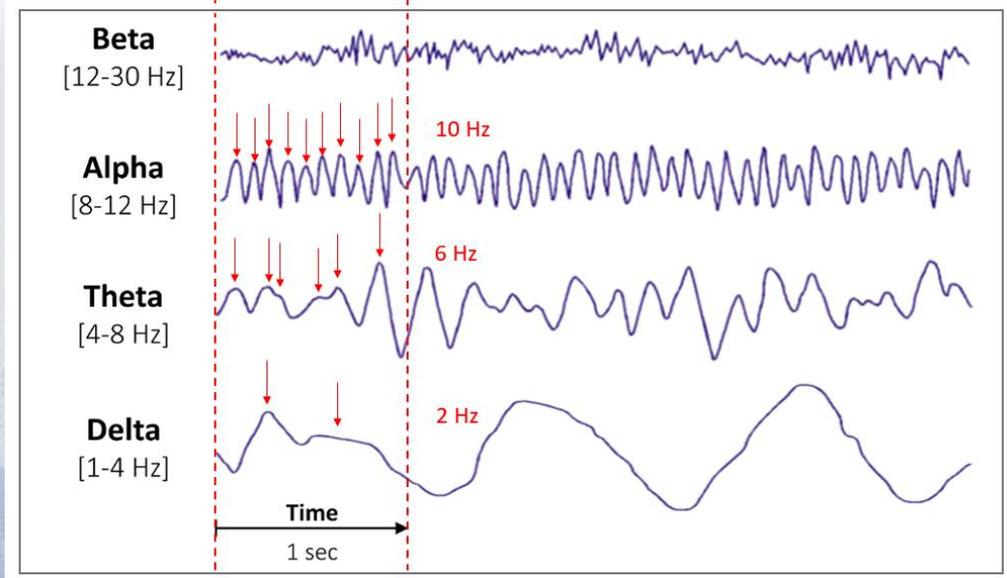
# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

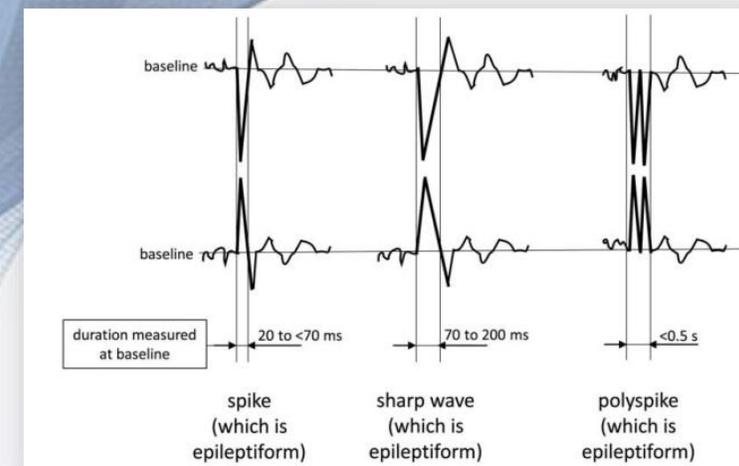
EEG quantifié

## Rythme de fond



## Activités paroxystiques

- « Extrasystoles cérébrales » = anomalies structurelles ou fonctionnelles parenchymateuses
- « Epileptiformes » ou non
- Parfois artefacts

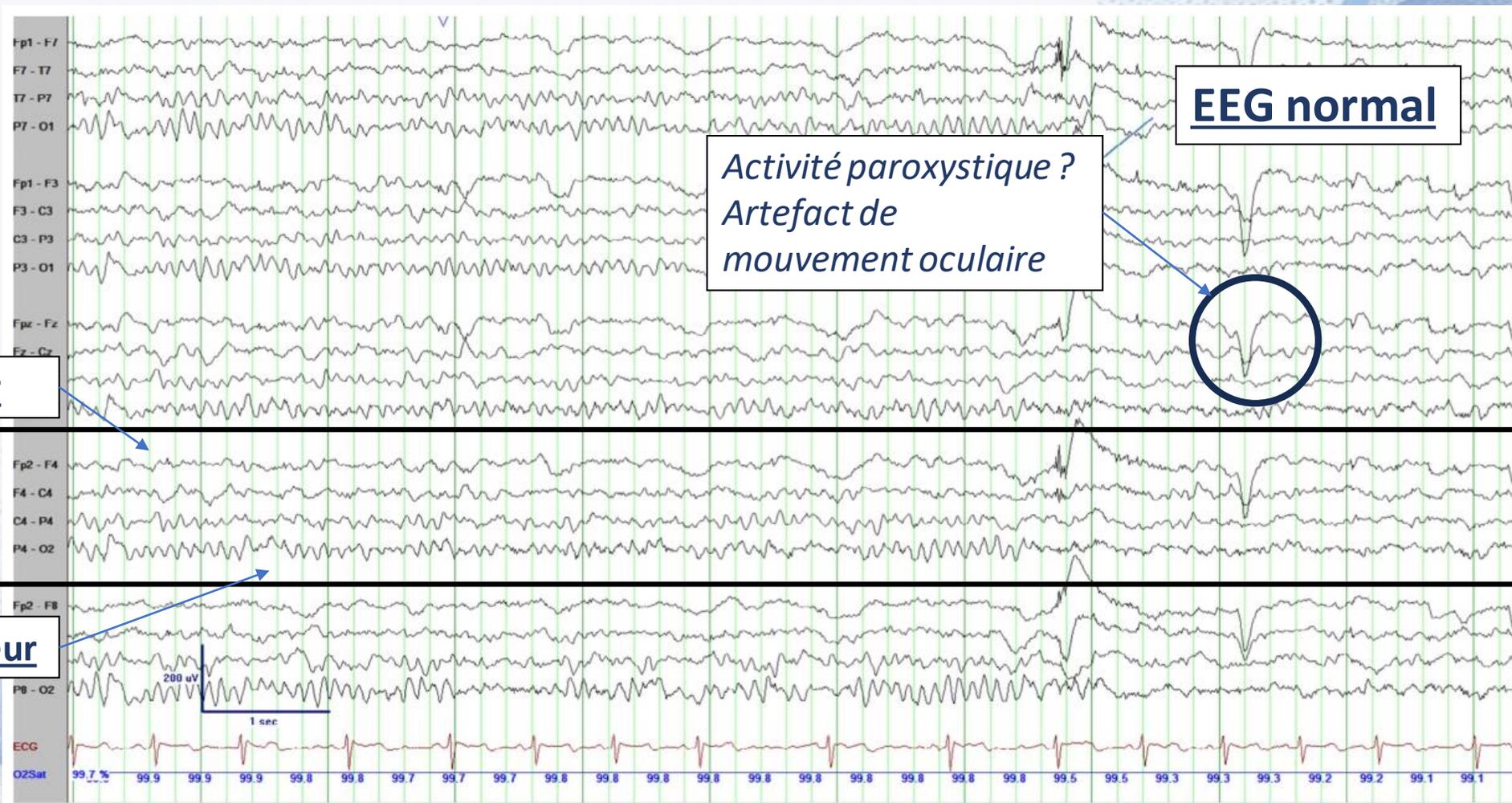


# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié



Avant du  
cerveau



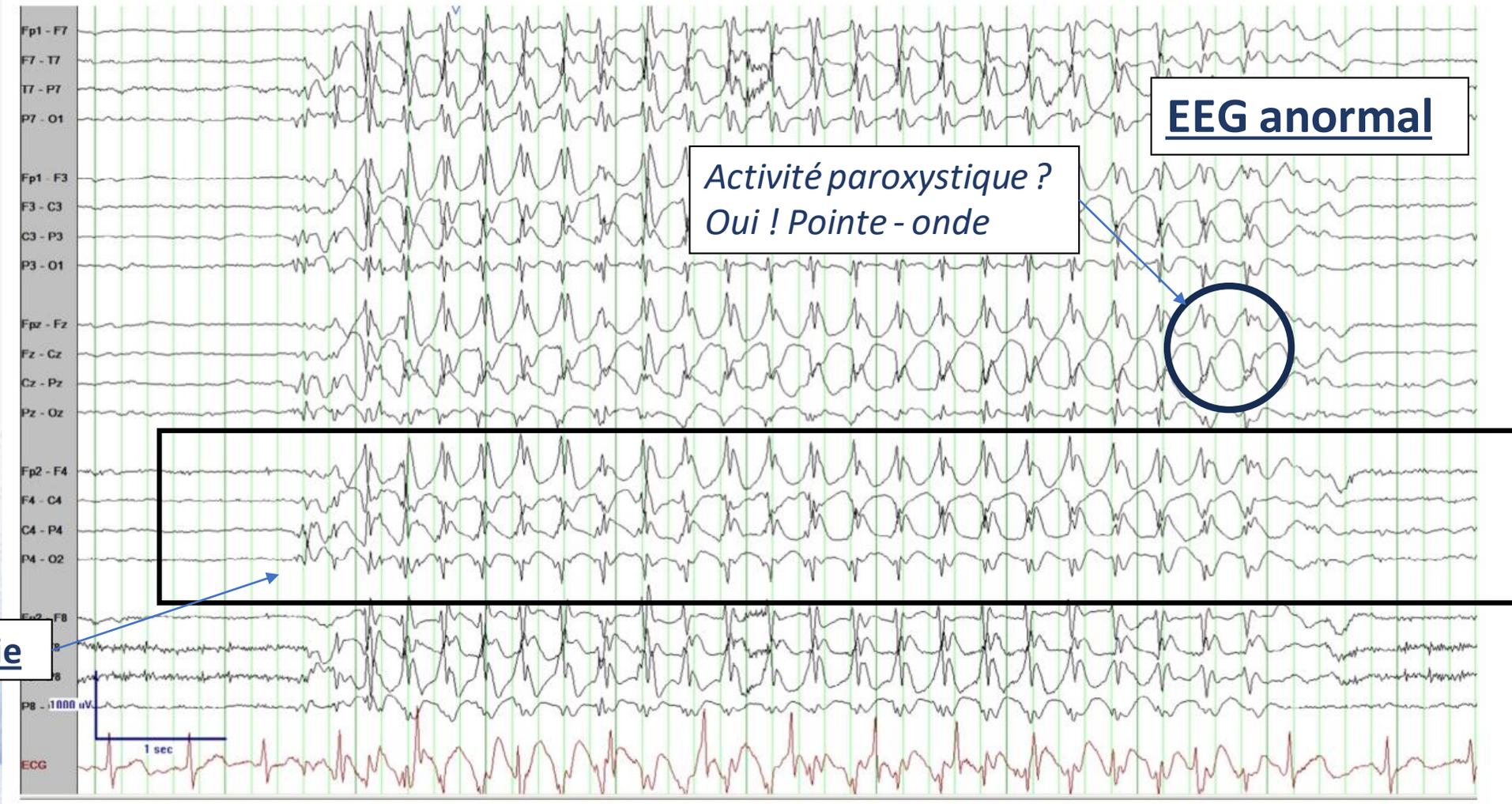
Arrière du  
cerveau

# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié



**EEG anormal**

Activité paroxystique ?  
Oui ! Pointe - onde

Avant du  
cerveau



Arrière du  
cerveau

**Crise d'épilepsie**

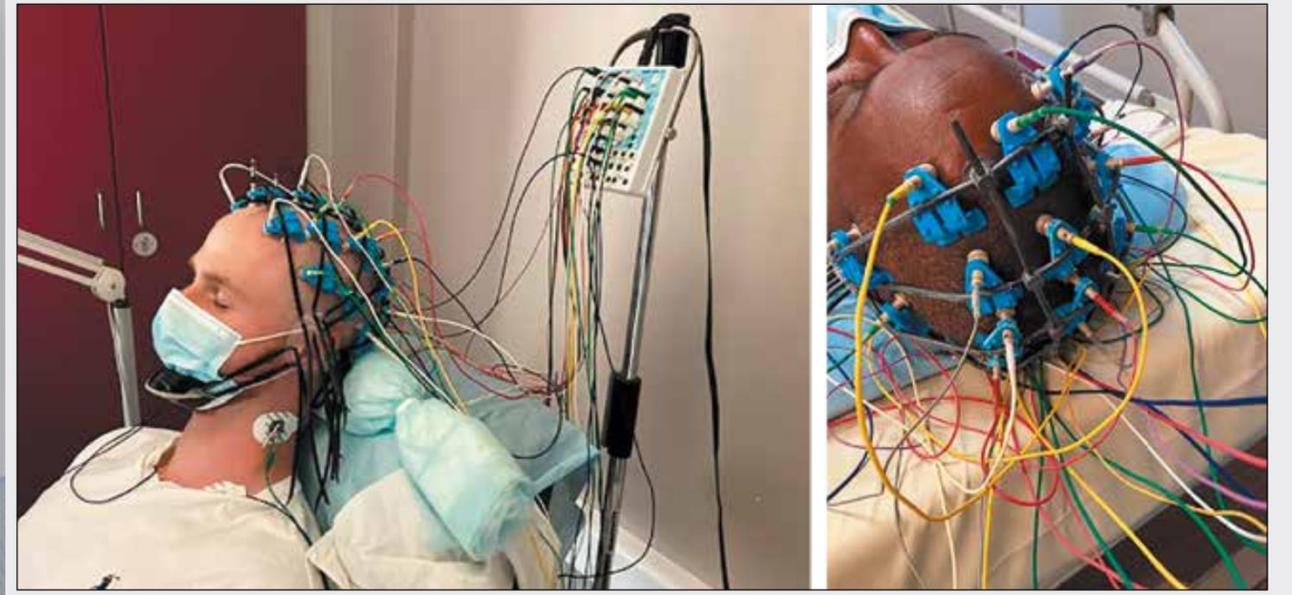
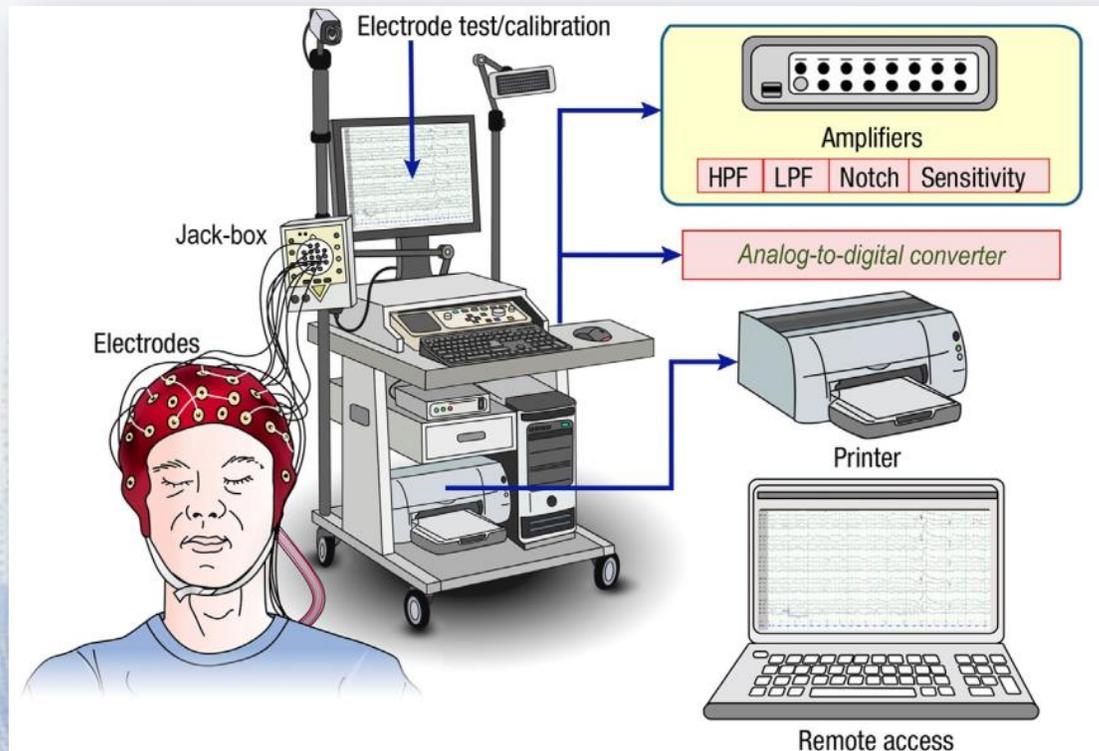
# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

- Machines et casques pour l'acquisition :



<https://neurologies.fr/fiche-technique-sur-leeg/>

# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

- Casques EEG longue durée = cupules collées:



# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

- Casques EEG longue durée = cupules collées:



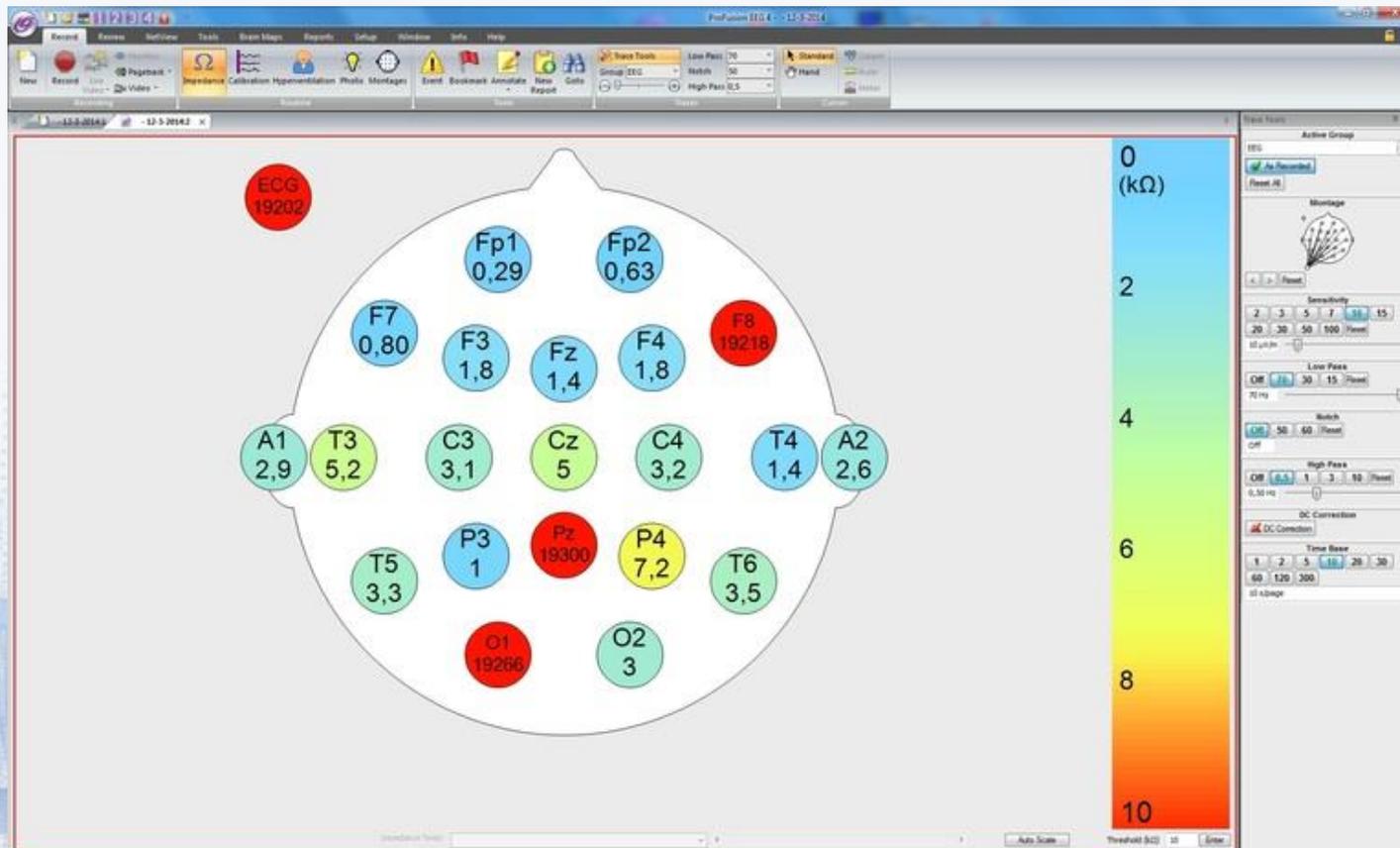
# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

- Casques EEG longue durée = cupules collées:



**Impédance  
!!!!**





# I. Accessible ou élitiste ?

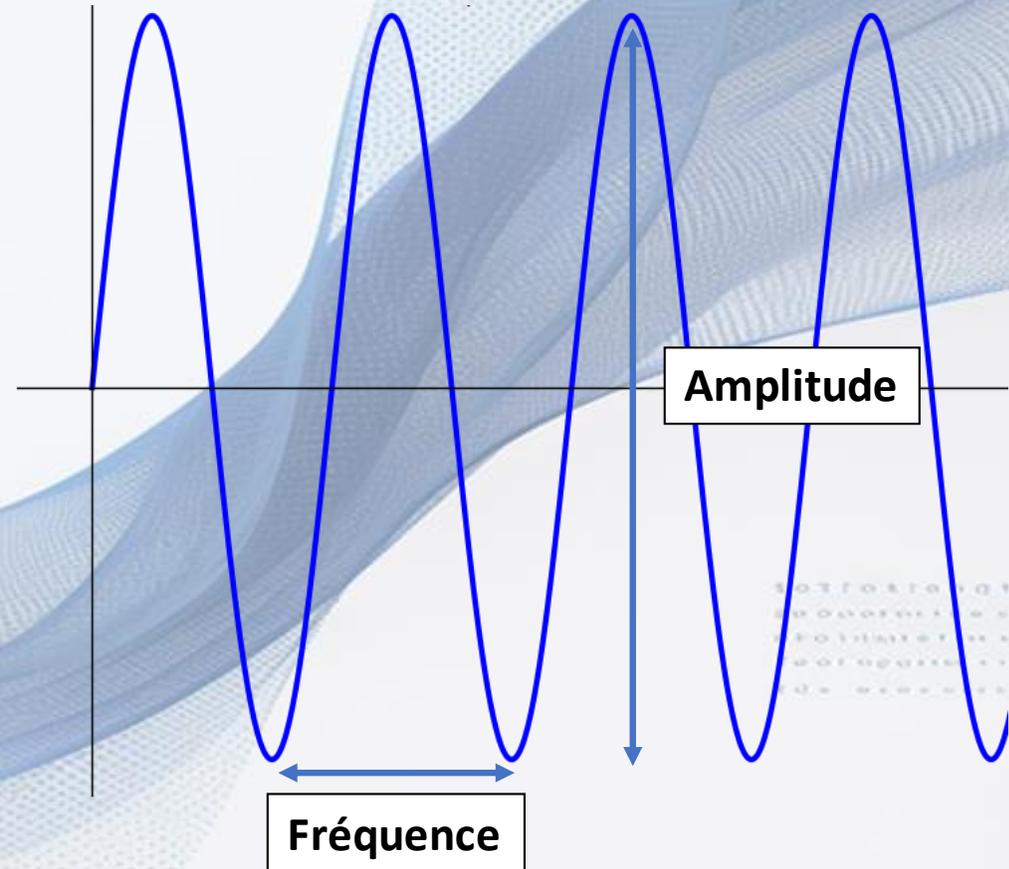
Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

*Élitiste ...*

*Accessible !*

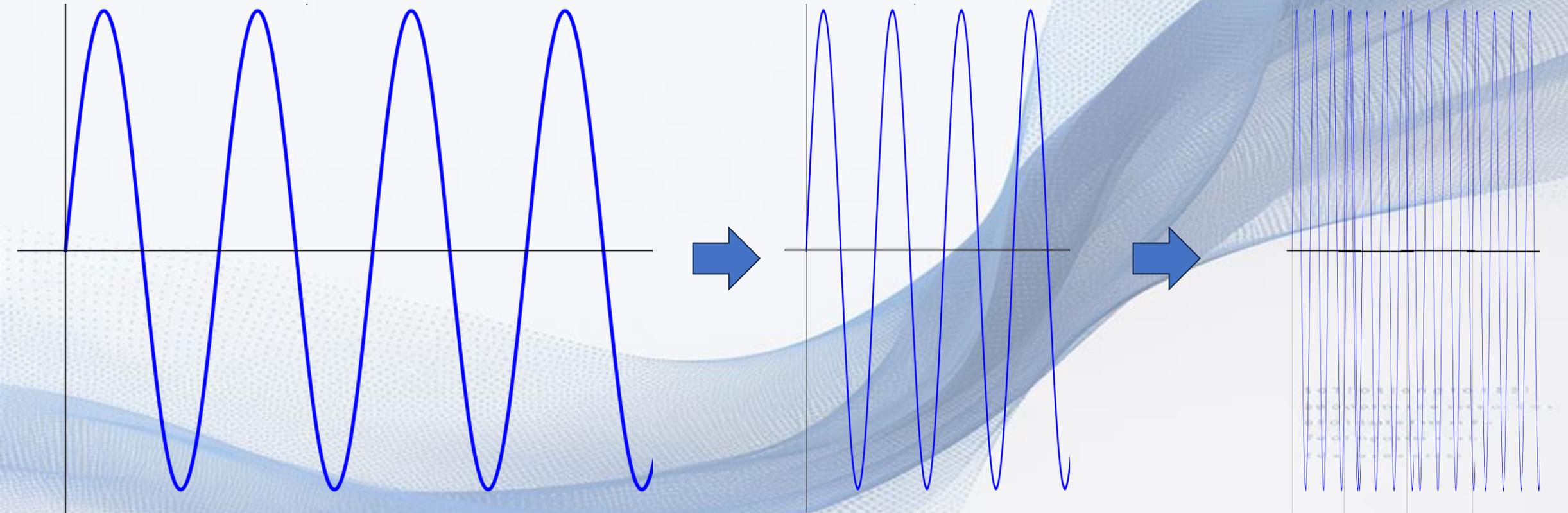


# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié



# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

## EEG d'amplitude

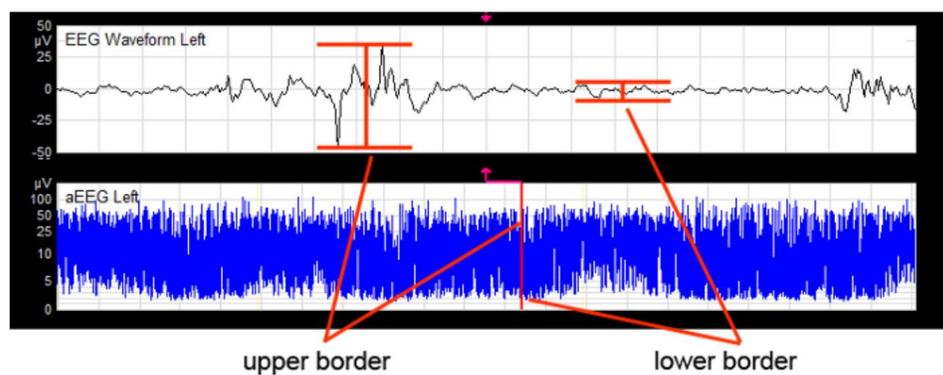
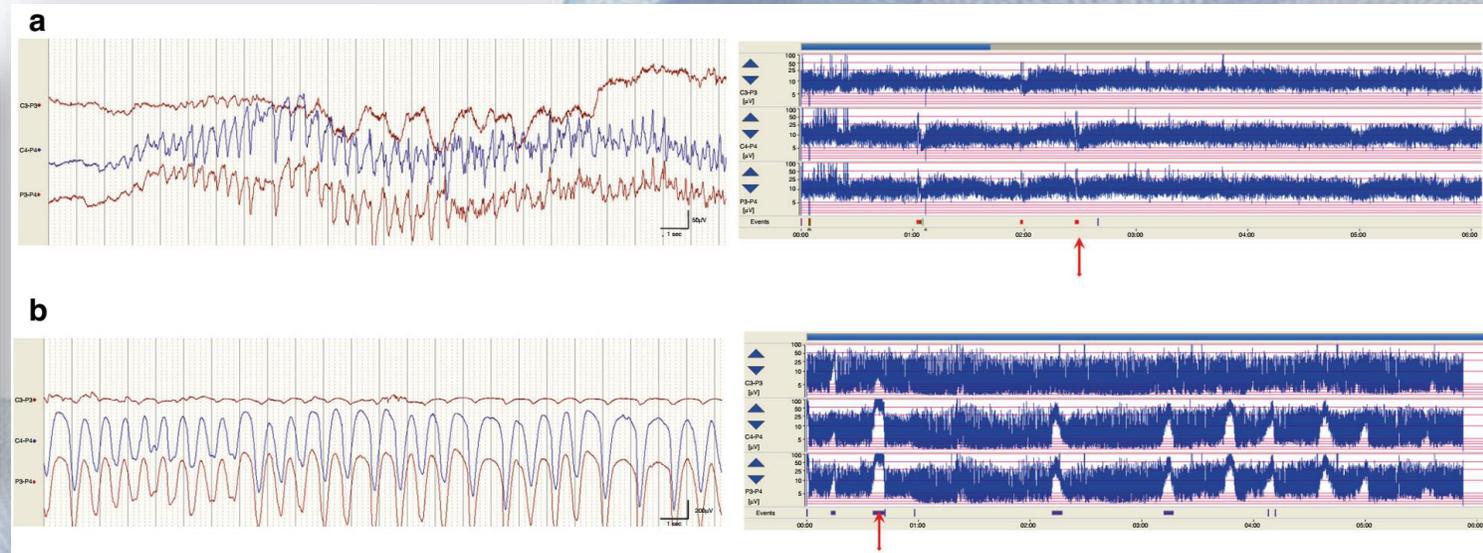


Figure 1. Formation of the aEEG Tracing.

Bruns N, Blumenthal S, Meyer I, Klose-Verschuur S, Felderhoff-Müser U, Müller H. Application of an Amplitude-integrated EEG Monitor (Cerebral Function Monitor) to Neonates. *J Vis Exp*. 2017;(127):55985. Published 2017 Sep 6. doi:10.3791/55985



EI-Dib M, Abend NS, Austin T, et al. Neuromonitoring in neonatal critical care part I: neonatal encephalopathy and neonates with possible seizures. *Pediatr Res*. 2023;94(1):64-73. doi:10.1038/s41390-022-02393-1

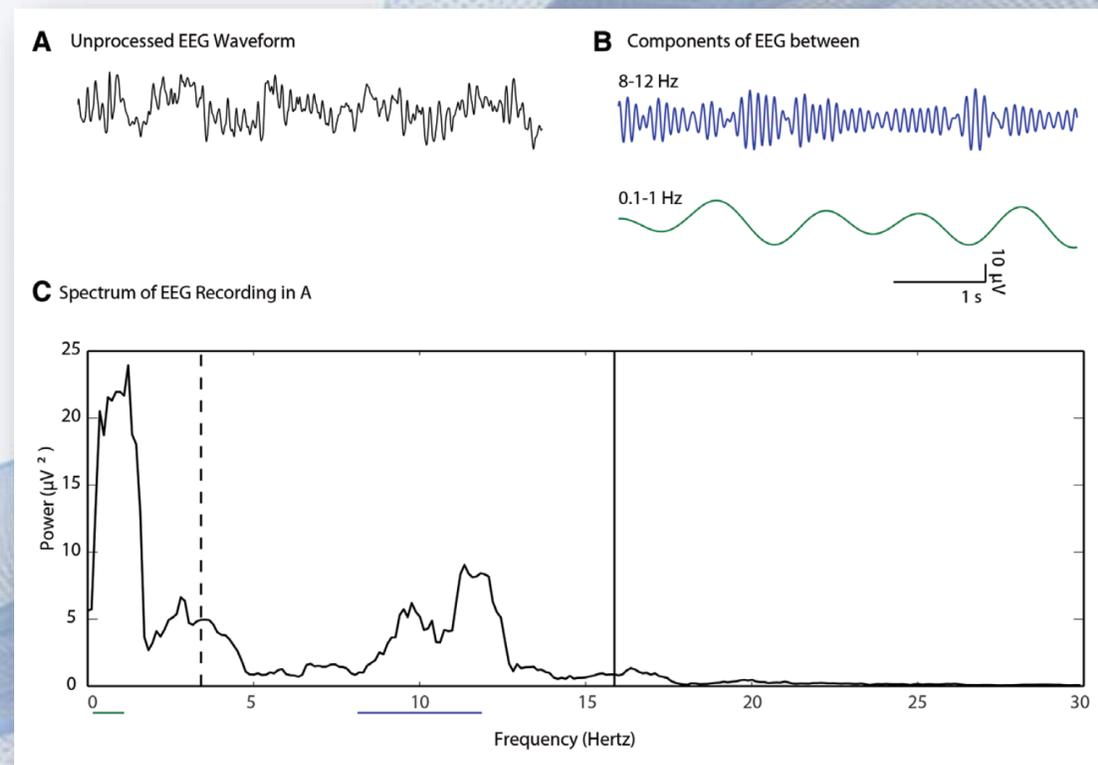
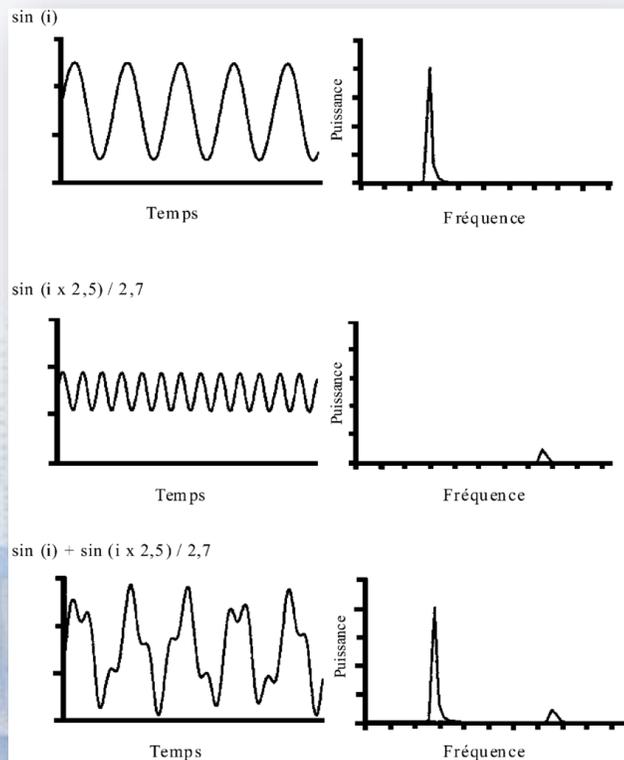
# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

## Densité de puissance spectrale



Purdon PL, Sampson A, Pavone KJ, Brown EN. Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists: Part I: Background and Basic Signatures. *Anesthesiology*. 2015;123(4):937-960. doi:10.1097/ALN.0000000000000841

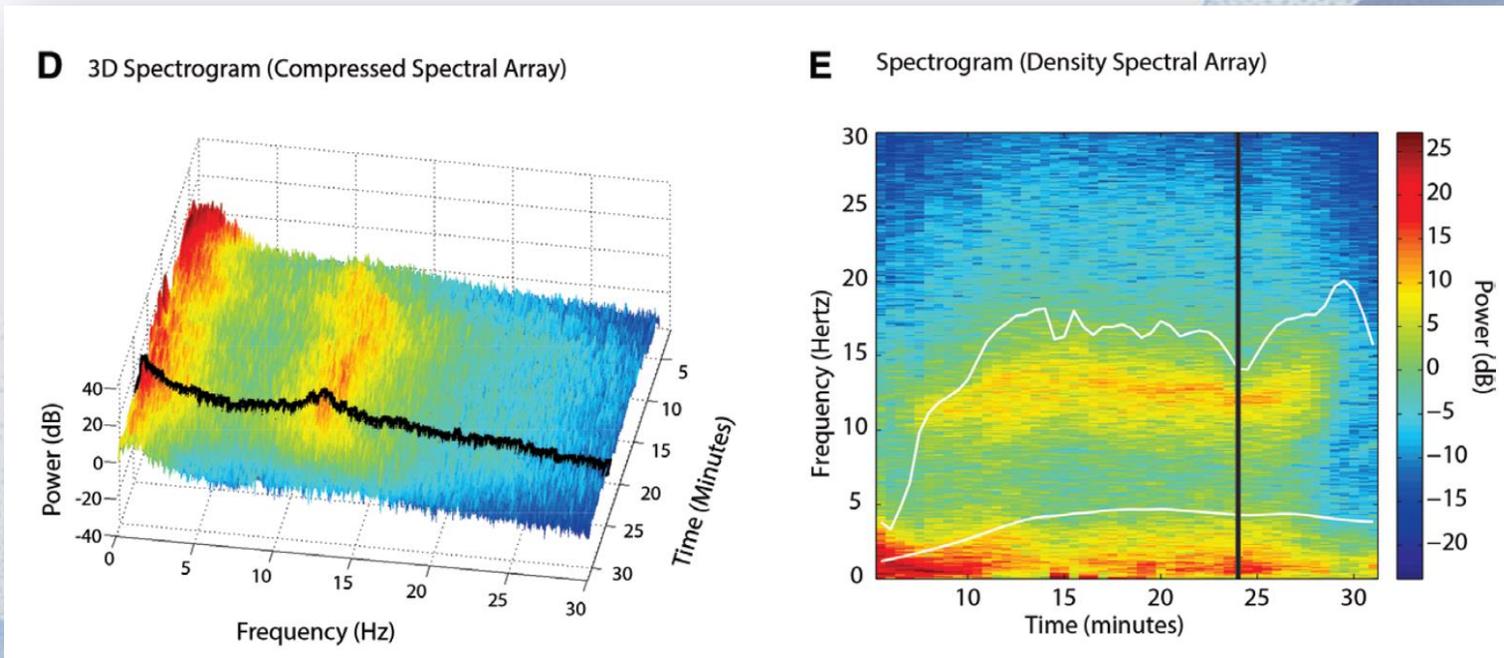
# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

Matériel et casquage

EEG quantifié

## Densité de puissance spectrale



Purdon PL, Sampson A, Pavone KJ, Brown EN. Clinical Electroencephalography for Anesthesiologists: Part I: Background and Basic Signatures. *Anesthesiology*. 2015;123(4):937-960. doi:10.1097/ALN.0000000000000841

# I. Accessible ou élitiste ?

Introduction à l'EEG

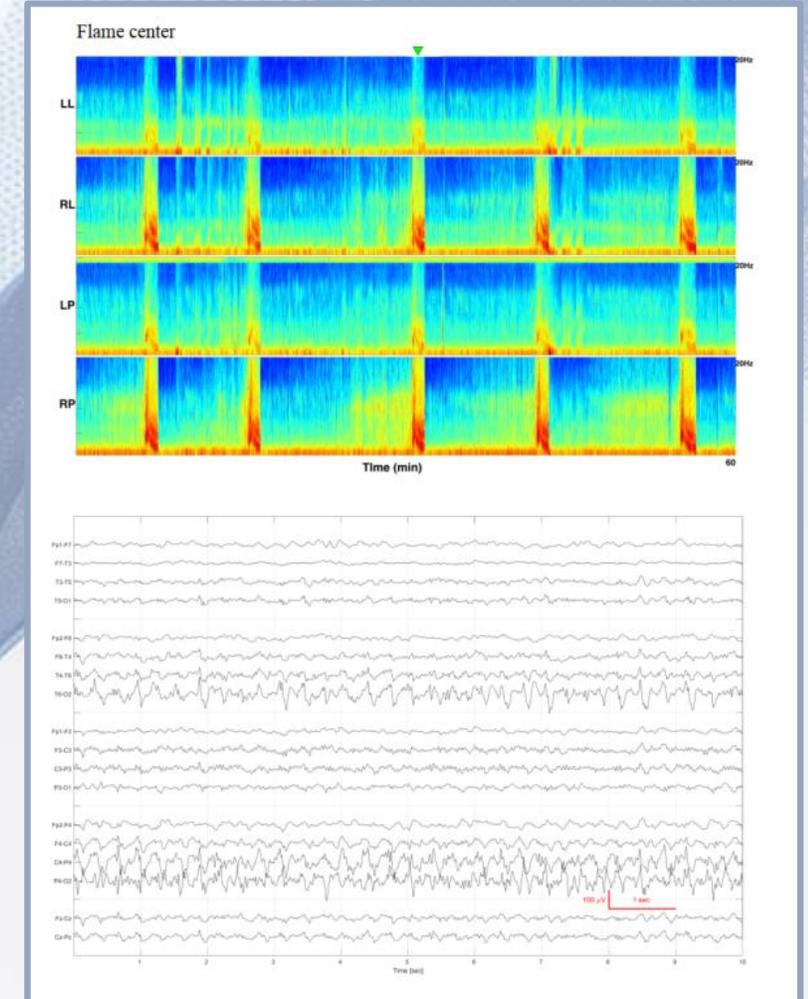
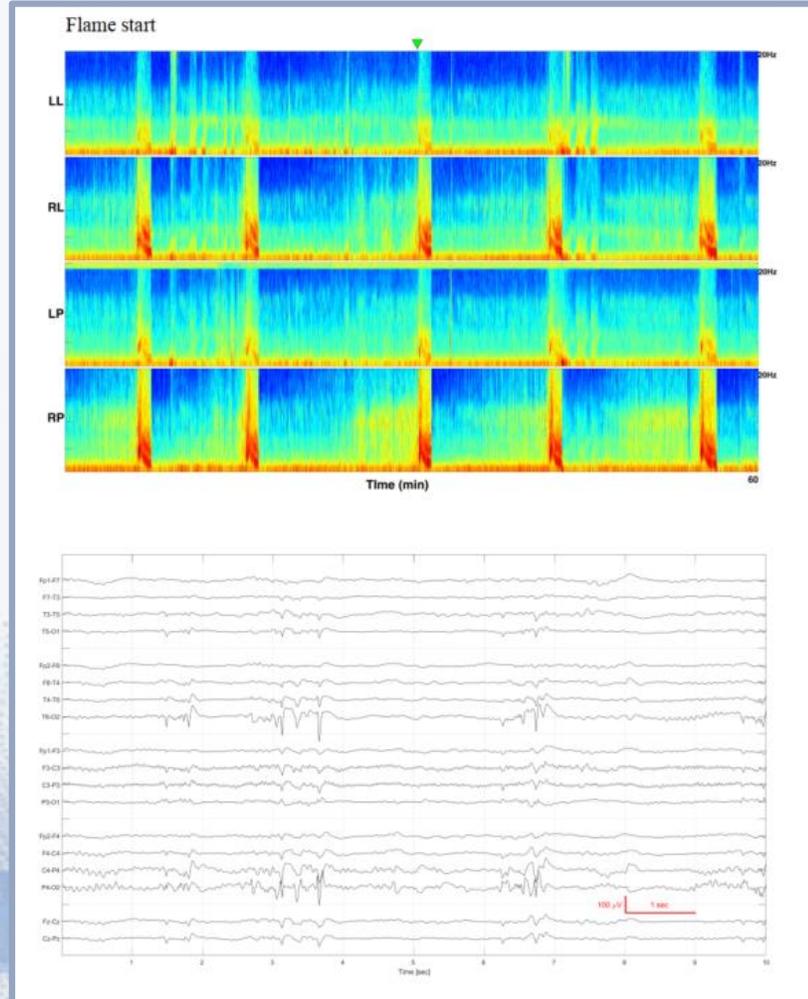
Matériel et casquage

EEG quantifié

**A standardized nomenclature for spectrogram EEG patterns:  
Inter-rater agreement and correspondence with common  
intensive care unit EEG patterns**

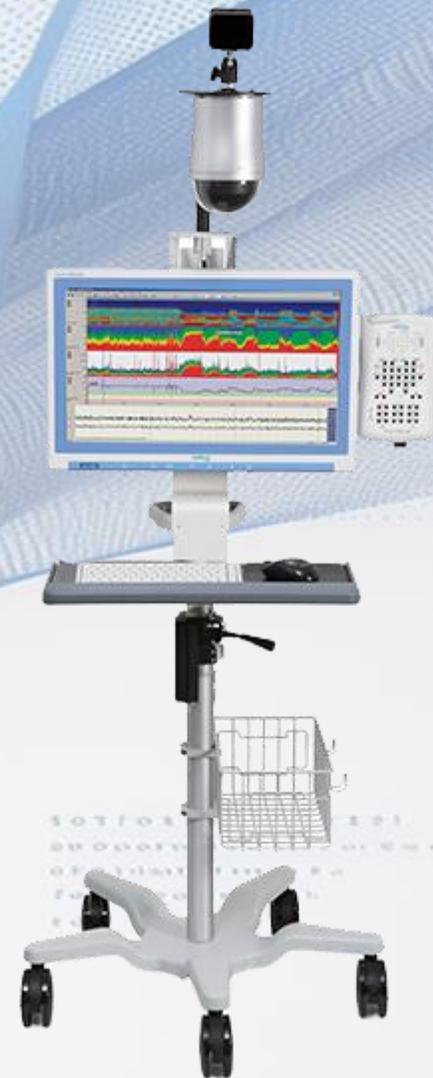
Sahar F. Zafar<sup>a,1</sup>, Edilberto Amorim<sup>a,b</sup>, Craig A. Williams<sup>c</sup>, Jin Jing<sup>a</sup>, Emily J. Gilmore<sup>d</sup>,  
Hiba A. Haider<sup>e</sup>, Christa Swisher<sup>f</sup>, Aaron Struck<sup>g</sup>, Eric S. Rosenthal<sup>h</sup>, Marcus Ng<sup>h</sup>, Sarah  
Schmitt<sup>i</sup>, Jong W. Lee<sup>j</sup>, M. Brandon Westover<sup>a</sup>

**Détection  
simplifiée des  
crises**

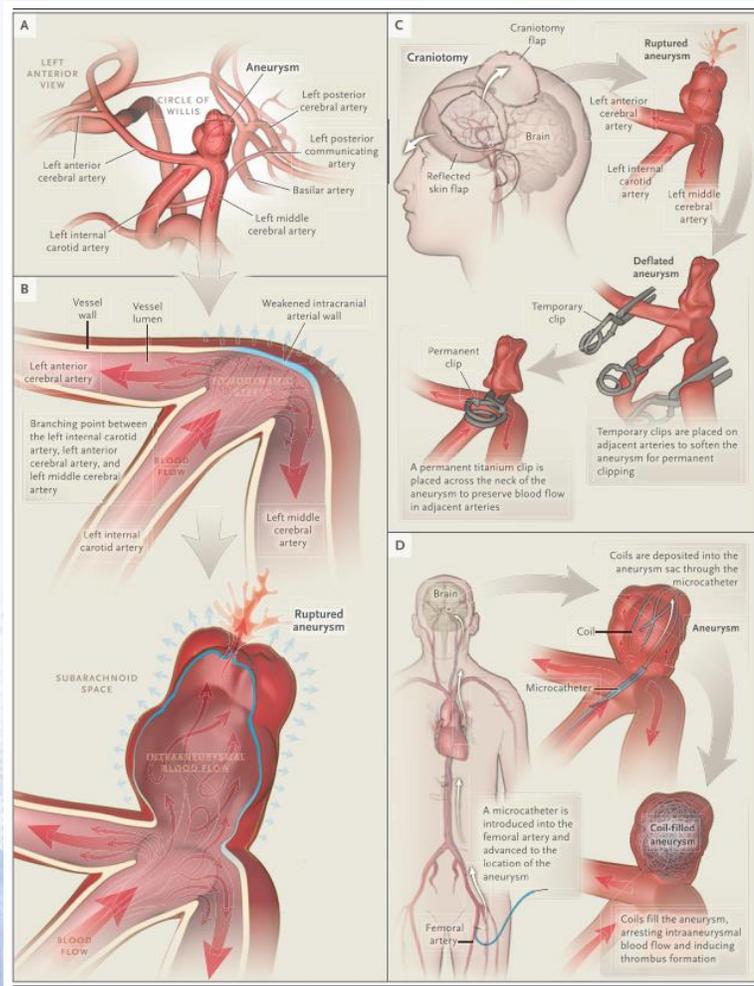


---

## II. Utile ou futile ?



## II. Utile ou futile ?



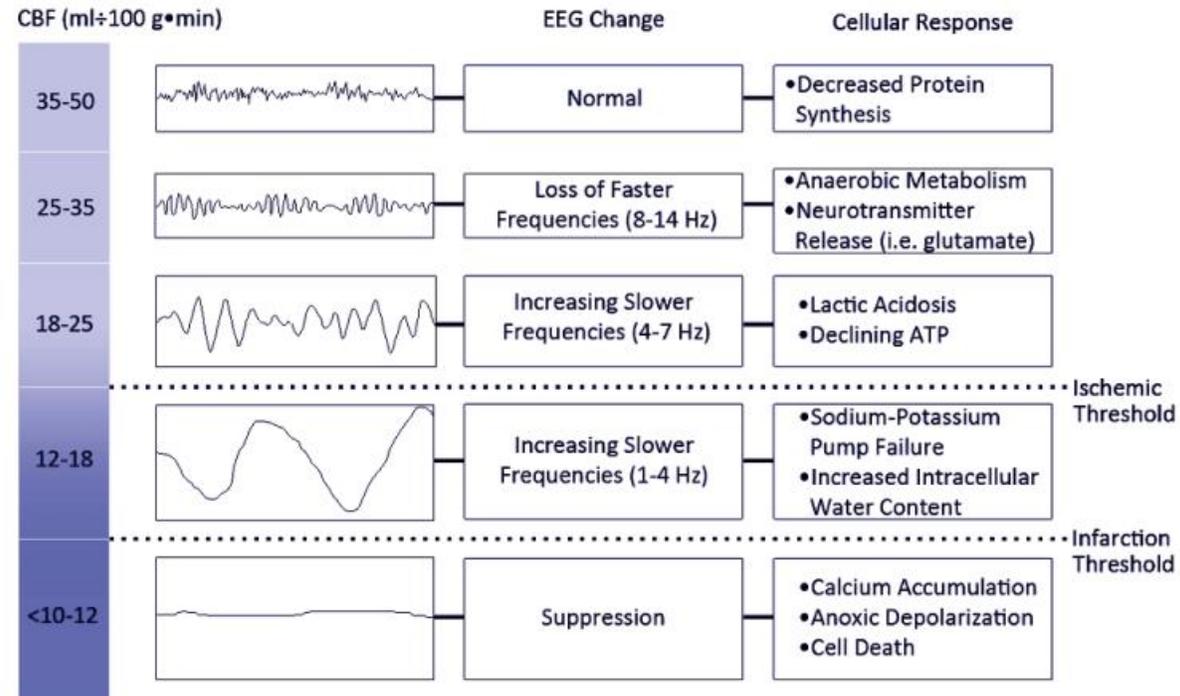
### Hémorragie sous – arachnoïdienne ou rupture d'anévrisme :

- *Risque d'ischémie cérébrale retardée les 10 premiers jours*
- *Traitement efficace*
- *Pronostic fortement aggravé +++*

**Importance du diagnostic précoce**

## II. Utile ou futile ?

**Ischémie = ralentissement rythme de fond**



**Figure 1. The relationship of cerebral blood flow to electroencephalogram (EEG) and pathophysiology.** ATP, adenosine triphosphate (CBF).  
Data from [2,4].

## II. Utile ou futile ?

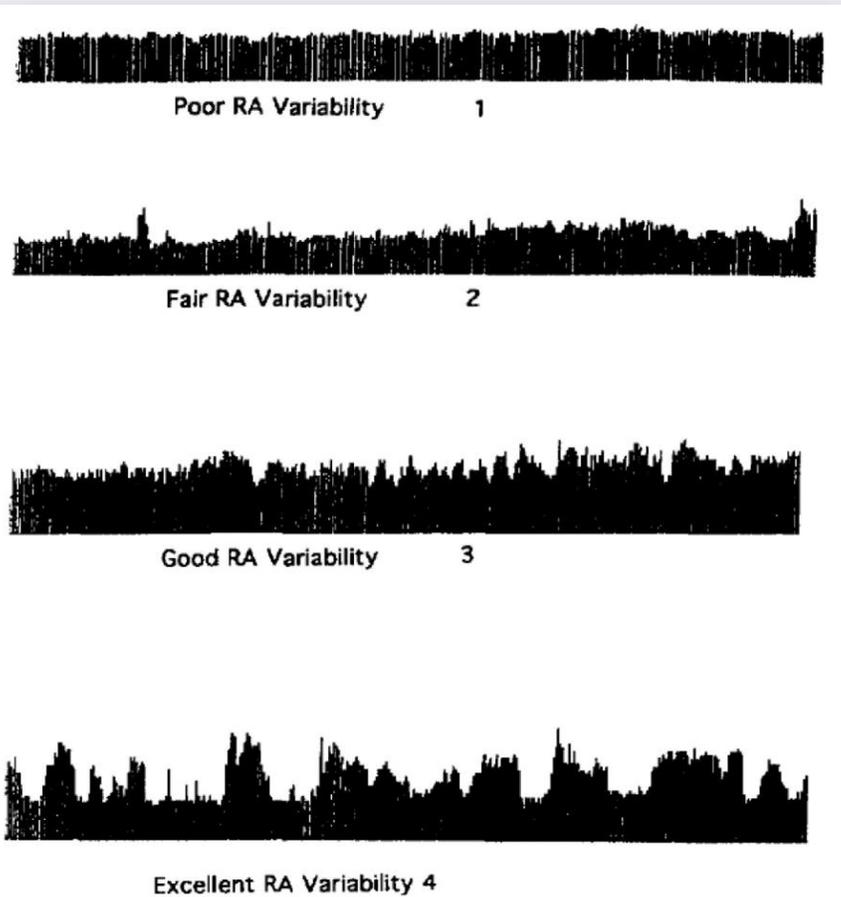


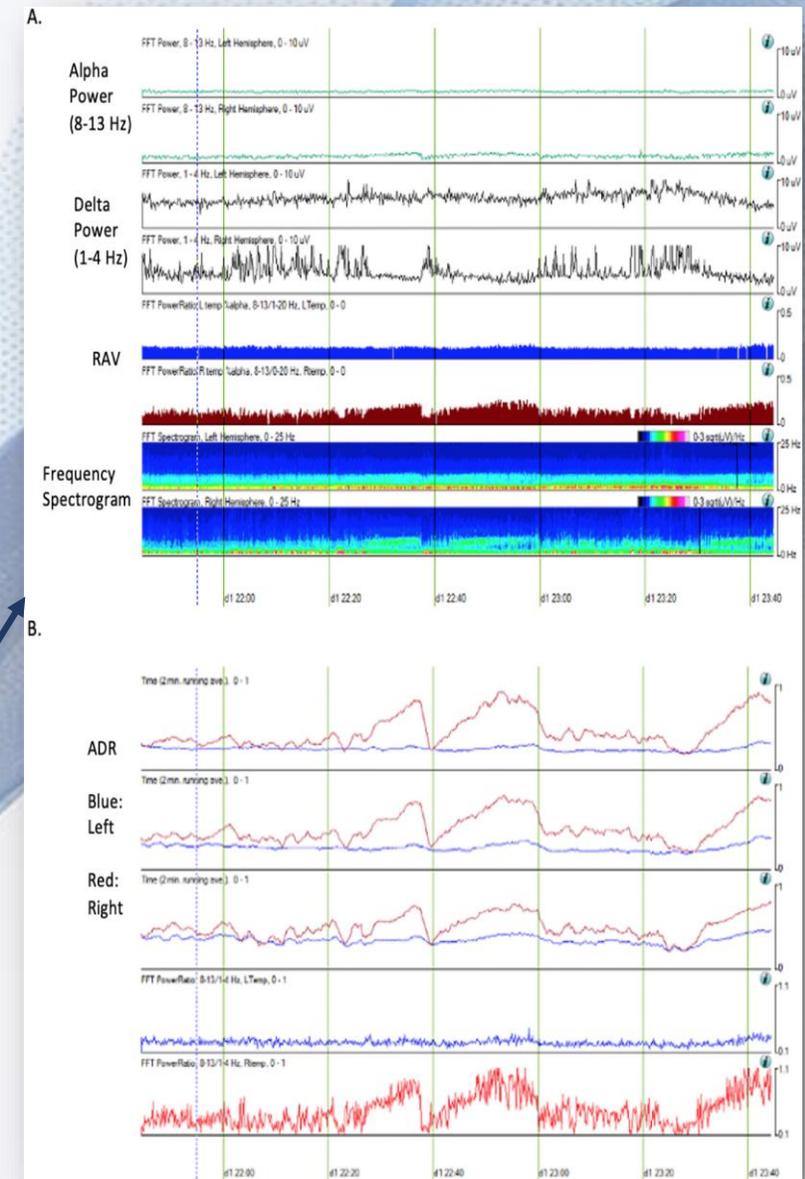
Figure 1. Relative alpha variability scoring chart. Adapted from Vespa et al. 1997 (with permission from Elsevier Limited).

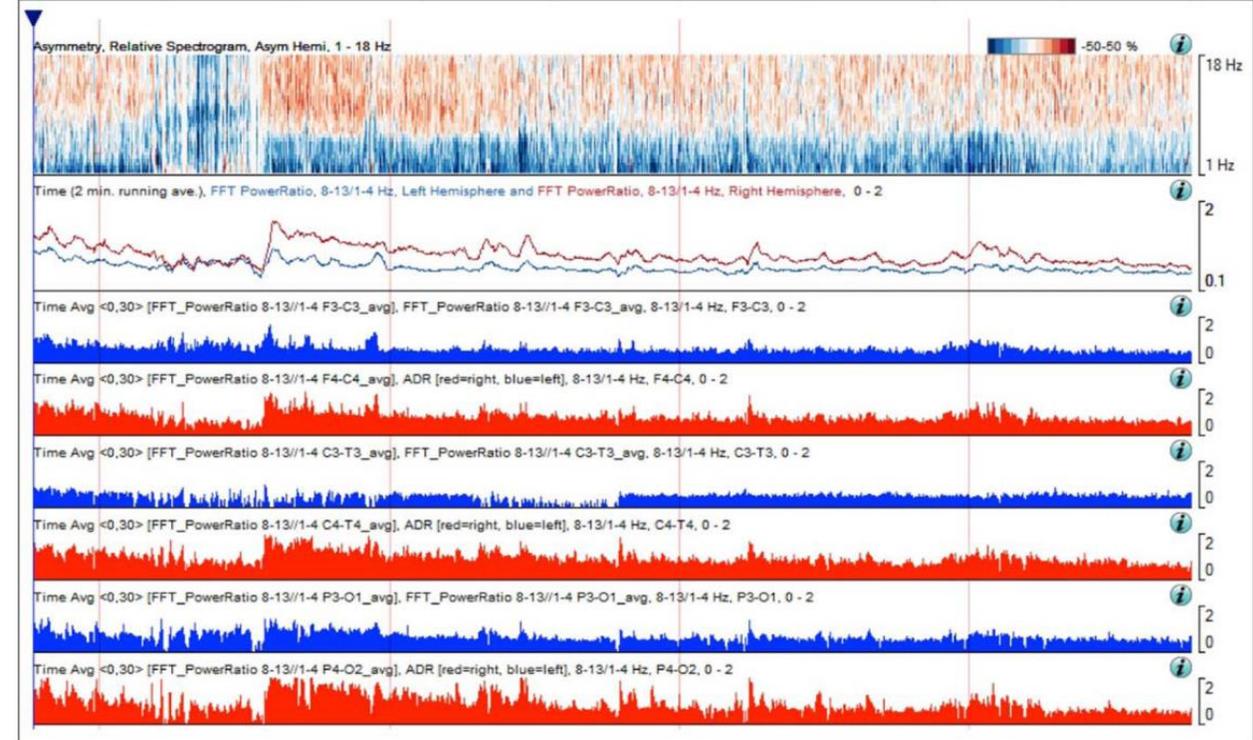
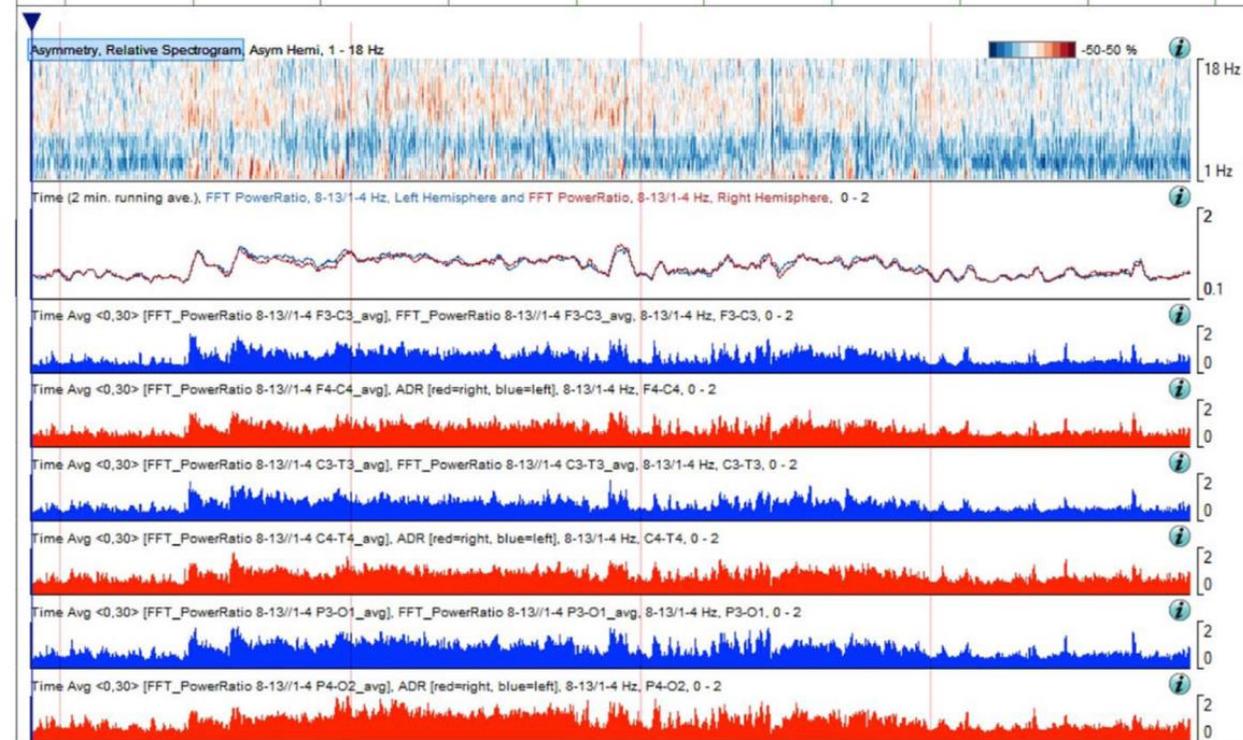
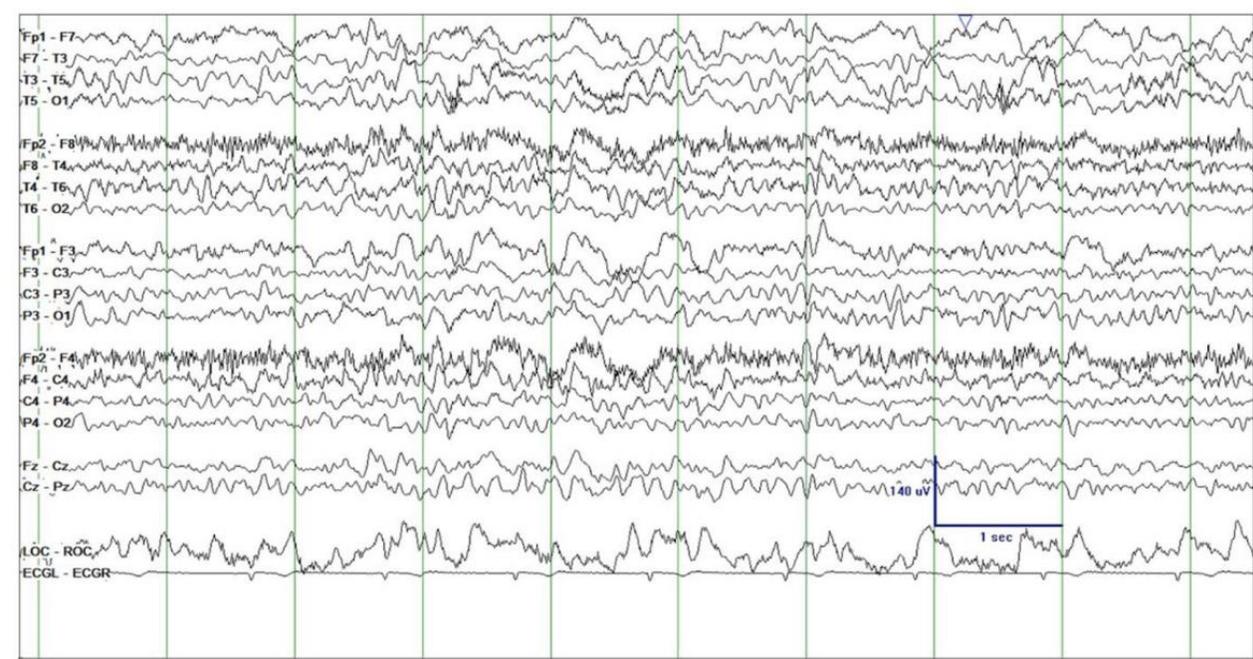
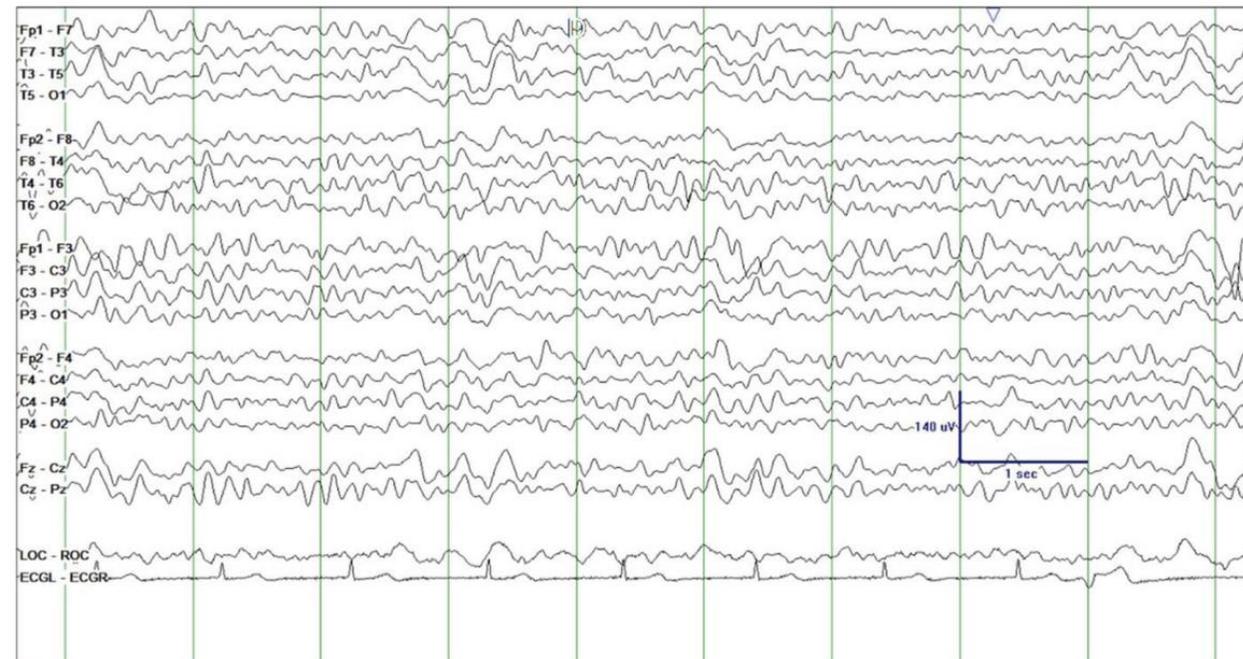
**Variabilité de la puissance dans la bande alpha : « réactivité » cérébrale**

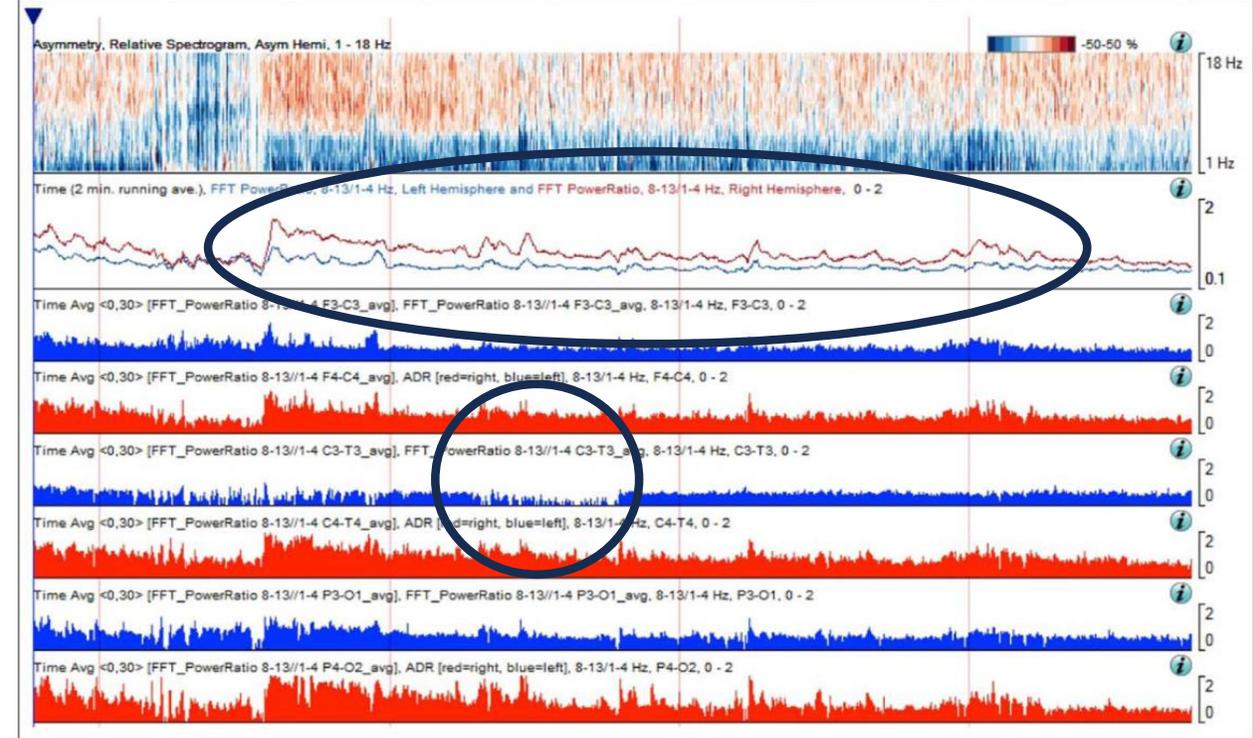
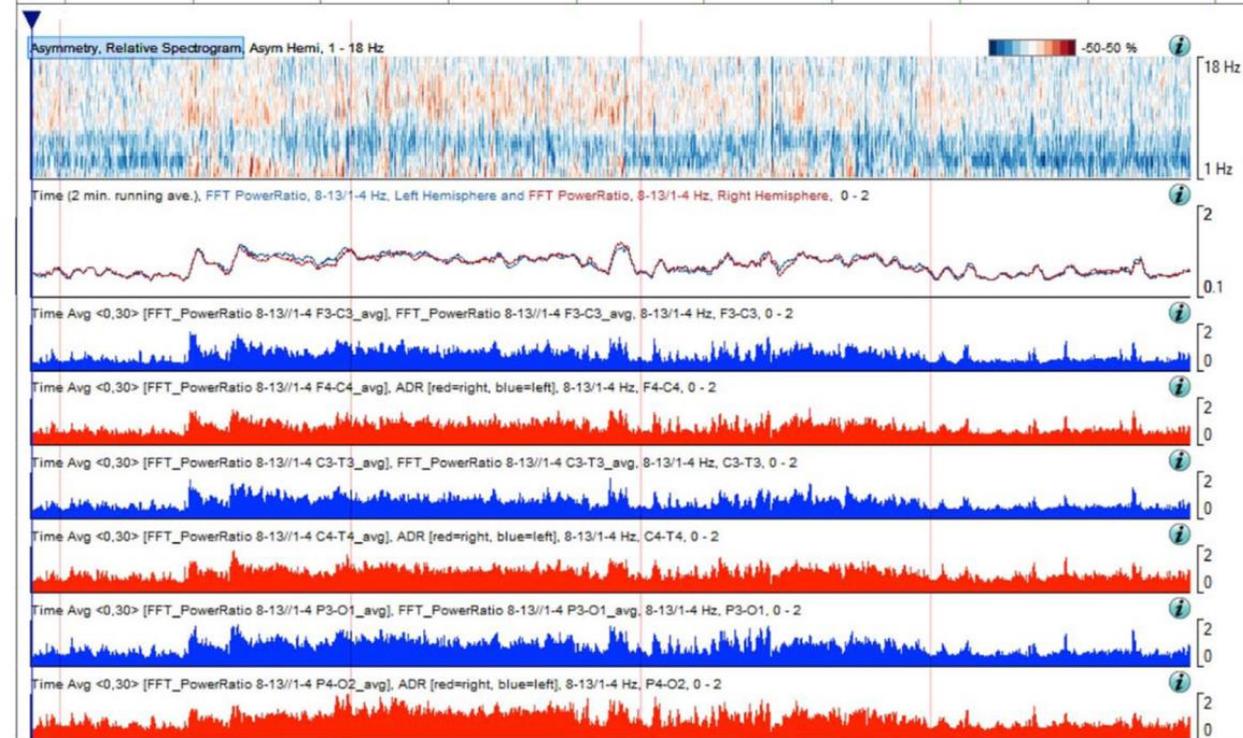
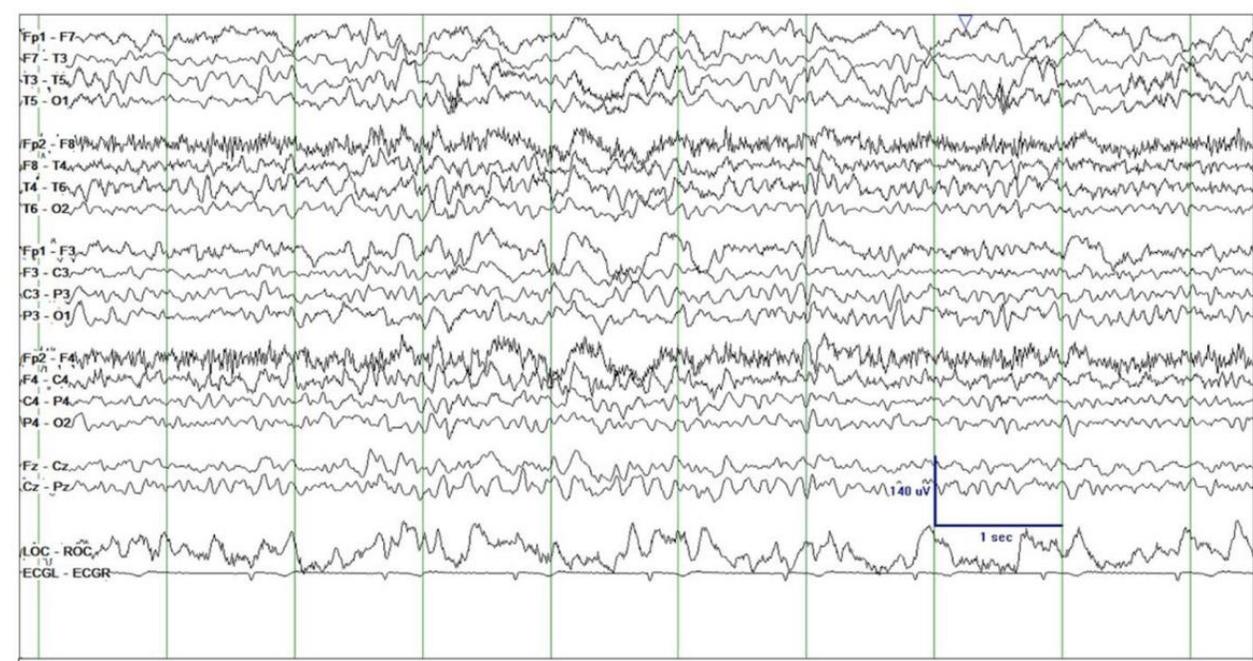
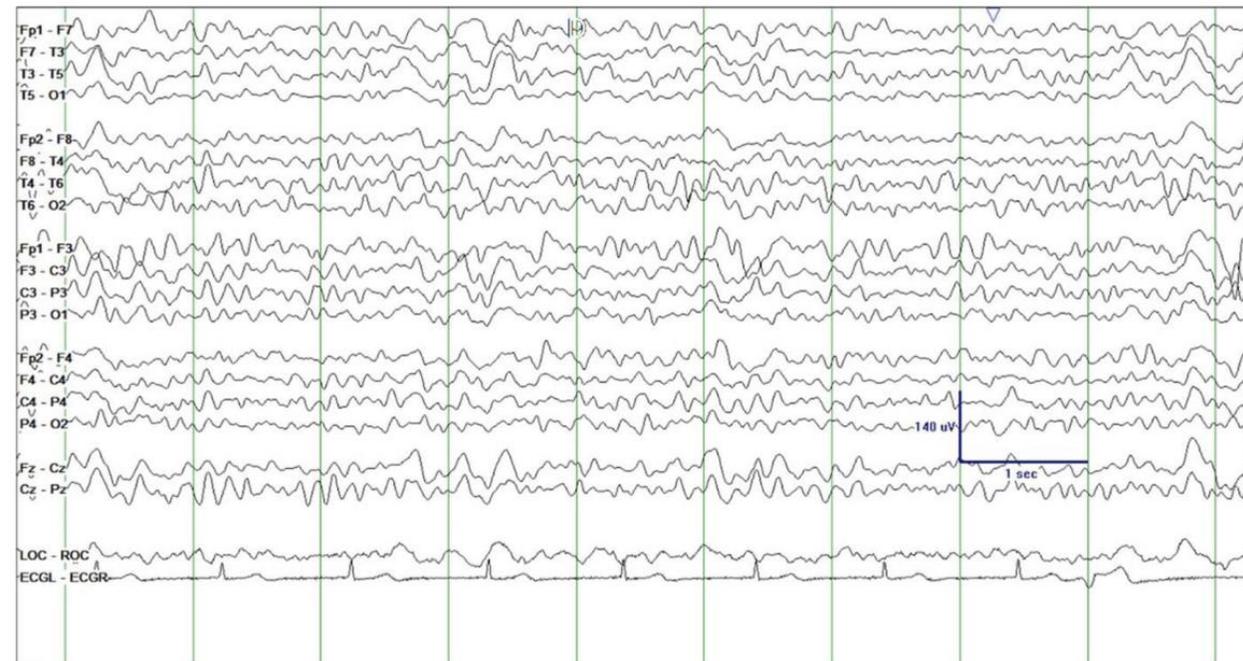
Muniz CF, Shenoy AV, O'Connor KL, et al. Clinical Development and Implementation of an Institutional Guideline for Prospective EEG Monitoring and Reporting of Delayed Cerebral Ischemia. *J Clin Neurophysiol.* 2016;33(3):217-226. doi:10.1097/WNP.0000000000000281

**Chute puissance alpha / delta : « ralentissement »**

Baang HY, Chen HY, Herman AL, et al. The Utility of Quantitative EEG in Detecting Delayed Cerebral Ischemia After Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *J Clin Neurophysiol.* 2022;39(3):207-215. doi:10.1097/WNP.0000000000000754







## II. Utile ou futile ?

### Paramètres EEG pour diagnostiquer ischémie cérébrale retardée :

**Table 3**

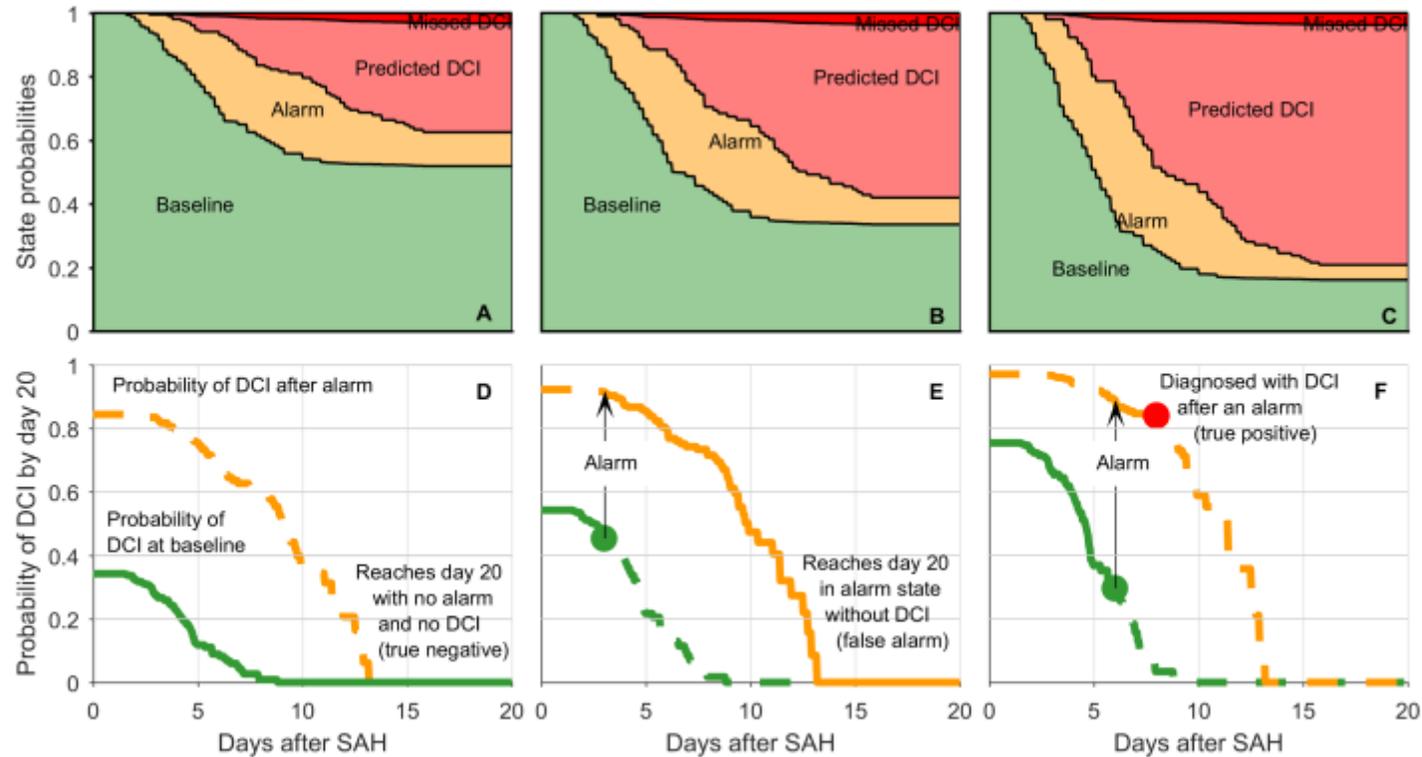
Performance measures for DCI prediction following SAH using cEEG monitoring, stratified by composite admission risk score

	Low Risk [risk score = 1]	Medium Risk [risk score = 2.5]	High Risk [risk score = 4]
Sensitivity (%)	91 [81–98]	94 [88–99]	95 [87–99]
Specificity (%)	83 [71–93]	80 [69–90]	77 [36–99]
LR+	5.37 [3.1–13.2]	4.7 [3.0–9.8]	4.2 [1.5–66.3]
LR–	0.1 [0.02–0.24]	0.08 [0.02–0.15]	0.06 [0.01–0.22]
PTP (%)	37 [25–50]	58 [50–66]	79 [61–92]
ARI (%)	39 [26–51]	29 [21–36]	15 [4–28]
PPV (%)	76 [58–90]	87 [79–94]	94 [79–100]
ARR (%)	32 [20–43]	48 [39–57]	60 [30–77]
NPV (%)	94 [87–99]	90 [81–98]	81 [47–97]
DOR	52 [16–448]	57 [24–321]	69 [8 – 4204]
NNM	2.6 [2.0–3.8]	3.5 [2.8–4.8]	6.7 [3.6–25.3]

Rosenthal ES, Biswal S, Zafar SF, et al. Continuous electroencephalography predicts delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage: A prospective study of diagnostic accuracy. *Ann Neurol*. 2018;83(5):958-969. doi:10.1002/ana.25232

## II. Utile ou futile ?

### Alarmes précoces = diagnostic précoce



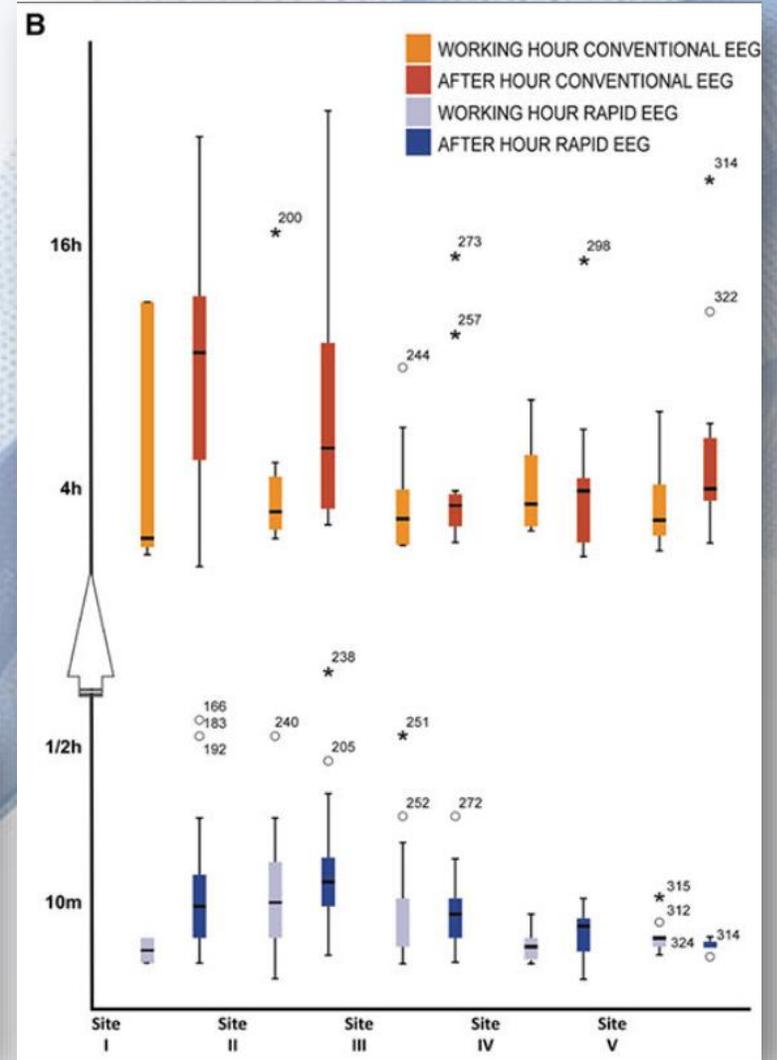
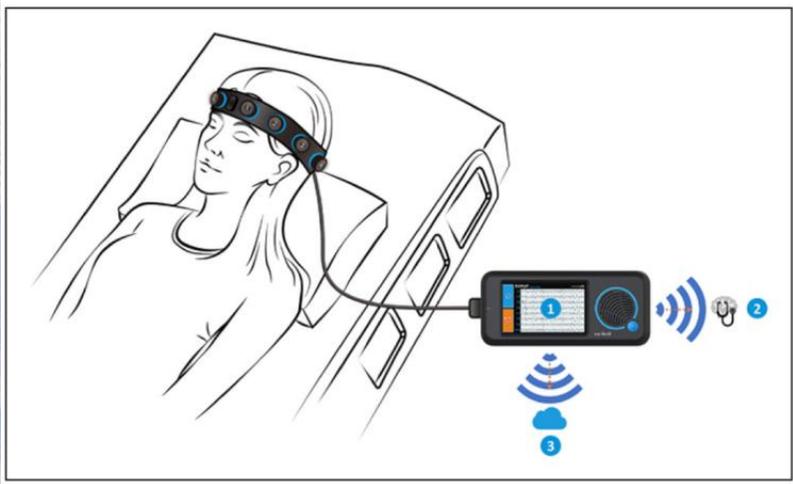
**Figure 3. Delayed cerebral ischemia (DCI) probability as a function of postbleed time for patients with low (A,D), medium (B,E) and high (C,F) baseline risk**

Rosenthal ES, Biswal S, Zafar SF, et al. Continuous electroencephalography predicts delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage: A prospective study of diagnostic accuracy. *Ann Neurol*. 2018;83(5):958-969. doi:10.1002/ana.25232

# III. Vers un monitoring de routine ?

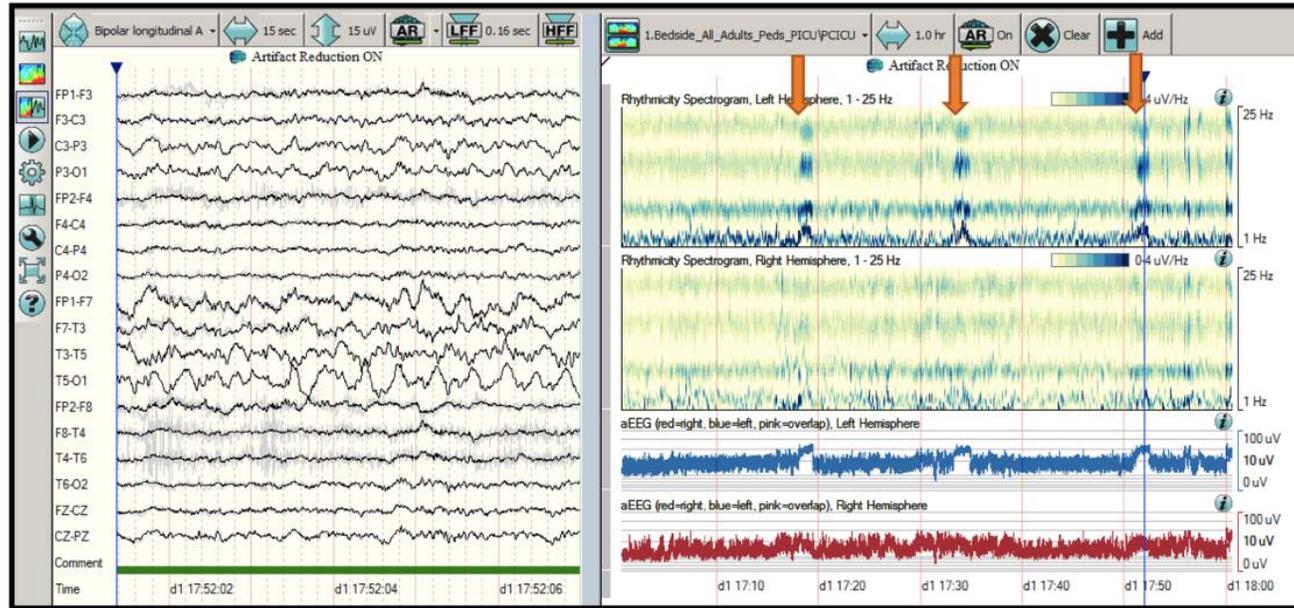


**Decide Trial**



Vespa PM, Olson DM, John S, et al. Evaluating the Clinical Impact of Rapid Response Electroencephalography: The DECIDE Multicenter Prospective Observational Clinical Study. *Crit Care Med.* 2020;48(9):1249-1257. doi:10.1097/CCM.0000000000004428

# III. Vers un monitoring de routine ?



## IDE neuro – réa

**Kaleem et al. 2021 :**

**Sensibilité 74 % Spécificité 92 %**

**Kang et al. 2019 :**

**Sensibilité 85 % Spécificité 90 %**

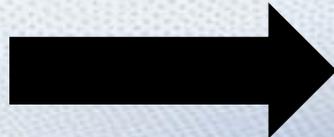
**Ganesan et al. 2018 :**

**Sensibilité aEEG**

- Internes réa 83.8%
- IDE réa 73.1%
- Neuro 81.5%

**Sensibilité DSA**

- Internes réa 82.4%
- IDE réa 88.2%
- Neuro 83.3%



# Conclusion : vers un monitoring de routine ?

## I. Accessible ou élitiste ?

- EEG quantifié

## II. Utile ou futile ?

- Ischémie = > Monitoring multimodal de l'HSA

## III. Conclusion : vers un monitoring de routine ?

- $[(IDE + Rea) \times EEG \text{ quantifiée}]^{\text{Neurologues}} = \text{Scope EEG}$



