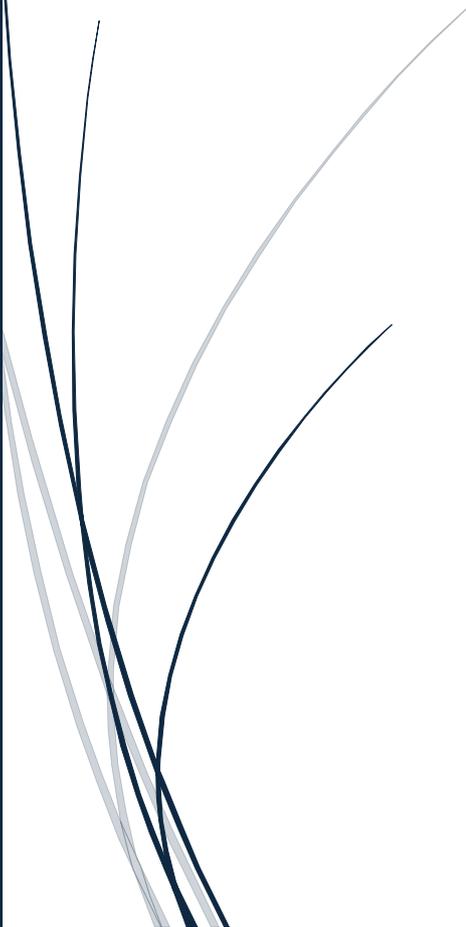




Mémoire

L'Électroencéphalogramme dans le diagnostic de l'épilepsie chez l'enfant et l'adulte

Méthodes d'analyse des signaux physiologiques



Victor BERNARD-CUISINIER

UNIVERSITÉ CLAUDE BERNARD LYON 1

FGSM2

P2210157

Sommaire

- I. Introduction
 - A. Définitions
 - B. Problématique et objectifs
- II. Généralités concernant l'épilepsie subite chez l'enfant et l'adulte
 - A. Chiffres et populations à risque
 - B. Causes connues d'épilepsie fréquentes
- III. Prise en charge et prévention des crises d'épilepsie chez l'enfant et l'adulte
 - A. L'examen diagnostique/d'étude : L'EEG
 - B. Prise en charge en aiguë
 - C. Prévention et risques en amont d'une crise épilepsie
- IV. Conclusion
- V. Bibliographie

I- Introduction

L'épilepsie représente un sujet important pour notre société moderne, qui est pourtant mal connu du grand public malgré son impact médiatique très important, surtout pour les cas jeunes voir très jeunes. On peut d'ailleurs citer différents sportifs très connus.

Près de 1% de la population française est épileptique, ce qui représente environ 600.000 personnes qui seraient apparemment en bonne santé mais identifiées. En France, on compte environ 60.000 personnes décédées durant un suivi sur une période de 10 ans (de 2009 à 2019).

A - Définitions

Prenons quelques instants pour décortiquer les différents termes importants. On retrouve tout d'abord la crise épileptique, qui est définie par le Larousse et le collège de Neurologie comme la survenue transitoire de signes et/ou de symptômes cliniques due à une activité neuronale cérébrale excessive et anormalement synchrone.

Épilepsie : Affection caractérisée par la répétition chronique de décharges (activations brutales) des cellules nerveuses du cortex cérébral.

Électroencéphalographie (EEG) : Examen qui permet l'enregistrement de l'activité électrique spontanée des neurones du cortex cérébral. Le tracé obtenu est appelé électro-encéphalogramme.

Il est également important de distinguer les notions de crise d'épilepsie et de maladie épileptique. En effet, on distingue les crises d'origine généralisée des crises d'origine focale. Attention, les crises d'origine focale peuvent se propager et évoluer vers une crise secondairement généralisée. On parle de crise focale secondairement généralisée (figure 15.1).

Tandis que, les maladies cérébrales chroniques sont caractérisées par:

- 1/ la survenue d'au moins une crise épileptique ;
- 2/ une prédisposition durable à générer des crises ;
- 3/ ainsi que par leurs conséquences neurobiologiques, neuropsychologiques, sociales et psychiatriques.

La prédisposition cérébrale durable à générer des crises est établie par :

- la survenue d'au moins deux crises épileptiques cliniquement avérées non provoquées espacées d'au moins 24 heures ;
- l'identification d'un syndrome épileptique ;
- la survenue d'une crise épileptique cliniquement avérée non provoquée et un risque estimé de récurrence supérieur à 60 % dans les 10 ans, soit au moins un élément pathologique retrouvé :
 - présence d'anomalies paroxystiques à l'EEG,
 - lésion cérébrale préexistante épileptogène à l'imagerie,
 - trouble neurodéveloppemental préexistant.

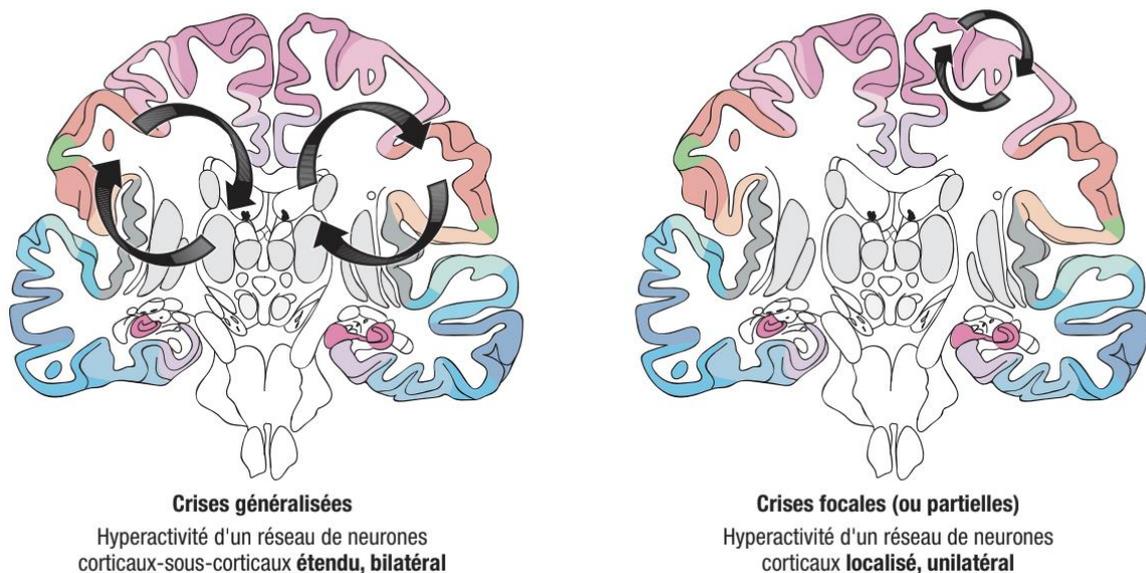


Fig. 1.1. : Définition physiopathologique des crises d'origine focale et des crises d'origine généralisée.

(Source : CEN, 2019, illustration de Carole Fumat.)

B - Problématique et objectifs

Comme expliqué précédemment, l'épilepsie est un sujet très important pour notre société, malgré une connaissance peu développée dans les populations non experte. Bien que le diagnostic repose avant tout sur l'anamnèse clinique, l'EEG reste l'un des examens les plus utilisés pour confirmer l'origine épileptique d'un trouble et ainsi orienter le diagnostic étiologique pour enfin organiser une démarche thérapeutique.

L'objectif de cet écrit est donc de réaliser une revue de littérature proposant des réponses concernant ce sujet : l'EEG dans le diagnostic de l'épilepsie chez l'adulte, les méthodes d'analyse associées, les profils de patients à risque et les modalités de prise en charge.

Un certain nombre de questions peuvent se poser :

Quels sont les mécanismes physiopathologiques de l'épilepsie chez l'adulte ?

Quelle est la place de l'EEG dans la démarche diagnostique ?

Quelles méthodes d'analyse du signal EEG permettent d'objectiver une activité épileptique ?

Quels sont les facteurs de risque identifiés ?

Peut-on prévenir certaines formes de crises ?

Pour apporter des réponses à ces questions, ainsi qu'à cette problématique, nous allons en premier lieu discuter des raisons les plus connues de crise d'épilepsie chez l'adulte, ainsi que des populations les plus à risque. Nous pourrons ensuite regarder les différentes prises en charges possibles présentées dans des articles, ainsi que les traitements existants, en réservant une partie pour les traitements préventifs.

II- Généralités concernant l'épilepsie subite chez le sujet jeune et adulte

Cette partie cherche tout d'abord à expliquer comment une épilepsie peut se produire, et pour notre étude, quels sont les facteurs présents qui provoquent une épilepsie au cours de la vie.

A - Chiffres et populations à risque

L'épilepsie affecte environ 600 000 personnes en France, dont 70 % sont bien contrôlées par traitement. Une hausse d'incidence est observée après 60 ans, souvent liée à des causes vasculaires ou dégénératives. Les crises apparaissent fréquemment avant l'âge de 20 ans. Les populations à risque incluent les patients atteints de lésions cérébrales (AVC, tumeurs). Les sujets âgés, les individus ayant des antécédents familiaux et les consommateurs d'alcool ou de drogues sont plus à même d'expérimenter des crises et ce, de gravité plus importante.

Le risque de décès est réel : les SUDEP (mort subite inexplicée chez l'épileptique) concernent environ 1 décès pour 1000 patients/an, surtout chez les patients mal contrôlés.

Il reste tout de même à noter que les épilepsies représentent un groupe hétérogène de maladies cérébrales chroniques qui peuvent débuter de la période néonatale jusqu'au grand âge, d'étiologies, de formes cliniques et de pronostics variables. Les épilepsies ont une prévalence de 0,5 à 1 % et une incidence de 0,5 pour 1 000 habitants par an.

B - Causes connues d'épilepsie fréquente

Les causes d'épilepsie chez l'adultes sont multiples, les plus fréquentes sont les épilepsies symptomatiques structurales : à savoir les lésions cérébrales acquises (AVC, tumeurs, trauma, neurochirurgie). Les formes génétiques (bien que plus rares) sont à considérer, notamment dans les formes idiopathiques et les épilepsies cryptogéniques dont les causes sont non identifiées mais l'on suspecte un substrat pathologique.

L'EEG permet souvent de mettre en évidence une activité paroxystique révélant une hyperexcitabilité corticale, même en l'absence de crise clinique au moment de l'enregistrement, on peut alors parler d'un état de fond caractéristique chez l'épileptique.

Une crise épileptique est un phénomène dynamique, l'hyperactivité neuronale initiale (aussi appelée décharge critique) implique initialement un réseau de neurones plus ou moins étendu puis se propage en empruntant des voies de connexion cortico-corticale, cortico-sous-corticale.

III- Prise en charge et prévention de la crise d'épilepsie chez l'enfant et l'adulte

A- L'examen diagnostique/d'étude : L'EEG

L'électroencéphalographie (EEG) reflète l'activité électrique du cerveau, généralement sous forme de graphe, aboutissant à un électroencéphalogramme. Il transcrit les signaux émis par le cerveau sous forme d'ondes. Obtenu grâce à des électrodes placées sur le cuir chevelu, L'EEG renseigne sur l'activité neurophysiologique et permet de poser des diagnostics neurologiques. L'enregistrement EEG identifie des éléments paroxystiques intercritiques, parfois des crises électrocliniques au repos ou lors des manœuvres d'activation (hyperpnée, stimulation lumineuse intermittente). L'enregistrement vidéo-EEG prolongé est réalisé afin

d'obtenir des enregistrements durant le sommeil, il est plus sensible à la détection de paroxysmes EEG.

B- Prise en charge en aiguë

La prise en charge aiguë d'une crise épileptique consiste en la réalisation d'examen tel qu'un bilan biologique, une imagerie cérébrale et un EEG dans les 24 heures (voir figure 3.1).

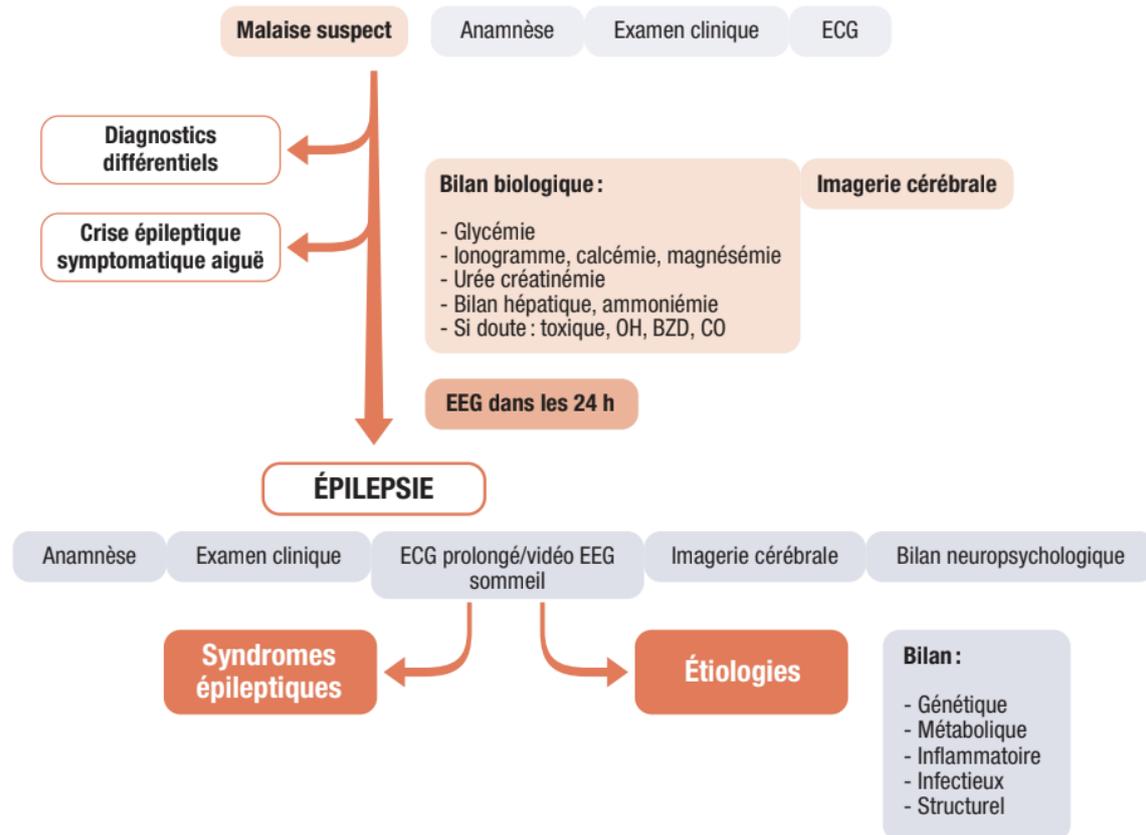


Fig. 3.1. : Étapes nécessaires au diagnostic positif d'une épilepsie.
(Source : CEN, 2019, illustration de Carole Fumat.)

De manière générale, la conduite à tenir en présence d'une crise généralisée tonico-clonique est de noter l'heure de début (afin de pouvoir en déterminer la durée qui conditionne le diagnostic de gravité de l'état de mal épileptique), de libérer les voies aériennes supérieures (faire attention à ne pas introduire les doigts ou tout objet), de positionner le patient en position latérale de sécurité (cela participe à libérer les voies aériennes supérieures en plus de prévenir une pneumopathie d'inhalation en cas de vomissements).

En préhospitalier, la conduite à tenir change, surtout s'il s'agit d'une crise habituelle chez un patient épileptique connu et traité, pas d'hospitalisation systématique.

S'il s'agit d'une première crise, ou d'une crise inhabituelle, ou si la durée est supérieure à 5 minutes, l'appel du 15 pour prise en charge au service des accueils des urgences est nécessaire. Aux urgences, pas de traitement antiépileptique systématique en l'absence d'état de mal épileptique.

La prise en charge aiguë vise également à arrêter la crise (administration en IV de benzodiazépines) afin de prévenir le mal épileptique et rechercher une étiologie urgente. L'EEG en urgence est utile pour confirmer une activité épileptique même sans manifestations cliniques.

En outre, le traitement médical est réservé pour les patients présentant un risque de récurrence élevé de crises à long terme. Il est important de noter que les médicaments antiépileptiques contrôlent 70% des crises. Il existe également des chirurgies pour les cas pharmaco résistants. Enfin, l'état de mal épileptique est une urgence vitale et nécessite une prise en charge médicale adaptée, à noter également qu'un médicament antiépileptique ne peut pas être administré lors d'une première crise.

C. Prévention et risques en amont d'une crise épilepsie

Bien que la majorité des crises d'épilepsie chez l'enfant et l'adulte soient des épisodes isolés, sans pathologie cérébrale identifiée, une prise en charge préventive est nécessaire pour les patients présentant des facteurs de risque neurologiques ou environnementaux. En effet, les adultes, qu'ils soient en bonne santé apparente ou suivis pour d'autres pathologies, ne sont pas exemptés de facteurs favorisant la survenue de crises.

Parmi les facteurs de risque les plus fréquemment identifiés, on retrouve :

- Le manque de sommeil chronique
- La consommation excessive d'alcool ou de drogues
- Le sevrage brutal de traitements antiépileptiques
- Le stress intense ou prolongé
- Les pathologies cérébrales (AVC, tumeurs, traumatismes crâniens) non stabilisées

- Certaines affections métaboliques (hypoglycémie, hyponatrémie)

Ces facteurs peuvent agir comme des déclencheurs ou révélateurs d'une épilepsie sous-jacente, ou bien aggraver une épilepsie déjà connue. Par exemple, un patient présentant une ancienne lésion cérébrale post-traumatique, en apparence asymptomatique, peut développer une activité épileptique en cas de privation de sommeil ou lors d'un stress aigu.

Un traitement de fond, basé sur des antiépileptiques adaptés au type de crises et au profil du patient, permet souvent de stabiliser la maladie. Le choix du traitement doit être personnalisé, prenant en compte l'âge, les comorbidités, les effets secondaires et l'observance. Chez certains patients, un ajustement de posologie, voire un changement de molécule, peut être nécessaire en fonction des résultats de l'EEG ou de l'apparition de crises.

Malgré les connaissances médicales actuelles, de nombreux cas de crises persistantes s'expliquent par une insuffisance de prévention, liée à une mauvaise observance, à un manque de suivi neurologique ou à une absence d'identification des facteurs déclenchants. Certains signes avant-coureurs, tels que des auras, des pertes de contact, des confusions transitoires ou des myoclonies, passent inaperçus ou sont banalisés, retardant ainsi le diagnostic et la prise en charge adaptée.

Des outils de surveillance à distance, comme les EEG ambulatoires ou les capteurs connectés, permettent aujourd'hui d'améliorer la détection des anomalies électriques en amont de la crise. Les méthodes d'analyse de signaux EEG, couplées à l'intelligence artificielle, pourraient à terme prédire la survenue de certaines crises et proposer une réponse thérapeutique plus rapide

Toutes les études convergent vers l'importance d'une prise en charge préventive précoce, basée sur le repérage des facteurs de risque, l'éducation thérapeutique et la régularité du suivi EEG. Dans la population générale comme chez les patients les plus à risque, une gestion efficace du traitement, l'éviction des facteurs déclenchants et une bonne hygiène de vie permettent de réduire significativement la fréquence des crises.

Enfin, il est important de souligner que les patients bien suivis, correctement traités et informés, présentent un risque réduit de complications graves telles que le status epilepticus ou la SUDEP. La

prévention, qu'elle soit pharmacologique ou comportementale, reste donc l'élément central de la stratégie contre l'épilepsie.

IV- Conclusion

L'épilepsie, chez l'enfant comme chez l'adulte, reste une pathologie chronique aux répercussions parfois lourdes sur la qualité de vie des patients. Pourtant, malgré sa prévalence élevée, elle demeure mal connue du grand public, ce qui alimente encore de nombreux préjugés et retarde parfois le diagnostic. Il est important de souligner la grande diversité des formes d'épilepsie, ainsi que les différences d'expression clinique selon l'âge, le sexe, ou encore l'étiologie sous-jacente (génétique, lésionnelle, idiopathique). Certains cas, notamment chez les jeunes enfants ou les personnes âgées, peuvent passer inaperçus du fait de crises atypiques ou de manifestations non convulsives. Dans ce contexte, l'électroencéphalogramme (EEG) constitue un outil fondamental. Il permet non seulement de confirmer la nature épileptique des troubles, mais aussi de caractériser les types de crises, d'orienter le traitement et de surveiller l'évolution. Les avancées technologiques récentes, avec l'arrivée de méthodes d'analyse du signal plus fines (spectre de puissance, ondelettes, intelligence artificielle), améliorent considérablement la capacité à détecter et à anticiper les décharges épileptiques. Elles ouvrent la voie à une médecine prédictive, plus réactive et personnalisée. Cependant, comme pour d'autres pathologies graves, le manque de connaissance, la peur du diagnostic et les idées reçues freinent encore l'accès au soin rapide et optimal. De nombreux patients ne bénéficient pas d'un suivi neurologique régulier, ou ne sont pas orientés à temps vers un EEG, ce qui retarde leur prise en charge. De plus, certains signes avant-coureurs (absences, troubles de la conscience transitoires, comportements inhabituels) sont souvent négligés, notamment chez les enfants. Un des leviers les plus efficaces dans la lutte contre les complications graves de l'épilepsie (chutes, traumatismes, status epilepticus, voire SUDEP) réside dans la prévention : traitement antiépileptique bien adapté, suivi neurologique régulier, éducation thérapeutique et hygiène de vie stable. Ces mesures doivent être appliquées aussi bien chez les sujets à haut risque que dans la population générale. Par ailleurs, une meilleure vulgarisation scientifique et sensibilisation du public pourrait permettre une reconnaissance plus précoce des symptômes et un recours plus systématique à l'EEG. L'épilepsie, bien que parfois invisible, est une maladie qu'il est possible de stabiliser efficacement dans la majorité des cas, si les moyens

diagnostiques comme l'EEG sont correctement utilisés. La généralisation de ces pratiques et le développement de nouvelles techniques d'analyse du signal représentent un espoir majeur pour améliorer le pronostic des patients et réduire les conséquences sévères de cette pathologie neurologique.

V- Bibliographie

- Les anomalies épileptiques à l'électro-encéphalo-gramme, EEG et épilepsies publié dans la revue neurologie.fr par LAURENT BAILLY, VIRGINIE_LAMBRECQ, VINCENT NAVARRO, le 1 juin 2021 : <https://neurologies.fr/eeg-et-epilepsies/>
- Contribution à la détection et à l'analyse des signaux EEG épileptiques : débruitage et séparation de sources publié dans l'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, par Rebeca Romo-Vázquez, le 7 mai 2010 : <https://theses.hal.science/tel-01748858v2/file/TheseROMO.pdf>
- Analyse automatique des crises d'épilepsie du lobe temporal à partir des EEG de surface, publié dans l'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, par Matthieu Caparos, le 5 octobre 2006 : https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01752752v1/file/2006_CAPAROS_M.pdf
- The role of EEG in patients with suspected epilepsy, publié dans la bibliothèque en ligne Wiley, tiré du livre Epileptic Disorders volume 22 issues 2, par Selim R Benbadis, Sándor Beniczky, Edward Bertram, Stephanie Maclver, Solomon L Moshé, le 1^{er} juin 2020 : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1684/epd.2020.1151>
- Conventional and quantitative EEG in status epilepticus, publié dans seizure, european journal of epilepsy, tiré du livre Pediatric Convulsive Status Epilepticus volume 68, par Arnold J. Sanseverea, Cecil D. Hahn, Nicholas S. Abend, en mai 2019 : [https://www.seizure-journal.com/article/S1059-1311\(18\)30250-4/fulltext](https://www.seizure-journal.com/article/S1059-1311(18)30250-4/fulltext)
- Le collège de Neurologie, 6e édition, par le Collège des enseignants de neurologie.
- Le dictionnaire Larousse
- Drug-resistant epilepsy and the hypothesis of intrinsic severity: What about the high-frequency oscillations?, publié dans la bibliothèque en ligne Wiley et tiré du livre Special Issue: Redesigning The Hypotheses For Drug-Resistant Epilepsy Volume 7 Issues 1, par Cesar E. Santana-Gomez, Jerome Engel Jr., Richard Staba, le 3 décembre 2021 : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/epi4.12565>
- EEG detection and recognition model for epilepsy based on dual attention mechanism, publié dans National Library of Medicine (PubMed central, PMC), par Zhentao Huang, Yuyao Yang, Yahong Ma, Qi Dong, Jianyun Su, Hangyu Shi, Shanwen Zhang, Liangliang Hu, le 19 mai 2025 : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11923361/>
- Diagnosing Epilepsy with Normal Interictal EEG Using Dynamic Network Models, publié dans National Library of Medicine (PMC) par un comité de chercheurs, le 16 janvier 2025 : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/pmid/39817338/>
- Quantitative approaches to guide epilepsy surgery from intracranial EEG, publié dans National Library of Medicine (PMC) par John M Bernabei, Adam Li, Andrew Y Revell, Rachel J Smith, Kristin M Gunnarsdottir, Ian Z Ong, Kathryn A Davis, Nishant Sinha, Sridevi Sarma, Brian Litt, le 1^{er} juin 2023 : <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/pmid/36623936/>

-The history of invasive EEG evaluation in epilepsy patients, publié dans le seizure
l'european journal of epilepsy, par Philipp S. Reifa, Adam Strzelczyka, Felix Rosenowa,
en octobre 2016