

L'intégration de l'intelligence artificielle dans la pratique de la médecine est lente mais inéluctable. Aujourd'hui l'on nous présente de façon claire un exemple concret: l'interprétation de l'électro-encéphalogramme dans le cadre de l'épilepsie.

Mise en situation

Une femme de 23 ans, connue pour des convulsions fébriles dans son enfance, en bonne santé habituelle, présente un jour sur son canapé un épisode d'altération de la conscience. Pendant un certain temps, elle est dans l'incapacité de répondre à son compagnon, mais recouvre ensuite toutes ses capacités.

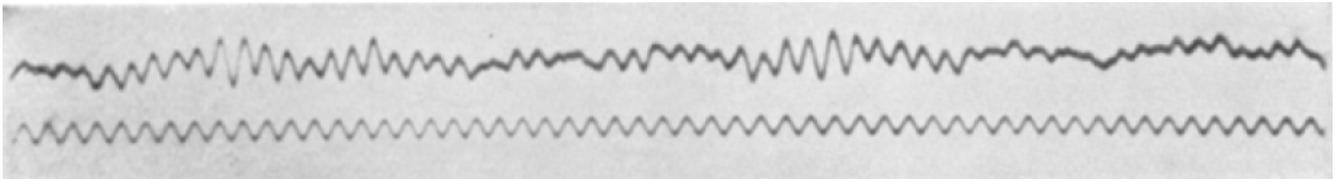
Elle consulte aux urgences et la conclusion de l'EEG donne:

- 1er scénario: somnolence. pas d'activité irritative. → retour à domicile, rien à signaler
- 2ème scénario: Somnolence. Foyer irritatif temporal gauche → probable épilepsie, consultations, mises sous traitement...

On voit que l'interprétation de l'EEG a une influence majeure sur la prise en charge de la patiente, bien que cela soit un diagnostic anamnestique et clinique en premier lieu.

Interprétation de l'EEG

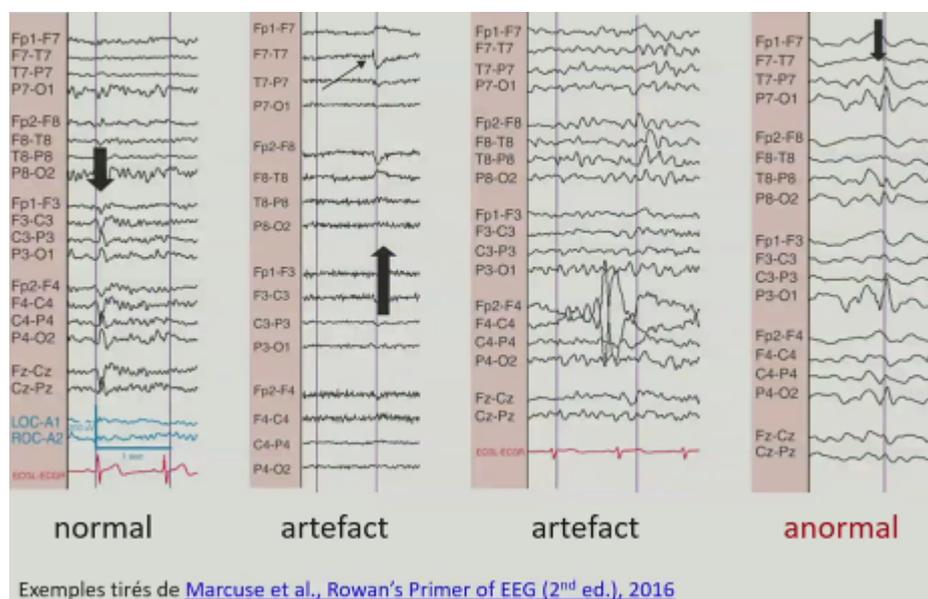
En absence d'autres marqueurs biologiques de la crise d'épilepsie, on peut se demander si l'interprétation de l'EEG est fiable.



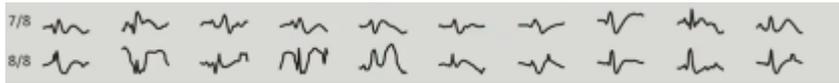
On regarde l'EEG aujourd'hui de la même façon qu'on le regardait il y a 100 ans, quand Hans Berger en faisait la première publication en 1929. (↑)

En 2021, un EEG comporte une trentaine de lignes similaires sur un écran, avec 24h d'enregistrements, il y a énormément de tracés à analyser.

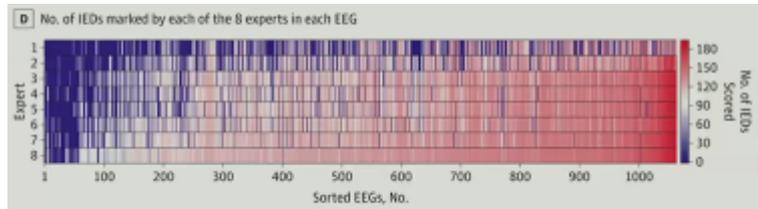
La différence entre un artefact, un tracé normal et un tracé anormal n'est franchement pas limpide, en sachant que tout mouvement peut provoquer un artefact....



Une étude regarde la variation d'interprétation entre 8 experts, qui analysent des décharges épileptiformes interictales (IED, petite portion de l'EEG, entre deux crises épileptiques), tirées de 991 EEG anormaux et 60 normaux. En tout plus de 12'000 décharges sont analysées.



Selon qui regarde, les experts ne sont pas tous d'accord de la même façon, il y a comme un gradient d'interprétations, avec un expert qui sur-interprète d'un côté et un qui sous-interprète de l'autre.



Une énorme variation est présente pour les tracés individuels (concordance à 72%), mais une fois mis dans leur contexte (le reste de l'EEG), les interprétations sont bien plus fiables (81%).

La statistique kappa, qui mesure de l'accord entre observateurs, est de 0.49 pour les IED et de 0.69 pour les EEG complets.

En comparaison, le kappa d'une pneumonie à la radio du thorax est de 0.37, celui d'une embolie pulmonaire à l'angio-CT de 0.85, et pour les surélévation ST à l'EEG de 0.85, intra-juge!

Une autre étude analyse la concordance entre paire d'expert pour des crises aux soins intensifs. Il leur est demandé de marquer le début et la fin de la crise. Le kappa est à 0.58, ce qui reste correct et s'améliore après un cours rapide de lecture d'EEG aux urgences.

Analyse automatisée

La performance des algorithmes est-elle comparable à celle d'experts humains?

L'envie d'une analyse automatisée de l'EEG n'est pas nouvelle et date d'une 40aine d'années..en [1976](#), la question de la fiabilité est déjà au centre de la recherche.

Le principe général est d'enseigner à une machine, un algorithme, à reconnaître les EEG anormaux des EEG normaux, en lui présentant une grande quantité d'échantillons déjà étiquetés de leur résultat.

L'algorithme extrait des caractéristiques et des valeurs seuils utiles pour classer l'échantillon entre normal et anormal, puis est testé avec d'autres échantillons qu'il n'a jamais vu. L'expert qui a initialement classifié l'EEG reste le gold standard.

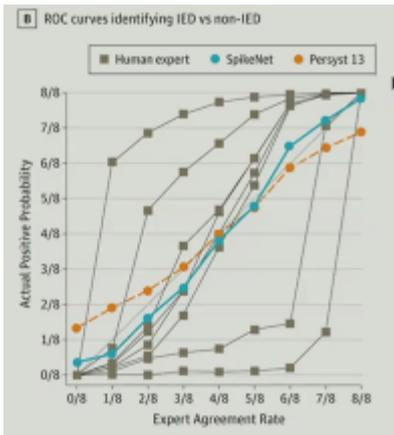
[Persyst 13](#) est un algorithme de détection automatique des IED. C'est un réseau de neurones artificiels entraîné sur 40 EEG de 24h, dont 35 avec beaucoup d'IED. Les EEG sont validés par 3 techniciens EEG expérimentés.

La sensibilité de persyst version 13 est similaire à celle des experts, mais semble plus fiable avec des résultats qui restent similaires entre analyses.

SpikeNet

Un corpus de 1000 EEG classés par des experts (8) est présenté à un réseau de neurones convolutif avec 8500 EEG de contrôle. Le but est de garder un résultat proche de l'avis

d'expert: si 4/8 expert ont dit anormal, l'algorithme trouve le même résultat.



← courbes de calibration: plus on s'approche du consensus, plus on est proche de la diagonale.

On voit ici les avis d'experts en gris, l'avis de persyst 13 en orange et celui de spikenet en bleu.

Alors? la voie du futur?

Il y a beaucoup de promesses, avec une performance équivalente de celle d'experts humains et une bonne sensibilité.

Mais il y a quelques limitations qui ne sont, à mon humble avis, que temporaires: Données d'entraînement et de test limitées pour

former les algorithmes, détection d'un seul type d'anomalie et aucune étude publiée avec un impact concret sur la prise en charge du patient.

On s'est demandé si l'on pouvait se servir de l'algorithme de SpikeNet pour mieux apprendre à lire les EEG. Mais c'est trop complexe pour être humainement faisable, avec de gros calculs à chaque étape.

C'est comme pour le BIS en anesthésie (bispectral index), qui mesure la profondeur de la sédation à travers 4 électrodes EEG: L' algorithme est protégé, un peu comme une boîte noire.

Et donc, dans la pratique, c'est avantageux pour ce qui est de la performance et la stabilité de celle-ci, puisque la machine ne fatigue pas et n'a pas de sautes d'humeur...c'est aussi accessible et utilisable en télémedecine par exemple.

Pas contre mettre toute sa confiance dans un algorithme qu'on ne comprend pas, ça refroidit un peu...et nous ne sommes pas à l'abri de biais humains!

L'interprétation du résultat, les prises de décision sur le traitement et la communication avec le patient restent entre mains humaines! (ouf)

Aux HUG, l'analyse automatisée prend place dans l'unité d'épilepsie (création d'imagerie à base d'EEG pour trouver le point focal) et prendra place aux soins intensifs pour le monitoring.



Compte-rendu de Valentine Borcic
valentine.borcic@gmail.com
transmis par le laboratoire MGD
colloque@labomgd.ch