

DETECTION AUTOMATIQUE DES CRISES D'EPILEPSIE CHEZ LES NOUVEAUX-NES ET LES ADULTES

PROJET TUTEURE

BOUHAZA Sofiane EL MABROUK Hatim

Master 1 informatique

Encadré par BOUBCHIR Larbi

Table des matières

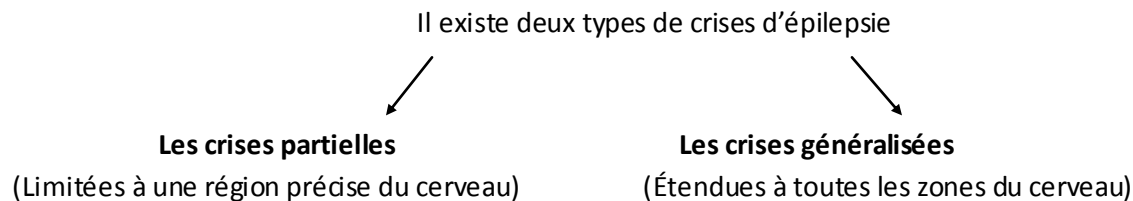
I) Introduction	4
II) Etat de l'art	5
III) Détection et classification de l'épilepsie à partir des données EEG	6
3.1) Visualisation des signaux EEG sur Matlab	7
3.2) Extraction des caractéristiques des signaux EEG	8
3.3) Classifieur.....	9
IV) Application.....	10
4.1) Travail effectué.....	10
4.2) Travail en cours	10
Conclusion et perspectives.....	12
Calendrier prévisionnel	13
Webographie	14

I) Introduction

Généralités :

L'épilepsie se caractérise par des décharges d'influx nerveux anormaux dans une zone précise du cerveau ou bien dans son ensemble.

Types de crise :



Cause :

- Une composante héréditaire puisque l'épilepsie semble plus répandue dans certaines familles
- Un traumatisme crânien,
- Un accident vasculaire cérébral
- Un sevrage à une drogue...

Qui est touché ?

Environ 1 personne sur 100 souffre d'épilepsie en Amérique. Elle se manifeste durant l'enfance ou l'adolescence, ou encore après l'âge de 65 ans.

Fait important :

Il n'existe aucun test pour diagnostiquer une crise. Le diagnostic du médecin repose sur une enquête approfondie de la première crise, les antécédents familiaux.

Qu'est-ce qu'un EEG?

L'électroencéphalogramme, ou EEG est un test qui mesure l'activité électrique du cerveau les ondes cérébrales à travers la peau.

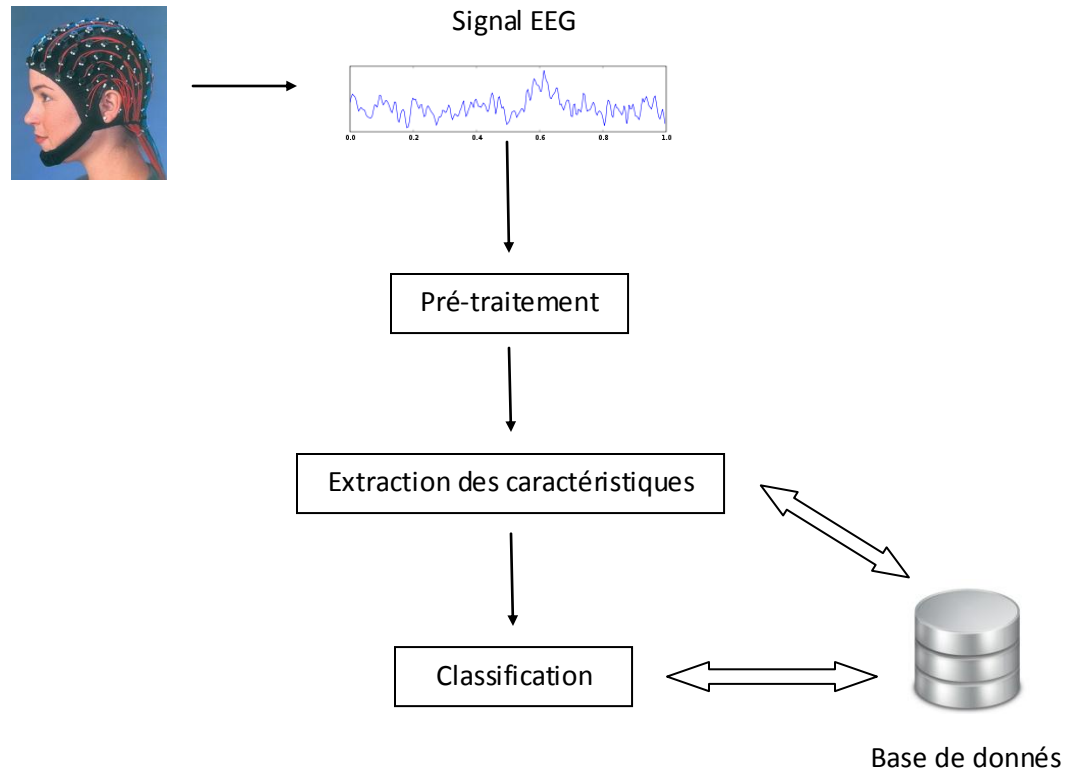
Problématique :

Signal longue durée (+1h) : difficile de faire une détection manuelle, d'où l'idée de mettre en place un outil de détection automatique confirmé par le médecin pour aider le staff médical.

Dans un premier temps on va s'intéresser à l'état de l'art avec une description générale de l'approche typique. Ensuite, nous décrirons la détection et la classification de l'épilepsie avec la visualisation des signaux EEG et une description de caractéristiques. On montrera le travail effectué ainsi que le travail en cours. On finira avec une brève conclusion ainsi que les perspectives.

II) Etat de l'art

Approche typique :



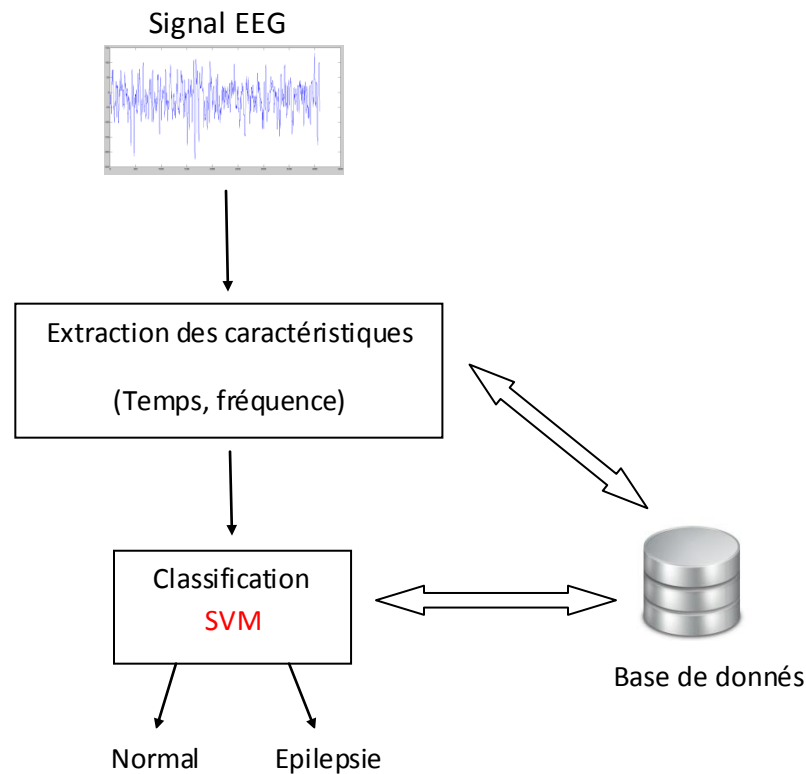
Les étapes de cette approche sont les suivantes :

- Obtenir un signal EEG : cette étape permet d'obtenir un signal EEG avec le placement des électrodes sur le cuir chevelu du patient.
- Pré-traitement du signal EEG : cette étape est utile pour éliminer, réduire les artefacts ainsi que le bruit. Cela permet d'avoir un signal de meilleure qualité (plus grande précision).
- Extraction des caractéristiques : Il s'agit d'extraire des signaux des informations qui faciliteront la classification (amplitude, moyenne, énergie etc.).
- Classification : Cette étape consiste à déterminer quelles sont les caractéristiques qui correspondent à une classe donnée (décision sur la présence ou non de l'épilepsie).

Il y a différentes méthodes pour effectuer cette approche. Par exemple, nous pouvons décrire des caractéristiques dans plusieurs domaines, pour avoir une meilleure performance. Voici les différents domaines dans lesquels nous pouvons nous intéresser :

- Domaine temporel
- Domaine fréquentiel
- Domaine temps-échelle
- Domaine temps-fréquence

III) Détection et classification de l'épilepsie à partir des données EEG



Dans notre approche, nous n'avons pas effectué la partie « acquisition de données » (Signal EEG + Pré traitement) car cela a déjà été effectué.

De plus, les signaux EEG que nous avons récupéré sont distingués en deux catégories :

- signaux EEG pour les patients normaux
- signaux EEG pour les patients présentant une épilepsie

Détails des signaux EEG que nous avons récupéré :

- Fréquence d'échantillonnage : 173.61 Hz
- Largeur de la bande spectrale : 0.5 Hz à 85 Hz
- Filtre passe-bas : 40 Hz
- Durée de chaque ensemble : 23.6 secondes (4096 échantillons)
- Chaque ensemble contient 100 fichiers au format txt

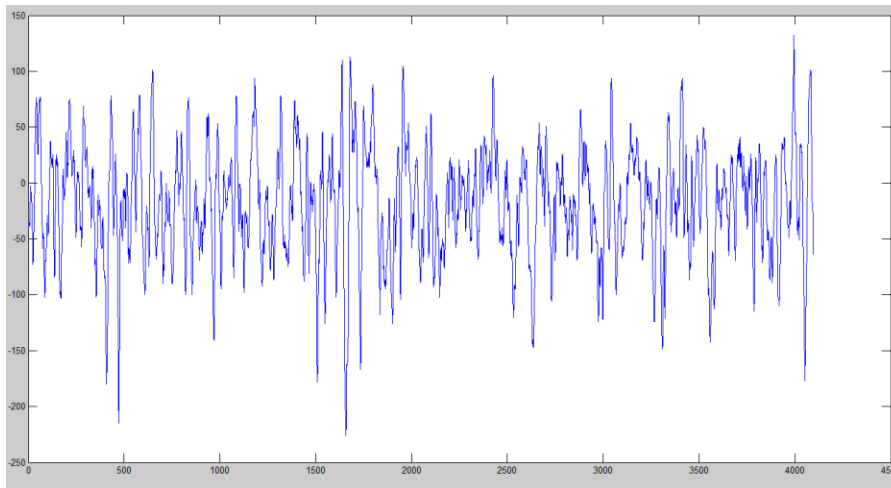
Notre travail :

- documentation sur les signaux EEG, les différentes méthodes utilisées etc...
- Visualisation des signaux EEG sur Matlab
- Choix et description des caractéristiques à utiliser
- Choix du classifieur à utiliser

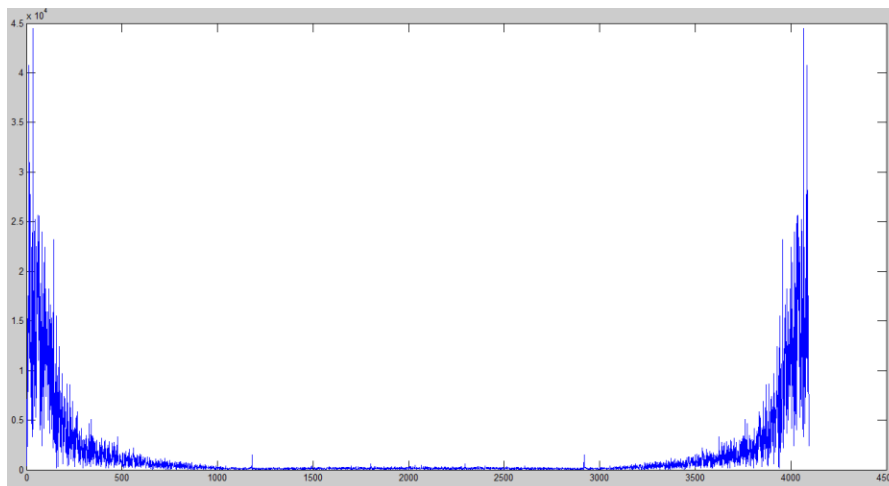
3.1) Visualisation des signaux EEG sur Matlab

Avant d'utiliser le logiciel MATLAB pour la visualisation de signaux, il faut récupérer les signaux EEG et les télécharger.

Nous avons par la suite utilisé le logiciel Matlab qui permet de visualiser les signaux EEG avec une série de commandes à exécuter. Voici un signal EEG dans le domaine temporel :

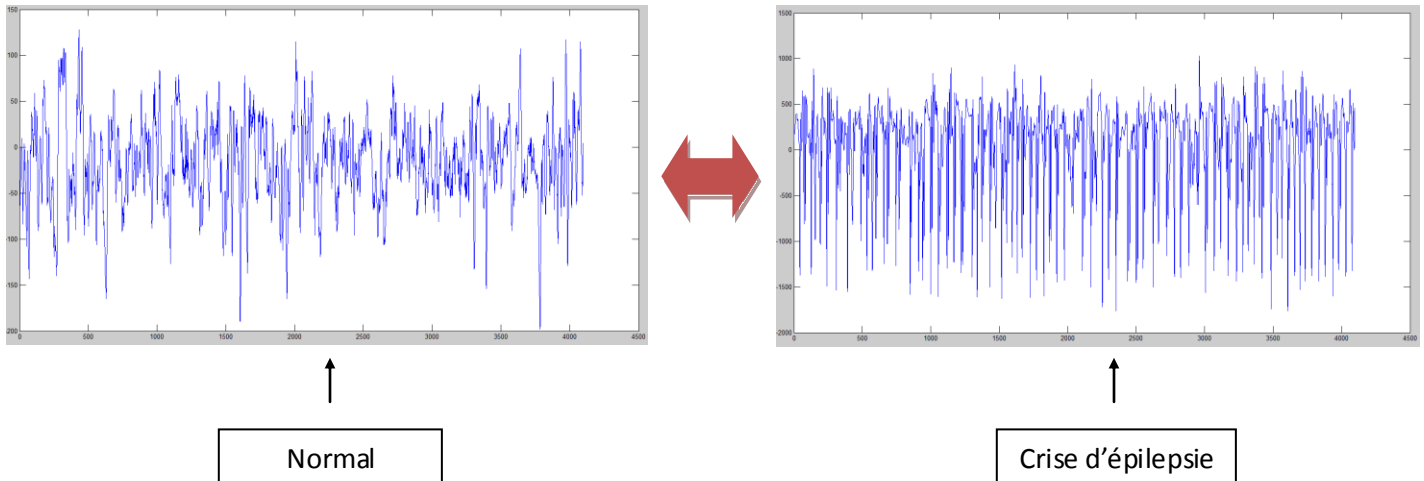


Nous avons également visualisé le signal dans le domaine fréquentiel grâce à la transformée de Fourier :



3.2) Extraction des caractéristiques des signaux EEG

Après avoir fait cela, nous voulons faire un système permettant de différencier le signal EEG du patient malade du signal EEG du patient normal. Nous souhaiterons les distinguer :



Comment faire ?

Il faut utiliser des caractéristiques pertinentes qui permettront de faciliter la classification.

Notre tuteur nous a demandé de chercher des caractéristiques pertinentes dans le domaine temporel et dans le domaine fréquentiel. Elles permettront de différencier le signal EEG du patient malade au signal EEG du patient normal.

Cette étape est très importante car le taux de performance dépendra du choix des caractéristiques. Nous utiliserons également les caractéristiques déjà utilisés auparavant par notre tuteur dans son article scientifique. Voici les caractéristiques que nous avons proposé au tuteur :

Caractéristiques (domaine temporel)	Caractéristiques (domaine fréquentiel)
- Covariance (Covariance)	- Largeur de bande occupée (Occupied bandwidth)
- Ecart-type (Standard deviation)	- puissance de bande (band power)
- Cycle d'impulsions (Duty cycle of pulse)	- Fréquence médiane (Median frequency)
- Largeur d'impulsions (Pulse width)	- Fréquence moyenne (Mean frequency)
- Estimation du niveau d'état (state-level estimation)	- Dynamiques sans parasites (Spurious free dynamic range)
- Vitesse de balayage (Slewrate)	
- Temps de montée (Rise time)	
- Overshoot (Overshoot)	

3.3) Classifieur

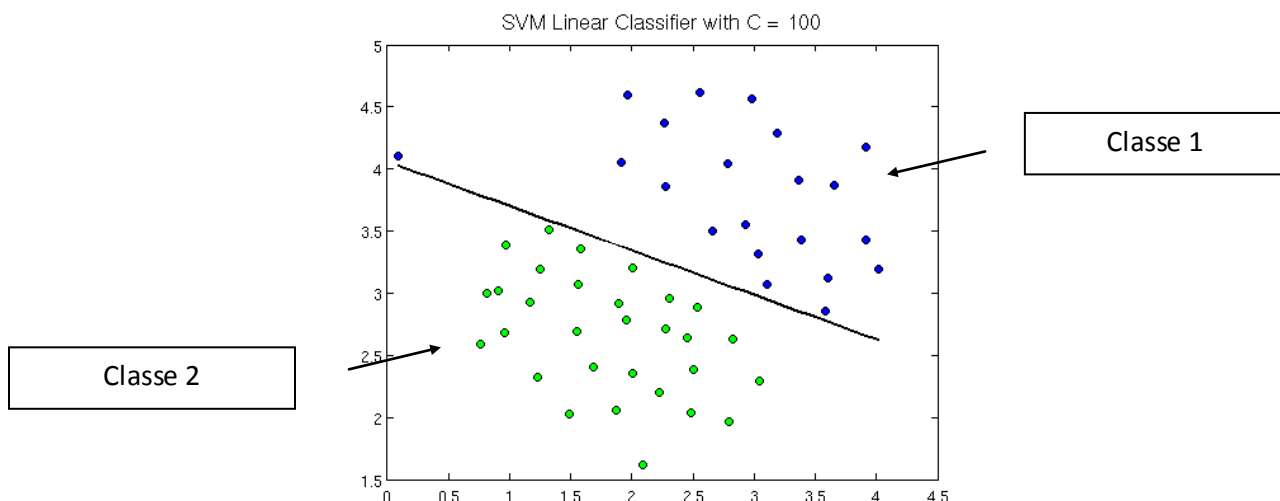
Nous avons utilisé le classifieur SVM, qui signifie « Support Vector Machine ». Ce classifieur est destiné à résoudre des problèmes de classification.

En effet, son but est de déterminer si un élément appartient à une classe ou pas. Nous disposons d'un ensemble de données et nous cherchons à séparer ces données en deux groupes. Le premier est l'ensemble de données appartenant à une classe, et un autre ensemble qui contient les éléments qui n'appartiennent pas à la classe.

Pourquoi avoir choisi le classifieur SVM ?

Nous avons décidé d'utiliser ce classifieur car c'est un classifieur puissant et il est souvent utilisé dans le domaine de la bioinformatique. Notre tuteur nous l'a également conseillé.

Voici un exemple de classifieur linéaire SVM :



IV) Application

4.1) Travail effectué

1) Base de données

Mise en place d'une base de données de signaux EEG, pour l'évaluation de l'application développée :

Structure de la base de données :

- 2 classes (normal et épilepsie)
- 4 signaux EEG par classe
-

2) Visualisation des signaux EEG sur Matlab

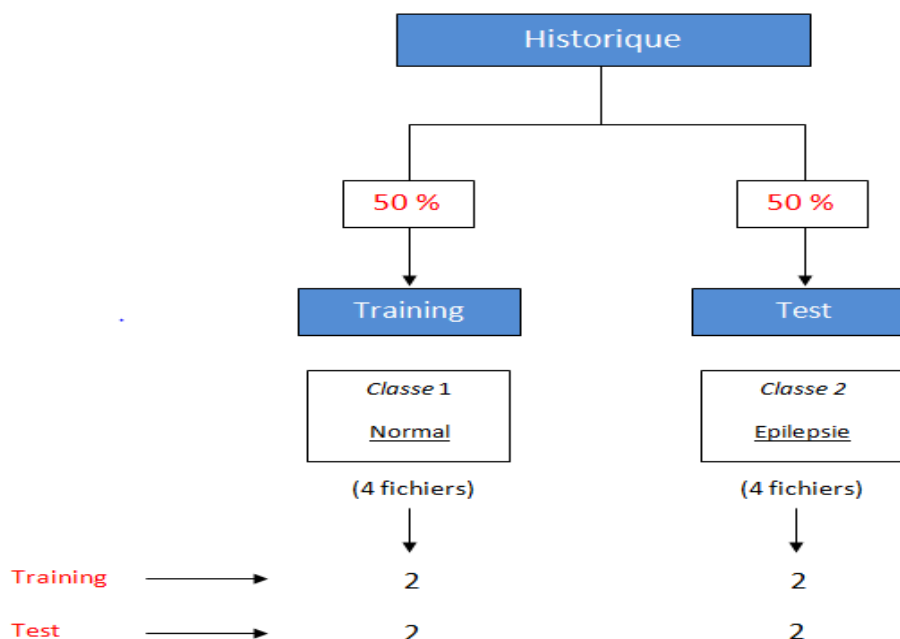
Nous avons visualisé les signaux EEG dans le domaine temporel et fréquentiel, afin de distinguer le signal normal du signal présentant une épilepsie. On observe que le signal présentant une épilepsie varie beaucoup plus rapidement que le signal normal. Grâce à ces informations, nous avons pu choisir les caractéristiques.

3) Extraction des caractéristiques

Nous avons pu extraire des caractéristiques pertinentes que nous vous avons fait montrer ultérieurement. Ces vecteurs de caractéristiques sont maintenant enregistrés dans la base de données pour la classification. Nous pourrions également par la suite extraire d'autres caractéristiques afin d'améliorer la performance et diminuer le taux d'erreur.

4.2) Travail en cours

Classification :



Nous sommes à la dernière étape de l'approche : « la classification ». Nous avons déjà choisi le classifieur que nous allons utiliser (SVM). Nous avons déjà notre base de données pour effectuer la classification.

De plus, il faut séparer les données par la suite, comme nous le montre le schéma ci-dessus :

- Training (Apprentissage)
- Test

Nous avons décidé de faire :

- 50% pour le training
- 50% pour le test

Enfin, nous devons effectuer une exécution de la SVM, qui va séparer les données et maximiser la distance entre les deux classes que nous avons choisies précédemment. Cela me permettra par la suite de calculer le taux de performance et de poursuivre la classification avec plus de fichiers.

Critères d'évaluation :

Pour mesurer les performances du classifieur, il est distingué en 4 types d'éléments classé pour la classe voulue :

- Vrai positif **VP**. Élément de la classe 1 correctement prédit.
- Vrai négatif **VN**. Élément de la classe 0 correctement prédit.
- Faux positif **FP**. Élément de la classe 1 mal prédit.
- Faux négatif **FN**. Élément de la classe 0 mal prédit.

Ces informations peuvent être visualisées dans un tableau de cette manière la :

		Classe prédite	
		Classe 0	Classe 1
Classe réelle	Classe 0	VN	FN
	Classe 1	FP	VP

Précision : proportion d'élément bien classé pour une classe donnée.

$$Precision_{de\ la\ classe\ 1} = \frac{VP}{VP + FP}$$

Rappel : proportion d'éléments bien classés par rapport au nombre d'éléments de la classe à prédire.

$$Rappel_{de\ la\ classe\ 1} = \frac{VP}{VP + FN}$$

Conclusion et perspectives

Nous avons récupéré des bases de signaux qui ont été analysés sur le logiciel Matlab. Pour élaborer le système de la détection automatique de la crise d'épilepsie, il fallait extraire des caractéristiques pertinentes pour la base de données. Nous avons également pris connaissance du classifieur à utiliser pour déterminer le taux d'erreur et la performance. Le résultat est en cours et nous devons obtenir une bonne performance. Par la suite, nous pourrions définir 3 sous classes pour la crise d'épilepsie (crise sévère, crise normale, crise légère).

Nous devrons par la suite effectuer les tâches suivantes :

- **Classification des signaux EMG, en ayant une bonne performance (>90%).**
- **Développement d'une interface graphique permettant de visualiser les différents signaux EEG**
- **Développement d'une interface graphique permettant de détecter automatiquement une épilepsie chez les nouveaux nés et les adultes.**

Calendrier prévisionnel

MOIS	MISSION
Février	<ul style="list-style-type: none"> - Classification des signaux EEG - Avoir un taux de performance supérieur à 90% - Définir 3 sous classes (crise sévère, crise normale, crise légère)
Mars	<ul style="list-style-type: none"> - Création de l'interface graphique (GUI) - Détecter l'épilepsie automatiquement lorsque l'on visualise le signal EEG.

Webographie

http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/13971/A348_89383.pdf?sequence=1

http://www.mirlab.org/conference_papers/International_Conference/ICASSP%202014/papers/p5930-boubchir.pdf

http://epileptologie-bonn.de/cms/front_content.php?idcat=193&lang=3

http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=epilepsie_pm

<http://www.epilepsymatters.com/french/faqdiagnosing.html>