

## Table de matières

Dédicaces .....	1
Remerciements .....	5
Table de matières.....	6
Table de figure.....	10
Liste des tableaux .....	11
Glossaire.....	12
Introduction générale.....	14
Introduction générale.....	15
Chapitre I : Etat de l'art.....	17
Introduction .....	18
1. Interface pour l'aide au diagnostic médical.....	18
2. Interface pour la gestion des cabinets médicaux : .....	22
2.1. Dossier médicale : .....	22
Conclusion.....	25
Chapitre II: Définitions & généralités .....	26
Introduction .....	27
1. Partie 1.....	27
1.2. Définition et généralités .....	27
1.2.1. Durée de la crise épileptique .....	28
1.2.2. Fréquence de la maladie .....	28
1.2.3. Classification des épilepsies : .....	29
1.2.3.1. Les crises généralisées : .....	29
1.2.3.1.1. Les crises toniques : .....	30
1.2.3.1.2. Les crises cloniques : .....	30
1.2.3.1.3. Les crises tonic cloniques : .....	30
1.2.3.1.4. Les crises myocloniques : .....	30
1.2.3.1.5. Les crises atoniques : .....	30
1.2.3.1.6. Les crises absences : .....	30
1.2.3.2. Les crises partielles ou focales : .....	31
1.2.3.2.1. Les crises partielles simples : .....	31
1.2.3.2.2. Les crises partielles complexes : .....	31
1.2.3.2.3. Les crises partielles secondairement généralisées : .....	31

1.2.3.3. Les crises non classifiées :	31
1.2.4. Causes d'épilepsie	32
1.2.4.1. L'épilepsie idiopathique	32
1.2.4.2. Les épilepsies crypto géniques	32
1.2.4.3. Les épilepsies symptomatiques	32
1.2.5. Les Signes et symptômes	33
1.2.6. Traitement de l'épilepsie	34
1.2.6.1. Traitement médicamenteux	34
1.2.6.2. Traitement par stimulation électrique	34
1.2.6.3. Traitement chirurgical	34
1.2.7. Diagnostic d'épilepsie	35
1.2.7.1. Interrogatoire médical et examen clinique	35
2. Partie 2	35
2.1. Définition de EEG	35
2.2. Technique	36
2.3. Déroulement de l'examen	36
2.3.1. EEG dans le cas normal	37
2.3.2. EEG dans l'épilepsie	38
Conclusion	39
Chapitre III : présentation de l'outil de développement	40
Introduction	41
1. Qu'est ce que Matlab ?	41
2. Quelles sont les particularités de MATLAB ?	41
3. Création d'une interface graphique	42
3.1. L objets graphiques	42
3.1.1. Présentation	42
3.1.1.1. Objet Root	42
3.1.1.2. Objets Figure	43
3.1.1.3. Objets Axes	43
3.1.1.4. Objets UI	43
3.1.2. Gestion	43
3.1.2.1. Qu'est-ce qu'un handle ?	44
3.1.2.2. Propriétés	44
3.1.3. Méthodes de développement	44

3.1.3.1. L'outil GUIDE .....	44
3.1.3.1.1. Présentation .....	44
3.1.3.2. Programmation à la main.....	46
3.1.3.2.1. Présentation .....	46
Conclusion.....	46
Chapitre IV:Conception & implémentation .....	48
Introduction .....	49
1. Partie1.....	49
1.1. Présentation de l'application .....	49
1.2. Accès à l'application .....	49
1.3. Menu principal .....	50
1.3.1. Le bouton « medical interrogation ».....	51
1.3.1.1. L'interrogatoire médical.....	51
1.3.2. Le bouton « complementary exam » .....	54
1.3.2.1. EEG analysis : .....	54
1.3.3. Bouton data & classification .....	56
1.3.3.1. load data.....	56
1.3.3.1.1. choose classifier.....	58
1.3.3.1.2. SVMclassify : .....	59
1.3.3.1.3. « RN classify » .....	59
1.3.4. Bouton « diagnostic » .....	60
2.1. La réalisation de la base de données.....	62
2.1.1. L'extraction des caractéristiques .....	62
2.1.2. La collecte des données .....	62
2.2. Classification .....	63
2.2.1. Perceptron Multi Couches (PMC).....	63
2.2.1.1. Phase d'apprentissage et de test.....	63
2.2.1.2. Discussion.....	64
2.2.2. Support Vecteur Machine.....	64
2.2.2.1. Phase d'apprentissage et Test.....	64
2.2.2.2. Discussion des résultats .....	65
2.2.3. Comparaison.....	65
2.3. Diagnostic.....	66
2.3.1. Description de l'organigramme .....	67

Conclusion.....	67
Conclusion générale .....	68
Conclusion générale .....	69
Bibliographie.....	70
Annexe : Quelques définitions .....	74
Résumé.....	76
Abstract .....	76
التلخيص.....	76

## Table de figure

Figure 1 :Représentation schématique de la classification des crises épileptiques.....	29
Figure 2: représentation de la propagation de la décharge épileptique au sein du cortex cérébral lors de la crise généralisée.....	29
Figure 3: Représentation de la propagation de la décharge épileptique au sein du cortex cérébral lors de la crise d'épilepsie partielle simple.....	31
Figure 4: les symptômes selon la zone épileptique .....	33
Figure 5: un casque d'électrode avec les signaux amplifier.....	36
Figure 6 :Quatre catégories d'ondes EEG classées selon leur rythme.....	38
Figure 7:Exemple de pointes, de polypointes et d'ondes à front raide. ....	39
Figure 8: La hiérarchie des objets .....	42
Figure 9:bouton GUIDE.....	44
Figure 10:Fenêtre principale du GUIDE.....	45
Figure 11:Les propriétés.....	45
Figure 12: Interface d'identification.....	50
Figure 13: Interface menu principal .....	51
Figure 14:: l'interrogatoire médical .....	52
Figure 15: boîte de dialogue.....	53
Figure 16:boîte de dialogue.....	53
Figure 17: message d'information.....	53
Figure 18: EEG Analysis.....	54
Figure 19:la liste des signaux chargés.....	55
Figure 20:les limites du trace .....	55
Figure 21:extraction des caractéristiques .....	55
Figure 22: les caractéristiques calculés à sauvegarder .....	56
Figure 23:chargement de la base .....	57
Figure 24:bouton load .....	57
Figure 25:le bouton show .....	58
Figure 26:choose classifier.....	58
Figure 27: svm classify .....	59
Figure 28:RN classify.....	60
Figure 29:la détection d'épilepsie .....	60
Figure 30:: schéma de convergence du PMC.....	63
Figure 31:Comparaison des trois classifieurs.....	65
Figure 32 : organigramme détection de la maladie d'épilepsie.....	67

## Liste des tableaux

Tableau 1 :catégories d'ondes EEG classées selon leur rythme .....	37
Tableau 2:description des attributs.....	63
Tableau 3:résultats de la classification neuronale .....	64
Tableau 4: Résultats de classification par SVM.....	65
Tableau 5:résultats des deux classifieurs pour les phases test .....	65

## **Glossaire**

Bagged MLKnn: Multi Classifieur MLKnn

BCI : Brain Computer-Interface

BC : Base de Connaissance

BDD : Base de données

CGI : Common Gateway Interface

EEG : Electroencéphalographie

ECG : Electrocardiographie

FO : Fond de l'œil

GUI : Graphique User Interface

GUIDE: Graphique User Interface Développement Environnement

HMM : Modèle de Markov Cacher

IA : Intelligence Artificielle

ID : Identifiant

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

PMC : Perceptron Multi Couche

RBF : Radial Basis Function

RNs : Réseaux de neurones

SE : Sensibilité

SLI : Stimulation Lumineuse Intermittente

SMA : Système Multi Agent

SP : Spécificité

SVM : Support Vecteur Machine

TC : Taux de Classification

UI : User Interface

US : Ultrason

# Introduction générale

## Introduction générale

Actuellement le domaine médical exige de nouvelles techniques et technologies, afin d'évaluer l'information d'une manière objective. Cela est du aux développements récents dans l'électronique qui a poussé l'informatique à un stade de plus en plus avancé. Ceci a permis d'avoir des machines de plus en plus performantes permettant d'exécuter des algorithmes complexes, de créer des interfaces pour l'interprétation des informations et de tester de nouvelles approches de l'intelligence artificielle (IA). [1]

l'informatique est devenue un outil incontournable dans la pratique médicale moderne en générale et comme support d'aide au diagnostic en particulier.

Auparavant Un diagnostic médical : était le résultat du raisonnement d'un médecin avec une décision très souvent prise à partir de plusieurs informations. [2]

Par contre un système d'aide au diagnostic rend la décision plus exacte, optimale et interprétable, il nous donne l'accès à appliquer l'un des algorithmes de l'IA dont le but est de :

- Réduire au minimum les erreurs qui peuvent survenir pendant le diagnostic d'une maladie et classer les patients suivant deux catégories << malade et non malade >>
- Développer de véritables applications ou bien des interfaces pour répondre à des problématiques médicales afin d'accélérer l'accès à l'information , présenter le résultat du raisonnement de manière simple et bien planifié et pour réduire le temps du diagnostic.

Dans ce contexte, notre travail porte sur la réalisation d'une application médicale dans le domaine de neurologie intitulée « épilepsie ». cette application permet à l'utilisateur de désigner l'absence ou la présence d'une épilepsie automatiquement afin de planifier, représenter, faciliter l'accès au résultats du diagnostic dans un temps raisonnable avec un taux d'erreur minimum par l'un des langages de programmation en utilisant le classifieur le plus pertinent , Alors nous pouvons poser deux questions importantes :

- Quel langage allons-nous choisir pour créer notre interface médicale ?
- Par quel classifieur pouvons-nous avoir l'erreur minimale dans un temps optimal ?

L'objectif principal de cette étude repose sur l'analyse d'un signal « EEG » et la réalisation d'un interrogatoire médical informatisé dans le but d'extraire les caractéristiques les plus pertinentes et construire une base de données, qui va être utilisée pour distinguer les cas épileptique des cas non- épileptiques.

Ce travail de fin d'étude est organisé en quatre chapitres selon la structure mentionné ci-dessous :

- Chapitre 1 : nous introduisons par un état de l'art qui contient les différents travaux développés depuis 1999 de la part des chercheurs concernant la conception des interfaces graphiques médicales selon les besoins.
- Chapitre 2 : est consacré pour la présentation de la maladie d'épilepsie, les causes, les symptômes et diagnostic, aussi une vue concernant quelques notions d'électroencéphalographie et ces caractéristiques, ainsi que la différence entre un EEG dans le cas épileptique et dans cas non-épileptique.
- Chapitre 3 : une description est faite respectivement sur la conception et l'implémentation des interfaces selon le langage utilisée avec une brève comparaison entre les méthodes d'implémentation.
- Dans le chapitre 4 une présentation détaillée de l'interface et comment elle fonctionne ? Cette présentation est suivie par une discussion des résultats obtenus par la classification de notre BDD. En fin une comparaison entre les résultats des deux classifieurs utilisés. Afin de déduire le modèle le plus performant.
- En dernier lieu, une conclusion générale et des perspectives de ce travail de Master seront présentées.

# **Chapitre I :**

# **Etat de l'art**

## Introduction

La complexité et la difficulté de représentation des informations médicales, ont mené plusieurs chercheurs à innover et créer des interfaces médicales en utilisant différents langages de programmation. Chacun dans son domaine soit pour développer des applications de classification des bases de données médicales ou bien pour l'aide au diagnostic, ainsi d'autres experts ont focalisé leur recherches sur la création d' interfaces pour stocker et organiser les données des patients et informatiser le dossier médical [3].

Donc, nous pouvons dire que la problématique de la réalisation d'une interface médicale est déjà adoptée par des chercheurs soit pour minimiser les lacunes du diagnostic ou bien pour optimiser la gestion des cabinets médicaux, alors nous présentons dans cette section une brève vue sur la littérature préexistante dès les années 90.

### 1. Interface pour l'aide au diagnostic médical

La médecine est une discipline scientifique mais aussi une discipline d'action qui requiert souvent une prise de décision. Ce processus résulte de la confrontation d'un problème réel à l'expérience acquise et à un corpus de connaissances théoriques. Plusieurs catégories de systèmes informatiques peuvent participer à des phases diverses de ce processus : systèmes de banques de données, systèmes d'aide à la décision, enfin systèmes d'aide à l'enseignement [3].

Les systèmes cités au dessus nécessitent la création d'interfaces graphiques par des langages de programmation pour faciliter et accélérer leur utilisation, ainsi elles nous permettent d'assurer la bonne gestion et la meilleure présentation de l'application développée.

Alors, à partir d'une recherche effectuée sur les précédents travaux nous trouvons que la plupart des interfaces graphiques de la gestion des systèmes d'aide du diagnostic sont développées sous l'un des Langages de programmation soit :

- pour présenter les résultats de la classification des bases de données médicales, biologiques ou des signaux.
- ou bien pour traiter des images médicales issues de l'une des techniques de l'imagerie médicale.

La plupart des interfaces médicales pour l'aide au diagnostic présente les résultats de la classification des bases de données par l'une des langages de programmation aussi elles peuvent utiliser pour traiter les images médicales. Qui seront utilisés pour la gestion, la présentation, la planification des systèmes d'aide au diagnostic.

Alors voici les littératures concernant la création des applications pour l'aide au diagnostic médical depuis 2005 :

**[Albaisser, 2005]** les auteurs s'intéressent à des interfaces spécifiques pour le suivi du diabète. L'idée est de proposer aux patients une interface qui leur permet de suivre les dosages, le régime à suivre, les exercices physiques à réaliser afin de contrôler et de pouvoir gérer son diabète en dehors des consultations médicales. L'interface est liée à une base de registres médicaux contenant les données utiles [4].

**[entre 2007-2008] LECUYER Anatole de l'Equipe du BUNRAKU** à proposé une thèse sous le titre suivant « Conception et évaluation d'interfaces cerveau-ordinateur pour l'interaction 3D avec les mondes virtuels » ce travail présente une description détaillée sur les techniques d'interaction qui vont faire le lien logiciel entre l'interface cerveau-ordinateur qui utilise directement l'activité cérébrale de l'utilisateur (mesurée par exemple par des EEG) et l'applicatif de réalité virtuelle (et les tâches effectuées dans le monde virtuel). Il s'agira d'optimiser l'utilisation de la BCI « Brain-Computer Interfaces », pour l'une (ou plusieurs) des tâches suivantes : naviguer dans le monde virtuel, saisir un objet virtuel, manipuler un objet, contrôler l'application 3D (quitter, menu, bouton 3D, etc) [5].

**[2010]M<sup>elle</sup> BAAKEK Touria:** Dans sa thèse de Magister a présenté deux interfaces graphiques développées sous Matlab 7 pour la segmentation des images médicales issues de l'une des techniques de l'imagerie :

-interface pour les images de deux dimensions elle permet :

- De tester les différentes méthodes de segmentation des images soit à deux classes ou bien à (n) classes par l'approche région.
- La détection de contour des images médicales de deux dimensions (2D) en utilisant les algorithmes de « Sobel, Prewitt, Robert, Laplace, Canny et Zeros cross ».

-interface pour les images trois dimensions sur cette interface elle applique quelques algorithmes pour effectuer les opérations citées en dessous afin d'obtenir des informations plus proches de la réalité :

- Le premier algorithme développé est un algorithme de classification automatique où le passage 2D-3D se fait par la construction de l'histogramme 3D
- Le deuxième algorithme 3D est un algorithme de détection de contour
- Le dernier algorithme proposé utilise l'approche morphologie mathématique
- La visualisation des images obtenues est faite selon deux méthodes : en perspectives et en film [6].

**[Nadjoua SAIDANE,2010]** a proposé Un système d'aide au diagnostic médical dans un environnement temps-réel et critique.

ce travail porte deux contributions essentielles : la conception d'un modèle biomécanique réaliste du cœur conforme avec les lois régissant le tissu myocardique et capable de reproduire le comportement myocardique réel en temps réel, et l'intégration de ce modèle dans une plateforme parallèle avec l'algorithme de block-matching, pour calculer un champ des déplacements dense et lisse recalant en temps réel Chaque point anatomique dans l'image IRM 3D préopératoire sur son homologue dans l'image US 3D préopératoire [7].

**[OUISSI Fatima Zohra 2011]** dans cette étude l'auteur a présenté une brève définition d'une interface humaine écrite en langage java intégrée sous le logiciel FisPro qui nous donne l'accès pour établir une classification des arythmies cardiaques par les arbres de décision flous [8].

**[Hamza cherif 2011]** dans ce modeste travail l'auteur se concentre sur le développement d'une interface sous java pour afficher les résultats de la classification de la BDD fœtale par SVM et RNs sous le langage Matlab.

L'auteur intègre une bibliothèque qui s'appelle 'jmatlink', c'est une bibliothèque faramineuse qui permet de basculer entre Matlab et java [9].

**[FZ AMARA - 2011]** Sur ce papier l'auteur présente les résultats du traitement des données réelles provenant de la base de données MIT-BIH du laboratoire de l'hôpital de Beth par le langage Matlab sur une interface graphique développée sous java « NetBeans », qui porte quatre items horizontaux représentant les différents traitements applicables, commençant par le chargement et la codification de la base de données ensuite l'apprentissage et la classification par le modèle de markov caché HMM selon 4 modèles :

- Le premier HMM qui est le modèle de reconnaissance de battements normaux
- Le second un modèle conçu pour la reconnaissance de battements d'extrasystoles ventriculaires
- Le troisième est créé pour la reconnaissance de battements d'extrasystoles auriculaires
- Le quatrième est fait pour la reconnaissance de battements d'extrasystoles fonctionnelles [10].

**[Belgacem Amar 2012]** dans ce thème de magister l'auteur implémente un logiciel appelé ECGMASNNC acronyme anglais pour dire « ECG multi-agent system neuronal network classifier ». C'est un logiciel d'analyse et de classification d'arythmies cardiaques 'PVC' basé sur les SMAs neuronal à apprentissage supervisé. Ce système est chargé de déterminer le type du battement en fonction de ses caractéristiques. Il est simple à utiliser et sa manipulation est accessible à travers une interface graphique créée à partir de quatre zones :

- Zone d'affichage des résultats de classification
- Zone de visualisation des résultats de classification
- Zone d'affichage des résultats d'exécution
- Les boutons de chargement, génération des données, entraînement, évaluation et configuration.

Leur système a été validé sur des enregistrements extraits de la base de données MIT-BIH, les résultats obtenus sont encourageants [1].

**[2012]Melle Kerim Selma et Mlle Benmansour Yasmine** ont proposé de développer un service mobile de télé-imagerie médicale permettant de consulter et télécharger des photos capturées d'une caméra à n'importe quel moment, à n'importe quel endroit par une caméra d'un serveur située à distance à fin d'assurer la surveillance de l'état du patient à distant.

Pour la réalisation de la plateforme les auteurs ont utilisés les outils de java ont été implémentés sous l'environnement NetBeans IDE et un outil de simulation Sun Java™ Wireless toolkit (J2ME) a été exploité pour examiner toutes les communications sans fil possibles [11].

**[le 02 Juillet 2013] Melle Asma HAMMYANI et Melle Soumia ALLIOUA** ont travaillé sur l'amélioration des forêts aléatoires pour la réalisation d'une application du diagnostic médical sous Matlab pour l'affichage des résultats de la classification des BDD suivantes {Pima et Breast cancer} [12].

**[Février 2015] P. Keerthi Priya et Dr.G.Umamaheswara Reddy** : ont établi une interface MATLAB pour la classification des arythmies cardiaques issues de la combinaison d'une partie du signal ECG de MIT-BIH avec la base de données arrhythmia de l'université de Creighton [13].

En 2015 plusieurs travaux ont été présentés, Nous allons citer quelques uns :

**[Janvier 2015] Projet de Maitrise Génie Informatique**<< Data Mining avec Weka>>ce projet consiste à utiliser le logiciel weka sous le langage java pour la création des interfaces graphiques. Il présente six onglets correspondant soit à des étapes du processus d'apprentissage, soit à des classes d'algorithmes de classification (supervisée ou non) pour la classification des grandes BDD médicales <<medical bigData>>par exemple Leukemia [14].

**[2015] Benhabib et Bradai** dans ce projet de fin d'étude les auteurs ont proposé un système d'acquisition des signaux EEG sur un micro ordinateur par une carte électronique intégrée sur une plateforme de prototypage d'objet interactif à usage créatif Arduino. Ensuite ils ont développé une interface graphique sous le langage Matlab afin d'effectuer un traitement numérique sur les signaux issues de la carte en cliquant sur l'un de boutons suivants :

- Démarrer l'acquisition : nous permet d'avoir l'acquisition en temps réel par port série
- Filtrer : afin d'extraire uniquement les quatre rythmes du signal
- Spectre : pour visualiser le contenu fréquentiel du signal enregistré [15]

**[2015] Bensadia et Belabid** leur travail consiste à innover une interface graphique sous l'environnement Matlab pour présenter les résultats de :

La compression d'une base de données des signaux EEG acquis à l'hôpital de Tlemcen comporte 4000 échantillons afin d'éliminer les coefficients de faibles valeurs absolues par le principe de seuillage et de reconstruire un signal avec les seuls coefficients significatifs, ceux qui contiennent une grande quantité d'énergie du signal [16].

**[Douibi khalida 2015]** : ce Projet de fin d'études de Master d'IBM consiste la réalisation d'une application sous Matlab pour tester deux algorithmes appelé : Bagged MLknn et Rakel Random Forest. Afin d'effectuer une classification multi label sur les trois bases de données suivantes : Yeast, Scene, et Genbase.

- Bagged MLknn est une méthode d'ensemble d'adaptation.
- Rakel RF est une méthode d'ensemble de transformation qui utilise un type de transformation du problème multi-labels en un problème multi-classes [17].

**[HAMZA CHERIF Fayçal et MENOVAR Souheyla 2015]** : leurs travaux consistent à innover une application « Easy Analyse ECG » développée en visual Basic pour assurer le :

- Transfert du signal ECG d'un poste Local à un poste distant pour la Télésurveillance médicale

L'application « Easy Analyse ECG » comporte deux principaux cotés (client/serveur) qui permettent d'établir une connexion entre eux dans le but de transférer les données médicale. Cet échange ouvre le champ de la pratique médicale à distance (télésurveillance, téléconsultation, télédiagnostic, télé-expertise, téléassistance...), et permet le contrôle ainsi que l'analyse de ces données afin de préciser les diagnostics et de faciliter l'accès aux soins à tous [18].

**[A Amelot, L Crevier-Buchman, C Pillot-Loiseau, M Adda-Decker 2015]** : les auteurs ont développé une interface graphique conviviale incluant plusieurs outils pour l'affichage, le tracé de courbes, l'exportation des données ou encore le filtrage des images US sous Matlab pour le suivi du contour de la langue durant la production vocale issue de l'imagerie ultrasons. Ils ont proposé un algorithme de modèle de contour actif qui dépend de 3 énergies de base et une fonction d'énergie spécialement développée par les auteurs pour le suivi du contour de la langue sur des images ultrasons [19].

## **2. Interface pour la gestion des cabinets médicaux :**

La gestion d'un cabinet médical est un emploi complexe. Dès les premières années de construction des cabinets médicaux, les médecins s'orientaient à un objectif bien déterminé, celui ci se résumait à comment travailler avec les patients à l'aide de moyens faciles et rapides. Mais malgré tous les efforts des médecins il reste des difficultés, parmi les quelles :

L'archivage des dossiers des patients sur des feuilles peut engendrer leur perte et perdre beaucoup de temps pour trouver un dossier ;

La modification d'un élément dans un dossier peut obliger le médecin à refaire un nouveau dossier [20].

A cause de ces difficultés, les médecins préfèrent s'approprier des bénéfices liés à l'informatisation de la gestion de leurs cabinets médicaux dans le but de simplifier, sécuriser et minimiser leur travail.

L'informatisation de la gestion de cabinet médicale dépend de l'informatisation du dossier médicale et patient en premier point :

### **2.1. Dossier médicale :**

Le dossier médical informatisé est une des composantes d'un système d'information en réseaux.

Il est précisé dans la loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades que le dossier médical concerne l'élaboration des suivis de diagnostic, les traitements, mais aussi plus généralement tous les échanges écrits entre les professionnels de santé. Le dossier médical informatisé est donc constitué d'informations administratives et médicales nominatives qui forment une base de données dans le sens où il s'agit d'un recueil d'œuvres, de données, ou d'autres éléments

indépendants, disposés de manière systématique ou méthodique et individuellement accessibles par des moyens électroniques ou par tout autre moyen [21].

Alors, voici quelque application développés pour la gestion des données médicales :

**[Courtin, 1999]** L' auteurs s'intéressent à une interface coopérative dans le domaine de l'éducation. Ils proposent au travers de leur université médicale virtuelle de développer des outils graphiques spécifiques parfaitement adaptés à chaque domaine d'application. Ils ont particulièrement abordé le problème de l'accès aux données multimédia. Là encore, l'effort est essentiellement mis sur l'accès à de grandes bases de données [22].

**[Starren, 2000]** Une approche un peu différente est analysée, Dans cet article, les auteurs suggèrent de créer une véritable taxonomie de présentation des données médicales pour l'utilisateur final.

D'autres approches prennent le contrepied de l'accès aux données en se positionnant sur l'utilisateur final et sur sa perception de l'environnement informatique qu'il doit manipuler [23].

Le projet Druid **[Laforest, 2002]** cherche à associer la souplesse d'une interface documentaire et la rigueur d'une base de données en tentant de combler un principe antagoniste fort. L'idée est donc, à partir des documents de l'utilisateur, de remplir une base de données relationnelle pour le traitement et la réutilisation de l'information. Ce travail s'intéresse plus au transfert de l'information qu'à sa représentation dans une interface. Cependant, il cherche, à améliorer la tâche du médecin en lui permettant de travailler selon ses désirs sans se préoccuper de rendre les données qu'il manipule structurées et facilement utilisables dans une machine [24].

**[Laurent et Tournier 2003]** : les deux auteurs ont proposé une interface java pour l'algorithme de détection et de caractérisation de contours des images humaines captées par une webcam dans le but de gérer un système de reconnaissance de visage au sein d'un espace hospitalier.

Afin d'obtenir une image contenant les points de contours ; selon la case cochée dans l'interface, la couleur de chacun de ces points pouvait représenter la régularité locale de ce point, le module de son coefficient d'ondelettes à l'échelle la plus fine (qui caractérise l'amplitude de la singularité) [25].

**[Catarci, 2003]**, L'auteur cherche à explorer des grandes bases de données. Ils ont créé une interface permettant de rechercher des informations dans des centres de soins. L'interface est basée sur une exploration visuelle des données.

L'interface proposée a pour but essentiel d'améliorer la qualité et l'efficacité des services médicaux dans les centres d'hémodialyse. Les apports techniques de l'interface se situent surtout au niveau du partage de très grandes quantités de données médicales pour le suivi quotidien de la pathologie [26].

**[Laurent GHYSELINCK 2006]** à publié son fameux papier de la réalisation d'une application informatique de suivi clinique en clientèle canine. Elle est connue sous le nom systole en rapport avec la phase de travail du muscle cardiaque, puisque SYSTOLE a pour but d'améliorer la qualité du travail au sein de la clinique.

Cette application est développée sous le langage visuel Basic pour Le suivi étroit du dossier des animaux et la manipulation d'une base de données animales créé, grâce à Access Microsoft permettant la réalisation d'études rétrospectives afin d'exécuter des requêtes écrites par SQL [27].

**[2009 Moulaye Ismael HAIDARA]** : Ce travail renferme la réalisation d'une application de gestion d'un cabinet médicale avec le Système de Gestion Bases de Données de Microsoft SQL serveur 2005, Visual Studio .NET comme environnement de développement et langage de programmation C#.L'application réalisée donne l'accès à :

- Gestion et Suivi du Dossier Médical
- Gestion des Rendez-vous
- Gestion du Fiche Patients
- Gestion de la Comptabilité [28]

**[En 2012]** les chercheurs algériens ont établi un logiciel pour gérer les dossiers médicaux sous le langage java, qui comporte une interface simple pensée pour des médecins débutants dans l'apprentissage de l'outil informatique et des logiciels de gestion médical. Ce système dépend de deux points importants :

- Gestion des patients : L'essentiel des informations sur vos patients
- Gestion des consultations : Un suivi au continue de vos malades [29]

**[Benabadji Abdelkarim, 2014]** réalisation d'une application de gestion dans un centre d'imagerie médicale ce papier propose une application de gestion du patient utilisant le récent système de gestion de bases de données MariaDB, le but est alors d'étudier le cas de gestion dans un centre d'imagerie médicale dans un premier temps et proposer une amélioration afin d'accélérer et de faciliter le travail des employés.

Cette amélioration consistait en l'élaboration d'un logiciel de gestion des patients, orienté objet et écrit en langage C++ [30].

**[Konan Marcellin BROU N'Guessan Clément BOGUI Ibrahim LOKPO 2014]** : le but des chercheurs consistait à réaliser un système expert pour la médecine traditionnelle vétérinaire .Ce travail a nécessité d'abord la création de GExpert<sup>+</sup> qui est un générateur de systèmes experts basé sur l'utilisation d'icônes pour représenter les faits. GExpert<sup>+</sup> a permis de réaliser le système expert VetoMed plus facile à utiliser par les praticiens.

L'utilisation de VetoMed s'effectue en trois étapes :

- la première étape consiste à créer la BC. L'utilisateur crée d'abord la base des faits {comporte 134 faits} qui sera utilisée ensuite pour créer la base des règles {66 règles}
- La seconde étape consiste à vérifier une hypothèse par le moteur d'inférences qui est un programme CGI (Common Gateway Interface) écrit en langage C. après avoir indiqué les symptômes qui serviront à alimenter la mémoire de travail.
- La troisième étape consiste à demander une trace du raisonnement du moteur d'inférence [31].

[ **Djellil Djamel-Eddine,2015**] a présenté Gestion de Cabinet Médical son but est la conception et la réalisation d'une application conceptuelle et simple pour améliorer la gestion de cabinet médical, il a utilisé visuel basic studio, et langage C# [32].

[**andre flory, christine verdier et salma sassi**] : les auteurs proposent dans cet article une interface graphique qui peut être implémentée dans n'importe quel environnement médical, sur tout type de logiciel médical, afin d'apporter une visualisation chronologique du dossier médical contenant tous les actes médicaux réalisés par le médecin dans son contexte propre de données mais aussi par les autres professionnels de santé. Cette approche place le patient au centre du dispositif et remplace une vision verticale du dossier médical (un médecin face à un patient pour la partie du problème de santé le concernant) par une approche collaborative longitudinale (plusieurs médecins face à un patient pour l'ensemble du problème de santé). Cette interface graphique permet d'avoir une vision globale, interactive et partenariale du soin au patient. Elle est basée sur le concept de Ligne de vie qui représente un axe du temps médical greffé des documents médicaux nécessaires au soin du patient.

La navigation entre les différentes parties constitutives de la ligne de vie est assurée par les pointeurs XML [33].

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté quelques travaux sur la création des interfaces médicales qui est devenue un sujet d'actualité, et qui attire l'attention de beaucoup de chercheurs.

Nous avons également mis l'accent sur l'importance de deux notions qui sont : Le langage utilisé pour développer les interfaces et le choix du classifieur permanent pour effectuer une meilleur classification. L'aspect théorique de nos approches sera présenté dans le chapitre suivant

# **Chapitre II :**

## **Définitions & généralités**

## Introduction

Le traitement de l'information dans le cerveau humain repose essentiellement sur l'activité des cellules neuronales situées à la surface du cerveau. Sur une épaisseur d'environ 5 mm, ces cellules constituent l'enveloppe extrême du cerveau appelée matière grise ou cortex. Leur coordination est basée sur des échanges ioniques et des transferts de charges électriques. L'activité synchrone d'un grand nombre de neurones adjacents capable de traverser les différents tissus entourant le cerveau (par exemple le liquide céphalo-rachidien, l'os et la peau) peut produire un potentiel électrique à la surface du cuir chevelu. C'est donc l'activité d'une ou plusieurs régions (parcelles de l'ordre du  $\text{cm}^2$  sur la surface corticale), chacune constituée de nombreux neurones actifs en synchronie (de l'ordre d'une dizaine de milliers), qui produit les potentiels électriques enregistrés à la surface du crâne. Réalisés simultanément à des positions précises, ces enregistrements constituent un électroencéphalogramme (EEG) [34]. L'EEG d'un individu atteint d'épilepsie manifeste le dysfonctionnement d'une ou plusieurs régions de son cerveau. Ces enregistrements font partie des outils de diagnostic habituels dans le milieu médical.

### 1. Partie 1

Dans cette partie nous allons présenter la maladie d'épilepsie de façon globale, avec quelques notions de base.

#### 1.2. Définition et généralités

« Épilepsie (n.f.) (bas latin epilepsia, du grec epilēpsia, attaque) : affection caractérisée par la répétition chronique de décharges (activations brutales) des cellules nerveuses du cortex cérébral. » [Larousse 2012].

« En d'autres termes, l'épilepsie est une maladie neurologique non contagieuse qui rend le cerveau capable de générer des crises spontanément et de manière récurrente. » [35]

« Elle est caractérisée par des symptômes allant de simples absences aux crises convulsives récurrentes dues à un désordre neurologique. »

L'épilepsie est l'expression d'un fonctionnement anormal, aigu et transitoire de l'activité électrique du cerveau qui se traduit par des crises épileptiques appelées aussi crises comitiales. L'apparition d'une seule crise n'implique pas nécessairement d'épilepsie. C'est la survenue spontanée et récurrente de plusieurs crises pendant un certain temps de la vie d'un individu qui définit l'épilepsie. [36]

La fréquence d'occurrence des crises est extrêmement variable, elles peuvent arriver moins d'une fois par an, ou bien plusieurs fois par jour. Cette variabilité s'exprime parfois chez un patient donné, dont les crises sont alternativement très rares ou très fréquentes, sans

qu'il y ait d'explication connue. Compte tenu des multiples formes d'expression des crises et de leurs évolutions. [35]

Dans le sens commun, une crise d'épilepsie se manifeste par de brefs épisodes de tremblements involontaires touchant une partie du corps (crises partielles) ou l'ensemble du corps (crises généralisées) [35].

Pendant une crise d'épilepsie, l'ensemble ou une partie du cerveau se met à fonctionner anormalement, présentant une activité de décharges électriques excessives dans un groupe de cellules cérébrales ou hyper synchrone. Suivant les fonctions cérébrales touchées par l'activité anormale. Durant la crise, l'activité anormale peut aussi se propager à d'autres régions du cerveau qui n'étaient pas touchées initialement [34].

### **1.2.1. Durée de la crise épileptique**

Les crises durent en général de quelques secondes à quelques minutes et s'arrêtent d'elles-mêmes, sans intervention extérieure. Cependant, et bien que cela reste rare, certaines crises peuvent se prolonger pendant plusieurs dizaines de minutes ou plusieurs heures, on parle alors d'état de mal épileptique [35].

### **1.2.2. Fréquence de la maladie**

Environ 50 millions de personnes vivent actuellement avec l'épilepsie dans le monde. On estime que, dans la population générale, la proportion de personnes souffrant d'épilepsie évolutive (c'est-à-dire présentant des crises chroniques ou nécessitant un traitement) à un moment donné se situe entre 4 et 10 pour 1000 personnes. Toutefois, certaines études dans les pays à revenu faible ou intermédiaire suggèrent que ce chiffre est bien plus élevé et se situerait entre 7 et 14 pour 1000 personnes.

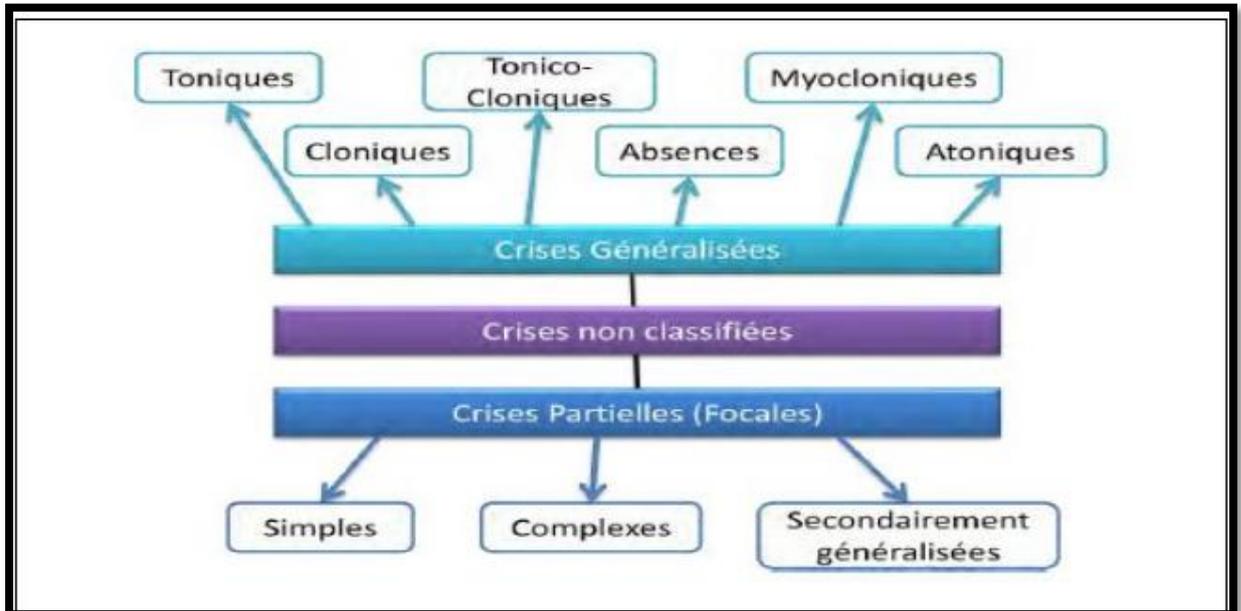
À l'échelle mondiale, on estime que l'épilepsie est diagnostiquée chez 2,4 millions de personnes chaque année. Dans les pays à revenu élevé, le nombre annuel de nouveaux cas dans la population générale se situe entre 30 et 50 pour 100 000 personnes. Dans les pays à revenu faible ou intermédiaire, ces chiffres peuvent être jusqu'à deux fois plus élevés. [37]

A l'échelle nationale, l'Algérie compte 350.000 cas épileptiques donc sa prévalence est de 1 % tandis que se situe entre 0.5 et 0.8 % dans les pays développés, parmi lesquelles 60 % des cas ont été atteints avant l'âge de 20 ans. [38]

Ce phénomène est vraisemblablement dû au risque accru de maladies endémiques, telles que le paludisme ou la neurocysticercose, à l'incidence accrue des blessures liées aux accidents de la route et aux lésions liées aux grossesses, et aux variations des infrastructures médicales, à la disponibilité des programmes sanitaires de prévention et à l'accès aux soins. Près de 80% des personnes atteintes d'épilepsie vivent dans des pays à revenu faible ou intermédiaire et dans les zones rurales par rapport aux zones urbaines. [37]

### 1.2.3. Classification des épilepsies :

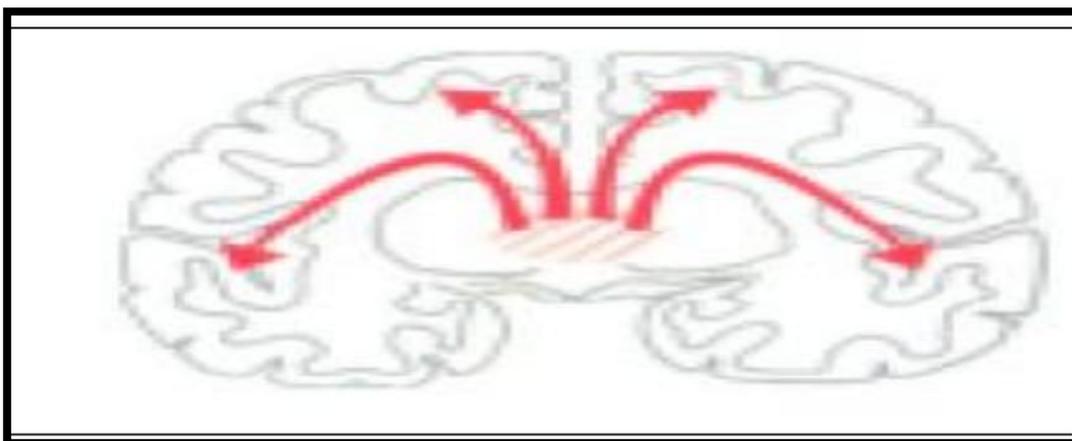
La notion d'une décharge neuronale localisée ou généralisée au cours de la crise [39], permettant d'opposer les épilepsies partielles aux épilepsies généralisées (voir figure 1)



**Figure 1 : Représentation schématique de la classification des crises épileptiques.**

#### 1.2.3.1. Les crises généralisées :

Dans le cas de crises généralisées la décharges épileptique anormale est bilatérale et se propage dans l'ensemble du cortex [40].



**Figure 2: représentation de la propagation de la décharge épileptique au sein du cortex cérébral lors de la crise généralisée.**

### 1.2.3.1.1. Les crises toniques :

Les crises toniques se manifestent en premier lieu par une perte de conscience qui peut provoquer une chute, mais également par une rigidité musculaire généralisée et soutenue qui contracte tous les muscles du corps et du tronc et souvent accompagnée de troubles végétatifs. [40]

### 1.2.3.1.2. Les crises cloniques :

Les crises cloniques se manifestent pour leur part, à travers des secousses musculaires rythmiques bilatérales et généralisées des membres du corps. [40]

### 1.2.3.1.3. Les crises tonic cloniques :

les crises tonic cloniques ou autrement appelées « grand mal » débutant par une perte de connaissance brutale et se découpent en 3 phases avec une phase tonique qui dure entre 10 à 20 secondes puis une phase clonique d'environ 30 secondes suivi d'une phase résolutive ou post critique souvent d'une perte d'urine, d'une morsure de la langue et d'une accumulation de salive.[40]

### 1.2.3.1.4. Les crises myocloniques :

Les crises myocloniques se produisent sans altération de la conscience et se manifestent par des secousses musculaires violentes, très brèves, bilatérales et synchrones des membres supérieurs ou inférieurs .[40]

### 1.2.3.1.5. Les crises atoniques :

Les crises atoniques se manifestent par une perte soudaine du tonus musculaire entraînant une chute pour la personne en crise. [40]

### 1.2.3.1.6. Les crises absences :

Lors de crises d'épilepsie absence, autrement appelées « petit mal » touchant principalement les enfants, il y a une suspension brève de la conscience entraînant une rupture de contact, le sujet a le regard vide et ne répond plus. [40]

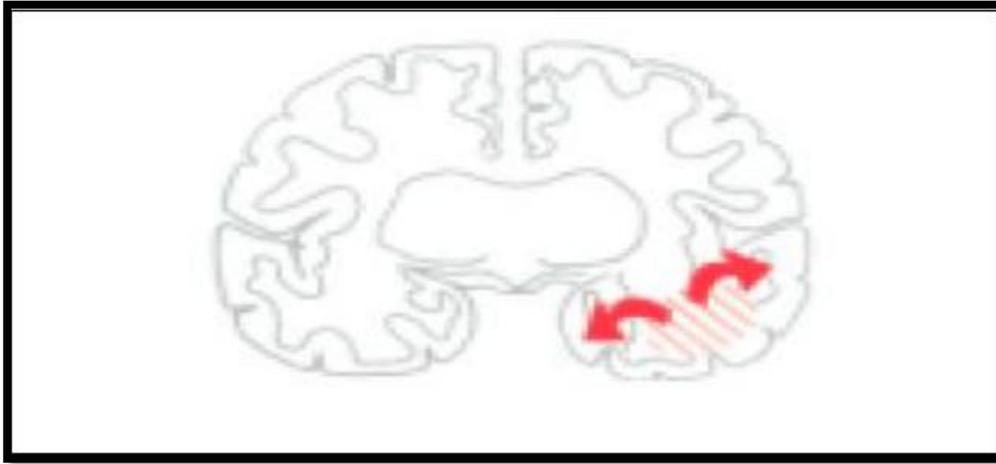
Il existe deux formes de crises d'épilepsie absence: les crises d'épilepsie absence typiques et les crises d'épilepsie atypiques.

**L'épilepsie absence typiques** : le début et la fin de la crise sont brusques, la durée est très brève, d'une dizaine de secondes avec des manifestations cloniques et atoniques discrètes. [41]

**L'épilepsie absence atypiques** : le début et la fin de la crise se font de manières plus progressives, la crise à une durée plus prolongée de 1 à 2 minutes avec des manifestations cloniques et atoniques plus marquées. Une fois une crise d'absence passée l'enfant reprend conscience et ne garde aucun souvenir de la crise. [41]

### 1.2.3.2. Les crises partielles ou focales :

Les crises partielles sont localisées dans une seule région du cerveau, appelée origine focale, et n'affectent qu'une partie du cerveau [40] :



**Figure 3: Représentation de la propagation de la décharge épileptique au sein du cortex cérébral lors de la crise d'épilepsie partielle simple.**

#### 1.2.3.2.1. Les crises partielles simples :

Les crises partielles simples appelées « crises focales ou aura » sont des crises qui ne modifient pas la conscience, car elles n'intéressent qu'une petite zone discrète du cerveau, le siège focal, et sont habituellement de courtes durées. [40]

#### 1.2.3.2.2. Les crises partielles complexes :

Ces crises entraînent donc des altérations ou une perte de la conscience. Elles étaient autrefois appelées crises psychomotrices ou du lobe temporal, car elles sont souvent localisées au niveau du lobe temporal ou frontal. [40]

#### 1.2.3.2.3. Les crises partielles secondairement généralisées :

Les crises généralisées secondaires se présentent initialement comme des crises partielles [42]. Elles se manifestent d'abord dans une région du cerveau sous forme d'aura (crise partielle simple) ou comme un changement de la conscience (crise partielle complexe) avant de se propager à tout le cerveau pour devenir des crises généralisées, habituellement tonic-cloniques, lesquelles sont caractérisées par une perte de conscience. [40]

#### 1.2.3.3. Les crises non classifiées :

Les crises non classifiées sont les crises qu'il est impossible à classer, car les manifestations cliniques ou les représentations des EEG ne permettent pas de distinguer s'il s'agit de crises généralisées ou de crises partielles. [42]

## 1.2.4. Causes d'épilepsie

### 1.2.4.1. L'épilepsie idiopathique

Dans environ 60 % des cas, aucune cause n'est trouvée à la grande frustration des patients épileptiques. Lorsqu'on ne peut identifier la cause précise, on parle d'épilepsie idiopathique. Dans de nombreux cas, on présume que la cause est héréditaire.

La prédisposition génétique n'induit pas que l'épilepsie soit une maladie héréditaire qui se transmette de manière simple et facile. La transmission de l'épilepsie est très complexe. [43]

Les épilepsies idiopathiques de l'adulte sont toujours généralisées. Ce sont essentiellement des épilepsies, datant de l'enfance ou de l'adolescence, n'ayant pas guéri mais le plus souvent en rémission durable sous traitement. [43]

### 1.2.4.2. Les épilepsies crypto géniques

Lorsque qu'on suspecte qu'une cause est due à une lésion cérébrale, mais ne peut être prouvée par les moyens diagnostics actuels, on parle d'épilepsie crypto génique dont le nombre est en constante diminution du fait de l'évolution permanente des techniques d'exploration. [36]

### 1.2.4.3. Les épilepsies symptomatiques

Lorsque la cause est identifiable, on dit que l'épilepsie est symptomatique. En fait, lésions, cicatrices, enchevêtrement de vaisseau sanguin ou autres anomalies cérébrales sont autant de facteurs qui peuvent intervenir dans le fonctionnement électrique délicat du cerveau. [36]

L'épilepsie peut résulter de plusieurs causes. Chez un sujet donné, la cause peut être une combinaison du seuil critique déterminé génétiquement, d'une anomalie cérébrale sous-jacente qui prédispose à l'épilepsie :

- Une lésion cérébrale due à des traumatismes prénataux ou périnataux (manque d'oxygène, traumatisme à la naissance ou faible poids de naissance).
- Des anomalies congénitales ou des troubles génétiques s'associant à des malformations cérébrales.
- Un traumatisme grave à la tête.
- Un accident vasculaire cérébral privant le cerveau d'oxygène.
- Un accident vasculaire cérébral qui réduit la quantité d'oxygène dans le cerveau.
- Une tumeur cérébrale, cicatrices ou blessures cérébrales.
- les lésions cérébrales au cours du développement fœtal.
- les traumatismes à la naissance (p. Ex. Le manque d'oxygène pendant le travail).
- Les séquelles de maladies infectieuses (p. Ex. La méningite, l'encéphalite, la rougeole)
- L'intoxication due à l'abus de certaines substances (comme l'alcool). [37]

### 1.2.5. Les Signes et symptômes

Les manifestations cliniques des crises sont variables et dépendent de la localisation de la perturbation à l'origine dans le cerveau et de sa propagation.

En général, les crises ne sont pas directement dangereuses pour la santé, mais même rares, leur caractère imprévisible et les accidents qu'elles peuvent provoquer constituent un handicap constant pour les personnes atteintes.

On observe des symptômes passagers, comme une désorientation ou une perte de conscience, de contact, du contrôle de la vessie et de l'évacuation intestinale, et des troubles du mouvement ou des sensations (visuelles, auditives, gustatives), ainsi que l'humeur ou les fonctions cognitives. [39]

Une personne souffrant de crises se raidit, tombe et se met à faire des mouvements répétitifs et incontrôlés, ont tendance à avoir davantage de problèmes physiques (par exemple, fractures ou hématomes dus aux crises), et une fréquence plus élevée de troubles psychosociaux, comme l'anxiété ou la dépression. De même, le risque de décès prématuré est jusqu'à trois fois plus élevé chez les personnes atteintes d'épilepsie que dans la population générale. [37]

Les crises prolongées, peuvent avoir des conséquences graves et irréversibles comme des lésions neuronales.

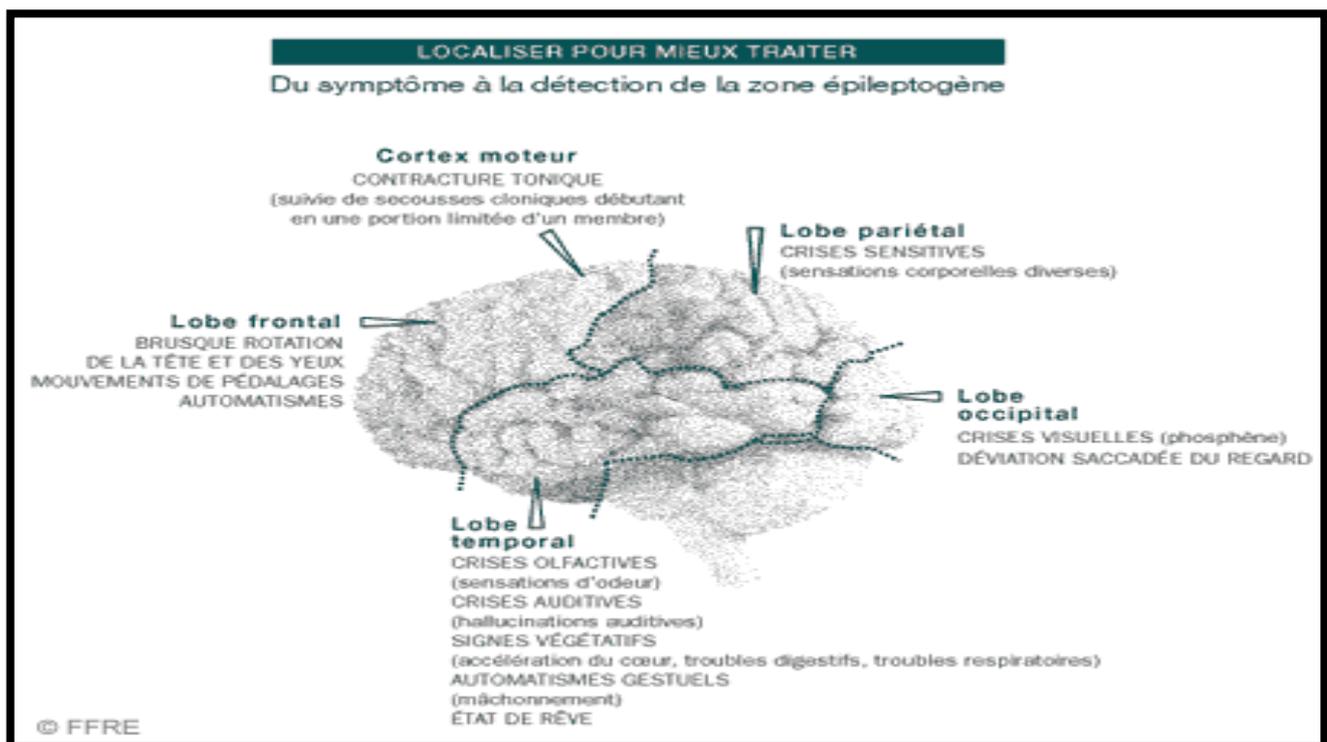


Figure 4: les symptômes selon la zone épileptique

### 1.2.6. Traitement de l'épilepsie

Plusieurs traitements de l'épilepsie sont envisageables suivant la nature du syndrome, son intensité et son origine :

- Prise de médicaments antiépileptiques.
- Traitement par stimulation électrique du nerf vague.
- Traitement chirurgical. [43]

#### 1.2.6.1. Traitement médicamenteux

Il existe de nombreux médicaments disponibles pour traiter l'épilepsie et la mise au point de nouveaux produits est régulière. Le médicament et sa posologie sont prescrits par le médecin qui les détermine suivant la nature du syndrome épileptique et son intensité. La monothérapie (prise d'un seul médicament) est généralement recommandée. Pour les cas les plus complexes, l'association de deux médicaments peut offrir une meilleure efficacité thérapeutique. Les antiépileptiques ayant de réels effets sédatifs, une période d'environ un mois est nécessaire au patient pour s'accoutumer au médicament. Pendant cette période, la prise de médicament doit être progressive avant d'atteindre son niveau optimal. La prise de médicament à heures fixes est par ailleurs une composante essentielle du traitement, puisque la variation du taux de molécules du médicament présent dans le sang est un facteur favorisant d'apparition de crises. [43]

#### 1.2.6.2. Traitement par stimulation électrique

Ce traitement consiste à stimuler électriquement le nerf pneumogastrique sur son trajet. Appelé aussi nerf vague, ce nerf crânien régule les fonctions végétatives ? Ce traitement est généralement réservé aux patients dont le traitement médicamenteux offre des résultats insuffisants. Pratiquement, il s'agit d'implanter un stimulateur électrique sous la clavicule gauche, et relié à des électrodes fixées sur le nerf. Cette intervention est réalisée sous anesthésie générale par un neurochirurgien. L'implantation du matériel se fait sous anesthésie générale et nécessite une hospitalisation de L'effet recherché est identique à celui du traitement médicamenteux : la régulation d'une activité électrique anormale du cerveau, cause de l'apparition des crises épileptiques. [43]

#### 1.2.6.3. Traitement chirurgical

Le recours à cette forme de traitement n'est réellement envisagé qu'en cas de pharmacorésistance (les crises persistent en dépit de la prise de médicaments) ou d'une cause neurochirurgicale (tumeur maligne ou bénigne, anomalie anatomique ou électrophysiologique). On distingue deux types de chirurgie de l'épilepsie :

- La chirurgie curative. Elle consiste à supprimer la cause de l'épilepsie (exérèse) et par conséquent à guérir définitivement le malade.

- La chirurgie palliative. Elle intervient sur les connexions calleuses ou corticales pour un seul objectif de réduire la fréquence et l'intensité des crises. [43]

### **1.2.7. Diagnostic d'épilepsie**

La survenance d'une convulsion ou d'un raidissement musculaire, ne désigne pas nécessairement une épilepsie.

Pour diagnostiquer une épilepsie de façon certaine, il faut :

- Procéder à un interrogatoire médical
- Réaliser un examen clinique
- Analyser les résultats d'un électroencéphalogramme (EEG)
- Effectuer, si nécessaire, une IRM cérébrale (imagerie par résonance magnétique). [43]

#### **1.2.7.1. Interrogatoire médical et examen clinique**

L'interrogatoire médical consiste pour le médecin à poser au patient un très grand nombre de questions sur ses antécédents médicaux, son mode de vie, l'existence ou non d'antécédents familiaux, sur les conditions précises de la survenance de la crise à l'origine de la consultation, sa durée, ses éventuelles répétitions, etc. Un examen clinique complète cette somme d'informations et peut parfois éclairer d'éventuels facteurs favorisants. [43]

#### **1.2.7.2. EEG et IRM cérébral**

S'il y a suspicion d'épilepsie, la prescription d'un EEG est incontournable. Les résultats de cet examen confirmeront ou non le diagnostic. Il est parfois nécessaire de réitérer cet examen si le premier ne présente aucune anomalie. Il peut même être procédé à une mise en condition du patient (on lui demande par exemple de venir faire l'examen en ayant très peu dormi), afin d'accroître l'excitabilité du cerveau. Scanner et IRM sont généralement prescrits afin de dresser un état de lieux du cerveau et, le cas échéant, de déterminer une cause de l'épilepsie. Un FO peut également être prescrit et livrer des indications sur la maladie. [43]

## **2. Partie 2**

Cette partie concerne une brève explication de l'outil du diagnostic d'épilepsie « EEG ».

### **2.1. Définition de EEG**

L'EEG est une technique mise au point dans les années 1920 par un psychiatre allemand, le Dr Hans Berger, mais ne s'est vraiment développé et répandu dans la pratique médicale courante, en particulier dans la pratique épi leptologique, que dans les années 1949. [35]

L'électroencéphalographie (EEG) est une méthode d'exploration cérébrale qui mesure l'activité électrique du cerveau produite spontanément par les cellules nerveuses par des électrodes placées sur le cuir chevelu souvent représentée sous la forme d'un tracé appelé électroencéphalogramme. [44]

## 2.2. Technique

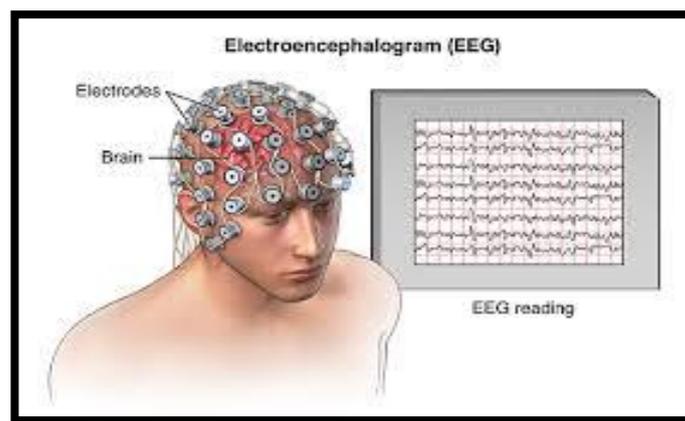
Le principe de l'EEG est de recueillir les potentiels électriques sur un appareil qui amplifie les signaux, puis les transcrit pour qu'ils puissent être analysés.

Une vingtaine d'électrode sont placées au contact du scalp, réparties des deux cotés, de façon équidistante et relié à un système d'acquisition.

Plusieurs montages sont réalisés :

- Bipolaire avec une grande distance entre les électrodes.
- Bipolaire avec une courte distance entre les électrodes.
- Longitudinal.
- Transversal.

Cette méthode permet de visualiser l'activité du cerveau , elle est utilisée pour suivre le déclenchement et la propagation des crises, apportant des informations complémentaires à celles provenant de la sémiologie. [45]



**Figure 5: un casque d'électrode avec les signaux amplifier**

## 2.3. Déroulement de l'examen

On effectue des enregistrements selon les montages transversaux et longitudinaux pour couvrir du scalp.

Il faut réaliser au moins un enregistrement de repos de 10 minutes. Deux séquences d'hyperpnée de trois à cinq minutes et une séquence de stimulation lumineuse intermittente (SLI). [45]

Les potentiels électriques seraient recueillis à chaque électrode correspond un signal qui représente, en temps réel, l'activité moyenne des neurones présents à quelques centimètres sous cette électrode. [41]

### 2.3.1. EEG dans le cas normal

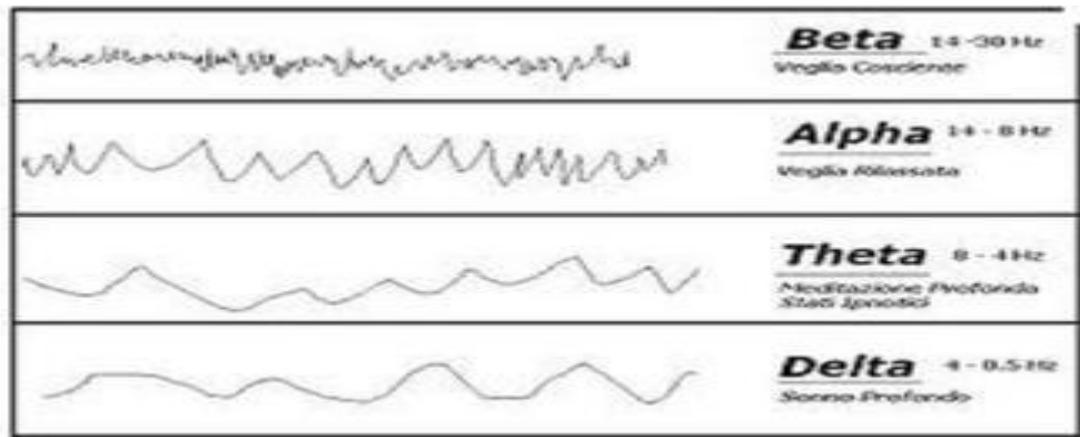
Les signaux obtenus présentent des oscillations plus ou moins régulières en fonction de la synchronisation des cellules corticales. Leurs amplitudes sont de l'ordre de 10 à 200  $\mu\text{V}$  et leurs fréquences vont typiquement de 0.5 à 49Hz.

On distingue 5 catégories principales d'ondes EEG en fonction de leurs rythmes et amplitudes (Tableau1 et Figure6):

- Les ondes bêta sont présentes lorsque l'on est éveillé et que l'on garde les yeux ouverts. Elles apparaissent de manière symétrique sur la tête et leurs amplitudes sont faibles.
- Le rythme sigma est particulier puisqu'il correspond à un micro événement spécial du sommeil appelé fuseau.
- Rythme alpha est une activité normale d'un adulte éveillé, mais il est surtout présent lorsque l'individu se relaxe et garde les yeux fermés. Il apparaît simultanément des deux cotés de la tête généralement plus vers l'arrière qu'à l'avant, et donc mieux visualisé sur un EEG occipital que sur un EEG central ou Frontal. Il disparaît dès que le sujet ouvre les yeux ou en cas d'activité mentale.
- L'activité thêta peut aussi bien être normale qu'anormale en Fonction de l'âge et de la pathologie de la personne. En effet, elle est tout à fait naturelle s'il s'agit d'un adulte et que celui, ci est endormi. Par contre, si ce dernier est parfaitement éveillé, la présence d'ondes thêta peut être le signe d'un dysfonctionnement du cerveau.
- Le rythme delta n'est normal que si l'individu est plongé dans un sommeil profond. Les ondes correspondantes présentent alors des amplitudes généralement plus élevées que pour toutes les autres ondes et sont plus marquées sur un EEG frontal que central. [41]

	Fréquences(Hz)	Amplitudes ( $\mu\text{V}$ )
Les ondes delta	0.5-3	20-200
Les ondes thêta	3-8	5-100
Les ondes alpha	8-12	20-60
Les ondes sigma	12-14	5-100
Les ondes bêta	14-45	2-20

**Tableau 1 : catégories d'ondes EEG classées selon leur rythme**



**Figure 6 : Quatre catégories d'ondes EEG classées selon leur rythme**

### 2.3.2. EEG dans l'épilepsie

Malgré le développement des techniques d'imagerie anatomiques (scanner X et IRM) ou fonctionnelles (Tomographie d'émission de photons simples ou de positons), l'EEG conserve tout son intérêt dans la démarche diagnostic et dans la surveillance thérapeutique ou évolutive des épilepsies.

EEG du patient épileptique revêt trois états différents, L'état de crise est appelé « phase critique», elle peut être précédée par une phase prodromique appelée « aura ». La phase critique est suivie d'une « phase postcritique » correspondant au retour du sujet vers un état normal qui peut durer de quelques minutes à plusieurs heures. La période qui sépare l'occurrence de deux crises est appelée « phase inter critique ».

L'examen EEG standard comporte toujours un enregistrement de l'activité au repos, une épreuve d'hyperpnée et une stimulation lumineuse intermittente. Il s'agit dans la grande majorité des cas d'un enregistrement inter critique. [41]

L'EEG est particulièrement utile lorsqu'il montre des anomalies paroxystiques (pointes ou pointe-ondes) cohérentes avec la présentation clinique des crises. Il apporte alors des informations indispensables à l'identification des différents syndromes épileptiques :

- « Une pointe » est une onde très aiguë distincte de l'activité de fond par son amplitude et d'une durée de 20 à 70 ms.
- « Une pointe onde » est une pointe suivie d'une onde lente de même polarité que la pointe de morphologie arrondie et de durée comprise entre 300 et 400 ms voir plus lente (400 à 1000 ms) appelée alors « pointe onde lente ».

Dans les suites d'une première crise, l'EEG peut apporter des arguments en faveur d'une épilepsie généralisée primaire (ou idiopathique) lorsqu'il montre:

- Les pointes peuvent arriver en bouffée (5 à 6 pointes) suivies ou non d'une onde lente, on les appelle alors « poly pointes » ou « poly pointes-onde ». Les pointes ondes

peuvent aussi apparaître sous forme de décharges rythmiques de plusieurs secondes (5 à 30 s) présentant 3 à 5 cycles/seconde.

- « Une onde à front raide » ou « onde aiguë » est une onde lente (70 à 200 ms) de grande amplitude, d'aspect moins pointu que la pointe mais dont la phase initiale négative présente une pente très raide. [46]



**Figure 7: Exemple de pointes, de poly pointes et d'ondes à front raide.**

## Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté des notions générales sur la maladie d'épilepsie avec une brève vue sur leur diagnostic et l'intérêt d'utilisation de l'électroencéphalographie pour détecter l'anomalie.

Cette étude nous permet d'avoir les facteurs qui apparaissent dans un EEG épileptique afin de différencier entre le cas normal et le cas anormal.

# **Chapitre III : présentation de l'outil de développement**

## Introduction

Dans le domaine de l'informatique, la programmation est l'ensemble des activités qui permettent l'écriture des programmes informatiques. C'est une étape importante du développement de logiciels ou des interfaces graphiques.

Pour écrire un programme, on utilise un langage de programmation qui est construit à partir d'une grammaire formelle, qui inclut des symboles et des règles syntaxiques, auxquels on associe des règles sémantiques. Ces éléments sont plus ou moins complexes selon la capacité du langage.

Notre travail se base sur la création d'une interface graphique par le langage de programmation MATLAB.

Dans ce chapitre nous allons définir le logiciel Matlab, la création des interfaces graphiques et quelles sont les méthodes suivies.

### 1. Qu'est ce que Matlab ?

Matlab est un logiciel de calcul numérique commercialisé par la société MathWorks. Il a été initialement développé à la fin des années 70 par Cleve Moler, professeur de mathématique à l'université du Nouveau-Mexique puis à Stanford, pour permettre aux étudiants de travailler avec un outil de programmation de haut niveau et sans apprendre le Fortran ou le C.

Matlab signifie Matrix laboratory. C'est un langage pour le calcul scientifique, l'analyse de données, leur visualisation, et le développement d'algorithmes. Il constitue un outil numérique puissant pour la modélisation de systèmes physiques, la simulation de modèles mathématiques, la conception et la validation (tests en simulation et expérimentation) d'applications.

L'approche matricielle de MATLAB permet de traiter les données sans aucune limitation de taille et de réaliser des calculs numériques et symboliques de façon fiable et rapide. Grâce aux fonctions graphiques de MATLAB, il devient très facile de modifier interactivement les différentes caractéristiques des graphiques pour les adapter selon nos souhaits.

Les domaines couverts sont très variés et comprennent notamment le traitement du signal, l'automatique, l'identification de systèmes, les réseaux de neurones, la logique floue, le calcul de structures, les statistiques, etc. [47]

### 2. Quelles sont les particularités de MATLAB ?

MATLAB permet le travail interactif soit en mode commande, soit en mode programmation ; tout en ayant toujours la possibilité de faire des visualisations graphiques. Considéré comme un des meilleurs langages de programmations (C, java ou Fortran), MATLAB possède les particularités suivantes par rapport à ces langages :

- La programmation facile,
- La continuité parmi les valeurs entières, réelles et complexes,
- La gamme étendue des nombres et leurs précisions,
- La bibliothèque mathématique très compréhensive,
- L'outil graphique qui inclut les fonctions d'interface graphique,
- La possibilité de liaison avec les autres langages classiques de programmations.

Dans MATLAB, aucune déclaration n'est à effectuer sur les nombres. En effet, il n'existe pas de distinction entre les nombres entiers, les nombres réels, les nombres complexes. Cette caractéristique rend le mode de programmation très facile et très rapide.

Pour l'interface graphique, des représentations scientifiques et même artistiques des objets peuvent être créées sur l'écran en utilisant les expressions mathématiques. Les graphiques sur MATLAB sont simples et attirent l'attention des utilisateurs, vu les possibilités importantes offertes par ce logiciel.

### 3. Création d'une interface graphique

Les interfaces graphiques (ou interfaces homme-machine) sont appelées GUI (pour Graphique User Interface) sous MATLAB. Elles permettent à l'utilisateur d'interagir avec un programme informatique, grâce à différents objets graphiques (boutons, menus, cases à cocher...). Ces objets sont généralement actionnés à l'aide de la souris ou du clavier [48]. Leur efficacité et leur ergonomie sont essentielles dans l'acceptation et l'utilisation de ces outils par les utilisateurs finaux.

Une bonne conception et un développement maîtrisé permettent également d'en assurer un meilleure maintenable. [49]

#### 3.1. L objets graphiques

Avant d'aborder le développement des interfaces graphiques proprement dit, faisons un rapide tour d'horizon des objets disponibles.

##### 3.1.1. Présentation

Sous MATLAB, les objets graphiques sont classés selon une hiérarchie parent-enfant :

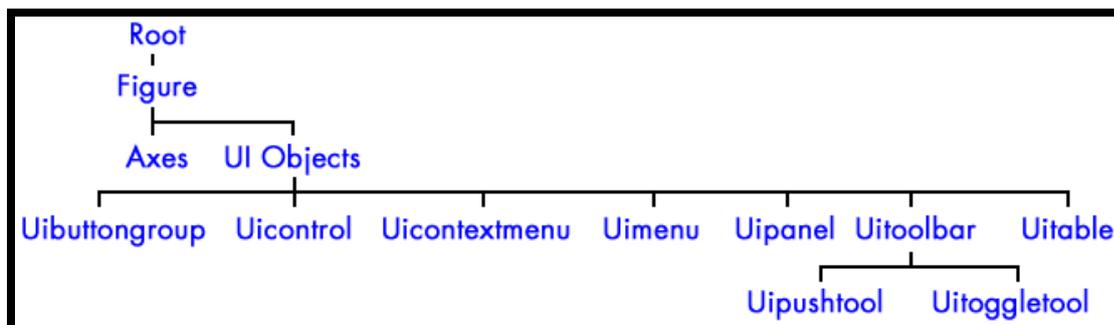


Figure 8: La hiérarchie des objets

##### 3.1.1.1. Objet Root

Au sommet de la hiérarchie se trouve l'objet Root. Cet objet est invisible (on peut se le représenter comme étant la surface de l'écran de l'ordinateur). L'utilisateur n'interagit que très rarement avec cet objet.

### 3.1.1.2. Objets Figure

Les objets Figure sont les conteneurs visibles où sont disposés tous les autres objets enfants. Ces objets sont couramment appelés « fenêtres ». Plusieurs objets Figure peuvent être ouverts simultanément et peuvent éventuellement communiquer entre eux.

### 3.1.1.3. Objets Axes

Les objets Axes sont les zones de traçage des graphiques (2D ou 3D). Un objet Figure peut contenir plusieurs objets Axes simultanément.

### 3.1.1.4. Objets UI

Au même niveau hiérarchique que les objets Axes, on trouve les objets UI (pour User Interface). Certains de ces objets (comme les boutons, les menus, les cases à cocher) permettent à l'utilisateur d'interagir avec l'interface graphique grâce à la souris ou au clavier. D'autres objets (comme les panels, les tables...) servent à la mise en forme de l'interface graphique.

Voici les définitions de quelque style :

- **Pushbutton**

pushbutton est un composant très simple. Quand l'utilisateur clique sur une pushbutton, il cause une action qui arrive. Cette action est déclarée par le code programmé dans le callback pushbutton.

- **Check Box**

Check Box est le composant qui a deux rôles, vérifier et contrôler. ces composants ont l'habitude de contrôler les options qui peut être coché.

- **Ascenseur ou slider**

L'ascenseur a pour objectif de fixer la valeur d'un paramètre entre deux bornes fixées. La valeur prise par la variable est représentée par la position du curseur.

- **Pop-up menu**

Permet de sélectionner une valeur parmi une liste. Généralement, cette valeur est un texte. La valeur retournée lors du choix (paramètre 'Value') est le numéro de ligne du choix.

- **Radiobutton**

Le bouton Radio permet de fixer un paramètre binaire (0 ou 1), représentant souvent un choix ou une option dans une application. [50]

## 3.1.2. Gestion

A la création d'un objet, MATLAB lui attribue automatiquement un identifiant (ou handle), sous la forme d'une valeur numérique unique qui peut être stockée dans une variable. Ceci permet de retrouver à tout moment un objet graphique au cours du fonctionnement d'une interface. Cet identifiant existe tant que l'objet existe. Dès que l'objet est détruit, cet identifiant disparaît.

### 3.1.2.1. Qu'est-ce qu'un handle ?

Le handle est un identifiant qui permet de désigner un objet de manière unique. Il se présente sous la forme d'une valeur numérique.

### 3.1.2.2. Propriétés

Chaque objet graphique possède des propriétés (position, couleur, action, etc.) Elles sont définies à la création de l'objet et peuvent être modifiées dynamiquement au cours du fonctionnement de l'interface graphique. Ces propriétés peuvent être récupérées et modifiées en utilisant l'identifiant de l'objet et les fonctions get et set.

Quelques fonctions MATLAB permettent de gérer certains identifiants particuliers :

- gca : récupère l'identifiant de l'objet Axes courant .
- gcbf : récupère l'identifiant de l'objet Figure où se trouve l'objet graphique dont l'action est en cours .
- gcbo : récupère l'identifiant de l'objet graphique dont l'action est en cours.
- gcf : récupère l'identifiant de l'objet Figure courant.
- gco : récupère l'identifiant de l'objet graphique courant.

### 3.1.3. Méthodes de développement

Le développement des interfaces graphiques peut être séparé en deux parties :

- gestion de la mise en place et des propriétés des objets .
- programmation des interactions avec les objets.

Il existe deux méthodes de développement des interfaces graphiques sous MATLAB. La première utilise un outil graphique dédié et la seconde nécessite de programmer entièrement à la main.

#### 3.1.3.1. L'outil GUIDE

Depuis la version 5.0 (1997), MATLAB possède un outil dédié à la création des interfaces graphiques appelé GUIDE (pour Graphical User Interface Développement Environnement).

##### 3.1.3.1.1. Présentation

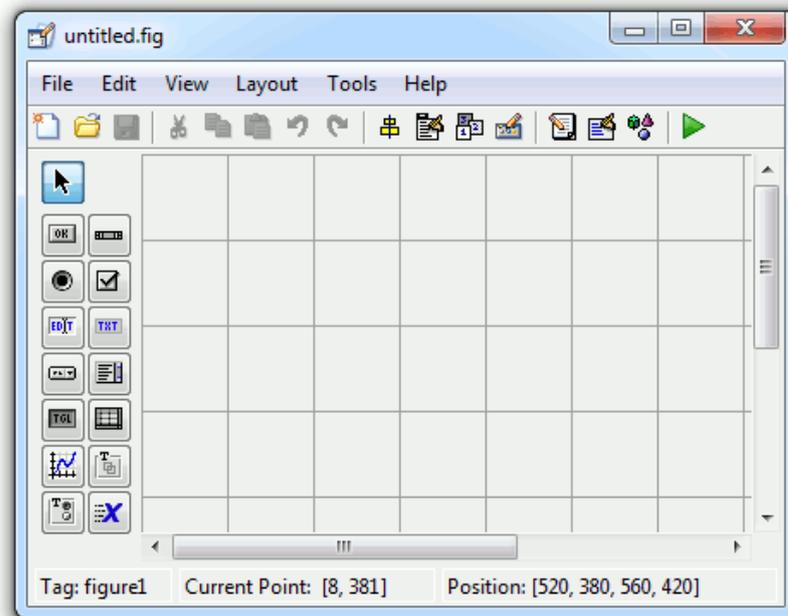
Le GUIDE est un constructeur d'interface graphique qui regroupe tous les outils dont le programmeur besoin pour créer une interface graphique de façon intuitive. Il s'ouvre, soit en cliquant sur l'icône



**Figure 9:bouton GUIDE**

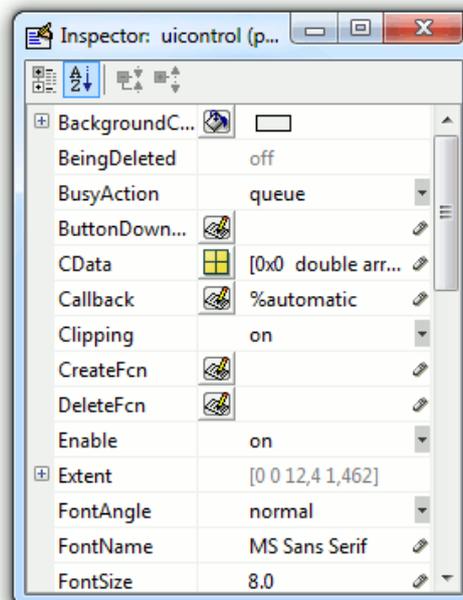
Soit en tapant guide dans le Command Windows de MATLAB.

Le placement des objets est réalisé par sélection dans une boîte à outils. Leur mise en place et leur dimensionnement se font à l'aide de la souris.



**Figure 10: Fenêtre principale du GUIDE**

Un double-clic sur un objet permet de faire apparaître le (Property Inspector) où les propriétés des objets sont facilement éditables. Leurs modifications et la Visualisation de ces modifications sont immédiates.



**Figure 11: Les propriétés**

Le GUIDE possède également des outils pour gérer l'alignement des objets et pour créer des barres d'outils ou des menus.

Une fois l'interface graphique terminée, son enregistrement donne deux fichiers portant le même nom mais dont les deux extensions sont .fig et .m.

Le fichier .fig contient la définition des objets graphiques (positions et propriétés). Ce fichier peut être ouvert ultérieurement avec le GUIDE pour modifier les objets graphiques. Le fichier .m contient les lignes de code qui assurent le fonctionnement de l'interface graphique (actions des objets). Ce fichier peut être édité dans le MATLAB Editor pour y ajouter des actions à la main. C'est ce fichier qui doit être lancé pour utiliser l'interface graphique.

Il reste ensuite à ajouter au fichier .m, le code correspondant à l'action à effectuer lors de la clique sur le bouton, à savoir le changement de couleur de l'objet axes.

### **3.1.3.2. Programmation à la main**

#### **3.1.3.2.1. Présentation**

Il est possible de programmer une interface graphique entièrement à la main sous MATLAB. Bien que cette seconde méthode semble beaucoup moins intuitive que celle utilisant le GUIDE.

Du fait du nombre important d'objets et surtout du nombre des propriétés associées, la programmation « à la main » est généralement déroutante au début. Il est nécessaire de se servir de la documentation MATLAB et de savoir en tirer les bonnes informations. On peut également s'aider du GUIDE et du (Property Inspector) pour explorer les propriétés des différents objets.

Le code peut être écrit dans un ou plusieurs fichiers .m (conception modulaire) et l'ouverture de l'interface graphique se fait en lançant simplement le fichier .m principal comme une fonction MATLAB.

Dans les deux méthodes définies il faut programmer le comportement et la fonctionnalité de chaque objet par une fonction de rappel. [51]

### **Conclusion**

Les interfaces graphiques sous MATLAB sont constituées d'objets graphiques répartis selon une hiérarchie parent-enfant. Chacun de ces objets possède de nombreuses propriétés que le programmeur doit apprendre à maîtriser.

De part son utilisation visuelle et intuitive, le GUIDE est un bon outil pour débiter la programmation des interfaces graphique sous Matlab.

La génération automatique du code permet certes d'éviter les erreurs de syntaxe (généralement périlleuses à corriger pour le débutant), mais elle masque une grande partie du code. La compréhension du fonctionnement interne de l'interface demande donc au final une lecture attentive de la documentation Matlab.

On peut aussi noter, même si c'est plus anecdotique, que la compatibilité des fichiers .fig (qui sont en fait des fichiers .mat) n'est pas assurée entre les différentes versions de MATLAB.

La programmation des interfaces graphiques à la main est moins intuitive et demande plus d'efforts qu'en utilisant le GUIDE.

En contre partie, le programmeur a le contrôle total sur le code. Il n'est pas limité par les automatismes du GUIDE.

Le codage à la main permet :

- d'utiliser une programmation modulaire.
- d'utiliser des fonctions imbriquées (nested functions).
- d'utiliser des objets non documentés ou du code Java pour dépasser les limites fixées par MATLAB.

Dans notre travail nous avons utilisé la première méthode, la programmation avec l'outil GUIDE dans la majorité des fenêtres programmées. Sauf la fenêtre de menu principal qu'elle est programmée à la main. Parce que la méthode GUIDE est plus simple et rapide que l'autre méthode.

**Chapitre IV:**  
**Conception**  
**&**  
**Implémentation**

## Introduction

Dans ce dernier chapitre, nous présentons les différentes étapes réalisées durant l'implémentation de notre application « épilepsie », développée sous Matlab; ainsi que la discussion des expérimentations effectuées et l'interprétation des résultats obtenus.

Notre objectif dans ce travail consiste en premier lieu à faire l'extraction des caractéristiques à partir des signaux EEG et établir un interrogatoire médical, afin de construire une base de données pour être diagnostiquée par l'un des modèles de classification proposés dans ce mémoire.

Nous avons utilisé deux classifieurs supervisés : les séparateurs à vastes marges (SVM) et le perceptron multi couches (PMC), afin de distinguer les cas épileptiques des cas non-épileptique, avec une fenêtre finale pour le diagnostique et la détection de la maladie.

Ce chapitre est organisé sous forme de deux grandes parties l'une concerne la conception détaillé de notre interface graphique et l'autre présente les résultats de la classification et leurs interprétation.

### 1. Partiel1

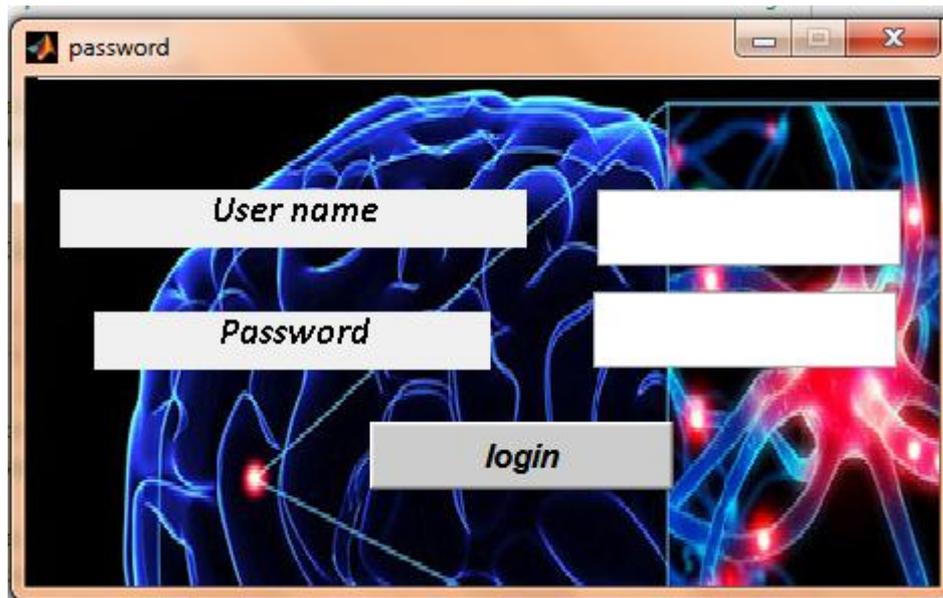
Dans cette partie nous allons expliquer toutes les étapes suivies une par une pour la conception de notre interface intitulée « épilepsie ».

#### 1.1.Présentation de l'application

La réalisation technique de notre application commence par une fenêtre « password » pour accéder à l'interface.

#### 1.2.Accès à l'application

La fenêtre « password » permet l'identification des utilisateurs tout en introduisant le nom et le mot de passe de l'utilisateur. Le but de cette démarche est la sécurisation et la protection des données, (voir figure 12).



**Figure 12: Interface d'identification**

### 1.3.Menu principal

Le menu principal regroupe toutes les parties nécessaires pour notre application tout en permettant au médecin de détecter la maladie automatiquement et pendant une durée réduite afin de minimiser les erreurs de diagnostic.

Notre fenêtre « principal menu » porte 5 boutons :(Voir figure 13)

- Bouton « INTEROGATION » pour accéder à l'interrogatoire médical.
- Bouton « COM-EXAM » pour accéder à l'examen complémentaire
- Bouton « DATA & CLASSIFICATION » pour accéder au chargement de la BDD et entamer la phase de classification.
- Bouton « DIAGNOSTIC » pour ouvrir la fenêtre du diagnostic
- Bouton « close » pour quitter la fenêtre et retourner à la fenêtre d'identification.



**Figure 13: Interface menu principal**

### **1.3.1. Le bouton « medical interrogation »**

Ce bouton permet de passer à une fenêtre d'interrogatoire médical qui est défini ci-dessous :

#### **1.3.1.1. L'interrogatoire médical**

Cette fenêtre donne l'accès au médecin pour saisir les informations de chaque patient et effectuer un interrogatoire sur ces antécédents médicaux et familiaux. (Voir figure 14)

The screenshot shows a window titled 'interrogatoire' with a form titled 'medical interrogation'. The form contains the following fields and values:

ID	12	birth date	08 07 1993
Family name	Bentifour	place of birth	Tlemcen
First name	kheira	address	Ain youcef Tlemcen
age	23		
sex	Femme	family history	non
Appearances	une seule fois	medical background	non

Buttons: civil status, physical examination, clear, close.

**Figure 14: l'interrogatoire médical**

L'interrogatoire médical contient deux parties essentielles :

- Une va être archivée autant que historique pour le médecin à partir du bouton « civil status »

-ID	-First name	-Family name
-Age	-sex	- birth date
-address	- place of birth	

- L'autre concerne l'examen clinique, qui va être enregistré dans la base de données en cliquant sur le bouton « physical examination » :

-âge	-sexe
------	-------

Medical background: « antécédents médicaux » ce point nous permet de savoir si le patient souffre d'autres maladies, saisit par (oui, non).

Family history: « antécédents familiaux » cela veut dire s'il y a des personnes de la famille porteuse d'une maladie neuronale, définit par (oui, non).

Appearances: « nombre d'apparition » désigne si la crise se répète souvent ou rarement, nous l'avons mentionné par (plusieurs fois, une seule fois)

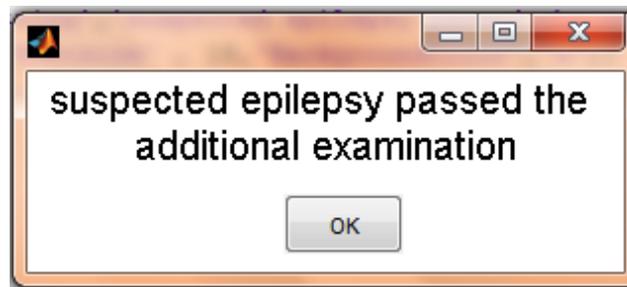
À partir de ce dernier point une boîte de dialogue s'ouvre pour nous indiquer si le patient nécessite un examen complémentaire ou bien non :

- ✓ Si nous choisissons une seule fois alors (Voir figure 15) :



**Figure 15: boîte de dialogue**

- ✓ Si nous choisissons plusieurs fois alors (Voir figure 16) :



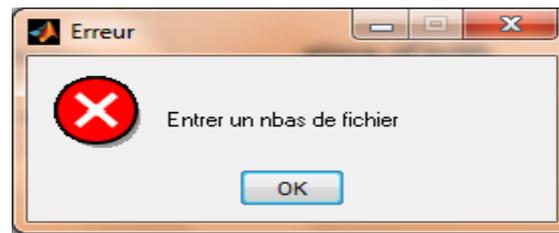
**Figure 16:boîte de dialogue**

Une fois que nous effectuons l'enregistrement des données, un message d'information est apparait (Voir figure 17) :



**Figure 17: message d'information**

Si nous rencontrons des contraintes lors de l'enregistrement, un message d'erreur apparait (Voir figure 18):



**Figure 18: message d'erreure**

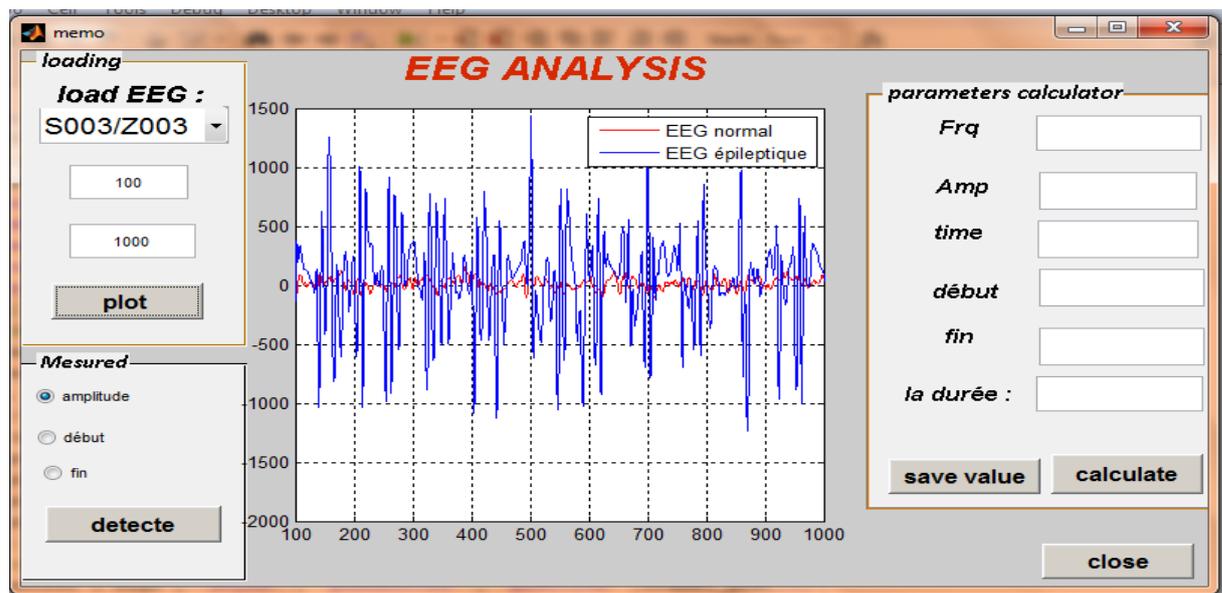
- Le bouton « clear » permet de vider les champs d'écriture pour sauvegarder et saisir des nouveaux patients.
- Comme toujours un bouton « close » pour quitter et revenir à la fenêtre principale.

### 1.3.2. Le bouton « complementary exam »

Ce bouton nous mène à analyser le signal EEG du patient pour juger l'existence ou non d'une épilepsie, cela va être réalisé quand nous lançons la fenêtre « EEG analysis ».

#### 1.3.2.1. EEG analysis :

L'objectif global de cette fenêtre c'est l'extraction des caractéristiques pertinentes à partir du signal existant afin de construire une base de données. Elle contient trois phases (Voir la figure 19):



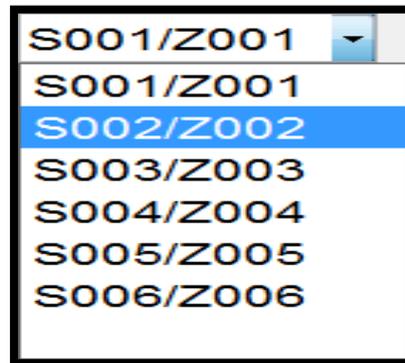
**Figure 19: EEG Analysis**

Les signaux EEG utilisés dans ce mémoire de master sont réalisés dans le centre d'épilepsie à Bonn en Allemagne par Ralph Andrzejak (Kavita Mahajam, 2011). Elle comporte 200 signaux.

100 signaux épileptiques définis par « S001, S002....., S100 », et 100 signaux non-épileptiques définis par « Z001, Z002,.....Z100 ».

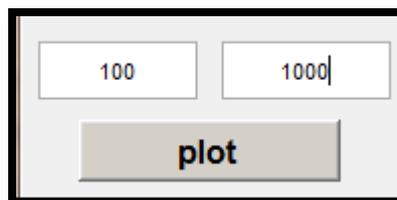
Nous avons choisi de travailler qu'avec 12 signaux présentés dans la figure 20 pour la construction de notre BDD.

- Loading : cette phase nous permet de charger deux signaux en même temps « S » épileptiques et « Z » non-épileptiques afin de clarifier la différence entre les deux cas à partir d'une liste de 6 patients (Voir figure 20) :



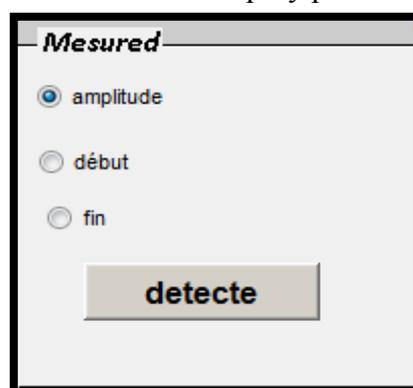
**Figure 20:la liste des signaux chargés**

Avant de ploter les signaux chargés précédemment sur l'axe de présentation nous précisons le début et la fin du tracé (Voir la figure 21) :



**Figure 21:les limites du tracé**

- Mesures : Dans cette étape nous allons extraire les caractéristiques nécessaires à notre étude par le bouton « detect » (Voir la figure 22):
  - ✓ L'amplitude.
  - ✓ Début et Fin d'amplitude.
  - ✓ Début et la fin d'onde ou bien de la poly pointe.



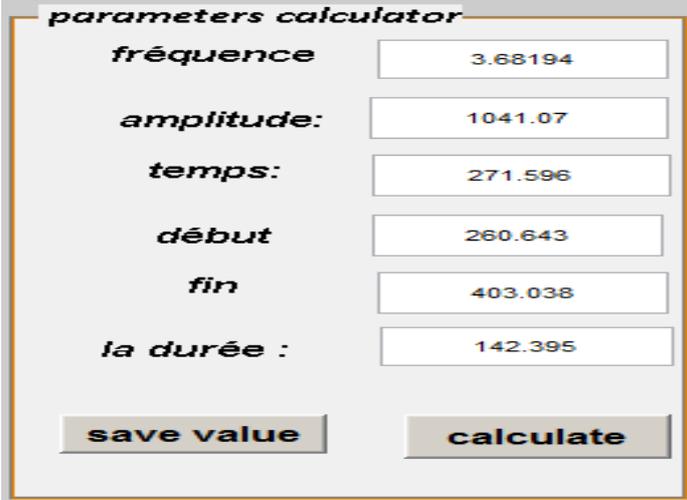
**Figure 22:extraction des caractéristiques**

Les caractéristiques ont été choisies après une étude approfondie de l'épilepsie et l'aide de médecin neurologue « BOUCHENAK ».

Ce sont les caractéristiques nécessaires pour poser un bon diagnostic.

- *parameters calculate*: dans cette partie nous affichons les caractéristiques extraites sur le signal et les calculs effectués à l'aide du bouton « calculate », qui sont:
  - ✓ La durée
  - ✓ La fréquence

Après nous les sauvegardons grâce au bouton « save » sous une extension « .mat » (Voir figure 23)



<i>parameters calculator</i>	
<i>fréquence</i>	3.68194
<i>amplitude:</i>	1041.07
<i>temps:</i>	271.596
<i>début</i>	260.643
<i>fin</i>	403.038
<i>la durée :</i>	142.395
<b>save value</b>	<b>calculate</b>

**Figure 23: les caractéristiques calculées à sauvegarder**

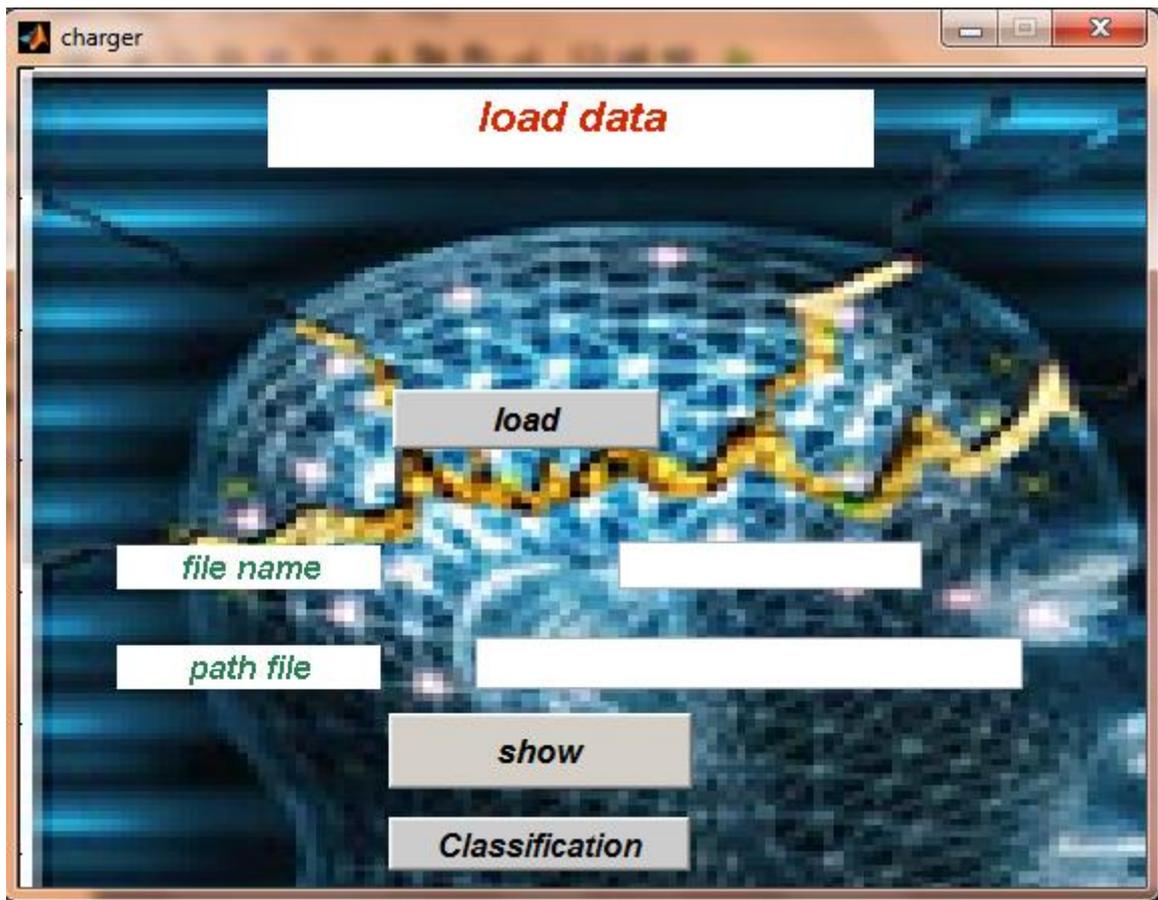
Finalement, un bouton close pour fermer la fenêtre et retourner au menu.

### **1.3.3. Bouton data & classification**

Ce bouton nous permet d'entamer la classification de notre base de données, pour cela il faut d'abord passer par une fenêtre de chargement de la base de données «load data »

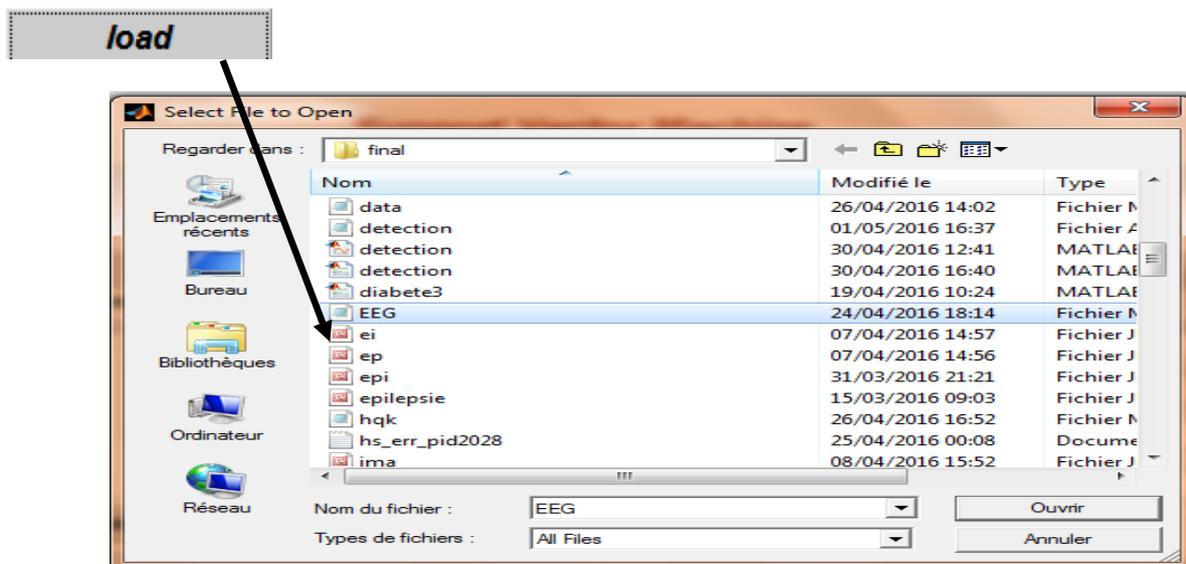
#### **1.3.3.1. load data**

Cette fenêtre va nous permettra le chargement et l'affichage de la base de données (Voir figure 24) :



**Figure 24:chargement de la base**

Dans celle ci nous trouvons trois boutons « load » pour charger la base de données (Voir figure 25), « show » pour afficher la base sous forme d'un tableau (Voir figure 26) et « Classification » pour fermer l'interface et ouvrir la fenêtre « choose classifier »



**Figure 25:bouton load**

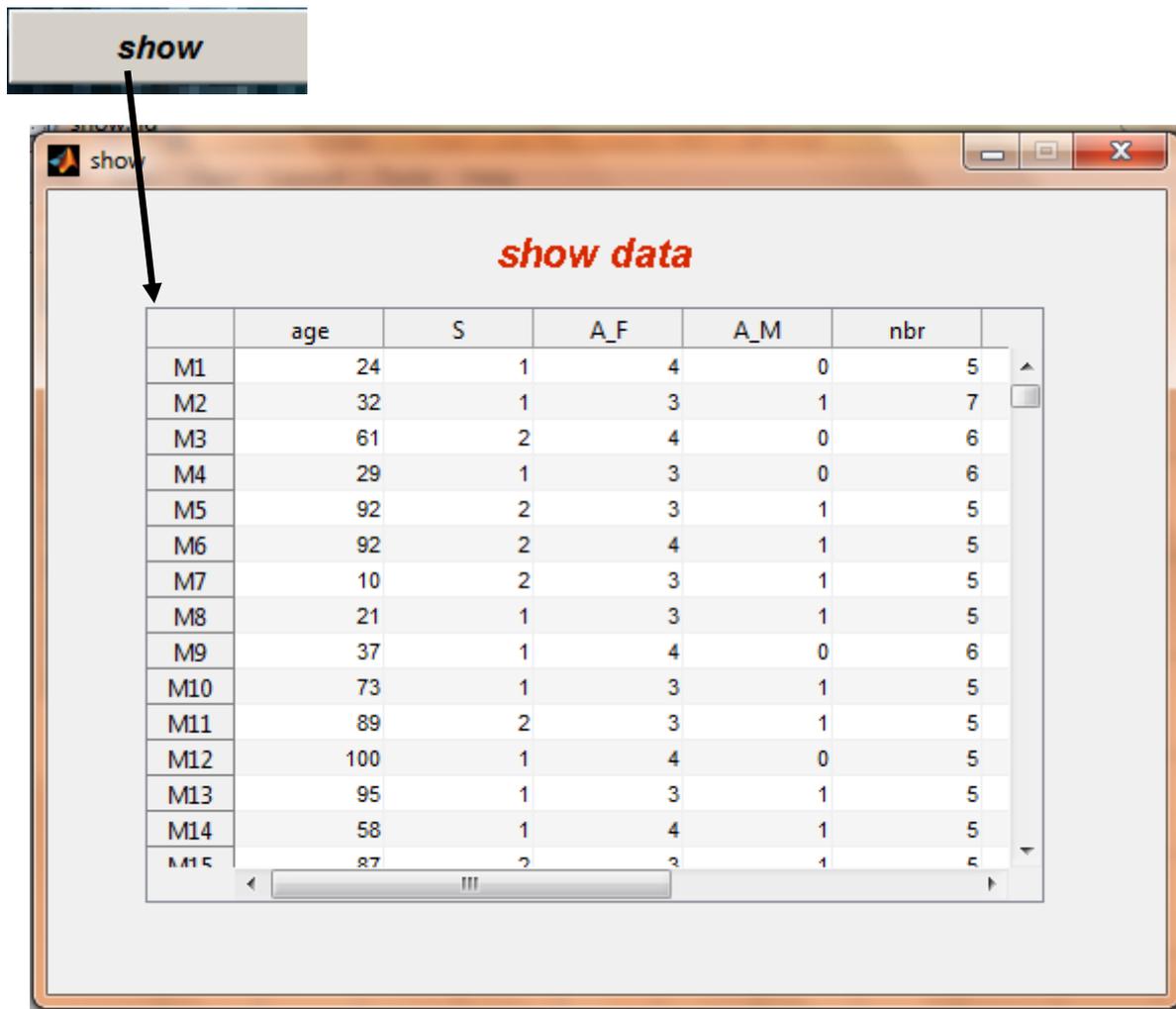


Figure 26:le bouton show

#### 1.3.3.1.1. choose classifier

Cette fenêtre porte un bouton « valider » qui nous permet d'ouvrir une fenêtre de classification selon le modèle choisit (Voir la figure 27):

- les séparateurs à vastes marges (SVM)
- les réseaux de neurones multicouches (PMC)

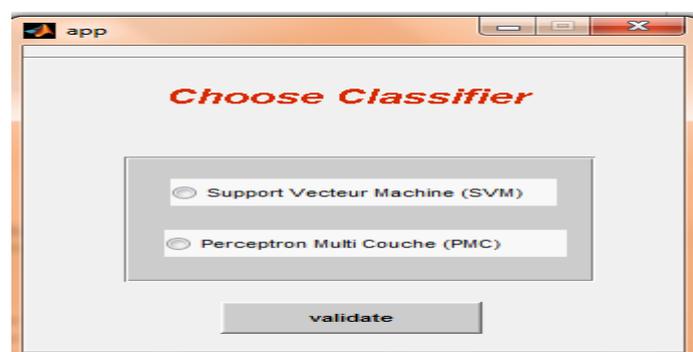
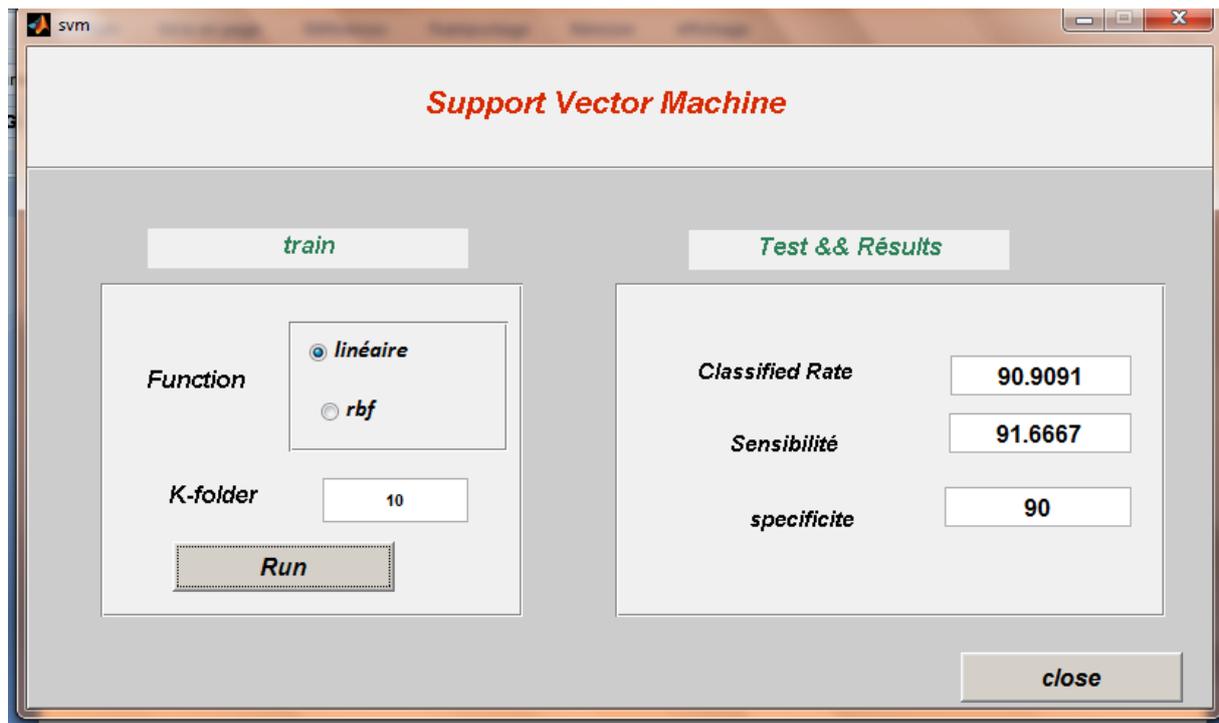


Figure 27:choose classifier

- Si nous choisissons Support Vector Machine une fenêtre « SVMclassify » s'ouvre.
- Si nous choisissons neuronal network une fenêtre « RNclassify » s'ouvre.

### 1.3.3.1.2. SVMclassify :

Cette fenêtre porte deux parties essentielles la première concerne l'apprentissage, et la deuxième permet l'affichage des résultats du test (Voir la figure 28) :



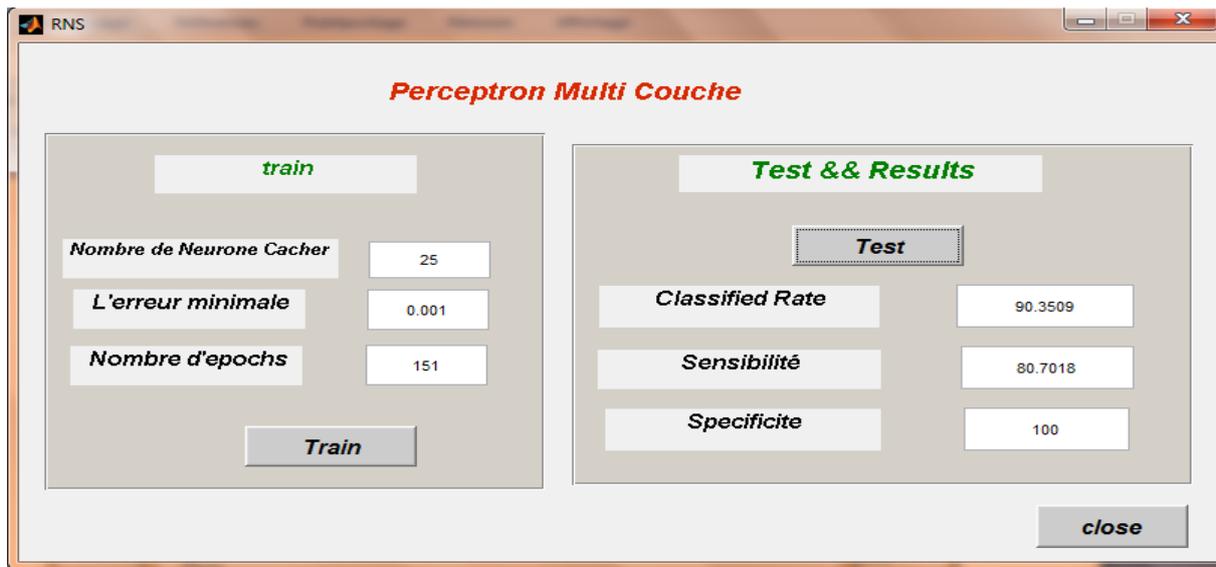
**Figure 28: svm classify**

- partie 1 : dans celle ci nous trouvons un bouton « run » qui nous permet de lancer l'apprentissage et le test après le choix du noyau et la saisie de k-folder.
- partie 2 : dans cette dernière nous effectuons l'affichage des résultats suivants : le taux de classification, la sensibilité et la spécificité.

« svm classify » porte un bouton « close » pour quitter l'interface et retourner à la fenêtre de choix des classifieur

### 1.3.3.1.3. « RN classify »

Sur cette fenêtre nous effectuons une classification par le perceptron multi couche. « RNclassify », qui est presque identique au « svm classify », (Voir figure 29) :



**Figure 29:RN classify**

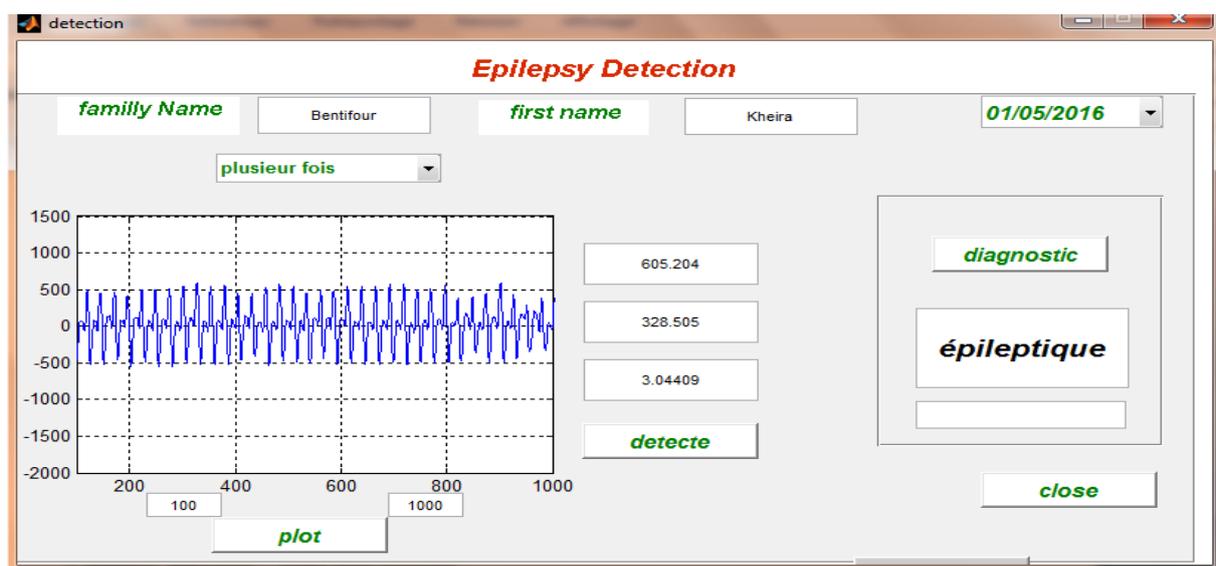
Aussi elle contient deux parties :

- La première partie porte un bouton « train » pour lancer l'apprentissage après le choix de l'erreur minimale et le nombre de neurones cachés.
- Dans La deuxième partie nous trouvons un bouton « test » qui permet de lancer le test et trois champs pour afficher les résultats.

« RN classify » porte un bouton close pour fermer la fenêtre et revenir au menu principal.

### 1.3.4. Bouton « diagnostic »

Ce bouton nous permet d'ouvrir une fenêtre qui va être utilisée par le médecin afin d'effectuer la détection de la maladie automatiquement au cours d'un temps raisonnable, elle s'appelle «epilepsy detection » (Voir la figure 30) :



**Figure 30:la détection d'épilepsie**

« epilepsy detection » porte trois boutons :

Plot : Pour choisir un signal EEG et le ploter sur l'axe de présentation

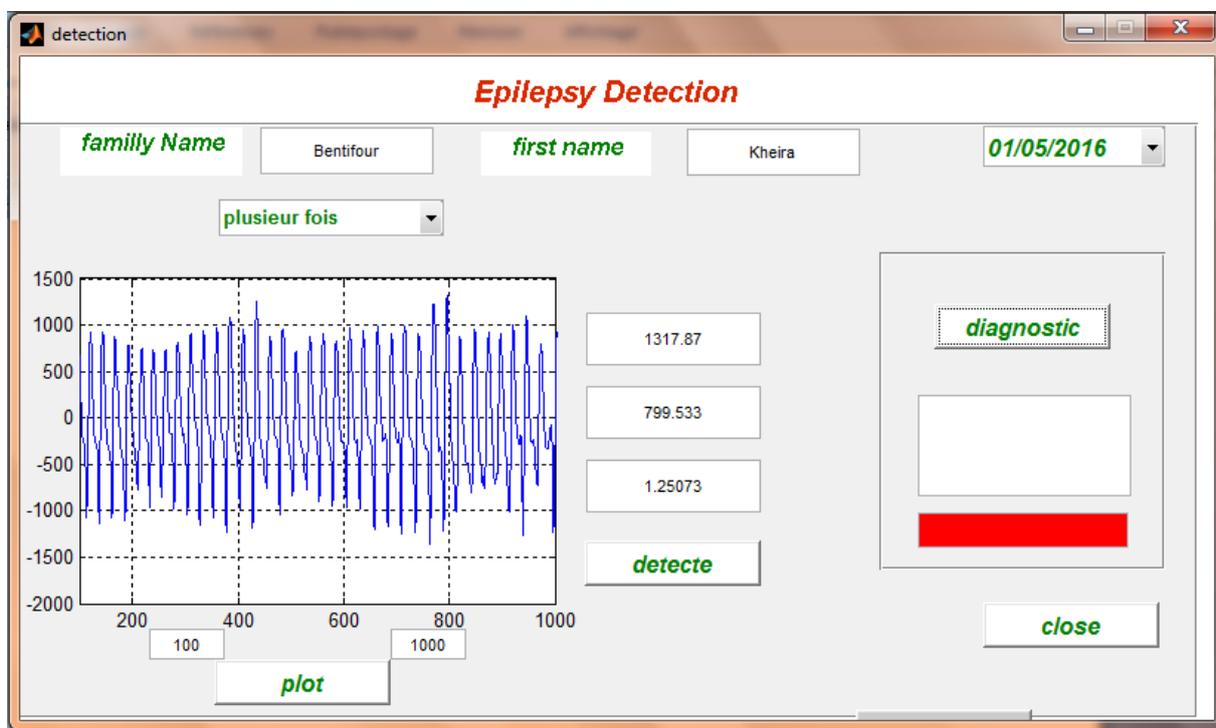
Detect : Pour extraire les caractéristiques de mesure (l'amplitude, la fréquence).

Diagnostic : Pour afficher les résultats de détection « épileptique, non-épileptique »

Close : Pour fermer et quitter et retourner au menu principal.

Sur cette fenêtre nous détectons l'épilepsie à partir de n'importe quel signal EEG en se basant sur les caractéristiques extraites, et si le programme ne reconnaît pas la maladie une alerte va être signalée par le rouge.

Voici la figure d'alerte :



**Figure 31 : Alerte**

## 2. Partie2

Les méthodes de classification ont pour but d'identifier les classes auxquelles appartiennent des objets à partir de certaines caractéristiques descriptives. Elles s'appliquent à un grand nombre d'activités humaines et conviennent en particulier au problème de la prise de décision automatisée. La procédure de classification sera extraite automatiquement à partir d'un ensemble d'exemples. Un exemple consiste en la description d'un cas avec la classification correspondante. Un système d'apprentissage doit alors, à partir de cet ensemble d'exemples, extraire une procédure de classification, il s'agit en effet d'extraire une règle générale à partir des données observées. La procédure générée devra classer correctement les exemples de l'échantillon et avoir un bon pouvoir prédictif pour classer correctement de nouvelles descriptions.

Les méthodes utilisées pour la classification dans ce mémoire c'est : la méthode des Séparateurs à Vastes Marges (SVM) et le Perceptron Multi Couches(PMC).

## 2.1.La réalisation de la base de données

Avant d'entamer la classification nous passons par la construction de notre base de données. Alors, La réalisation de notre base de données nous a obligé de suivre la démarche détaillée ci-dessous ;

### 2.1.1. L'extraction des caractéristiques

Dans cette étape nous effectuons une extraction des caractéristiques à partir du signal « EEG » et l'interrogatoire médical.

L'interrogatoire médical nous a fourni l'accès de sauvegarder une partie de l'état civil du patient : Age, sexe désigné par 1 pour homme et 2 pour femme.

La partie d'examen clinique nous a permis de sauvegarder quelques caractéristiques :

1. Les antécédents médicaux codés par (1, oui) et (0, non).
  2. Les antécédents familiaux indiqués par (3, oui) et (4, non).
  3. Nombre d'apparition de la crise illustrés par (5, plusieurs fois) et (6, une seule fois).
- L'examen complémentaire nous aide à extraire les caractéristiques suivantes à partir des 12 signaux EEG (6 épileptiques ,6 non épileptique ):
    1. L'amplitude dans les deux cas.
    2. La durée des poly point ou ondes latente dans le premier cas et l'onde qui lui correspond dans le 2<sup>ème</sup> cas.
    3. La fréquence de chaque amplitude extraite.

### 2.1.2. La collecte des données

- Dans cette phase toutes les données obtenues de l'étape précédente seront rassemblées dans une base qui contient 228 mesures et 8 attributs avec la colonne qui désigne les deux classes de sortie indiqués par (0, non-épileptique) et (1, épileptique) .
- Nos attributs sont abrégés dans la base de données de la façon suivante :

attributs	Définition
âge	S'inclut dans l'intervalle [1-100] ans
S	Sexe
A_M	Antécédents médicaux
A_F	Antécédents familiaux
ferq	La fréquence
amp	Amplitude
nbr	Nombre de répétition de la crise
D	Durée
sortie	Epileptique, non epileptique

**Tableau 2: description des attributs**

## 2.2. Classification

### 2.2.1. Perceptron Multi Couches (PMC)

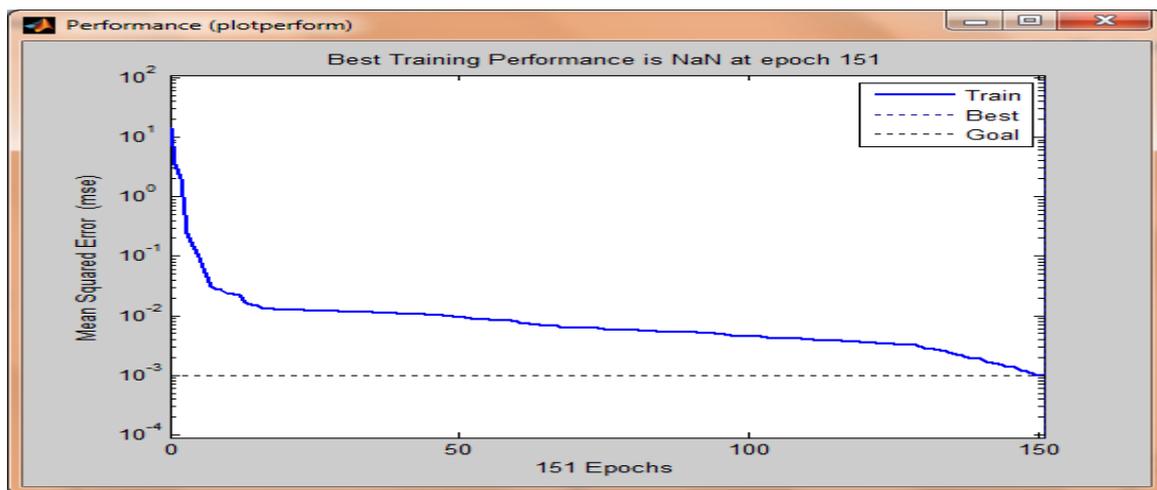
Vu la robustesse des réseaux de neurones et la variété de ces méthodes dans la classification, nous avons choisi l'un des plus répandu qui est le perceptron multicouche (PMC)

#### 2.2.1.1. Phase d'apprentissage et de test

Nous décomposons la base EEG en deux parties, 50% de la base pour la phase d'apprentissage de la base et 50% pour la phase de test.

Nous avons mené plusieurs expérimentations, et nous allons présenter un exemple :

Après l'apprentissage du réseau de neurone et au bout de 151 itérations, ce dernier converge et atteint le but. L'erreur minimale pour laquelle le PMC termine son apprentissage est fixée à  $10^{-3}$  et le nombre maximal d'époques prévu à l'entraînement est égal à 400 époques



**Figure 32: schéma de convergence du PMC**

Une fois l'apprentissage est terminé, une étape de test commence. Les tests concernent la vérification de la performance du réseau de neurone. En effet, cette validation est

exprimée par le taux de classification (TC), la sensibilité(SE) et la spécificité (SP). Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous :

Neurones cachés	Résultats					
	ER-MIN	N'BR-IT	Durée	TC	SE	SP
3	$10^{-2}$	280	0 :00 :28	79.130	68.965	89.463
3	$10^{-3}$	311	0 :00 :20	82.608	68.9655	96.481
8	0.0002	249	0 :00 :16	91.391	91.2759	90.481
20	$10^{-2}$	200	0 :00 :25	83.636	74.1379	94.230
30	$10^{-3}$	151	0 :00 :25	97.176	98.3793	96.909
45	0.0003	110	0 :01 :04	76.404	67.3913	86.046
100	0.0001	53	0 :02 :34	71.084	67.4419	75
10	0.0001	180	0 :00 :22	87.156	75.4617	98.214
25	$10^{-2}$	400	0 :01 :04	80.733	65.4545	96.296
25	0.002	65	0 :00 :11	90.991	92.7273	89.285

**Tableau 3: résultats de la classification neuronale**

### 2.2.1.2. Discussion

D'après les résultats du tableau 3, nous remarquons que lorsque le nombre de neurones cachés est égal à 3, le taux de classification est de 79.13 %. Lorsqu'on augmente le nombre à 30, nous obtenons un taux satisfaisant de 97.176 %. Aussi lorsque le nombre de neurone cachés dépasse le 40 le taux de classification va être diminuée. Ceci signifie que le classifieur a reconnu correctement les deux cas épileptiques et non-épileptique si le nombre de neurones cachés appartient à l'intervalle [10 30].

## 2.2.2. Support Vecteur Machine

### 2.2.2.1. Phase d'apprentissage et Test

Nous utilisons la validation croisée pour décomposer l'échantillon d'apprentissage de notre base de données « EEG » aléatoirement en K paquets d'effectifs identiques.

Pour sous modèle nous allons tester la capacité d'apprentissage du classifieur linéaire et rbf par L'approche un-contre-un « classification binaire », Le nombre de répartition de la base de données est modifié à chaque fois selon notre choix dans le but de minimiser le taux d'erreur.

Le tableau ci-dessous nous indique le taux de classification, la sensibilité, la spécificité, pendant la phase de test pour les deux noyaux.

K-Folder	Noyaux	TC	SE	SP
K=3	linéaire	94.0516	97.7273	93.75
	rbf	96.0516	96.9697	95.3478
K=5	linéaire	91.1111	88	95
	rbf	93.3333	100	86.3636
K=7	linéaire	88.875	90	94.4444
	rbf	84.375	93.75	75
K=10	linéaire	81.8182	81.8182	81.8182
	rbf	86.3636	91.6667	91.6667

**Tableau 4: Résultats de classification par SVM**

### 2.2.2.2. Discussion des résultats

Les résultats de classification par la méthode des supports vecteurs machine (SVM) sont présentés dans le tableau 4. D'après le premier tableau, on constate que le paramètre K influe sur le taux de classification dans les deux cas d'un noyau linéaire et rbf, en faisant augmenter le paramètre K le taux de classification diminue.

Malgré que les résultats sont approximatifs mais nous trouvons une petite différence entre les deux noyaux, alors nous pouvons dire que le noyau rbf est plus optimal pour notre base que le linéaire

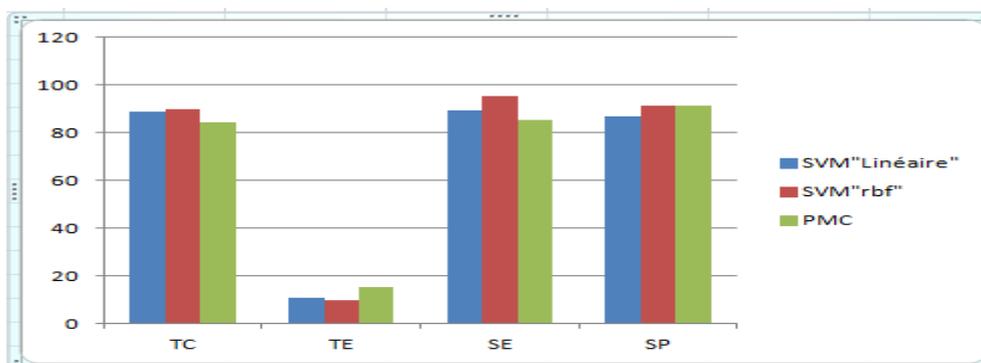
### 2.2.3. Comparaison

Le tableau 5 donne une comparaison entre les deux classifieurs SVM et PMC, pendant la phase d'apprentissage et de test.

	SVM « linéaire »			SVM « rbf »			PMC		
	TC	SE	SP	TC	SE	SP	TC	SE	SP
base	88.96	89.382	87.04	90.02	95.59	91.3478	84.56	85.56	91.24

**Tableau 5: résultats des deux classifieurs pour les phases test**

La figure 33 illustre le taux de classification et le taux d'erreur globale, la sensibilité et la spécificité globale de chaque méthode pour la phase de test.



**Figure 33: Comparaison des trois classifieurs**

Ces résultats montrent que les deux classifieurs SVM (noyau linéaire et rbf) ont un taux de classification supérieur au modèle PMC.

### 2.3. Diagnostic

La phase suivante présente le déroulement de notre système d'aide à la décision médicale alors :

Au lieu que le médecin vérifie l'existence des figures paroxystiques notre système permet la détection automatique de la pathologie.

Alors nous faisons des essais sur des nouveaux signaux pour les classer et prendre une décision concernant le diagnostic.

Pour cette application nous suivons la structure détaillée ci-dessous

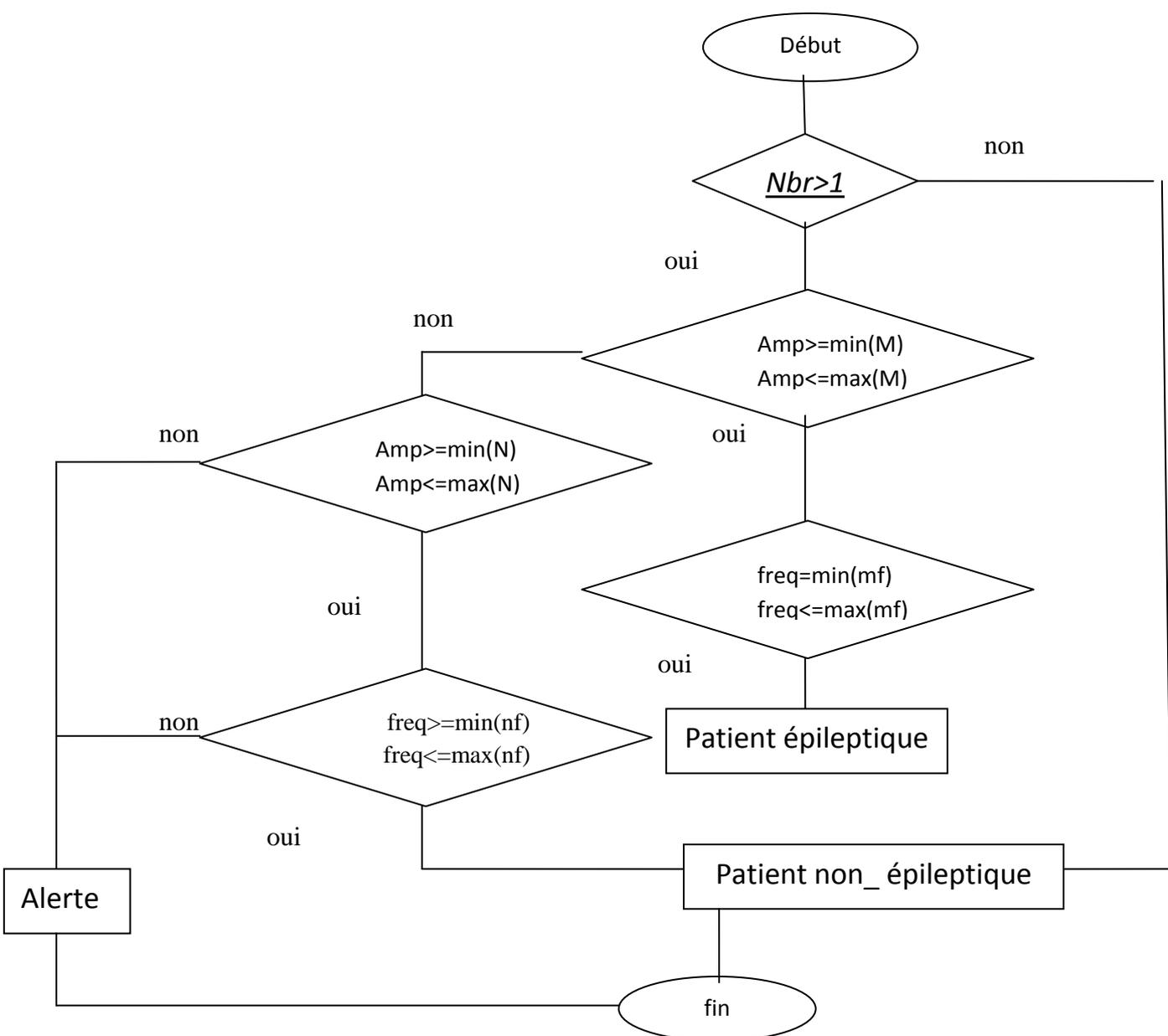


Figure 32 : organigramme détection de la maladie d'épilepsie

### 2.3.1. Description de l'organigramme

A partir de la base de données réalisée nous pouvons distinguer les cas épileptiques des cas non épileptique par un algorithme intelligent, cet algorithme est développé comme suite :

- Nous divisons la BDD en deux parties selon les cas indiqués.
- nous fixons un intervalle pour l'amplitude et la fréquence des deux parties.
- Si les paramètres extraits et appartient à l'intervalle des patients épileptiques donc épileptique va s'afficher.
- Si les paramètres extraits et appartient à l'intervalle des patients non-épileptiques, non-épileptique va s'afficher
- Si le système ne peut pas détecter la maladie alors une alerte rouge va être signalée.

## Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté deux parties la première concerne la conception de notre interface implémentée sous la plateforme Matlab dans le but d'extraire des caractéristiques pour la collecte de la BDD qui va être classifiée.

Dans la deuxième partie, nous avons montré que l'utilisation de la validation croisée pour le SVM peut améliorer la performance du classifieur. Les expérimentations effectuées justifient la supériorité du noyau rbf par rapport au noyau linéaire. Concernant le réseau de neurone la détermination de la structure d'un perceptron multicouches reste un problème crucial lors de la phase d'apprentissage. La classification par la méthode des séparateurs à vaste marges (SVM) est meilleure que celle du réseau de neurone (PMC).

Notre algorithme de détection d'épilepsie a réussi à donner le bon diagnostic dans une durée réduite et de façon bien planifiée et organisée et sous une surveillance du médecin.

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Nous nous sommes intéressés dans ce projet de fin d'étude au développement d'une application d'aide à la décision médicale dans le but d'assurer une meilleure évaluation de l'état du patient et pour viser la diminution de l'incertitude sur la situation du patient, afin d'améliorer la qualité des soins.

Sur la base de cette idée nous sommes attachées à la réalisation d'un système qui permet de faciliter la démarche de diagnostic des maladies neurologiques, en particulier l'épilepsie. Pour atteindre cet objectif, nous sommes tout d'abord étudiées l'état de l'art des différentes interfaces médicales puis nous avons définis la maladie d'épilepsie et les notions de base de l'EEG.

Nous tenons à remercier le Dr BOUCHNAK (chef de service de neurologie au CHU de Tlemcen) pour son aide.

Enfin nous avons abordé la programmation des GUI sous la Plateforme Matlab après le choix de l'outil de programmation approprié. Cela nous a permis de détecter les différentes caractéristiques qui vont être nécessaires pour entamer notre application.

Ce mémoire, nous avons plusieurs portes et pistes pour la continuité de ce travail. De ce fait, trois aspects sont à prendre en considération dans la réalisation de notre interface :

- Un premier point qu'il serait intéressant c'est la collecte de notre base de données à partir des informations extraites des deux fenêtres (d'interrogatoire médical et d'examen clinique « signaux EEG »).
- L'autre point c'est la classification des données collectées avant, nous sommes travaillées par deux classifieurs (SVM, RN).
- La dernière étape c'est une fenêtre de diagnostic.

Nous avons pu réaliser notre travail avec succès, une interface qui collecte et classe les cas épileptique des cas non épileptique sous forme d'un système qui aide le médecin à prendre la décision. Le classifieur SVM nous donne les résultats dans un bref temps par contre le PMC prend une longue durée, et selon les résultats obtenus nous avons constaté que la méthode de SVM par le noyau rbf est la plus fiable.

Par rapport à la plupart des systèmes d'aide à la décision médicale développés par les experts du domaine nous trouvons que notre proposition est améliorée par une fenêtre de diagnostic qui peut être utilisée par les médecins pour résoudre la problématique de la diminution des erreurs du diagnostic et le temps de raisonnement.

Par contre, la plupart des travaux précédents sont orientés vers la classification sans aucune intervention pour l'aide du médecin.

Finalement, on peut conclure par des perspectives de pouvoir réaliser une application qui rassemble tout le domaine de neurologie par traitement de signaux d'un EEG réel, traitement des images scanner et IRM pour faire une reconnaissance de différentes maladies neurologiques.

## Bibliographie

- [1] Belgacem Amar, « Classification des signaux ECG avec un système-multi-agent Neuronale », Magister en informatique, Université ABOU BAKR BELKAID-TLEMCCEN Faculté des sciences département d'informatique, Algérie, 2012.
- [2] Soumia Benikhlef, Bendimerad El Batoul et Nesma Settouti « Extraction des caractéristiques pour la classification de la maladie de Parkinson », Algérie, juillet 2013.
- [3] Philippe Aegerter, « systèmes d'aide a l'action médicale », [http://www.pifo.uvsq.fr/pedagogie/bime/im\\_aide.htm](http://www.pifo.uvsq.fr/pedagogie/bime/im_aide.htm), décembre 1999.
- [4] Albisser AM, « A graphical user interface for diabetes management that integrates glucose prediction and decision support », Diabetes Technol , 2005.
- [5] A.Lécuyer, Y.Renard, F.Lamarche, B.Arnaldi, «Classification de données Cérébrales par Système d'inférence floue pour l'utilisation d'interface Cerveau-Ordinateur en réalité virtuelle », <https://hal.inria.fr/inria-00134856>, France, Paris, Novembre 2007.
- [6] BAAKEK Touria, « Segmentation trois dimensions (3D) des Images Médicales », Magister en Electronique Biomédical, Université Abou Bekr Belkaïd – Tlemcen ,Faculté des Sciences de l'Ingénieur, Département d'Electronique Biomédical, Laboratoire du Génie Biomédical, Algérie, 2010.
- [7] Nadjoua SAIDANE ; « Un système d'aide au diagnostic médical dans un enIVronnement temps-réel et critique » ; Université Mentouri de Constantine, Avril 2010.
- [8] OUISSI Fatima Zohra, « Classification des arythmies cardiaques par les arbres de décision flous », Master en Modèle Intelligent et Décision, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, Faculté des Sciences, Département d'Informatique, Algérie 2010.
- [9] Hamza Cherif Ikram, « Classification des tracés TocoGraphiques (CTG) d'un fœtus à l'aide de classifieurs multiples », Master en MID, Dépôt institutionnel de l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen UABT, Département d'Informatique, Algérie, Septembre 2011.
- [10] Amara FZ, « Classification de signal ECG par le modèle de HMM », l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen , Algérie, 2011.
- [11] KRIM Selma et BENMANSOUR Yasmine, « tél imagerie médicale mobile», master en électronique biomédicale, Université abou bekr belkaid tlemcen, faculté de technologie, département de génie électrique et électronique, Algérie, 02 Juillet 2012.
- [12] HAMMYANIA et ALLIOUA.S, « Amélioration des forêts aléatoires Application au diagnostic médical », Master en Informatique, Université Abou Bekr Belkaid, Faculté de Science, Département Informatique, Algérie Juillet 2013.

- [13] P. Keerthi Priya, Dr.G.Umamaheswara Reddy, « MATLAB Based GUI for Arrhythmia Detection Using Wavelet Transform », College of Engineering, Tirupathi, Andhra Pradesh, India, Fvriier 2015.
- [14] Ange, « Data mining avec weka, projet de maitrise », génie informatique, université de waikato, [<https://www.researchgate.net/publication/274314023>], Janvier 2015
- [15] Benhabib et Beradia, « etude de la réalisation d'un système d'aquisition des signaux EEG », Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2015
- [16] Bensadia et Belabid, « compression de signal EEG », Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2015.
- [17] Douibi khalida, « Classification Multi-labels des données médicales », Master en Génie Biomédical, Université Abou Bekr Belkaid, Faculté de Technologie, Département de Génie Biomédical, Algérie, Mai 2015.
- [18] Hamza Cherif Fayçal et Menouar Souheyla, « transfert du signal ecg d'un poste local a un poste distant pour la télésurveillance médical », master en télémedecine, université abou bakr belkaïd de tlemcen, faculté de technologie, département de génie biomédical, laboratoire de recherche de génie biomédical, algérie, mai 2015.
- [19] A Amelot, L Crevier-Buchman, C Pillot-Loiseau, M Adda-Decker , « une interface graphique sous MATLAB pour le suivi du contour de la langue », Domaine Sciences de l'Homme et Société / Linguistique, <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01129180>, Mars 2015.
- [20] Guezouli, « la gestion d'un cabinet médical en JEE », faculté des sciences, Batna.
- [21] Docteur Nicolas Silberzahn, « Dossier médicale informatiser », docteur en médecine, la Faculté de Médecine de l'Université de Caen, [www.caducee.net/](http://www.caducee.net/), décembre 1997.
- [22] Courtin C, « cooperative interface in medical education », 1999.
- [23] Starren J., Johnson SB., « An object-oriented taxonomy of medical data presentation », Janvier 2000 .
- [24] Laforest F, Flory A., « Using weakly structured documents at the user-interface level to fill in a classical database ». 2002.
- [26] Catarci T, Santucci G, Fernandes Silva S., « An interactive visual exploration of medical data for evaluating health centres ». Journal of research and practice in information technology 2003.
- [27].Laurent GHYSELINCK, « réalisation d'une application informatique de suivi clinique en clientèle canine », doctorat vétérinaire, Faculté de médecine de Créteil, septembre 2006.

[28] Moulaye Ismael HAIDARA, « Gestion d'un cabinet médical (mise en place d'un logiciel pour la gestion d'un cabinet médical) », Université internationale de management des affaires, Magister en informatique 2009.

[29] « Simple cabinet médical », <http://www.sante-dz.com/> , Alger, Octobre 2012.

[30] BENABADJI Abdelkarim, « Réalisation d'une application de gestion dans un centre d'imagerie médicale », Master en Modèles Intelligents et de Décision, Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen, Faculté des Sciences, Département d'Informatique, Algérie, Juin 2014.

[31] Konan Marcellin BROU, N'Guessan Clément BODJI, Tra BI GOORE et Ibrahim LOKPO. «VetoMed : un système expert à base d'icônes pour la médecine vétérinaire traditionnelle». Afrique Science, <http://www.afriquescience.info/>, janvier 2014.

[32] Djellil Djamel-Eddine ; « Gestion de Cabinet Médical » ; Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen, Juin 2015.

[33] André Flory, Christine Verdier, Salma Sassi « Nouvelles interfaces pour la représentation de l'information médicale », Université Claude Bernard Lyon 1, Université Lumière Lyon 2, Ecole Centrale de Lyon Bâtiment Blaise Pascal, Villeurbanne Cedex @liris.cnrs.fr.

[34] Arme-Sophie DUBARRY, « détection de pointes épileptiques a partir de signaux EEG », maîtrise en génie, concentration technologie de la santé, école de technologie supérieure université du Québec, Juillet 2010.

[35] Clément Huneau, « Détection et modélisation biomathématique d'événements transitoires dans les signaux EEG intracérébraux », Docteur de l'université de rennes, université de rennes 1 sous le sceau de l'Université Européenne de Bretagne, juin 2013.

[36] Fondation Française pour la Recherche sur l'Epilepsie, « Qu'est-ce que l'épilepsie ? », [http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/epilepsie/sa\\_3687\\_epilepsie\\_definition.htm](http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/epilepsie/sa_3687_epilepsie_definition.htm) , Paris, 2013.

[37] Megiddo I, Colson A, Chisholm D, Dua T, Nandi A, and Laxminarayan R, « Épilepsie », <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs999/fr/> , Organisation mondiale de la santé, Février 2016.

[38] La Ligue algérienne contre l'épilepsie, « L'Algérie compte 349.000 épileptiques », <http://www.djazairiss.com> , Alger, Novembre 2010.

[39] F.Mauguière, « les Epilepsie de l'enfant et de l'adulte », [http://www.esculape.com/neurologie/epilepsie\\_zz.html](http://www.esculape.com/neurologie/epilepsie_zz.html).

[40] Romain lignelet, « l'épilepsie et son traitement par les médicaments antiépileptiques », Master en biologie Gestion Marketing, Université de Rennes 1, 2011.

- [41] Benamar Nassima et Achour Nassima, « Détection automatique de l'activité épileptique la phase inter-critique dans les enregistrements EEG approche neuronal », MASTER en Génie Biomédical, Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen Faculté de Technologie, Département de Génie Biomédical, Algérie, 2015.
- [42] Elger, CE. Et D.Schmidt, « Modern management of epilepsy: a practical approach », *Epilepsy Behav*, Avril 2008.
- [43] Docteur pierrick hordé, « Epilepsie – Traitement », <http://sante-medecine.journaldesfemmes.com/>, France et Germany, 2015.
- [44] Grégory Chatonsky, « Électroencéphalographie », <https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectroenc%C3%A9phalographie> , octobre 2012.
- [45] Pierre Koskas, « Prescrire et interpréter un examen complémentaire en neurologie », Paris, 1991.
- [46] Alexis Machado, « Étude des pointes épileptiques inter critiques par acquisition simultanée en spectroscopie proche infrarouge et électroencéphalographie », université MONTRÉAL.
- [47] Yassine Ariba - Jérôme Cadieux ; « Manuel Matlab »; Départements GEI & Mécanique ; Icam de Toulouse.
- [48] Michel ETIQUE ; « Introduction au logiciel MATLAB » ; école d'ingénieurs du canton de Vaud Département d'électricité et d'informatique institut d'Automatisation industrielle, mars 2002, Yverdon-les-Bains.
- [49] Sergey Simakov, (Creating Graphical user interface), version7, May 2006.
- [50] Pierre Bonnet, Création d'une interface graphique, « Introduction Matlab - Compléments GUI », Octobre 2007.
- [51] définition des interfaces graphiques, [www.developez.com/Matlab/d%C3%A9veloppement](http://www.developez.com/Matlab/d%C3%A9veloppement) .
- [52] Brigitte S'éroussi, Jacques Bouaud, « Systèmes informatiques d'aide à la décision en médecine : panorama des approches utilisant les données et les connaissances ». *Pratique Neurologique - FMC*, <http://hal.upmc.fr/hal-01100249> , Paris, France Avril 2014.
- [53] Djamel Abdelkader ZIGHED et Ricco RAKOTOMALALA, « Extraction des Connaissances à partir des Données (ECD) », *Techniques de l'Ingénieur*, Laboratoire ERIC - Université Lyon 2, France, 2002.
- [54] Elbenani, « Apprendre les concepts de base de l'algorithmique et de la programmation », *Cours d'Informatique 1ère année SM/SMI*, Département de Mathématiques et d'Informatique, Université Mohammed V, Maroc, 2008.

## Annexe : Quelques définitions

### 1. Définition de SADM :

Les systèmes d'aide à la décision médicale (SADM) sont définis de manière très générale comme des outils informatiques « dont le but est de fournir aux cliniciens en temps et lieux utiles les informations décrivant la situation clinique d'un patient ainsi que les connaissances appropriées à cette situation, correctement filtrées et présentées afin d'améliorer la qualité des soins et la santé des patients. ».

Il existe ainsi des SADM pour l'ensemble des activités médicales (prévention, dépistage, diagnostic, traitement) et la majorité des spécialités médicales (maladies chroniques ou affections aiguës). Ces systèmes proposent des services pour les différentes catégories de médecins (généralistes, spécialistes, étudiants) et les différents modes d'exercice (cabinets médicaux, hôpitaux, services d'urgence ou de réanimation).

Plus récemment, des SADM ont été développés à destination des patients afin qu'ils soient mieux informés sur leur maladie et les soins qui pourraient leur être proposés dans un objectif de décision partagée [52].

### 2. Définition de la validation croisée :

La validation croisée, ou cross validation, consiste à répartir l'échantillon d'apprentissage aléatoirement en  $K$  paquets d'effectifs identiques. Si on note  $\Omega_k; k=1, \dots, K$  les différents sous-échantillons, le taux d'erreur en validation croisée est calculé en réservant, à tour de rôle, un échantillon  $\Omega_k$  qui servira à mesurer le taux d'erreur en validation, l'apprentissage étant réalisé sur la totalité des individus restants :  $\Omega \setminus \Omega_k$  [53].

On obtient ainsi  $K$  taux d'erreurs  $E_k; k = 1, \dots, K$ . Le taux d'erreur en validation croisée est alors la moyenne arithmétique des taux d'erreurs partiels:

$$E = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K E_k$$

Généralement on lui associe la variance

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (E_k - E)^2$$

### 3. Définition de SVM :

Les machines à vecteurs de support (Support Vector Machine, SVM) appelés aussi séparateurs à vaste marge sont des techniques d'apprentissage supervisées destinées à résoudre des problèmes de classification. Cette technique est une méthode de classification à deux classes qui tente de chercher l'hyperplan qui sépare les exemples positifs des exemples négatifs dans l'ensemble des exemples [9].

#### **4. Définition de RN :**

Avec l'avancée dans le domaine de la neurobiologie concernant le fonctionnement du cerveau et des neurones, des mathématiciens ont essayé de modéliser le fonctionnement du cerveau en intégrant ces connaissances en biologie dans des programmes informatiques pour leur donner la possibilité d'apprendre : c'est la naissance des réseaux de neurones

Ils sont une amélioration du perceptron comprenant une ou plusieurs couches intermédiaires dites couches cachées, dans le sens où elles n'ont qu'une utilité intrinsèque pour le réseau de neurones et pas de contact direct avec l'extérieur.

Les PMC utilisent, pour modifier leurs poids, un algorithme d'apprentissage, il existe une centaine mais le plus populaire est la rétro propagation du gradient, qui est une généralisation de la règle de Widrow-Hoff. Il s'agit toujours de minimiser l'erreur quadratique, on propage la modification des poids de la couche de sortie jusqu'à la couche d'entrée, donc cet algorithme passe par deux phases :

- Les entrées sont propagées de couche en couche jusqu'à la couche de sortie.
- Si la sortie du PMC est différente de la sortie désirée alors l'erreur est propagée de la couche de sortie vers la couche d'entrée en modifiant les poids durant cette propagation [9].

#### **5. Définition de langage de programmation:**

Un langage de programmation est un code de communication, permettant à un être humain de dialoguer avec une machine en lui soumettant des instructions et en analysant les données matérielles fournies par le système, généralement un ordinateur. Le langage permet à la personne qui rédige un programme, de faire abstraction de certains mécanismes internes, généralement des activations et désactivations de commutateurs électroniques, qui aboutissent au résultat désiré [54].

#### **6. Qu'est-ce qu'une fonction callback ?**

Une fonction callback est une fonction que l'on associe à un composant d'une interface graphique (objet Figure, objet Uicontrol Text, Edit, Lisbox...). Elle définit la réponse à une action de l'utilisateur sur ce composant (clic sur un bouton, appui sur une touche du clavier, sélection d'un élément de menu...).

## Résumé

Nombreux chercheurs sont intéressés par la réalisation des applications pour l'aide à la décision dans le domaine médical. Les systèmes réalisés permettent de diminuer l'incertitude et minimiser les erreurs selon l'état du patient.

Dans ce projet de fin d'études Master IBM nous présentons une interface pour la classification des données dans le domaine neurologique en intéressant plus précisément à la maladie d'épilepsie.

D'abord nous commençons par la réalisation d'une application qui permet l'extraction des caractéristiques pertinentes à notre étude qui vont être utilisés pour la collecte de la base de données, puis nous entamons une classification par deux méthodes intelligentes RN et SVM, et en fin nous terminons par une fenêtre de diagnostic des nouveaux patients à partir de leur signal EEG.

Notre travail est réalisé avec succès notant que notre implémentation était sur la Plateforme Matlab.

**Mots clé :** signaux EEG, épilepsie, interface, extraction de caractéristique, collecte de données, classification, détection d'épilepsie.

## Abstract

Many researchers are interested in the realization of applications for decision support in the medical field; these systems allow reducing uncertainty and minimizing errors by the patient's condition.

In this final project IBM Master we present an interface for data classification in the field of neurology for the epilepsy disease, we start with a collection of the database, then we approach a classification data using two intelligent methods RN and SVM and we end with a diagnostic window of new patients from their EEG signal.

Our work is successfully realized because our implementation was on the platform Matlab.

**Keywords:** EEG, epilepsy, interface, feature extraction, data collection, classification, detection epilepsy.

## التلخيص

لقد عرف المجال التكنولوجي البيوطبي تطورا كبيرا في مجال تشخيص الأمراض التي كانت كثيرا ما تسبب مشكل عند الباحثين. من بين الأمراض المتفشية في عصرنا هذا "مرض الصرع"

انتماؤنا للمجال التكنولوجي دفعنا لانجاز نظام يشخص هذا المرض بطريقة سهلة وسريعة و دقيقة و ذلك بهدف التقليل من وقوع في الخطأ الطبي.

لانجاز هذا النظام اعتمدنا على تحليل موجات الكتر واونسيفالوغرام و استنباط المعلومات الأساسية للتمييز بين الحالات المرضية و الحالات العادية.

## الكلمات المفتاحية

الكتر واونسيفالوغرام ، مرض الصرع ، واجهة بيانية ، استخراج الميزات ، التصنيف ، الكشف ، تشخيص الأمراض ، تحليل موجات.

## Résumé

Nombreux chercheurs sont intéressés par la réalisation des applications pour l'aide à la décision dans le domaine médical. Les systèmes réalisés permettent de diminuer l'incertitude et minimiser les erreurs selon l'état du patient.

Dans ce projet de fin d'études Master IBM nous présentons une interface pour la classification des données dans le domaine neurologique en intéressant plus précisément à la maladie d'épilepsie.

D'abord nous commençons par la réalisation d'une application qui permet l'extraction des caractéristiques pertinentes à notre étude qui vont être utilisés pour la collecte de la base de données, puis nous entamons une classification par deux méthodes intelligentes RN et SVM, et en fin nous terminons par une fenêtre de diagnostic des nouveaux patients à partir de leur signal EEG.

Notre travail est réalisé avec succès notant que notre implémentation était sur la Plateforme Matlab.

**Mots clé :** signaux EEG, épilepsie, interface, extraction de caractéristique, collecte de données, classification, détection d'épilepsie.

## Abstract

Many researchers are interested in the realization of applications for decision support in the medical field; these systems allow reducing uncertainty and minimizing errors by the patient's condition.

In this final project IBM Master we present an interface for data classification in the field of neurology for the epilepsy disease, we start with a collection of the database, then we approach a classification data using two intelligent methods RN and SVM and we end with a diagnostic window of new patients from their EEG signal.

Our work is successfully realized because our implementation was on the platform Matlab.

**Keywords:** EEG, epilepsy, interface, feature extraction, data collection, classification, detection epilepsy.

## التلخيص

لقد عرف المجال التكنولوجي البيوطبي تطورا كبيرا في مجال تشخيص الأمراض التي كانت كثيرا ما تسبب مشكل عند الباحثين. من بين الأمراض المتفشية في عصرنا هذا "مرض الصرع"

انتماؤنا للمجال التكنولوجي دفعنا لانجاز نظام يشخص هذا المرض بطريقة سهلة وسريعة و دقيقة و ذلك بهدف التقليل من وقوع في الخطأ الطبي.

لانجاز هذا النظام اعتمدنا على تحليل موجات الكتر واونسيفالوغرام و استنباط المعلومات الأساسية للتمييز بين الحالات المرضية و الحالات العادية.

## الكلمات المفتاحية

مرض الصرع ، واجهة بيانية ، استخراج الميزات ، التصنيف ، الكشف ، تشخيص الأمراض ، الكتر واونسيفالوغرام ، تحليل موجات.