



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

Laboratoire de Recherche de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Instrumentation Biomédical

Présenté par :

Mlle DIAB HADJER

Mlle MEDDAH HALIMA

ETUDE ET RÉALISATION D'UN SYSTÈME DE
GÉOLOCALISATION ET DÉTECTION DE STRESS DE
PATIENTS ATTEINTS D'ALZHEIMER

Soutenu le 24 Juin 2019 devant le Jury

Mr	TAWLI	MCB	Université de Tlemcen	Président
	Sidi Mohammed			
Mlle	BAAKAK	MCB	Université de Tlemcen	Examinatrice
	Yettou Nour EL Houda			
Mr	HAMZA CHRIF	MCA	Université de Tlemcen	Encadreur
	Lotfi			

Année universitaire 2018-2019

Remerciement

Nous remercions tout d'abord, le bon Dieu tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, la force, le courage, et la patience pour pouvoir surmonter les moments difficiles, et atteindre nos objectifs et sans lesquels notre projet n'aurait pas pu voir la lumière de ce jour.

Nous remercions sincèrement tous ceux qui ont contribué du près ou du loin, à la réalisation de ce projet, plus particulièrement :

Notre encadreur *Mr HAMZA CHERIF LOTFI* de nous avoir accepté notre idée, pour ses conseils et surtout pour son encouragement.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'il vont bien porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et l'enrichir par leurs propositions.

Je tiens à remercier nos famille (les familles MEDDAH et DIAB) pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacrer et sans eux ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé du près ou du loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes parents :

Ma mère, mon inspiration, mon soutien, ma confidente, ma force, mon espoir, ma positivité. Pour toutes ses prières et ses sacrifices consentis tout au long de mes études, pour apaiser mes craintes dans les moments de doute. Reçois à travers ce modeste travail l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude pour me donner le sourire dans les moments de peine.

Mon père qui a su me conseiller, Pour tous ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Que DIEU leurs procure bonne santé et longue vie.

À mes chers frères Zakaria, Riad et Oussama pour leur encouragement, leur prières et leur soutien moral.

À ma grand-mère, ma tante HAMIDA mes tantes et ses familles pour son support tout au long de mon parcours universitaire.

À mon binôme HALIMA, que j'ai rencontrée avec elle le bon et le mauvais dès le début de mon cursus universitaire.

À mes chères amies ou plutôt mes sœurs HALIMA, SIHEM, MERYEM, HOUDA, MANEL, JEIDA et ses familles trouvent ici l'expression d'un grand « merci » Pour leur amour, leur soutien et leurs encouragements en toutes circonstances.

À tous ces nos enseignants et toute l'équipe du département du génie biomédical, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.

Diab Hadjer

Dédicace

Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir le jour sans les soutiens indéfectibles et sans limite de MES CHERS PARENT qui ne cessent de me donner avec amour le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui. Que dieux vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je puisse vous combler de bonheur.

Je remercie mes sœurs AMINA et FATIMA, et mes frères NASR DIN, ISLAM et ANOUAR pour leur soutien moral, leur présence et leurs encouragements.

Un grand merci à toute ma famille pour son soutien et son encouragement.

Je désire aussi remercier mon binôme HADJER, que j'ai rencontrée avec elle le bon et le mauvais dès le début de mon cursus universitaire.

Enfin, je remercie mes amis HADJER, SIHEM, MERYEM, HOUDA et MARIA qui ont toujours été là pour moi. Leur soutien inconditionnel et leurs encouragements ont été d'une grande aide.

Merci à tous.

Meddah Halima

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Table des matière.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des acronymes.....	iii
Introduction générale.....	1
Chapitre I : La maladie d'Alzheimer.....	2
I.1 Introduction.....	3
I.2 La définition de la maladie d'Alzheimer.....	3
I.3 les facteurs de risques.....	4
I.3.1 Les facteurs favorisants.....	4
I.3.2 Les facteurs génétiques.....	4
I.4 Les différents stades de la maladie d'Alzheimer.....	5
I.4.1 Stade 1 : Pas de déficit cognitif.....	5
I.4.2 Stade 2 : Déclin cognitif très léger.....	5
I.4.3 Stade 3 : Déclin cognitif léger.....	5
I.4.4 Stade 4 : Déclin cognitif modéré.....	6
I.4.5 Stade 5 : Déficit cognitif relativement sévère (démence modérée).....	6
I.4.6 Stade 6 : Déficit cognitif sévère.....	6
I.4.7 Stade 7 : Déficit cognitif très sévère.....	7
I.5 Les principales complications de la maladie.....	7
I.6 Les modalités de traitement.....	7
I.6.1 Approche pharmacologique.....	8
I.6.2 Approche non-pharmacologique.....	8
I.6.3 Règles de prescription des psychotropes.....	8
I.7 Le suivi medical.....	9
I.8 Structure de prise en charge.....	9
I.9 Données statistiques de la maladie d'Alzheimer.....	10
I.9.1 Mondialement : « L'Observatoire mondial de la démence ».....	11
I.9.2 Régionalement « Mediterranean Alzheimer Alliance ».....	12
I.9.2 Localement «la société algérienne de neurologie et neurophysiologie Clinique	

SANNC»	14
I.10 Conclusion.....	14
Chapitre II : Géolocalisation.....	15
II.1 Introduction.....	16
II.2 Historique.....	16
II.3 Définition sur la géolocalisation.....	17
II.4 Techniques de la géolocalisation.....	18
II.4.1 La géolocalisation par satellite.....	18
II.4.2 La géolocalisation par GSM.....	19
II.4.3 La géolocalisation WI-FI.....	20
II.4.4 La géolocalisation géocodeur.....	21
II.4.5. La géolocalisation adresse IP.....	22
II.4.6. La géolocalisation RFID.....	23
II.4.7. Combinaison des techniques.....	24
II.5. Les applications pratiques de la géolocalisation.....	24
II.5.1. Les applications militaires.....	25
II.5.2. Les applications civiles.....	25
II.5.2.1 applications professionnels.....	25
II.5.2.2 applications personnelles.....	26
II.6. Système de géolocalisation par satellite.....	26
II.6.1. Introduction sur le GPS.....	26
II.6.2. Histoire du GPS.....	27
II.6.3. Composition du système GPS.....	28
II.6.3.1 Segment spatial.....	28
II.6.3.2 Segment de contrôle.....	28
II.6.3.3 Segment utilisateur.....	29
II.6.4 Principe de fonctionnement du GPS.....	30
II.6.4.1 La trilatération.....	30
II.6.4.2 la mesure de distance.....	32
II.6.4.3. Temps et synchronisation.....	32
II.6.4.4. Le positionnement des satellites.....	32
II.6.5 Récepteurs GPS.....	32
II.6.6 Erreurs possibles.....	34
II.6.7 Inconvénients du GPS.....	34

II.6.8 Conclusion.....	34
Chapitre III: La technologie GSM.....	35
III.1 Introduction.....	36
III.2 Généralité sur les ondes électromagnétiques.....	36
III.3 Le concept du réseau cellulaire.....	37
III.4 Le réseau GSM.....	38
III.5 Architecture d'un réseau GSM.....	38
III.5.1 La station mobile.....	40
III.5.1.1 Le terminal mobile.....	40
III.5.1.2 La carte SIM.....	40
III.5.2 Le sous-système radio.....	41
III.5.2.1 La station de base BTS.....	41
III.5.2.2 Le contrôleur de station de base.....	42
III.5.2.2.1 Le contrôleur de station de base à faible capacité.....	43
III.5.2.2.2 Le contrôleur de station de base à forte capacité.....	43
III.5.3 Le sous-système réseau.....	43
III.5.3.1 Le centre de commutation mobile (MSC).....	43
III.5.3.2 L'enregistreur de localisation nominale (HLR).....	43
III.5.3.3 Le centre d'authentification (AuC).....	44
III.5.3.4 L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR).....	44
III.5.3.5 Registre d'identification d'équipement (EIR).....	44
III.5.4 Le sous-système opérationnel.....	44
III.5.4.1 La gestion administrative et commerciale du réseau.....	44
III.5.4.2 La gestion technique.....	44
III.6 Interface radio.....	44
III.7 Identificateurs et adresse de localisation.....	45
III.7.1 IMSI (International Mobile Subscriber Identity).....	45
III.7.2 TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity).....	46
III.7.3 IMEI (International Mobile Equipment Identity).....	46
III.7.4 MSISDN (Mobile Station ISDN Number).....	47
III.7.4 MSRN (Mobile Station Roaming Number).....	47
III.7.5 LAI (Location Area Identification).....	48
III.7.6 CGI (Cell Global Identifier).....	49
III.8 Les techniques principales du canal physique.....	49

III.8.1 Multiplexage fréquentiel.....	49
III.8.2 Modulation.....	50
III.8.3 Multiplexage temporel.....	52
III.9 Conclusion.....	53
Chapitre IV :.....	55
IV.1 Introduction.....	56
IV.2 Partie hardware.....	56
IV.2.1 Les composants utilisés.....	56
IV.2.1.1 La carte Arduino UNO.....	56
IV.2.1.1.1 Caractéristiques techniques.....	56
IV.2.1.2 Module GPS GSM GPRS SIM808.....	58
IV.2.1.2.1 Interface.....	59
IV.2.1.2.2 Les fonctions.....	59
IV.2.1.2.3 caractéristiques générales.....	59
IV.2.1.2.4 caractéristiques des modules de communication.....	59
IV.2.1.2.5 caractéristiques GPS.....	60
IV.2.1.3 Module A7 Ai-Thinker.....	60
IV.2.1.3.1 Caractéristiques.....	61
IV.2.1.4 Comparaison entre A7 Ai-Thinker et le SIM808.....	62
IV.2.1.5 Détecteur de pulsation cardiaque « pulse sensor ».....	63
IV.3 Google Maps.....	65
IV.4 Dispositif de localisation et de surveillance des patients atteints d'Alzheimer.....	65
IV.4.1 Le montage Arduino-SIM808.....	66
IV.4.2 Le montage Arduino-SIM808 et Pulse sensor.....	69
IV.4.2.1 Calibrage de pulse sensor.....	71
IV.5 L'algorithme.....	74
IV.6 Conclusion.....	76
Conclusion générale.....	77
Bibliographie.....	79
Résumé.....	81

Liste des figures

Figure I.1 : les troubles causés par la maladie d'Alzheimer.....	3
Figure I.2 : Les facteurs de risque.....	4
Figure I.3 : L'effet de la maladie sur le cerveau.....	5
Figure I.4 : études de la prévalence de la maladie d'Alzheimer.....	12
Figure I.5 : estimation de nombre de personnes atteintes d'Alzheimer en 2015 et 2050 selon MMA.....	13
Figure II.1 : la localisation sur un plan.....	18
Figure II.2 : la géolocalisation par satellite.....	19
Figure II.3 : fonctionnement du GSM.....	20
Figure II.4 : la géolocalisation par WI-FI.....	21
Figure II.5 : géocodage : exemple d'un service de géolocalisation par géocodeur.....	22
Figure II.6 : la géolocalisation d'une machine via une adresse IP.....	23
Figure II.7 : une puce RFID.....	24
Figure II.8 : constellation des satellites dans l'espace.....	26
Figure II.9 : satellite NS-7D vue d'artiste (copyright lockhid Martin).....	27
Figure II.10 : dispersion des satellites.....	28
Figure II.11 : Global Positioning System (GPS) Master control and Monitor Station Network....	29
Figure II.12 : segment utilisateur du GPS.....	29
Figure II.13 : utilisation d'un seul satellite.....	30
Figure II.14 : utilisation de deux satellites.....	31
Figure II.15 : utilisation de trois satellites.....	31
Figure II.16 : récepteur GPS Bad Elf Pro.....	33
Figure III.1 : spectre des ondes électromagnétiques.....	36
Figure III.2 : un réseau cellulaire.....	37
Figure III.3 : architecture d'un réseau GSM.	39
Figure III.4 : décomposition de la zone e couverture en cellules.	41
Figure III.5 : station de base GSM.....	42
Figure III.6 : format de l'IMSI.....	45
Figure III.7 : format de l'IMEI.....	46
Figure III.8 : format de MSISDN.....	47
Figure III.9 : format de MSRN.....	47
Figure III.10 : identification des zones de localisation.....	48
Figure III.11 : format du LAI.....	48
Figure III.12 : format du CGI.....	49
Figure III.13 : communication mobile-station de base pour le GSM	50
Figure III.14 : création d'un signal modulé par GMSK au départ d'un train binaire.....	51

Figure III.15 : le schéma bloc du modulateur GMSK.	52
Figure III.16 : canal de transmission GSM.....	52
Figure III.17 : l'organisation des trames dans la norme GSM.....	53
Figure IV.1 : Arduino UNO.....	57
Figure IV.2 : module sim808.....	58
Figure IV.3 : schéma interne du sim808.....	60
Figure IV.4 : module A7 AI-Thinker.	61
Figure IV.5 : communication du A7 avec Arduino.....	62
Figure IV.6 : pulse sensor.....	63
Figure IV.7 : schéma explicatif du pulse sensor.....	64
Figure IV.8 : mesure de la fréquence cardiaque à partir du doigt.	64
Figure IV.9 : interface de visualisation processing.....	64
Figure IV.10 : schéma bloc.....	66
Figure IV.11 : communication Arduino-SIM808.....	66
Figure IV.12 : le message envoyé par le sim808.....	67
Figure IV.13 : représentation de la position de la famille et du malade sur la carte.....	68
Figure IV.14 : emplacement du malade « la ville ».....	68
Figure IV.15 : emplacement du malade « la ville ».....	68
Figure IV.16 : l'adresse la plus précise de l'emplacement du patient sur la carte.....	68
Figure IV.17 : représentation de la précision « la ville ».....	69
Figure IV.18 : représentation de la précision « les régions ».....	69
Figure IV.19 : communication Arduino-pulse sensor.....	70
Figure IV.20 : le circuit de dispositif.....	70
Figure IV.21 : les résultats des tests dans le moniteur série.....	71
Figure IV.22 : graphe de calibrage.....	73
Figure IV.23 : affichage de la fréquence cardiaque dans un SMS.....	73

Liste des tableaux

Tableau I.1 : nombre des patients atteints d'Alzheimer autour du monde.....	13
Tableau III.1 : Classes de MS.....	40
Tableau III.2 : Les codes MNC des opérateurs réseau Algérien.....	46
Tableau IV.1 : comparaison entre le module SIM808 et A7-AIthinker.....	62
Tableaux IV.2: tableau de calibration.....	70

Liste des Acronymes

OMS : Organisation Mondiale de santé.

SANNC : Société algérienne de neurologie et neurophysiologie clinique.

AMPA : Association Monégasque pour la recherche sur la maladie d'Alzheimer.

MAA : Méditerranéen Alzheimer Alliance.

EHPAD : Etablissement d'hébergement pour personne âgées dépendantes.

BS : Station de Base.

GPS: Global Positioning System.

GSM: Global System for Mobile.

IOT : Internet Of Things.

CEPT : Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications.

VLR : Enregistreur de localisation des visiteurs (Visitor Location Register).

MSC : Centre de commutation de mobile (Mobile Switching Center).

HLR : Enregistreur de localisation nominale (Home Location Register).

AUC : Centre d'authentification (Authentication Center).

EIR : Registre d'identification d'équipement (Equipment Identity Register)

GIWU : Unité de transfert GSM.

LAPDMD : Link Access Protocol on the D mobile Channel.

RR : Receiver Ready.

IMSI : International Mobile Subscriber Identity.

NMSI : National Mobile Subscriber Identity.

TMSI : Temporary Mobile Subscriber Identity.

TAC : Type Approval Code.

FAC : Final Assembly Code.

MSISDN: Mobile Station ISDN Number.

MSRN: Mobile Station Roaming Number.

LAI : Location Area Identification.

CGI : Cell Global Identifier.

FDMA : Frequency-Division Multiple Access.

TDMA : Temporary-Division Multiple Access.

OMC : Centre opérationnel de maintenance (Operation and Maintenance Center).

IMEI : International Mobile Equipment Identity.

MCC : Mobile Country Code.

MNC : Mobile Network Code

MSIN : Mobile Station Identification Number.

BSC : Base Station Controller.

BTS : Base Transceiver Station.

Mac: Medium Access Control.

GPRS: General Packet Radio Service.

EOTD: différence de temps observée.

ICANN : Internet Corporation for Assigned Names and Numbers.

IANA : Internet assigned number authority.

RIPE : Réseaux IP Européens

UTC : Temps Universel Coordonné

ARIN : American Registry for Internet Numbers

APNIC : Asia-Pacific Network Information Center

ACNIC : Association Congolaise de Nommage Internet en Coopération

IP: internet protocol.

Wi-Fi: Wireless Fidelity.

SMS: short message system.

IMEI: Identité Internationale d'Équipement Mobile.

SIM: Subscriber Identity Module.

CELL-ID : cellule identification.

BTS : Base transceiver station.

BSC: Base Station Controller.

RFID: Radio Frequency Identification.

SIG: système d'information géographique.

SGBD: système de gestion de base de données.

FM: frequency modulation.

ISO: International Organization for Standardization.

Introduction
Générale

Introduction Générale

INTRODUCTION GENERALE :

La maladie d'Alzheimer est aujourd'hui une pathologie fortement médiatisée et investie par les pouvoirs publics. Elle est vue comme un calvaire collectif à cause de son impact sur les individus, les soignants, les familles et la société, dans lequel le malade ferait souffrir son entourage où l'aidant familial serait finalement la vraie victime qui devient directement responsable de la vie quotidienne et des exigences du patient qui souffre des problèmes de perte de mémoire, d'incapacité à exprimer, des troubles de déplacement et la perte autonomie....

Ce déficit représente une situation très angoissante pour le malade, ce qui provoque des crises de colère brusques ou encore du mal à supporter des choses banales comme un retard ou de l'attente.

Ces différents aspects font de la maladie d'Alzheimer et de sa prise en charge un objet riche pour l'ingénieur qui fait développer et mettre à la disposition d'un public des dispositifs tels que des smartphones programmables dotés de fonctionnalités de type Global Positioning System (GPS) ou de communication en champ proche mais aussi des tablettes tactiles, un Internet des objets, maison intelligente, etc. Les technologies qui offrent ces fonctions permettent au patient de se passer de l'aide des autres et de vivre avec la maladie en lui donnant un peu de liberté et de l'indépendance.

De nombreuses technologies innovantes sont de plus en plus disponibles pour sécuriser le malade, améliorer les soins et les conditions de vie et fait soulager un peu les aidants familiaux qui deviennent définitivement attachés au patient et directement responsables envers lui.

Dans notre travail, nous cherchons à créer un dispositif de géolocalisation permettent de retrouver les patients d'Alzheimer en errance après avoir quitté leur domicile. Ce dispositif d'accompagnement des malades et de leurs proches autorisent au contraire une véritable « liberté d'errance », à même de rassurer les aidants et de leur éviter de souffrir de conséquences psychologiques lourdes en cas d'errance prolongée par un simple message qu'ils envoient de message à la puce placée dans le module sim808 GSM/GPRS/GPS trouvé dans un gilet porté par le patient. Un message contient les données de localisation (latitude et longitude) sera envoyé au téléphone de l'aidant familial de son tour.

Le dispositif est équipé aussi d'un système d'alerte lors d'une crise de colère, de stress, ou la panique du patient, ce qui provoque L'augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle avec palpitations, la sensation de cœur qui bat plus fort que le taux normal. Ce changement de fréquence cardiaque sera détecté par un capteur de pulsation cardiaque et un message contient la position est le nombre de battement cardiaque du patient sera envoyé automatiquement à l'aidant qui prend les mesures appropriés après lui informer de l'état de son parent.

CHAPITRE I

La Maladie d'Alzheimer

Chapitre I : la maladie d'Alzheimer

I.1 Introduction :

Avec la baisse du taux de natalité et l'allongement de l'espérance de vie la maladie d'Alzheimer devient l'un des problèmes majeure de la population Algérienne. elle est assurément la maladie du troisième âge et la plus fréquente des démences, sa prévalence augmente d'une manière exponentielle avec l'âge d'où les femmes sont davantage exposées à cette maladie que les hommes.

La maladie d'Alzheimer provoque des multitudes dégradation psychologiques, physiques, sociales et économiques pour les personnes chargées des soins, elle retentit lourdement sur la famille du patient et pose de difficiles problèmes de prise en charge thérapeutique.

Aucun médicament à ce jour ne peut guérir un patient atteint de cette maladie, cependant il existe des différents traitements symptomatiques qui permettent de traiter certains symptômes de la maladie et de ralentir son évolution.

I.2 Définition de la maladie d'Alzheimer :

Cette maladie est apparue en 1906 et a porté le nom du neurologue allemand Alois Alzheimer qui la diagnostique pour la toute première fois.

La maladie d'Alzheimer est une Atteinte cérébrale progressive conduisant à un trouble de fonctionnement des cellules du système nerveux et à la mort neuronale dans différentes régions du cerveau de manière irréversible, cette maladie neuro-dégénérative est la cause la plus fréquente des démences chez un sujet âgé. [1]

Les troubles de la mémoire constituent le maître symptôme ; Ils doivent être associés à un autre trouble des fonctions cognitives pour que le diagnostic de la maladie d'Alzheimer puisse être évoqué.

Il peut s'agir :

- Perte de mémoire (l'amnésie)
- Des difficultés à effectuer certains gestes (l'apraxie)
- Les capacités de reconnaissance des objets ou des personnes (l'agnosie)
- Les troubles du langage (l'aphasie).

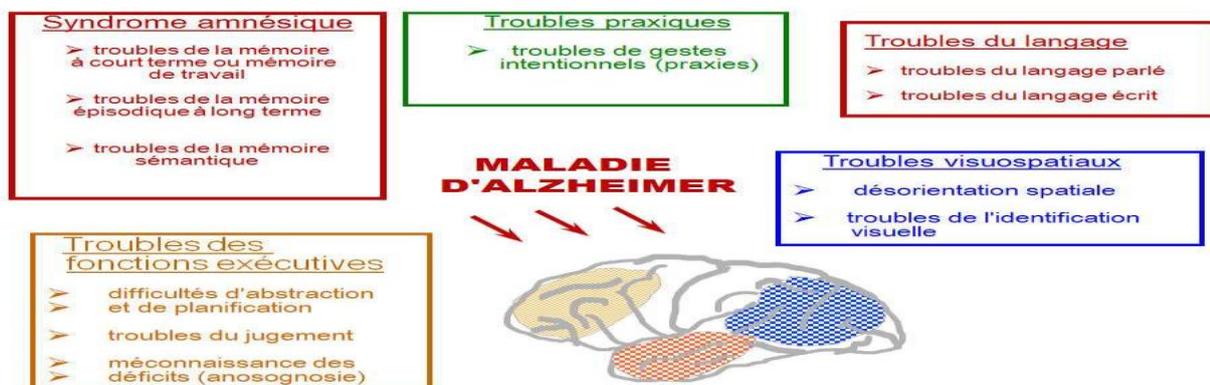


Figure I.1 : les troubles causés par la maladie d'Alzheimer

La Maladie d'Alzheimer

I.3 Les facteurs de risque :

I.3.1 Les facteurs favorisants :

- L'Age : c'est le principal facteur de risque, les personnes qui dépassent les 60 ans sont les plus susceptibles de développer la maladie d'Alzheimer.
- Le sexe : elle touche plus de femmes que d'hommes (parce qu'elles vivent plus longtemps que les hommes)
- Facteurs vasculaires : L'hypertension systolique, l'hypercholestérolémie, le tabagisme, le diabète mal traité, surpoids et le stress.

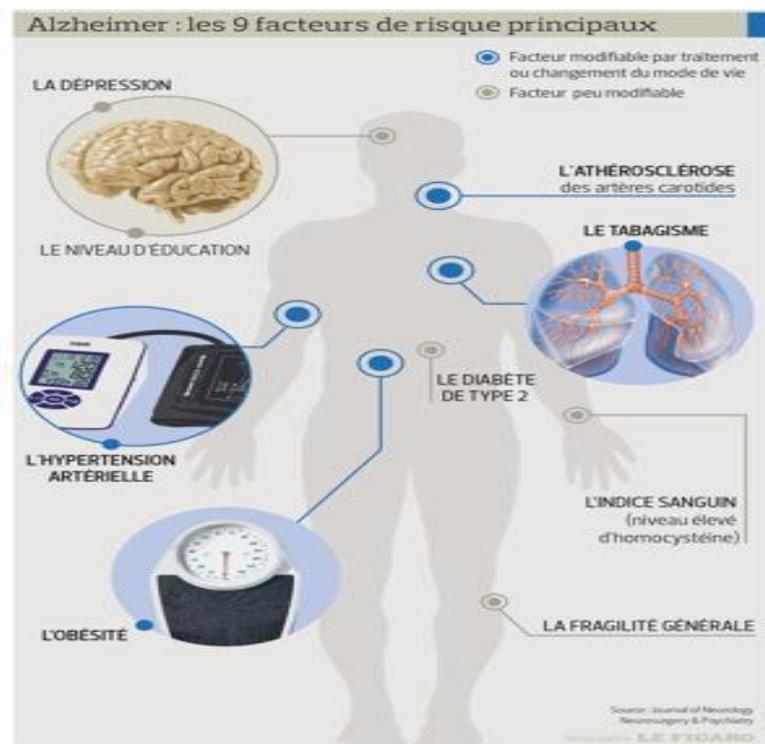


Figure I.2 : les facteurs de risque

I.3.2 Les facteurs génétiques :

Les formes familiales héréditaires : ce sont les facteurs les moins importants et représentent moins de 5% des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer, ils sont liés à 3 gènes :

- APP.
- Préséline1.
- Préséline2.

Les formes tardives : le facteur génétique individuel joue un rôle important dans l'apparition de la maladie Ils sont liés à 4 gènes :

- La clusterine CLU.
- Le récepteur du complément CR1.
- PICALM (lié au transport synaptique).
- APOE4 qui code pour l'apolipoprotéine E. [2]

La Maladie d'Alzheimer

I.4 Les différents stades de la maladie d'Alzheimer :

L'évolution de la maladie d'Alzheimer suit généralement certaines étapes, qui en huit à douze ans entraîneront des changements dans la vie des personnes atteintes et celle de leur famille et aboutiront au décès du patient,

Les signes et les symptômes de la maladie d'Alzheimer, l'ordre de leur apparition et la durée de chacun des stades varient d'un individu à un autre, En effet, il est important de comprendre que la maladie d'Alzheimer n'affecte pas tous les patients de la même manière.

Certaines personnes peuvent rapidement développer des maladies très sévères tandis que d'autres auront des maladies chroniques, assez invalidantes sur plusieurs années. Plus on développe la maladie de façon tardive dans sa vie, plus elle semble lente et chronique. Plus on la développe jeune, plus elle va affecter rapidement l'ensemble du cerveau, entraînant de nombreux troubles majeurs. [3]



Figure I.3 : l'effet de la maladie sur le cerveau

I.4.1 Stade 1 : Pas de déficit cognitif

Les personnes qui développeront la maladie ne présentent aucun problèmes de mémoire subjectifs ou évidents ni un déficit cognitif, à ce stade, la personne n'éprouve pas de difficultés dans la vie quotidienne, Aucun signe de démence n'est visible. [3]

I.4.2 Stade 2 : Déclin cognitif très léger

Ce stade décrit les pertes de mémoire similaire au déclin normal associé avec le vieillissement.

Les gens malades pourraient se plaindre de perte de mémoire qui consiste le plus souvent à oublier où il a mis des objets courants ou à oublier le nom des gens. Aucun symptôme de démence n'est apparent lors de contrôle, les aidants familiaux ne remarquent généralement pas ces très légers déficits cognitifs. [3]

I.4.3 Stade 3 : Déclin cognitif léger

À ce stade les pertes de mémoire et les troubles cognitifs deviennent plus fréquents et commencent à être remarqués par la famille et les amis

La Maladie d'Alzheimer

C'est aussi le stade où la personne atteinte :

- se perd en se déplaçant dans un lieu inconnu.
- présente des difficultés à construire des phrases et difficulté à trouver les bons mots.
- Oublie souvent des noms.
- C'est là où les problèmes de concentration apparaissent.
- A des trous de mémoire dans ses lectures.
- Perd des objets.
- Devient incapable d'organiser ses activités quotidiennes.
- Présente une baisse de performance et, est incapable de s'adapter à la société ou dans son milieu de travail. [3]

I.4.4 Stade 4 : Déclin cognitif modéré

À ce point, la personne atteinte présente clairement des signes de déficit mental et des troubles cognitifs modérés, marquant un début de démence ou de maladie d'Alzheimer d'où les activités de la vie quotidienne deviennent un défi.

Les symptômes décrits au stade 3 se renforcent :

- déclin de la mémoire des événements récents,
- Lacunes dans les souvenirs de leur propre passé.
- difficultés à se concentrer.
- difficultés à conduire ou à se rendre seul dans un endroit inconnu.
- difficultés à gérer ses finances.
- difficultés à accomplir précisément des tâches complexes.
- Les habiletés fonctionnelles diminuent. [3]

I.4.5 Stade 5 : Déficit cognitif relativement sévère (démence modérée)

À partir de ce stade les patients souffrant de la maladie d'Alzheimer risquent de ne plus être capables de s'accomplir normalement des tâches du quotidien, ils ont besoin d'assistance et ne peuvent plus vivre seules, elles portent habituellement toujours les mêmes vêtements et oublie de manger ou de prendre ses médicaments de plus elles peuvent provoquer un danger pour elles-mêmes.

Les problèmes de mémoire sont de plus en plus sérieux et touchent des aspects importants de la vie : la personne atteinte peut oublier son adresse, son numéro de téléphone et présente souvent une désorientation par rapport au temps (date, jour de la semaine, saison...) et aux endroits où elle se trouve.

Ce stade peut durer jusqu'à un an et demi. [3]

I.4.6 Stade 6 : Déficit cognitif sévère

Dit démence sévère, c'est un stade avancé de la maladie où le comportement et le physique du patient atteinte un changement radicale et les troubles cognitif et de mémoire sont de plus en plus grave.

A ce stade le patient atteint de la maladie d'Alzheimer devient :

- Incapable de s'occuper à lui-même, il a besoin de plus en plus d'aide pour se laver, s'habiller, manger et aller à la toilette.
- Incapable de souvenir les noms des membres de sa famille ainsi que leur conjoint.
- incontinent et se réveiller en pleine nuit et, par conséquent, ne plus différencier le jour de la nuit.

La Maladie d'Alzheimer

- inconscient de leur environnement, de l'année, la saison, etc...

D'autres symptômes peuvent être présents de façon variable :

- L'apparition de quelques changements sur sa personnalité (l'agressivité, l'agitation, l'anxiété, la paranoïa, les hallucinations et les comportements obsessionnels à répétition.
- Le rythme diurne est souvent perturbé.
- La capacité d'accomplir des activités physiques ou de fonctionner dans un milieu de travail décline rapidement.

À partir de ce stade, la personne atteinte a besoin de soins et de surveillance 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. [3]

I.4.7 Stade 7 : Déficit cognitif très sévère

Dit démence très sévère à terminale, À ce stade, le patient n'est pratiquement plus capable de parler ou de communiquer.

La personne atteinte perd progressivement ses capacités psychomotrices, elle est incapable de répondre à son environnement, elle ne peut plus parler, bouger, ni s'asseoir.

Elle devient dépendante même pour les gestes les plus simples de la vie quotidienne suite à une rigidité des muscles et des réflexes neurologiques qui sont souvent présents.

Ce stade peut durer 3 ans ou plus, il se termine par le décès de la personne malade, souvent des suites de complications indirectes (infections, dénutrition...).

La durée de chaque est variable d'une personne à une autre ainsi que certaines pourraient ne pas passer par tous les stades de la même manière ; toutefois, plus la maladie est diagnostiquée dans les stades précoces plus il est possible d'intervenir par la médication, les soins à domicile et la thérapie cognitive pour retarder et ralentir le déclin cognitif afin d'offrir une meilleure qualité de vie à la personne atteinte. [3]

I.5 Les principales complications de la maladie :

Il existe 3 éléments qui attirent le médecin dans son suivi non cognitif de patients atteints de maladie d'Alzheimer :

- les troubles du comportement
- la perte de poids
- les troubles de la marche et de la posture avec le risque de chute

. L'évaluation régulière des fonctions neurocognitives du sujet ne doit pas être négligée par ces éléments.

I.6 Les modalités de traitement :

La maladie d'Alzheimer est une maladie dont le traitement ne sert qu'à stabiliser ou freiner sa progression et améliorer les psycho-comportementaux souvent associés. Le but de ces traitements est de jouer sur le développement de la maladie, et non sur leurs causes. Les traitements symptomatiques sont prescrits pour limiter le déficit en neurotransmetteurs et retarder la progression des déficits observés. Le gain thérapeutique obtenu disparaît après arrêt du traitement. [4]

La Maladie d'Alzheimer

I.6.1 Approche pharmacologique :

Le diagnostic ne peut être fait que par un médecin formé à la maladie d'Alzheimer (gériatre, neurologue, psychiatre). L'ordonnance doit être renouvelée par un spécialiste chaque année.

Le traitement anticholinestérasique est indiqué dans les deux stades légers et modérés de la maladie en l'absence de contre-indication absolue (hypersensibilité connue à la molécule, insuffisance hépatique sévère) et relative (troubles du rythme, bloc auriculo-ventriculaire, ulcère gastrique ou duodénal en poussée, asthme sévère, broncho-pneumopathie obstructive sévère décompensée).

Toutefois, il paraît que ce médicament est efficace aussi pour les stades avancés de la maladie, donc les spécialistes font ses recherches et travaux actuellement sur ce type de patients.

La présence d'un aidant familial est obligatoire pour surveiller la prise du traitement qui commence progressivement. Un contrôle clinique est nécessaire 3 à 6 mois plus tard. Il n'y a pas de surveillance biologique recommandée pour les nouveaux anti-cholinestérasiques (rivastigmine, donepezil, galanthamine).

Le traitement spécifique de la maladie d'Alzheimer se représente pour les soins seulement dont le but est d'aider et soulager l'aidant familial par une prise en charge adaptée car il n'y a pas un traitement définitive pour cette maladie, il comprend le traitement des troubles comportementaux, des troubles nutritionnels et de l'humeur et le support psychologique. [4]

I.6.2 Approche non-pharmacologique :

L'approche environnementale ou comportementale est à mettre en place des techniques spécifiques d'aide de manière pratiquement systématique. Ces techniques imposent une formation des équipes et aussi des familles par des séances d'éducation individuelles ou en groupe pour bien comprendre l'Alzheimer et ses conséquences.

Etre informé sur l'éventuelle survenue de ces troubles au cours de l'évolution de la maladie permet à la famille de mieux comprendre et de ne pas avoir des attitudes qui renforceraient les positions délirantes.

Il faut conseiller l'entourage :

- de ne pas expliquer les gestes ou les actes des patients au gens et d'ignorer les fausses reconnaissances.
- de suivre la non-objection et de ne pas contredire le patient et quelquefois d'entrer dans les jeux délirants.
- de diminuer le stress emprisonné à l'intérieur dû aux manifestations comportementales par des activités physiques.
- d'éviter toutes les causes de perturbations : trop ou pas assez de lumière, trop de bruit, trop de contraintes.
- de se faire aider. [4]

I.6.3 Règles de prescription des psychotropes :

- sélectionner les produits les plus adaptés au sujet âgé.
- définir l'indication et l'objectif thérapeutique.

La Maladie d'Alzheimer

- informer le patient et sa famille sur l'utilisation des médicaments et les risques.
- enregistrer régulièrement des notes concernant l'efficacité.
- documenter les effets indésirables en les déclarants à la pharmacovigilance.
- évaluer régulièrement la thérapeutique avec l'avis du malade, de la famille, de l'équipe soignante.
- discuter systématiquement les alternatives non-médicamenteuses. [4]

I.7 Le suivi médical :

Pour une prise en charge bien organisée hors les prescriptions médicamenteuse, une nouvelle méthode est proposée :

- Le malade doit faire un examen clinique complet et régulier. En cas de nouveaux symptômes (agitation, fièvre...) il est nécessaire de renouveler l'examen pour chercher une altération de l'état général. Le patient devient incapable de décrire ses douleurs et les symptômes qu'il souffre, dans ce cas le médecin doit effectuer un examen complet incluant la vue, l'ouïe, l'état dentaire...etc. Il doit rechercher aussi des signes dépressifs, le stress, les troubles de la mobilité, les douleurs gastriques ou abdominales est également importante chez ces patients qui ne peuvent se plaindre de façon satisfaisante. Il en est de même pour les douleurs rhumatologiques qui peuvent être la cause d'un refus inexplicé de marcher.
- Durant le diagnostic, il faut étudier le mode de vie du malade ainsi que son entourage pour voir le retentissement de la maladie sur sa famille et les difficultés que peut avoir le patient à gérer ses actes personnelles.
- Parmi les examens radiologiques et biologiques les plus importants il y'a la radio thoracique. elle est utilisée comme un élément de référence pour les patients qui vont au centre de jour ou en institution en cas d'apparition des maladies contagieuses comme la tuberculose et les infections pulmonaires.
- Plusieurs autres examens et bilans sont demandés comme l'ECG, un bilan biologique qui devra comprendre une numération formule sanguine, un bilan hydroélectrolytique et hépatique et un examen cytot bactériologique des urines.
- L'Évaluation Gérontologique Standardisée (EGS) devra ensuite être réalisée chez tous ces patients au moment du diagnostic puis chaque 6 mois ou en cas d'un nouvel évènement qui survient que ce soit un évènement social (décès d'un proche, changement de mode de vie, hospitalisation) ou toute maladie intercurrente.
- L'évaluation sociale devra étudier le mode de vie du patient (seul, en famille, en institution), la qualité de son entourage (disponibilité, état de santé, âge...). [5]

I.8 Structures de prise en charge :

Il est nécessaire de trouver une solution pour une prise en charge globale, dépendante et précoce du patient en suivant un plan de soins et d'aide pour arrêter la progression des symptômes et préserver la qualité de vie du patient et de son famille en éliminant le problème de la dépendance.

La majorité des patients vivent à domicile, par conséquent son prise en charge est faite par la famille seulement sans aucune aide professionnelle. Pour résoudre ce problème, plusieurs solutions intermédiaires entre la prise en charge à domicile par la famille et l'institutionnalisation ont été développées dont on trouve

La Maladie d'Alzheimer

les familles d'accueils, l'accueil de jour ou le séjour temporaire, le domicile renforcé qui font une offre d'une prise en charge adaptée et spécifique des patients. Le manque d'information des familles et du coût financier des services proposés ou de l'hébergement reste toujours un obstacle qui perturbe la bonne prise en charge des personnes âgées.

Le domicile renforcé consiste à la présence des assistants professionnels extérieurs pour différentes interventions de différents services adaptés et modulables en fonction des besoins du patient et de sa famille. Ainsi, peuvent profiter de plusieurs offres:

- la présence permanente d'une infirmière pour garantir les soins d'hygiène, la prévention des escarres...etc.
- des soins de kinésithérapie;
- le service de garde-malade est formé à la prise en charge physique et psychique de la personne dépendante.
- le passage d'une aide-ménagère à des tâches quotidiennes que la personne ne peut plus faire (faire le ménage, préparer les repas ...) nommée par les mairies et le coût horaire dépend des ressources du bénéficiaire.
- le portage des repas à domicile est organisé par certaines mairies et est obtenu dans les mêmes conditions que l'aide-ménagère ;
- assurer la protection des patients en cas de danger par la mise en place d'une télé-alarme qui fait alerter les personnes responsables du patient.

Pour assurer une bonne adaptation du patient avec sa maladie il est nécessaire de bien informer la famille du patient, cette information peut être apportée par le médecin de la famille ou par le personnel des centres spécialisés (centre d'accueil de jour, hôpital de jour, centre de la mémoire,...) pour comprendre comment contrôler sa réaction.

Le transfert du patient dans les structures de longue durée sera fait lorsque la prise en charge à domicile devient trop lourde pour la famille.

Il existe deux types d'établissement pouvant recevoir ces personnes atteintes d'une maladie d'Alzheimer :

- les EHPAD ou l'Etablissement d'hébergement pour personne âgées dépendantes : ils accueillent les patients aux stades sévères de la maladie, à l'autonomie gravement atteinte.
- les services de long séjour : Le secteur public peut accueillir des patients atteints de troubles importants des fonctions cognitives. Ils ont pour but de stabiliser les troubles de comportement grave à un programme individualisé de réhabilitation cognitive et comportementale. [6]

I.9 Données statistiques de la maladie d'Alzheimer :

Aujourd'hui, la maladie d'Alzheimer est la plus fréquente des maladies neurodégénératives, elle est considérée comme troisième cause de décès dans le monde derrière les maladies cardiovasculaires et le cancer. Cette maladie affecte une personne sur dix âgées de plus de 65 ans dont la plus grande augmentation des cas se fera dans les pays faiblement ou moyennement industrialisés. Cela est dû en partie à une augmentation de l'espérance de vie, ainsi qu'à un manque d'accessibilité du diagnostic et de politique de prévention.

La Maladie d'Alzheimer

I.9.1 Mondialement : « L'Observatoire mondial de la démence » :

L'Observatoire mondial de la démence est le portail de l'OMS sur les statistiques sanitaires relative à la démence du monde entier, cette plateforme de surveillance a été créée par l'organisation mondiale de la santé dans but de faciliter :

- le suivi et le partage d'informations sur les politiques relatives à la démence et la prestation de services.
- 'accès aux données épidémiologiques sur la démence et aux statistiques des pays en mettant l'accent sur les estimations comparables.
- d'offrir des analyses de l'OMS pour suivre la situation et les tendances au niveau mondial, régional et national.

«Il s'agit du premier système mondial de suivi de la démence qui comprend un éventail de données aussi complet. Ce système nous permettra non seulement de suivre les progrès accomplis mais également, ce qui est tout aussi important, de repérer les domaines dans lesquels il faudra consentir le plus d'efforts à l'avenir», déclare le Dr Tarun Dua, du Département Santé mentale et abus de substances psychoactives de l'OMS.

Selon de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

La démence affecte 50 millions de personnes dans le monde près de 10 millions de nouveaux cas chaque année et un nouveau cas toutes les trois secondes, ce chiffre devrait atteindre 152 millions d'ici 2050.

«On compte e près de 10 millions de nouveaux cas de démence par an, dont 6 millions dans les pays à revenu faible ou intermédiaire. Les souffrances que cette maladie entraîne sont énormes. Nous devons réagir: il faut prêter davantage d'attention à ce problème croissant et veiller à ce que toutes les personnes atteintes de démence, où qu'elles vivent, bénéficient des soins dont elles ont besoin», déclare le Dr Tedros Adhanom Ghebreyesus, Directeur général de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS).

La Maladie d'Alzheimer

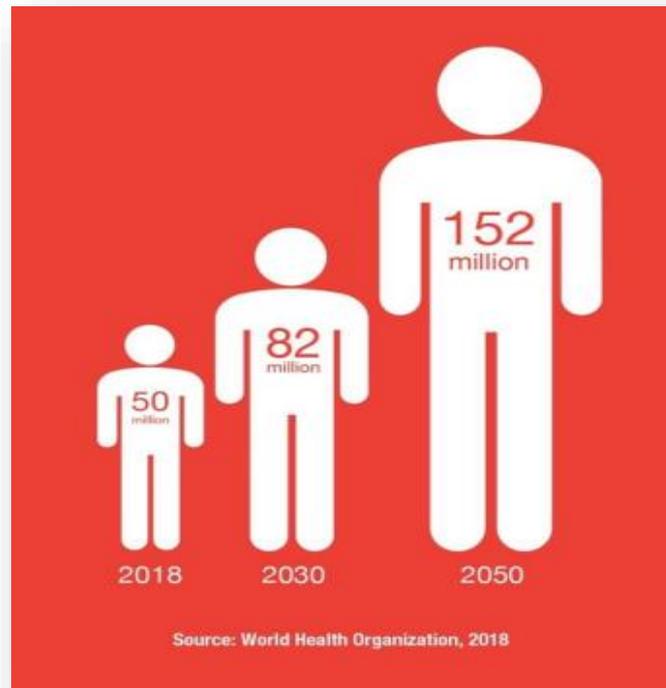


Figure I.4 : Etudes de la prévalence de la maladie d'Alzheimer

De 60% à 70% des cas de démence sont causés par la maladie d'Alzheimer, Plus de **35,6** millions de personnes dans le monde sont touchées par cette maladie. Chaque année, on dénombre 7,7 millions de nouveaux cas. [7], [8].

I.9.2 Régionalement « Méditerranéen Alzheimer Alliance » :

L'Association Monégasque pour la recherche sur la maladie d'Alzheimer (AMPA) créée en 1990 à Monaco, en 2013 a lancé la Méditerranéen Alzheimer Alliance (MAA) c'est un réseau d'experts qui regroupe des scientifiques, des professionnels et d'associations Alzheimer nationales de l'accompagnement de la région méditerranéenne. Elle rassemble 17 pays méditerranéens (Algérie, Chypre, Croatie, Egypte, Espagne, France, Grèce, Italie, Liban, Libye, Malte, Maroc, Monaco, Portugal, Slovénie, Tunisie, Turquie).

La figure et le tableau suivant présentent le nombre estimé de personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer en 2015 et 2050 selon les prévisions de MAA : [9]

La Maladie d'Alzheimer

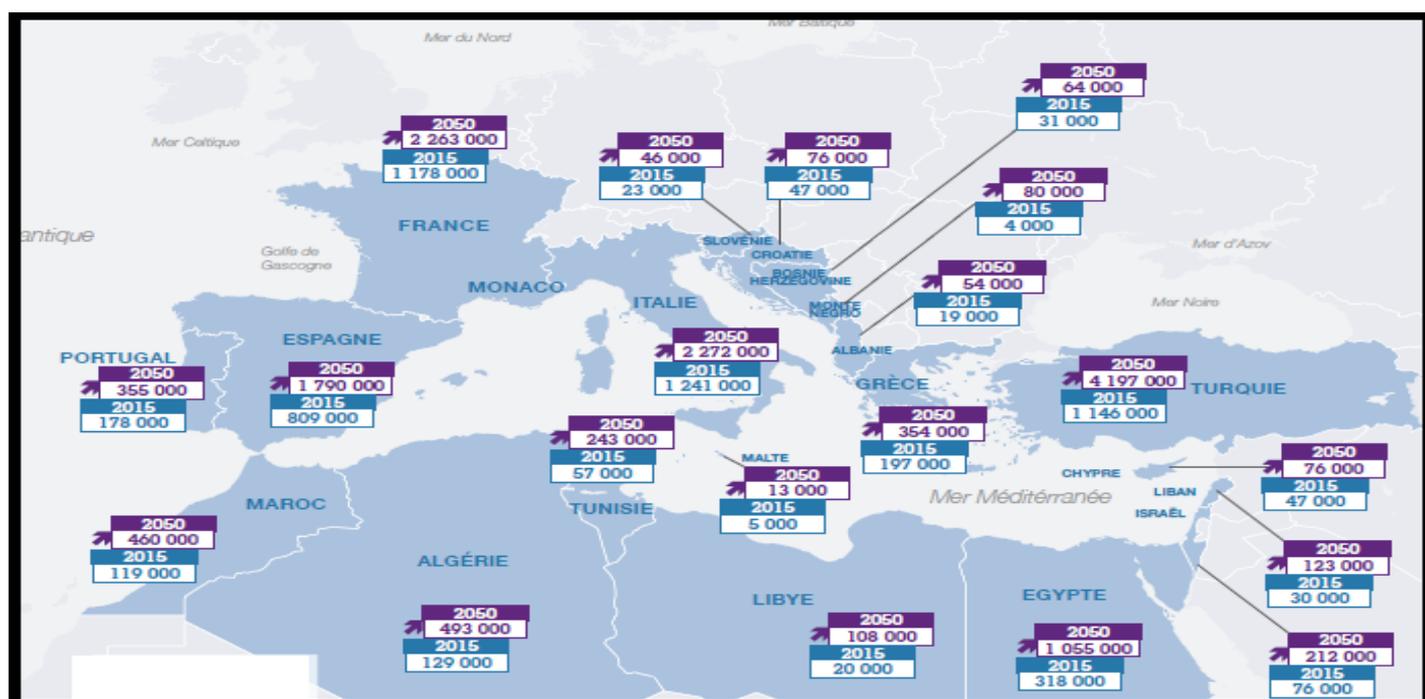


Figure I.5 : estimation de nombre de personnes atteintes d'Alzheimer en 2015 et 2050 selon MMA

Autres estimations :

PAYS	ANNÉE	NOMBRE DE PERSONNES ATTEINTES DE LA MALADIE D'ALZHEIMER ET DE MALADIES APPARENTÉES
Malte	2012	6 071
Italie	2015	1 000 000
Grèce	2015	150 000
Slovénie	2015	31 000
France	2014	850 000
Monaco	2015	400
Croatie	2015	86 000

Tableau I.1 : nombre des patients atteints d'Alzheimer autour du monde

La Maladie d'Alzheimer

I.9.3 Localement «la société algérienne de neurologie et neurophysiologie clinique SANNC» :

En Algérie, La maladie d'Alzheimer touche plus de 100 000 personnes ; ce sont les statistiques fournies par la Société algérienne de neurologie et de neurophysiologie clinique (SANNC) lors des premières journées médicales de neurologie "C'est une estimation nationale réelle, même si nous ne recevons que 10 000 malades en consultation" affirme le professeur Arezki Mohamed, président de (SANN).

Le nombre de malades a doublé selon les statistiques les plus récentes devant l'allongement de l'espérance de vie qui est passé de 50 ans en 1962 à 75 ans en 2002, "Le dernier recensement, réalisé vers fin 2017 et début 2018, a fait ressortir 200.000 cas d'Alzheimer à l'échelle nationale", a indiqué à l'APS Pr. Souhila Amalou neurologue spécialisée dans la maladie d'Alzheimer au Centre hospitalo-universitaire (CHU) Franz Fanon de Blida, chaque mois, une moyenne de 25 nouveaux cas dans la wilaya de Blida seulement.

Dans notre pays, les données épidémiologiques sur cette maladie restent toujours en absence et en manque de fiabilité puisque aucune institution ne dispose de statistiques fiables et de façon régulière. [10], [11]

I.10 Conclusions

La recherche médicale progresse mais aucun remède n'est connu à ce jour contre la maladie d'Alzheimer, donc il est nécessaire de trouver des solutions pour permettre aux personnes qui souffrent de cette maladie de continuer à vivre chez elles et pour aider leurs proches pour une bonne adaptation, il est possible de faire appel à différents services comme la surveillance à domicile ou la géolocalisation par des appareils portatifs permettant à la personne de se déplacer et de répondre à un besoin de sécurité.

CHAPITRE II

Chapitre II : Positionnement et réseau cellulaire

II.1 Introduction :

La traçabilité également nommée tracking est une fonction stratégique à deux dimensions spatiales et temporelles. Elle permet d'assurer le suivi quantitatif et la localisation d'une cible ainsi que leur destination et leur origine

Il y a beau temps que les systèmes de traçabilité ne servent plus seulement à savoir où sont les produits mais communiquent aussi des données temps réel et de façon automatique grâce à l'évolution de la technologie de communications (Bluetooth, Wi-Fi, NFC, UHF ...) et de localisation (GPS, GSM, adresse IP...), elle prend aujourd'hui le chemin de l'Internet des Objets (IoT).

La traçabilité repose sur quatre principes fondamentaux « identifier », « enregistrer et stocker », « gérer les liens » et « communiquer », ils sont interdépendants. Si une étape manque la traçabilité est interrompue.

La géolocalisation regroupe l'ensemble des technologies permettant de déterminer la localisation d'une personne ou d'un objet avec une certaine précision, son objectif est d'assurer la surveillance, la traçabilité et la gestion en temps réel des moyens en personnel et en véhicules...etc.

Aujourd'hui la géolocalisation est appliqué aux différents domaines allant de la sécurité, l'industrie, mis aussi au domaine de la santé.

II.2 Historique :

La géolocalisation n'est pas une technologie récente comme nous pensons. Par contre, on trouve ce besoin humain de situer dans l'espace et savoir prendre des points de repère pour tracer les chemins et les communiquer avec d'autres depuis longtemps.

Tout d'abord, les routes étaient indiquées par des traces sur le sol mais ça n'était pas suffisant, il était nécessaire de trouver un moyen de communiquer à grande échelle et de façon simple. Par exemple, les Egyptiens construisirent des obélisques pour former un système de signalisation permettant de guider les masses vers les lieux importants.

Afin de pouvoir gérer les ressources et la population d'une région de façon permanente sans déplacement, il devient important de localiser ses principales villes et caractéristiques géographiques en rependre à des besoins administratifs et politiques. L'opération commencerait par faire des relevés afin de produire des cartes plus ou moins précises.

Les égyptiens utiliseraient ces cartes pour des fins juridiques la première fois pour bien tracer les limites après la crue du Nil, également pour savoir où devaient être construire les pyramides pour qu'elles puissent être visibles depuis un horizon lointain et pour calculer où il fallait implanter les silos à grains pour satisfaire le peuple.

Après une bonne maîtrise de son environnement, l'homme voulut explorer le reste du monde. Donc il était obligé de trouver un point de repère fixe n'importe où sur Terre (notamment en mer) et c'était possible par l'invention de la boussole après la constatation du magnétisme terrestre.

Les Grecs choisirent d'utiliser les astres (Soleil, étoiles, Lune) pour se repérer, donc ils ont besoin de développer ses sciences pour déterminer à l'avance le mouvement et la disposition des astres dans le ciel pour donner une bonne indication sur la position de l'observateur. Cependant, l'astrolabe était inventer par

Géolocalisation

Hipparque, cet instrument sert à l'observation astrologique et astronomique et permet aussi de se repérer en zone inconnue en regardant le ciel étoilé.

Grace à l'octant et le sextant qui ont pour but de mesurer la hauteur d'un astre au-dessus de l'horizon et connaître position approximative sur la Terre par mesurer sa latitude, l'Homme put explorer les mers et contrées lointaines et compléter ses cartes.

Avec l'invention du chronomètre en 1734 les mesures tendaient vers le mieux en permettant de déterminer la longitude issue de la mesure du temps, qu'il posa un formalisme scientifique à la géolocalisation en s'accordant pour découper le Monde en portions repérées par leurs latitudes et longitudes et en prenant comme origine le méridien de Greenwich encore utilisé aujourd'hui pour les fuseaux horaires.

Savoir comment se localiser précisément partout sur le Globe n'était pas suffisant pour l'Homme. Cependant, un nouveau challenge nous attendait un peu plus loin dans l'Histoire. Ce challenge est de connaître la position d'un objet mouvant suite à l'avènement des guerres de plus en plus sophistiquées dans le 19^{ème} siècle, cet objet peut être une troupe, un équipement ou une personne en particulier et ceci est en temps réel. Mais le problème qui reste est qu'on ne peut pas connaître ni précisément ni continuellement l'emplacement d'un objet en mouvement.

De ceci vient le point de départ de la réflexion qui allait donner naissance à la géolocalisation moderne.

Une nouvelle technologie, la radiogoniométrie venait d'être découverte à la moitié du XX^e siècle suite au développement des ondes radio, cette technologie permit de mesurer la direction d'arrivée d'une onde électromagnétique. Ainsi l'apparence de la radionavigation qui sert à mesurer la direction d'arrivée de deux ondes produites par des radiophares (situés en des lieux connus) et par la technique de triangulation maîtrisée depuis 1533 (clairement énoncée dans un ouvrage de Gemma Frison), permit aux navigateurs de calculer une position probable de leur bateau.

A partir de la Seconde Guerre Mondiale, la découverte des antennes à cadres directionnels et des ondes électromagnétiques entraîna la découverte des techniques de localisation par différence de temps observée (EOTD), aujourd'hui utilisée dans le cadre de la géolocalisation par GSM. Le premier de ces systèmes fut proposé par la Raytheon Corporation en réponse à un appel d'offre de l'Air Force pour un système de guidage. C'est le vice-président de l'ingénierie et de la recherche de cette même entreprise, le Dr Ivan Getting qui proposa par la suite d'étudier l'usage de satellites comme base d'un système de navigation pour des véhicules se déplaçant rapidement dans les trois dimensions. Quand le Dr Getting quitta Raytheon en 1960, la technique qu'il avait proposée était parmi les formes les plus avancées au Monde en termes de navigation. [12]

II.3 Définition de la géolocalisation :

La géolocalisation consiste à localiser une ressource ou d'un individu dans un plan, selon un système de référence. Elle permet la collecte d'informations concernant les éventuels dépassements d'un objet (longitude, latitude, altitude) par exemple à fin de déterminer sa position dans l'espace de la planète ou dans une carte géographiques.

Géolocalisation



Figure II.1 : La localisation sur un plan

Contrairement à ce qui est connu, la géolocalisation n'est pas associée seulement à la localisation par satellite (GPS) ; elle fait usage de plusieurs technologies différentes touchant aux domaines d'activités complémentaires, permettant d'assurer la position à partir d'un terminal de communication électronique et de transmission des données. Par conséquent, le service de géolocalisation est réalisé par un réseau de télécommunication. [13]

II.4 Les techniques de géolocalisation :

Les techniques de géolocalisation sont nombreuses. Chacune d'entre elles a des spécificités et un mode de fonctionnement bien précis. Dans cette partie on va présenter chacune des techniques de géolocalisation les plus importantes.

II.4.1 La géolocalisation par satellite :

La géolocalisation par satellite consiste à calculer, grâce aux signaux émis par une constellation de satellites prévue à cet effet, la position actuelle sur la face terrestre d'un objet équipé d'une puce compatible se traduise en termes de latitude, longitude et parfois altitude et peut alors être représentée physiquement sur une carte. Le réseau satellite de positionnement le plus connu est le GPS (Global Positioning System). Dans le cas du GPS, pour que le repérage spatial fonctionne, un réseau satellitaire constitué de 24 satellites avec 3 satellites de secours tournant autour de la Terre (environ 2 tours en 24 heures) à une altitude de 20 000 km et répartis sur 6 orbites (4 par orbite) différentes est nécessaire. Ces satellites constituent un maillage du ciel et servent de repères aux navigateurs GPS dans leur processus de calcul de position. Ce système de satellites est conçu de façon qu'il y en ait toujours au moins quatre « visibles » par les navigateurs GPS, sans quoi la position ne peut pas être déterminée.

Ce système ne peut pas faire son rôle de géolocalisation grâce au réseau GPS que s'il est équipé d'une puce électronique GPS.

Le GPS offre une précision allant de 10 à 100 mètres pour les applications civiles.

Enfin, pour terminer, ajoutons que le système GPS est américain et est géré par le département de la défense des USA. L'usage de ce système par tous les autres pays que les États-Unis est souvent considéré comme une

Géolocalisation

dépendance qui ne plaît pas toujours (pour des raisons géopolitiques). Ainsi, différents états prévoient leurs propres systèmes de positionnement par satellite :

- La Russie à son système Glonass.
- L'Europe met actuellement en place les satellites du système Galileo.
- La Chine a son système Beidou
- L'Inde et le Japon ont également en projet leur système régional. [14]



Figure II.2 : La géolocalisation par satellite.

II.4.2 La géolocalisation par GSM :

La géolocalisation GSM est un procédé qui permet de trouver, avec une certaine précision, la situation géographique exacte d'un terminal GSM (téléphone portable) en se basant sur des informations extraites des antennes GSM auxquelles le terminal est connecté. Cette technique est rendue possible grâce à la technologie du GSM mobile.

Plusieurs techniques existent :

- Différence de temps observée ou EOTD (enhanced-observed timed difference) : le terminal calcule le temps écoulé entre l'émission et la réception de la requête envoyée à l'antenne et peut alors calculer sa distance par rapport à celle-ci.
- Temps d'arrivée (time of arrival)
- Angle d'arrivée (angle of arrival)
- Cell-ID (identifiant de cellule)

Géolocalisation

Aujourd'hui, la méthode GSM la plus utilisée est celle du Cell-ID (identification de la cellule radio). Cette méthode consiste à récupérer les identifiants des antennes GSM auxquelles le terminal est connecté. Par la suite, grâce à une base de données faisant le lien entre les identifiants des cellules et les positions géographiques des antennes, le terminal est capable de déterminer sa position et d'émettre une estimation.

Étant donné que les bases de données Cell-ID ne sont pas stockées localement dans le terminal, une connexion internet de type GPRS/EDGE ou 3G peut être nécessaire afin d'émettre une requête pour obtenir la correspondance Cell-ID / longitude latitude.

La précision du positionnement par GSM peut aller de 200 mètres à plusieurs kilomètres, selon que le terminal se trouve en milieu urbain (où la densité d'antennes est supérieure) ou en milieu rural. [14]

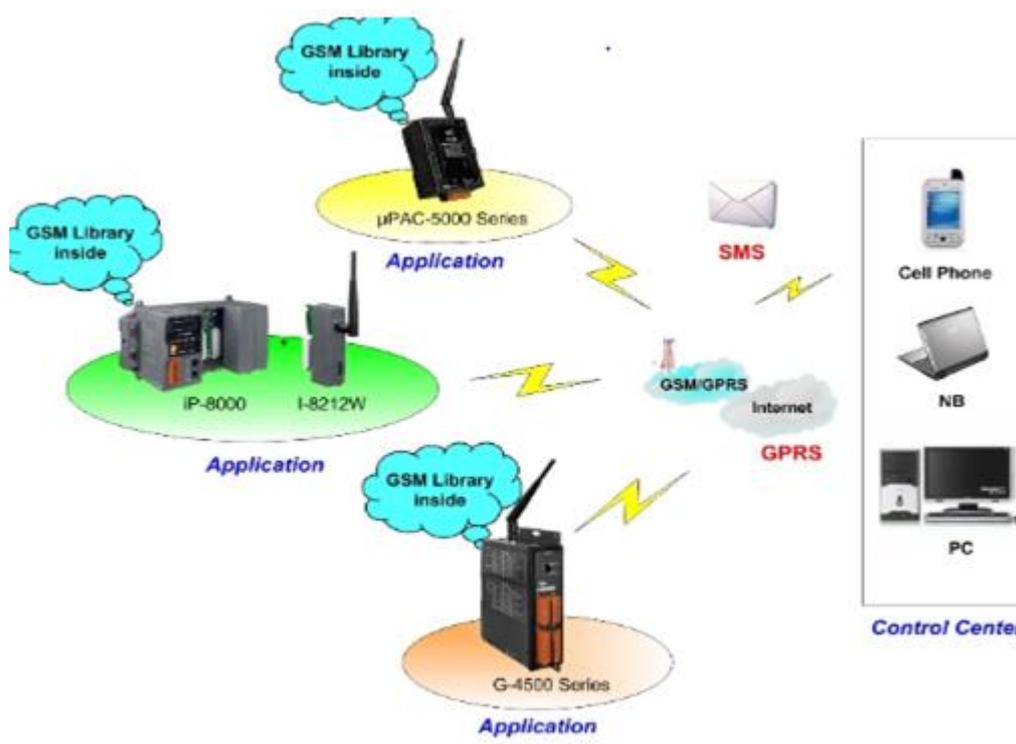


Figure II.3 : fonctionnement du GSM

Cette figure nous montre le fonctionnement de la technique GSM basée sur l'utilisation des serveurs dont le terminal utilisé (mobile, pc...) qui contient des antennes GPS envoie une requête aux serveurs constitué d'une base de données des positions géographiques et les bibliothèques des identifiants cellules des antennes piloté par des SMS ou par internet pour obtenir les données de longitude et latitude.

II.4.3 La géolocalisation par WIFI :

Le principe est réciproque de celui de géolocalisation par GSM qui peut se localiser par la méthode du Cell-ID sur un réseau mobile GSM, un terminal Wi-Fi peut utiliser la même méthode en se basant sur les identifiants des points d'accès Wi-Fi (SSID ou adresses MAC) qu'il détecte. Il existe des bases de données recensant une multitude d'identifiants de points d'accès Wi-Fi ainsi que leur position géographique. Ces bases de données peuvent appartenir à des entreprises privées ou à des communautés qui les publient gratuitement. Ces bases de données sont construites en utilisant la méthode appelée War Driving, qui consiste à parcourir les rues des

Géolocalisation

villes en voiture avec un smartphone ou un ordinateur portable équipé du Wi-Fi et relié à un récepteur GPS, afin de recenser un maximum de points d'accès Wi-Fi. [14]

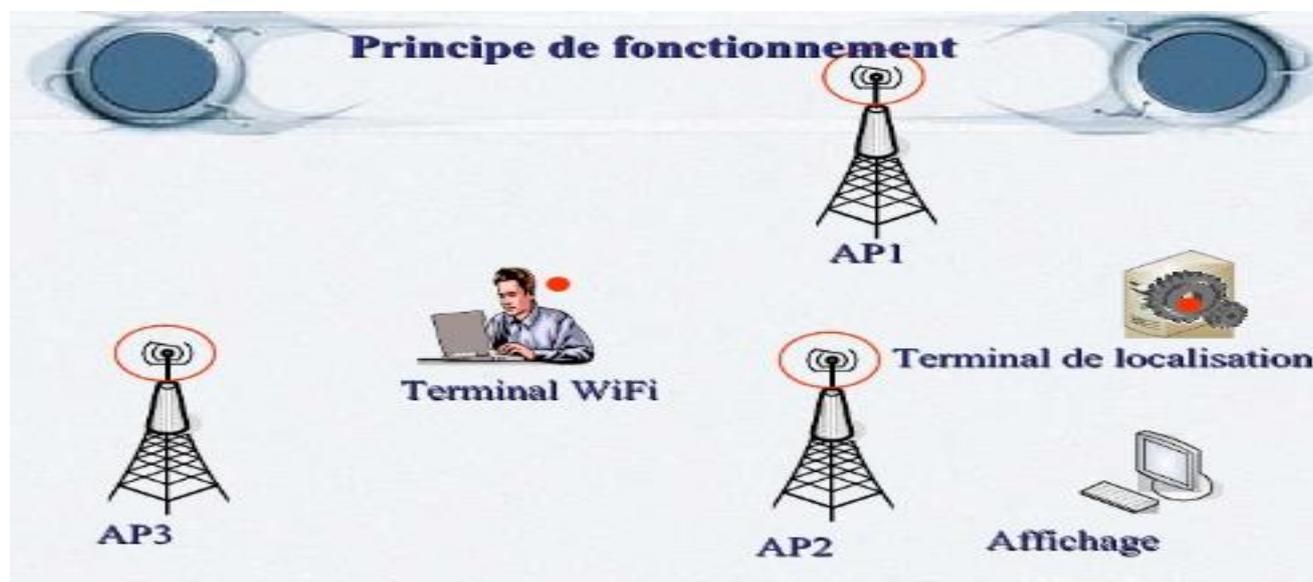


Figure II.4 : La géolocalisation par WI-FI.

Son principe de fonctionnement repose sur l'opération de triangulation. Le terminal WI-FI doit être sous la couverture de trois points d'accès (bornes WiFi) qui vont transmettre des informations à un moteur RTLS « Real Time Location System ». Ce moteur peut calculer la position de l'émetteur et la transmettre à un opérateur via une console de surveillance. La précision de localisation dépend de la densité des points d'accès. Elle peut atteindre une précision du mètre.

II.4.4 La géolocalisation par géocodeur :

Le géocodage permet d'affecter des coordonnées géographiques (longitude et latitude) à une adresse précise (individus, entreprises, clients, établissements...etc.), ces coordonnées géographiques permettent de positionner chaque adresse sur une carte numérique via un système d'informations Géographiques (SIG), ce système permet de rapprocher l'adresse issue d'une base de données à l'adresse présente dans une base de référence.

Ces bases de référence contiennent des informations sur l'emplacement des points d'intérêt et les noms issus d'un répertoire géographique, tels que les montagnes, les ponts et les points de vente, les coordonnées reposant sur la latitude et la longitude ou d'autres collecteurs cartographiques et des systèmes de référence, tels que TeleAtlas le logiciel de navigation routière Tom Tom, NavTeq cartes routières mondiales, Le projet de cartographie mondiale OpenStreetMap, les données du portail GéoBas en Canada, IGN en France et le (MGRS) ou le système United States National Grid, ainsi que les adresses, qui peuvent adopter différents styles et formats, notamment les intersections de rues, les numéros de domicile avec les noms de rue, et les codes postaux.

Cette technique permet de géocoder avec précision des volumes importants d'adresses et d'offrir également la possibilité de retoucher manuellement les adresses mal renseignées. [15]

Géolocalisation



Figure II.5 : Géocodage : exemple d'un service de géolocalisation par géocodeur.

Ce principe de géocodage est automatisé à l'aide d'un géocodeur qui peut être sous forme de logiciel ou de service en ligne pour associer à chaque adresse des coordonnées (longitude et latitude).

II.4.5 La géolocalisation par adresse IP :

La géolocalisation par adresse IP est le mode de géolocalisation qui permet de déterminer la position géographique d'un terminal connecté à internet en se basant sur son adresse IP.

Le principe est d'identifier l'adresse IP utilisée via internet et transmise au serveur dans le cadre du protocole IP et de la comparer en temps réel à un référentiel d'adresses IP comprenant leur localisation. C'est ainsi une adresse unique servant à identifier un ordinateur.

L'ICANN « Internet Corporation for Assigned Names and Numbers » est une société mondiale non lucrative se charge de la régulation et l'administration des ressources numériques d'Internet telles que l'adressage IP et les noms de domaines de premier niveau (TLD)

L'IANA (Internet assigned number authority) est un département de l'ICANN qui gère au niveau mondial l'attribution des adresses IP. Comme pour les noms de domaine, cette autorité délègue la distribution des adresses IP à des organismes régionaux :

- Le RIPE (Réseaux IP Européens) pour l'Europe, le Moyen Orient et les pays africains de l'hémisphère du nord.
- L'ARIN (American Registry for Internet Numbers) pour l'Amérique du Nord et l'Afrique du Nord
- L'APNIC (Asia-Pacific Network Information Center) pour l'Asie et le Pacifique
- L'ACNIC (Association Congolaise de Nommage Internet en Coopération) pour l'Amérique du Sud

Les internautes, les serveurs web, les serveurs mails ou n'importe qui connecté à Internet ont un adresse IP sous forme d'une suite de numéro du style 198.162.14.1 permettant la mise en relation non centralisée des machines connectée au réseau, ensuite à l'aide d'une base des données, on peut les localisé on savoir la «

Géolocalisation

nationalité » d'une adresse IP, c'est d'ailleurs ainsi que fonctionnent les applications statistiques identifiant l'origine géographique des visiteurs sur les sites web. [14]



Figure II.6 : La géolocalisation d'une machine via une adresse IP

II.4.6. La géolocalisation par RFID :

RFID ("Radio Frequency Identification") ou La radio-identification en français, c'est une méthode utilisée pour la mémorisation et la récupération des données à distance en utilisant des puces de géolocalisation appelée également « tag » équipée d'une antenne qui est capable de transmettre un numéro de série unique à des lecteurs. Cette puce peut se présenter sous forme radio-étiquettes qu'il s'agit d'un transpondeur qui sont habituellement des semi-conducteurs miniaturisés.

Cette technologie permet d'identifier un objet, d'en suivre le cheminement et d'en connaître les caractéristiques à distance grâce à cette étiquette, attachée ou incorporée à l'objet. Pour ce faire, une série de lecteurs RFID équipés de différents types d'antennes sont positionnés de façon à couvrir l'ensemble de la zone souhaitée. La zone est alors découpée en cases dont la surface varie en fonction du nombre de lecteurs déployés et de leur puissance, une fois l'objet équipé d'une radio-étiquette active (RFID tag) sera dans ces zones-là, le système sera capable de calculer sa position en se basant sur le nombre de lecteurs qui détectent le tag et de déduire la position approximative de l'objet en se référant au schéma de découpage établi en temps réel.

La technologie RFID a de nombreuses applications :

-La gestion des chaînes logistiques :

- suivi des stocks dans le domaine d'industrie.
- traçabilité sanitaire.
- traçabilité de la chaîne du froid dans l'alimentaire.

- la gestion de l'approvisionnement

-la localisation et le suivi des marchandises.

Géolocalisation

- paiements mobiles
- détection de vol.
- localisation et identification des individus.
- le transport (les tiques de transport (tramway, métro...)).

Et d'autres domaines d'application comme : la défense, les soins de santé, la sécurité et le contrôle d'accès.

La technologie RFID permet de géolocaliser à l'intérieur et l'extérieur avec une haute précision, mais comme inconvénient, le coût de la puce reste trop élevé avec une zone de détection limitée. [16]



Figure II.7 : Une Puce RFID

II.4.7 Combinaison de ces techniques :

Aucune technique n'est parfaite. Chaque méthode possède des avantages et inconvénients, généralement les points faibles d'une technique sont liés à leur dépendance à un certain réseau. Ainsi, la géolocalisation par GPS est impossible à utiliser à l'intérieur et elle nécessite un temps de réponse à l'allumage. La géolocalisation par GSM a une couverture géographique limitée et nécessite un accès au réseau GPRS pour exploiter l'information et présente une précision moins importante que les autres techniques. Enfin, la géolocalisation par Wi-Fi qu'elle est presque inutilisable en milieu rural à cause de l'absence de bornes d'accès Wi-Fi.

La solution est de combiner ces trois techniques qui sont susceptibles de géolocaliser le terminal avec une bonne précision dans n'importe quelle situation existante. Ce type de dispositif est capable de suivre un individu ou une cible à l'extérieur en utilisant le GPS et de garder sa trace à l'intérieur grâce aux techniques GSM et Wi-Fi. [17]

II.5 Applications pratiques de la géolocalisation :

L'Homme tente en permanence de développer différentes techniques de positionnement de plus en plus sophistiquées. Les progrès récents ouvrent la voie à une nouvelle révolution dans de nombreux domaines comme les transports, le commerce, la santé, les loisirs, etc. Les progrès espérés en termes de bien-être, confort, sécurité, environnement, productivité... font rêver à la

Géolocalisation

condition que les libertés et l'intimité des individus soient respectées et préservées. De varies applications métier ont rapidement vu le jour. [18]

II.5.1 Les applications militaires :

L'utilisation de la géolocalisation dans le domaine militaire est multiple et permet à faible coût d'améliorer les missions tactiques. Et la réalité que les militaires sont à l'origine du système et sont très avancés dans son utilisation. Des versions évoluées permettent en particulier de déterminer la position des cibles, le guidage de missiles, le parachutage de tous temps, la recherche et le sauvetage, de contrôle et de surveillance de véhicules.

En mer, le GPS aide les navires à se rendre à destination en toute sécurité et de manière efficace. Des organismes de surveillance, notamment les garde-côtes, s'en servent pour établir et patrouiller les limites territoriales et les zones économiques exclusives.

Les navires, les avions sont depuis longtemps équipés du GPS et les navigations se font en fonction de ses indications. Les balises maritimes sont « les réseaux de points géodésiques » des mers et océans et émettent en continue leur position. Les avions utilisent le pilote automatique qui est en fait une prise en charge de l'appareil, couplée avec une trajectographie guidée par des positions GPS en temps réel.

Le GPS s'est alors révélé être d'une importance majeure pour les bases militaires. [18]

II.5.2 Les applications civiles :

II.5.2.1 Applications professionnels :

La géolocalisation dans le milieu professionnel est presque toujours synonyme de gain de productivité, d'économies de carburant, d'économies de communications et de sécurité accrue. De plus, ces solutions offrent aux responsables de l'exploitation du parc¹ une vision globale et un meilleur temps de réactivité en cas d'incident. Cela permet à l'entreprise utilisant un système de géolocalisation d'améliorer son service client et de réduire ses coûts afin d'accroître sa compétitivité.

Quelques domaines dans lesquels la géolocalisation est communément utilisée sont listés ci-dessous :

- Transport de marchandises et logistique : permet de Suivi les véhicules (semi-remorques, des citernes, des camions...) en temps réel et historique, Trajets détaillés sur carte, Détection de mouvement.
- Transport de passagers : permet de calculer du temps avant passage, localiser les véhicule le plus proche ou dans une zone spécifique et l'optimisation des horaires et des trajets...
- Suivi et protection des personnes : permet le suivi en temps réel des personnes, la localisation exacte de lieu d'incident, l'envoi d'ordres de mission, la navigation vers les lieux d'intervention...
- La sûreté ou la sécurité des marchandises ou véhicules dont il a la charge (travailleurs isolés, transports de fonds et de valeurs, etc). [19]

Géolocalisation

II.5.2.2 Applications personnelles :

- Suivi et sécurité des personnes : destinée beaucoup plus vers les enfants, les personnes dépendantes ou âgées, les randonneurs. Elle permet le suivi et la localisation de ces gens et présentes plusieurs offres de détection de sortie de zone ou le bouton SOS avec envoi d'un message...
- Sécurité des biens personnels (voitures, plaisance...).

II.6 Système de géolocalisation par satellite :

II.6.1 Introduction sur le GPS :

Le GPS est devenu aujourd'hui une avancée technologique que beaucoup d'entre nous utilisent. C'est un sigle signifiant Global Positioning System Système de Géolocalisation par Satellite. Ce système de navigation par satellite est utilisé pour déterminer la position précise d'une personne ou un endroit avec un réseau de 24 satellites déployés dans l'espace ou à environ 19 000 kilomètres de la surface de la Terre (plus 3 satellites en réserve), Il permet de déterminer les coordonnées géographiques de n'importe quel point situé à la surface du globe avec une précision qui peut atteindre 1 mètre.

La technologie GPS a été utilisée pour la première fois par l'armée américaine dans les années 1960 et a été étendue à une utilisation civile au cours des prochaines décennies.



Figure II.8 : constellation des satellites dans l'espace

Géolocalisation

II.6.2 L'histoire du GPS :

À l'origine, le GPS était un projet de recherche des Forces armées des États-Unis. Il a été lancé à la fin des années 1960 à la demande du président Richard Nixon en repense au SPOUTNIK le premier satellite lancé en 1957 par les Russes pendant la guerre froide. Chacun des trois principaux corps de l'armée a proposé des systèmes permettant cette localisation. La première utilisation concrète de satellite pour le positionnement terrestre est faite par l'US Navy en 1960. C'est le système Transit, un système de positionnement par satellites mis au point pour la marine des États-Unis. Mais, si ce système permet un repérage avec une précision métrique, donc ils ont besoin de trouver une solution pour réduire le problème du temps pris pour le calcul des mesures qui exige deux survols du récepteur pour que le système fonctionne correctement. Pour cela, les spécialistes ont eu l'idée d'utiliser l'effet Doppler (variation de la fréquence d'une onde entre son émetteur et son récepteur en fonction de la distance) pour calculer la distance qui séparait la position d'un satellite depuis la Terre. Et ainsi par effet inverse on pouvait déterminer la position d'un point sur Terre depuis les satellites.

Finalement, en 1973, une innovation reprenant les idées de la marine de l'armée de l'air et de l'armée de terre Américaine fut approuvée par le gouvernement américain. C'est ce qui allait devenir le GPS NAVSTAR.



Figure II.9 : Satellite NS-7D ; vue d'artiste (copyright lockheed Martin)

En 1983, le président Ronald Reagan, à la suite de la mort des 269 passagers du vol 007 Korean Airlines qui a dévié de sa trajectoire, entre dans l'espace aérien russe et est abattu par un chasseur soviétique propose que la technologie GPS soit disponible gratuitement aux civils, une fois opérationnelle. Une seconde série de satellites est lancée à partir de 1989 en vue de constituer une flotte suffisante.

En 1995, le nombre de satellites disponibles permet de rendre le GPS opérationnel en permanence sur l'ensemble de la planète, avec une précision limitée à une centaine de mètres pour un usage civil. En 2000, le président Bill Clinton confirme l'intérêt de la technologie à des fins civiles et autorise une diffusion non restreinte des signaux GPS, permettant une précision d'une dizaine de mètres et de généraliser l'utilisation de la technologie au grand public à partir du milieu des années 2000. [20]

Géolocalisation

II.6.3 Composition du système GPS:

Le GPS est composé de trois parties distinctes, appelées encore segments : des satellites en orbite autour de la Terre (segment spatial), des stations de contrôle au sol (segment contrôle), et les récepteurs GPS à la disposition des utilisateurs (segment utilisateur). [21]

II.6.3.1 Segment spatial :

Le segment spatial est constitué d'une constellation de 27 satellites en fonctionnement, Ces satellites évoluent sur 6 plans orbitaux. La constellation est organisée autour de 24 satellites principaux qui assurent la disponibilité mondiale du GPS, ce qui suppose d'avoir au moins quatre satellites visibles du sol partout dans le monde. Les satellites GPS décrivent des orbites circulaires d'une durée de 12 heures, à 17 440 km d'altitude. Les orbites sont inclinées de 55° par rapport à l'équateur pour assurer une couverture des régions polaires. Les satellites s'orientent continuellement pour pointer les panneaux solaires qui les alimentent vers le Soleil et les antennes vers la Terre. [21]

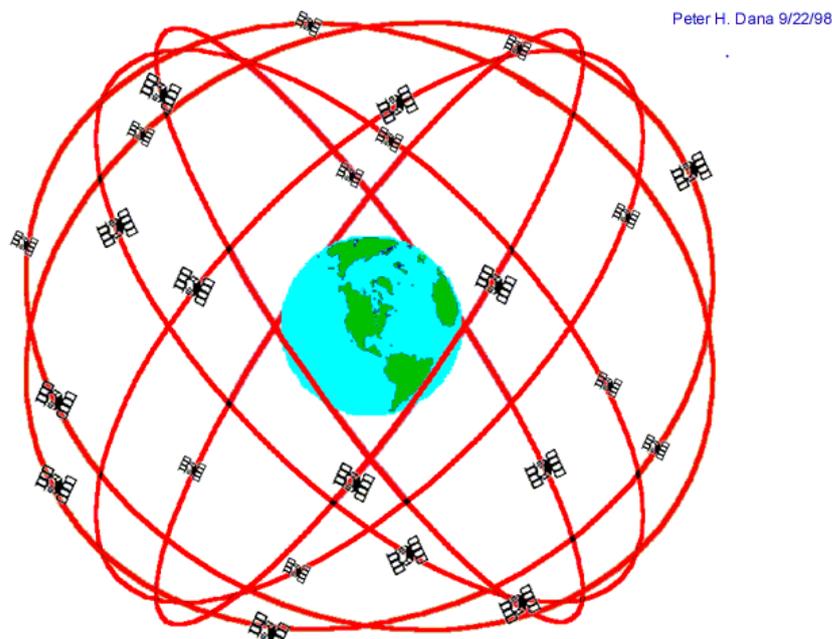


Figure II.10 : Dispersion des satellites

II.6.3.2 Segment de contrôle :

C'est la partie qui permet de piloter et de surveiller le système. Elle comprend la station maîtresse de contrôle, située à la base Falcon de l'armée de l'air, à Colorado Springs, dans le Colorado. Elle comprend également des stations de surveillance installées à Falcon AFB (Hawaii), sur l'île de l'Ascension dans l'Atlantique, à Diego Garcia dans l'océan Indien, et sur l'île Kwajalein dans le Pacifique sud. Le système de contrôle utilise les mesures collectées par les stations de surveillance pour prédire le comportement de chaque orbite et horloge de satellite. Leur rôle est de mettre à jour les informations transmises par les satellites (paramètres d'horloge...) et contrôler leur bon fonctionnement. [17]

Géolocalisation



Figure II.11: Global Positioning System (GPS) Master control and Monitor Station Network

II.6.3.3 Segment utilisateur :

Le segment utilisateur regroupe l'ensemble des récepteurs GPS militaires et civils qui reçoivent et exploitent les signaux des satellites GPS pour calculer des données de position, de vitesse ou de temps.

C'est le GPS que l'on achète dans le commerce pour naviguer en mer ou se repérer en randonnée ou en montagne. De plus en plus de camions, autocars, taxi et voitures particulières en sont équipés actuellement.

Il comprend une antenne de réception et un récepteur- calculateur. [21]



Figure II.12 : Segment utilisateur des GPS.

Géolocalisation

II.6.4 Principe de fonctionnement du GPS :

Le GPS fonctionne grâce au calcul de la distance qui sépare un récepteur GPS de plusieurs satellites. Le principe de repérage utilisé par le GPS s'appuie sur le principe de la trilatération. [22]

II.6.4.1 La trilatération :

La trilatération est une méthode mathématique similaire à la triangulation, elle permet de déterminer la position relative d'un point en utilisant la géométrie des triangles. Mais contrairement à la triangulation qui utilise les angles et les distances pour positionner un point, la trilatération ne dépend que des calculs de distances, sans calculs d'angles.

Pour simplifier, on se place dans le plan, et non dans l'espace : ça simplifie les dessins mais le principe reste parfaitement identique dans les deux cas. [22]

1. Le récepteur GPS reçoit le signal d'un premier satellite. Les deux temps d'émission et de réception du signal sont connus : donc la durée de parcours du signal est aussi connue. Le signal voyageant à la vitesse de la lumière, on en déduit qu'on se trouve à une distance D du satellite suivant la formule : Distance = vitesse * temps. On considère la distance D séparant un satellite d'un récepteur GPS. L'ensemble des points possibles où pourrait se situer l'utilisateur du GPS est le cercle de centre le satellite et de rayon la distance D .

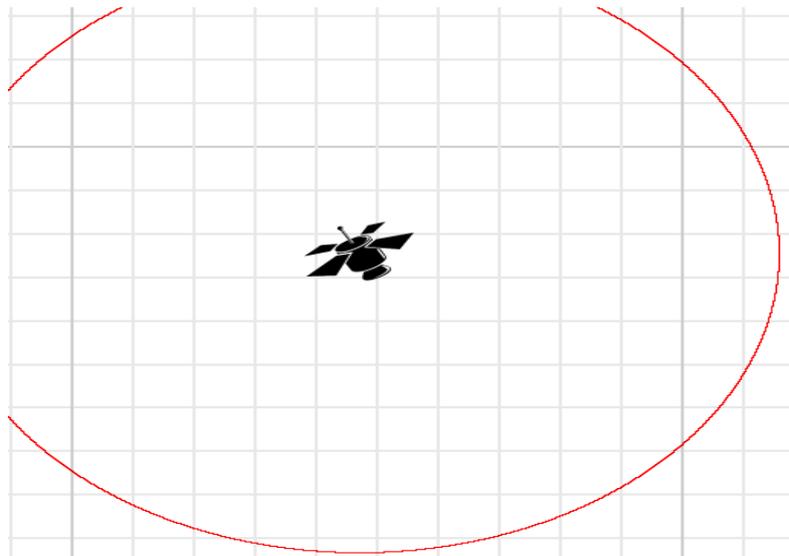


Figure II.13 : utilisation d'un seul satellite

2. De la même manière on fait intervenir un deuxième satellite qu'on connaît la distance le séparant du récepteur GPS. L'intersection des deux cercles forme deux points. Ces deux points représentent les deux positions que peut avoir le récepteur GPS.

Géolocalisation

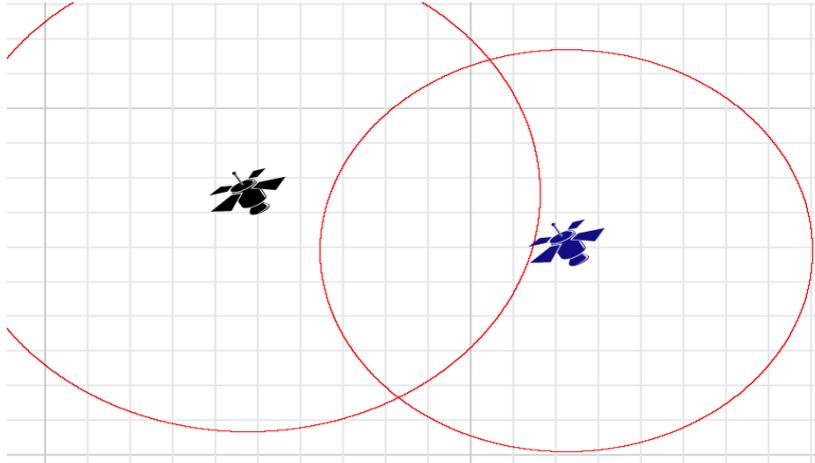


Figure II.14 : Utilisation de deux satellites

3. Pour savoir quel est le point cohérent, il nous faut le signal d'un troisième satellite pour avoir un seul point qui se trouve à la bonne distance des 3 satellites à la fois : il correspond à notre position.

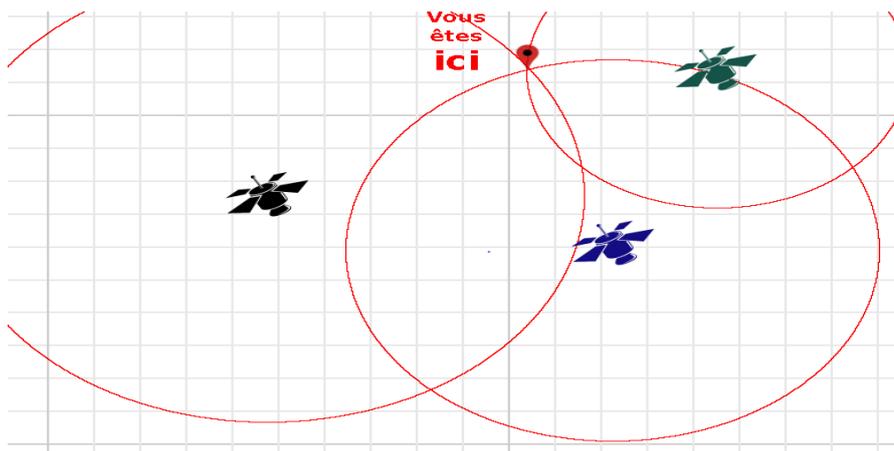


Figure II.15 : utilisation de trois satellites.

Sachant que Dans le cas réel, on se trouve dans l'espace, pas dans un plan. On utilise donc des sphères à la place des cercles ce qui pose un problème lors de l'intersection de 3 sphères qui correspond à deux points.

En théorie il nous faut donc un quatrième satellite pour savoir où on se trouve. Mais, en pratique on élimine l'un des deux points car il ne se trouve pas sur Terre mais à une position absurde (soit à l'extérieur de la constellation des satellites GPS ou dans les profondeurs de la Terre). Trois satellites sont suffisants donc pour connaître notre position sur le globe.

La synchronisation de l'horloge des récepteurs GPS trouvés dans les téléphones ou les boîtiers GPS n'est pas bien précise, il est nécessaire donc d'utiliser l'horodatage produite par une horloge atomique à bord d'un quatrième satellite. Cette horloge permet d'avoir une précision très importante de l'ordre de quelques mètres sur la surface de la Terre, car une différence d'une microseconde correspond à une erreur de 300 mètres sur la position.

Géolocalisation

L'utilisation du GPS nécessite donc au minimum de quatre satellites : trois pour la position, et un pour la synchronisation.

II.6.4.2 La mesure de distance :

La distance qui sépare le satellite du récepteur est calculer en connaissant le temps que les ondes électromagnétiques (micro-ondes) qui se propagent à la vitesse de la lumière ont mis pour parcourir ce trajet suivant la formule :

Distance = vitesse * temps. Sache que La célérité des ondes transmises est proche de celle de la lumière c'est-à-dire 300 000 km/s.

Il reste donc à déterminer le temps de transmission du signal. Pour cela, le récepteur GPS compare l'heure d'émission (incluse dans le signal) à l'heure de réception de l'onde par le récepteur. Après la multiplication de cette mesure du temps par la vitesse du signal, ça donne une pseudo-distance, assimilable à une distance, mais il y'aura une erreur de synchronisation des horloges du satellite et du récepteur, et de dégradations dues à quelques phénomènes relativistes (la traversée de l'atmosphère, la différence de référentiels du temps des satellites et sur Terre...). L'erreur d'horloge peut être modélisée sur une période assez courte à partir des mesures sur plusieurs satellites. [22]

II.6.4.3 Temps et synchronisation :

Le calcul des coordonnées géographiques ne peut être fait que par le calcul du décalage de l'horloge interne du récepteur avec le "temps GPS" et donc le décalage avec le temps UTC (Le temps universel coordonné, est une échelle de temps adoptée comme base du temps civil international par la majorité des pays du globe). L'horloge du récepteur est synchronisée à celles des satellites à cent milliardièmes de seconde près. Cet accès très précis au temps UTC permet d'asservir très précisément en fréquence une horloge extérieure ou de synchroniser des horloges distantes. Cette possibilité est largement exploitée dans le monde scientifique. Dans le monde des transmissions, les grands réseaux de télécommunications nécessitent des équipements parfaitement synchronisés pour fonctionner correctement. Les réseaux de téléphonie mobile et de données se servent du temps GPS pour assurer la parfaite synchronisation de toutes leurs stations de base. [22]

II.6.4.4 le positionnement des satellites :

La position des satellites est un autre paramètre à régler pour obtenir un positionnement exact. Effectivement, pour calculer précisément la distance séparant un satellite du point à déterminer, la position de satellite doit être parfaitement connue dans l'espace. C'est le rôle des stations de contrôle qui calculent l'erreur de position commise par le satellite après que ce dernier renvoie sa position théorique à la station afin de lui renvoyer la valeur de cette erreur. Le satellite peut donc informer le récepteur de l'erreur qu'il doit prendre en compte dans ses calculs. [22]

II.6.5 Récepteurs GPS :

Chaque récepteur GPS a en mémoire le chemin que parcourent tous les satellites du système autour de la terre. Ces données sont actualisées par les informations émises par les satellites visibles par l'appareil de réception.

Chaque satellite est équipé d'une horloge atomique.

1. Le récepteur GPS reçoit l'heure d'envoi d'une onde, émise par chaque satellite visible du système GPS. L'onde se propage à la vitesse de la lumière.

Géolocalisation

2. Le récepteur GPS sélectionne les quatre satellites les mieux placés pour effectuer les calculs de géolocalisation. Les satellites visibles supplémentaires permettent d'affiner les calculs.
3. Tour à tour, pour chaque satellite, le récepteur GPS soustrait l'heure de réception à l'heure d'envoi de l'onde, ce qui lui permet d'obtenir le temps qu'a mis cette onde à lui parvenir. En réalité, les calculs sont compliqués par le fait que le récepteur GPS n'a pas, lui, d'horloge atomique.
4. En multipliant ce temps par la vitesse de l'onde, il calcule la distance entre le récepteur et chaque satellite. On voit qu'une erreur d'un millième de seconde provoque une erreur de $300\,000 \times 0,001 = 300$ kilomètres !
5. En croisant la distance et la position dans le ciel de chacun des quatre satellites au moment de la réception de l'onde, le GPS "fait le point", c'est-à-dire, il calcule le point d'intersection entre ces quatre distances.
6. L'appareil dans lequel est implanté le récepteur GPS traduit finalement les coordonnées de ce point en langage compréhensible par l'utilisateur.

Le récepteur GPS calcule les informations émises par quatre satellites au minimum, pour obtenir les coordonnées en longitude, latitude, et altitude du point où il se trouve.

La plupart des récepteurs GPS possèdent une antenne incorporée. Les deux types d'antennes les plus populaires utilisées dans les récepteurs GPS sont "patch" et "quad helix". Les antennes GPS externes sont normalement utilisées lorsque les signaux satellites ont besoin d'être amplifiés.

Beaucoup de modèles sont construits avec une base magnétique pour l'installation sur le toit d'un véhicule. Les modèles construits pour les bâtiments sont souvent installés sur un mât. La plupart des modèles sont disponibles avec un éventail de connecteurs pour tous les types de connecteurs d'antenne de récepteur GPS.

[14]



Figure II.16 : Récepteur GPS Bad Elf Pro

Géolocalisation

II.6.6 Erreurs possibles :

Les récepteurs GPS sont capables d'améliorer leurs calculs et rendre ses résultats plus précis en utilisant plus de quatre satellites et en éliminant les sources qui semblent peu fiables, ou trop proches l'une de l'autre pour fournir une mesure correcte.

Le problème majeur du GPS est qu'il n'est pas utilisable dans toutes les situations. Par exemple, la géolocalisation par GPS n'est pas possible à l'intérieur des bâtiments. On prend comme exemple Les smartphones qui sont capables de se géolocaliser en intérieur, ils n'utilisent pas le positionnement GPS dans ces conditions particulières mais les différents réseaux WIFI disponibles pour ce faire.

La précision de la localisation peut être affectée par plusieurs facteurs comme la traversée des couches de l'atmosphère avec entre autres la présence de gouttes d'eau, les simples feuilles des arbres peuvent absorber tout ou partie du signal, et l'« effet canyon » particulièrement sensible dans les gorges, en montagne ou en milieu urbain. Il consiste en l'occultation d'un satellite par le relief (un bâtiment par exemple) ; ou pire encore, en un écho du signal contre une surface qui n'empêchera pas la localisation mais fournira une localisation fautive : c'est le problème des multi-trajets des signaux GPS.

D'autres erreurs, n'ayant pas de corrélation avec le milieu de prise de mesure ni la nature atmosphérique, peuvent être présentes. Ce sont des erreurs systématiques, telles les décalages orbitaux ou encore un retard dans l'horloge atomique qui calcule le temps auquel la mesure est prise. Un mauvais étalonnage du récepteur (ou autres appareils électroniques du système) peut aussi produire une erreur de mesure.[23]

II.6.7 Inconvénients du GPS :

L'utilisation du système GPS nous offre aujourd'hui plusieurs avantages, comme trouver des endroits, des informations touristiques et même sur le trafic routier. Il permet aux autorités d'avoir des informations sur une personne en détresse, victime d'un enlèvement, guider les personnes en cas de perte, trouver une station d'essence ou même donner sa position en cas de panne.

Par conséquent, notre vie privée devient de plus en plus menacée d'être suivie en permanence. C'est pour cette raison que les sites comme Google Earth et d'autres sont limités. Certaines personnalités importantes et bases militaires sensibles ne souhaitent pas que leur position soit connue par d'autres parts. Cependant, le dispositif utilisé par les entreprises pour tracer leur véhicule et dresser le parcours de l'employé durant la journée, à savoir les heures réellement travaillées, les temps d'immobilisations, le kilométrage, la vitesse... est une véritable atteinte à la vie privée. En novembre 2006 des travailleurs au Canada ont déposé une plainte contre leur employeur, une entreprise de télécommunication, car celui-ci recueillait des informations sur leur déplacement durant les heures de travail. [24]

II.7 Conclusion :

L'utilisation de la géolocalisation s'est généralisée au grand public depuis une dizaine d'années, et connaît un succès croissant auprès des particuliers comme des professionnels. Cette technique est devenue un outil majeur de communication personnelle et professionnelle grâce à l'utilisation quotidienne de ces dispositifs sans même parfois en avoir conscience.

CHAPITRE III

Chapitre III : La technologie GSM

III.1 Introduction :

La télécommunication est un secteur qui a connu plein d'innovations technologiques, elle désigne l'ensemble des moyens techniques permettant l'acheminement fidèle et fiable d'informations entre deux points en utilisant des techniques de transmission par réseau qui se base sur des différents principes (optique, sonore, magnétique ...etc.).

La téléphonie mobile est l'un des techniques de la télécommunication qui a connu un succès énorme dans le monde, près de **7,7** milliards d'abonnements mobiles qui étaient souscrits fin 2017, soit plus de la totalité de la population mondiale, selon les estimations de l'Union Internationale de la Télécommunication.

Dans ce chapitre nous proposons de détailler le concept de la norme cellulaire GSM qui est indispensable pour la télécommunication et la géolocalisation. On peut dire qu'elle représente la base de ce travail.

III.2 Généralité sur les ondes électromagnétiques :

L'onde électromagnétique est un ensemble des particules appelées aussi des photons qui transportent de l'énergie électromagnétique mais pas de la matière.

Une onde électromagnétique est la résultante de deux perturbations, l'une magnétique et l'autre électrique. Plus précisément, un champ, lorsqu'il est formé de deux composantes magnétique et électrique, émet des ondes électromagnétiques, qui se propagent dans le vide avec une vitesse constante c , de valeur $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Les ondes électromagnétiques traversent également la matière, mais à une vitesse moins rapide, et peuvent même être complètement stoppées ou absorbées selon l'objet traversé.

Il existe des diverses catégories des rayonnements des ondes électromagnétiques (lumière visible, rayons-X, rayons gamma (γ), ondes hertziennes...etc.), elles sont caractérisé par leurs capacité de transporter des informations [25], [26], [27] .

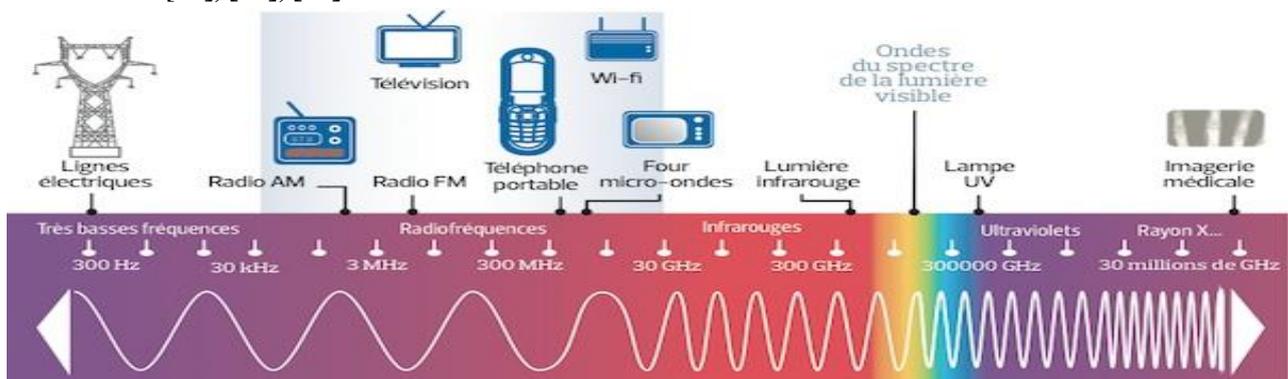


Figure III.1 : Spectre des ondes électromagnétique

III.3 Le concept du réseau cellulaire :

Le réseau cellulaire est un réseau de communications spécialement destiné aux équipements mobiles. Il permet la communication entre ces unités mobiles ainsi qu'avec l'ensemble des abonnés au téléphone mobile grâce aux ondes électromagnétiques qui sont capables de transporter des informations sans fils et à distance.

Ces ondes sont généralement des ondes radio, ils sont transmises par l'intermédiaire d'antennes-relais, chaque antenne couvre un territoire bien défini et le divise en zones élémentaires de couverture appelées cellules. Chacune des cellules est desservie par une station de base (BS).

Les cellules sont généralement représentées sous forme d'hexagones. Les six cellules entourant une cellule donnée ne peuvent donc utiliser les mêmes fréquences que celle-ci afin d'éviter les phénomènes d'interférences sur le signal utile reçu par le terminal mobile pour la station de base.

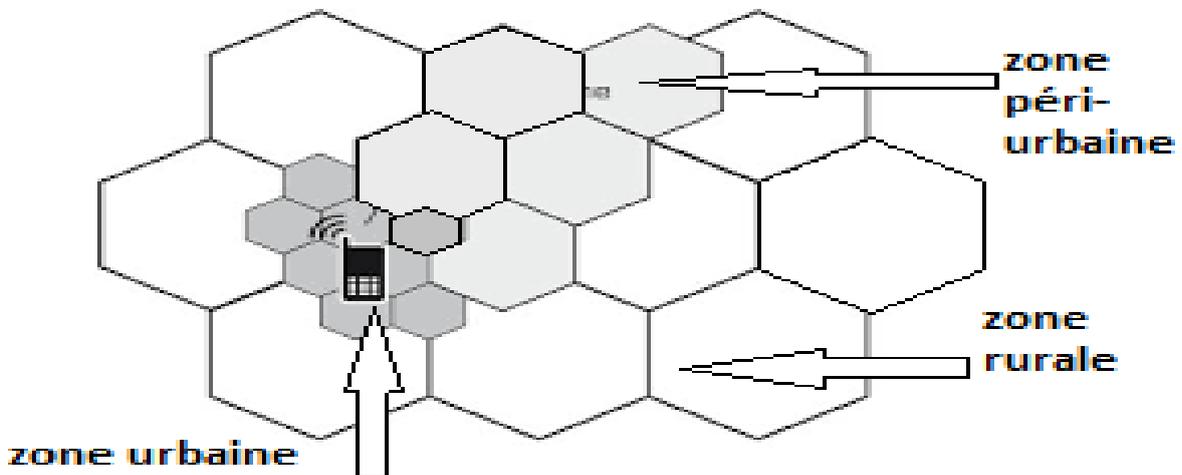


Figure III.2 : Un Réseau cellulaire

La taille des cellules est variable selon la zone à couvrir, dans les zones urbaines les cellules utilisées sont de petites tailles « microcellules » de quelques centaines de mètres de rayon pour écouler un trafic important par unité de surface, tandis que dans les zones rurales peu peuplées, les cellules sont de grandes tailles « macrocellules » (plus que 25 km de diamètre).

La taille des cellules dépend de la fréquence d'émission et plus la taille est petite, plus la quantité d'appels passés sur le réseau pour une surface donnée est grande, C'est pourquoi un réseau de téléphonie mobile à très haute fréquence comporte beaucoup de cellules pour une meilleure couverture de l'espace à desservir.

Il existe différents modèles de réseaux cellulaires (GSM, GPRS, UMTS ...) que l'on peut capter selon l'endroit où nous nous trouvons. Selon le type de réseau, déterminé par le type d'antenne à laquelle on est connecté et selon le type de terminal que l'on utilise [28].

La Technologie GSM

III.4 Le réseau GSM :

La norme technologique GSM (Global System for Mobile communications) a été créée en 1982 par la Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications (CEPT) et développée, son développement a été marqué au début des années 90 afin d'élaborer les normes de communications mobiles pour l'Europe.

Le GSM est un système cellulaire et numérique de télécommunication mobile et représente la première technologie de téléphonie numérique sans fil. Il est largement utilisé à travers le monde, a rapidement gagné des parts sur le marché mondiale, commercialisé à grande échelle et devenu une référence de la téléphonie mobile.

La plupart des réseaux GSM fonctionnent sur deux versions de fréquence, soit de 900 MHz ou bien de 1800 MHz. Certains pays (Canada et USA) utilisent les fréquences de 850 MHz et 1900 MHz – Les fréquences de 400 et 450 MHz sont rarement utilisées, notamment en Scandinavie, car ces fréquences étaient utilisées pour les réseaux 1G. La bande des 900 MHz utilise une fréquence ascendante entre 890–915 MHz pour l'émission à partir des stations mobiles, et une fréquence descendante entre 935 –960 MHz pour l'émission à partir de stations fixes. Ces bandes de 25 MHz sont sous-divisées en 124 canaux, espacés de 200 kHz. Il inclut aussi quelques systèmes de sécurité contre :

- Utilisation d'une fausse identité
- Surveillance des communications sur un canal
- Surveillance du positionnement des dispositifs

Le dispositif GSM (Mobile Station- MS) est la combinaison d'un terminal (téléphone) et d'un module de sécurité (carte SIM, fourni par l'exploitant du réseau), plus un peu de cryptographie, lorsque l'appareil se connecte à un réseau, le MS est envoyée au registre HLR (Home Location Register). Le HLR donne une identité temporaire au dispositif pour se connecter au réseau. En roaming, le MS est relayée vers le HLR d'origine, qui s'accorde sur la facturation avec le réseau courant pour donner l'identité temporaire

Les réseaux GSM sont implantés sur une large portion de la surface terrestre ; la principale condition de connexion à un réseau est la disponibilité de stations de base « cellules radio » tout proche de l'emplacement de l'appareil mobile, la charge de la batterie du téléphone influence également la portée de réception. Ainsi, les zones rurales ou faiblement peuplées (haute montagne, larges campagnes, déserts), les hautes altitudes (en avion par exemple), les cavités terrestres (les tunnels par exemple) et la mer sont souvent limités en couverture de réseau GSM [29] [30].

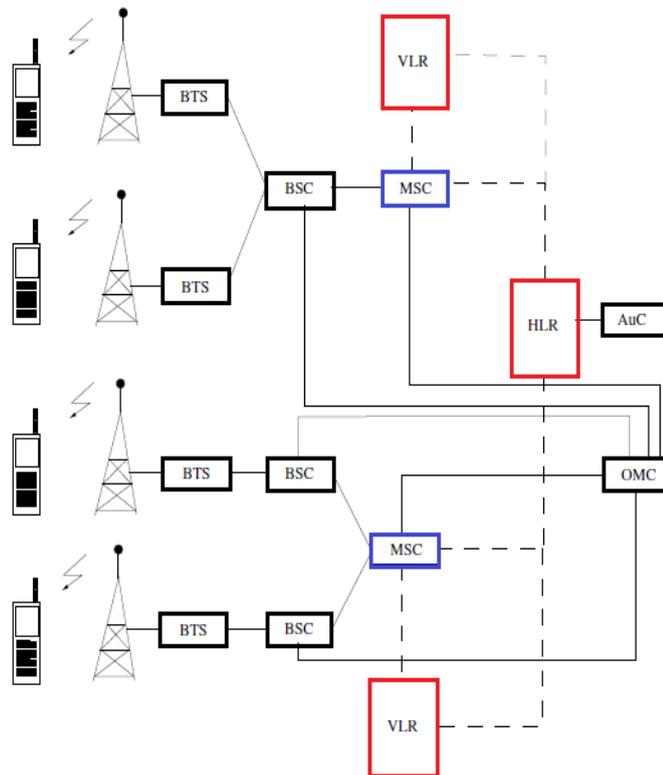
III.5 Architecture d'un réseau GSM :

Un réseau GSM implique une ou plusieurs stations de base assurent la réception des appels entrants et sortants des équipements mobiles, la station mobile choisit la cellule selon la puissance du signal. Une

La Technologie GSM

communication en cours peut passer d'une cellule à l'autre permettant ainsi la mobilité des utilisateurs, cette communication est assurée par plusieurs entités ce qu'on entend par entité, c'est un équipement physique, doté d'une certaine intelligence, d'une capacité à traiter de l'information, ces entités peuvent être divisées en trois sous-systèmes :

- la station mobile.
- Le sous-système radio : contenant, la station de base et son contrôleur.
- Le sous-système réseau : contenant le centre de commutation mobile (MSC), l'enregistreur de localisation nominale (HLR), l'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR) et l'enregistreur des identités des équipements (EIR).
- Le sous-système opérationnel ou d'exploitation et de maintenance [30].



BTS : Station de base (Base Transceiver Station)

BSC : Contrôleur station de base (Base Station Controller)

VLR : Enregistreur de localisation des visiteurs (Visitor Location Register)

MSC : Centre de commutation de mobile (Mobile Switching Center)

HLR : Enregistreur de localisation nominale (Home Location Register)

AuC : Centre d'authentification (Authentication Center)

OMC : Centre opérationnel de maintenance (Operation and Maintenance Center)

La Technologie GSM

III.5.1 La station mobile :

La station mobile contient deux éléments qui permettent de réaliser l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la transmission et à la gestion des déplacements :

III.5.1.1 Le terminal mobile :

Terminal GSM (mobile équipement ME) est l'appareil utilisé par l'utilisateur. Il s'agit généralement d'un téléphone mobile ou autres équipements (portatif, fixé dans une voiture...) selon le type de terminal utilisé et son application. Ils sont divisés en cinq classes en fonction de leur puissance maximale de transmission sur le canal radio qui varie de 0.8W à 20W, cette puissance représente la capacité de l'équipement de s'éloigner des stations de base (BTS) du réseau tout en continuant d'utiliser le service.

Classe	Puissance maximale	Types
1	20	Véhiculaire
2	08	Portable
3	05	Palmaire
4	02	Palmaire
5	0.8	Palmaire

Tableau III.1 : Classes de MS

Chaque terminal mobile est identifié exclusivement par un code IMEI (International Mobile Equipment Identity) [30].

III.5.1.2 La carte SIM :

La carte SIM (Subscriber Identity Module) est une puce qui contient un code de 15 chiffres maximum appelé le code IMSI (International Mobile Subscriber Identity) qui sert à identifier l'abonné de système GSM, elle se présente sous la structure suivante : MCC / MNC / MSIN

- MCC : Mobile Country Code (2 ou 3 chiffres)
- MNC : Mobile Network Code (2 chiffres)
- MSIN : Mobile Station Identification Number (maximum 10 chiffres)

La carte SIM se comporte donc comme une mini-base de données qui se charge à gérer une série d'informations (des données administratives, des données liées à la sécurité, roaming...etc.) [30].

III.5.2 Le sous-système radio :

Le sous-système radio appelé également « Base Station Subsystem (BSS) », il permet de gérer la transmission radio par plusieurs entités dont la station mobile MS, la station de base BTS et un contrôleur de station de base BSC.

III.5.2.1 La station de base :

La station de base BTS (Base Transceiver Station) sont des antennes situées en haut des immeubles ou sur les bords de routes permettant d'assurer aux s'abonnés l'accès au réseau GSM. Ce sont un ensemble des émetteurs/récepteurs associées à une ou plusieurs cellules et est située au centre de celle-ci. La communication entre la station mobile et la station de base est assurée par un lien radio appelé « interface radio ».

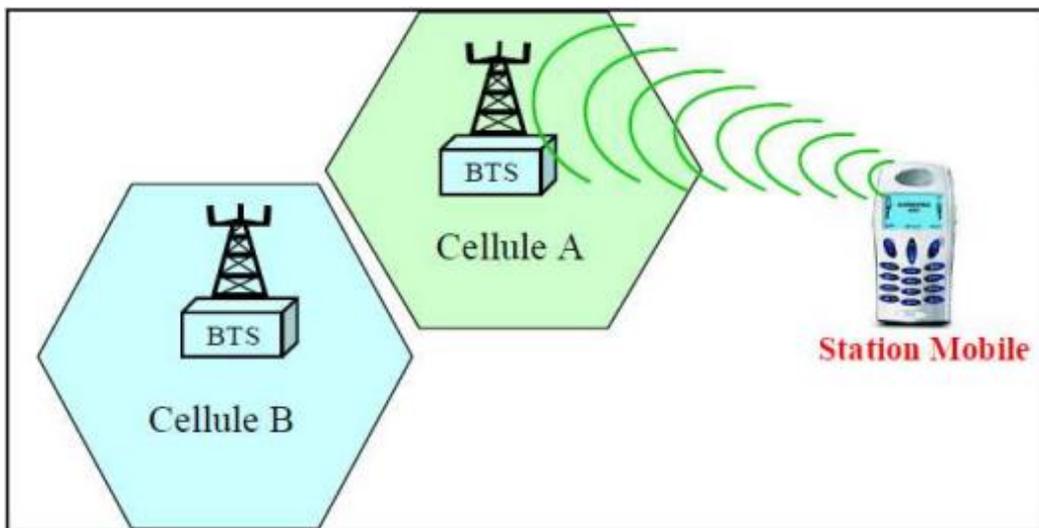


Figure III.4 : Décomposition de la zone de couverture en cellules

La station de base joue un rôle essentiel dans la communication entre le mobile et le sous-système réseau, elle assure plusieurs fonctionnalités comme le multiplexage temporel (limité à 8 intervalles de temps), la gestion des connexions des cellules (elle peut gérer plus de huit connexions simultanées par cellule) et la réalisation des fonctions de la couche physique et de la couche liaison de données.

Il existe plusieurs types de stations de base dans la norme GSM ; parmi lesquels nous citons :

- Les stations de base rayonnantes.
- La station de base ciblée.
- Les micros stations de base.
- Les amplificateurs des signaux.



Figure III.5 : Station de base GSM

En cas de besoin, on peut exploiter une station de base localement ou par télécommande à travers son contrôleur de station de base [30] [31].

III.5.1.3 Le contrôleur de station de base BSC (Base Station Controller) :

Le contrôleur de station de base (BSC) est l'organe intelligent du sous-système radio (BSS). Il remplit des différentes fonctions au niveau de la communication et de l'exploitation du réseau à travers des liaisons spécialisées relient entre le contrôleur et les stations de base qui constitue l'interface A-bis.

Ce contrôleur permet de :

- alimenter la base de données des stations de base.
- gérer les ressources radioélectriques par les différentes stations de base.
- commander l'allocation des canaux.
- contrôler les puissances d'émission du mobile et/ou de la BTS.
- traiter les mesures et la décision de l'exécution handover.
- Transférer les communications provenant des différentes stations de base vers une sortie unique.
- commuter les données en les dirigeants vers la bonne station de base.

C'est donc un élément très important de la chaîne de communication et il est, de plus, le seul équipement qui assure la liaison directe du sous-système radio au sous-système opérationnel (d'exploitation et de maintenance) via l'interface X25. [30]

Il existe deux types de contrôleur de station de base BSC :

III.5.1.3.1 contrôleur de station de base de faible capacité :

C'est le type des contrôleurs fréquemment installés dans des zones rurales ou les zones de faible population. Dans le but de réduire les distances BTS-MSC et donc de réduire les coûts d'exploitation des opérateurs, il faut multiplier le nombre des BSC de faible capacité [28].

III.5.1.3.2 contrôleurs de station de base de forte capacité :

Ce type est largement utilisé dans les zones urbaines de nombre de population qui nécessite des BSC capable d'écouler un trafic plus important.

Plusieurs dispositions entre BTS et BSC sont possibles : Chainée, en étoile, chainée avec sectorisation... etc.

III.5.2 Le sous-système réseau :

Le sous-système réseau, en anglais (Network Switching Center NSS), il occupe d'un rôle essentiel dans un réseau mobile. Alors que le sous-réseau radio gère l'accès radio, les entités de NSS a pour fonction principale de prendre en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données indispensables à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions suivantes : chiffrement, authentification ou roaming [29].

Le sous-système réseau composé de :

III.5.2.1 Le centre de commutation mobile (MSC) :

Le MSC (Mobile Switching Center) est le cœur de sous-système, il s'agit d'un centre d'interconnexion du réseau cellulaire. Il prend en compte la gestion des appels, la transmission des SMS et de tout ce qui est lié à l'identité des abonnés ; leurs enregistrements et à leurs localisations. Ainsi que la gestion des communications entre un mobile et un autre centre de commutation et l'exécution d'un hand over entre deux BSC différents.

De plus le centre de commutation mobile permet d'assurer la liaison le sous-système radio via l'interface A [29].

III.5.2.2 L'enregistreur de localisation nominale (HLR) :

Le HLR (Home Location Register) est la base de données responsable du stockage des informations relatives aux abonnés appartenant à la région desservie par le centre de commutation mobile (MSC)

La Technologie GSM

Cette base de données effectue un enregistrement de toute option souscrite ou services supplémentaires pour chacun des abonnements, ainsi que d'autres données statiques qui contient également la position courante de ses abonnés (la localisation) [29].

III.5.2.3 Le centre d'authentification (AuC) :

L'AuC (Authentication Cente) est une base de données sécurisé qui enregistre pour chaque abonné une copie de la clé secrète inscrite sur la SIM, cette clé est utilisée pour authentifier les demandes de services et pour le chiffrement des communications. Il est associé généralement à L'enregistreur de localisation nominale (HLR) [29].

III.5.2.4 L'enregistreur de localisation des visiteurs (VLR) :

Le VLR (Visitor Location Register) est une base de données qui mémorise des informations dynamiques liée aux utilisateurs qui visitent une zone desservie par un MSC autre que celui auquel ils sont abonnés. Ces informations sont transféré qu'une seule fois à partir du HLR auquel l'abonné est enregistré et sont stocké d'une façon temporelle [29].

III.5.2.5 Registre d'identification d'équipement (EIR) :

EIR (Equipment Identity Register) est une base de données qui mémorise des données relatives aux terminaux mobile (ME). En cas où l'appareil de l'abonné est volé ou du code IMEI (International Mobile station Equipment Identity) non reconnu par le réseau, l'opérateur peut interdire l'accès au réseau pour cet appareil [30].

III.5.2.6 Unité de transfert GSM (GIWU) :

Cette unité (GIWU) correspond à une interface à divers réseaux pour les communications de données. Au cours de ces communications, la transmission de la voix et des données peut alterner.

III.5.3 Le sous-système opérationnel :

Le sous-système opérationnel appelé aussi le centre d'exploitation et maintenance (OMC) est une structure à deux fonctionnalités principale :

III.5.3.1 La gestion administrative et commerciale du réseau : cette activité est liée aux services abonnements en terme de modification, facturation, suppression et de création.

III.5.3.2 La gestion technique : cette activité vise à garantir un bon fonctionnement des équipements du réseau notamment la supervision de l'alarmes, les pannes, la gestion des versions logicielles, de la performance et de la sécurité à partir d'un réseau de maintenance complètement dissocié du réseau de communication GSM.

III.6 L'interface radio :

La Technologie GSM

Elle a plusieurs appellations : interface Air, interface radio ou interface Um, elle se trouve entre la station mobile et la BTS et s'appuie sur le protocole LAPDMD (Link Access Protocol on the D mobile Channel), c'est le protocole utilisé pour le transport du trafic et des données de signalisation. La station mobile et le sous-système radio communiquent par l'intermédiaire de l'interface Air, qui est une liaison radio numérique. Elle est composée de :

- La couche physique : elle s'agit de la liaison radio où les canaux ont une répartition temporelle et fréquentielle.
- La couche liaison de données : elle permet d'assurer les fonctions de gestion de trames et de signalisation.
- La sous-couche d'application RR (Receiver Ready) : elle est utilisée par la station de base pour extraire certaines informations de messages avant de transmettre le message équivalent [33].

III.7 Identificateurs et adresse de localisation :

Un appareil mobile utilise plusieurs identifiants pour communiquer avec tous ces éléments du réseau GSM :

III.7.1 IMSI (International Mobile Subscriber Identity) :

C'est un identifiant d'abonnement, il est stocké dans la carte SIM du mobile et transmis par la voie radio pour préserver l'anonymat de l'utilisateur. Un téléphone mobile ne peut être utilisé que si une carte SIM valide a été insérée dans l'équipement mobile car c'est la seule façon de facturer correctement un abonné.

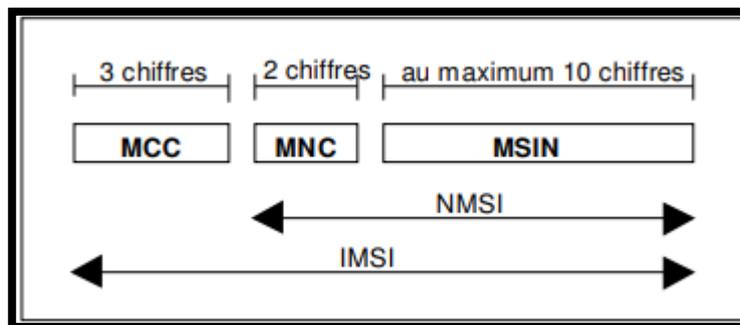


Figure III.6 : Format de l'IMSI

- MCC : (Mobile Country Code) indicatif du pays de réseau GSM. Le premier chiffre MCC représente le continent du pays d'Afrique.
- MNC : (Mobile Network Code) indicatif du réseau GSM, l'opérateur du réseau GSM identifié par un code unique à l'intérieur de chaque pays.
- MSIN : (Mobile Subscriber Identification Code), il s'agit du numéro d'identification du mobile à l'intérieur du réseau GSM.
- NMSI : (National Mobile Subscriber Identity)
- IMSI : (International Mobile Subscriber Identity).

La Technologie GSM

• Opérateur de réseaux GSM	MCC	MNC
Mobilis	603	1
Djezzy	603	2
Ooredoo	603	3

Tableau III.2 : Les codes MNC des opérateurs réseau Algérien

III.7.2 TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) :

Cet identifiant est utilisé sur la voie radio, il remplace l'IMSI pour compliquer la tâche d'éventuelles écoutes indiscrètes. Il est transporté au début de la connexion d'équipement avec le réseau et mis à jour à chaque fois pour des raisons de sécurité des données de l'utilisateur.

Le format et le codage de ce identifiant sont laissés à la discrétion d'accords entre l'opérateur GSM et les fabricants des postes mobiles utilisés par les abonnés du réseau de l'opérateur [30].

III.7.3 IMEI (International Mobile Equipment Identity) :

Cet identifiant est celui de l'appareil (sans carte SIM). Il est rarement utilisé à actuellement, le réseau GSM à la possibilité de demander son IMEI au terminal et peut par conséquent empêcher l'accès à un mobile identifié dans le registre d'identification d'équipement comme volé ou mal fonctionné [28].

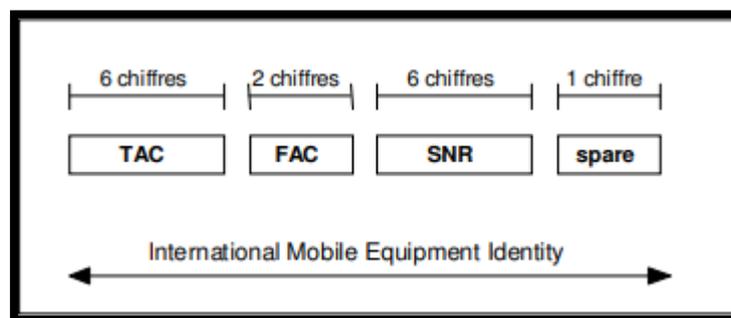


Figure III.7 : Format de l'IMEI

- TAC : (Type Approval Code) ce code indique la version de validation du matériel, il est fourni par la centrale GSM le matériel devient agrémenté.
- FAC : (Final Assembly Code) ce code indique l'usine de fabrication ou d'assemblage.
- SNR : (Serial Number) numéro de série de l'appareil, il est attribué par le fabricant.
- Spare : en réserve.

III.7.4 MSISDN (Mobile Station ISDN Number):

Représente le numéro de téléphone correspondant à l'utilisateur, une table de correspondance IMSI/MSISDN est stockée dans le HLR et le MSISDN n'est jamais transmis sur la voie radio [30].

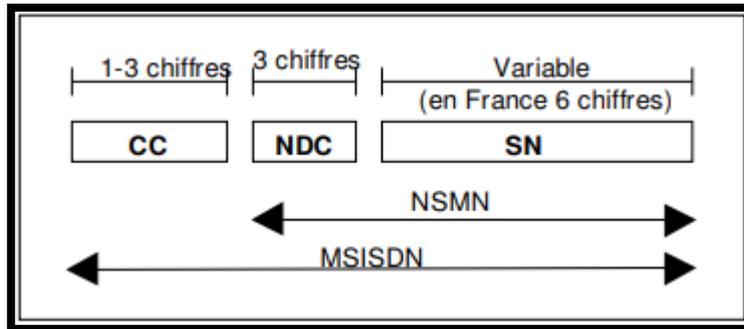


Figure III.8 : Format du MSISDN

- CC : (Country Code) code pays ; représente le code d'abonnement mémorisé au sein de VLR.
- NDC : (National Destination Code) il s'agit du code nationale dans lequel un abooné a souscrit un abonnement au sein de VLR. .
- SN : (Subscriber Number) c'est le code du MSC dans lequel se trouve le client.
- NSMN : National Significant Mobile Number

III.7.5 MSRN (Mobile Station Roaming Number):

Le MSRN (Mobile Station Roaming Number) est numéro de réacheminement attribué temporairement à la MS et qui permet d'acheminer l'appel vers le centre de commutation mobile dans l'aire duquel se trouve la station mobile.

Le numéro de réacheminement (MSRN) contient les dernières informations de localisation de appareil mobile.il possède la même structure que l'identificateur MSISDN [30].

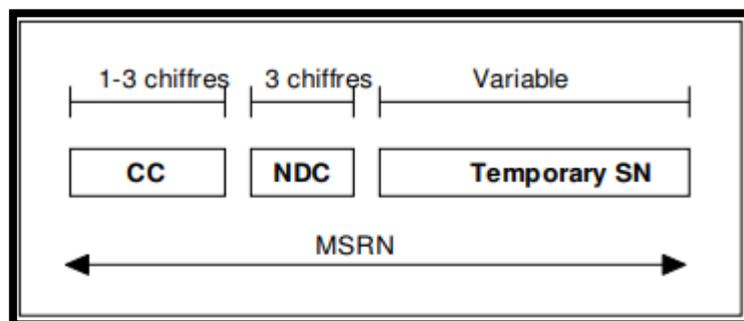


Figure III.9 : Format du MSRN

La Technologie GSM

- CC : Country Code
- NDC : National Destination code
- SN : Subscriber Number

III.7.6 LAI (Location Area Identification) :

Le réseau GSM est divisé en plusieurs aires de service. Chacun de ces aires de service est contrôlé par le MSC/VLR du réseau.

Ils sont composée d'un ensemble de zones de localisation (LAI, Location Areas), chaque zone de localisation représenté par plusieurs cellules [27].

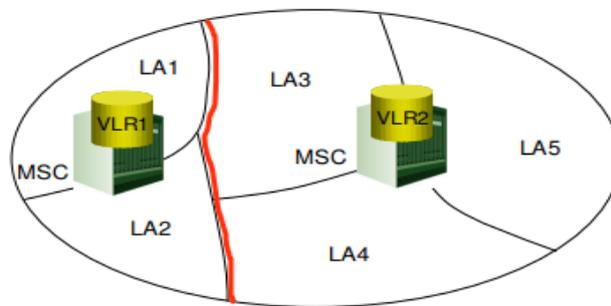


Figure III.10 : Identification des zones de localisation

Les zones de localisation LA1 et LA2 constituent le premier air de service et sont contrôlées par MSC/VLR1. De même Les zones de localisation LA3, LA4 et LA5 constituent air de service 02 et sont contrôlées par MSC/VLR2 (figure II.10).

Le LAI (Location Area Identification) est une adresse d'identification pour les zones de localisation. Elle est identifiée par composée des champs suivants :

- MCC : code du pays du réseau GSM.
- MNC : code du réseau mobile.
- LAC : code de la zone de localisation (Location Area Code).

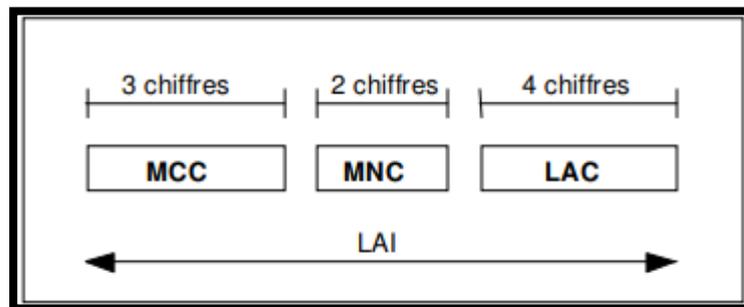


Figure III.11 : Format du LAI

III.7.7 CGI (Cell Global Identifier) :

Les cellules de la zone de localisation sont identifiées par une adresse unique appelée l'identificateur globale de la cellule (CGI), cette adresse est composée du numéro de cellule (CI, Cell Identity ou CELL-ID) plus l'identification de la zone de localisation LAI [34].

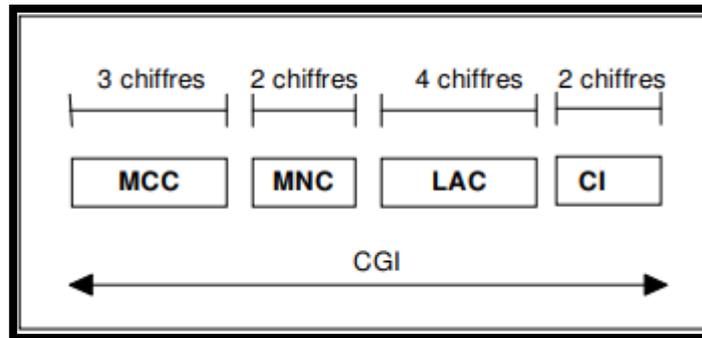


Figure III.12 : Format du CGI

- MCC : Mobile Country Code.
- MNC : Mobile Network Code.
- LAC : Location Area Code.
- CI : (Cell Identity) numéro de cellule.
- CGI : (Cell Global Identity) identificateur globale de la cellule.

III.8 Les techniques principales du canal physique :

Dans un réseau GSM, deux techniques de multiplexage sont mises en œuvre : le multiplexage fréquentiel (FDMA) et le multiplexage temporel (TDMA).

Le multiplexage est une technique qui consiste à faire passer plusieurs informations à travers un seul support de transmission. Elle permet de partager une même ressource entre plusieurs utilisateurs [29].

III.8.1 Multiplexage fréquentiel FDMA (Frequency-Division Multiple Access):

La norme GSM dans sa version à 900 [MHz] contient deux bandes fréquentielles de 25 [MHz] ; une bande de fréquence varie de 890 à 915 [MHz] utilisée pour la voie ascendante, et la deuxième utilisée pour la voie descendante sa fréquence allant de 935 à 960 [MHz].

Il est également défini que chaque porteuse de cellule possède une densité spectrale confinée dans une bande de 200 [kHz] ce qui signifie que, théoriquement, on peut arranger de 124 canaux pour offrir 124 voies de communication duplex en parallèle, chaque sens de communication possédant une voie qui lui est réservée :

La plage de fréquences : de 890-915 MHz pour la direction des terminaux vers la station de base. [29].

La Technologie GSM

La plage de fréquences de 935-960 MHz pour la direction de la station de base vers les terminaux.

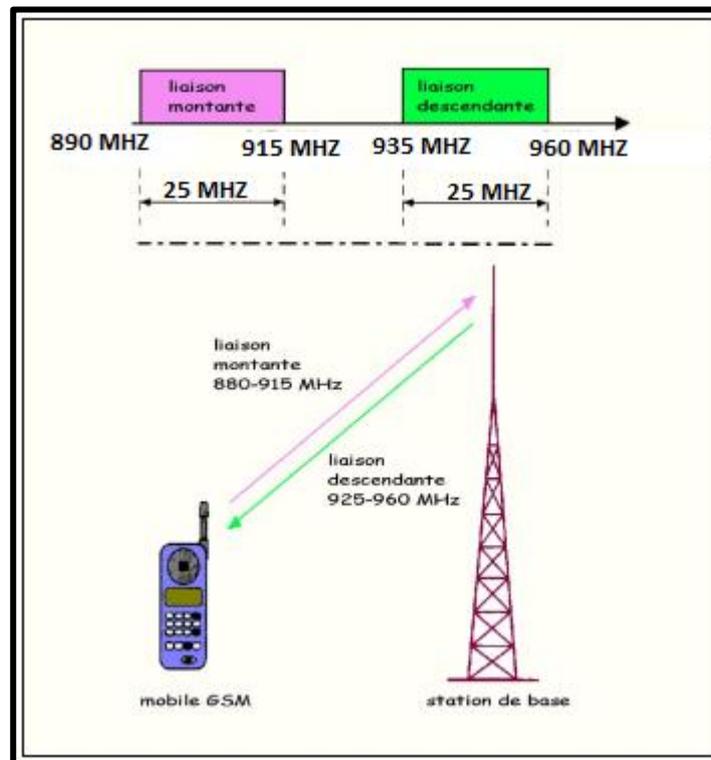


Figure III.13 : Communication mobile-station de base pour le GSM.

Connaissant les canaux disponibles, il est alors possible d'effectuer un multiplexage fréquentiel en attribuant un certain ensemble de fréquences porteuses par opérateur GSM c'est le rôle du régulateur, cette technique consiste à faire passer plusieurs informations simultanément en utilisant la longueur d'onde de la lumière ou de l'onde radio émise. Il s'agit donc là aussi d'un multiplexage spatial. Plus simplement, on envoie sur plusieurs bandes de fréquences en simultanément sur un seul brin optique. Cela permet de augmenter la capacité de transmission des fibres optiques sans surcoût très important.

III.8.2 La modulation :

Les signaux dans un environnement mobile possèdent une forte variabilité d'amplitude, donc une technique de modulation angulaire est nécessaire pour ce type d'environnement.

La technique de modulation utilisée est la modulation GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), c'est une variante d'une modulation MSK appartenant à la famille des modulations de fréquence (FM) numériques permet de porter le signal à haute fréquence. L'utilisation de la modulation GMSK est en raison de la transition rapide entre 2 fréquences ($f_c - \Delta f$ et $f_c + \Delta f$), la modulation par MSK aurait nécessité une trop large bande de fréquences. La modulation GMSK consiste en une modulation de fréquence à deux états portant non pas sur la séquence originale mais sur une

La Technologie GSM

nouvelle séquence où le signal est d'abord filtré en appliquant la fonction du OU exclusif (XOR). La figure suivante montre la création d'un signal modulé par GMSK.

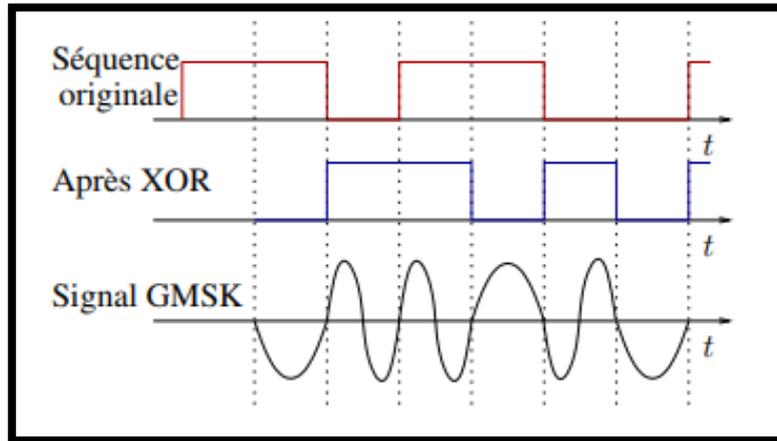


Figure III.14 : Création d'un signal modulé par GMSK au départ d'un train binaire.

Au bout du compte, la fréquence porteuse doit être d'une largeur de 200 [kHz]. Notons que le débit atteint 270 [kb/s], on atteint un rapport du débit à largeur de bande, appelé efficacité spectrale, proche de 1. Cette valeur est typique pour des environnements mobiles, ce qui signifie que, pour doubler le débit, il n'y a d'autre solution que de doubler la largeur de bande. [29].

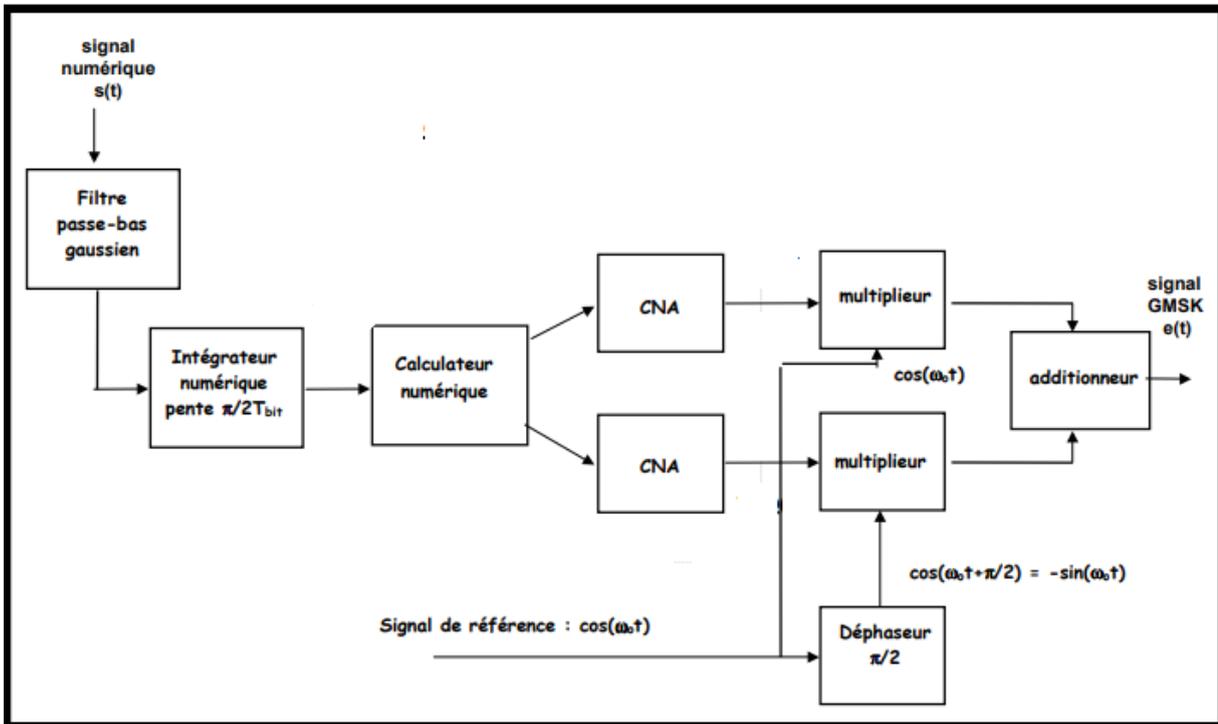


Figure III.15 : le schéma bloc de modulateur GMSK

III.8.3 Multiplexage temporel TDMA (Temporal-Division Multiple Access):

Le multiplexage fréquentiel se double d'un multiplexage temporel afin d'optimiser l'utilisation de la capacité de transmission

Le multiplexage temporel est une technique de traitement de données par mélange temporel ayant pour but de permettre l'acheminement sur un même canal (voie haute vitesse, HV), un ensemble d'informations provenant de différents canaux à faibles débits. il consiste à diviser la durée d'un canal en 8 intervalles de temps appelés « time slot » d'une durée de 577 [μs], à chaque time slot, on associe un nombre déterminé de signal radioélectrique par la station de base (BS) et le mobile (MS).

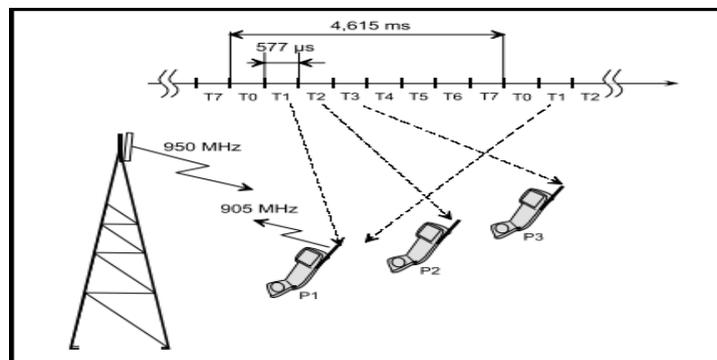


Figure III.16 : Canal de transmission GSM

La Technologie GSM

L'ensemble des paquets de 8 intervalles appelés « Trame », ce dernier est exclus de transmettre toutes les informations en une fois, il faut découper l'information et la transmettre au moyen de plusieurs trames consécutives. La figure suivante (figure 2.15) montre l'organisation de la structure hiérarchique des trames dans la norme GSM.

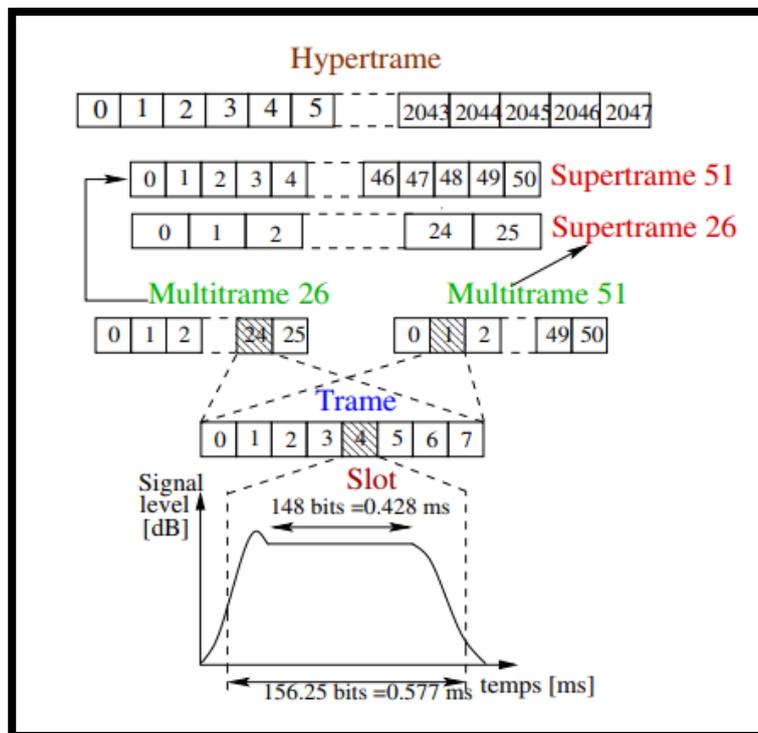


Figure III.17 : L'organisation des trames dans la norme GSM

Les trames sont regroupées comme suit :

- 1 multitrame de type 26 = 26 trames TDMA élémentaires.
- 1 multitrame de type 51 = 51 trames TDMA élémentaires.
- 1 supertrame de type 26 = 26 multitrames.
- 1 supertrame de type 51 = 51 multitrames.
- 1 hypertrame = 2048 supertrames = 2.715.648 trames.

L'accès TDMA permet de partager entre 8 utilisateurs ou abonnés une bande de fréquence donnée et, sur le même canal. [29].

III.9 Conclusion :

Le GSM est considéré aujourd'hui comme étant le standard mondial des systèmes de télécommunications mobiles dans le monde des réseaux cellulaires, sa technologie est énorme, complexe et intéressante, pour cela, il est nécessaire de comprendre tous les systèmes le constituant et leurs conceptions.

La Technologie GSM

Dans ce chapitre, nous avons présenté aussi bien théoriquement que par des représentations figurées le concept général du GSM commençant par les ondes radio, le concept cellulaire et notamment l'architecture du réseau à travers lesquels nous avons eu à parler des sous-systèmes et des interfaces étant utilisée. Nous avons montré aussi les différents données d'identification et de localisation et d'autres techniques telles que la modulation et le multiplexage des canaux de transmission.

Tout ça, nous permet de mieux comprendre le principe de fonctionnement du module GSM qui fera une partie essentiel de notre projet présenté dans le prochain chapitre.

CHAPITRE IV

Conception et Réalisation

Chapitre IV : Conception et réalisation

VI.1 Introduction :

Cette partie de notre travail concerne l'étude et la réalisation du dispositif de localisation et de surveillance des personnes atteintes d'Alzheimer proposé.

On va d'abord commencer par la présentation des composants utilisés (carte Arduino Uno, module GPS/GSM/GPRS SIM808, module GPS/GSMGPRS A7 Ai-Thinker, capteur de pulsation cardiaque (pulse sensor), batterie de lithium.) avec une comparaison entre le sim808 et le A7 Ai-Thinker. On va détailler chacune des étapes de la réalisation (hardware et software) et parler aussi des problèmes rencontrés durant la réalisation, les solutions et les résultats finaux.

IV.2 Partie hardware :

IV.2.1 Les composants utilisés :

- La carte arduino Uno.
- module GPS GSM GPRS SIM808.
- module GPS GSM GPRS A7 Ai-Thinker.
- capteur de pulsation cardiaque (pulse sensor).
- batterie de lithium.

IV.2.1.1 La carte Arduino Uno :

Arduino est un circuit imprimé équipé d'un microcontrôleur, la programmation de ce microcontrôleur permet de gérer le fonctionnement des actionneurs de manière à effectuer des diverses tâches comme la charge de batteries, le pilotage d'un robot, etc. C'est une plateforme en source ouverte (open source) permet d'étendre les capacités de relations environnement/machine, elle est basée sur une interface entrée/sortie simple et sur le langage de programmation Processing qui permet de programmer directement en langage java. [14]

Il existe plusieurs types de carte arduino, dans notre projet on a choisi la version trois de la carte arduino Uno qui se représente sous forme d'une petite carte de (5,33 x 6,85 cm) composé d'un circuit imprimé équipée d'un micro-contrôleur construite autour de l'ATmega328.

Elle possède :

- 14 broches d'entrée/sortie numériques (dont 6 fournissent la sorties MLI, ou PWM),
- 6 entrées analogiques.
- une prise jack d'alimentation.
- une embase ICSP.
- un bouton d'initialisation (reset).

IV.2.1.1.1 Caractéristiques techniques :

- Microcontrôleur ATmega328P

Conception et Réalisation

- Tension de fonctionnement 5V
- Tension d'entrée (recommandé) 7-12V
- Tension d'entrée (limite) 6-20V
- E / S numériques Pins 14 (dont 6 fournissent la sortie PWM)
- PWM numérique E / S Pins 6
- Pins d'entrée analogique 6
- DC Courant par I O Pin / 20 mA
- Courant DC pour 3.3V Pin 50 mA
- Mémoire flash 32 KB (ATmega328P)
- dont 0,5 KB utilisé par bootloader**
- SRAM 2 KB (ATmega328P)
- EEPROM *** 1 KB (ATmega328P)
- Vitesse de l'horloge 16 MHz
- Longueur 68,6 mm
- Largeur 53,4 mm
- Poids 25 g

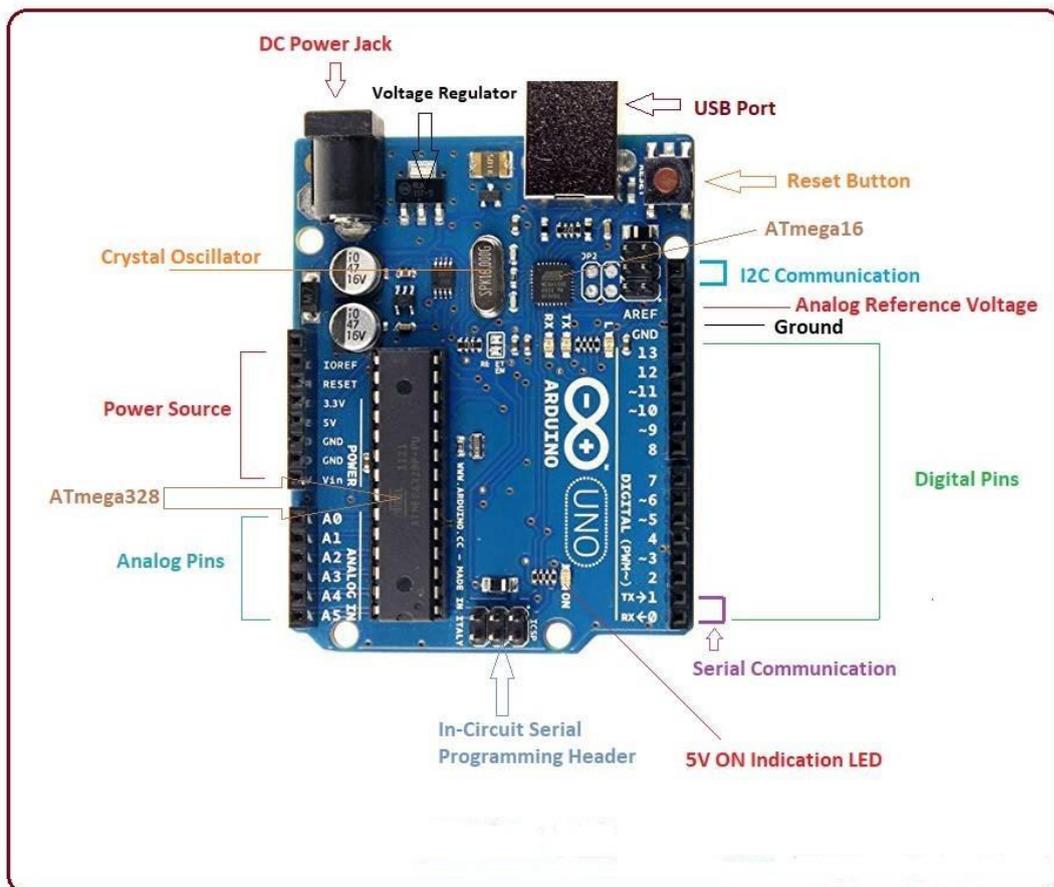


Figure IV.1 : Arduino Uno

Conception et Réalisation

Cette carte peut être alimentée à travers un câble USB ou avec une alimentation externe. La source d'alimentation est automatiquement sélectionnée. Une alimentation externe peut provenir soit d'un adaptateur AC-DC ou d'une batterie. L'adaptateur peut être connecté en branchant une prise 2.1mm dans la prise d'alimentation de la carte ou à partir d'une batterie connectée dans le pin GND et V-in. Le processeur peut fonctionner sur une alimentation externe de 6 à 20 volts. Mais, si la tension est inférieure à 7V, la broche 5V peut fournir moins de 5 volts et le processeur risque de devenir instable. Si la tension est supérieure à 12V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte. La plage de tension recommandée pour cette carte est de 7 à 12 volts.

La version 3 est la version développée de la carte arduino uno, elle a subi des améliorations au niveau de brochage 1.0 par l'ajout de broches SDA et SCL proches de la broche AREF et des deux nouvelles broches placées près de la broche RESET. La première, IOREF ; permet aux cartes d'extension (shields) de s'adapter à la tension fournie par la carte, la fonction RESET est aussi renforcé et le l'ATmega 8U2 est remplacé par le 16U2 programmé pour servir de convertisseur USB-série. [35]

IV.2.1.2 Module GPS GSM GPRS SIM808:

Selon les caractéristiques de tous les types de modules GPS/GSM et après les difficultés rencontrées suite à l'utilisation du module A7 Ai-Thinker, on a finalement choisi le module GPS GSM GPRS SIM808.

Le module SIM808 est une combinaison de deux fonctions GSM et GPS, il prend en charge le réseau quadribande GSM / GPRS et la technologie GPS pour la navigation par satellite. Il a une sensibilité de réception GPS élevée avec 22 canaux de suivi et 66 canaux récepteurs d'acquisition. De plus, il prend également en charge le système A-GPS disponible pour localisation à l'intérieur. Ce module est contrôlé par une commande AT via UART et prend en charge le niveau logique 3,3 V et 5V.



Figure IV.2 : Module sim808

Comme avantage ce module a une petite taille de 54 * 42mm et disponible dans le monde entier, il fonctionne sur quatre fréquences avec plusieurs interfaces de niveau TTL, ces interfaces permettent de gérer l'ensemble

Conception et Réalisation

des fonctions de ce module (la messagerie, l'appel, la transmission de données GPRS, le GPS) et d'autres fonctions, il a parfaitement répondu aux besoins de la fonction de transmission et de positionnement de données sans fil [36]

IV.2.1.2.1 Interface:

- Interface audio analogique
- Interface PCM (optionnel)
- Interface SPI (optionnel)
- Sauvegarde RTC
- Interface série
- interface USB
- Interface vers SIM externe 3V / 1.8V
- Interface clavier
- GPIO
- ADC
- Entré d'antenne GSM
- Entré d'antenne GPS
- Entré d'antenne Bluetooth

IV.2.1.2.2 Les fonctions:

- Envoyer et recevoir des données GPRS (TCP / IP, HTTP, etc.)
- Recevoir des données GPS et des données A-GPS
- Envoyer et recevoir des SMS
- Faire et recevoir des appels téléphoniques

IV.2.1.2.3 Caractéristiques générales:

- Quadri-bande 850/900/1800 / 1900MHz
- GPRS multi-slots classe 12/10
- Station mobile GPRS classe B
- Conforme à la phase GSM 2/2 + (classe 4 (2 W à 850/900 MHz; classe 1 (1 W à 1800/1900 MHz))
- Bluetooth: compatible avec 3.0 + EDR
- FM: Bandes mondiales de 76 ~ 109 MHz avec pas de syntonisation 50KHz
- Dimensions: 24.0 * 24.0 * 2.6mm
- Poids: 3.30g
- Contrôle via les commandes AT (3GPP TS 27.007, 27.005 et commandes AT améliorées SIMCOM)
- Gamme de tension d'alimentation 3.4 ~ 4.4V
- Faible consommation d'énergie
- Température de fonctionnement: -40 ~ 85

IV.2.1.2.4 Caractéristiques des modules de communication:

Conception et Réalisation

- convertisseur A/D
- GPRS mobile station class B
- GPRS multi-slot class 12/10
- horloge de temps réel
- pilotage des commandes AT
- protocole intégré TCP/UDP
- service de cartes SIM 1,8V et 3,3 V

IV.2.1.2.5 Caractéristiques GPS:

- 22 canaux de suivie
- démarrage à chaud < 3s
- démarrage très chaud < 1s
- exactitude de positionnement 2,5m CEP

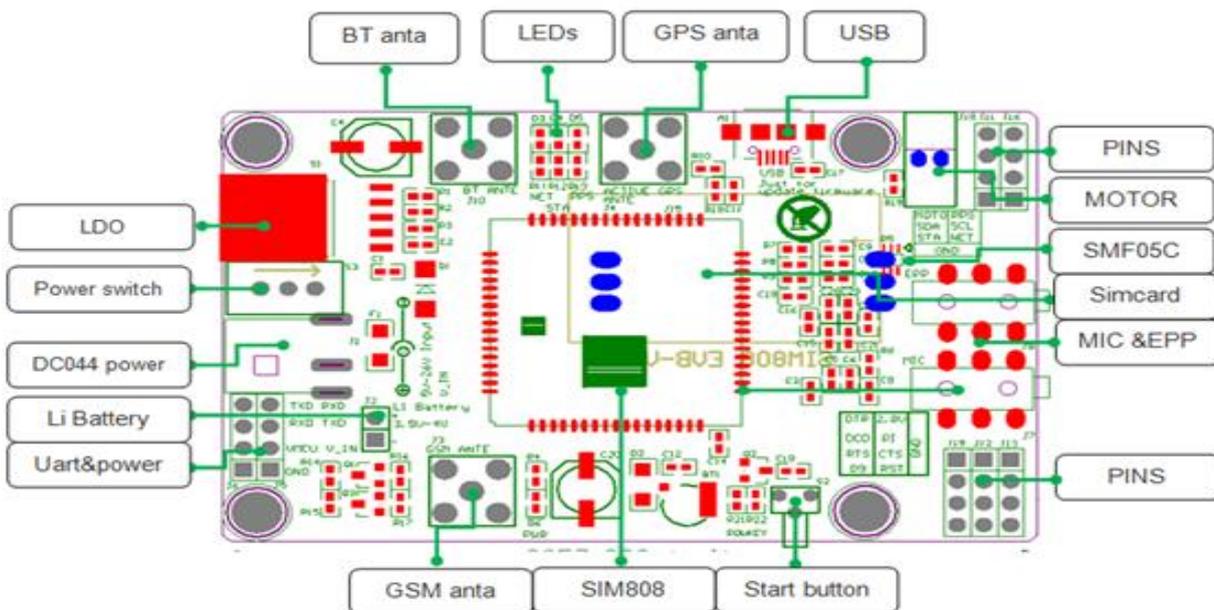


Figure IV.3 : schéma interne du SIM808

IV.2.1.3 Module A7 Ai-Thinker GPS GPRS GSM :

Le module A7 Ai-Thinker est un module de fonction GSM / GPRS / GPS. Il prend en charge le réseau GSM / GPRS quadri-bande (850/900/1800/1900). En outre, il prend en charge les appels vocaux, les messages SMS, le service de données GPRS et la fonction GPS. Nous pouvons l'utiliser pour faire un simple téléphone, pour trouver les coordonnées GPS (latitude, longitude...), pour envoyer des données sur un serveur web.....

Ce bouclier nécessite un microcontrôleur comme un Arduino pour le piloter et d'autres accessoires aussi nécessaires au bon fonctionnement comme l'antenne GSM/GPRS, l'antenne GPS et la carte SIM pour tout faire sur le réseau cellulaire.

Le module est contrôlé par une commande AT via UART. [37]

Conception et Réalisation

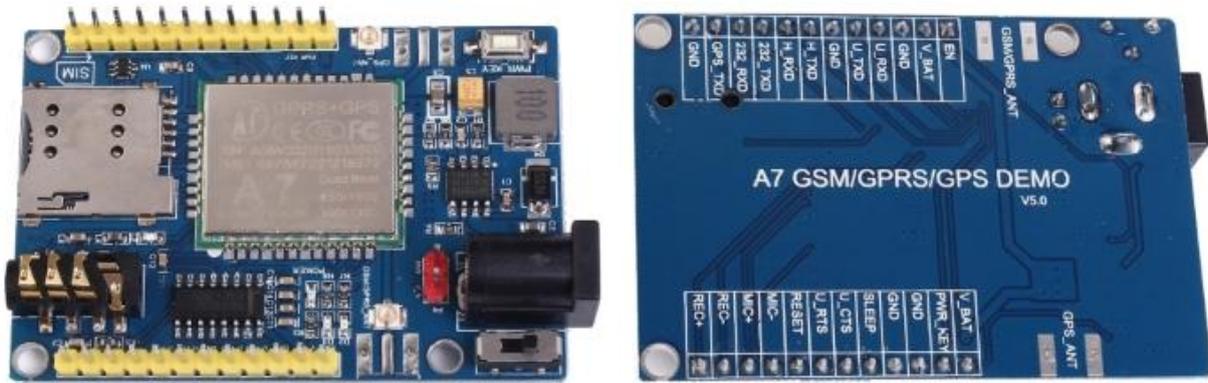


Figure IV.4 : module A7 AI-Tkinker

IV.2.1.3.1 Caractéristiques:

- Prise en charge des quatre bandes GSM / GPRS, dont 850, 900,1800, 1900MHZ.
- Soutenez China Mobile et le réseau GSM 2G de China Unicom dans le monde entier
- GPRS Classe 10
- Appels vocaux de soutien
- Soutenir la messagerie texte SMS
- Soutenez le trafic de données GPRS, le débit maximum, téléchargez 85.6Kbps, téléchargez 42.8Kbps
- Prend en charge la commande standard GSM et les commandes étendues Ai-Thinker
- Support GPS et AGPS
- La commande AT prend en charge l'interface de commande standard AT et TCP / IP Prise en charge de l'audio numérique et de l'audio analogique pour le codage vocal HR, FR, EFR et AMR Soutien ROHS, FCC, CE, CTA certification SMT 42PIN
- Prend en charge deux ports série, un port série pour télécharger un port de commande AT.
- Caractéristiques: Température de fonctionnement -30 à + 80 Tension de fonctionnement 3.3V-4.2V Tension d'alimentation > 3.4V Sensibilité <-105 Courant moyen en veille 3ma moins 1KG d'aspiration de pointe

Conception et Réalisation

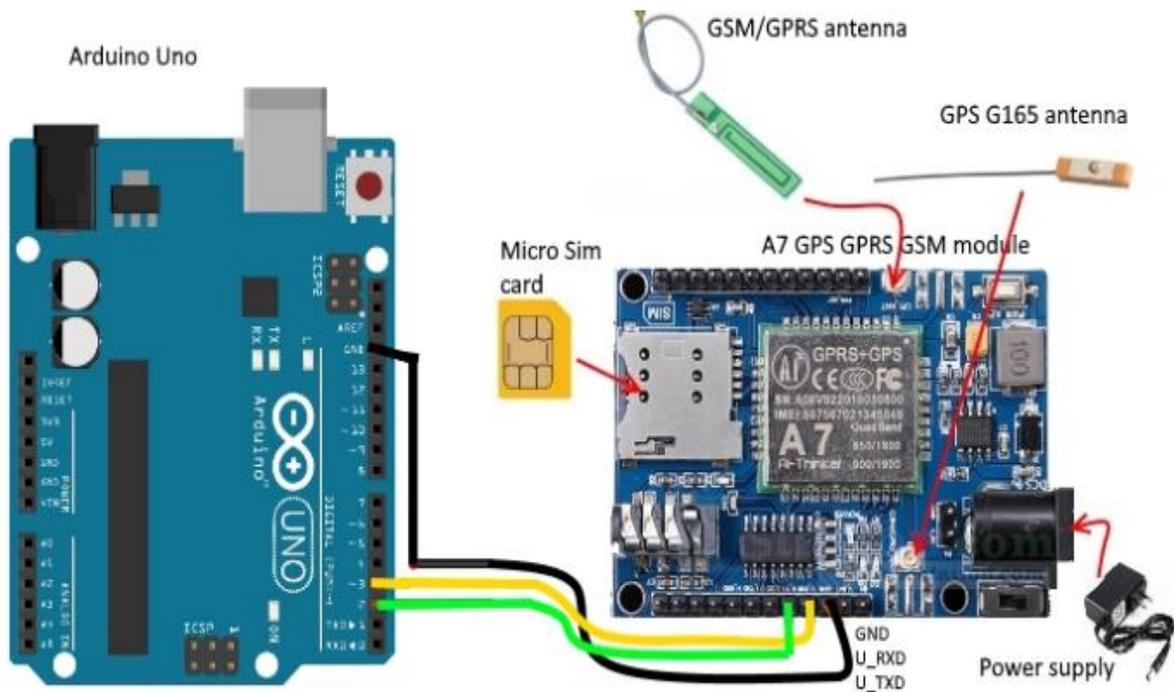


Figure IV.5 : communication du A7 avec Arduino

IV.2.1.4 Comparaison entre A7 Ai-Thinker et le SIM808 : [33]

Caractéristique du module	SIM808	A6 / A7 / A20
Connexions de données		
TCP (HTTP, MQTT, Blynk, ...)	implémenté	Implémenté « moins performant »
SSL / TLS (HTTPS)	implémenté	Non disponible
USSD		
Envoi de demandes USSD	implémenté	Implémenté
Décodage de la réponse 7,8,16 bits	implémenté	Implémenté
SMS		
Envoi	implémenté	Implémenté
Envoi en Unicode	implémenté	Non disponible
Appels		

Conception et Réalisation

Composer, raccrocher	implémenté	Implémenté
Recevoir des appels	implémenté	Implémenté
Evénement entrant (RING)	planifié	Non disponible
Envoi DTMF	implémenté	Implémenté
Décodage DTMF	planifié	Non disponible
Emplacement		
Service de localisation GSM	implémenté	Implémenté
GPS / GNSS	implémenté	Non disponible

Tableau IV.1 : comparaison entre le module SIM808 et A7-AIthinker

IV.2.1.5 Détecteur de pulsation cardiaque « pulse sensor » :

Les données de fréquence cardiaque peuvent être très utiles si on conçoit une routine d'exercice, étudiez notre niveau d'activité ou d'anxiété ou souhaitez simplement qu'on surveille le rythme de notre cœur. Le problème est que la fréquence cardiaque peut être difficile à mesurer. Heureusement, un capteur de pouls de petite taille « **Amped** » peut résoudre ce genre de problème.

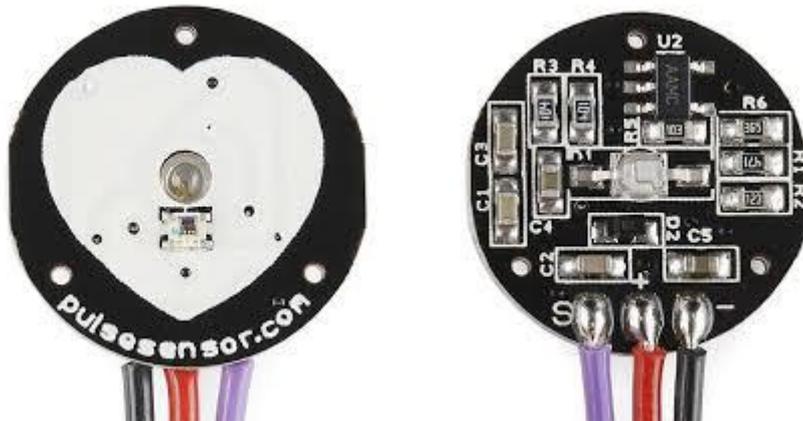


Figure VI.6 : pulse sensor

Le Pulse Sensor Amped est un capteur de fréquence cardiaque plug-and-play compatible à Arduino. Il peut être utilisé par les étudiants, les artistes, les athlètes, les créateurs et les développeurs de jeux et mobiles qui souhaitent intégrer facilement des données de fréquence cardiaque en direct dans leurs projets.

Conception et Réalisation

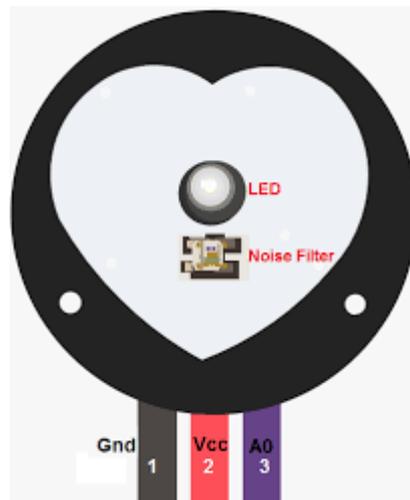


Figure IV.7 : Schéma explicatif de pulse sensor

Il combine essentiellement un simple capteur de fréquence cardiaque optique avec des circuits d'amplification et de suppression de bruit, ce qui permet d'obtenir rapidement et facilement des lectures d'impulsions fiables.

Il nous suffit de fixer le capteur cardiaque à notre lobe d'oreille ou à notre doigt et de le brancher sur la carte Arduino de 3.3 ou 5 V et la fréquence cardiaque sera prête à être lue. Le câble de 24 "du capteur de pouls est doté de jumpers mâles standard, aucune soudure n'est donc requise. Bien entendu, le code d'exemple Arduino est disponible sur la littérature, ainsi qu'un schéma de traitement permettant de visualiser les données de fréquence cardiaque. [37]

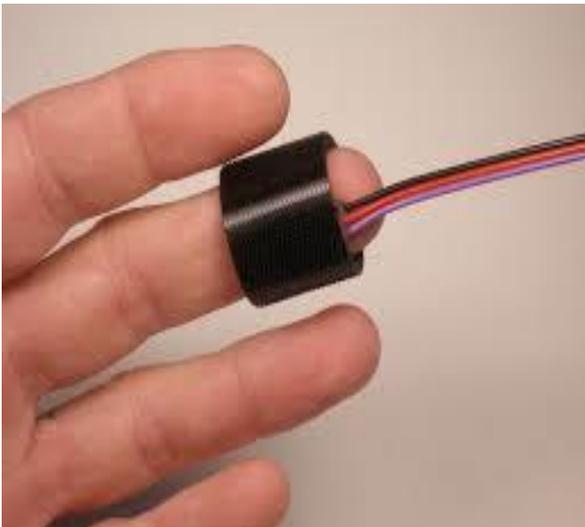


Figure IV.8 : mesure de la fréquence Cardiaque à partir du doigt

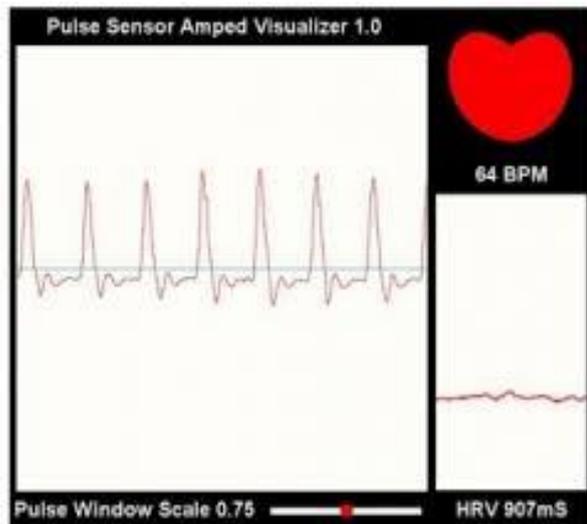


Figure IV.9 : interface de visualisation processing

Conception et Réalisation

IV.3 Google Maps :

Google Maps est un service de cartographie en ligne. Le service a été créé par Google et lancé pour la première fois dans deux pays (États-Unis et au Canada), il est par la suite lancé dans d'autres pays : 2005 en Grande-Bretagne (sous le nom de Google Local), 2006 en France, Allemagne, Espagne et Italie

C'est un service gratuit disponible sous forme d'application ou d'un site web sur les smartphones, tablette et sur PC qui permet, à partir de l'échelle mondiale, de zoomer jusqu'à l'échelle d'une habitation. Des prises de vue fixes montrant les détails de certaines rues sont également accessibles grâce à une passerelle vers Google Street View.

La plateforme Google Maps contient deux types de vue disponibles pour les utilisateurs : un plan classique, avec nom des rues, quartier, villes et une vue en image satellite, qui couvre aujourd'hui le monde entier. Ce service n'est plus en version bêta depuis le 12 septembre 2007, et a été ajouté aux liens de la page d'accueil de Google.

Aujourd'hui ce service est largement utilisé dans le monde, il offre des diverses fonctionnalités pour les utilisateurs :

- rechercher des lieux ou une adresse
- il propose des itinéraires soit en voiture, en transport, ou à pied.
- obtenir des informations sur le trafic,
- visualiser un lieu avec Google Street View,
- connaître son emplacement sur la carte en activant le GPS de smartphone.
- accéder à des images satellite et 3D. [14]

IV.4 Dispositif de localisation et de surveillance des patients atteints d'Alzheimer :

Le but derrière la réalisation de ce dispositif est d'assurer la sécurité des personnes qui souffrent de la maladie d'Alzheimer tout en gardant leur autonomie et ainsi pouvoir les surveiller par ces familles grâce à un système de localisation par GPS, ce système a deux modes de fonctionnement ; le premier mode permettra de garantir le suivi de malade en effectuant un appel vers le numéro carte SIM de module SIM808 pour recevoir les données de la localisation sous forme de message.

Le deuxième mode est le mode « surveillance », cela fonctionne en ajoutant un capteur de pulsation cardiaque au même montage arduino et SIM808, ce capteur doit être fixé soit sur le doigt ou sur le lobe d'oreille du patient, ce capteur permet de mesurer en permanence le rythme cardiaque du patient et le résultat sera affiché avec les données de la localisation dans le même message.

Conception et Réalisation

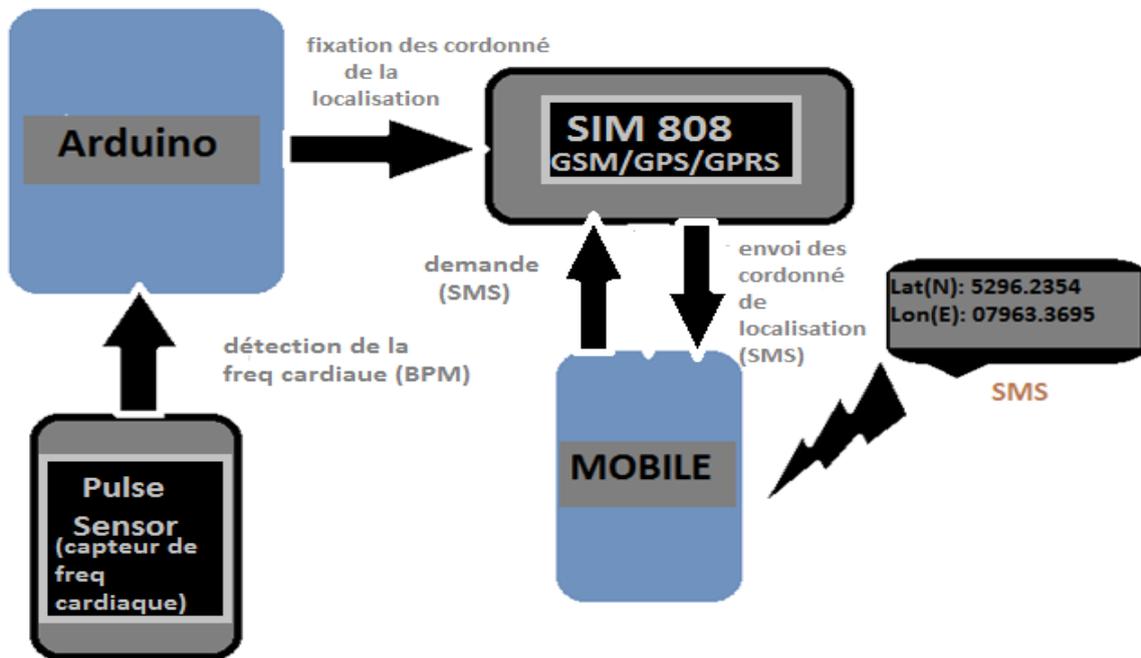
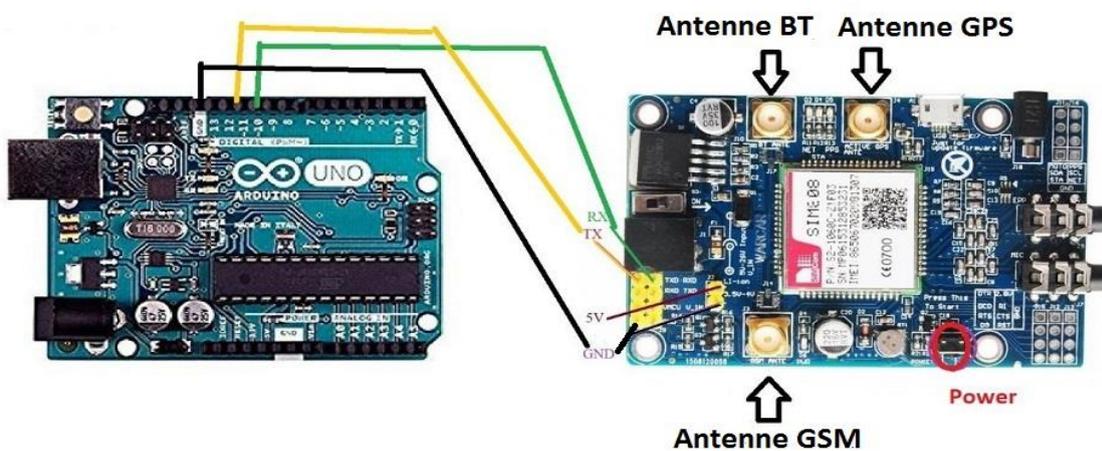


Figure IV.10 : schéma bloc

Une étude du montage de chacun des deux modes ainsi que l'algorithme et les résultats finaux seront détaillés par la suite.

IV.4.1 Le montage Arduino-SIM808 :

Le montage suivant représente un système de localisation utilisant le même module GSM et GPS intégré au module SIM808. Ce système est capable de déterminer la position du patient grâce à un récepteur GPS et permet aussi de communiquer sur les réseaux cellulaires par un module de téléphonie mobile GSM qui lui permet d'envoyer ses informations de position par SMS vers la famille du patient. Pour que cela fonctionne, il est indispensable que le module ait une carte SIM (puce téléphonique). Tout ça est programmé automatiquement par la carte Arduino uno.



Conception et Réalisation

Figure IV.11 : communication Arduino-SIM808

Un mode transmission de données par SMS est utilisé par ce système, le module SIM808 fixe les coordonnées de la position la latitude et la longitude d'un lieu où se trouve actuellement le patient et une fois que le module GPS GSM GPRS reçoit un appel d'un numéro près défini message texte celui-ci répondra par un SMS indiquant la position GPS du module, en fonction de son emplacement avec le téléphone portable ainsi l'emplacement du patient sera déterminer et retrouvera sa famille. (Figure IV.12).

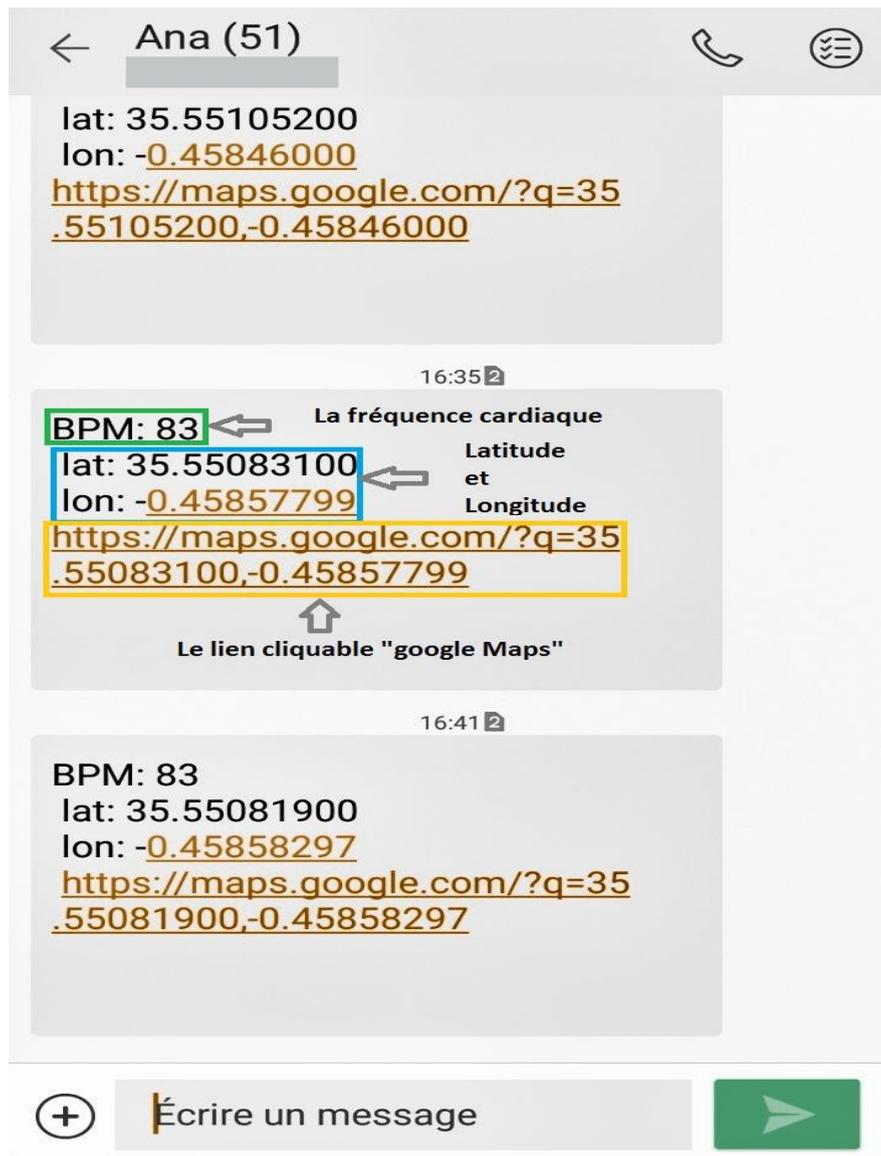


Figure IV.12 : le message envoyé par le SIM808

Le message envoyé se présente sous la forme d'un lien cliquable (figure IV.12) qui ouvre l'application ou le site Google Maps. Il est donc nécessaire que le téléphone ait une connexion Internet pour visualiser la position sur la carte.

Conception et Réalisation



Figure IV.13 : représentation de la position de La famille et de malade sur la carte

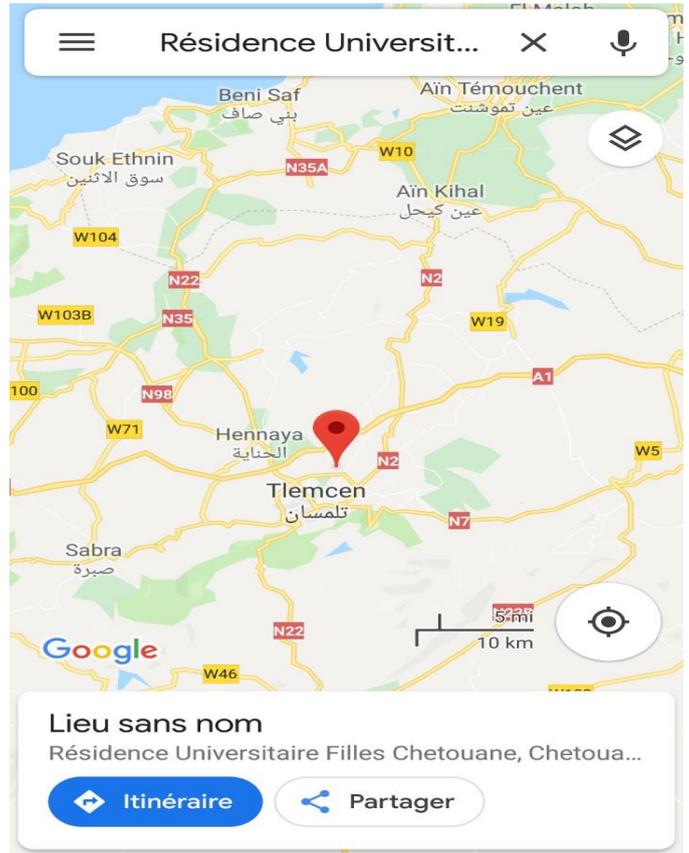


Figure IV.14 : emplacement du malade « la ville »

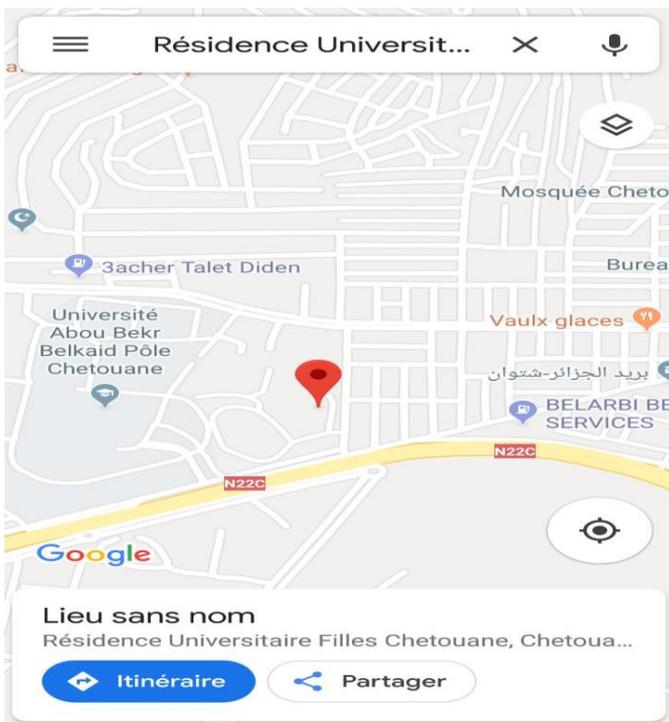


Figure IV.15 : emplacement du malade

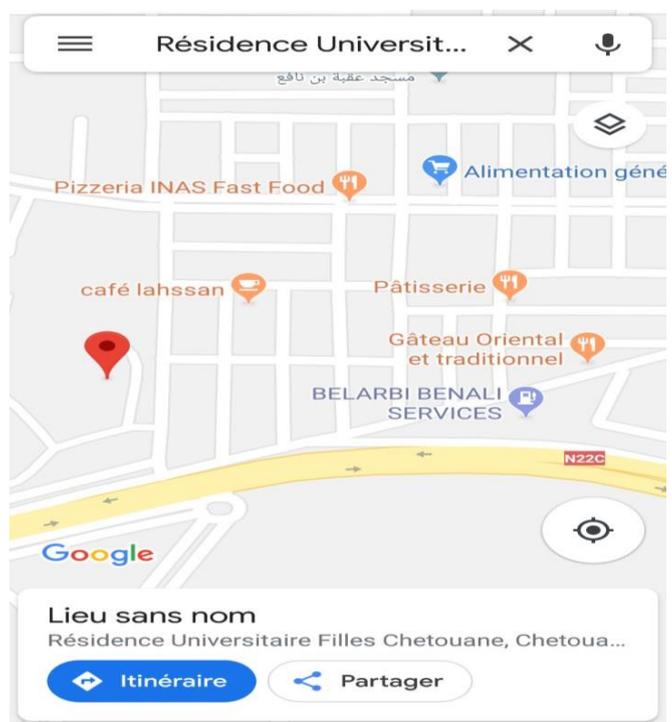


Figure IV.16 : l'adresse la plus précise de

Conception et Réalisation

« Les régions »

Le module 808 fixe les coordonnées de la localisation avec une bonne précision (quelque mètre), on peut bien visualiser cette précision dans le cas où la position de la malade est la même pour sa famille. La distance entre les deux coordonnées est représentée dans les figures suivantes :

l'emplacement du patient sur la carte

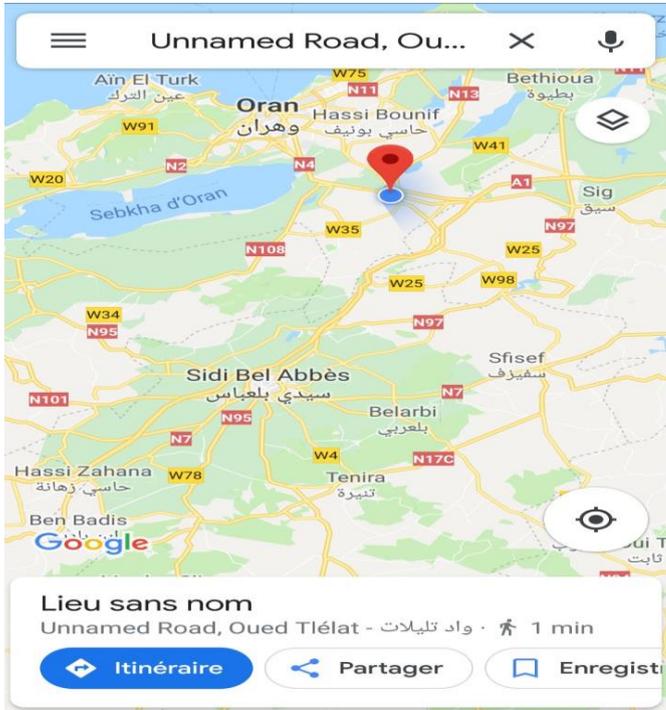


Figure IV.17 : représentation de la précision « la ville »

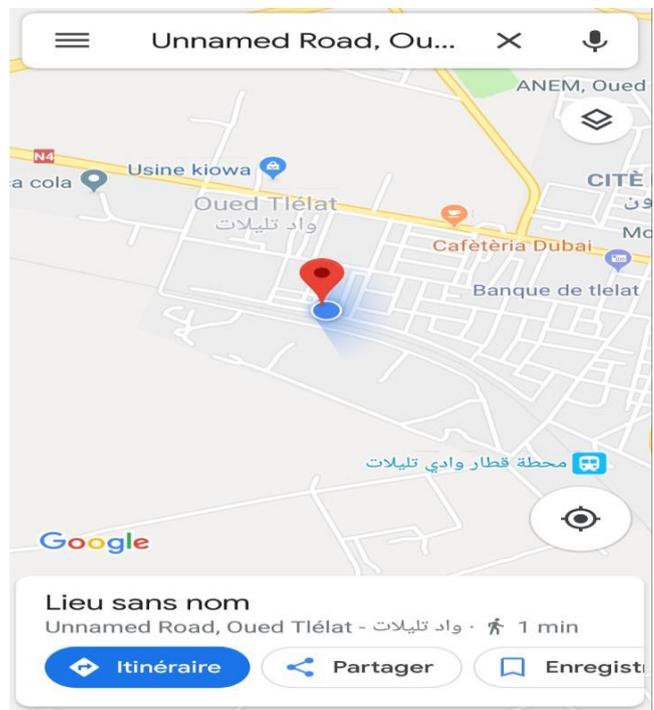


Figure IV.18 : représentation de la précision « les régions »

IV.4.2 Le montage Arduino-SIM808 et pulse sensor :

L'Age est le principal facteur de risque pour la maladie d'Alzheimer, plus de 40% des personnes atteintes de cette maladie dépassent les 70 ans, pour un sujet âgé et qui souffre de la maladie d'Alzheimer la surveillance médicale est indispensable, pour cela on a travaillé sur un système qui combine entre la géolocalisation et la surveillance médicale.

Le stress, la fatigue, la peur ont un effet très important sur le cœur, pour un malade d'Alzheimer qui risque toujours de tomber d'un de ces situations suite à la perte de mémoire inattendu ou d'une maladie cardiaque, dans ce cas le système nerveux autonome sympathique provoque une grande stimulation du cœur directement par l'intermédiaire d'hormones comme l'adrénaline. Celle-ci peut provoquer une accélération de rythme cardiaque inhabituelle, ainsi. La maladie cardiovasculaire peut provoquer une perturbation de rythme cardiaque. Pour cela on a choisi la fréquence cardiaque comme paramètre physiologique important surveillé par ce dispositif. Le système permet de détecter ce genre de situation en ajoutant un capteur de pulsation cardiaque « **pulse sensor** » au montage précédent.

Conception et Réalisation

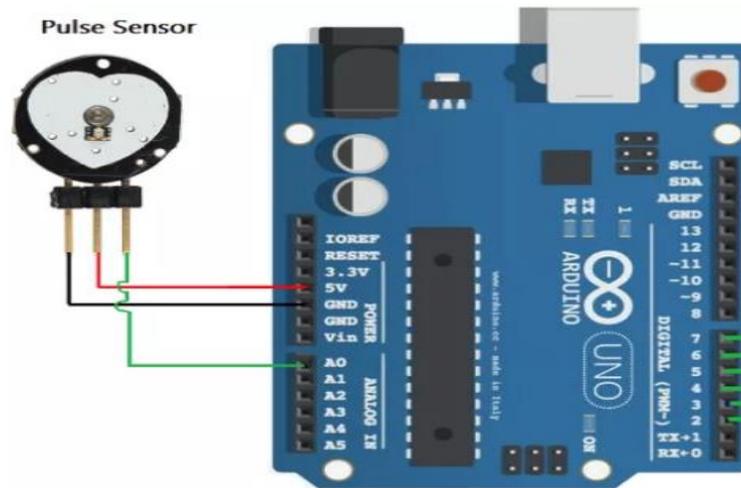


Figure IV.19 : communication Aduino-pulse sensor

Le module de capteur de pouls a une lumière qui aide à mesurer le pouls. Lorsque nous plaçons le doigt sur le capteur cardiaque, la lumière réfléchiée change en fonction du volume de sang dans les vaisseaux sanguins capillaires. Cette variation de transmission et de réflexion de la lumière peut être obtenue sous forme d'impulsion à partir de la sortie du capteur de pouls. Cette impulsion peut ensuite être conditionnée pour mesurer les pulsations cardiaques, puis programmée pour être lue en tant que comptage de pulsations cardiaques à l'aide d'Arduino.

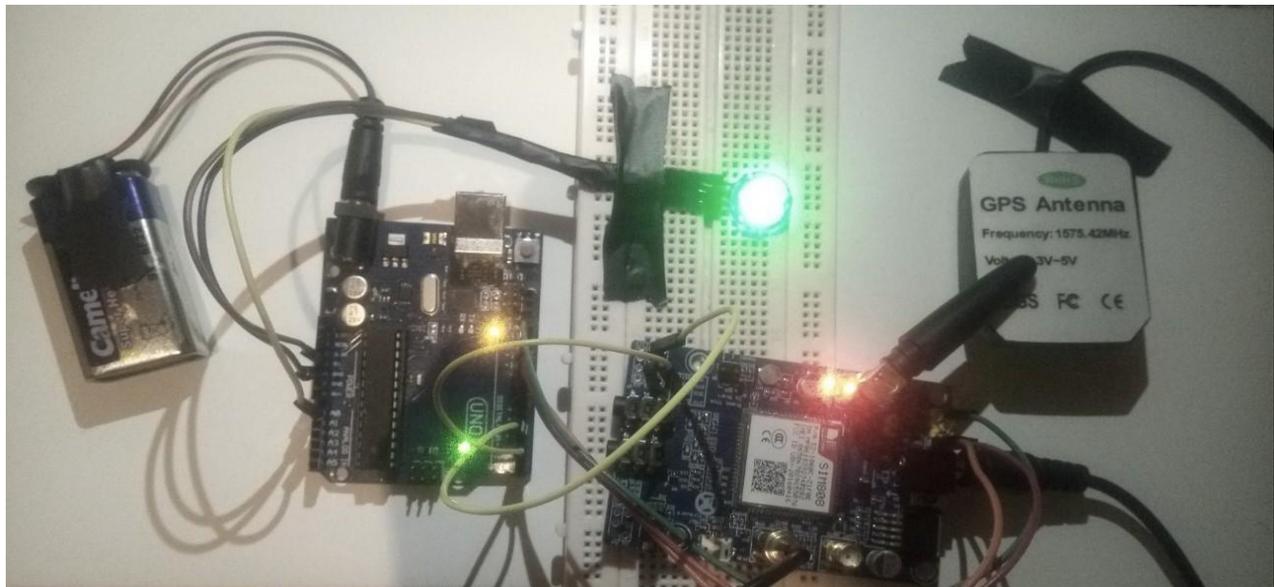


Figure IV.20 : le circuit de dispositif

Conception et Réalisation

```
COM4 (Arduino/Genuino Uno)
> incoming call...
> Incoming call...
Phone Number: +CLIP: "      ",129,"",0,"",0
RING!
Phone Number: 0782585132
---> AT+CGNSINF
<--- +CGNSINF: 1,1,20190610224829.000,34.919758,-1.298548,597.100,1.24,271.5,1,,1.6,1.
---> AT+CGNSINF
<--- +CGNSINF: 1,1,20190610224829.000,34.919758,-1.298548,597.100,1.24,271.5,1,,1.6,1.
83
BPM: 83
lat: 34.91975800
lon: -1.29854800
https://maps.google.com/?q=34.91975800,-1.29854800
---> AT+CMGF=1
<--- OK
```

Figure IV.21 : les résultats des tests dans le moniteur série

IV.4.2.1 Calibrage de pulse sensor :

La calibration correspond au fait d'étalonner, c'est-à-dire de conforter des données obtenues par des biais différents afin d'en tirer une information. Ce terme est un anglicisme souvent employé dans le monde scientifique.

Dans notre travail, on a utilisé la calibration au niveau du module pulse sensor pour extraire une équation qui nous permet de trouver les valeurs du rythme cardiaque en BPM (battement par minute) en fonction des valeurs de la sortie A0 de la carte Arduino. Par cette équation on peut transformer le signal de la sortie A0 en des données utiles de BPM qui vont être affichés dans le message envoyé au téléphone portable du l'aidant familial.

Pour réaliser ce calibrage on a testé le module sur 10 différents sujets (adultes, vieux, sportifs) au différents cas (au repos, au mouvement) en comparant les valeurs du signal obtenu par le capteur pulse sensor avec le rythme cardiaque mesuré par un autre capteur, les résultats sont afficher dans le tableau suivant (Tableaux IV.1) :

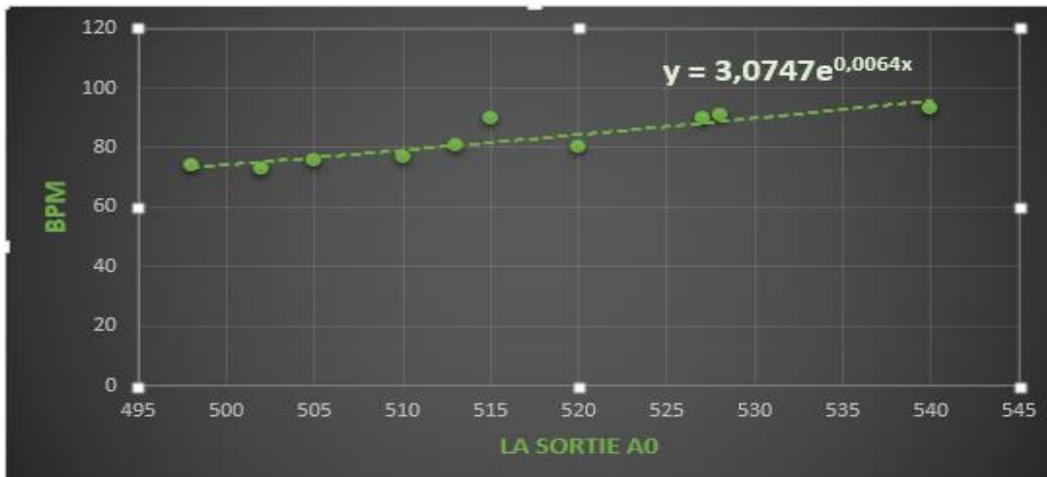
Conception et Réalisation

	Output	BPM (battement par minute)
Sujet 01	502	73
Sujet 02	515	90
Sujet 03	540	93
Sujet 04	528	91
Sujet 05	513	81
Sujet 06	510	77
Sujet 07	505	76
Sujet 08	498	74
Sujet 09	527	90
Sujet 10	520	80

Tableaux IV.2: tableau de calibration

Après, on a effectué une courbe de la fréquence cardiaque en fonction de signal de la sortie A0 pour obtenir l'équation de calibrage par Excel, la courbe avec l'équation exponentiel calculer par Excel sont affichées dans la figure VI.20 :

Conception et Réalisation



FigureIV.22 : Graphe de calibrage

L'équation obtenue à partir de la courbe est utilisée par la suite dans la programmation du capteur par Arduino Uno. Ce capteur de pulsation cardiaque détecte en permanence le rythme cardiaque qui va être traité et surveillé par le microcontrôleur Arduino et une fois le module SIM808 détecte une tentative d'appel de l'appart de la famille du patient il automatiquement fixe la localisation et la fréquence cardiaque du malade et les envoient sous forme d'un message (SMS).

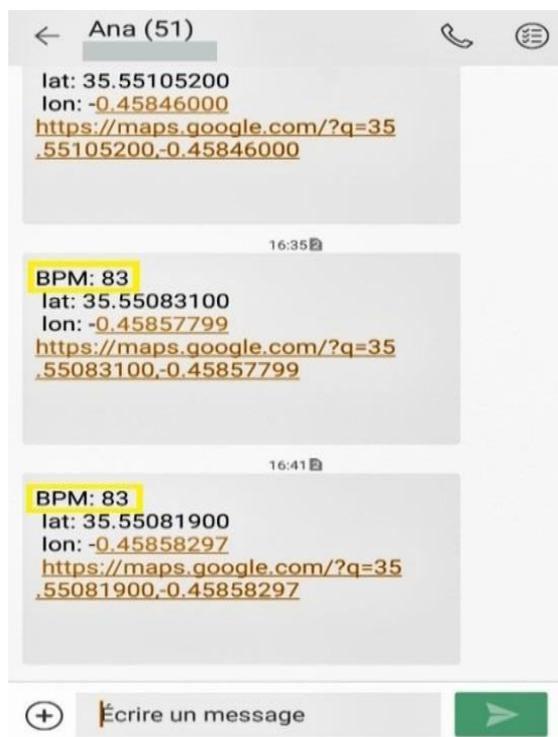


Figure IV.23 : affichage De la fréquence cardiaque dans SMS

Par la même méthode en peut surveiller plusieurs paramètres physiologiques comme la glycémie, la pression artérielle, la température...etc.

Conception et Réalisation

IV.5 L'algorithme :

Dans cette partie nous avons défini les étapes principales de la programmation de notre système, la première partie du programme concerne les bibliothèques avec lesquelles on a travaillé, l'étape suivante est l'étape de déclaration des variables, des caractères et des pins d'entrés, ensuite l'initialisation du module SIM808 cette partie permet de démarrer le fonctionnement de GPS et de réseau cellulaire du module

Après le démarrage du module on a passé à la programmation de la condition de l'envoi de message, si le module reçoit un appel de l'appart de numéro pré définie dans la partie de déclaration l'arduino passe à l'exécution des instructions de fixation des coordonnées de la localisation, et de la fréquence cardiaque (dans cette étape qu'on a utilisé l'équation obtenue dans la partie de calibrage pour calculé la fréquence en bpm) et finalement l'envoi du message, sinon il revient à l'exécution de nouveau les instructions d'initialisation

```
//déclaration des bibliothèques
```

```
Adafruit_FONA.h // la bibliothèque du module SIM808.
```

```
SoftwareSerial.h// la bibliothèque logicielle.
```

```
// Déclaration des caractères et des variable
```

```
char message// message envié.
```

```
char phone//numéro de téléphone de l'émetteur.
```

```
float latitude, longitude, altitude// les cordonnés de  
la localisation GPS
```

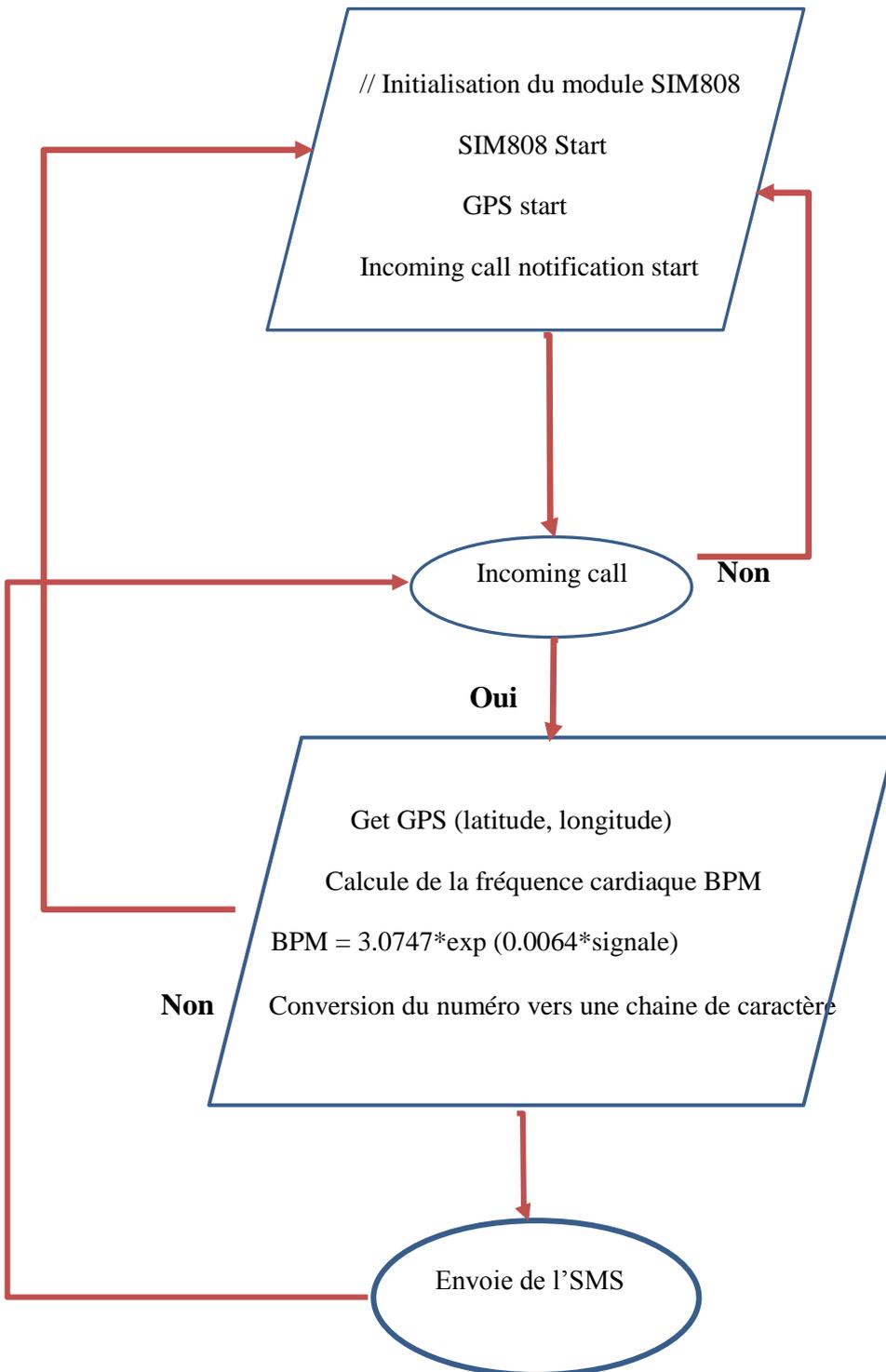
```
boolean success;
```

```
int Signal// signal de capteur pulse sensor
```

```
int BPM// battement par minute
```

```
const int PULSE_INPUT = A0//pin d'entré du capteur pulse  
sensor
```

Conception et Réalisation



IV.5 Conclusion :

Dans la vie quotidienne d'un malade d'Alzheimer la surveillance médicale est nécessaire ainsi une localisation automatique de son emplacement d'une façon permanente réduit la souffrance du a la surveillance continue du malade par sa famille.

Dans cette partie nous avons présenté notre dispositif de surveillance et de géolocalisation, et nous avons décrit d'une manière détaillés l'ensemble des étapes de réalisation de ce projet et les différents composants utilisés, de l'algorithme passant par le schéma bloc, les montages réalisés et leur principe du fonctionnement.

Plusieurs problèmes ont été soulevés et analysé lors de cette réalisation, principalement au niveau du module GPS GSM. Le module A7 Ai-Thinker utilisé au premier lieu ne donner pas de bons résultats. Souvent les données reçus étaient erronées, la seule solution été de changer ce module avec un module plus performant « SIM808 ». Le facteur temps nous a aussi empêchés de pousser notre recherche et ajouter plus de fonctionnalités au dispositif proposé.

*CONCLUSION
GENERALE*

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Dans ce travail, nous avons combiné deux technologies qui sont la géolocalisation par GPS et la technologie GSM et les introduire dans le domaine de la santé pour résoudre le problème de localisation et de surveillance à distance des malades d'Alzheimer.

Tout d'abord on a commencé par une présentation globale sur la maladie d'Alzheimer, une description générale de la maladie jusqu'au traitement destiné aux malades dans le but de stopper la progression de l'anomalie ; passons par les facteurs de risque, les stades d'évolution de la maladie et le suivi médical. De plus, on a parlé de la structure de prise en charge des patients souffrant d'Alzheimer et on a clôturé le chapitre en présentant les études statistiques qui ont été faites au niveau national, régional et international.

Le deuxième chapitre a été consacré à l'étude des technologies de la géolocalisation généralement et de la technique de localisation par satellite (GPS) spécifiquement. On a parlé de l'histoire de la géolocalisation, ses domaines d'application (militaire, civile, professionnel...etc.), ses différentes techniques (géolocalisation par GSM, WI-FI, géocodeur, adresse IP, RFID...etc.), la composition et le principe de fonctionnement du GPS et les récepteurs GPS.

Plus particulièrement, nous avons aussi présenté dans le troisième chapitre la technologie GSM en parlant du concept des réseaux cellulaires et de l'architecture du réseau GSM, de l'interface radio, des identifiants et des adresses de localisation et on termine par les techniques principales du canal physique.

Dans le quatrième chapitre nous avons abordé la partie pratique en commençant par la partie hardware dont on a cité les composants utilisés dans notre projet, on a parlé aussi de l'application Google Maps et d'une description de notre dispositif, le montage Arduino-SIM808 et l'algorithme utilisé. On a exposé aussi les résultats obtenus de la géolocalisation et du rythme cardiaque après avoir changé les positions dans les endroits urbains et ruraux.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] : <https://www.sante-sur-le-net.com/maladies/neurologie/maladie-alzheimer/>
- [2] : <https://www.logement-seniors.com/articles-ls/les-facteurs-de-risques.html>
- [3] : <https://www.alz.org/fr/stades-de-la-maladie-d-alzheimer.asp>
- [4] : <https://alzheimer-vaud.ch/troubles-de-la-memoire/existe-t-il-un-traitement>
- [5] : <https://www.cairn.info/revue-gerontologie-et-societe1-2009-1-page-195.htm#>
- [6] : <https://essentiel-autonomie.humanis.com/etre-aide-lorsqu-aide-proche/alzheimer-quelle-prise-charge>
- [7] : <https://www.who.int/fr/news-room/detail/07-12-2017-dementia-number-of-people-affected-to-triple-in-next-30-years>
- [8]: World Alzheimer Report 2018 « The state of the art of dementia research » Publier par « Alzheimer's Disease International (ADI) »
- [9] : RAPPORT ALZHEIMER ET MÉDITERRANÉE 2016 Auteurs « Salomé Nicaise, Federico Palermi » Association Monégasque pour la recherche sur la maladie d'Alzheimer (AMPA)
- [10] : <http://lecourrier-dalgerie.com/sante-journee-mondiale-de-la-maladie-dalzheimer/>
- [11] : <http://www.aps.dz/sante-science-technologie/75911-maladie-d-alzheimer-pres-de-200-000-cas-recenses-a-l-echelle-nationale>
- [12] : <https://memoiredroit.wordpress.com/2011/04/05/histoire-de-la-geolocalisation/>
- [13] : « Système de géolocalisation » Janvier 2010 Antonin AUROY, Mihai-Bogdan BADAU, Sanaa BAHOU, Pierrick BARREAU ,Stephanie BERNHARDT
- [14] : Wikipédia.
- [15] : <http://www.geolocalisation-vehicule.be/techniques-la-geolocalisation-par-geocodeur-et-par-satellite>
- [16] : Article Perspectives des technologies de l'information de OECD « Systèmes et techniques RFID », TETELIN Claude 2004.
- [17] : <http://www.geolocalisation-vehicule.be/techniques-de-geolocalisation-le-gsm-le-wifi-ladresse-ip-et-le-rfid>
- [18] : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/applications-radars-42592210/applications-de-la-geolocalisation-te6720/>
- [19] : <https://tpejvilar.wordpress.com/les-domaines-dutilisation-du-gps-et-son-futur/les-domaines-dapplication/>
- [20] : <http://www.histoire-cigref.org/blog/geolocalise-quelle-histoire-de-gps/>
- [21] : <https://tpejvilar.wordpress.com/a-propos/la-composition-du-systeme-gps/>

- [22] : <https://couleur-science.eu/?d=97791a--quel-est-le-principe-de-fonctionnement-du-gps>
- [23] : <https://www.montre-cardio-gps.fr/les-7-erreurs-que-fait-regulierement-votre-montre-gps/>
- [24] : <http://adrien.rocha78.over-blog.com/article-inconvenients-du-gps-70704078.html>
- [25] : <http://tpeondeselectro.e-monsite.com/pages/1-onde-en-general/differents-types-d-ondes/haute-frequence.html#IT5pwiciRKUoERVm.99>
- [26] : Bernard Marchal : onde et champ électromagnétique.
- [27] : Harold BAMBY, Etude de la qualité de service dans les réseaux mobiles GSM, Licence professionnelle 2012.
- [28] : Leon BEYA KALAMBA, Interconnexion entre deux réseaux cellulaires des normes GSM par faisceau hertziens cas de CCT et Vodacom (ISTA - Ingénieur Technicien en électronique. Orientation : Radio Transmission 2010
- [29] : Marc VAN DROOGENBROECK, Cédric DEMOULIN, PRINCIPES DE BASE DU FONCTIONNEMENT DU RÉSEAU GSM, Département d'Électricité, Électronique et Informatique (Institut Montefiore).
- [30] : ELIAS SEMAJERI Ladislav, étude et mise en place d'un réseau Gsm dans une entité académique faculté des sciences économiques et de gestion.
- [31] : Mr. HAMADI Fares, MEMOIRE En vue de l'obtention du diplôme de MASTER Recherche En Informatique Option : « Réseaux et Systèmes Distribués »
- [32] : Rouxel Olou Uatm-Gasa, Technique de maintenance du réseau GSM, Licence professionnelle en réseaux informatiques et télécoms 2010.
- [33] : <https://fr.scribd.com/document/245634711/Les-Interfaces-GSM-Et-Leur-Localisation>.
- [34] : GSM : Global System for Mobile Communications Architecture, Interfaces et Identités EFORT <http://www.efort.com> 20008.
- [35] : http://www.microsann.com/images/Atelier_Joomla/Fiches_PDF/La_carte_Arduino_UNO
- [36] : FICHE TECHNIQUE SIM808 : SIMCOM sim808 hardware design
- [37] : <http://acoptex.com/project/286/basics-project-064a-ai-thinker-a7-gsm-gprs-gps-module-at-acoptexcom/#sthash.ynsux0UZ.dpbs>
- [38] : <https://github.com/vshymansky/TinyGSM>
- [39] : <https://www.generationrobots.com/media/DetecteurDePoulsAmplifie/PulseSensorAmpedGettingStartedGuide.pdf>

Résumé :

Selon les études statistiques récentes la maladie d'Alzheimer touche environ 5 millions de personnes dans le monde « d'après l'OMS », et près de 200.000 personnes à l'échelle nationale.

D'après ces chiffres là on remarque l'évolution progressive de la maladie et son effet sur la population ce qui nécessite une mise en place d'une technologie pour assister les aidants familiaux et les malades atteints d'Alzheimer afin d'améliorer la qualité de vie des patients et d'atténuer la souffrance de leurs proches.

Dans ce projet nous avons proposé un système basé sur l'exploitation de la technologie de géolocalisation par satellite (GPS) et de communication (GSM) pour réaliser un dispositif de surveillance et de localisation des malades atteints d'Alzheimer dont l'objectif est d'empêcher le développement de la maladie et d'établir un lien à distance entre le malade et sa famille.

Mot clé : Alzheimer, Géolocalisation, Localisation, GPS, GSM, Surveillance, Le rythme cardiaque

Abstract:

According to recent statistical studies, Alzheimer's disease affects around 5 million people worldwide "according to OMS", and about 200,000 people nationwide.

According to this, the progressive development of the disease and its negative effect on the population is noted, which requires the introduction of a technology to assist the patients suffering from Alzheimer's disease and their family in order to improve their quality of health care and alleviate the suffering of their relative.

In this project we have proposed a system based on the exploitation of the technologies of geolocation by satellite (GPS) and of communication (GSM) to realize a device of monitoring and localization of the patients with Alzheimer's in order to prevent the development of the disease and establish a remote link between the patient and their family.

Key Word: Alzheimer, Geolocation, Location, GPS, GSM, Monitoring, Heart Rate.

المخلص :

وفقاً للدراسات الإحصائية الأخيرة، يصيب مرض الزهايمر حوالي 5 ملايين شخص في جميع أنحاء العالم "وفقاً لمنظمة الصحة العالمية"، ونحو 200.000 شخص على المستوى الوطني.

وفقاً لهذه الإحصاءات نلاحظ التطور التدريجي للمرض وتأثيره على السكان، الأمر الذي يتطلب إدخال تقنية لمساعدة المرضى الذين يعانون من مرض الزهايمر من أجل تحسين نمط حياتهم. من حياة المرضى وتخفيف معاناة عائلاتهم.

في هذا المشروع، اقترحنا نظاماً يعتمد على استغلال تقنيات تحديد الموقع الجغرافي بواسطة القمر الصناعي والاتصالات لتحقيق جهاز لرصد ومراقبة المرضى الذين يعانون من مرض الزهايمر والذي يهدف إلى منع تطور المرض وإنشاء رابط بعيد بين المريض وعائلته.

الكلمات المفتاحية : الزهايمر، الموقع، تحديد الموقع الجغرافي، GPS، GSM، المراقبة، نبضات القلب.