

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA BÉJAÏA  
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE  
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ELECTRIQUE



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de Master en Génie  
Electrique  
Option : Télécommunications

## Thème

# *Services de localisation médicale dans le réseau 4G*

**Réalisé par:** BRIKH Massinissa

**Encadreur :** Mr. BELLAHSENE Hocine

**Co-encadreur :** Mr. BOUROUIS Abderrahim

**Devant le jury composé de :**

Mr M. Tounsi

Mme N. Mezhoud

**Président**

**Examineur**

**Bejaia, Juin 2014**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A la mémoire de mes grands-parents ;*

*A mes chers parents, qui sont et resteront à jamais ma source d'inspiration et qui étaient d'une grande aide, d'incessants encouragements et d'une patience inouïe vis-à-vis ma personne ;*

*A mon frère , à ma sœur et mon petit cousin que j'aime très fort « Moumouh » ;*

*A tous les membres de ma famille sans exception ;*

*A tous mes amis(es) qui étaient toujours là pour moi pendant les bons et les pires moments ;*

*A tous mes enseignants depuis mon premier pas à l'école ;*

*A l'équipe ATB qui était une véritable deuxième famille lors de mon stage ;*

*Et à toutes les personnes qui m'ont apporté de l'aide de près ou de loin.*

# Remerciement

*Je tiens à remercier :*

*Le bon Dieu qui nous a doté de la merveilleuse faculté de raisonnement ainsi que de nous inciter à acquérir le savoir ;*

*Mr BELLAHSENE Hocine de m'avoir encadré au sein de l'université Abderrahmane MIRA de Bejaia et surtout d'avoir été patient avec moi ;*

*Mr BOUROUIS Abdrrahim pour m'avoir proposé ce thème, de m'avoir encadré au sein de l'entreprise ATB ainsi que pour tout ce qu'il m'a appris ;*

*Mr BRIKH AKLI qui m'a permis de faire mon stage au sein de l'entreprise ATB ;*

*Mr N.MOSTEFAOUI ,Mr N.Houam, Mr Mouas ainsi que l'équipe Huawei pour leur bienveillance à mon égard ;*

*A tous mes enseignants qui m'ont guidé vers la voie du savoir.*

|  |           |
|--|-----------|
| Tables des matières .....  | iii       |
| Tables des figures .....   | ix        |
| Liste des tableaux .....   | xii       |
| Liste des abréviations.....  | xiii      |
| <b><u>Introduction générale</u></b> .....  | <b>1</b>  |
| <b><u>Chapitre I</u></b>   |           |
| <b>I.1 Introduction</b> .....  | <b>3</b>  |
| <b>I.2 Service de localisation</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>I.2.1 Définition de la géolocalisation</b> .....                                | <b>3</b>  |
| <b>I.2.2 Vue générale d'un service de localisation</b> .....                       | <b>3</b>  |
| <b>I.2.3 Présentation générale des systèmes de localisation</b> .....              | <b>4</b>  |
| <b>I.3 Les méthodes de localisation</b> .....                                      | <b>5</b>  |
| <b>I.3.1 Techniques géométriques d'estimation de la position</b> .....             | <b>6</b>  |
| <b>I.3.2 Le timing</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>I.3.3 Angle d'arrivée</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>I.3.4 La puissance du signal reçu (RSS pour Received Signal Strenght)</b> ..... | <b>8</b>  |
| <b>I.4 Les moyens de localisation utilisés dans les services mobiles</b> .....     | <b>9</b>  |
| <b>I.4.1 Les systèmes de localisation par satellites</b> .....                     | <b>9</b>  |
| <b>I.4.1.1 Le GPS</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>I.4.1.2 Le D-GPS (Differential GPS)</b> .....                                   | <b>10</b> |
| <b>I.4.1.3 Les systèmes concurrents du GPS</b> .....                               | <b>10</b> |
| <b>I.4.1.4 Le A-GPS (GPS Assisted)</b> .....                                       | <b>11</b> |
| <b>I.4.2 La localisation via les réseaux de téléphonie</b> .....                   | <b>12</b> |
| <b>I.4.2 .1 Localisation par réseaux GSM</b> .....                                 | <b>12</b> |
| <b>I.4.2.2 La localisation par réseau UMTS</b> .....                               | <b>13</b> |
| <b>I.4.2.3 Les méthodes de localisation dans les réseaux GSM et UMTS</b> .....     | <b>13</b> |
| <b>I.4.2.4 La localisation par réseau LTE</b> .....                                | <b>15</b> |
| <b>I.4.2.5 Les méthodes de localisation utilisées dans réseau LTE</b> .....        | <b>15</b> |

# Tables des matières

|  |    |
|--|----|
| 1- OTDOA (Observed Time Difference Of Arrival).....              | 16 |
| 2- La méthode hybride (GNSS/OTDOA).....                          | 16 |
| 3- Enhanced Cell ID (identification de la cellule optimale)..... | 17 |
| 4- UTDOA (Uplink Time Différence Of Arrival).....                | 17 |
| I.4.3 Localisation par ondes radio.....                          | 17 |
| I.4.3.1 Localisation par RFID.....                               | 17 |
| I.4.3.2 Localisation par Wi-Fi.....                              | 18 |
| I.4.3.3 Localisation par ULB.....                                | 18 |
| I.4.3.4 Les réseaux BAN (Body Area Network).....                 | 19 |
| I.5 Conclusion.....  | 19 |
| <b><u>Chapitre II</u></b>  |    |
| II.1 Introduction.....   | 20 |
| II.2 Les réseaux larges bandes.....                              | 20 |
| II.2.1 Définition.....   | 20 |
| II.2.2 Les types de réseaux larges bandes.....                   | 20 |
| II.3 Le réseau 4G (LTE).....                                     | 21 |
| II.3.1 Introduction.....   | 21 |
| II.3.2 Les objectifs et performances du réseau LTE.....          | 21 |
| II.3.3 Caractéristiques du réseau LTE.....                       | 22 |
| II.3.4 Architecture du réseau 4G.....                            | 23 |
| II.3.4.1 L'équipement d'utilisateur(UE).....                     | 23 |
| II.3.4.2 Le réseau d'accès E-UTRAN.....                          | 24 |
| II.3.4.3 Le réseau cœur EPC (Evolved Packet Core).....           | 24 |
| II.3.4.3.1 MME :Mobility Managment Entity.....                   | 25 |
| II.3.4.3.2 Serving Gateway (SGW).....                            | 25 |
| II.3.4.3.3 PDN Gateway (Packet Data Network Gateway).....        | 26 |

# Tables des matières

|  |    |
|--|----|
| II.3.4.3.4 Home Subscriber Server (HSS).....                             | 26 |
| II.3.4.3.5 Policy and Charging Rules Function (PCRF).....                | 26 |
| II.3.5 Les interfaces du réseau LTE.....                                 | 27 |
| II.3.6 Les paramètres du réseau LTE.....                                 | 28 |
| II.3.6.1 Allocation spectrale pour le LTE.....                           | 28 |
| II.3.6.2 Les techniques de modulations utilisées dans le LTE.....        | 28 |
| II.3.6.3 Les modes d'accès en LTE.....                                   | 29 |
| II.3.6.4 Les trames radio dans le réseau LTE.....                        | 29 |
| II.3.6.5 Les techniques d'accès multiple utilisées.....                  | 31 |
| II.3.6.6 Les protocoles de communication dans les réseaux de donnée..... | 34 |
| II.4 Conclusion.....   | 34 |
| <b><u>Chapitre III</u></b>   |    |
| III.1 Introduction.....  | 35 |
| III.2 Problématique.....   | 35 |
| III.3 Les concepts connexes.....   | 36 |
| III.3.1 Télé-santé (E-health).....                                       | 36 |
| III.3.2 La M-health.....   | 36 |
| III.3.3 La télémédecine.....   | 37 |
| III.3.3.1 La téléconsultation.....                                       | 37 |
| III.3.3.2 La télé-expertise.....   | 37 |
| III.3.3.3 La télésurveillance médicale.....                              | 37 |
| III.3.3.4 La téléassistance médicale.....                                | 37 |
| III.3.3.5 La réponse médicale.....                                       | 38 |
| III.4 Description du système LBHS.....                                   | 39 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>III.5 Le principe de fonctionnement de notre application.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>III.6 Intégration des Smartphones dans le système LBHS.....</b>  | <b>40</b> |
| <b>III.6.1 Les Smartphones.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>III.6.2 Les systèmes d'exploitation utilisés.....</b>  | <b>41</b> |
| <b>III.7 Les adresses et les identificateurs liés à la localisation dans une application de localisation médicale via réseau LTE.....</b> | <b>42</b> |
| <b>III.7.1 L'Identité internationale de l'abonné mobile (IMSI).....</b>   | <b>42</b> |
| <b>III.7.2 Le MSISDN : Mobile Station International Subscriber Directory Number.....</b>  | <b>43</b> |
| <b>III.7.3 L'identité internationale d'équipement mobile (IMEI).....</b>  | <b>43</b> |
| <b>III.7.4 Tracking Area Identity (TAI).....</b>  | <b>44</b> |
| <b>III.7.5 GUTI (Global Unique Temporary Identity).....</b>   | <b>45</b> |
| <b>III.7.6 PCI (Physical Cell Identity ou identité physique de la cellule).....</b>   | <b>45</b> |
| <b>III.7.7 L'eNB ID (identifiant de la station de base).....</b>  | <b>46</b> |
| <b>III.8 Conception du serveur de localisation.....</b>   | <b>46</b> |
| <b>III.8.1 Conception de la base de données.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>III.8.1.1 Définition de la base de données.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>III.8.1.2 Utilité de la base de données.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>III.8.1.3 La gestion de base de données.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>III.8.1.4 Conception des tables de la base de données.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>III.8.2 conception du serveur web.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>III.8.3 Présentation du serveur de localisation.....</b>   | <b>50</b> |
| <b>III.9 Fonctions de notre application.....</b>  | <b>52</b> |
| <b>III.9.1 Diagramme de séquence de l'application LBHS.....</b>   | <b>53</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>III.9.2 Diagramme d’activité.....</b>   | <b>54</b> |
| <b>III.10 Notre algorithme de conservation d’énergie.....</b>                          | <b>56</b> |
| <b>III.10.1 Rôle de l’algorithme de conservation d’énergie dans le Smartphone...57</b> |           |
| <b>III.10.2 Structure de notre algorithme.....</b>                                     | <b>58</b> |
| <b>III.11 Conclusion.....</b>  | <b>58</b> |
| <br>   |           |
| <b><u>Chapitre IV</u></b>  |           |
| <b>IV.1 Introduction.....</b>  | <b>59</b> |
| <b>IV.2 Description de l’environnement de travail .....</b>                            | <b>59</b> |
| <b>IV.2.1 Présentation de l’entreprise et ses objectifs.....</b>                       | <b>59</b> |
| <b>IV.2.2 Contexte de stage.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>IV.2.3 Description des outils de travail.....</b>                                   | <b>60</b> |
| <b>IV.2.3.1 Environnement software.....</b>  | <b>60</b> |
| <b>IV.2.3.2 Environnement Hardware.....</b>  | <b>61</b> |
| <b>IV.2.3.2.1 Le Smartphone Galaxy S4 i9505.....</b>                                   | <b>61</b> |
| <b>IV.2.3.2.2 L’ EnodeB (DBS 3900 LTE).....</b>  | <b>62</b> |
| <b>IV.3 Implémentation de la base de données.....</b>                                  | <b>63</b> |
| <b>IV.3.1 Création de la base de données.....</b>                                      | <b>63</b> |
| <b>IV.3.2 Création des tables de la base de données.....</b>                           | <b>65</b> |
| <b>IV.4 Implémentation de l’application de localisation LBHS.....</b>                  | <b>67</b> |
| <b>IV.4.1 Le SDK Android.....</b>  | <b>67</b> |
| <b>IV.4.2 Définition de l’API.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>IV.4.3 Les APIs utilisés dans notre application.....</b>                            | <b>68</b> |
| <b>IV.4.4 Description d’Eclipse IDE.....</b>   | <b>69</b> |
| <b>IV.5 Exécution de l’application LBHS.....</b>                                       | <b>69</b> |
| <b>IV.6 Vérification et validation des résultats de l’application LBHS.....</b>        | <b>72</b> |
| <b>IV.6.1 Vérification des résultats obtenus par l’application LBHS.....</b>           | <b>72</b> |
| <b>IV.6.2 Validation des résultats de l’application LBHS.....</b>                      | <b>74</b> |
| <b>IV.7 Evaluation de la méthode de localisation par ECID à l’aide de LBSH.....</b>    | <b>74</b> |
| <b>IV.7.1 Evaluation de la consommation d’énergie.....</b>                             | <b>74</b> |



## Tables des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>IV.8 Conclusion.....</b>            | <b>78</b> |
| <b><u>Conclusion générale.....</u></b> | <b>79</b> |
| <b><u>Annexes.....</u></b>             | <b>81</b> |
| <b>Bibliographie.....</b>              | <b>91</b> |

## *Liste des figures*

### **Chapitre I :**

|  |    |
|--|----|
| I.1 – Architecture d'un LBS .....  | 4  |
| I.2 – Position en fonction du nombre et du type de nœuds de référence..... | 5  |
| I.3 – Principe de la triangulation .....                                   | 6  |
| I.4 – Le Principe de la trilateration.....                                 | 7  |
| I.5 – Angle d'arrivée basée sur la triangulation avec 2 BTS.....           | 8  |
| I.6 – Principe d'utilisation des RSS .....                                 | 9  |
| I.7 – Les satellites NAVSTAR.....  | 10 |
| I.9– Principe de fonctionnement de l'A-GPS.....                            | 11 |
| I.10 – Structure du réseau GSM pour des services de localisation .....     | 12 |
| I.11– Architecture du réseau UMTS pour la localisation.....                | 13 |
| I.12 – Localisation par Cell-ID .....                                      | 14 |
| I.13 – Principe de la localisation par OTD.....                            | 14 |
| I.14 – Architecture du réseau LTE pour les services de localisation .....  | 15 |
| I.15 – Principe de positionnement par OTDOA.....                           | 16 |
| I.16 – Principe de fonctionnement de la technologie RFID.....              | 18 |
| I.17 – Illustration du réseau BAN .....                                    | 19 |

### **Chapitre II :**

|  |    |
|--|----|
| II.1 – Architecture simplifiée du réseau LTE.....                | 23 |
| II.2 – Schémas représentatif de l'architecture de l'EUTRAN ..... | 24 |
| II.3 – Architecture de l'EPC.....                                | 27 |
| II.4 – Les différentes interfaces du réseau LTE .....            | 28 |
| II.5 – Illustration de la trame de type 1 .....                  | 30 |
| II.6 – Illustration de la trame de type 2 .....                  | 31 |
| II.7 – Représentation de la technique d'accès OFDMA.....         | 32 |

|  |    |
|--|----|
| II.8 – Représentation de la méthode MIMO ..... | 34 |
|--|----|

### **Chapitre III :**

|   |    |
|---|----|
| III.1 – Architecture du système LBHS .....  | 38 |
| III.2 – Fonctionnement de l’application de localisation.....  | 40 |
| III.3 –Diagramme circulaire résumant le taux d’utilisations de systèmes d’exploitation dans les Smartphones au niveau mondial ..... | 42 |
| III.4 – Composition de l’identifiant TAI .....  | 44 |
| III.5 Illustration du principe du PCI.....  | 46 |
| III.6 – La base de données dans le réseau .....   | 47 |
| III.7 – Les sous-systèmes du SGBD .....   | 48 |
| III.8 – Structure de la table CELL.....   | 49 |
| III.9 – Structure de la table utilisateur.....  | 49 |
| III.10 – Structure de la table zone .....   | 49 |
| III.11 – Structure de la table TAI .....  | 49 |
| III.12 -Interface du serveur web.....   | 50 |
| III.13 – Diagramme de séquence (fonctionnement du serveur de localisation 1er script).....  | 51 |
| III.14 – Diagramme de séquence (fonctionnement du serveur de localisation 2eme script) ...  | 52 |
| III.15 – Diagramme de séquence (fonctionnement de l’application LBHS).....  | 53 |
| III.16 – Diagramme d’activité pour la personne âgée .....   | 55 |
| III.17 – Positionnement de notre algorithme dans le Smartphone .....  | 57 |

### **Chapitre IV :**

|   |    |
|---|----|
| IV.1 – Logo d’Android.....              | 60 |
| IV.2 – Smartphone Galaxy S4 i9505 ..... | 61 |
| IV.3 – La DBS 3900 LTE .....            | 63 |
| IV.4 – Liste des bases de données.....  | 64 |

|   |    |
|---|----|
| IV.5 – Création de la base de données de l’application LBHS .....   | 64 |
| IV.6 – La Sélection de la base de données .....   | 65 |
| IV.7 – Création de la table CELL.....   | 65 |
| IV.8 – Description de la table CELL.....  | 65 |
| IV.9 – Création de la table TAI .....   | 66 |
| IV.10 – Création de la table ZONE .....   | 66 |
| IV.11 – Création de la table CLIENT .....   | 66 |
| IV.12 – Description des différentes tables de notre base de données .....   | 67 |
| IV.13 – Les différents APis Android .....   | 68 |
| IV.14 – Positionnement de l’application LBHS au niveau du Smartphone.....   | 69 |
| IV.15 – Saisi de l’identifiant et du mot de passe .....   | 70 |
| IV.16 – Connexion au serveur de localisation .....  | 70 |
| IV.17 – Récupération des données de localisation .....  | 71 |
| IV.18 – Option de quitter l’application LBHS.....   | 72 |
| IV.19 – Interface après accès a l’eNB.....  | 73 |
| IV.20 – Accès à l’option MML.....   | 73 |
| IV.21 – Récupération de l’adresse TAC au niveau de l’eNB .....  | 74 |
| IV.22 – Taux de consommation de batterie par le GPS .....   | 76 |
| IV.23 – Taux de consommation de batterie par l’application LBHS.....  | 76 |
| IV.24 – Taux de consommation de batterie par l’application LBHS avec l’algorithme de conservation d’énergie ..... | 77 |
| A.1 –Principe de fonctionnement du GPS.....   | 83 |

## *Liste des tableaux*

|  |    |
|--|----|
| II.1 : caractéristique du réseau LTE.....  | 22 |
| IV.2 les capacités de l'eNodeB DBS 3900 LTE .....  | 62 |
| IV.3 Taux de consommation de batterie par les différentes applications de localisation ... | 75 |
| A.1 Synthèse sur les méthodes de localisation .....  | 82 |
| A.2 La précision du GPS selon le milieu.....   | 83 |
| B. Les interfaces du réseau LTE.....   | 90 |

## *Liste des abréviations*

**2G:** Deuxième Génération

**3G:** Troisième Génération

**3GPP:** Third Generation Partnership  
Projet

### **A**

**ADSL:** Asymmetric Digital Subscriber  
Line

**AOA:** Angle of Arrival

**AGPS:** Assisted GPS

**AFLT:** Advanced Forward Link  
Trilateration

**A-GNSS:** Assisted GNSS

**AT:** Algérie Télécom

**ATB:** Algérie Télécom Broadband

**API:** Application Programming  
Interface

### **B**

**BTS:** Base transceiver station

**BAN:** Body Area Network

### **C**

**Cell ID:** Cellule Identification

**CDMA:** Code Division Multiple  
Access

**CC:** Country Code

### **D**

**D-GPS:** Differential GPS

**DSL:** Digital Subscriber Line

### **E**

**eNB ID:** eNB Identity

**eNB:** Evolved NodeB

**EPC:** Evolved Packet Core

**EPC:** Evolved Packet Core

**E-UTRAN:** Evolved UMTS  
Terrestrial Radio Access Network

**ECID:** Enhanced Cell ID

**E-SMLC:** Evolved Serving Mobile  
Location Center

**ESA:** European Spatial Agency

### **F**

**FDMA:** Frequency Division  
Multiplexing Access

**FDD:** Frequency Division Duplexing

**FTP:** File Transfer Protocol

**FAC:** Final Assembly Code

### **G**

**Galaxy S4 i9505:** Samsung Galaxy 4

## Liste des abréviations

---

**GUTI:** Global Unique Temporary Identity

**GUMMEI:** Globally Unique MME Identifier

**GMLC:** Gateway Mobile Location Center

**GNSS:** Global Navigation Satellites Systems Global

**GLONASS:** Global Orbiting Navigation Satellite System

**GPRS:** General Packet Radio System

**GSM:** Global System Mobiles

**GPS:** Global Positioning System

### H

**HSPA:** High Speed Packet Access

**HLR:** Home Location Register

**HSDPA:** High Speed Downlink Packet Access

**HSS:** Home Subscriber Server

**HSUPA:** High Speed Uplink Packet Access

**HTTP:** Hypertext Transfer Protocol

**HTTPS:** Hypertext Transport Protocol Secure

### I

**IMS:** IP Multimedia Subsystem

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers

**IDE:** Interactive Design Environment

**IMSI:** International mobile Subscriber Identity

**IFFT:** Inverse Fast Fourier Transform

**IMS:** IP Multimedia Subsystem

**IMT:** International Mobile Telecommunications

### L

**LBS:** Location Based Services

**LTE:** Long Term Evolution

**LMU:** Location Measurement Unit

**LPP:** LTE Positioning Protocol

**LBHS:** Location Based Health Service

### M

**M-TMSI:** MME Temporary Mobile Subscriber Identity

**MSIN:** Mobile Subscriber Identification Number

**MNC:** Mobile Network Code

**MCC:** Mobile Country Code

**MSISDN:** Mobile Station International Subscriber Directory Number

**M-health:** Mobil health

**MME:** Mobility Management Entity

**ME:** Mobile Equipment

**MIMO:** Multiple Input Multiple Output

**MAN:** Metropolitan Area Network

## Liste des abréviations

---

**MS:** Mobile Station

### N

**NAVSTAR:** NAVigation System by Timing And Ranging

**NDC:** National Destination Code

### O

**OS:** Operating System

**OFDM:** Orthogonal Frequency Division Multiplexing

**OTDOA:** Observed Time Difference Of Arrival

**OTD:** Observed Time Difference

### P

**PDA:** Personal Digital Assintant

**PRS:** Positioning Reference Signal

**PDN:** Packet Data Network

**PDN GW:** Packet Data Network Gateway

**PCRF:** Policy and Charging Rules Function

**PLMN:** Public Land Mobile Network

**PCI:** Physical Cell Identity

### Q

**QAM:** Quadrature Amplitude Modulation

**QoS:** Quality of Service

### R

**RSS:** Received Signal Strenght

**RTT:** Round Time Trip

**RSS:** Received Streinght Signal

**RFID:** Radio Frequency Identification

**RAN:** Radio Access Network

### S

**SDK:** Software Development Kit

**SNR:** Serial Number

**SN:** Subscriber Number

**SAE:** System Architecture Evolution

**SGW:** Server Gateway

**SC-FDMA:** Single Carrier Frequency Division Multiplexing Access

**SRNC:** Serving Radio Network Controller

**SMLC:** Serving Mobile Location Project

### T

**TOA:** Time of Arrival

**TDOA:** Time Difference of Arrival

**TDD:** Time-Division Duplex

**TE:** Terminal Equipment

**TAI:** Tracking Area Identity

**TAC:** Tracking Area Code

**TIC :** Technologies de l'Information et de la Communication



### U

**UDP:** User Datagram Protocol

**UICC:** Universal Integrated Circuit Card

**UIT ou IUT:** International Union of Telecommunication

**ULB:** Ultra Wide Band

**U-TDOA:** Uplink Time Difference of Arrival

**UE:** User Equipment

### W

**WRC:** World Radiocommunication Conference

**W-CDMA:** Wide band CDMA

**WIMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access

**Wi-Fi:** Wireless Fidelity

**WPS:** Wi-fi Positioning System

**WAG:** Wireless Assisted GPS

**WLAN:** Wide Line Area Network



# **Introduction générale**

# *Introduction générale*

Le nombre de malade chronique a considérablement augmenté ces dernières années. Alors pour venir en aide à cette tranche de la société, nombreux chercheurs ont pensé à l'intégration des TICs dans le domaine médicale, ce qui a donné naissance à une spécialité appelée 'télémédecine'.

Avec l'apparition de la technologie Long Term Evolution (LTE), les besoins de haut débit ont été satisfait et l'utilisation des technologies larges bande ne se limitent plus au simple fait de communiquer, mais aussi à la connexion à internet.

Devenu incontournables, les Smartphones permettent l'accès à l'information, la télémédecine, la signalisation routière, la géolocalisation et autres le commerce électronique.

Le taux de malades chroniques a connu une inlassable augmentation, ce qui a réduit la mobilité de cette tranche de la société, vu les énormes risques que ça engendre. Pour venir en aide aux personnes âgées nous avons pensé à la conception et le développement d'une application de localisation en temps réel appelée LBHS (Location Based Health Service), basée sur le principe de la localisation par identification de cellule améliorée, en utilisant le réseau LTE de l'entreprise ATB (Algerie Telecom Broadband),

Cette application de plus son faible coût, assurera une localisation en temps réel de l'utilisateur, tout en assurant une minimisation de la consommation de l'énergie ainsi que l'augmentation de l'autonomie de la batterie du Smartphone.

Afin, de bien mené notre projet, nous avons décomposé en quatre chapitres ce mémoire:

Le premier chapitre sera consacré à la présentation des différentes techniques et technologies utilisées dans les services de localisation.

Un second chapitre, entièrement consacré à la présentation des différents réseaux larges bandes, ainsi que le réseau LTE, où son architecture et ses paramètres seront mis en évidence.

Dans le troisième chapitre, la conception de l'application LBHS sera exposée, ainsi que l'algorithme de conservation d'énergie.

L'implémentation de l'application de localisation fera objet de l'ultime chapitre.

On terminera ce manuscrit par une conclusion, ainsi que quelques perspectives.



# Chapitre I

## I.1 Introduction

Avec le nombre exponentiel des maladies qui touchent les humains ces dernières années surtout les personnes âgées et en vue d'assurer une bonne qualité de service ainsi qu'un bon suivi des patients en mobilité et a état de santé dégradée, nombreux chercheurs essayent d'explorer les services de localisation médicale qui est au centre de nombreuses recherches.

Dans ce chapitre, on procède à donner une vision globale sur les services de géolocalisation ainsi que les différentes technologies utilisées .On entame ce chapitre par la description de l'architecture des LBS (Location Based Services), ensuite nous décrivons les différentes techniques utilisées pour la géolocalisation. Enfin, nous aborderons les différentes technologies utilisables dans les services de géolocalisation.

## I.2 Service de localisation

### I.2.1 Définition de la géolocalisation

C'est une technologie avancée qui permet la collecte d'information permettant la localisation d'un objet ou une personne sur une carte à l'aide de coordonnées géographiques[web1].

### I.2.2 Vue générale d'un service de localisation :

L'infrastructure globale nécessaire pour le bon fonctionnement d'un service de localisation(LBS) se compose d'éléments différents : l'appareil de l'utilisateur, un élément de localisation, une plateforme, une base de données et les services eux-mêmes [1].

Les utilisateurs utilisent différents appareils tels que : les téléphones mobiles, les Smartphones, un ordinateur portable, une PDA...etc. Afin d'accéder aux services proposés par la plateforme du LBS, alors la position de l'utilisateur sera calculé au moyen d'un élément de localisation. Cet élément peut être du côté de l'utilisateur (client) ou du côté réseau. Du côté client on trouve en général des récepteurs GPS intégrés dans l'appareil .Coté réseau on trouve entre autres les techniques de positionnement GSM, UMTS, LTE... etc.

## Chapitre I : état de l'art sur la localisation

La plateforme est une application tournant sur un serveur, dont le but est la simplification de l'accès aux données spatiales à l'aide de différents outils, ainsi que la mise à disposition de l'utilisateur des services géolocalisés offerts par la plateforme tels que : la connaissance de sa position ou des données annexes comme la vitesse, la direction, un lieu...etc.

Le client quant à lui communique avec le fournisseur de services à l'aide d'internet ou de réseaux cellulaires tel que : GSM, CDMA, GPRS, UMTS, HSPA, LTE...etc.

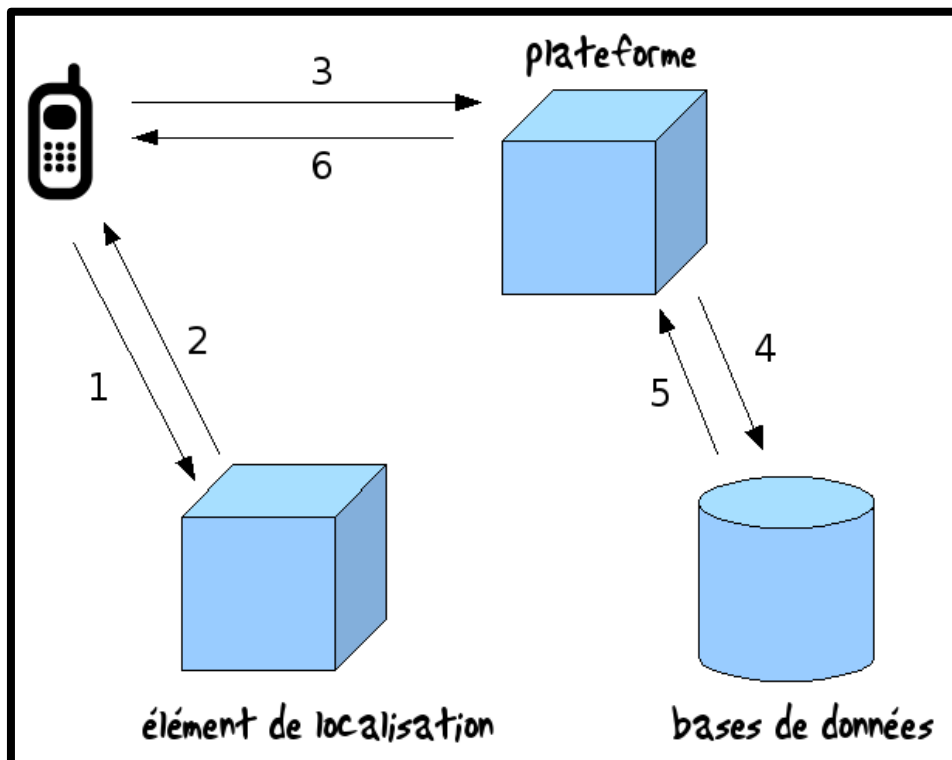


Figure I.1 Architecture d'un LBS

### I.2.3 Présentation générale des systèmes de localisation

Le terme localisation est utilisé pour faire référence à un système permettant la détermination de l'emplacement d'un objet. Pour positionner ou situer un objet dans l'espace, il faut être capable de le placer dans un plan bidimensionnel (latitude, longitude) ou tridimensionnel (latitude, longitude, altitude) [2].

## I.3 Les méthodes de localisation

Un système de localisation doit avoir les propriétés suivantes :

- Une technique d'estimation de la position,
- Un repère qui permet l'obtention des positions tout en les organisant de façon cohérente.

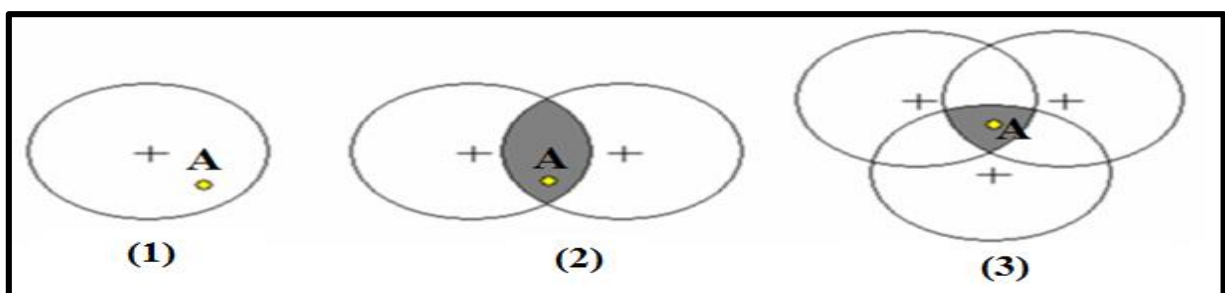
Pour estimer la position d'un objet mobile, il faut des points de référence ou des ancres dont la position est connue.

On considère un objet A dont on veut estimer la position. L'estimation dépendra du nombre et du type de position de points de références qu'il pourra trouver.

Dans le premier cas de la figure (I.2), un seul point de référence est disponible. Dans ce cas de figure A aura une position de type symbolique où la position de A est une position de proximité car seule une indication d'appartenance à une zone donnée peut être obtenue dans un tel contexte.

Dans le second cas, on suppose que A utilise deux point de références, alors son positionnement est plus précis qu'avec un seul nœud : il possède plus d'information pour estimer sa position. Dans le cas où les nœuds de référence ont une très bonne précision de localisation, alors A est l'un des points d'intersection des deux cercles (cercles de couverture radio par exemple). Dans le cas contraire, A appartient à la zone de recouvrement des deux points de référence (zone commune aux deux points de référence).

La position de A est de plus en plus mieux estimée chaque fois que le nombre de référence augmente. Dans le troisième cas de la figure (I.2), la position de A est soit un point (point d'intersection des trois cercles), soit une aire de recouvrement limitée [3].



**Figure I.2** Position en fonction du nombre et du type de nœuds de référence



### I.3.1 Techniques géométriques d'estimation de la position

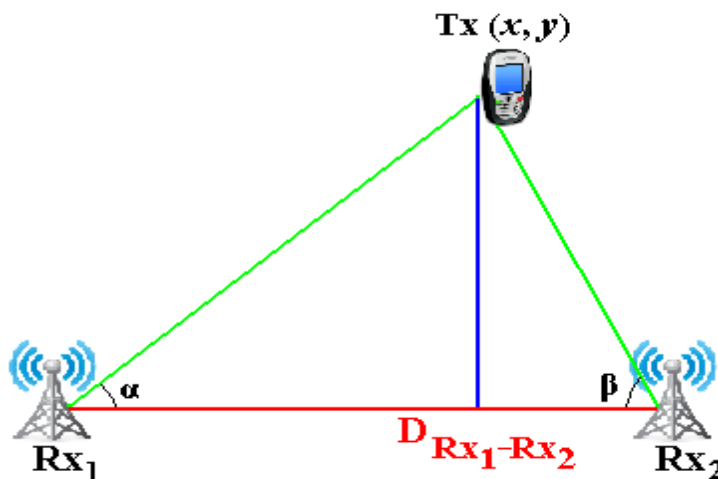
Pour estimer la position d'objet ou d'un mobile A, il est important de connaître :

- Les points de référence,
- Les méthodes géométriques adéquates pour l'extraction des informations.

Considérant un objet A, où l'on désire l'estimation de sa position et 3 points de références N1, N2 et N3 avec des positions connues.

Pour l'estimation de la position de cet objet deux méthodes géométriques sont utilisées :

- **La triangulation** : la triangulation nécessite pour estimer la position de l'objet mobile les AOA d'au moins deux sources. Pour deux sources  $Rx_1$  et  $Rx_2$ , les angles d'incidence en azimuth ds trajets provenant de l'objet mobile donnés par  $\alpha$  et  $\beta$  sont représentés en 2D par la figure (I.3)



**Figure I.3** Principe de la triangulation

Les coordonnées  $(x,y)$  de l'objet mobile  $Tx$  sont données par les relations suivantes[7] :

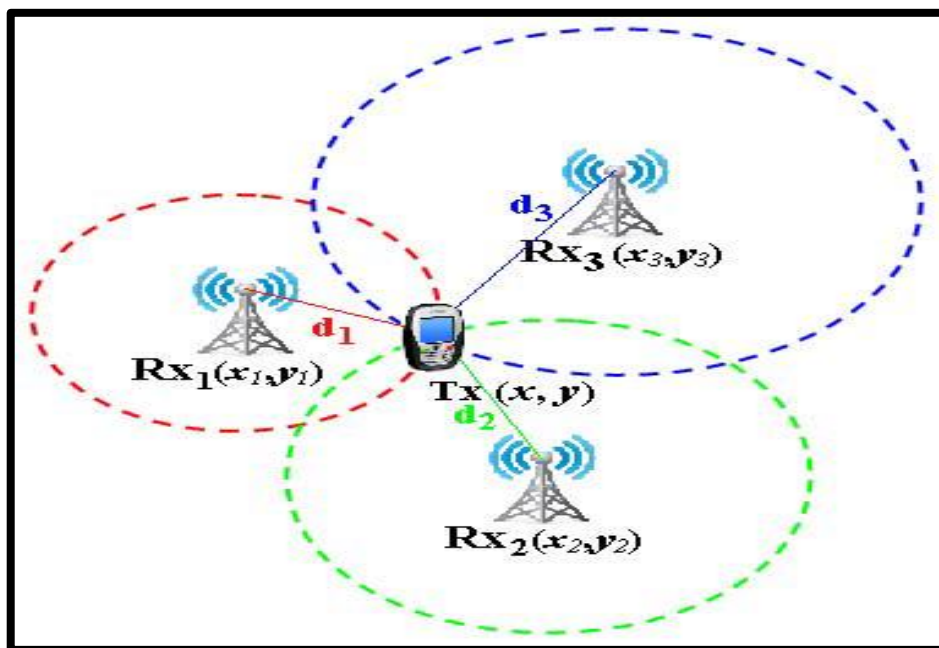
$$\begin{cases} x = \frac{\tan(\beta)}{\tan(\alpha) + \tan(\beta)} D_{Rx_1-Rx_2} \\ y = \frac{\tan(\alpha) \tan(\beta)}{\tan(\alpha) + \tan(\beta)} D_{Rx_1-Rx_2} \end{cases} \dots \dots \dots (1)$$

## Chapitre I : état de l'art sur la localisation

- **La trilatération** : c'est une méthode qui permet la détermination de la position relative du mobile  $Tx$  en utilisant la géométrie des triangles d'une manière similaire à la triangulation . Ce procédé implique la connaissance de la distance de l'objet mobile par rapport à un ensemble de références dont les positions sont connues. Pour la détermination de la position en 2D, Trois points de référence sont nécessaires. Les coordonnées  $(x,y)$  de l'objet mobile  $Tx$  sont exprimées en fonction des distances et des coordonnées connues des points de réception, dans le cas où  $Rx1$  est pris comme origine du système des coordonnées, sont donnés par [7] :

$$\begin{cases} x = \frac{x_1^2 - d_1^2 - d_2^2}{2x_2} \\ y = \frac{x_3^2 + y_3^2 + d_1^2 - d_3^2 - 2xx_3}{2y_3} \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

La figure suivante démontre le principe de la trilatération :



**Figure I.4** Principe de la trilatération

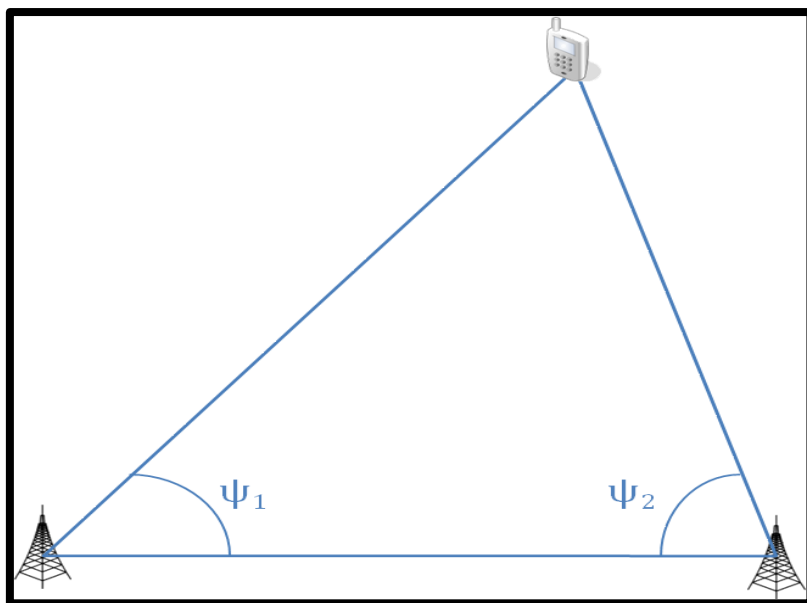
### I.3.2 Le timing

La distance entre les nœuds peut être évaluée à partir du temps de propagation d'un signal ou d'un paquet. Pour cela, deux approches sont définies pour ces méthodes : l'heure d'arrivée (TOA) et la différence de temps d'arrivée (TDOA).

- ❖ **TOA** (Time Of Arrival) : elle se base sur l'estimation de la distance entre les nœuds à partir de l'heure d'arrivée d'un signal ou d'un paquet transmis.
- ❖ **TDOA** (Time Difference Of Arrival) : elle consiste à évaluer la différence des temps d'arrivée entre deux signaux différents. Ces signaux peuvent provenir de deux nœuds ou plus.

### I.3.3 Angle d'arrivée

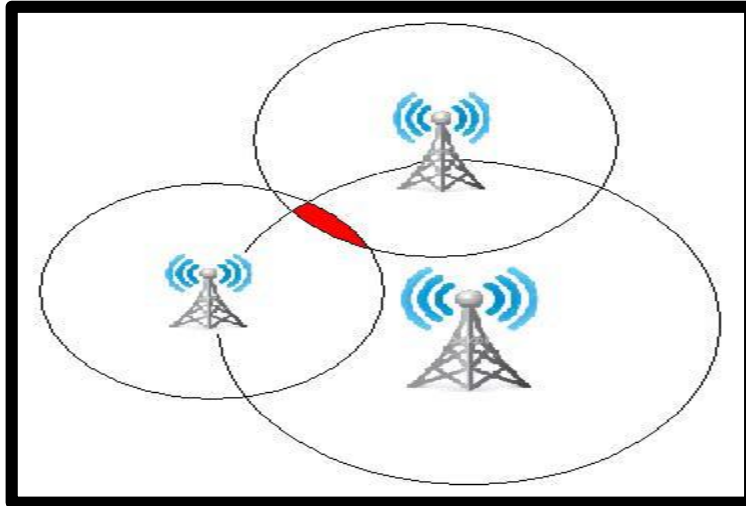
Cette méthode de localisation consiste à déterminer l'angle d'arrivée AOA (Angle Of Arrival)[4] de tous les signaux reçus de chaque nœud du voisinage. la position peut être ainsi déterminé par triangulation.



**Figure I.5** Angle d'arrivée basée sur la triangulation avec 2 BTS.

### I.3.4 La puissance du signal reçu (RSS pour Received Signal Strength)

Cette technique est très utilisée dans les réseaux cellulaires et WLAN puisque la puissance du signal est disponible au niveau des émetteurs et des récepteurs. La distance entre l'émetteur et le récepteur peut être estimée à partir de la puissance du signal reçu associé à un modèle de propagation dans l'environnement. Pour déterminer la position en 2D, trois récepteur sont nécessaires [4]. Les puissances sont mesurées au niveau d'au moins trois points de référence, où chaque point représente le centre d'un cercle. La position possible du mobile sera déduite par trilatération.



**Figure I.6** Principe d'utilisation des RSS

### I.4 Les moyens de localisation utilisés dans les services mobiles

Dans cette section nous allons voir les différents moyens de localisation tout en énumérant leurs avantages et leurs inconvénients.

On peut classer les techniques de localisation en deux familles, les systèmes de localisation par satellites (GPS, AGPS, DGPS, GLONASS, GALLILEO...etc.) et les systèmes de localisation par réseaux téléphoniques (GSM, UMTS, LTE...etc.).

#### I.4.1 Les systèmes de localisation par satellites

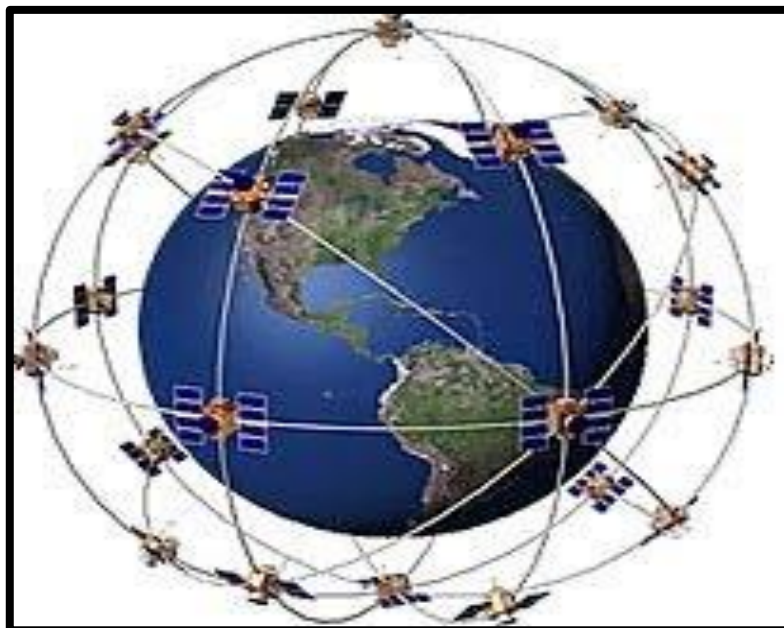
##### I.4.1.1 Le GPS (Global Positioning System)

- **Définition du GPS**

C'est un système de navigation mondiale composé d'une constellation de 24 satellites NAVSTAR<sup>1</sup> repartis en six plans orbitaux où chaque plan comporte quatre satellites équidistant et chaque plan orbital est séparé de l'autre de 60° dans le but de couvrir tout le globe terrestre. Ces satellites sont commandés par une station de contrôle terrestre qui se trouve dans le Colorado, elle suit en tout instant le mouvement de ces satellites [5], dont l'orbite est périodiquement corrigée. Pour plus de détails sur le fonctionnement du GPS(voir annexe A-2).

---

<sup>1</sup> NAVSTAR : NAVigation System by Timing And Ranging



**Figure I.7** Les satellites NAVSTAR

### I.4.1.2 Le D-GPS (Differential GPS)

C'est un système qui est mis en service pour corriger les erreurs du GPS à une position quelconque, en prenant comme référence les erreurs mesurées à une position connue. Avec ce système, un récepteur référence (Station de Base D-GPS) calcule les corrections pour chaque signal satellitaire reçu et renvoie les corrections à tous les récepteurs présents dans sa zone de couverture. Cette information permet d'améliorer l'estimation de la position, l'erreur dans ce cas sera de l'ordre de 1 mètre [7].

### I.4.1.3 Les systèmes concurrents du GPS

Pour sortir de la dépendance du GPS (système américain), de nouveaux systèmes GNSS<sup>2</sup> ont vu le jour tel que GALILEO et GLONASS<sup>3</sup>. Ces derniers sont détaillés dans l'annexe (A-3).

---

<sup>2</sup> GNSS: Global Navigation Satellites Systems

<sup>3</sup> GLONASS : Global Orbiting Navigation Satellite System

### I.4.1.4 Le A-GPS (GPS Assisted) :

La technologie A-GPS aussi dite WAG (Wireless Assisted GPS) est une version enrichie du GPS [10]. Cette technique fait aussi appel au GPS mais comprend l'ajout d'une correction différentielle. Elle consiste à ce que chaque satellite envoie un signal à une station sol et en fonction du temps mis par les différents signaux pour parvenir au mobile, il est possible de localiser ce dernier. Le mobile dans ce procédé sert à acheminer l'information relative à la localisation ainsi que la transmission des corrections pour améliorer la précision et le temps de positionnement. Le terme 'assisted' renvoie au fait que les canaux GSM, GPRS, 3G ou LTE peuvent renvoyer telles que les éphémérides<sup>4</sup>, des corrections différentielles issues des BTS équipées d'un dispositif de correction. A noter que ce système offre la meilleure précision par rapport aux autres technologies où elle est estimée à 5m. La figure (I.9) nous montre le principe de localisation par GPS-A.

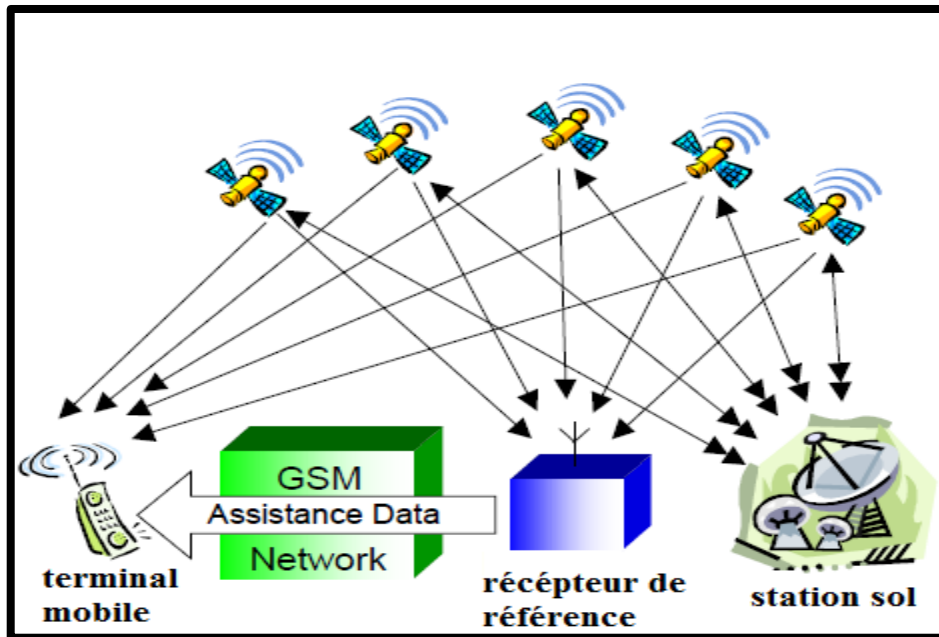


Figure I.9 Principe de fonctionnement de l'A-GPS

<sup>4</sup> Ephémérides : la description complète des données d'orbite et de temps envoyées par chaque satellite



### I.4.2.2 La localisation par réseau UMTS

L'UMTS est une technologie de téléphonie mobile de troisième génération (3G). Initialement déployé pour les appels téléphoniques, la visiophonie ainsi que le surf sur le net, mais au début de l'an 2000 des fonctionnalités de localisation ont été mises en œuvre tel que présenté par 3GPP<sup>5</sup>. Pour assurer ces services de localisation, on aura besoin d'éléments de réseau qui peuvent permettre d'effectuer ces opérations. Les éléments entrant dans ces services sont illustrés dans l'annexe (A-4).

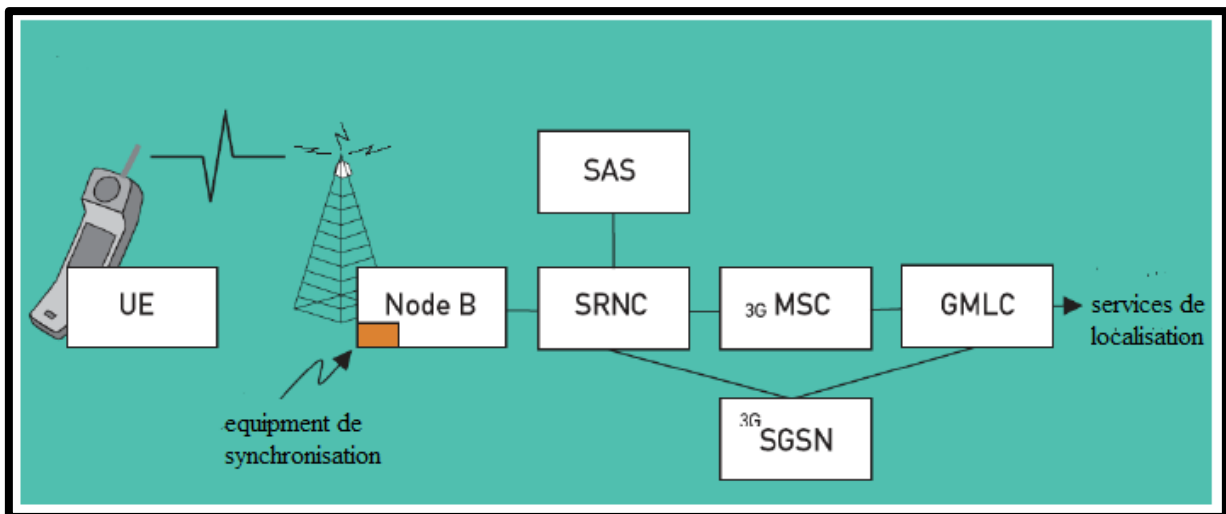


Figure I.11 Architecture du réseau UMTS pour la localisation

### I.4.2.3 Les méthodes de localisation dans les réseaux GSM et UMTS

- Localisation par Cell ID

C'est l'une des techniques de positionnement les plus utilisées. L'utilisateur est localisé grâce à l'identification de la cellule par laquelle la communication est transmise. Ce procédé simple reste le moins coûteux. Ce système est peu efficace car les cellules peuvent être distantes de plusieurs centaines de mètres à plusieurs kilomètres, d'où la localisation l'utilisateur est au moins 250 mètres en milieu urbain où le réseau est dense, contre une dizaine de kilomètres en milieu rural. Cette méthode est illustrée dans la figure (I.12).

<sup>5</sup> 3GPP : 3rd Generation Partnership Project



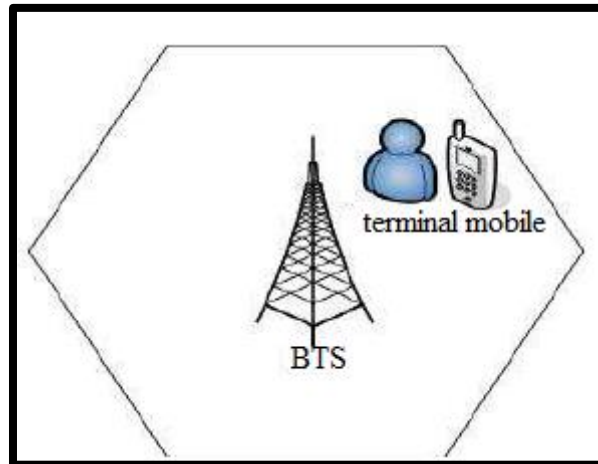


Figure I.12 Localisation par Cell-ID

- **La localisation par identifications différentielles de temps(OTD)**

(Observed Time Difference) est une technique qui se base sur le temps de parcours du signal entre le téléphone et la BTS. En calculant le temps mis par le signal pour revenir vers le mobile, celui-ci peut être localisé par triangulation. Les méthodes utilisées sont illustrés dans l'annexe (A.4.2):

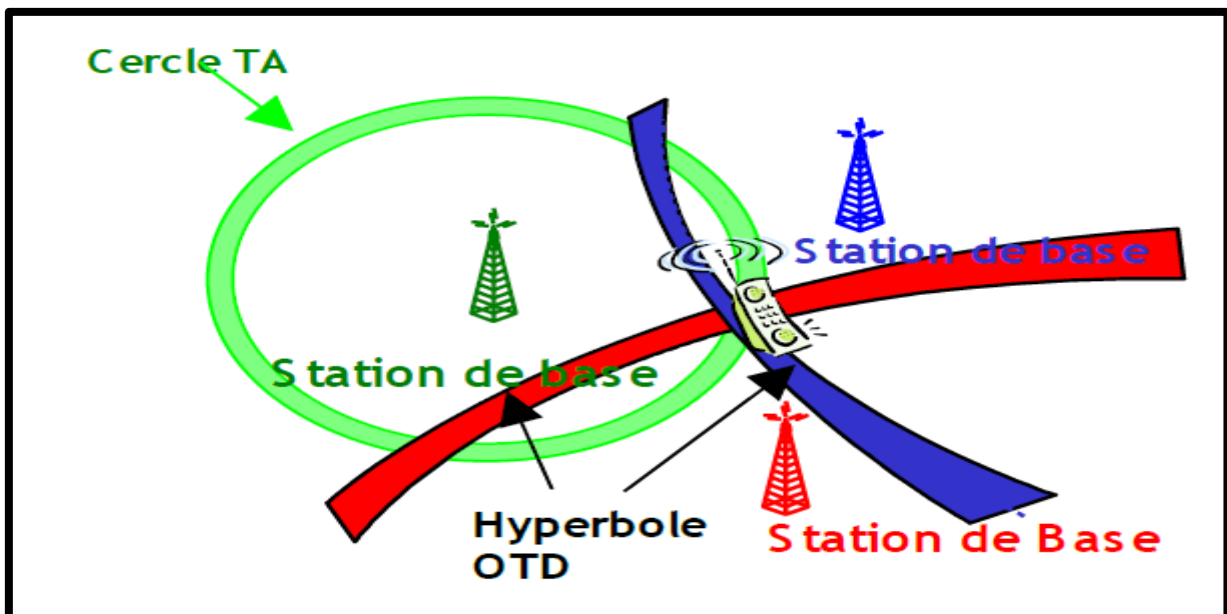


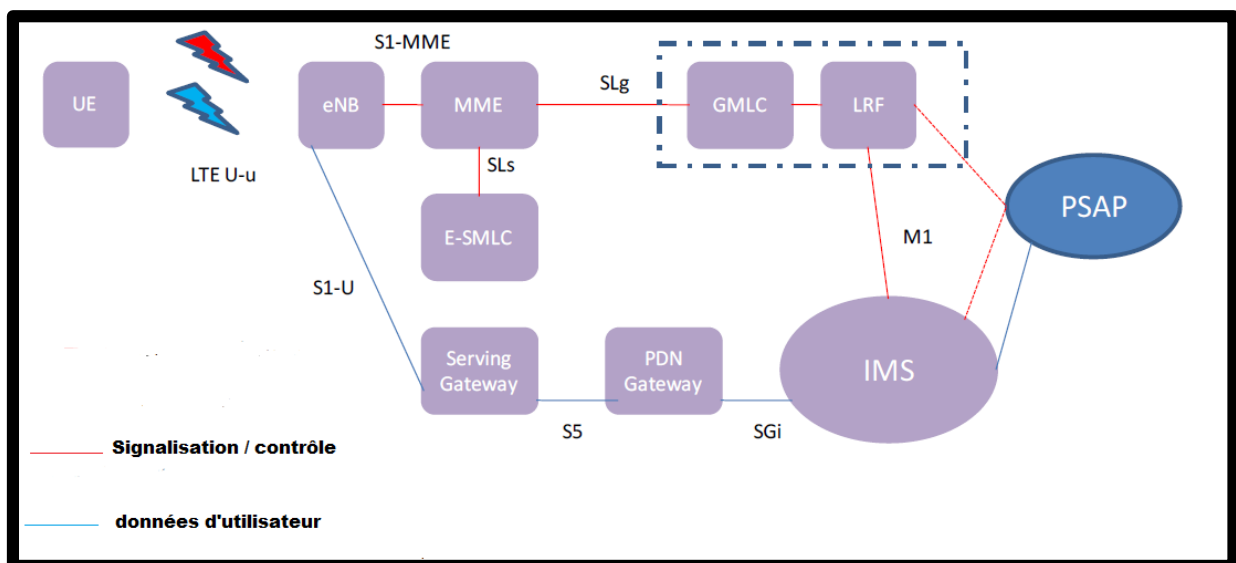
Figure I.13 Principe de la localisation par OTD.

### I.4.2.4 La localisation par réseau LTE

Tout comme toute technologie cellulaire, le LTE est exploitée dans les services de localisation vu les débits qu'elle offre.

L'échange d'information de localisation entre l'équipement utilisateur et le réseau LTE est activé par le protocole de positionnement LTE (LPP<sup>6</sup>) et supporter les méthodes de positionnement utilisées dans le réseau LTE. Le LPP est utilisé à la fois dans le plans de contrôle ainsi que le plan d'utilisateur. Pour la localisation dans LTE une entité est mise en service pour la gestion du positionnement qui est l'E-SMLC<sup>7</sup>. L'E-SMLC est chargé de fournir des données d'assistance précises ainsi que le calcul de la position de l'utilisateur

La figure ci-dessous (Figure I.14) illustre l'architecture du réseau LTE pour les services de localisation :



**Figure I.14** Architecture du réseau LTE pour les services de localisation.

### I.4.2.5 Les méthodes de localisation utilisées dans réseau LTE

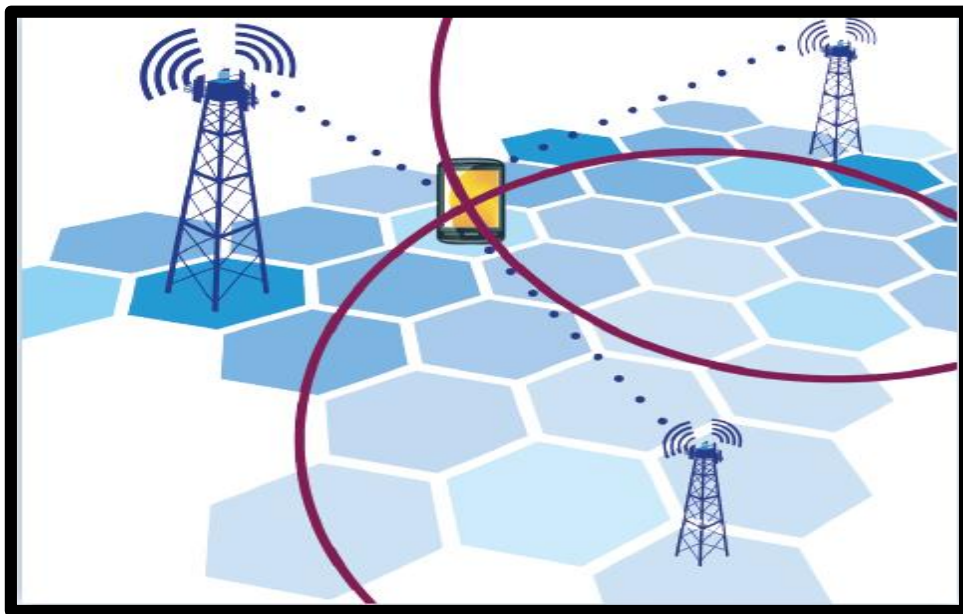
Pour localiser un mobile via réseau LTE, nombreuses techniques sont utilisées, on cite :

<sup>6</sup> LPP : LTE Positioning Protocol

<sup>7</sup> E-SMLC : Evolved Serving Mobile Location Center

### 1. OTDOA (Observed Time Difference Of Arrival)

C'est l'une des techniques utilisée pour déterminer la position de l'UE en s'appuyant sur les services de localisation dans l'UTRAN [19]. L'OTDOA est un processus intégrant les différences de temps de propagation entre les signaux de plusieurs stations de base (eNB) et par l'introduction de signaux de référence dédiés au positionnement (PRS). L'UE mesure les temps de trajet relatifs d'au moins trois signaux de stations de base et les rapporte à un serveur de localisation. Pour la détermination de la position du mobile la technique de triangulation est la plus adéquate. La précision de cette méthode est estimée à quelque centaines de mètres (<250m) [15]. La figure suivante (I.16) illustre le principe de positionnement par OTDOA via réseau LTE.



**Figure I.15** Principe de positionnement par OTDOA

### 2. La méthode hybride (GNSS/OTDOA)

Elle consiste à combiner entre les valeurs des différents systèmes satellitaires et l'OTDOA. Avec ce système le calcul de la position sera plus précis qu'avec chaque système individuellement. En particulier dans les milieux urbains. L'utilisation de système hybride permet d'avoir une position où chaque système individuel a échoué. Grâce à la connexion avec le serveur de localisation de l'opérateur réseau, le terminal mobile peut en outre, le cas échéant, soumettre au réseau le calcul de position hybride complexe.

## Chapitre I : état de l'art sur la localisation

---

La localisation par A-GNSS consiste en l'utilisation de données d'assistance par les récepteurs GNSS. Ces données (le temps de référence, la liste des satellites visibles, position de référence, et éphéméride de satellite) sont des messages de navigation ainsi que des informations supplémentaires en provenance du réseau LTE. Ces données sont transmises très rapidement car les serveurs de localisation les transfèrent quasi instantanément via le réseau ce qui permet d'abrégier le temps d'attente pour l'affichage de la position sur le récepteur GNSS. La précision de cette technique de positionnement est évaluée à quelques mètres.

### 3. Enhanced Cell ID (identification de la cellule améliorée)

C'est une amélioration de la technique de positionnement par de l'identification de cellule qui n'est pas très précise. Le LTE spécifie trois sortes de positionnement avec ECID:

- La position est un cercle avec une eNB. La distance est calculée en utilisant la puissance du signal reçu (RSS), le temps de vol RTT (Round Trip Time) ou le temps d'arrivée (TOA).
- La position est calculée en utilisant l'angle d'arrivée en présence d'au moins trois ENodeB.
- La position est un point avec 3 eNB. Elle se calcule en utilisant RSS, TOA et RTT.

La précision de cette méthode est de 100 à 300m [15].

### 4. UTDOA (Uplink Time Différence Of Arrival)

C'est ce qu'on appelle différence de temps d'arrivée en liaison montante en français. Définie dans le cadre de 3GPP Release 11, UTDOA sera disponible plus tard que les autres techniques. L'avantage de cette technique est qu'elle est utilisable dans les zones où il y'a une insuffisance couverture en s'appuyant sur A-GNSS [15].

## I.4.3 Localisation par ondes radio

### I.4.3.1 Localisation par RFID

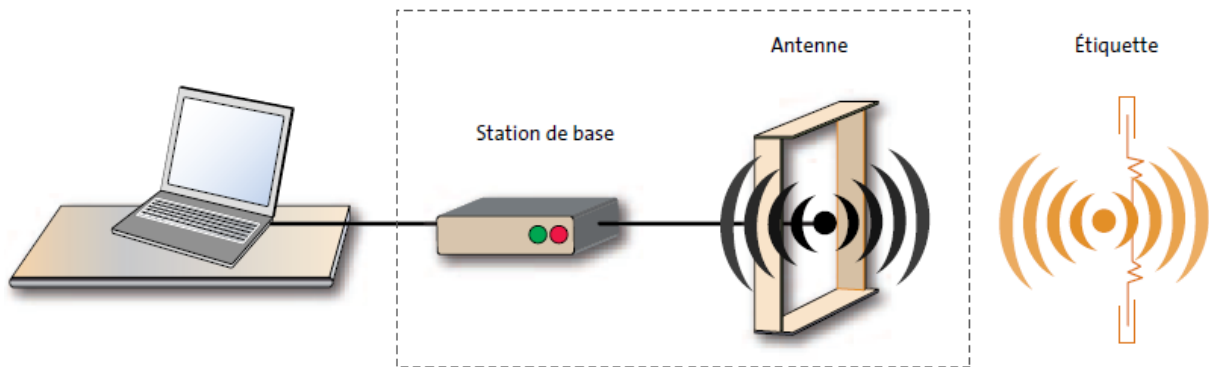
La Radio Frequency Identification ou identifiant par radio fréquence (RFID) [12][13], est une technologie utilisant la localisation de proximité. Elle se base sur un échange de signaux entre un lecteur RFID et une radio étiquette RFID.

Le lecteur RFID est composé d'une antenne, d'un processeur et d'une alimentation. Tandis que la radio étiquette RFID est constituée d'une antenne et d'une mémoire, elle peut

## Chapitre I : état de l'art sur la localisation

être active ce qui veut dire qu'elle possède sa propre alimentation, ou passive c'est-à-dire qu'elle est alimentée par un signal radio.

Toute fois ce système est utilisé pour les applications courtes distances de 4 à 5 mètres en générale et 8 à 10 en espace libre [11].



**Figure I.16** Principe de fonctionnement de la technologie RFID

### I.4.3.2 Localisation par Wi-Fi

Wi-Fi ou Wireless Fidelity est la désignation commerciale des réseaux sans fils IEEE 802.11. Le Wi-Fi permet d'accéder via ondes électromagnétiques aux grands réseaux informatiques par le biais d'une carte réseau dont le mobile doit être doté. Pour l'établissement d'une connexion, l'appareil (PC, PDA, Smartphones) doit être à proximité de la borne Wifi (une dizaine de mètres pour la norme 802.11a et jusqu'à 300 mètres pour la norme 802.11b).

Alternative au système GPS, le WPS (Wi-fi Positioning System) en milieu urbain, le WPS fonctionne à partir de bornes wifi [8]. Ce système reste d'une basse précision (de l'ordre de 20m), ainsi que son déploiement se limite aux plus grandes villes américaines, canadiennes et australiennes.

### I.4.3.3 Localisation par ULB

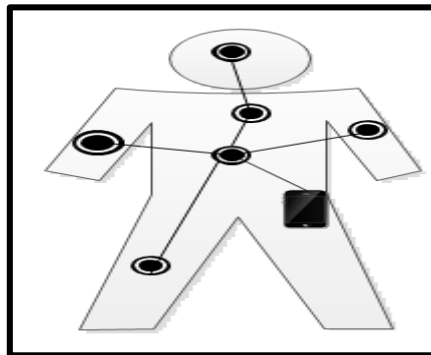
L'ULB (ou UWB pour Ultra Wide Band en anglais) est une technologie de transmission sans fils Ultra Large Bande, basée sur la transmission d'impulsions de très courte durée (de l'ordre du picoseconde). Cette résolution temporelle permet de calculer à partir des mesures du temps de parcours du signal, la distance entre un émetteur et un

récepteur avec une précision de l'ordre du décimètre en utilisant les méthodes TOA et TDOA [9] décrites précédemment.

### I.4.3.4 Les réseaux BAN (Body Area Network)

Les réseaux BAN visent à remplacer les câbles autour du corps humain rencontrés dans diverses applications. Le plus souvent, les BAN sont associés à des applications et des scénarios dans lesquels plusieurs capteurs et équipements électroniques peuvent recueillir et regrouper des informations d'ordre physiologique et prendre des mesures en conséquence, échanger des données, les stocker, les enregistrer ou les transmettre à une unité distante. Les différents éléments du réseau peuvent être localisés à l'intérieur du corps, portés sur le corps, dans les vêtements ou encore dans le voisinage proche du corps [16].

Devisé en deux domaines d'application, médicale, et non médicale, pour cela le groupe de travail IEEE 802.15.6 pour la normalisation des réseaux BAN a cité une cinquantaine d'applications de ces réseaux. L'illustration d'un réseau BAN est représentée dans la figure (I.17)



**Figure I.17** Illustration du réseau BAN

## I.5 Conclusion

Au cours de ce chapitre, on a exposé l'état de l'art de la localisation, où dans un premier lieu on a illustré les services de localisation. Ensuite on a énuméré, les techniques utilisées pour la localisation, où on s'est basé sur la localisation par réseaux de téléphones, en particulier la localisation par LTE, qui sera noyau de l'application LBHS quand verra dans les chapitres qui suivent.



## **Chapitre II**

### II.1 Introduction

Avec l'ascension fulgurante des réseaux larges bandes à l'aube du 21<sup>ème</sup> siècle, nombreux constructeurs et opérateurs de téléphonie ont décidé de ne plus limiter les services de ces réseaux aux simples communications, mais l'élargir à d'autres service tel que la télémédecine qui fera office de notre travail dans ce mémoire, le contrôle du réseau routier,...etc.

Les réseaux larges bandes tels que les réseaux cellulaires (UMTS, HSDPA, LTE...etc.) et les réseaux sans fils (WIMAX,Wifi,...etc.) , sont devenus ces dernières années un outil incontournable dans le service de localisation médicale surtout avec la mobilité des patients qui posait problème auparavant vue leurs larges couverture et la vitesse de transmission de données du fait qu'ils offrent des débits conséquent allant jusqu'à 1Gbps .

### II.2 Les réseaux larges bandes

#### II.2.1 Définition

On associe souvent la large bande à une vitesse de transmission débit ou à un ensemble de services donnés, comme la ligne d'abonné numérique (DSL) ou les réseaux radioélectriques locaux d'entreprise (WLAN); toutefois, les technologies du large bande ne cessant d'évoluer, ce qui ne donna pas de définition finale. Actuellement, la large bande désigne des connexions Internet récentes dont la vitesse est de 5 à 2000 fois supérieure aux précédentes technologies Internet accessibles par connexion téléphonique. Or le "large bande" n'est pas une affaire de vitesse ni de service; le large bande combine en effet une capacité (largeur de bande) et un débit. La Recommandation I.113 du Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT (Union International des Télécommunications) définit la large bande comme une capacité de transmissions supérieures au débit primaire du RNIS, 1,5 Mbit/s ou plus [17].

#### II.2.2 Les types de réseaux larges bandes

Il existe nombreux réseaux satisfaisant, les conditions pour être classer dans la catégorie de large bande.

Ces réseaux sont : les réseaux filaires, les réseaux sans fils et les réseaux mobiles. Pour plus de détails prière de voir l'annexe (B.1)



### II.3 Le réseau 4G (LTE)

#### II.3.1 Introduction

LTE (Long Term Evolution of 3G) est la norme de communication mobile la plus récente qui fut proposée par l'organisme 3GPP [22] dans le contexte du réseau 4G. Comme l'IEEE 802.16m, elle propose des débits très élevés pour le trafic temps-réel avec une large portée [web7].

Théoriquement le LTE peut atteindre un débit de 50Mbps en voie montante et 100Mbps en voie descendante. La 3GPP a défini cette technologie comme R8 (Release 8) suite au succès qu'ont connu les réseaux UMTS/HSPA.

Elle est basée sur des techniques radios telles que l'OFDMA et le MIMO permettant le transfert de données à très haut débit, avec une portée plus importante, un nombre d'appels par cellule supérieur et une latence plus faible [web8].

#### II.3.2 Les objectifs et performances du réseau LTE

Les objectifs de performance pour le LTE ont été définis par l'organisation de normalisation 3GPP (Third Generation Partnership Project) au cours des années 2005/2006. Les principales données techniques de la nouvelle interface radio sont les suivantes [23]:

- Augmentation sensible du débit en liaison descendante pouvant atteindre jusqu'à 100 Mbit/s pour une largeur de bande de 20 MHz et augmentation de l'efficacité du spectre jusqu'à 5 Bit/s/Hz avec deux antennes au niveau du téléphone mobile (3 à 4 fois l'efficacité du spectre de l'UMTS version 6 avec une antenne émettrice et deux antennes réceptrices),
- Augmentation sensible du débit en liaison ascendante pouvant atteindre jusqu'à 50 Mbit/s pour une largeur de bande de 20 MHz et augmentation de l'efficacité du spectre jusqu'à 2,5 Bit/s/Hz (2 à 3 fois l'efficacité du spectre de l'UMTS version 6 avec une antenne émettrice et deux antennes réceptrices) ,
- largeurs de bandes de 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz et 20 MHz,
- Le temps de latence (délai) par l'interface radio entre le téléphone portable et le réseau fixe doit être inférieur à 5 ms; le délai de propagation aller-retour est inférieur à 10 ms,
- Les procédures en mode duplex FDD et TDD sont supportées,

## Chapitre II : Les réseaux larges bandes et le réseau 4G

- Débits de données supérieurs dans les bords de la cellule,
- Mobilité jusqu'à 300 km/h (optimisée pour 0 à 15 km/h),
- Respect de plusieurs exigences relatives à la qualité de services (QoS) et en matière de mobilité,
- Intégration d'antennes intelligentes (MIMO),
- Faibles coûts de transmission par *bit* pour l'interface radio,
- Architecture simple, éléments de réseau moins nombreux, interfaces ouvertes,
- Consommation d'énergie aussi faible que possible des terminaux (grande autonomie).

### II.3.3 Caractéristiques du réseau LTE

Le réseau LTE propose plusieurs caractéristiques qui le diffèrent des autres technologies mobiles. Ces caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant :

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Largeur de bande de spectre | 1,5 à 20 MHz   |
| Techniques de modulation    | <ul style="list-style-type: none"><li>• L'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) pour la liaison descendante.</li><li>• SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiplexing Access) pour la liaison montante.</li><li>• MIMO (Multiple Inputs Multiple Outputs)</li></ul> |
| Débit montant               | > 50 Mbits/s   |
| Débit descendant            | > 100 Mbits/s  |
| Codage du canal             | Turbo-codes, LDPC  |
| Commutation Paquet          | Paquet   |
| Temps de latence            |  |
| - Trafic utilisateur        | < 10 ms  |
| - Etablissement d'appel     | < 100 ms   |

Tableau II.1 : caractéristique du réseau LTE [24]

### II.3.4 Architecture du réseau 4G

Au même titre que les réseaux 2G et 3G, l'architecture générale du LTE est définie d'un point de vue physique et d'un point de vue fonctionnel. Sa découpe se compose des éléments suivants :

- L'UE (User Equipment ou équipement d'abonné),
- L'E-UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network) qui constitue le réseau d'accès,
- L'EPC (Evolved Packet Core) qui représente le réseau cœur,
- L'IMS (IP Multimedia Subsystem).

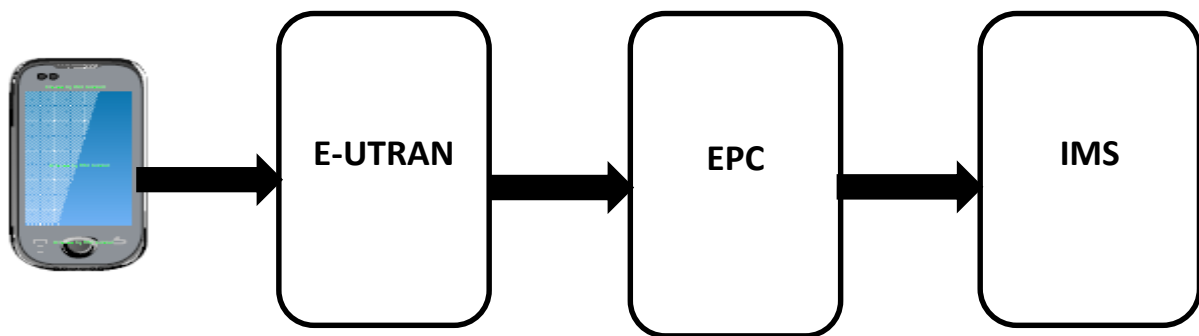


Figure II.1 Architecture simplifiée du réseau LTE

#### II.3.4.1 L'équipement d'utilisateur(UE)

C'est un terminal mobile équivalent au MS (Mobile Station) dans le réseau GSM, il est constitué des éléments suivants :

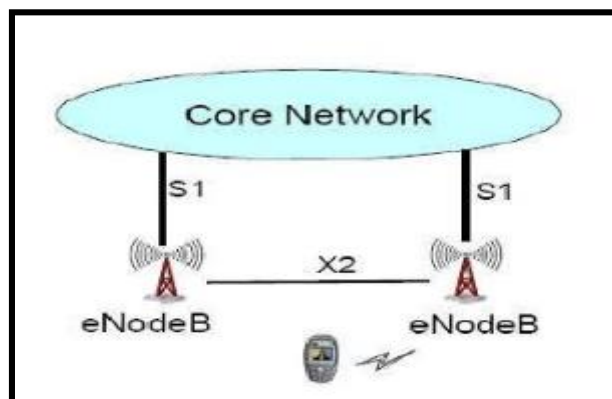
- **ME** (Mobile Equipment) : son rôle principal est la gestion de la connexion au réseau mobile et la continuité de service en mobilité, de façon transparente pour le TE .
- **TE** (Terminal Equipment) :c'est un module avec lequel l'utilisateur accède au réseau mobile.
- **UICC** (Universal Integrated Circuit Card): ce module représente la carte SIM pour les équipements LTE.

### II.3.4.2 Le réseau d'accès E-UTRAN

Il est essentiellement constitué d'un seul nœud logique nommé eNodeB pour Evolved NodeB. L'eNodeB est une station de base radio qui a comme rôle la gestion des ressources radio c'est-à-dire elle assure : le contrôle du canal radio, le contrôle d'admission, la gestion de la mobilité, et l'allocation dynamique des ressources [25].

- a) **Le contrôle du canal radio** : comprend l'installation, la maintenance, ainsi que la diffusion des canaux radio et de la configuration des ressources pour les supports radio
- b) **Le contrôle d'admission** : accepte ou rejette les demandes de configuration des ressources radio.
- c) **Gestion de la mobilité** : Implique la gestion des ressources radio pour les utilisateurs en mode veille (Idle mode) et UE en mode connecté (connected ou dedicated mode).
- d) **L'allocation dynamique des ressources** : comprend l'allocation et la libération des ressources radio sur le plan de commande et le plan d'utilisateur.
- e) **La compression de paquets et chiffrement** : la compression des paquets et le chiffrement sont essentiellement basés sur des algorithmes évolués.

L'architecture de l'E-UTRAN est illustrée par la figure II.2.



**Figure II.2** Schémas représentatif de l'architecture de l'EUTRAN

### II.3.4.3 Le réseau cœur EPC (Evolved Packet Core)

Contrairement aux réseaux de deuxième et troisième génération où l'on distinguait les domaines de commutation par circuits(CS) et de commutation par paquets(PS) dans le réseau

cœur [web9], le réseau LTE ne possède qu'un seul domaine appelé EPC , qui a comme particularité d'offrir tous les services sur VoIP y compris ceux qui auparavant étaient offerts par le domaine circuit tels que la voix, la visiophonie, ainsi que les SMS...etc. Comme les autres composants du réseau LTE, l'EPC regroupe différentes entités (voir figure II.3) qui sont :

### II. 3.4.3.1 MME :Mobility Management Entity

En français entité de gestion de la mobilité ; c'est le nœud principal de contrôle du réseau d'accès. IL assure les fonctionnalités suivantes [26]:

- L'authentification : le MME est responsable de l'authentification des UEs à partir des informations recueillies du HSS (Home Subscriber System),
- Le handover intra-LTE impliquant la location du nœud du réseau d'accès,
- Elle fournit des identités temporaires pour les UEs,
- Il est responsable des fonctions de gestion de la mobilité telles que la coordination de la signalisation pour les relevés inter-SGW,
- Le MME est responsable de la diffusion des messages de paging quand l'UE est dans l'incapacité de recevoir les paquets qui lui sont destinés,
- Il joue un rôle clé dans la relève entre les différentes technologies, en sélectionnant le nœud qui va mettre en place la porteuse, le default bearer, afin d'établir la communication entre les deux architectures,
- Il fait la mise à jour des paramètres de localisation de l'UE se trouvant dans une zone qui n'est pas prise en charge par le MME,
- C'est au MME de sélectionner le SGW et le PDN GW qui serviront à mettre en œuvre le default bearer au moment du rattachement de l'UE au réseau,
- Le suivi des UE Mode Inactif (idle).

### II.3.4.3.2 Serving Gateway (SGW)

La passerelle de service SGW, est un élément plan de données au sein de la LTE/SAE. Son objectif principal est de gérer la mobilité du plan utilisateur, elle agit également comme une frontière principale entre le Radio Access Network, RAN et le réseau cœur. La SGW maintient également les chemins de données entre les eNodesB et les passerelles PDN. De cette façon le SGW forme une interface pour le réseau de données par paquets à l'E-UTRAN. Aussi quand les UEs se déplacent dans les régions desservies par des eNodesB différentes, la

SGW sert de point d'ancrage de mobilité veillant à ce que le chemin de données soit maintenu [26].

### II.3.4.3.3 PDN Gateway (Packet Data Network Gateway)

C'est une entité qui assure la connectivité pour l'UE à des réseaux de paquets de données externes, remplissant la fonction d'entrée et de sortie pour les données UE. L'UE peut disposer d'une connectivité avec plus d'un PGW pour l'accès à des PDNs multiples .

### II.3.4.3.4 Home Subscriber Server (HSS)

Avec la technologie LTE, le HLR (Home Location Register) est réutilisé et renommé HSS. Le HSS est donc un HLR évolué qui contient l'information de souscription pour les réseaux GSM, GPRS, 3G, LTE et IMS. A la différence de la 2G et de la 3G où l'interface vers le HLR est supportée par le protocole du monde SS7, MAP, l'interface S6 s'appuie sur le protocole du monde IP, DIAMETER. Le HSS est une base de données qui est utilisée simultanément par les réseaux 2G, 3G, LTE/SAE et IMS appartenant au même opérateur. Il supporte donc les protocoles MAP (2G, 3G) et DIAMETER (LTE/SAE, HLR) [26].

### II.3.4.3.5 Policy and Charging Rules Function (PCRF)

L'entité de contrôle et de la politique et de facturation (PCRF) réalise deux fonctions :

-Elle fournit au PDN-GW les règles de taxation lorsqu'un default bearer ou un dedicated bearer est activé ou modifié pour l'utilisateur. Ces règles de taxation permettent au PDN-GW de différencier les flux de données de service et de les taxer de façon appropriée. Par exemple, si l'utilisateur fait transiter sur son default bearer des flux WAP et des flux de streaming, il sera possible au PDN-GW de distinguer ces deux flux et de taxer le flux WAP sur la base du volume alors que le flux de streaming sera taxé sur la base de la durée.

-Elle permet de demander au PDN-GW d'établir, de modifier et de libérer des dedicated bearer sur la base de QoS souhaitée par l'utilisateur. Par exemple, Si l'utilisateur demande l'établissement d'une session IMS, un message SIP sera envoyé au P-CSCF qui dialoguera avec le PCRF pour lui indiquer la QoS requise par l'utilisateur pour cette session. Le PCRF dialogue alors avec le PDN-GW pour créer le dedicated bearer correspondant [26].

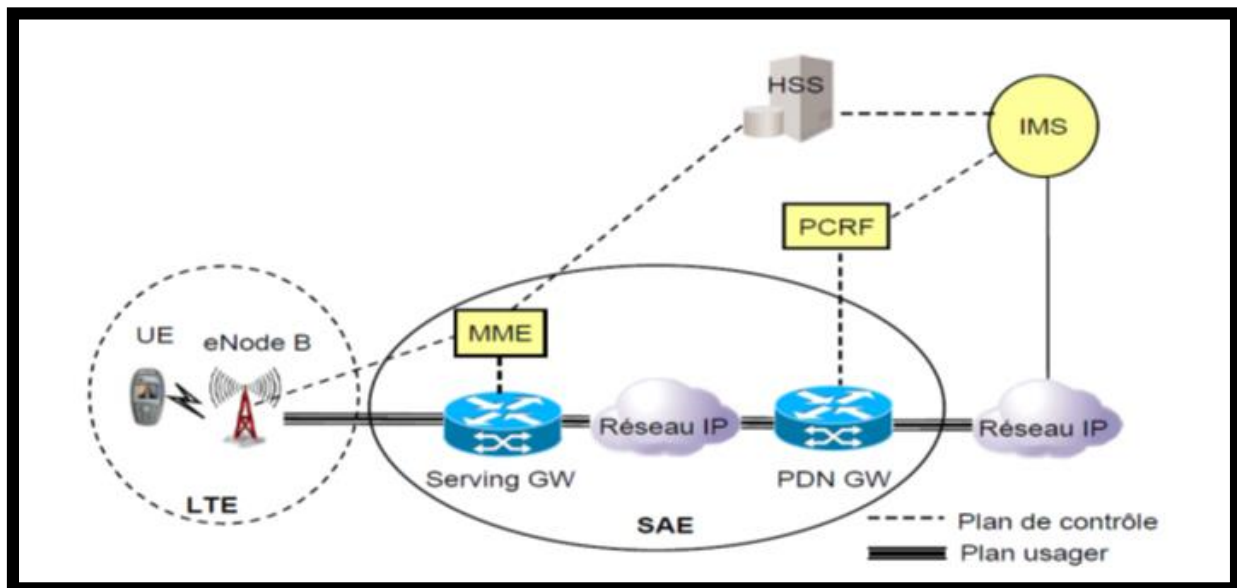


Figure II.3 Architecture de l'EPC

### II.2.5 Les interfaces du réseau LTE

Avant de définir les différentes interfaces existantes en LTE, nous devons donner un petit aperçu sur le plan usager et le plan de contrôle.

- **Le plan usager :** il est responsable du transport de toutes les informations considérées comme des données utilisateur, du point de vue de l'interface. Ceci consiste en des données purement usager comme les paquets de voix et vidéos ou la signalisation de niveau application (comme SIP, SDP or TCP). Avant la transmission sur l'interface, les différents paquets sont tous simplement envoyés à la couche Transport. C'est ce qui explique l'absence de tout protocole dans la couche Radio Network qui correspond au plan usager.
- **Le plan de contrôle :** il s'occupe tous les messages et les procédures strictement liés aux fonctionnalités prises en charge par les interfaces. Ceci inclut par exemple, les messages de contrôle pour la gestion du handover ou la gestion des porteuses (supports).

Les interfaces existantes dans le réseau LTE ainsi que leurs fonctions sont illustrées dans l'annexe (B.2.1).

La figure suivante (II.4) résume les différentes interfaces du réseau LTE :

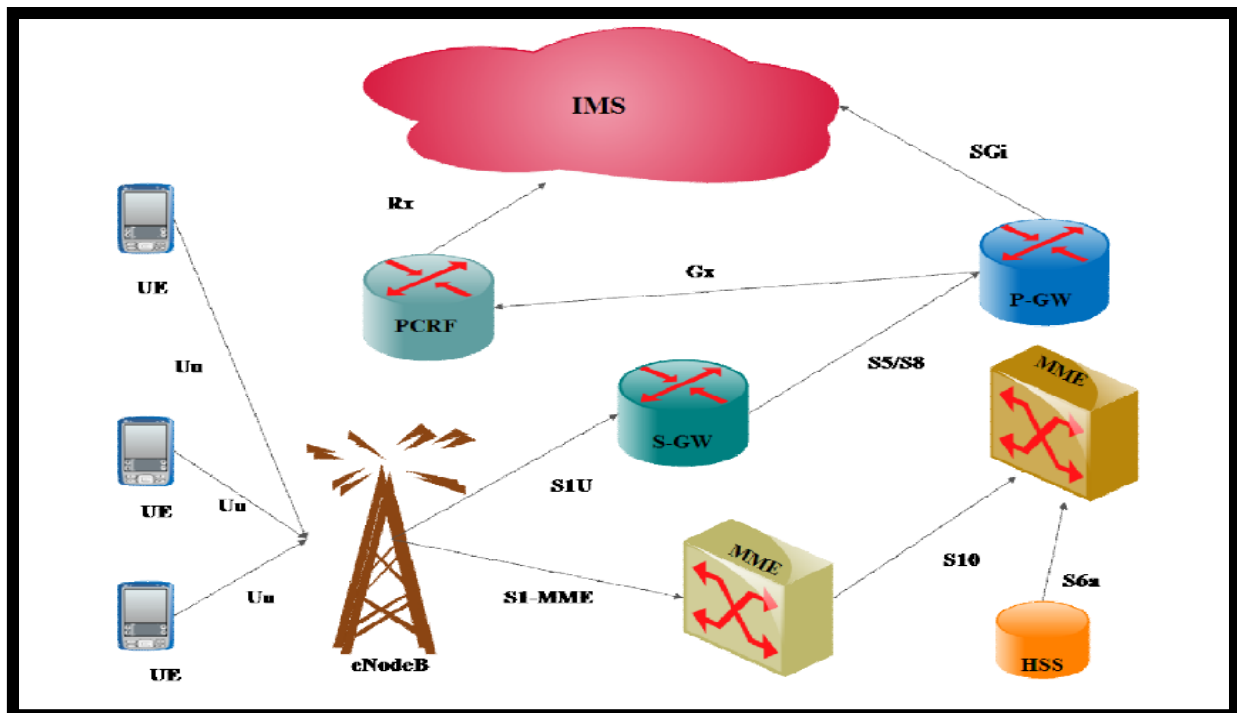


Figure II.4 Les différentes interfaces du réseau LTE

### II.2.6 Les paramètres du réseau LTE

#### II.2.6.1 Allocation spectrale pour le LTE

Lors de WRC (World Radiocommunication Conference )-07[26], les institutions régissant sur l'allocation des bandes de fréquences, ont décidé d'attribuer les bandes 1800MHz et 2600MHz, pour le déploiement du réseau LTE.

La gamme de la bande passante de canal défini dans le réseau LTE est de l'ordre : 1.4/1.6/3/3.3/5/10/15/20 MHz [web10].

#### II.2.6.2 Les techniques de modulations utilisées dans le LTE

Le réseau LTE fait appel à plusieurs méthodes de modulation, nous citerons :

- La modulation BPSK (Binary Phase Shift Keying), pour des informations de contrôle uniquement [26].



- La modulation QAM numérique, (Quadrature Amplitude Modulation) C'est une technique qui utilise à la fois la modulation de phase (PM) et la modulation d'amplitude (AM). Le réseau LTE exploite deux de ses variantes la 16QAM offrant une possibilité de codage de 4 bits par symbole et la 64QAM offrant une possibilité de codage de 6 bits par symbole.
- QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) qui est une technique de modulation de phase, offrant une possibilité de codage de 2 bits par symbole.

### II.2.6.3 Les modes d'accès en LTE

Tout comme l'UMTS, le LTE utilise les deux modes de duplexage en temps (TDD) et en fréquence (FDD).

#### a) FDD : Frequency Division Duplexing

Elle désigne une méthode de duplexage, elle a pour particularité de ne pas utiliser la même fréquence à l'émission et à la réception des données; autrement dit, la fréquence de la porteuse du signal est différente suivant le sens de la liaison soit montante (Uplink) ou descendante (Downlink).

Cette technique permet d'émettre et de recevoir simultanément c'est la particularité qui fait son principal avantage [29].

#### b) TDD Time-Division Duplex, en français, le Duplex par séparation temporelle

C'est une technique permettant l'utilisation d'une même ressource radio, temps en liaison montante et descendante. Cette technique présente un avantage certain dans le cas où les débits d'émission et de réception sont variables et asymétriques. On peut décider selon le débit qu'il soit faible ou conséquent, de l'allocation de la bande passante [29].

### II.2.6.4 Les trames radio dans le réseau LTE :

Etant donné que le LTE utilise comme mode d'accès le TDD et le FDD, cela nous conduit à dire qu'il existe deux trames radio dans le LTE, une en mode TDD et une seconde en mode FDD [26,web10,web11].

**-Le standard type 1 :** utilisé généralement pour le mode LTE FDD.

**-Le standard type2 :** Il est généralement requis pour les systèmes TDD.

### a) La Structure de la trame LTE de Type 1

Elle est d'une durée totale de 10 ms et elle est ensuite divisée en un total de 20 sous trames d'une durée de 1ms chacune ; Celles-ci vont comprendre deux slots d'une durée de 0.5ms chacun [26]. La figure (II.5) illustre la trame de type 1.

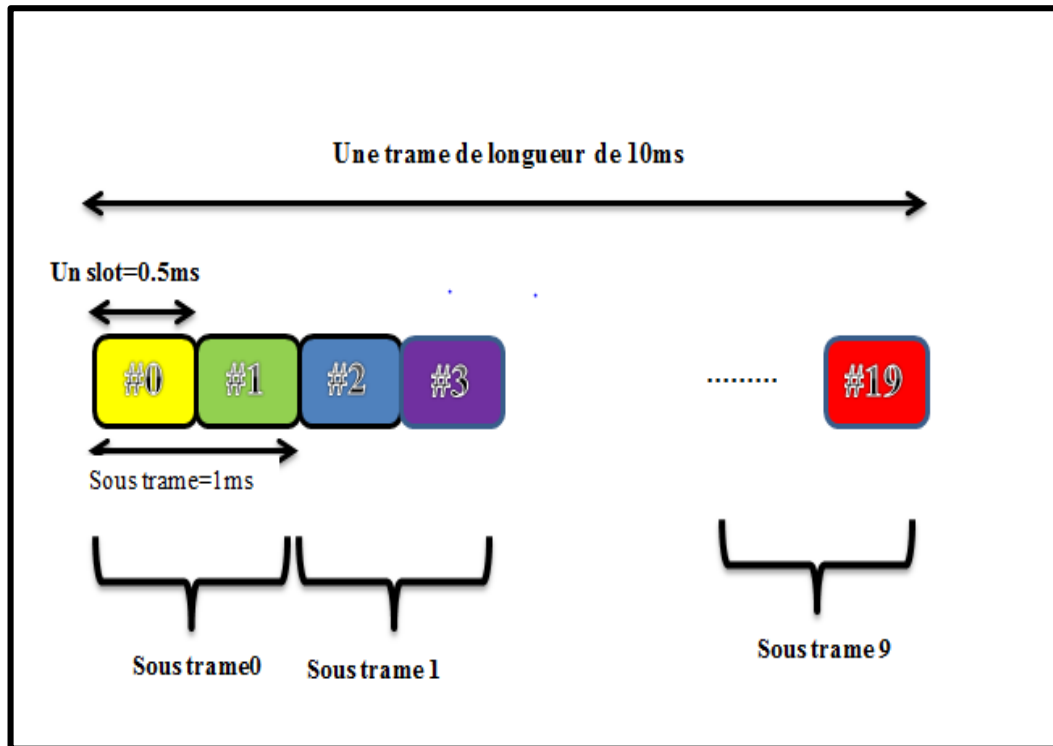


Figure II.5 Illustration de la trame de type 1

### b) La Structure de la trame LTE de Type 2

La structure de la trame de type 2 utilisée dans le LTE TDD est un peu différente de celle utilisée en mode LTE FDD. La trame de 10 ms comprend deux sous trames de 5 ms chacune. Les sous-trames LTE sont à leurs tours divisées en cinq fragments, la durée de chacun de ces derniers est de 1ms [26].

Les trames peuvent être divisées soit en sous-trames standard soit en sous-trames spéciales.

A noter que les trames spéciales se composent de trois domaines :

- DwPTS : Downlink Pilot Time Slot,
- GP : Garde Période,
- UpPTS : uplink Pilot Time Slot.

La figure (II.6) illustre la trame de type 2 dans le LTE TDD :

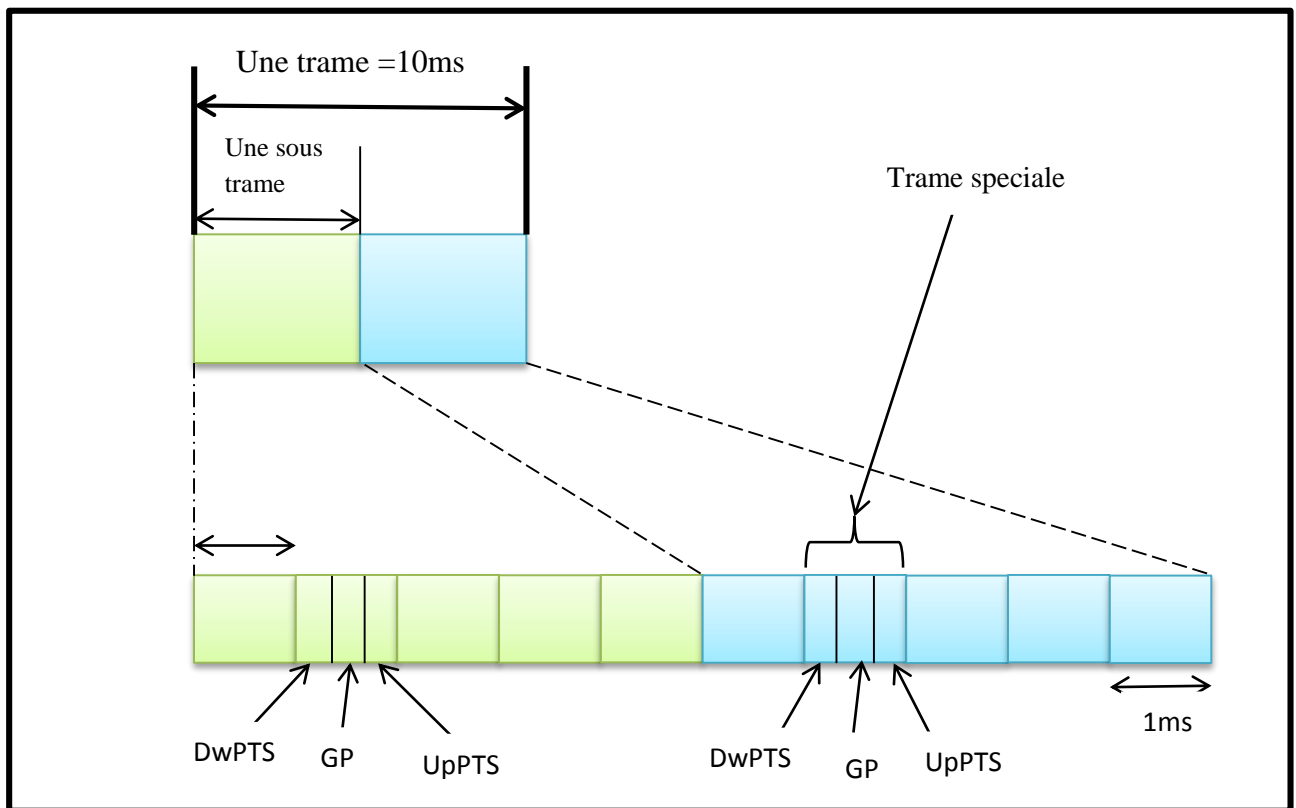


Figure II.6 Illustration de la trame de type 2

### II.2.6.5 Les techniques d'accès multiple utilisées

#### a) Description de l'OFDM

L'OFDM est une Technique d'accès multiple permettant de diviser une bande de fréquence en plusieurs sous-canaux espacés par des zones libres de tailles fixes [28]. Par la suite, un algorithme, la Transformée de Fourier Rapide Inverse (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT), véhicule le signal par le biais des différents sous-canaux [web10]. C'est également cet algorithme qui s'occupe de la recombinaison du message chez le récepteur. Le but est alors d'exploiter au maximum la plage de fréquence allouée tout en minimisant l'impact du bruit grâce aux espaces libres séparant chaque canal.

#### b) La méthode d'accès OFDMA ( Orthogonal Frequency Division Multiple Access)

Le réseau LTE utilise la méthode d'accès OFDMA, technique révolutionnaire; L'OFDMA et sa variante SC-FDMA sont dérivées du codage OFDM. Mais contrairement à ce

## Chapitre II : Les réseaux larges bandes et le réseau 4G

dernier, l'OFDMA est optimisé pour l'accès multiple, c'est-à-dire le partage simultané de la ressource spectrale entre plusieurs utilisateurs distants les uns des autres.

La mise en pratique d'un système OFDMA est basé sur la technologie numérique et plus spécifiquement sur l'utilisation de technique avancée du traitement du signal (FFT : Fast Fourier Transform) ou en français Transformée de Fourier Discrète et de son opération inverse (IFFT).

L'OFDMA, est requise particulièrement dans la transmission en liaison descendante (downlink) car elle permet pour une même largeur spectrale, un débit binaire plus élevé grâce à sa grande efficacité spectrale et à sa capacité à conserver un débit élevé même dans des environnements défavorables avec échos et trajets multiples des ondes radio. Le principe de l'OFDMA est de répartir le signal que l'on veut transmettre sur un grand nombre de sous-porteuses, orthogonales les unes aux autres. Pour ce qui est du réseau LTE l'espacement des sous-porteuses est de 15 KHz quelle que soit la bande passante totale. Ce qui permet, pour un même débit global, d'avoir sur chaque canal un débit plus faible et donc un temps d'émission de chaque symbole plus long qui est de 66.7  $\mu$ s pour le LTE; cela limite les problèmes chemins multiples de propagation qui existent dans les liaisons radio de moyenne et longue portées.

Le principe de la technique d'accès OFDMA est représenté dans figure suivante (II.7) :

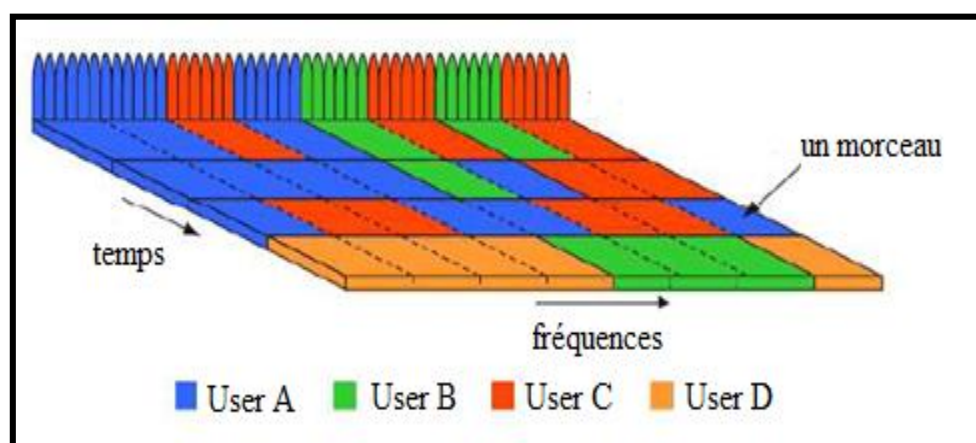


Figure II.7 Représentation de la technique d'accès OFDMA

### c) Le SC-FDMA acronyme de Single-Carrier FDMA

C'est une technologie de codage radio de type accès multiple par répartition en fréquence. Elle adoptée par 3GPP pour la transmission montante dans la technologie LTE [web2]. Le SC-FDMA est valable pour les deux modes d'accès FDD et TDD. Comme pour d'autres techniques à schéma d'accès multiples. Le SC-FDMA peut être considéré comme une variante linéaire des codages OFDM et OFDMA, dans le sens où il consiste aussi à répartir sur un grand nombre de sous-porteuses. Aussi cette méthode permet de diminuer la consommation électrique du terminal et donc d'augmenter l'autonomie de sa batterie.

Le SC-FDMA offre des performances et une complexité globale similaire à l'OFDMA mais utilise en revanche une technique de multiplexage fréquentiel à une seule porteuse.

Le SC-FDMA utilise l'accès FDMA entrelacé (IFDMA) ou FDMA localisé (LFDMA), un émetteur génère des symboles de modulation pour des types de données différents (par exemple, des données de trafic, la signalisation, et les pilotes) Deux modes de transmission sont alors possibles : le mode localisé et le mode distribué.

- Le mode localisé : Aucun zéro n'est inséré entre les échantillons de sortie de la FFT, ceux-ci étant donc transposés sur des sous-porteuses consécutives.
- Le mode distribué : Un certain nombre de zéros est inséré entre chaque échantillon de sortie de la FFT, offrant une plus grande diversité fréquentielle [web10].

### d) Le MIMO, dispositif multi-antennes

MIMO (Multiple Input Multiple Output) dans son interprétation générale dénote l'usage de plusieurs antennes en émission et en réception. Cela peut être utilisé pour obtenir un gain de diversité et de cette façon augmenter le rapport signal/bruit à la réception. Cependant, le terme est utilisé pour dénoter la transmission de multiples flux comme un moyen d'augmenter le taux de données possible dans un canal donné [web10]. Introduit avec le LTE, le MIMO représente la technologie qui a résolu l'un des principaux problèmes que les systèmes de télécommunications précédents ont rencontré avec les signaux multiples (multi trajets) résultant des nombreuses réflexions. L'un des avantages de la technologie MIMO est vraisemblablement, la capacité à offrir des débits très conséquents. En mode MIMO 4X4 (4 canaux antennes), le débit descendant théorique atteint jusqu'à 326,4 Mbits/s en crête (soit 300 Mbits/s utiles) ; et le débit montant théorique atteint 86,4 Mbits/s en crête [web13].

La figure ci-dessous (II.8) illustre un système MIMO avec 4 émettrices ainsi que 4 antennes réceptrices.

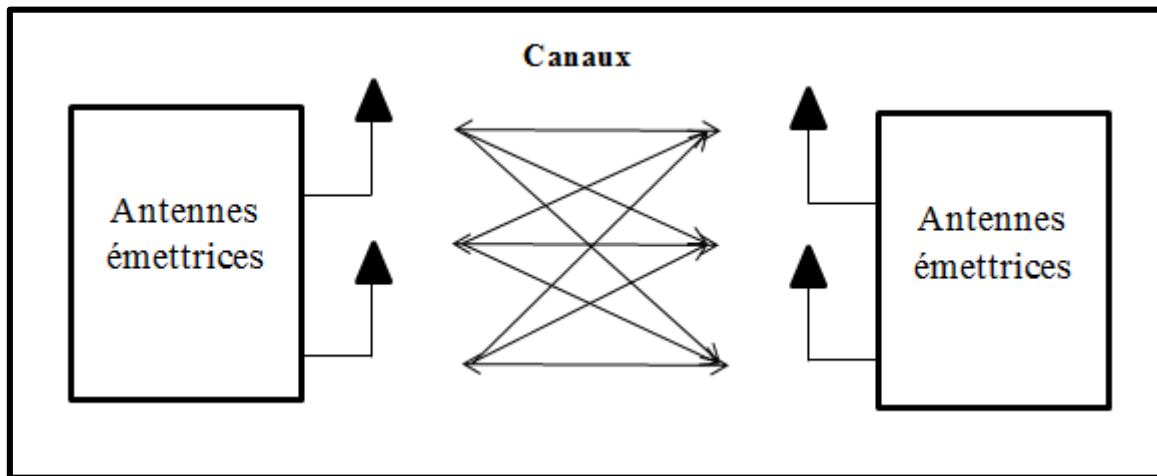


Figure II.8 Représentation de la méthode MIMO

### II.2.6.6 Les protocoles de communication dans les réseaux de donnée

Afin, de gérer les différentes communications, tel que les services de messagerie (MMS, SMS, E-mail), les services de téléphonie ou la synchronisation (Infrarouge, Bluetooth) au sein des réseaux mobiles ou d'Internet. Ces technologies ont besoin d'une prise en charge d'un certain nombre de ressources au sein même du système d'exploitation à l'aide de certains protocoles qui sont décrits dans l'annexe (B.3)

## II.4 Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons pu explorer les différents types de réseaux larges bandes ainsi que leurs caractéristiques. De plus nous avons pu avoir une vue générale sur le réseau LTE, ses caractéristiques, ses différents paramètres ainsi que les ses protocoles communication, que nous allons exploiter dans le troisième volet de notre mémoire à savoir la conception du système de localisation médicale.



# **Chapitre III**

### III.1 Introduction

Après l'étude des réseaux larges bandes ainsi que le réseau LTE qui fait objet d'élément essentiel de notre application. Le présent chapitre sera consacré à la conception et la réalisation du système de localisation qui comportera l'application de localisation LBHS (Location Based Health Service) ainsi que le serveur de localisation qui comporte une base de données et un site web.

Nous allons commencer ce chapitre par la présentation de la problématique ainsi que les motivations liées à la réalisation de ce travail, présentation du système de localisation médicale de manière générale et de l'application LBHS en particulier qui sera mise à l'étude, où nous allons expliquer son principe de fonctionnement et procéder à sa conception et réalisation par le biais de diagrammes de séquence et d'activité, ainsi que les diagrammes représentant la partie serveur de localisation, Enfin, nous terminerons ce chapitre par une contribution, où nous allons exposer un algorithme de conservation d'énergie qui permettra d'augmenter l'autonomie de batterie au moment d'utilisation de l'application LBHS.

### III.2 Problématique

Le nombre important de malades chroniques enregistré en Algérie ces dernières décennies surtout la catégorie des personnes âgées, ce qui réduit automatiquement la mobilité de cette tranche de la société vu les énormes risques que ça peut engendrer. Dans l'optique d'assurer les bonnes conditions de suivi de ces malades tout en étant mobile, nous allons au cours de ce projet essayer de développer une application qui sera dédiée à la localisation médicale de ces personnes âgées en temps réel.

Sachant que le GPS, est le système par excellence le plus utilisé au niveau mondiale dans les services de localisation au profit de la précision qu'il offre dans un environnement extérieur. Toutefois, le positionnement par GPS n'est pas le plus adéquat pour une application comme la nôtre vu les nombreux désavantages et limitations qu'il offre, tels que : la conséquente consommation d'énergie, qui n'est guère bonne pour une application de localisation médicale où l'emmagasiner de l'énergie des batteries des Smartphones est le plus important, le manque de visibilité des satellites, surtout dans les cas où l'utilisateur est dans un immeuble, tunnel, parking sous terrain ou une forêt couverte par les arbres, la perte des signaux radio due à leur absorption par l'ionosphère et la troposphère et le manque de



## **Chapitre III : Conception du système de localisation médicale**

---

synchronisation lors de l'envoi des signaux satellitaires, ce qui engendre un décalage temporelle qui conduit à la perte de précision.

Avec cette multitude d'inconvénients proposés par le GPS, et avec l'ascension fulgurante du réseau LTE depuis 2009 au niveau mondiale, compris en Algérie où il est déployé et lancé par Algérie Telecom (organisme d'accueil) début Mai 2014, vu l'immense couverture assurée ainsi que les très haut débits offerts. Pour cela, nous avons décidé de baser notre application sur le LTE afin d'assurer un meilleur suivi des patients, même en indoor (intérieur des bâtisses, parking,...etc), en utilisant notre algorithme de localisation par identification de cellule améliorée ECID (Enhanced Cell Identification).

### **III.3 Les concepts connexes**

#### **III.3.1 Télé-santé (E-health)**

La télé-santé (E-health) est une discipline médicale qui consiste à mettre l'informatique et les infrastructures de communication au service de la médecine. Telle qu'elle est définie, la télé-santé apparaît très vaste et très diverse. Étant une discipline du domaine de l'informatique médicale, la principale caractéristique de la télé-santé est l'exploitation d'Internet et des réseaux de télécommunications. L'utilisation de ces technologies permet d'assurer une liaison distante et permanente entre différents acteurs médicaux et leurs patients [30]. On peut distinguer sept disciplines dans la télé-santé : télé-assistance, télésurveillance, télésurveillance, télédiagnostic, cyber-réseaux de santé, cyberformation (e-Learning), cybermanagement, e-santé.

#### **III.3.2 La M-health**

M-health acronyme de Mobil health ou m-santé (santé mobile) en français. Plus concrètement il s'agit de tous les services touchant de près ou de loin à la santé disponibles en permanence via un appareil mobile connecté à un réseau ; les plus répandus auprès du grand public étant les Smartphones ou plus récemment encore les tablettes informatiques. En d'autres termes, on peut dire également que la m-santé est l'e-santé accessible avec un téléphone mobile ou une tablette [30].

### **III.3.3 La télémédecine**

La télémédecine est une pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC). Elle médiatise l'acte médical en interposant un outil de communication entre les médecins ou entre un médecin et son patient. La télémédecine ne remplacera jamais le contact immédiat médecin-malade mais vient s'ajouter aux outils du médecin au service du patient [30]. Les 5 volets de la télémédecine existants sont:

#### **III.3.3.1 La téléconsultation**

Son objectif est de permettre à un professionnel médical de donner une consultation à distance à un patient. Un professionnel de santé peut être présent auprès du patient et, le cas échéant, assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation [30].

#### **III.3.3.2 La télé-expertise**

Elle permet à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis d'un ou de plusieurs professionnels médicaux en raison de leurs formations ou de leurs compétences particulières, sur la base des informations médicales liées à la prise en charge d'un patient [30].

#### **III.3.3.3 La télésurveillance médicale**

Son objectif est de permettre à un professionnel médical d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et, le cas échéant, de prendre des décisions relatives à la prise en charge de ce patient. L'enregistrement et la transmission des données peuvent être automatisés ou réalisés par le patient lui-même ou par un professionnel de santé [30].

#### **III.3.3.4 La téléassistance médicale**

Son objectif c'est de permettre à un professionnel médical d'assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte [30].

### III.3.3.5 La réponse médicale

Elle apporte dans le cadre de la régulation médicale des urgences ou de la permanence des soins (télérégulation) [30].

### III.4 Description du système LBHS

L'omniprésence des Smartphone et l'énorme essor qu'ont connu depuis quelques années, les a conduit à devenir incontournables dans la vie quotidienne des humains. Ils sont utilisés dans presque tous les domaines que ça soit dans les télécommunications, le marketing et dernièrement dans le domaine de la santé.

L'importante utilisation des Smartphones dans le domaine de la santé que ça soit la téléassistance, la télémédecine...etc, nous a motivé à axer notre système de localisation des personnes âgées baptisé LBHS est représentée dans la figure (III.1) sur un Smartphone doté d'un système d'exploitation Android.

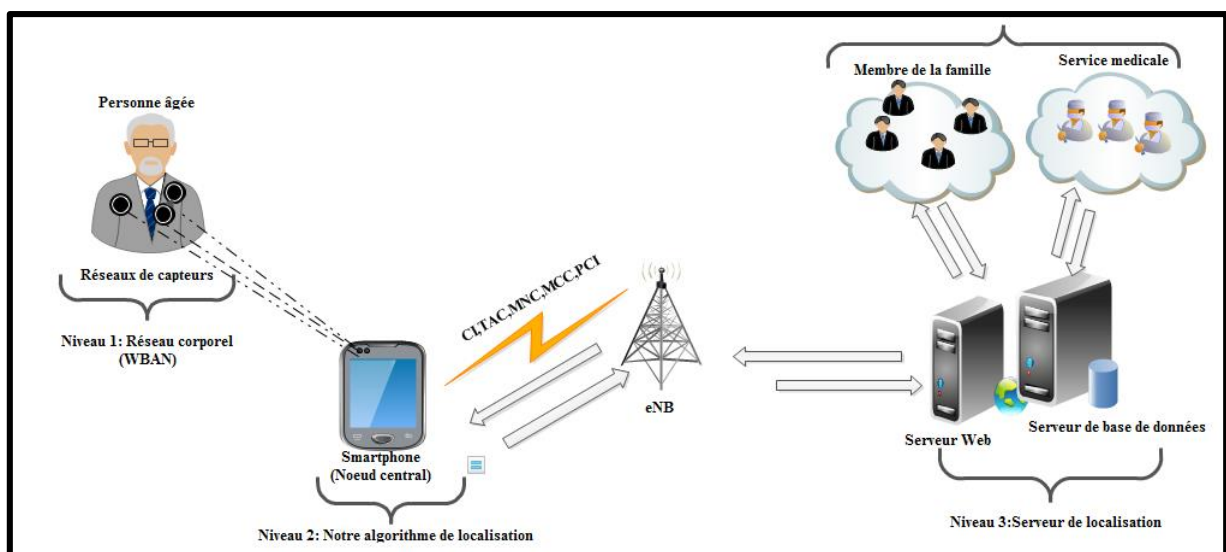


Figure III.1 Architecture du système LBHS.

Notre système est devisé en trois principaux niveaux : niveau 1 qui représente un réseau corporel (WBAN), niveau 2 qui illustre un serveur personnel ou nœud central (Smartphone) où sera implémenté notre algorithme de localisation et d'un niveau 3 qui fait référence à un serveur de localisation et de suivi médical.

Le Niveau 1 de notre système repose principalement sur le réseau WBAN où nous allons installer des capteurs corporels (ex : personnes âgées), des capteurs pouvant assurer le

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

suivi des pulsions de cœurs, la tension, la détection de mouvement,...etc. Ces capteurs WBAN sont très utilisés dans le domaine de télésurveillance médicale des patients atteints de maladie chronique à partir de leurs lieu de domiciliation ainsi que leur localisation en étant en mobilité par les différentes technologies décrites précédemment dans le premier chapitre.

Dans notre système LBHS, les capteurs WBAN sont liés sans fils au Smartphone qui joue le rôle d'un serveur personnel (nœud central).

Le Niveau 2 représente le serveur personnel (le nœud central) du patient, il est considéré comme un médiateur entre le niveau 1(WBAN) et le niveau 3 (serveur médical) en collectant les informations prises par les capteurs sur l'état de santé du patient et les envoyées via réseau LTE sur le serveur médical qui assure le suivi continuuel de l'état de santé de la personne âgée.

Le serveur personnel (Smartphone) dans notre application va nous servir pour le positionnement en collectant les différents paramètres liés à la cellule (TAC, CI, PCI, MCC, MNC) et le suivi de la mobilité de la personne âgée à l'aide d'un accéléromètre.

Le Niveau 3, dernière étape de notre système représente le serveur de localisation qui récupère les données de positionnement envoyées par le nœud central via réseau LTE afin de suivre le profil du patient (mobilité ou stase) ainsi que la détermination de la zone où se trouve, ou un serveur médical qui fait office d'archive des dossiers médicaux de la personne âgée. Ces serveurs sont accessibles pour le client (membres de la famille ou personnel médical) via le net que ça soit avec un Smartphone, PDA ou lap top.

### III.5 Le principe de fonctionnement de notre application

Dans ce projet de fin d'études, nous allons concevoir une application de localisation via réseau LTE, de personnes âgées porteuses de Smartphones, vu que cette tranche de notre société souffre d'un déclin de santé inquiétant ainsi que la facilité de suivi de leurs état de santé tout en étant en mobilité en temps réel , en se basant sur une technique d'identification de cellule améliorée (ECID). Ce projet sera axé sur deux principales parties : la partie conception de notre application et celle de l'algorithme de conservation d'énergie.

- La conception de la partie client : il s'agit d'un programme qui permet d'extraire les données de localisation et aussi les transmettre en temps réel via le réseau LTE vers un serveur qui contient une base de données, il faut qu'il assure la mise à jour des

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

données de localisation à chaque changement de cellule en temps réel. Une interface doit être ajoutée pour la consultation de la base de données particulièrement pour l'utilisateur.

Ce programme sera placé au niveau d'un Smartphone utilisant un système d'exploitation Android avec une plateforme JAVA. Le serveur de localisation contient les différentes données de localisation (Cell ID, TAC, MCC, MNC, PCI, ID eNB et RSSI) ainsi que les endroits qu'ils correspondent.

- La deuxième partie sera dédiée à l'amélioration de la conservation d'énergie où nous allons concevoir un algorithme qui va nous permettre d'aboutir à cela. Cet algorithme nous sera utile pour garder la précision de localisation de la personne âgée que ce soit en mobilité ou en état stable.

La figure (III.2) résume le fonctionnement de l'application de localisation ainsi que la manière dont les paramètres de la cellule vont être envoyés au serveur de localisation.

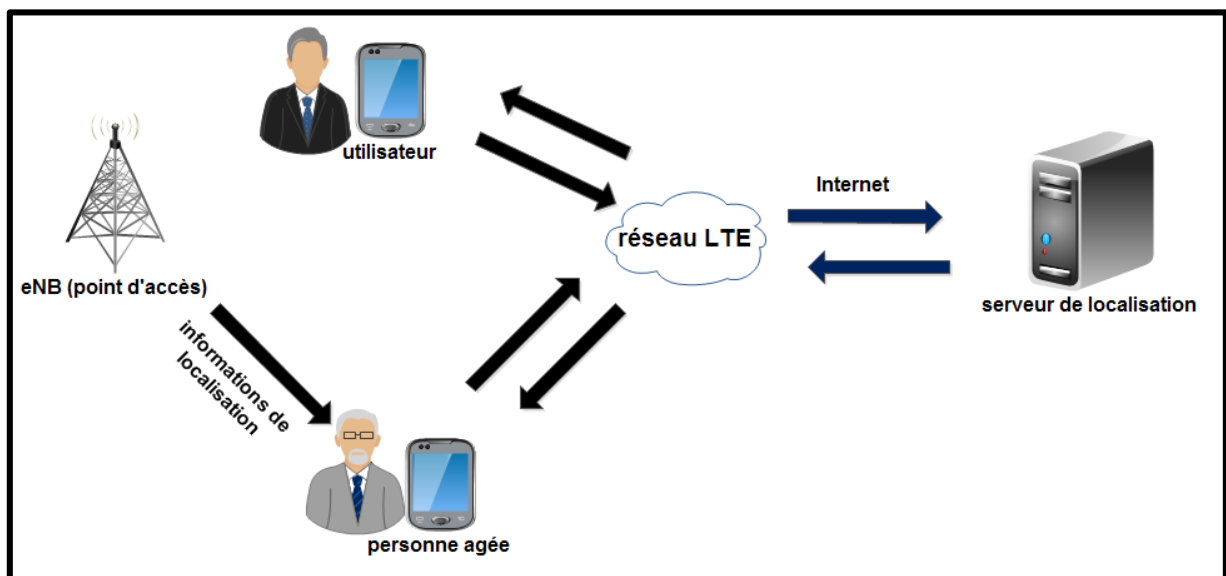


Figure III.2 Fonctionnement de l'application de localisation.

### III.6 Intégration des Smartphones dans le système LBHS

#### III.6.1 Les Smartphones

Le Smartphone est un téléphone intelligent, également appelé ordiphone en français. Ce terme est préconisé par la Commission Générale de Terminologie et de Néologie mais l'appellation Smartphone reste couramment utilisée [31].

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

Un Smartphone est un téléphone disposant des fonctions similaires à celles d'un assistant numérique personnel (PDA). Les fonctions les plus courantes concernent l'accès à Internet, le courrier électronique, la gestion d'emploi du temps et de carnet d'adresses. La plupart sont maintenant équipés d'appareil photo numérique et de GPS et peuvent lire des mp3 et des vidéos ainsi que des fichiers dans divers formats (word, pdf, ...).

Tout comme tout appareil, le Smartphone est doté de certaines caractéristiques qui sont :

- **Téléphone (GSM, UMTS, LTE)**

Comme tout téléphone, un Smartphone a une fonction principale : téléphoner. Pour pouvoir passer un appel, un téléphone portable ainsi qu'un Smartphone utilise le GSM qui est considéré comme le réseau de transmission de voix le plus utilisé.

- **Appareil photo/vidéo**

C'est une des fonctionnalités classiques des Smartphones. Elle est importante car utilisée par de nombreuses applications.

- **GPS intégré**

Il existe à l'intérieur d'un Smartphone une puce GPS (Global Positioning System) qui permet de détecter la position du téléphone par satellite. Cette détection de la position est appelée géolocalisation (thème abordé dans la partie Géolocalisation).

- **Capteurs :**

Il existe à l'intérieur du Smartphone des capteurs tels que l'accéléromètre, pouls, ECG, qui servent à beaucoup d'applications que ça soit médicale ou une tâche quotidienne tel que l'utilisation du thermomètre pour la vérification de la température.

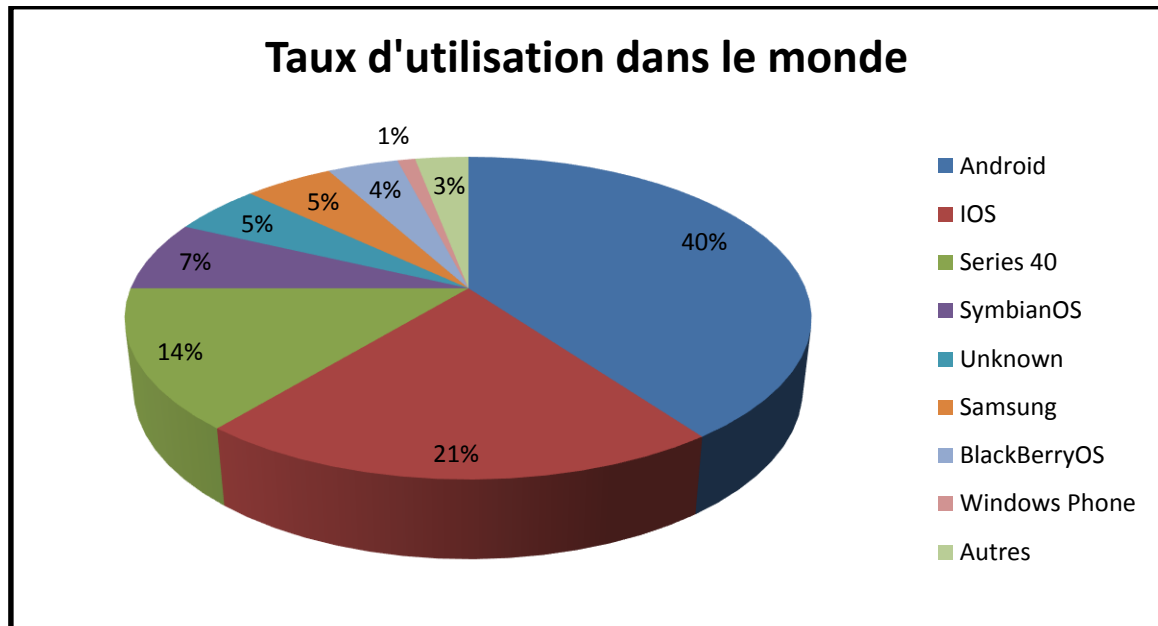
### III.6.2 Les systèmes d'exploitation utilisés

Un système d'exploitation ou OS (pour « Operating System » en anglais) est un super logiciel qui permet de gérer toutes les autres applications (mise en marche, arrêt, allocation des ressources mémoires) et la communication avec le support physique (action lors de l'appui sur une touche, affichage à l'écran, ...).

Une application est spécifique à un OS. Il n'existe pas de norme qui permette de créer une application fonctionnant sur tous les OS pour le moment. Donc, pour être présent sur le marché entier, il faut créer une application par OS.

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

Vu qu'il existe tellement d'OS au niveau mondial, nous allons exposer les principaux OS les plus utilisés à travers le diagramme ci-dessous :



**Figure III.3** Diagramme circulaire résumant le taux d'utilisations de systèmes d'exploitation dans les Smartphones au niveau mondial [4].

En jetant un œil sur ce diagramme, on s'aperçoit que le système Android est le plus utilisé au monde vu sa facilité d'utilisation et les applications gratuites qu'ils offrent sur son site.

Pour cela nous avons décidé d'opter pour le système Android pour la conception de notre application de localisation.

### III.7 Les adresses et les identificateurs liés à la localisation dans une application de localisation médicale via réseau LTE

Afin, de déterminer l'identité et le positionnement exacte de l'abonné (personne âgée dans notre cas), plusieurs données et paramètres le permettent, ces derniers seront exposés dans ce qui suit :

#### III.7.1 L'Identité internationale de l'abonné mobile (IMSI)

Acronyme d'International mobile Subscriber Identity, l'IMSI est un numéro accordé par le réseau à chaque abonné afin de faciliter son identification. Ce numéro est stocké dans l'UICC (Sim du réseau LTE)[web14].

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

L'IMSI est composé de plusieurs éléments qui sont :

- **PLMN** : acronyme de Public Land Mobile Network et équivalent de réseau public terrestre en français, le PLMN, représente un réseau de télécommunications qui permet aux utilisateurs autorisés d'accéder à différents services. Les deux parties MCC et MNC permettent de déterminer de façon unique dans le monde.
- **MCC** (Mobile Country Code) : il représente l'indicatif du pays qui héberge l'abonné.
- **MNC** (Mobile Network Code) : Indicatif du PLMN national de l'abonné mobile.
- **MSIN** (Mobile Subscriber Identification Number) : représente le numéro d'identification de l'abonné mobile à l'intérieur du réseau LTE.
- **HLR/HSS Identity** : représente l'identifiant ou l'identité de l'abonné enregistré dans la base de données du réseau.

### III.7.2 Le MSISDN : Mobile Station International Subscriber Directory Number

Le MSISDN en français l'identifiant ISDN de l'abonné mobile représente le numéro d'annuaire de l'abonné que composera une personne désirant joindre l'abonné LTE, c'est le seul identifiant de l'abonné mobile à l'extérieur du système. Le MSISDN est confirmé au plan de numérotage téléphonique international, il peut être de longueur variable mais ne doit pas dépasser les 15 chiffres [web14].

Le MSISDN est composé de trois entêtes qui sont :

- **CC** (Country Code) : Il représente l'indicatif du pays dont lequel l'abonné a souscrit son abonnement (213 pour notre pays).
- **NDC** (National Destination Code) : Il représente l'indicatif national de l'abonné c'est aussi l'indicateur du réseau utilisé.
- **SN** (Subscriber Number) : représente le numéro de l'abonné attribué librement par l'opérateur.

L'IMSI va nous servir à la sélection de l'utilisateur dans la base de données.

### III.7.3 L'identité internationale d'équipement mobile (IMEI)

Acronyme d'International Mobile Equipment Identity, l'IMEI, est un numéro qui permet d'identifier de manière unique chacun des terminaux de téléphonie mobile.

Il est généralement composé de 16 bits, et les 14 premiers bits indiquent l'identité de l'équipement et les 2 derniers indiquent la version du software L'IMEI permet à l'opérateur du



## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

réseau d'identifier le mobile appelant et ainsi de l'autoriser ou pas à se connecter. Il permet ainsi l'établissement des appels d'urgence sans SIM.

Son rôle le plus connu est de pouvoir bloquer un mobile volé auprès de l'ensemble des opérateurs ayant souscrit à la base de données IMEI [web14].

L'IMEI est principalement composé de :

- **TAC** (Type Approval Code): C'est un numéro fournit par la centrale du GSM au constructeur lorsque le matériel a passé l'agrément.
- **FAC** (Final Assembly Code): numéro identifiant l'usine du constructeur.
- **SNR** (Serial Number) : c'est le numéro de série librement attribué par le constructeur.
- **SP** (Spare) : Chiffre supplémentaire de réserve.

### III.7.4 Tracking Area Identity (TAI):

Une zone de localisation est un groupement de cellules gérées par une seule eNodeB ; il est identifié par l'adresse TAI qui détermine de manière unique la zone de localisation au sein de l'ensemble des PLMNs du monde [web14].

Etant donné que le TAI sera un élément essentiel dans la réalisation de notre application de localisation qui se basera sur l'identification de cellule, cela nous mènera à exposer les différents composants de la TAI.

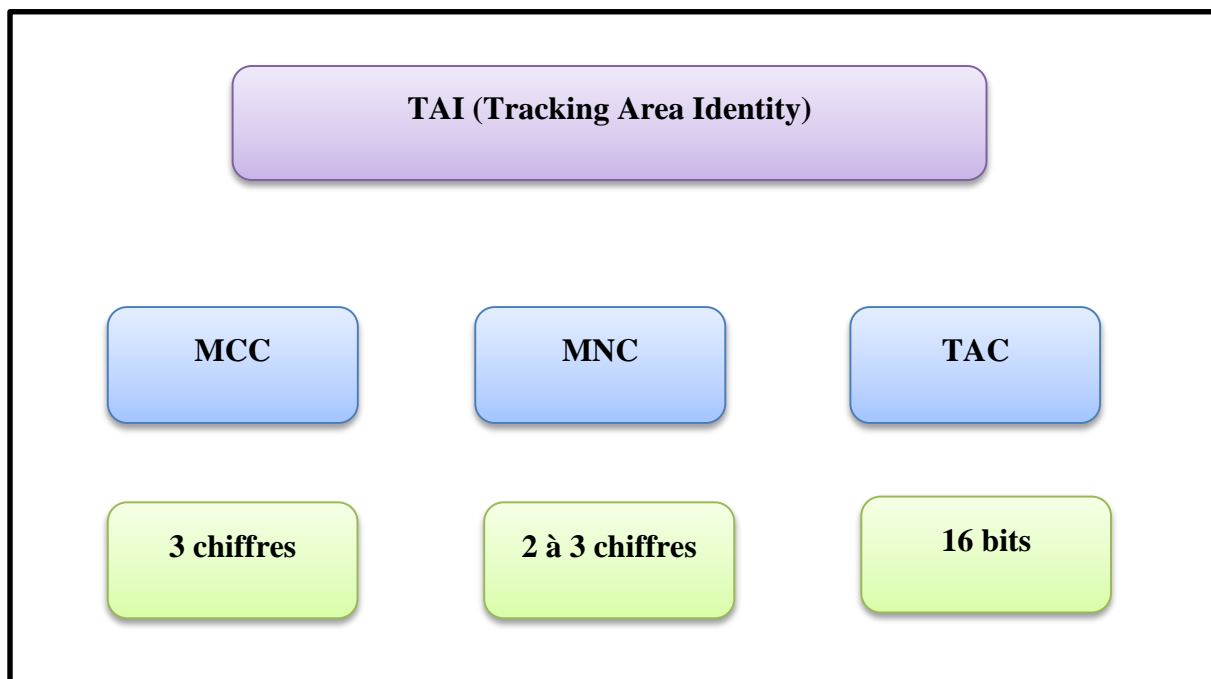


Figure III.4 Composition de l'identifiant TAI.

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

- **PLMN IDs:** C'est-à-dire MCC, MNC
- **TAC (Tracking Area Code):** Il diffère du TAC vu précédemment dans l'identifiant IMEI. Analogue au Code de la zone de localisation, LAC dans le réseau GSM il est librement affecté par l'opérateur, il a une longueur maximale de 2 octets.

### III.7.5 GUTI (Global Unique Temporary Identity)

Il assure l'identification de façon globale du terminal mobile sans pour autant quérir son identité permanente (IMSI). Il permet aussi l'identification du MME et du réseau [web14]. Le GUTI est composé essentiellement de :

- **GUMMEI (Globally Unique MME Identifier) :** représente l'identité de l'entité MME qu'a octroyé le GUTI,
- **M-TMSI (MME Temporary Mobile Subscriber Identity) :** représente l'identité de l'abonné dans le MME spécifié, ayant octroyé le GUTI. Il représente aussi l'identité temporaire d'un abonné octroyée par le réseau.

### III.7.6 PCI (Physical Cell Identity ou identité physique de la cellule)

L'identité de la cellule physique (PCI) est une combinaison unique d'une séquence orthogonale et pseudo aléatoire [web15] d'une plage de 0 à 504, il est utilisé pour le brouillage de données et la transmission de données concernant la cellule.

Dans le cas où dans une zone géographique, le nombre de 504 cellules est dépassé, une réutilisation des PCI est possible en s'assurant que les cellules ayant le même PCI son espacées et non voisine pour éviter toute interférence.

La figure (III.5) illustre l'identité de la cellule physique.

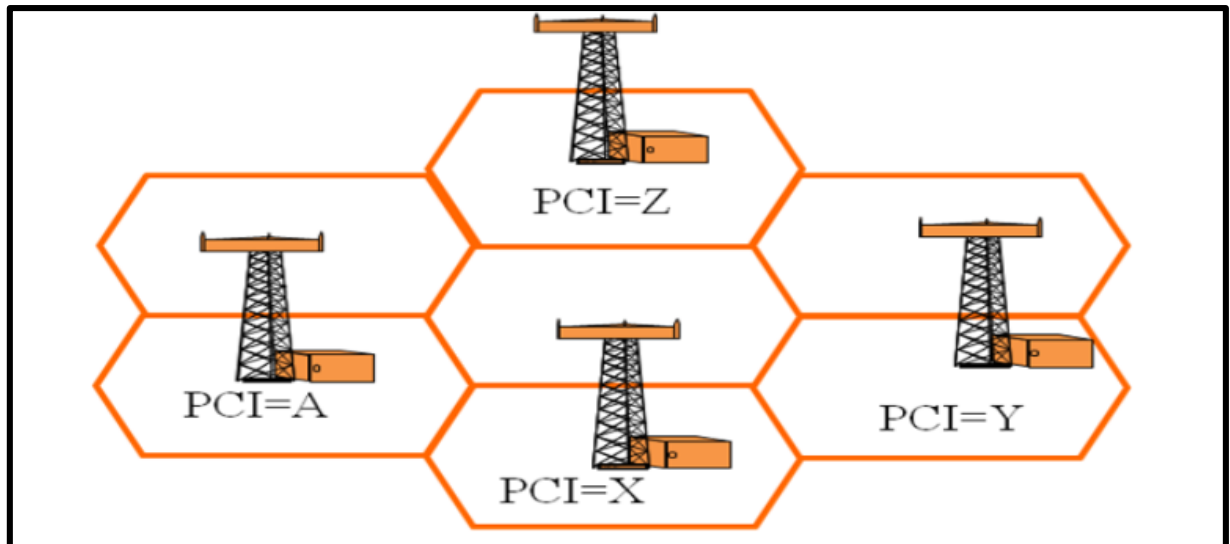


Figure III.5 Illustration du principe du PCI.

### III.7.7 L'eNB ID (identifiant de la station de base)

Tout comme son nom l'indique est un code unique octroyé à la station de base eNB pour la distinguer au sein d'un PLMN, c'est un code qui est contenu dans l'E-UTRAN [web14].

## III.8 Conception du serveur de localisation

Le serveur de localisation du système de localisation médicale, permet au superviseur de consulter les données envoyés par le l'utilisateur via internet.

Le serveur de localisation comprend, une base de données ainsi qu'un serveur web.

### III.8.1 Conception de la base de données :

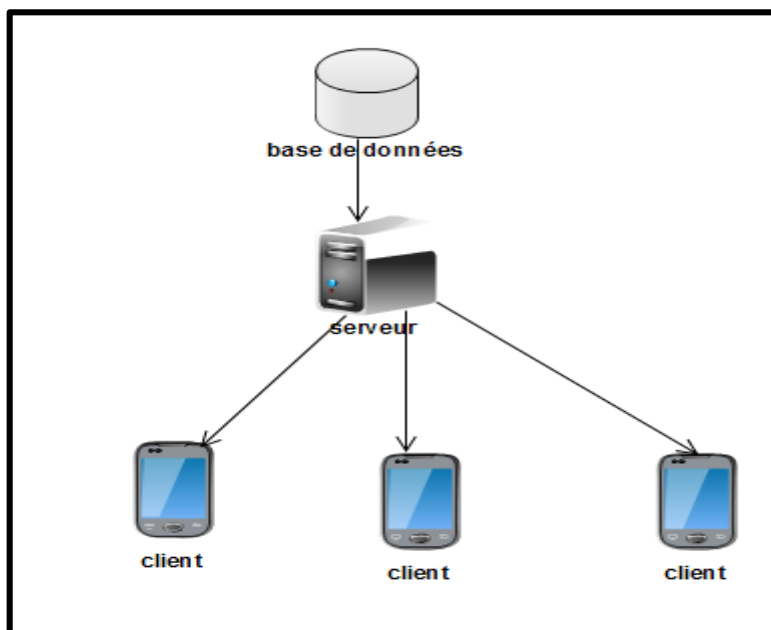
#### III.8.1.1 Définition de la base de données

Une base de données (son abréviation est BD, en anglais DB, base data base est une entité dans laquelle il est possible de stocker des données de façon structurée et avec le moins de redondance possible. Ces données doivent pouvoir être utilisées par des programmes, par des utilisateurs différents. Ainsi, la notion de base de données est généralement couplée à celle de réseau afin de pouvoir mettre en commun ces informations, d'où le nom de base. On parle généralement de système d'information pour désigner toute la structure regroupant les moyens mis en place pour pouvoir partager des données.

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

Une base de données permet de mettre des données à la disposition d'utilisateurs pour une consultation, une saisie ou bien une mise à jour, tout en s'assurant des droits accordés à ces derniers. Cela est d'autant plus utile que les données informatiques sont de plus en plus nombreuses. Une base de données peut être locale, c'est-à-dire utilisable sur une machine par un utilisateur, ou bien répartie, c'est-à-dire que les informations sont stockées sur des machines distantes et accessibles par réseau.

L'avantage majeur de l'utilisation de bases de données est la possibilité de pouvoir être accédées par plusieurs utilisateurs simultanément [web2].



**Figure III.6** La base de données dans le réseau.

### III.8.1.2 Utilité de la base de données

Dans notre cas, la base de données va servir le superviseur dans la connaissance des données de localisation de l'utilisateur de l'application LBHS, où par exemple, pour chaque CI, une zone géographique est affectée.

### III.8.1.3 La gestion de base de données :

Afin de pouvoir contrôler les données ainsi que les utilisateurs, le besoin d'un système de gestion s'est vite fait ressentir.

La gestion de la base de données se fait grâce à un système appelé SGBD (système de gestion de bases de données) ou en anglais DBMS (Database management system). Le

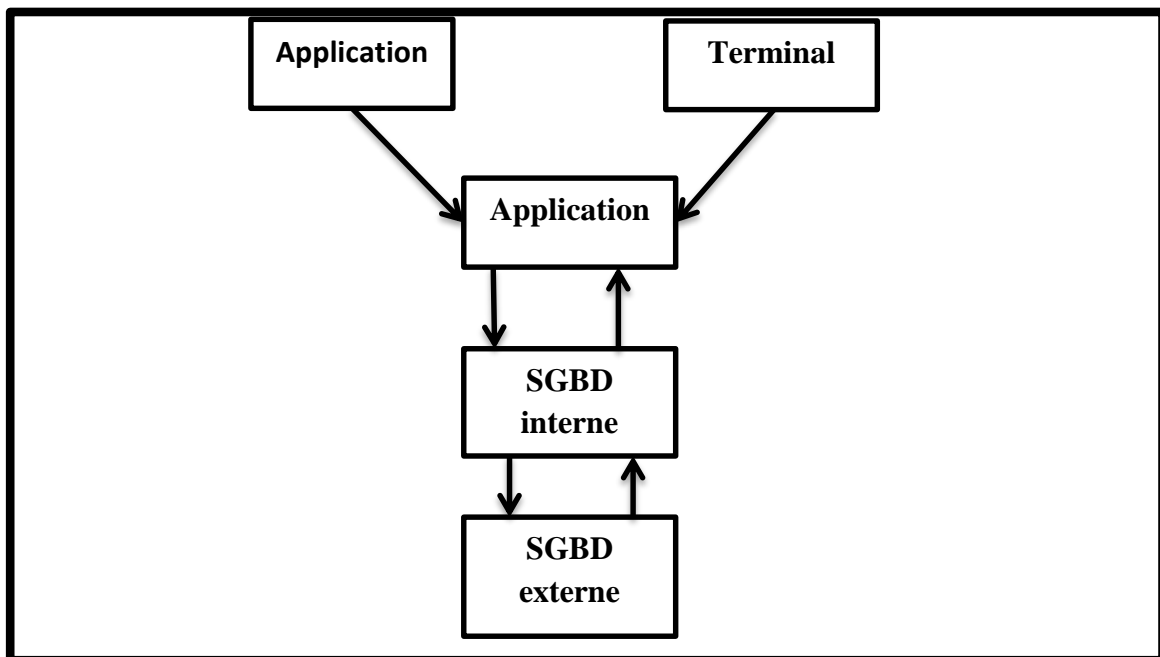
## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

SGBD est un ensemble de services (applications logicielles) permettant de gérer les bases de données, c'est-à-dire:

- permettre l'accès aux données de façon simple
- autoriser un accès aux informations à de multiples utilisateurs
- manipuler les données présentes dans la base de données (insertion, suppression, modification)

Le SGBD peut se décomposer en trois sous-systèmes :

- le système de gestion de fichiers : il permet le stockage des informations sur un support physique
- le SGBD interne : il gère l'ordonnancement des informations
- le SGBD externe : il représente l'interface avec l'utilisateur



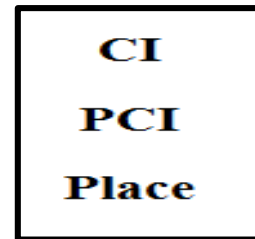
**Figure III.7** Les sous-systèmes du SGBD [web2].

### III.8.1.4 Conception des tables de la base de données :

Dans le but du bon fonctionnement, nous allons construire des tables de données contenant les différents paramètres de localisation.

### a) Table CELL

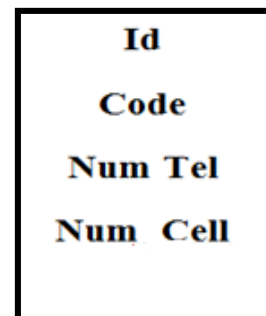
Elle nous permet d'acquérir les différents paramètres pouvant aider à la détermination de la cellule où se trouve la personne âgée, tels que : le CI (Cell Identity), le PCI (Physical Cell Identity) ainsi que la place. la figure (III.8) ne montre la structure de la table CELL.



**Figure III.8** Structure de la table CELL.

### b) Table utilisateur

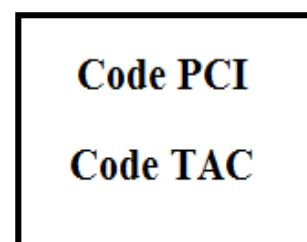
Elle permet au superviseur d'accéder à la base de donnée afin d'acquérir les données envoyées par l'utilisateur. La table de l'utilisateur est illustrée dans la figure (III.9).



**Figure III.9** Structure de la table utilisateur

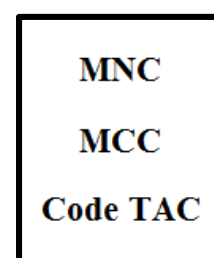
### c) La table zone

Elle permet au superviseur de déterminer la zone géographique où se trouve la cellule dont la personne âgée est présente grâce à l'identifiant TAC. Le schéma représentatif de la table est illustré dans la figure (III.10).



**Figure III.10** Structure de la table zone

### d) La table TAI



## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

Elle permet au superviseur de déterminer les paramètres MNC et MCC ainsi que le TAC. Cette table est illustrée dans la figure (III.11).

**Figure III.11** Structure de la table TAI

### III.8.2 conception du serveur web

Afin que le superviseur ait un accès à la base de données afin de récupérer les données de localisation envoyé par l'utilisateur de l'application LBHS, il aura besoin d'avoir un compte sur un site que nous avons hébergé.

Une fois l'URL du site saisi, le superviseur aura droit à une interface composée d'un champ pour l'ID utilisateur et un autre pour le mot de passe. Cette interface est illustrée dans la figure (III.12).



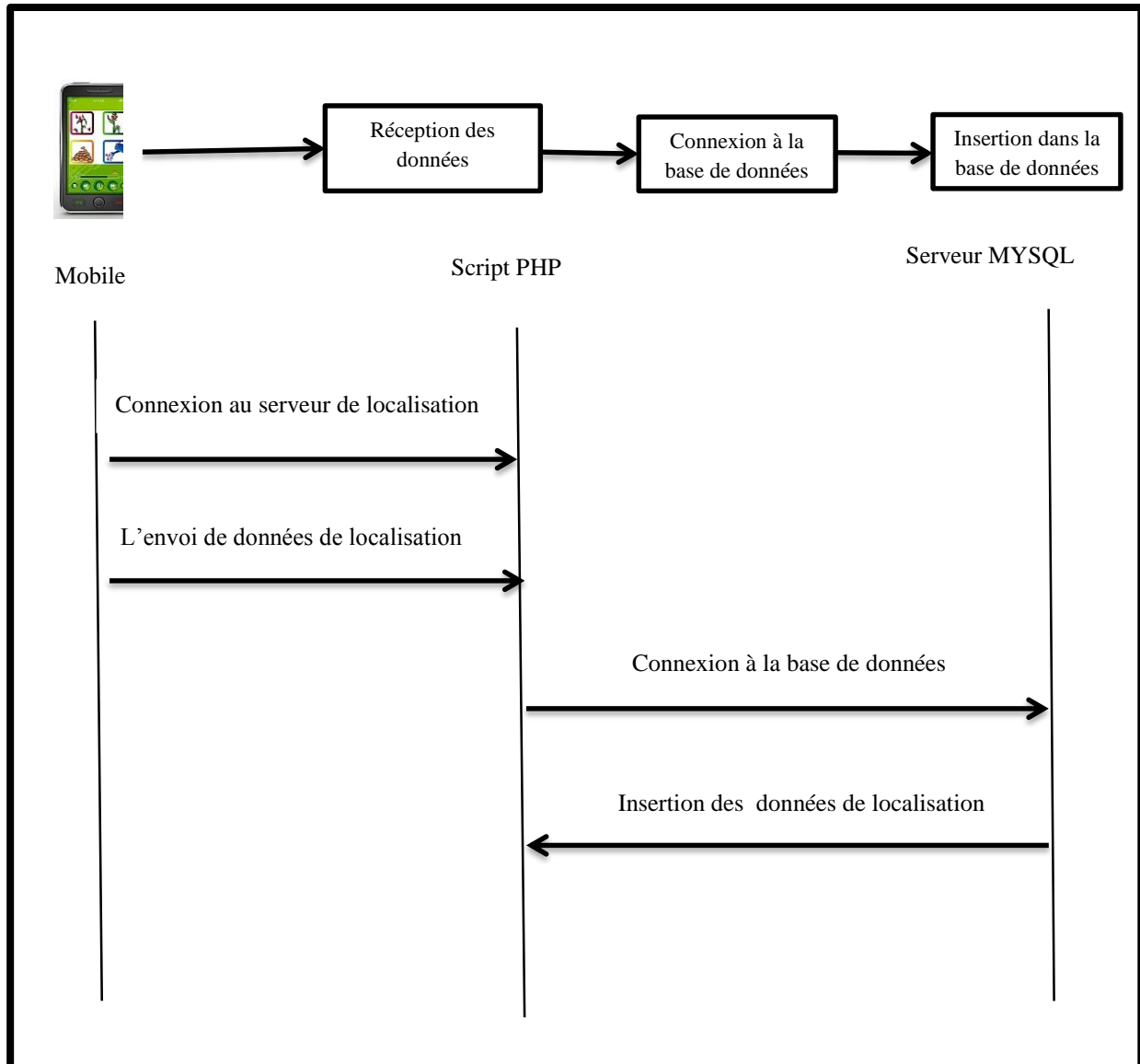
**Figure III.12** Interface du serveur web

### III.8 Présentation du serveur de localisation

Le serveur de localisation est caractérisé par deux scripts qui sont exécutés en parallèle.

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

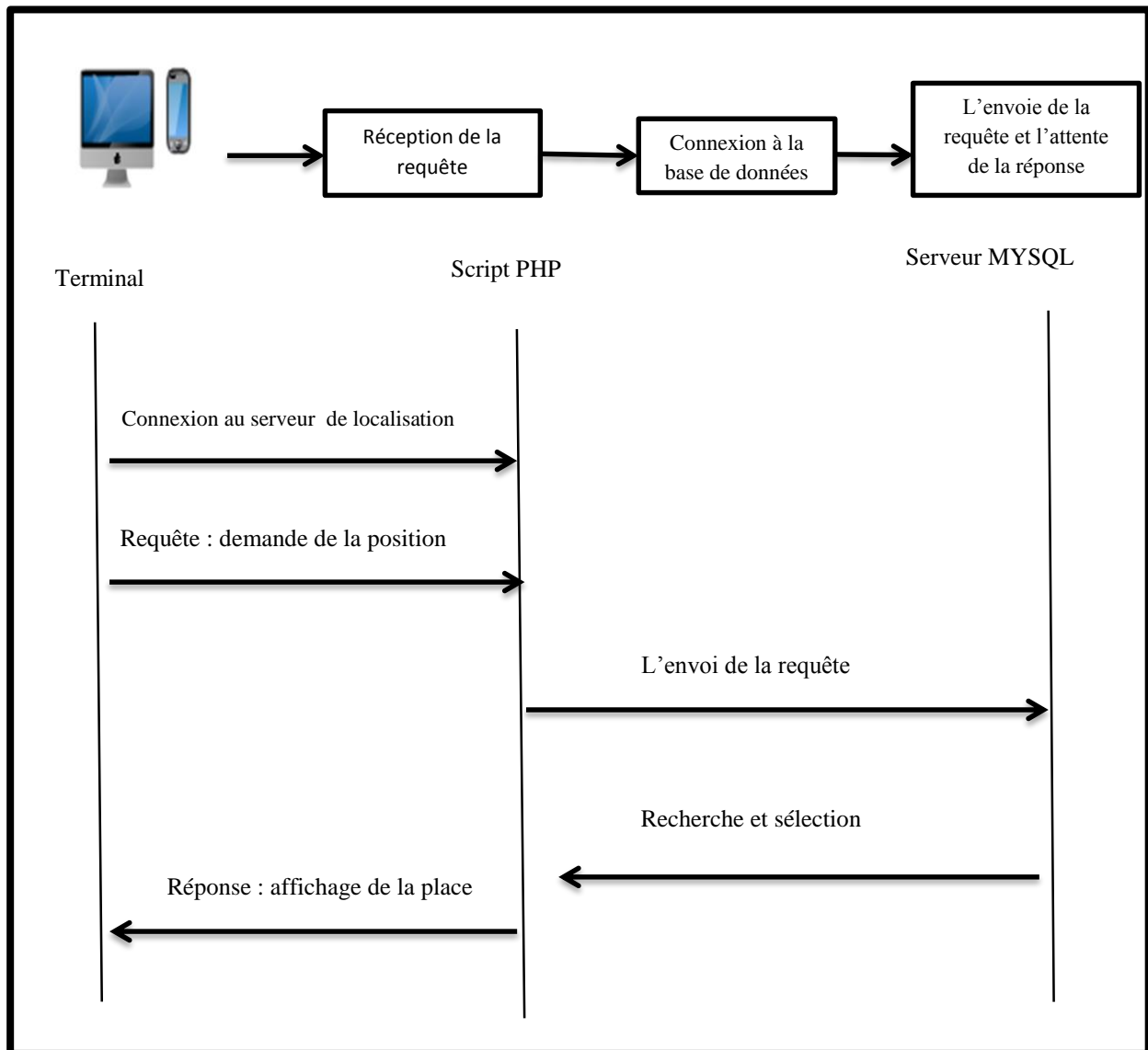
Le premier script consiste à communiquer directement avec la base de données de la localisation en insérant les données de localisation envoyées par le Smartphone de la personne âgée dans la base de données (voir figure III.13).



**Figure III.13** Diagramme de séquence (fonctionnement du serveur de localisation 1er script)

Le second script consiste aussi à communiquer directement avec la base de données de localisation, son rôle est basé sur la sélection des données de localisation à partir de la base de données. Il est désigné pour l'interface superviseur (voir figure III.14).





**Figure III.14** Diagramme de séquence (fonctionnement du serveur de localisation 2ème script)

### III.9 Fonctions de notre application

Dans cette section nous allons procéder à la conception de notre application baptisée LBHS.

Notre application mobile doit satisfaire l'utilisation de notre système par le superviseur (membres de la famille ou service médicale) et par la personne qu'on veut localiser (personne âgée). Elle doit aussi offrir au superviseur la capacité de suivre le déplacement d'une personne d'une manière permanente. De plus l'interface doit offrir des fonctionnalités

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

de mise à jour à chaque changement de cellule par l'envoi des données de localisation en utilisant le protocole HTTP via le réseau LTE.

### III.9.1 Diagramme de séquence de l'application LBHS

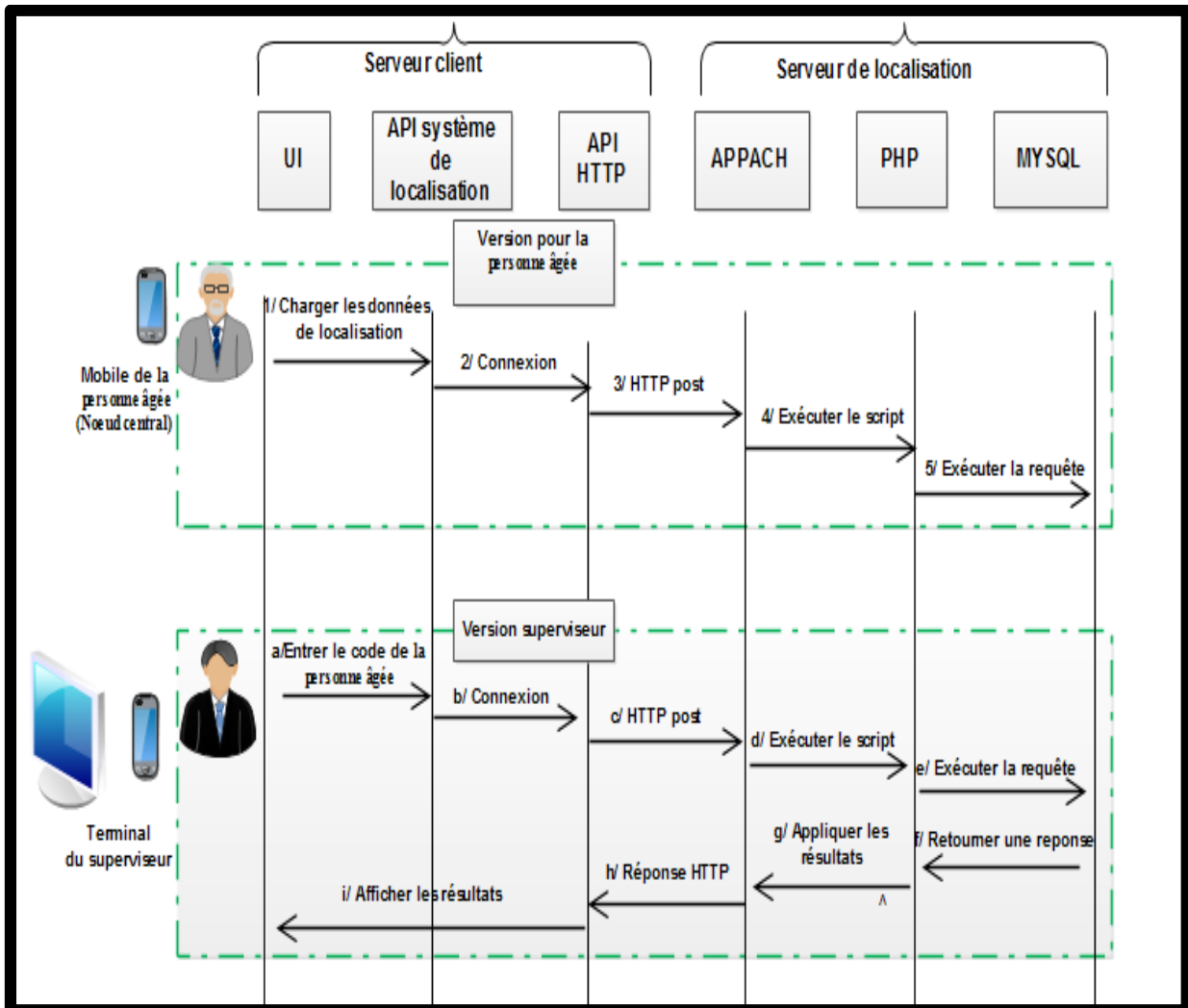


Figure III.15 Diagramme de séquence de l'application LBHS

La figure ci-dessous (III.15) résume les différentes étapes de localisation de la personne âgée par un superviseur quelconque qui peut être un membre de sa famille, un médecin, ... etc.

La partie client de notre application de localisation repose sur deux versions principales :

- **Version pour la personne âgée**

1- L'application utilise des API spécifiques du système pour charger les informations de localisation.

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

2- L'application charge les API du protocole HTTP pour faire le transfert vers le serveur de localisation via le LTE.

3- Les données chargées seront codées et envoyées par le biais de l'API HTTP.

4- Le serveur Apache fait une liaison entre les données reçues et le module PHP pour faire exécuter le script PHP.

5- PHP exécute le script et envoie les requêtes SQL vers le serveur MySQL, les requêtes SQL sont de type INSERT (l'insertion de données de localisation).

- **Version pour superviseur**

a- Saisir dans son clavier le code de la personne âgée qu'on veut localiser.

b- L'application charge les APIs du protocole HTTP pour faire le transfert vers le serveur de localisation via le LTE.

c- Les données chargées seront codées et envoyées par le biais de l'API HTTP.

d- Le serveur Apache fait une liaison entre les données reçues et le module PHP pour faire exécuter le script PHP.

e- PHP exécute le script et envoie les requêtes SQL vers le serveur MySQL, les requêtes SQL sont de type SELECT (la sélection de données de localisation).

f- MySQL retourne une réponse vers le module PHP.

g- A son tour le module PHP va fournir les données au format adéquat au serveur Apache.

h- Le serveur Apache renvoie les données fournis par le module PHP vers le superviseur en utilisant le protocole HTTP.

i- Les données reçues par le superviseur (par les APIs HTTP), vont être affichées sur son visu.

### III.9.2 Diagramme d'activité

Dans cette section nous allons présenter les différentes options que comportera notre application, par la conception d'un diagramme d'activité qui illustré dans la figure (III.16).

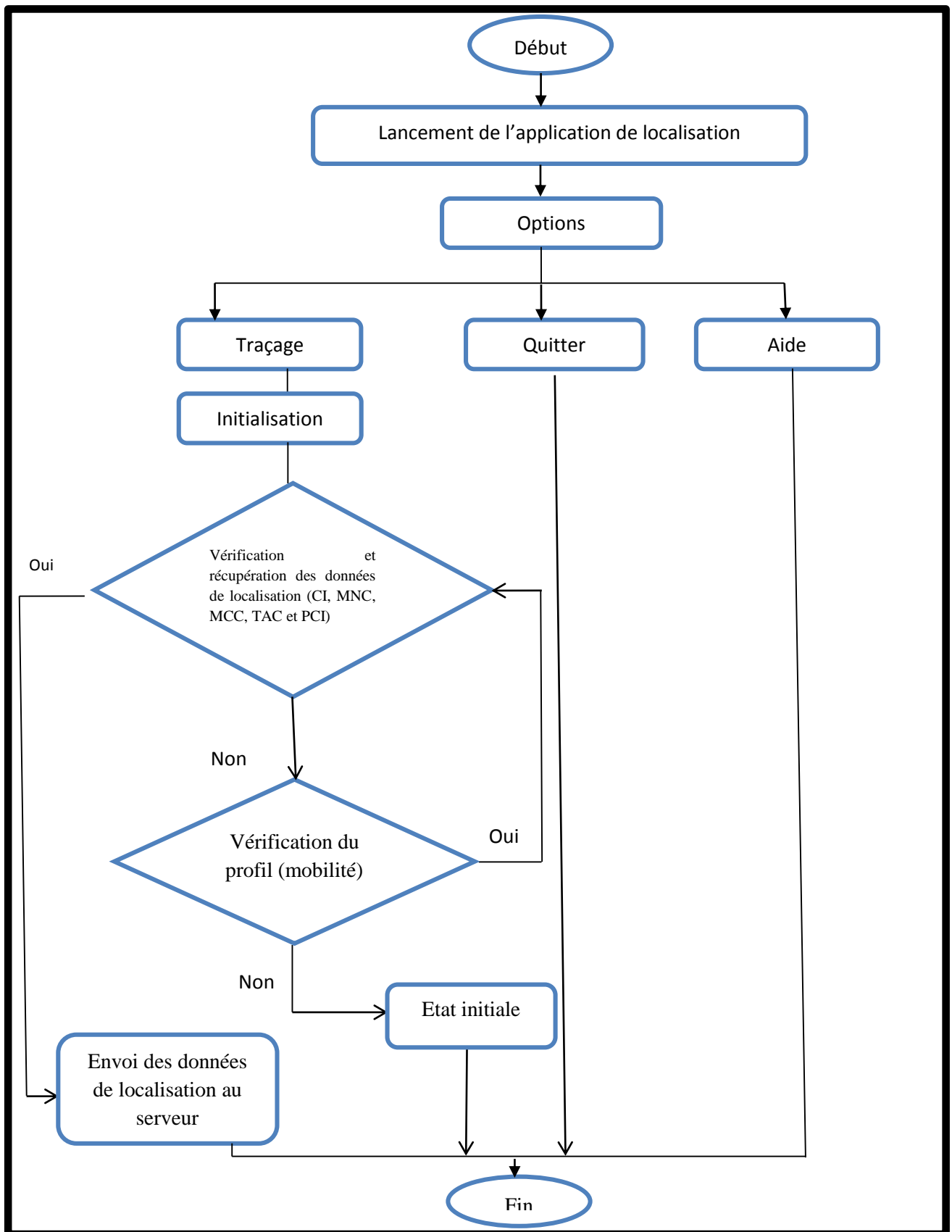


Figure III.16 Diagramme d'activité pour la personne âgée

## Chapitre III : Conception du système de localisation médicale

---

Dans cette section on procèdera à l'explication de notre application de localisation que nous avons décrite dans le diagramme d'activité ci-dessus.

L'utilisateur de l'application de localisation médicale une fois dans une cellule ( $C_i$ ) commence par la sélection de l'application de localisation, une fois dedans il a droit à quelques options telles que : Traçage, Quitter l'application et aide.

Dans l'optique de notre projet, nous allons nous intéresser à la fonction Traçage. Une fois cette dernière lancée par l'utilisateur, une vérification et récupération de données de localisation sera faite par le Smartphone via réseau LTE en utilisant les différentes techniques que nous avons décrit précédemment, ces données seront envoyées à un serveur de localisation pour être utilisées par un client qui pourrait être un membre de la famille du patient ou un service médical (médecin ou service d'urgence).

Notre application peut être utilisée dans deux cas, état de mobilité de la personne âgée ou en non mobilité (état stable donc toujours dans la même cellule) :

- Dans le cas où l'utilisateur est en mobilité donc un changement de cellule est effectué ( $C_{i+1}$ ), une mise à jour de données de localisation sera faite et envoyée au serveur de localisation.
- Dans le cas où le patient est stable (cellule  $C_i$ ), les données seront celles collectées initialement.

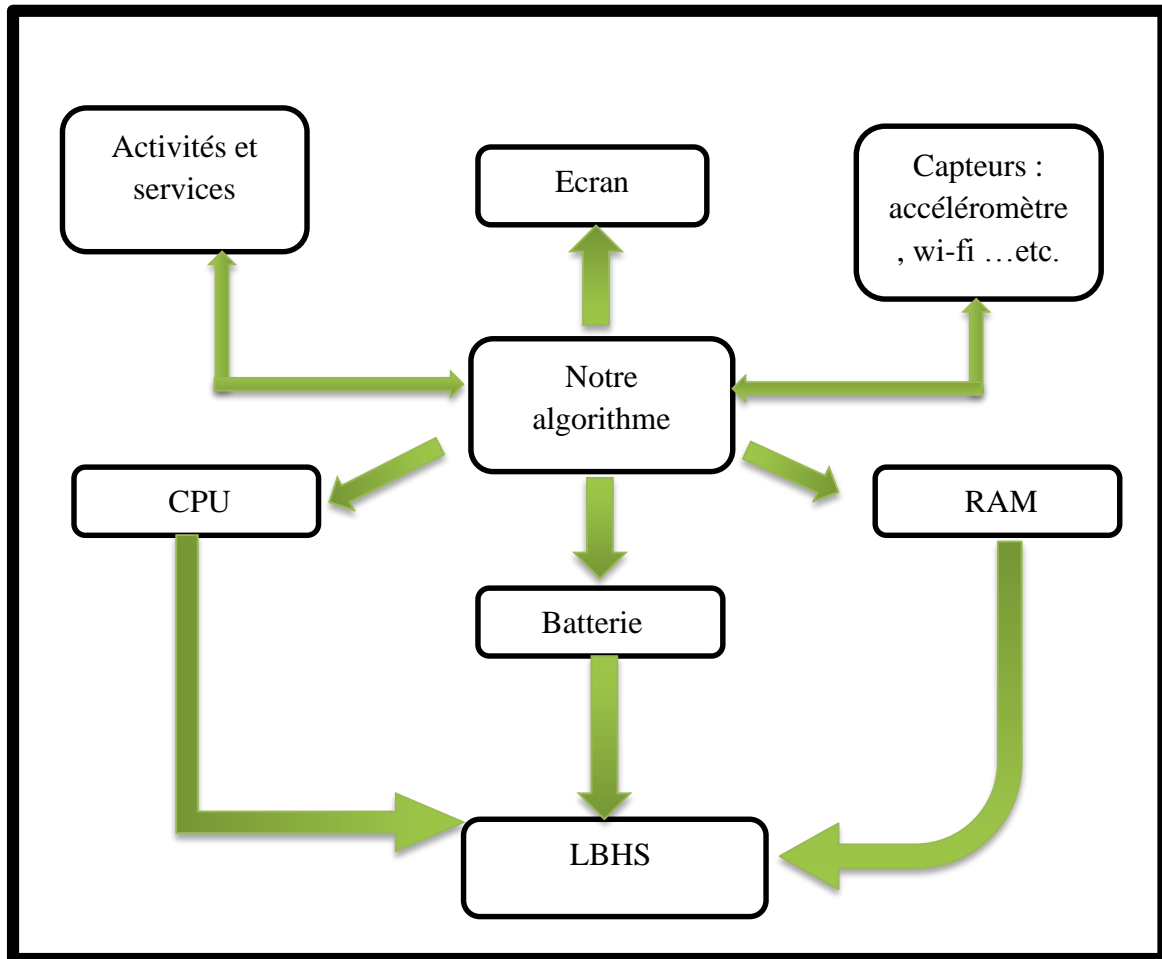
Pour quitter l'application l'utilisateur se sert de l'option Quitter.

### III.10 Notre algorithme de conservation d'énergie

Etant donné que notre application de localisation dans le système LBHS est basée sur les Smartphones, donc la minimisation de la consommation d'énergie de la batterie est primordiale pour avoir des données de localisation continuellement donc le suivi permanent de l'état de la personne âgée.

Notre algorithme de conservation d'énergie nous permet d'avoir une meilleure autonomie de la batterie ce qui est indispensable pour une application de telle envergure en gérant les différentes sorties/ entrées du Smartphone en activant ou désactivant des applications, des capteurs, les réseaux sans fils de sorte, CPU...etc.

### III.10.1 Rôle de l'algorithme de conservation d'énergie dans le Smartphone



**Figure III.17** : Positionnement de notre algorithme dans le Smartphone

Le diagramme ci-dessus illustre le rôle de notre algorithme dans le Smartphone afin d'optimiser le bon fonctionnement de notre application de localisation tout en minimisant la consommation d'énergie de la batterie.

Notre algorithme a pour rôle de gérer les ressources du Smartphone selon l'utilisation et l'enregistrement des données de localisation automatiquement même en étant en veille, désactivation des réseaux sans fils (Bluetooth, wifi, infrarouge...) et aussi avoir une influence sur l'écran en réduisant l'intensité de la luminosité.

Etant donné que nous étudions la mobilité, notre algorithme jouera un rôle dans l'activation de l'accéléromètre qui nous indiquera le profil du patient.

### III.10.2 Structure de notre algorithme

Début

Abs  $g = \sqrt{(\text{sqr}(x) + \text{sqr}(y) + \text{sqr}(z))}$  ;

Si (abs\_g >= 2) {

Mobilité == vrai; // L'état du profile

LBHS == actif; // récupération des données de localisation

WIFI, BLUTOOTH, ... etc. == faux ; // Désactivé

Application\_capteurs == vrai ; // Gestion des applications et des capteurs, activation de l'accéléromètre

Control de la luminosité de l'écran == vrai // minimiser l'intensité de la luminosité

Afficher les données de localisation; // l'affichage ou l'envoi en cas d'urgence

}

Sinon

{

Mobilité == faux; // Etat stable

LBHS == faux ; // Mode veille

Application\_capteurs == vrai ; // gestion des applications et des capteurs.

Données de localisation == faux ; // enregistrement des données

Lecture des données de localisation == vrai ; // Lire à partir de l'état précédente

}

Fin

### III.11 Conclusion

Dans ce chapitre on a exposé la mise en œuvre de l'application pour notre système de localisation. Après avoir expliqué notre système en commençant par le principe de fonctionnement et l'architecture de notre système, on a conçu les deux parties serveur et client et finalement l'implémentation de ce système de localisation.



# **Chapitre IV**



### IV.1 Introduction

Après avoir décrit l'application de localisation LBHS ainsi que sa conception. Nous allons passer maintenant à l'étape de l'implémentation de notre application.

Durant ce chapitre, nous allons décrire l'environnement de travail, nous implémenterons la base de données du serveur de localisation, nous procéderons par la suite à l'implémentation l'application LBHS ainsi que son exécution. Enfin, nous allons évaluer cette dernière selon la conservation d'énergie ainsi que de la précision.

### IV.2 Description de l'environnement de travail

#### IV.2.1 Présentation de l'entreprise et ses objectifs

Algérie Télécom Broadband (ATB), est une nouvelle filiale du groupe Algérie Télécom (AT) qui a pour vocation première, le développement, l'exploitation des services et l'accès au haut et très haut débit fixe et sans fil.

Les objectifs inscrits dans la stratégie de la filiale sont :

- Etude, conception et fourniture des services à haut et très haut débit ;
- L'installation, l'exploitation et la commercialisation du réseau supportant les services et accès haut débit et à très haut débit [web4].

#### IV.2.2 Contexte de stage

Au cours de mon long séjour qui a duré 3 mois et demi chez l'entreprise Algérie Telecom (AT), j'appris tellement de choses sur les différents domaines de télécommunications. Mais la chose marquante de mon stage était la participation au projet phare d'Algérie Telecom, la 4G-LTE qui est lancée officiellement le 1 mai dernier.

Mon stage s'est déroulé en deux phases, la première à Ben Aknoun dans le siège de Djaweb (filiale d'Algérie Telecom et leader de la technologie ADSL en Algérie) et la seconde à Tlemcen au niveau du centre d'amplification de Tlemcen.

Pour réaliser mon application, j'étais obligé de me déplacé à Tlemcen vu que le matériels nécessaires (eNBs et Smartphone Galaxy S4 i9505) se trouvaient au niveau du CA

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

---

de Tlemcen, de fait que le premier site déployé faisant l'acceptante par Algérie Telecom se trouve à Tlemcen, un site déployé par l'équipementier Huawei.

Durant ce stage, j'ai eu droit à faire connaissance avec le coté software (logiciels) et le coté hardware (matériels) utilisés par l'entreprise AT.

### IV.2.3 Description des outils de travail

#### IV.2.3.1 Environnement software

##### a) Android

Android est le système d'exploitation développé par Google et distribué gratuitement aux constructeurs de Smartphones. Il est présent sur plusieurs marques de Smartphones tels que Sony Ericsson, HTC, LG, Samsung et d'autres.

Google propose pour développer des applications sous Android, un SDK gratuit et téléchargeable sur le site de Google. Le langage utilisé pour le développement est Java[web19].

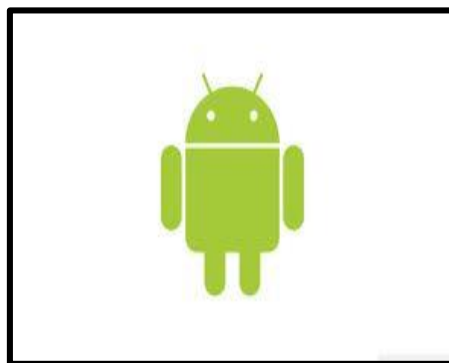


Figure IV.1 Logo d'Android.

##### b) PHP

Le langage PHP a été mis au point au début d'automne 1994 par Rasmus Lerdorf. C'est un langage de scripts libre principalement utilisé pour produire des pages web dynamiques via un serveur HTTP, mais pouvant également fonctionner comme n'importe quel langage interprété de façon locale, en exécutant les programmes en ligne de commande. PHP est un langage impératif disposant depuis la version 5 de fonctionnalités de modèle objet complètes. En raison de la richesse de sa bibliothèque, on désigne parfois PHP comme une plate-forme plus qu'un simple langage. [web16]

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

---

### c) MySQL

C'est un système de gestion de base de données (SGBD). Selon le type d'application, sa licence est libre ou propriétaire. Il fait partie des logiciels de gestion de base de données les plus utilisés au monde, autant par le grand public (applications web principalement) que par des professionnels, en concurrence avec Oracle et Microsoft SQL Server [web15]

### d) Apache

Le logiciel libre Apache HTTP Server (Apache) est un serveur HTTP créé et maintenu au sein de la fondation Apache. C'est le serveur HTTP le plus populaire du World Wide Web. Il est distribué selon les termes de la licence Apache [web17].

### IV.2.3.2 Environnement Hardware

#### IV.2.3.2.1 Le Smartphone Galaxy S4 i9505

Etant donné que notre travail se base sur une application de localisation mobile dans un réseau LTE en utilisant un Smartphone ; pour cela nous avons choisi de travailler sur un équipement compatible avec cette technologie, qui est le Galaxy S4 i9505.

L'illustration du Smartphone Galaxy S4 i9505 est dénotée dans la figure (IV.2)



Figure IV.2 Smartphone Galaxy S4 i9505

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

### IV.2.3.2.2 L' EnodeB (DBS 3900 LTE)

Pour récupérer les données de localisation il nous a fallu une station de base LTE (eNB) de type DBS 3900 LTE de l'équipementier et leader mondial en la matière Huawei.

#### a) Description de la DBS3900 LTE

La DBS3900 LTE dispose d'une architecture distribuée. Elle a deux types de modules de base: eBBU530 Unité de contrôle de de bande de base (Band Base Unit) et le RRU, Unité à télécommande par radio (Radio Remot Unit). Ces deux modules sont reliés au moyen de fibre optique à travers l'interface radio publique commune (CPRI).

La DBS3900 LTE possède des dispositifs auxiliaires qui sont :

- Le module avancé d'alimentation avec échangeur de chaleur (APM30H),
- Système de batterie de secours intégrée avec refroidisseur directe (IBBS200D) ou système de batterie de secours intégrée avec l'unité thermoélectrique de refroidissement (IBBS200T),
- Coffret de transport avec échangeur de chaleur (TMC11H),
- Mini Box intérieur (IMB03), et Mini Box extérieure (CAMO).

La structure de la DBS3900 est présentée dans la figure (IV.3).

#### b) Capacité de l'eNodeB DBS3900 LTE

La DBS3900 possède une multitude de capacités qui seront décrites dans le tableau (IV.2).

| items                                  | Spécifications  |
|--|---|
| Nombre maximum de cellule              | 4 x 2 MIMO: 6 cellules (1.4 MHz/3 MHz/5 MHz/10 MHz/15 MHz/20 MHz)<br>2 x 2 MIMO: 12 cellules (1.4 MHz/3 MHz/5 MHz/10 MHz/15 MHz/20 MHz) |
| Nombre de sorties par cellule (20 MHz) | Débit de liaison descendante à la couche (MAC) :150 Mbit/s<br>Débit en liaison montante : 70 Mbit/s                                     |
| Nombre de sortie par eNodeB            | Débit de liaison descendante : 450Mbit/s<br>Débit en liaison montante : 150Mbit/s   |

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

|  |      |
|--|------|
| Nombre maximum d'UEs connectés à une eNodeB                      | 2000 |
| Nombre maximum de DRBs (Data Radio Bearers) par utilisateur (UE) | 8    |

**Tableau IV.2** les capacités de l'eNodeB DBS 3900 LTE [32].



**Figure IV.3** La DBS 3900 LTE

### IV.3 Implémentation de la base de données

#### IV.3.1 Création de la base de données

Pour la création de notre base de données intitulée LBHS, on a utilisé le langage MySQL. La création d'une base de données se fait en nombreuse étapes et en utilisant différentes instructions SQL.

On commence par voir les différentes bases de données existantes avant de créer la nôtre en utilisant l'instruction « SHOW DATABASES ». L'utilisation de cette dernière nous a permis d'avoir la figure (IV.4)

```
Your MySQL connection id is 24
Server version: 5.5.24-log MySQL Community Server (GPL)
Copyright (c) 2000, 2011, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.
Oracle is a registered trademark of Oracle Corporation and/or its
affiliates. Other names may be trademarks of their respective
owners.
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.
mysql> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| données de localisation |
| localisation |
| mysql |
| performance_schema |
| test |
+-----+
6 rows in set (0.01 sec)
mysql>
```

Figure IV.4 Liste des bases de données

Pour créer notre base de données LBHS on utilise l'instruction SQL « **CREATE DATABASE LBHS ;** » et avec l'instruction vu précédemment « **SHOW DATABASES ;** » on confirme que notre base de données a belle et bien été créée (voir figure (IV.5) ).

```
mysql> CREATE DATABASE LBHS;
Query OK, 1 row affected (0.01 sec)
mysql> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| information_schema |
| données de localisation |
| lbhs |
| localisation |
| mysql |
| performance_schema |
| test |
+-----+
7 rows in set (0.01 sec)
mysql>
```

Figure IV.5 Création de la base de données de l'application LBHS

Afin de construire les tables des éléments constituant notre base de données, on doit sélectionner en premier lieu la base de données en utilisant l'instruction « **USE DATABASE LBHS ;** ». Cette étape est illustrée dans la figure (IV.6).

```
mysql> USE LBHS;
Database changed
mysql> CREATE TABLE ZONE (
  -> CODE_PCI INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  -> CODE_TAC INT NOT NULL )
  -> ENGINE= MYISAM;
Query OK, 0 rows affected (0.19 sec)
mysql>
```

Figure IV.6 Sélection de la base de données

### IV.3.2 Création des tables de la base de données

Après avoir créé la base de données « LBHS », on procédera à la création des tables que nous avons décrit précédemment (voir chapitre III).

Pour la création d'une table, on utilise l'instruction SQL « CREATE TABLE NOM DE LA TABLE ».

On commence par la table « CELL ». Pour cela, on utilise l'instruction SQL « CREATE TABLE CELL ; ». Le résultat de l'exécution de cette dernière nous a permis d'avoir la figure (IV.7).

```
mysql> CREATE TABLE CELL (
  -> CODE_PCI INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  -> CI INT NOT NULL,
  -> CODE_TAC INT NOT NULL )
  -> ENGINE = MYISAM;
Query OK, 0 rows affected (0.33 sec)
```

Figure IV.7 Création de la table CELL

La description du contenu de la table CELL se fait en exécutant l'instruction SQL « DESCRIBE CELL; ». Cette description est représentée dans la figure (IV.8).

```
mysql> DESCRIBE CELL;
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
| CODE_PCI | int(11) | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| CI | int(11) | NO | | NULL | |
| CODE_TAC | int(11) | NO | | NULL | |
+----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.26 sec)
mysql>
```

Figure IV.8 Description de la table CELL

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

Etant donné que nous avons quatre tables à construire, on procède de la même manière que celle suivie pour la création de la table « CELL ».

La figure (IV.9) représente la création de « la table TAI »

```
mysql> DESCRIBE TAI;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type      | Null | Key | Default | Extra      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| CODE_MNC   | int(11)   | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| CODE_TAC   | int(11)   | NO   |     | NULL    |              |
| CODE_MCC   | int(11)   | NO   |     | NULL    |              |
| OPERATEUR  | varchar(200) | NO   |     | NULL    |              |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (0.01 sec)

mysql>
```

Figure IV.9 Création de la table TAI

La table « ZONE » est illustrée ci-dessous :

```
mysql> DESCRIBE ZONE;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type      | Null | Key | Default | Extra      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| CODE_TAC   | int(11)   | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| CODE_PCI   | int(11)   | NO   |     | NULL    |              |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.01 sec)

mysql>
```

Figure IV.10 Création de la table ZONE

La dernière table de notre base de données est « la table CLIENT » qui est représentée dans la figure (IV.11) :

```
mysql> CREATE TABLE CLIENT (
  -> USER INT NOT NULL AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
  -> PASSWORD VARCHAR(200) NOT NULL ,
  -> CI INT NOT NULL )
  -> ENGINE = MYISAM;
Query OK, 0 rows affected (0.13 sec)

mysql> DESCRIBE CLIENT;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type      | Null | Key | Default | Extra      |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| USER       | int(11)   | NO   | PRI | NULL    | auto_increment |
| PASSWORD    | varchar(200) | NO   |     | NULL    |              |
| CI          | int(11)   | NO   |     | NULL    |              |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set (0.06 sec)

mysql>
```

Figure IV.11 Création de la table CLIENT



## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

---

Pour vérifier que notre base de données est bien créée, nous avons utilisé l'instruction « SHOW TABLE ». L'exécution de cette dernière nous donne la figure (IV.12):

```
mysql> SHOW TABLES;
+-----+
| Tables_in_lbhs |
+-----+
| cell          |
| client       |
| tai          |
| zone         |
+-----+
4 rows in set (0.00 sec)
mysql>
```

**Figure IV.12** Description des différentes tables de notre base de données

### IV.4 Implémentation de l'application de localisation LBHS

Afin d'implémenter l'application de localisation LBHS, le langage JAVA eclipse sera utilisé ainsi que les APIs existants dans la bibliothèque SDK d'Android.

#### IV.4.1 Le SDK Android

Un SDK pour Software Development Kit, est un ensemble d'outils que met à disposition un éditeur afin de permettre le développement des applications pour un environnement précis. Le SDK Android permet donc de développer des applications pour Android et uniquement pour Android [33].

#### IV.4.2 Définition de l'API

Une API acronyme d'Application Programming Interface, elle a pour objet de faciliter le travail d'un programmeur en lui fournissant les outils de base nécessaires à tout travail à l'aide d'un langage donné. Elle constitue une interface servant de fondement à un travail de programmation plus poussé [web21].

La figure suivante (IV.13) illustre l'interface SDK ainsi que les différents APIs d'Android.

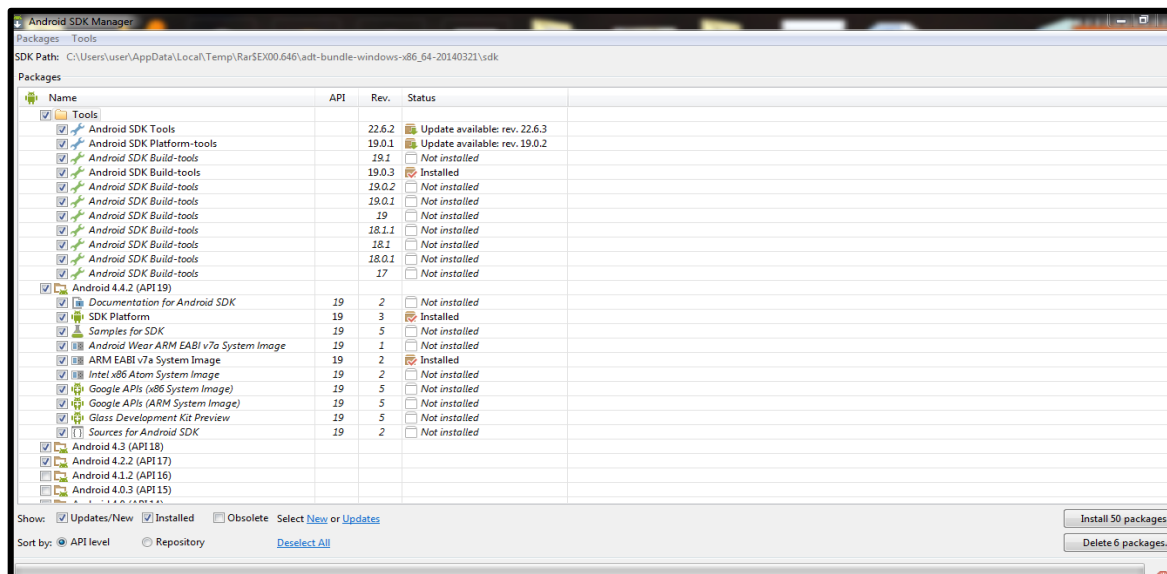


Figure IV.13 Les différents APis Android

### IV.4.3 Les APIs utilisés dans notre application

#### a) L'API CellIdentityLte

Pour avoir les données de localisation qui serviront à la localisation de la personne âgée, on utilise la classe `CellIdentityLte` se trouvant sur le niveau 17 des APIs d'Android. La `CellIdentityLte` nous permettra de relever les différents paramètres à partir du réseau LTE. Ces paramètres sont [web18]:

- `int get Ci ()` : commande permettant l'acquisition du Ci à partir du réseau ;
- `int get MCC ()` : commande permettant l'acquisition du MCC à partir du réseau ;
- `int get MNC ()` : commande permettant l'acquisition du MNC à partir du réseau ;
- `int get PCI ()` : commande permettant l'acquisition du PCI à partir du réseau ;
- `int getTAC ()` : commande permettant l'acquisition du TAC à partir du réseau.

#### b) Api le Sensor Manager

En sollicitant le `Sensor Manager` et ses méthodes `getSensorList` ou `getDefaultSensor`, on pourra lister ou récupérer différents capteurs existant dans [web20].

Dans le cadre de notre travail, l'utilisateur de notre application sélectionnera l'accéléromètre à l'aide de `Sensor Manager`.

### c) Http post

Dans le cadre de notre application, afin de récupérer les données de localisations décrites précédemment, l'utilisateur utilisera l'API HTTP Post [web18].

#### IV.4.4 Description d'Eclipse IDE

L'IDE Eclipse est un environnement de développement intégré libre extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation [5].

#### IV.5 Exécution de l'application LBHS

Après avoir installé l'application LBHS sur le Smartphone Galaxy S4 i9505, l'utilisateur ouvre le droit à l'utiliser afin d'acquérir ses données de localisation. La figure (IV.14) illustre le positionnement de l'application LBHS au niveau du Smartphone.

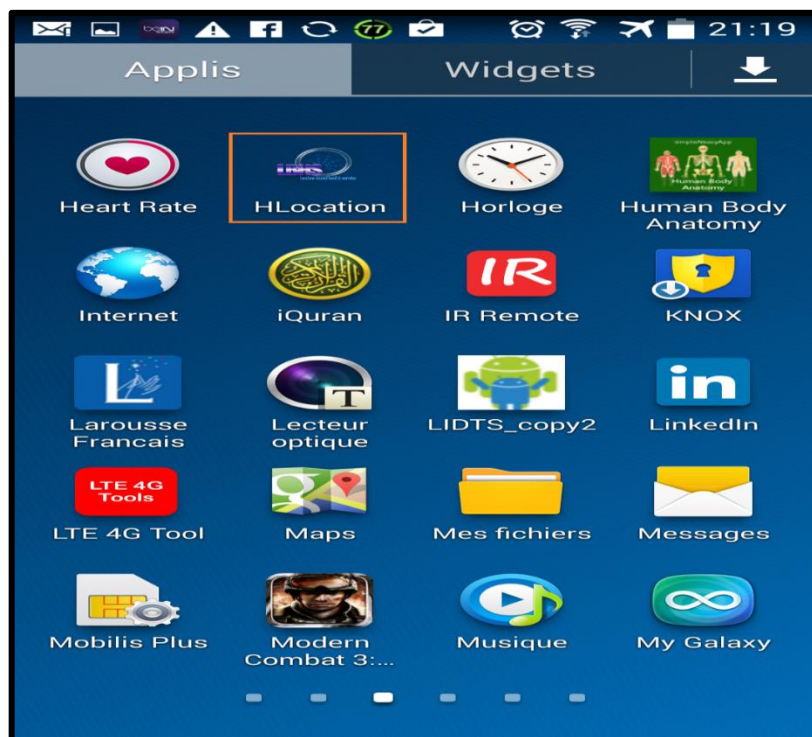


Figure IV.14 Positionnement de l'application LBHS au niveau du Smartphone

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

Une fois l'application lancée et activée, l'utilisateur doit remplir deux champs obligatoires afin de pouvoir récupérer ses données de localisation. Ces deux champs consistent en l'ID de l'utilisateur (identifiant) ainsi que son mot de passe d'activation.

La figure (IV.15) illustre les champs à saisir par l'utilisateur pour se connecter au serveur de localisation.

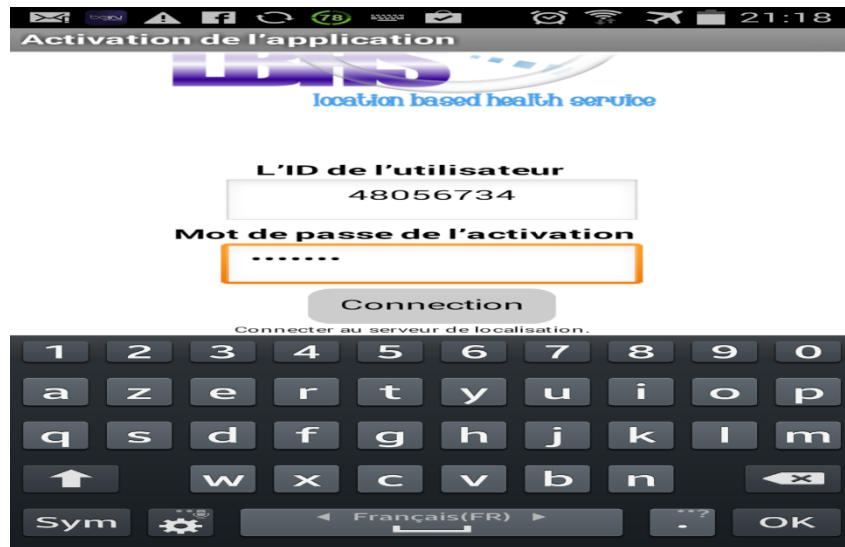


Figure IV.15 Saisi de l'identifiant et du mot de passe

Pour se connecter au serveur de localisation et récupérer son positionnement, l'utilisateur doit appuyer sur le bouton « connecter ». Cette action est illustrée dans la figure (IV.16).



Figure IV.16 Connexion au serveur de localisation

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

Une fois l'utilisateur connecter, authentifier et une synchronisation est faites par LBHS avec le serveur de localisation, il récupère tous les paramètres liés à la cellule où il se trouve tels que : le CI, le TAC, le PCI, l'ID eNodeB (identifiant de l'eNodeB) et le numéro du secteur, ainsi que la puissance du signal reçu(RSSI).

La récupération de ces paramètres sont illustrés dans la figure (IV.17).



**Figure IV.17** Récupération des données de localisation

D'après la figure IV.16, on remarque que le RSSI, puissance du signal reçu par l'eNB en provenance de l'UE, est de l'ordre de -80 dbm, ce qui représente une faible puissance. Selon les normes de puissance utilisées en LTE, une telle valeur implique que l'utilisateur est à peu près à 125 m de l'eNB.

Pour quitter l'application LBHS, l'utilisateur sélectionne l'option « Info » puis clique sur le bouton « Quitter ». Cette action est représentée dans la figure (IV.18).



**Figure IV.18** Option de quitter l'application LBHS.

### IV.6 Vérification et validation des résultats de l'application LBHS

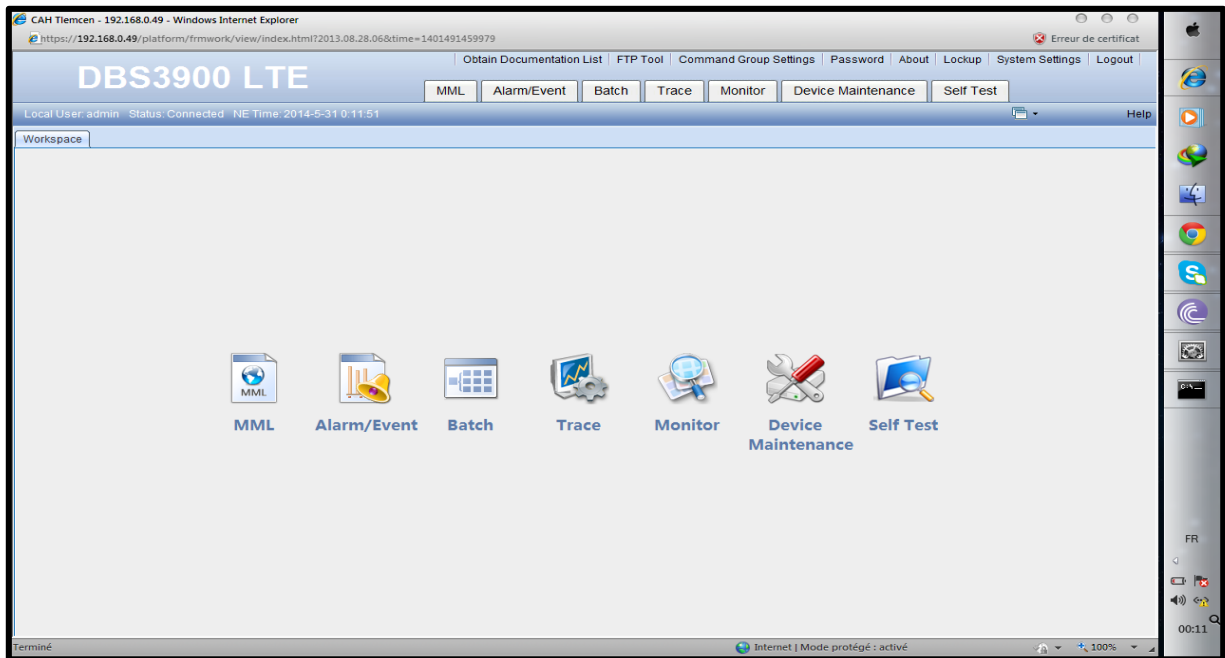
#### IV.6.1 Vérification des résultats obtenus par l'application LBHS

Dans l'optique de confirmer et de valider les résultats obtenus en utilisant l'application LBHS, nous avons procédé à la récupération des paramètres de localisation au niveau de l'eNodeB DBS3900 LTE du CA(Centre d'amplification) de Tlemcen vu que l'eNB et la source de stockage des informations liées aux 3 cellules couvertes par cette dernière.

Une fois connecter l'eNB au PC et configurer les deux, nous avons accéder à l'eNB en insérant un mot de passe attribués par le fournisseur (Huawei dans notre cas).

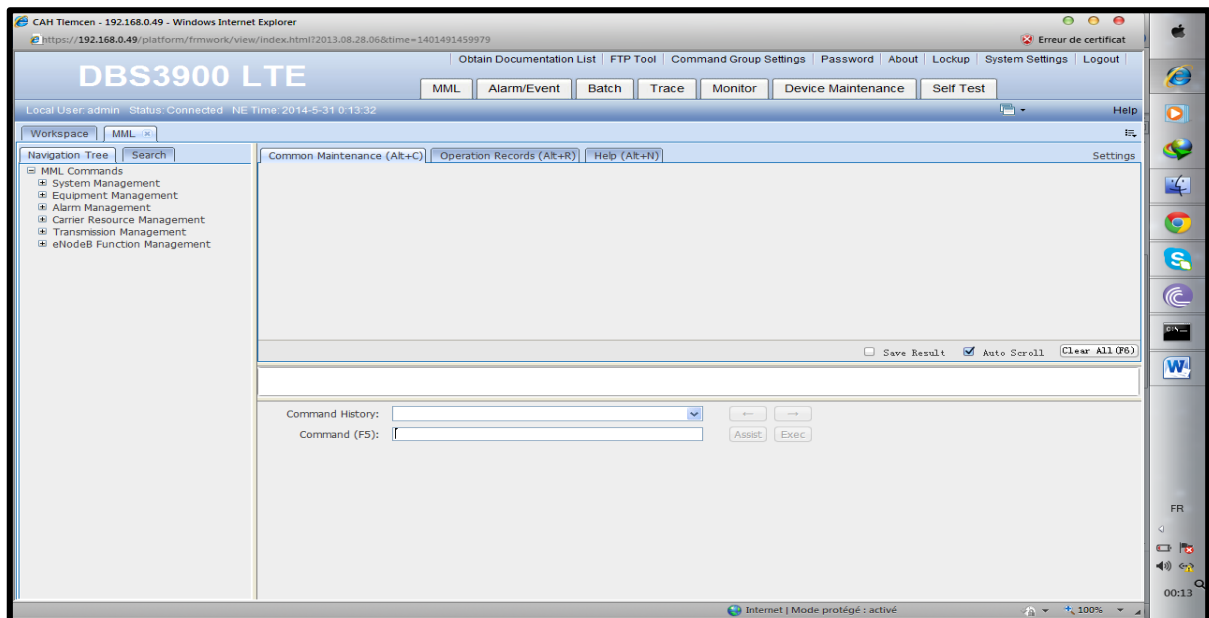
L'interface qui nous apparait sur le PC une fois authentifié par la DBS 3900 LTE est illustrée par la figure (IV.19).

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale



**Figure IV.19** Interface après accès a l'eNB

Afin de vérifier les paramètres de localisation obtenu par l'application LBHS, on a selectionner l'option MML qui nous a permis d'accéder aux différentes commandes permettant l'acquisition des données relatives à la cellule (figure IV.20).



**Figure IV.20** Accès au MML Commands

## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

Une fois sur l'interface MME, sur le champ « Command History », on a sélectionné la commande « Tracking Area Code Info » afin de récupérer le code de la zone de localisation.

La figure (IV.21) dénote le résultat de l'application de la commande « Tracking Area Code Info »

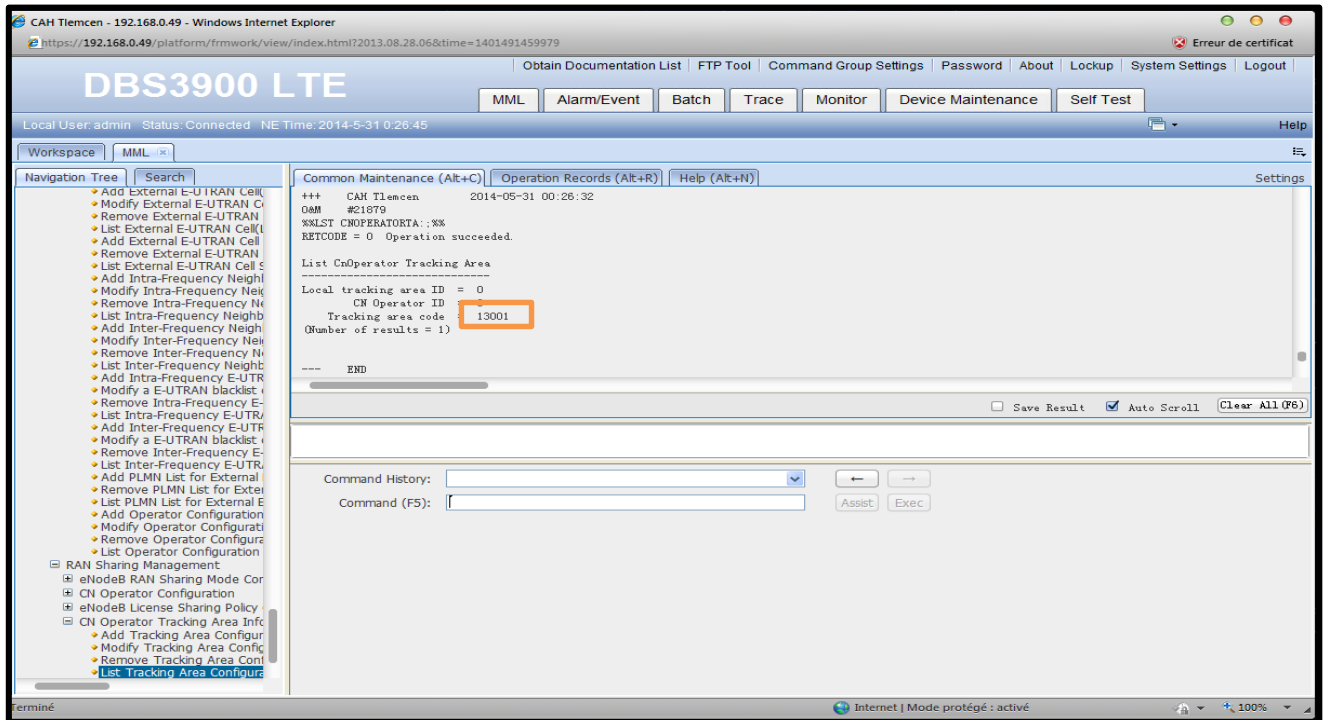


Figure IV.21 Récupération de l'adresse TAC au niveau de l'eNB.

### IV.6.2 Validation des résultats de l'application LBHS

En regardant les résultats obtenus par l'application LBHS (TAC=13001) et celles récupérer au niveau de l'eNB DBS 3900 LTE (TAC=13001), ainsi que la précision qui est de l'ordre de 125 m (RSSI=-80 dbm), ce qui correspond bien à la plage de la précision de la localisation par identification de cellule améliorée (ECID). De ce fait, on peut dire que l'application LBHS est crédible et juste.

## IV.7 Evaluation de la méthode de localisation par ECID à l'aide de LBSH

### IV.7.1 Evaluation de la consommation d'énergie

Dans cette section, nous allons évaluer la consommation d'énergie de la batterie du Smartphone par l'application LBHS. On va commencer par estimer la consommation par



## Chapitre IV : Implémentation du system de localisation médicale

LBHS sans algorithme de conservation d'énergie décrit précédemment, puis avec algorithme de conservation d'énergie et enfin on comparera les résultats avec ceux du GPS.

L'évaluation de la consommation d'énergie est faite à l'aide d'une application appelée « Android Energy Profiler », durant la période où l'application de localisation est activée.

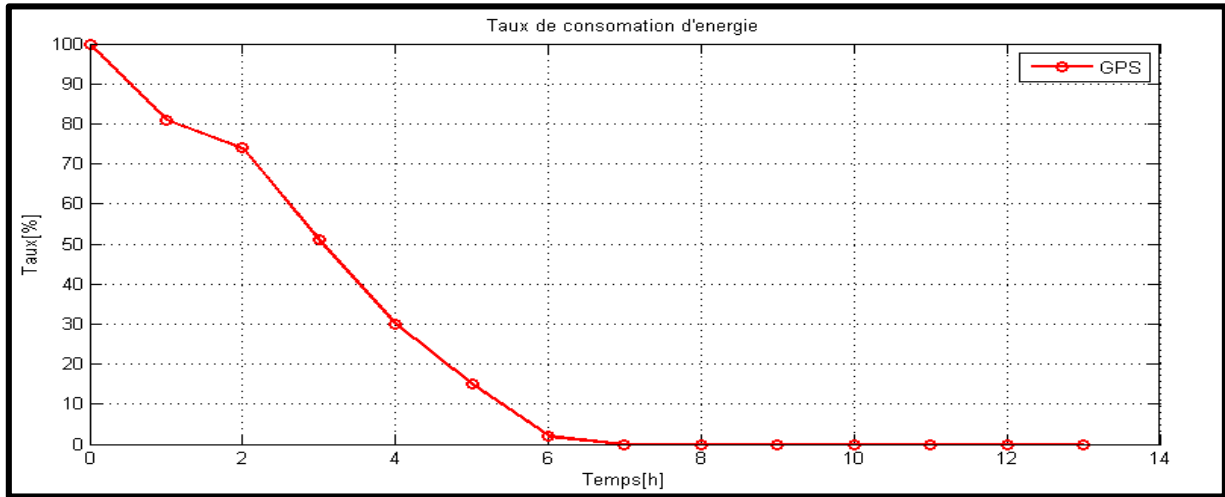
Les résultats donnés par « Android Energy Profiler » pour les 3 applications sont illustrés dans le tableau suivant (IV.3).

| Temps [h] | GPS [%] | LBHS [%] | LBHS avec algorithme de conservation d'énergie [%] |
|-----------|---------|----------|--|
| 0         | 100     | 100      | 100  |
| 1         | 81      | 95       | 95   |
| 2         | 74      | 82       | 88   |
| 3         | 51      | 70       | 80   |
| 4         | 30      | 62       | 72   |
| 5         | 15      | 55       | 61   |
| 6         | 2       | 35       | 50   |
| 7         | 0       | 25       | 39   |
| 8         | 0       | 18       | 25   |
| 9         | 0       | 5        | 19   |
| 10        | 0       | 1        | 10   |
| 11        | 0       | 0        | 5  |
| 12        | 0       | 0        | 1  |
| 13        | 0       | 0        | 0  |

**Tableau IV.3** Taux de consommation de batterie par les différentes applications de localisation.

### a) Evaluation de la consommation d'énergie en utilisant le GPS

L'illustration graphique du taux de batterie consommé par le GPS, une fois le service de localisation activé est représentée dans la figure (IV.22)

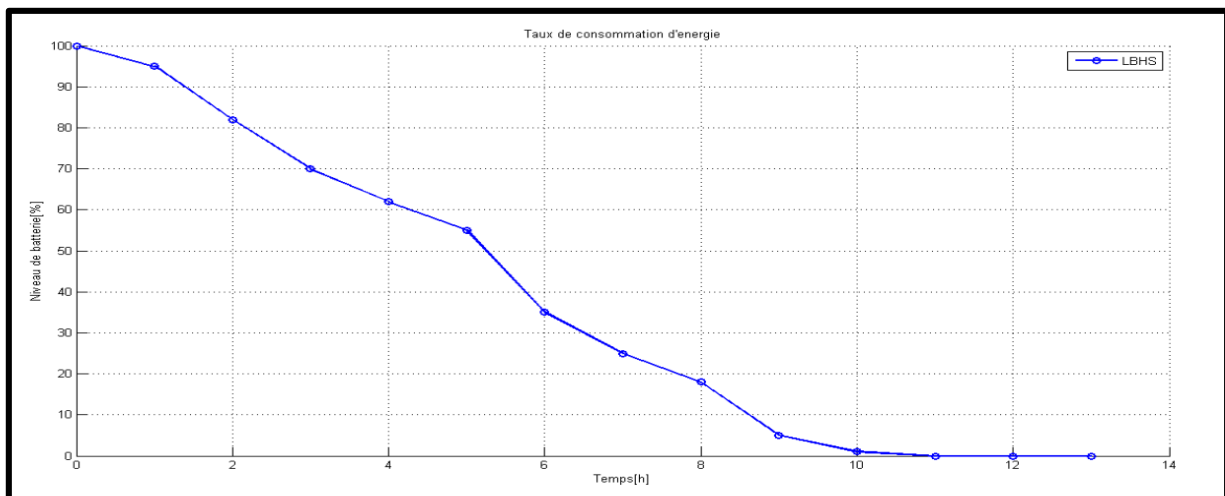


**Figure IV.22** Taux de consommation de batterie par le GPS

Le graphe ci-dessus nous montre que la consommation de batterie en utilisant une application de localisation par GPS est très importante (à peu près 20 %) durant les deux premières heures, périodes de synchronisation de l'application GPS. On constate aussi que la durée maximale d'utilisation une application de localisation avec le GPS avant la décharge totale de la batterie est estimée à 6 heures.

### b) Evaluation de la consommation de batterie en utilisant l'application LBHS

En regardant soigneusement le graphe illustrant la consommation d'énergie dans la figure (IV.23), on constate que la localisation en utilisant l'application LBHS provoque une décharge totale de la batterie, après à peu plus de 10 heures d'activité.



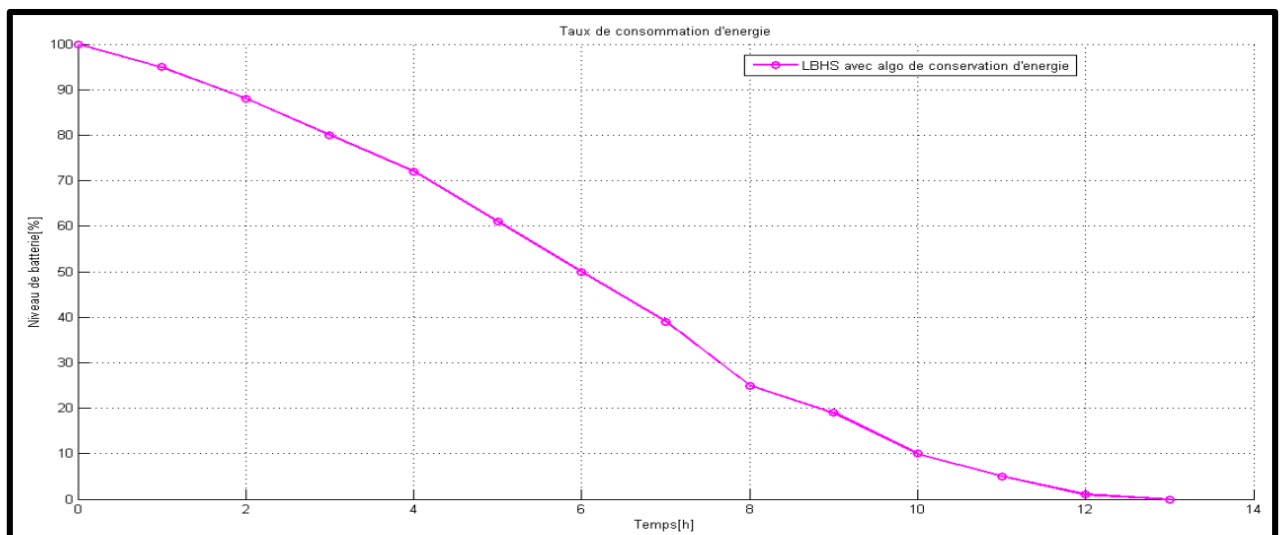
**Figure IV.23** Taux de consommation de batterie par l'application LBHS

### c) Evaluation de la consommation de batterie en utilisant l'application LBHS avec l'algorithme de conservation d'énergie

L'activation de l'application LBHS, tout en activant l'algorithme de conservation d'énergie qui permet la désactivation des différentes applications inutiles, règle la luminosité de l'écran ainsi que la désactivation des différents capteurs inutilisés, permet de gagner un peu plus deux heures d'autonomie de batterie par rapport à l'utilisation de LBHS sans l'algorithme de conservation d'énergie.

La figure (IV.24) représente le taux de consommation de l'énergie de la batterie au fil du temps.

En consultant le graphe ci-dessous on a constaté que la batterie se décharge complètement après 12 heures de l'activation LBHS avec l'algorithme de conservation d'énergie.



**Figure IV.24** Taux de consommation de batterie par l'application LBHS avec l'algorithme de conservation d'énergie

### d) comparaison du bilan énergétique des trois méthodes localisation

Après avoir étudié la consommation d'énergie de chaque application, nous allons maintenant les comparer une par rapport à l'autre afin de tirer quelques conclusions.

En analysant les figures (IV.22, 23,24) on remarque que l'application LBHS avec algorithme de conservation d'énergie est nettement économique par rapport au GPS et au LBHS sans algorithme de conservation en ayant une autonomie de batterie avoisinant les 13 heures. Aussi, on constate que cette autonomie est 2 fois supérieure au GPS et 1,3 fois au LBHS.

Enfin, nous pouvons dire que l'application LBHS avec algorithme de conservation d'énergie est un moyen de localisation très efficace vu qu'il permet à l'utilisateur de se positionner pendant de longues périodes sans avoir de problème d'énergie, chose existante dans les autres systèmes de localisation.

### IV.8 Conclusion

Au cours de ce chapitre on a abordé la description de l'environnement de stage au sein de l'entreprise d'accueil, on a implémenté l'application LBHS, en utilisant différents langages de programmation, on a exécuté l'application LBHS qui a donné entière satisfaction que ça soit en terme de précision, de résultats récupérés où LBHS donne tous les détails liés à la cellule dont l'utilisateur se trouve en temps réel, ainsi qu' en terme d'économie d'énergie de la batterie où LBHS offre une autonomie deux fois plus par rapport au GPS.



# **Conclusion générale**

# *Conclusion générale*

Dans ce projet de fin d'études, nous avons conçu, réalisé et implémenté une application de localisation médicale installée sur le terminal (Smartphone) d'une personne âgée appelée LBHS, se basant sur la méthode de l'identification de cellule améliorée (ECID pour Enhanced Cell ID), en utilisant le réseau LTE de ATB. Cette application permettra à la personne âgée de récupérer les données de la cellule dont il se trouve afin de les envoyer à un serveur où des membres de sa famille ainsi que le service médical sont connectés.

De plus, l'étude que nous avons effectuée, nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine des réseaux, ainsi que de découvrir la technologie LTE sous ses différents aspects. Aussi, nous avons pu nous initier à différents langages de programmation comme : le java, Android, PHP, HTML ainsi que la manipulation des bases de données avec le SGBD MySQL.

Au cours de ce mémoire, nous avons fait un état d'art sur les techniques et technologies utilisées dans les services géolocalisés, ensuite, nous avons énuméré les différents réseaux larges bande existants, tout en exposant leurs caractéristiques. Aussi, nous avons abordé le réseau LTE et ces caractéristiques, objectifs et paramètres. Après, on a conçu l'application LBHS, enfin, nous avons implémenté et testé l'application de localisation dont le but est de l'évaluer.

Comme contribution, nous avons conçu un algorithme de conservation d'énergie, qui a comme rôle l'augmentation de l'autonomie de la batterie lors de l'utilisation de l'application LBHS.

L'application LBHS utilise l'ECID qui offre une précision de quelques centaines de mètres mais avec une faible consommation d'énergie par rapport aux autres applications de localisation. Pour pallier ce problème de précision, nous proposons comme perspectives :

L'implémentation de l'application LBHS en utilisant la technique OTDOA, qui est dotée d'une précision nettement supérieure à celle de l'identification de cellule surtout avec l'augmentation du nombre d'eNBs.

La proposition d'une étude statistique se basant sur des modèles mathématiques sur le comportement des personnes âgées insérée dans la base de données, ce qui va ramener la précision à l'ordre de quelques mètres.

Enfin, nous proposons de faire un système jumelant l'application de localisation au réseau corporel qui va servir d'alarme en cas de chute de la personne âgée.



# **Annexes**



---

## ANNEXE A

### TECHNIQUES DE LOCALISATION

---

#### A.1 Synthèse des techniques de localisation

Un résumé des méthodes de localisation ainsi que leurs avantages et inconvénients est donné par le tableau (I.1) :

| Technique de localisation   | Avantages   | inconvénients  |
|---|---|--|
| Technique basée sur l'angle d'arrivée des signaux reçus (AOA)           | <ul style="list-style-type: none"><li>*Moins de stations de base fixes nécessaires</li><li>*Algorithme de positionnement simple</li></ul>   | <ul style="list-style-type: none"><li>*Nécessité d'avoir le trajet direct</li><li>*Coût d'implantation élevé</li><li>*Précision faible</li><li>*Performance mauvaise dans un canal ayant un profil de propagation par trajets multiples sévère</li></ul> |
| Technique basée sur le temps d'arrivée des signaux reçus (TOA)          | <ul style="list-style-type: none"><li>*Paramètres généralement bien estimés</li><li>*Algorithme de positionnement simple</li><li>*Précision plus élevée en milieu confiné</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>*Synchronisation d'horloge nécessaire entre le mobile et les stations de base</li><li>*Nécessité d'avoir le trajet direct</li><li>*Nécessité d'une résolution temporelle élevée au récepteur</li></ul>             |
| Technique basée sur la différence des temps d'arrivée des signaux reçus | <ul style="list-style-type: none"><li>*Paramètres généralement bien estimés</li><li>*Algorithme de positionnement simple</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>*Nécessité d'avoir le trajet direct</li><li>*Synchronisation d'horloge</li></ul>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
| (TDOA)   | <p>ement simple</p> <p>*Précision plus élevée en milieu confiné</p> <p>*Pas besoin de synchronisation d'horloge entre le mobile et les stations de base</p>      | <p>nécessaire entre les paires de stations de base</p> <p>*Nécessité d'une résolution temporelle élevée au récepteur</p>   |
| Technique basée sur la puissance des signaux reçus (RSS) | <p>* Moins de stations de base fixes nécessaires,</p> <p>*Algorithme de positionnement simple</p> <p>* Disponibilité des modèles mathématiques d'atténuation</p> | <p>* Nécessité d'avoir un trajet direct</p> <p>*faible précision</p> <p>* mauvaise performance dans un canal ayant un profil de propagation par trajets multiples sévère</p> |

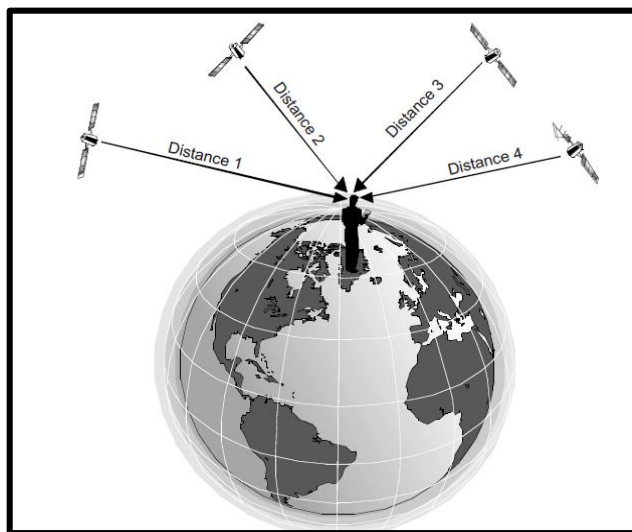
**Tableau A.1** Synthèse sur les méthodes de localisation

## A.2 Principe de fonctionnement du GPS

Le système GPS repose sur le principe de fonctionnement suivant :

- Une constellation de satellites en orbite autour de la Terre :
  - Chaque satellite de la constellation diffuse en permanence un signal vers l'ensemble des zones visibles de la Terre.
  - Chaque satellite inclut dans son signal les informations donnant sa position précise dans l'espace
- Un nombre illimité de récepteurs utilisateur. Chacun de ces récepteurs est doté des propriétés suivantes :
  - Réception des signaux provenant d'au moins quatre satellites de la constellation(nous verrons pourquoi quatre satellites sont nécessaires au récepteur pour se positionner).
  - Mesure des distances qui le séparent de ces quatre satellites.
  - Calcul de sa position en combinant les quatre mesures de distance avec les informations de position de chacun des satellites et qui sont diffusées dans leur signal [6].

La figure (I.8) illustre ce principe de fonctionnement.



**Figure A.1** Principe de fonctionnement du GPS

Le tableau suivant résume la précision du GPS selon le milieu :

| Technologie | Rural | Suburbain | Urbain           | Intérieur         |
|-------------|-------|-----------|------------------|-------------------|
| GPS         | 10m   | 20m       | Entre 30 et 300m | Pas de couverture |

**Tableau A.2** La précision du GPS selon le milieu

### A.3 Les systèmes concurrents du GPS

- **GALILEO le système de navigation européen**

C'est le système de navigation par satellites européen. Financé par l'ESA pour mettre fin à la dépendance américaine (GPS), ce système est mis en service en 2013. Comme le GPS, le GALILEO se compose de trois segments :

- Le segment de contrôle qui comporte une constellation de 27 satellites, répartis en trois plans orbitaux,
- Un segment de contrôle et un segment utilisateur.

Contrairement aux autres GNSS, le GALILEO est sous contrôle civile et permis à ses utilisateurs d'avoir une précision évaluée de 10cm à 1m, ainsi que l'interopérabilité avec les autres GNSS.

- **GLONASS**

C'est un système de navigation russe lancé pendant la guerre froide afin de concurrencer avec les projets américains. Comme tout GNSS, le système GLONASS se compose de trois segments :

-Le segment spatial qui est composé d'une constellation de 24 satellites répartis en trois plans orbitaux,

-Le segment de contrôle qui comporte 5 stations au sol,

-Le segment utilisateur.

Actuellement le système GLONASS n'est pas tout à fait compatible avec le système GPS, mais avec les satellites de nouvelle génération dont elle va se doter la Russie (GLONASS-KM), ce système pourra atteindre des performances comme celles du GPS, ou la précision est de 5 à 10m dans les meilleures conditions (actuellement la précision de GLONASS est évaluée entre 57 et 70m) [6].

## **A.4 Les techniques de localisation par réseau GSM et UMTS**

### **A.4.1 Eléments entrant dans localisation par UMTS**

Les éléments entrant dans la localisation par réseau UMTS sont :

-Le centre de localisation du mobile (SRNC / Serving Radio Network Controller) qui a comme tâche l'estimation de la position de l'UE.

-Le routeur du centre de localisation du mobile (GMLC / Gateway Mobile Location Center) représente le nœud d'entrée au PLMN (Public Land Mobile Network) qui fournit le service d'estimation de la position des terminaux. En collaboration avec le HLR (Home Location Register), il effectue les tâches d'autorisation et d'authentification des serveurs externes qui sollicitent des informations liées à la position géographique de l'abonné. Les serveurs externes à l'origine de ces requêtes sont appelés "clients LCS". Le GMLC est aussi chargé de transmettre aux éléments du réseau concernés la QoS (Quality Of Service) requise par le

client LCS. En fonction de la QoS, le SMLC choisit la technique la plus adaptée parmi celles supportées par le réseau et suivant les capacités matérielles et logicielles de l'UE (User Equipment) [6].

-L'unité de prélèvement de mesures de localisation (LMU / Location Measurement Unit) sert de support au SMLC en effectuant les mesures radio requises par la technique de localisation mise en œuvre.

#### **A.4.2 Les méthodes utilisées pour la localisation par identifications différentielles de temps(OTD)**

- **E-OTD (Enhanced - Observed Time Difference)**

C'est une méthode qui opère dans le réseau GSM, elle consiste en l'envoi d'un signal par le terminal mobile aux stations de base se situant à proximité de lui, la station la plus proche renvoie une réponse sous forme de signal à un serveur dédié pour la détermination de la position du mobile dans la zone couverte par la station de base. Le temps nécessaire pour la localisation du mobile est de l'ordre de 5 secondes et la précision de cette méthode est estimée à 50-125m [5]. Toutefois malgré sa bonne précision cette méthode reste trop sensible au phénomène du multi trajets.

- **U-TDOA (Uplink Time Difference of Arrival)**

Cette méthode ne nécessite pas une synchronisation entre le MS (Mobile Station) et la BTS. Ici le terminal mobile émet des trames utilisant des slots pour la localisation [9]. Cette méthode n'est applicable qu'aux mobiles se trouvant à proximité des BTS. La localisation par U-TDOA consiste à estimer les différences de temps lorsque le MS (Mobile Station) émet un signal qui arrive à des instants différents au niveau des BTS, puis un serveur récupère les différents signaux en provenance des BTS et détermine les différences de temps d'arrivée entre les signaux. La précision de cette méthode est liée aux nombres de BTS disponibles [6].

- **La technique de localisation AFLT (Advanced Forward Link Trilateration)**

C'est une technique utilisée pour la localisation des mobiles dans les réseaux 3G. Pour la localisation par AFLT le mobile prend les mesures temps/distances des Nodes voisins et reporte ces mesures au réseau qui fait une triangulation pour estimer la localisation

du mobile. Dans le réseau le calcul est fait par le serveur de localisation. Cette méthode offre une précision entre 50m et 200m .

---

## ANNEXE B

### RESEAUX LARGE BANDE ET RESEAU 4G

---

#### B.1 LES RESEAUX LARGE BANDE

##### I. RESEAUX MOBILES

###### I.1 L'UMTS-3G (Universal Mobile Telecommunications System)

C'est une technologie désigne une technologie retenue dans la famille dite IMT 2000 comme norme pour les systèmes de télécommunications mobile dits de troisième génération (3G). Conçu pour pallier les déficits des réseaux 2G en terme de services multimédias tel que la visiophonie, l'accès à internet ainsi que les appels voix, tout en offrant des débits allant jusqu'à 2Mbits/s, le réseau UMTS est caractérisé par :

- Des bandes de fréquences allouées se situant autour des 2 GHz(1900MHz -2000MHz)
- avec une largeur de bande de 230 MHz.
- L'utilise la technique de modulation W-CDMA (Wide band CDMA) pour l'accès au canal.

Les débits offerts à une station sont directement en relation avec la taille d'une cellule :

- de 144 à 384 kbit/s en zone rurale pour des mobiles dont la vitesse de déplacement est Inférieure à 500 km/h (TGV),
- de 384 à 512 kbit/s en zone urbaine pour des vitesses de déplacement inférieures à 120km/h,
- jusqu'à 2 Mbit/s à moins de 10 km de la base radio.

Les chiffres ci-dessus s'entendent pour une utilisation du système en extérieur. Compte tenu des fréquences utilisées, les systèmes de téléphonie mobile sont en principe des systèmes outdoor, c'est-à-dire des systèmes destinés à être utilisés en extérieur [18].

## **I.2 HSPA EVOLVED (HSPA+)**

La technologie HSPA proposera dès 2009 une évolution très significative des débits crête et des capacités de la 3G, ainsi qu'une rupture majeure avec la 2G, en rendant possible de façon contrôlée par l'opérateur l'utilisation de la VoIP pour transporter la voix sur l'interface radio. La VoIP peut donc se transmettre sans discontinuité d'un mobile à un autre, en situation de mobilité (gestion du Handover incluse), au travers de l'interface radio et des cœurs de réseau déjà migrés vers le tout-IP [19].

Le HSPA+ sur un canal de 5MHz propose les caractéristiques suivantes :

- Un débit allant jusqu'à 42 Mbits/s en liaison descendante,
- Un débit allant jusqu'à 11 Mbits/s en liaison montante,
- Utilisation de la modulation 64 QAM et un système MIMO 2x2

## **I.3 Le HSDPA-3.5G**

HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) est une technologie de téléphonie mobile, parfois appelé 3,5 G ou encore 3G+, sa dénomination commerciale. Il offre des performances dix fois supérieures à la 3G (UMTS R'99) dont il est une évolution logicielle. Cette évolution permet d'approcher les performances des réseaux DSL (Digital Subscriber Line). Cette technologie permet de télécharger (débit descendant) théoriquement à des débits de 1,8 Mbit/s, 3,6 Mbit/s, 7,2 Mbit/s et 14,4 Mbit/s. Le HSDPA se base sur la technologie de communication WCDMA (Wideband-Code Division Multiple Access) définie par la norme WCDMA 3GPP Rel99 (3rd Generation Partnership Project Release 99). Il est le lien descendant du réseau vers le terminal à haut débit en mode paquets [web2]. Les opérateurs pourront ainsi prendre en charge un nombre beaucoup plus important d'abonnés haut débit sur la même fréquence radio (porteuse), et garantir à ces derniers une utilisation optimale des services multimédias .

## **I.4 Le HSUPA-3.75G (High Speed Uplink Packet Access)**

C'est une technologie de téléphonie mobile compatible avec la troisième génération (3G), dont les définitions ont été diffusées par le 3GPP dans la sixième édition du référentiel UMTS. Le HSUPA est une subdivision de la technologie HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Le HSUPA est considéré comme étant le légataire du HSDPA. Le HSUPA

permet donc de télécharger des données à une vitesse maximale de 14 Mbps et d'en émettre à une vitesse de 5,8 Mbps [web3].

## **II. LES RESEAUX FILAIRES**

Nous aborderons un autre type de réseaux large bandes qui est l'ADSL.

### **II.1 La technologie ADSL**

L'ADSL, (Asymmetric Digital Subscriber Line), en français Réseau de Raccordement Numérique Asymétrique, est une technologie permettant de faire passer de hauts débits sur la paire de cuivre utilisée pour les lignes téléphoniques de la Boucle Locale. La technique consiste à utiliser les fréquences supra vocales laissées libres par le service téléphonique traditionnel. L'opérateur de télécoms proposant le service ADSL installe du matériel dans ses répartiteurs (DSLAM) et un modem chez l'abonné. Les débits constatés sont de 10 à 25 fois plus élevés qu'un modem 56 K classiques [web4].

## **III. LES RESEAUX SANS FILS**

Avec l'essor exceptionnel que connaissent les réseaux sans fils et leurs nombres qui croît sous forme exponentielle ces dernières années, que ça soit au sein des entreprises ou chez le grand public, vu les débits offerts ainsi leurs flexibilité. Tout de même l'utilisateur de ces réseaux sans fils, doit être immobile dans la cellule ou il se trouve du fait qu'ils se basent sur les ondes hertziennes [20].

Nombreux réseaux sans fils existent, tels que : le Wifi (IEEE 802.11), le Bluetooth (IEEE 802.15.1), le ZigBee (IEEE 802.15.4) ...etc.

Dans ce qui suit, on va procéder à la description des réseaux sans fils large bande.

### **III.1 Le WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)**

Considéré comme le premier réseau 4G se basant sur la technique d'accès multiple OFDMA et avec une compatibilité IP, le WiMAXa d'abord été conçu pour desservir des



réseaux pouvant couvrir une municipalité entière. Ce type de réseau est aussi connu sous l'acronyme MAN « Metropolitan Area Network » [21]. Les réseaux métropolitains forment une catégorie de réseaux que l'on considère souvent comme la boucle locale radio (BLR). Ils sont aujourd'hui normalisés par la norme IEEE 802.16. Les produits associés sont appelés WiMAX. En réalité, il existe deux technologies WiMAX, l'une fixe et l'autre mobile. La phase 1 de WiMAX offre un débit de l'ordre de 80 Mbit/s et devrait monter à des valeurs de 500 Mbit/s en phase 2. Une phase 3 est déjà dans les cartons pour fournir des débits de l'ordre du Gbit/s [20].

Du point de vue des performances, les réseaux WiMAX atteignent un débit total de 80 Mbit/s. Les utilisateurs distribués dans la cellule correspondant à la portée de l'antenne WiMAX sont multiplexés. Le débit devrait être multiplié par un ordre de 10 vers 2010. Pour des portées d'une dizaine de kilomètres, cette valeur de 80 Mbit/s correspond à des utilisations en zone rurale. Dans les zones urbaines, la puissance doit être réduite afin de ne pas dépasser un ou deux kilomètres de portée.

### **III.2 Le Wifi - IEEE 802.11 (Wireless Fidelity)**

C'est une technologie qui permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA) ou même des périphériques avec une liaison haut débit (11 Mbps à 54 Mbps) sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur. Dans un environnement ouvert la portée peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Cette bande passante offerte est partagée entre les différents abonnés se trouvant dans la cellule servie par le point d'accès Wifi [web5].

### **III.3 La technologie UWB –IEEE 802.15.3 (Ultra Wide Band)**

Essentiellement utilisées dans le domaine médicale tel que, la surveillance médicale, la localisation des patients (comme vu précédemment dans le chapitre1),...etc.

La technologie UWB connaît actuellement un essor spectaculaire. Elle est destinée à la transmission de données à très haut débit. Le fonctionnement de cette technologie est fondé sur une technique de modulation radio qui consiste à envoyer des impulsions de très courte durée (souvent inférieures à la nanoseconde) sur une très large bande de fréquences, offrant ainsi un débit de 480 Mbps sur de très courte distance (1 à 10m) [web6]. Elle est envisagée

pour la liaison entre un PC et ses périphériques nécessitant un très haut débit et une faible portée.

## B.2 Réseau 4G

### B.2.1 Interfaces radio en LTE

| interface | description  |
|-----------|--|
| LTE-Uu    | Interface du réseau LTE reliant l'eNodeB au terminal mobile.   |
| X2-U      | (X2 User plan interface) elle est responsable du transport des paquets de données entre les eNodeBs  |
| X2-C      | (X2 Control plan interface) c'est une interface de signalisation   |
| S1-MME    | Interface définie entre L'eNodeB et S-GW traite les flux du plan usager.   |
| S6        | C'est une liaison entre le MME et la base de données globale HSS.  |
| S11       | C'est l'interface entre l'entité MME et S-GW.  |
| S7        | C'est une liaison entre le PCRF et P-GW.   |
| S5/S8     | C'est l'interface entre le S-GW et P-GW. En principe, S5 et S8 sont les mêmes, mais la différence est que S8 est utilisée lors de l'itinérance entre les différents opérateurs alors que S5 est le réseau interne. |
| S1-U      | Transporte les données utilisateurs entre l'ENodeB et le server GW.  |
| S1-C      | Utilisée pour la signalisation, elle supporte ceratins nombres de fonctionnalités entre l'eNB et le MME.   |
| S10       | Utilisée par la MME pour appuyer les changements MME.  |
| SGi       | Elle est le point de référence entre le PDN et le réseau de données par paquets (IP). Le Réseau de données par paquets peut être un réseau d'opérateur externe public ou privé.                                    |

**Tableau B.1** Les interfaces du réseau LTE [web8,26]

# *Références*

## **+Bibliographie**

[1] Conception et réalisation d'une plateforme de déploiement de services géolocalisés  
Mémoire de fin d'études présenté par Patrick DESSALLE en vue de l'obtention du grade  
d'Ingénieur Civil Informaticien, Université Libre de Bruxelles, 2005-2006.

[2] État de l'art des systèmes de localisation, mémoire d'examen probatoire en informatique  
présenté par Nicolas Dewaele,

[3] PHAM Quang Hieu, La localisation géographique des robots mobiles Méthodes et Outils  
correspondants, Travail d'intérêt personnel encadré, Institut de la francophonie pour  
l'informatique, HANOI 07/2007.

[4] TAUBER, Joshua A. Indoor location systems for pervasive computing. Massachusetts  
Institute of Technology. Area exam report, 2002.

[5] Thamer Abulleif and Abdulwahab Al-Dossary. Location Based Services (LBS). Surveying  
Services Division, Saudi Aramco Dhahran, Saudi Arabia .

[6] PIÉPLU, Jean-Marc. GPS et Galileo: Systèmes de navigation par satellites. Editions  
Eyrolles, 2011.

[7] Paul STEFANUT. Application des algorithmes de haute résolution à la localisation de  
mobiles en milieu confiné, Thèse de Doctorat de l'Université des Sciences et Technologies de  
Lille, 24 Juin 2010.

[8] SATELROU. Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique  
des transports routiers et pour le système d'information de la route. Ecole Polytechnique  
Fédérale de Lausanne (EPFL) ,Laboratoire de Topométrie (TOPO),Pierre-Yves Gilliéron, ing.  
dipl. EPFL,Véronique Chazal, ing. SIG, dipl. INPT.

[9] Frédéric Evennou, Techniques et technologies de localisation avancées pour terminaux  
mobiles dans les environnements indoor, thèse Doctorat, Université Joseph Fourier, le 22  
Janvier 2007.

[10] Journal NTIC, le guide des décideurs IT,édition N° 3 , Avril-Juin 2011

- [11] La RFID (Radio Frequency Identification), Champs électromagnétiques ed 4217, 1 ère édition, Mars 2010, INRS (Institut national de recherche et de sécurité).
- [12] Ines AHRIZ ROULA. Application des techniques d'apprentissage à la géolocalisation par radio fingerprint, THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE, 1 Décembre 2010.
- [13] Cisco mag, votre rendez-vous mensuel avec Cisco France, numéro 3 ,21 décembre 2006.
- [14] Documentation entreprise NSN (Nokia Siemens Network).
- [15] Mott MacDonald, Assessment of Mobile Location Technology – Update. Final Report, July 2012.
- [16] BENFARAH, Ahmed. Conception d'une chaîne de communication pour réseaux BAN sur couche PHY UWB-IR. Master's thesis, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), Telecom ParisTech, 2009.
- [17] Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes, Rapport sur la large bande, Novembre 2011.
- [18] Servin, C. (2006). Réseaux & télécoms-2ème édition-Cours avec 129 exercices corrigés: Cours avec 129 exercices corrigés. Edition Dunod.
- [19] QUALCOMM Europe Inc .Réponse Qualcomm à la Consultation Publique de l'ARCEP. Les enjeux liés aux nouvelles fréquences pour les réseaux d'accès aux services de communications électroniques.
- [20] Guy Pujolle. Réseaux et Télécoms avec cours et exercices corrigés, Avec la contribution de Olivier Salvatori 3eme edition, EYROLLE.
- [21] WiMAX ou l'évolution des réseaux sans-fil, Simon Mian, Lex Electronica, vol. 11 n°1 (Printemps / Spring 2006).
- [22]freescale semiconductor .White Paper, Long Term Evolution Protocol Overview..Document Number: LTEPTCLOVWWP Rev 0, 10/2008.

[23] Notice d'information 3GPP-LTE L'interface radio « Long Term Evolution », janvier 2011. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC ,Office fédéral de la communication OFCOM .

[24] Dossier de presse, ERICSSON. Mise en service du 1er réseau pilote LTE en France (Long Term Evolution) ,7 novembre 2008.

[25] Harri Holma and Antti Toskala, LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access 2009.

[26] BOUGUEN, Yannick, HARDOUIN, Eric, et WOLFF, François-Xavier. LTE et les réseaux 4G. Editions Eyrolles, 2012.

[27] cisco, cca1.

[28] BERARDINELLI, Gilberto, RUIZ DE TEMINO, L. A., FRATTASI, Simone, et al. OFDMA vs. SC-FDMA: performance comparison in local area IMT-A scenarios. Wireless Communications, IEEE, 2008, vol. 15, no 5, p. 64-72.

[29] YONIS, A. Z., ABDULLAH, M. F. L., et GHANIM, M. F. LTE-FDD and LTE-TDD for cellular communications. Proc. Prog. Electromagn. Res. Sym, 2012, p. 1467-1471.

[30] Ministère de la Santé et des Sports. Direction de l'Hospitalisation et de l'Organisation des Soins. Rapport sur la place de la télémédecine dans l'organisation des soins. Etabli par : Pierre Simon et Dominique Acker. Novembre 2008.

[31] Kevin VUILLARD (Chef de projet): [kevin.vuil@free.fr](mailto:kevin.vuil@free.fr) Laurent DUPLAT (Responsable technique) : [laurent.jean.duplat@gmail.com](mailto:laurent.jean.duplat@gmail.com), Laurène HARDOUIN : [laurene.hardouin@gmail.com](mailto:laurene.hardouin@gmail.com) , Cyril RESSY (Responsable de la gestion des connaissances) : [cyril.ressy@gmail.com](mailto:cyril.ressy@gmail.com), Jimmy SOURDIN : [jimmy.sourdin@gmail.com](mailto:jimmy.sourdin@gmail.com) . Livre Blanc 5/5/2011.

[32] Documentation entreprise huawei.

[33] AndroWiiid, et Frédéric Espiau. Créez des applications pour Android ; 2012.

## Webographie

[web1] <http://www.fizeo.com>

[web2] <http://www.commentcamarche.net>

[web3] <http://www.clubic.com>

[web4] [www.algerietelecom.dz/](http://www.algerietelecom.dz/)

[web5] [http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/97/97/PDF/These\\_Fouial\\_2004.pdf](http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/49/97/97/PDF/These_Fouial_2004.pdf).

[web6] <http://www.voxiva.com/platform.php>.

[web7] <http://www.itrmanager.com>

[web8] <http://fr.scribd.com>

[web9] <http://fr.slideshare.net>

[web10] <http://www.doc-etudiant.fr>

[web11] <http://www.wireless-techbook.com/ofdm/170-structure-de-trame-de-liaison-descendante.htm>

[web12] <http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/lte-long-term-evolution/lte-frame-subframe-structure.php>

[web13] <http://www.bouyguestelecom-entreprises.fr>

[web14] <http://www.nmcgroups.com/files/download/NMC.LTE%20Identifiers.v1.0.pdf>

[web15] <http://lteuniversity.com>

[web16] [www.conseil-webmaster.com](http://www.conseil-webmaster.com)

[web17] <http://www.apache.org/>

[web18] <http://developer.android.com>

[web19] <http://www.01net.com/fiche-produit/fiche-technique-14263/smartphones-samsung-galaxy-s4/>

[web20] <http://mathias-seguy.developpez.com/cours/android/android-capteurs/>

[web21] <http://www.dicodunet.com/definitions/developpement/api.htm>