



Faculté des Sciences

Département d'Informatique

Mémoire présenter par :

M^{lle} KERROUR HADJER

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine: Mathématique et Informatique

Filière: Informatique

Spécialité: Génie Système informatique

Sujet :

**Développement D'une Application Client
Mobile /serveur pour la surveillance à
distance Des maladies cardiaque**

Soutenu le:

, devant le jury composé de :

M.
M.
M.
M^{me} Sidemou Mohamed Rida
M^{er} Meziane AbdElkarim
M^{me} Zigadi Nacera

Président
Rapporteur
Examineur
Promoteur
Encadreur
Encadreur



Résumé :

La conception et le développement des applications pour les services de la télémédecine, sur des périphériques mobiles ne cessent de croître, du fait de l'adoption de plus en plus forte de terminaux mobiles et de l'émergence de nouveaux usagers.

Toute fois le manque de maturité des solutions proposées par les différents constructeurs rend la plupart de leurs systèmes embarqués ouverts et non interopérables. Ainsi, il est souvent nécessaire, lors d'un développement sur un mobile, de trouver un compromis entre les performances globales et la portabilité des applications que l'on veut concevoir.

Les travaux effectués dans le cadre de ce projet du master se situent autour des recherches dédiées à la télésurveillance cardiaque par les dispositifs mobiles

L'objectif principal est de permettre un suivi à distance des personnes dépendantes comme les personnes âgées, les handicapés, les malades cardiaque., afin d'adapter leur environnement domestique et palier leurs incapacités. Dans ce stade la, il est indispensable d'effectuer un diagnostic en temps réel et de bien gérer les données informatisées des patients entre les différents acteurs médicaux tout en assurant une surveillance en permanente les malades à hautes risque.

Ainsi, le besoin de faire un diagnostic rapide et fiable des patients et de détecter leurs états de sante (situation critique) efficacement permet de gagner du temps dans leurs prises en charge.

Mot-cle—M-sante, la Télémédecine, Télésurveillance cardiaque , ECG, ,clientmobile/serveur .

Remerciements

Avant toute chose, nous tenons à remercier le Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage de poursuivre et d'achever ce travail dans les bonnes conditions

En second lieu et puisque une seule main ne lie pas un fagot de bois, Nous tenons à remercier chaleureusement et affectueusement tous ceux et toutes celles qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de notre projet.

Nous adressons notre profond remerciement à Monsieur Meziane Abd Elkharim notre encadreur qui nous a aidé.

Nous remercions précisément Monsieur Sedemou mohamed Rida pour sa disponibilité.

Nous remercions précisément Madame Zigadi Nacera pour d'avoir accepté travailler avec elle

Nous remercions précisément Monsieur Zigadi Lakhdar pour ses précieuses orientations

Nous remercions Monsieur Khaled Boussebat d'avoir nous admirer sa compétence.

Merci

Dédicace

C'est avec un immense plaisir que je dédie ce travail

A la mémoire de mon père

A ma chère mère qui est toute ma vie et toute ce que j'ai de plus cher au monde, en témoignage de ma reconnaissance infinie pour les nombreux sacrifices qu'il n'a cessé de déployer pour moi et dont je serais à jamais redevable.

Que dieu les garde et leur procure la santé et le bonheur.

A mes frères et bien aimés fatah et ali Particulièrement à mon très cher frère abdelrezzak pour les conseils et les soutiens qu'il n'a cessé de me prodiguer durant toutes mes années d'études.

A mes très chères sœurs Feiza , Wassila, Djamila, Leila, Meriem,

Puisse Dieu les protéger

A tous les miens dont mes oncles, mes tentes, mes cousins et cousines et à toute ma grande famille

A tous mes amies et tous ceux qui me sont chers Fatima, meriem, farah, basouma, nawal, Iman , Amina, soumia, sara, kfiadja, rihane .

Et à mes amis idir , zinou , sidahmed, mohamed

A tous mes camarades de la promotion master GSI 2012/2013

A tous mes camarades de la promotion master GL2013/2013

A tous mes enseignants du primaire à l'université,

A tous ceux qui, de loin ou de près, n'ont cessé de m'apporter leur soutien tout au long de mes études,

A tous ce qui veille les nuits pour faire jaillir la lumière de savoir

Hadjer

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte Général.....	1
2. Organisation du mémoire.....	2

Partie I : ETAT DE L'ART**Chapitre I : LA TELESURVEILLANCE ET LE SIGNAL ECG**

I.1 Introduction	1
I.2 M-Santé (MHealth).....	1
I.2.1 Présentation.....	1
I.2.2 les applications de Msanté.....	2
I.3Télémédecine.....	3
I.2.2 les applications de Télémédecine.....	4
I.4 La surveillance à distance (Télésurveillance ,monitoring).....	4
I.4.1. Présentation.....	4
I.4.2 L'intérêt de la surveillance à distance.....	5
I.4.3 les limites de surveillance à distance.....	5
I.4.4 La Télésurveillance cardiaque	5
I.5 Electrocardiogramme(ECG)	6
I.5.1 Présentation.....	6
I.5.2 A quoi sert l'électrocardiogramme ECG	6
I.5.3 Les Dérivations	7
I.5.4 Les Paramètres de signal ECG.....	8
I.5.4.1 Les Mesures de signal ECG	8
I.5.4.2 Les différentes déflexions	8
I.5.4.3 Les différentes Intervalle de ECG	9
I.5. 4.4 Fréquence cardiaque	11
I.5.6 ECG Numérique.....	11

I.6 Etude comparative sur les différents travaux existants dans la surveillance cardiaque à distance	13
I.7 Conclusion.....	20

Chapitre II : LE MODELE CLIENT MOBILE / SERVEUR

II.1 Introduction	21
II.2 Définition du modèle client/serveur.....	21
II.3 La notion de protocole et port	22
II.4 Les différents modèles de client/serveur.....	22
II.5 Architecture client mobile / serveur.....	23
II.5.1 Serveur	23
II.5.2 Terminaux mobiles	24
II.5.3 Les Smartphones (Téléphone Intelligent).....	24
II.5.3.1 Les Caractéristique de Smartphone	25
II.5.4 Les applications mobiles.....	25
II.5.4.1 Présentation.....	25
II.5.4.2 Type d'application	26
II.5.5 Les systèmes d'exploitation mobiles (Smartphone).....	26
II.5.6 Communication entre Client mobile / serveur	27
II.6 Conclusion.....	28.

Partie II : DEMARCHE DE DEVELOPPEMENT

Chapitre I : DESCRIPTION DE LA SOLUTION MOBILE

I.1 Présentation de l'Entreprise	29
I.2 La Solution mobile proposée par la société TICMED.....	29
I.3 Le Principe fonctionnement	31
I.4 L'étude de l'existant	33
I.4.1 ECG sur le papier.....	34.
I.4.2 Contenu de fichier auscultation	35
I.5 SOLUTION PROPOSEE.....	36
I.6 Conclusion.....	39

Chapitre II : ANALYSE DES BESOINS

II.1 Introduction	40
II.2 Définition des besoins	40
II.2.1 Application de Serveur Distant	40
II.2.2 Logiciel pour client mobile	44
II.3 Spécification des besoins.....	46
II.3.11 Description Les Acteurs	46
II.3.2 Diagramme de cas d'utilisations	47
II. 3.3 Diagramme d'activité.....	52
II.4 Conclusion	57
Chapitre III : CONCEPTION DU SYSTEME	
III.1 Introduction	58
III. 3 Diagramme de Séquence	58
III. 3 Diagramme de classe	63
III.3.1 Les règle de Gestion.....	63
III.3.2 digramme de classe	64
III.3.3 Dictionnaire de donnés	65
III.4. Les Pseudo algorithmes de stockages et affichage du Signal ECG.....	72
III.5.1Pseudo Algorithme pour les signaux et le signal ECG	72
III.5.2 Algorithme d'affichage et de décodage du signal ECG.....	75
III.5 Conclusion.....	77
Chapitre IV : IMPLEMENTATION DU SYSTEME	
IV.1 Introduction	78
IV.2 Protocole est format d'échange	78
IV.4. Environnement de développement	80
IV.5. Application client Mobile /serveur	85
IV.6Conclusion	99
Conclusion Général	

Tableau de figures :

PARTIE I

Chapitre I : LA TELESURVEILLANCE ET LE SIGNAL ECG

Figure I.1. La Santé-mobile.....	2
Figure I.2. Les applications de santé-mobile.....	3
Figure I.3. ECG 12 Dérivation.....	8
Figure I.4. La dépolarisation / dépolarisation auriculaire et ventriculaire/ auriculaire	9
Figure I.5. Cycle cardiaque complet.....	10
Figure I.6 Les intervalles De ECG.....	11
Figure I.8. Implantable cardioverter-défibrillation (ICD).....	12
Figure I.9. Technique de Holter	13
Figure I.10. Techniques de télémétrie cardiaque	14
Figure I.11. Wireless ECG based on Bluetooth protocol: design and implementation	15
Figure I.13. Plate-forme de déduction la situation critique de patient cardiaque	16
Figure I.12. Remote Continuous Cardiac Arrhythmias Detection and Monitoring	17

Chapitre II: Le Modèle Client mobile / serveur

Figure II.1. Modèle client/serveur.....	21
Figure II.2.les Smartphones	24
Figure II.3. client mobile/serveur	28

PARTIE II

Chapitre I: Description De La Solution Mobile

Figure I.1 : ECG sur le papier	34
Figure I.2 : Le Contenu de fichier auscultation	34
Figure I.3 : Modèle en cascade	37

Chapitre II : Expression des Besoins

Figure II.1. Diagramme cas d'utilisation global de l'application client mobile.....	48
Figure II.2. Diagramme cas d'utilisation global pour application	

serveur distant	49
Figure II.3. Diagramme de cas d'utilisation détaillé pour générer une fiche analyse/résumé	50
Figure II.4. Diagramme de cas d'utilisation détaillé de consultation pour le serveur distant	51
Figure II.5. Diagramme d'activité de suivi des données de patient (fichier auscultation).....	52
Figure II.6. Diagramme d'activité prise en charge les données de patient.....	53
Figure II.7. Diagramme d'activité de consultation	54
Figure II.8. Diagramme d'activité de suppression	54
Figure II.9. Diagramme d'activité de modification	55
Figure II.10. Diagramme d'activité de réalisation d'une fiche analyse /résumé	56

Chapitre III : Analyse et Conception Système

Figure III.1 : le digramme de séquences d'enregistrement automatique des fichiers auscultation	59
Figure III.2 : le digramme de séquences consultation des nouveaux fichiers auscultation	60
Figure III.3 : le digramme de séquences authentification mobile	61
Figure III.4 : le digramme de séquences récupération du signal ECG	62
Figure III.5 : le digramme de classe	64

Chapitre IV: Implémentation Système

Figure IV .1 : Communication websocket	78
Figure IV. 2 : Mis à jours du paquet websoket client	79
Figure IV 3 : Mis à jours du paquet websoket serveur	79
Figure IV.4 : Phone Gap Apache cordova	84
Figure IV.5 : Lire Le fichier auscultation	85

Figure IV.6 : séparer les signaux et extraire Le signal ECG	86
Figure IV.7 : Décodage de signal ECG.	87
Figure IV.8 : affichage de signal ECG	88
Figure IV.9 Authentification sur le serveur Distant	89
Figure IV.10 Menu D'application Serveur Distant	89
Figure IV.11 Nouveau Patient	90
Figure IV.12 Nouveau Employée	91
Figure IV.13 : simulation appareil ECG	91
Figure IV.14 : Phone Gap Apache cordova	Figure IV.15 : visualiser le signal sur appareil..92
Figure IV.16 : Message Alerte informer le responsable sur nouveau fichier	92
Figure IV.17 : Fenêtre fichier auscultation	93
Figure IV.18 : afficher le signal ECG	93
Figure IV.19 : Phone Gap Apache cordova	94
Figure IV.20 : Envoyer un email sécurisé	94
Figure IV.21.a : affichage email.....	95
Figure IV.21.b : Affichage contenu e-mail	95
Figure IV.22 : application mobile avec authentification	95
Figure IV.23 : application santé mobile	96
Figure IV.24 : Menu Application mobile	96
Figure IV.25 : sélectionner Diagnostic	97
Figure IV.26 : récupérer le signal	97
Figure IV.27 : affichage de signal ECG sur le mobile	98

Tableau de Tab :

PARTIE I

Chapitre I : LA TELESURVEILLANCE ET LE SIGNAL ECG

Tab I.1 Les travaux existants dans la surveillance cardiaque à distance 19

PARTIE II

Chapitre II : Expression des Besoins

TabII.1 les besoins de l'application client mobile/serveur.....45

Chapitre III : Analyse et Conception Système

TabIII.1 : dictionnaire de données de classe Patient.....	65
TabIII.2 : dictionnaire de données de classe maladie chronique.....	66
TabIII.3 : dictionnaire de données de classe équipe de soins.....	66
TabIII.4 : dictionnaire de données de la classe Employé.....	67
TabIII.5 : dictionnaire de données de la classe Travailleur santé-mobile.....	67
TabIII.6 : dictionnaire de données de la classe Infirmier.....	67
TabIII.7: dictionnaire de données de la classe appareil	68
TabIII.8 : dictionnaire de données de la classe garanties.....	68
TabIII.9 dictionnaire de données de la classe Fichier auscultation.....	68
TabIII.10 : dictionnaire de données de classe signal ECG.....	69
TabIII.11 : dictionnaire de données Paramètres.....	69
TabIII.12 : dictionnaire de données de classe ondes.....	70
TabIII.13 : dictionnaire de données de la classe intervalles.....	70
TabIII.14 : dictionnaire de données Fréquence cardiaque.....	70
TabIII.15 : dictionnaire de données pathologie cardiaque.....	71
TabIII.16 : dictionnaire de données la relation suivi à domicile.....	71
TabIII.17 : dictionnaire de données la relation consulté.....	71
TabIII.18 : dictionnaire de données la relation dispose.....	72
TabIII.19 : dictionnaire de données la relation possède.....	72

1. Contexte Général :

Depuis quelques années, de nombreuses évolutions réalisées dans les environnements mobiles et les réseaux sans fil suscitent un intérêt croissant pour **l'informatique mobile**. L'exploitation de ces nouveaux terminaux introduit de nouvelles problématiques et crée de nouveaux besoins, Ils permettent à des usagers (éventuellement mobiles) d'avoir accès à des services indépendamment de leurs positions physiques, et hors de services de base comme les services d'appel, les services de messagerie, etc. Dans cette nouvelle vision, une grande variété de services sera offerte non seulement au grand public mais aussi aux personnes dépendantes, comme des maladies, des personnes âgées,

Les services de Télémédecine par mobile ou télésanté par mobile se sont des services les plus importants dans le domaine de la santé, en particulier les services qui prennent en charge les patients qui sont à domiciles, en voyage, loin des hôpitaux, ces services permettent d'améliorer la qualité de vie de la population à besoin de visites médicales périodiques.

Les maladies cardiaques constituent l'une des causes principales d'invalidité et de décès et leur apparition augmente avec l'âge. Même si les connaissances acquises en cardiologie sont grandes, le cœur n'a pas encore dévoilé tous ses secrets. La plupart des décès cardiaques se produisent à l'extérieur des milieux hospitaliers.

Des études récentes ont montré qu'il existe des symptômes anormaux cardiovasculaires importants courants tels que les douleurs thoraciques, avant l'apparition soudaine d'une arythmie cardiaque mortelle.

Si ces symptômes peuvent être détectés et diagnostiqués, on gagne du temps pour prévenir la pathologie cardiaque (crise cardiaque). Par conséquent, on réduit le nombre d'incapacités de décès causés par ces maladies, donc il est nécessaire d'avoir une méthode efficace pour surveiller ces dernières [18]

Pour pallier à ce problème, une nouvelle stratégie est adaptée dans le domaine de la santé, c'est la Télésurveillance cardiaque en temps réel.

Pour cela L'entreprise TICMED propose un projet biomédical pour surveiller à distance les maladies cardiaques, le projet inclut une partie matérielle et d'autre logicielle.

La partie matérielle comporte un produit destiné au suivi de certaines pathologies cardio-pulmonaires. Le dispositif prélève un signal physiologique du patient afin de le transmettre au médecin sur son téléphone portable via un serveur sécurisé.

Notre projet est arrivé pour la mise en place de la partie logiciel, cette dernière comporte le développement d'un logiciel client mobile-serveur pour la gestion des données médicales des patients(le signal ECG).

2 Organisation du mémoire

Notre mémoire est divisé en deux parties :

Partie I : L'état L'art

Cette partie comporte deux chapitres

- ❖ Chapitre I : Télésurveillance à distance est le signal ECG :

Ce chapitre débutera par la définition du domaine de notre projet qui m-santé, la télémédecine et leurs catégories d'application, ensuite on fait une étude globale sur le signal ECG, et à la fin une étude comparative sur certains travaux dans ce domaine.

- ❖ Chapitre II : le modèle client mobile /serveur :

Ce chapitre définit la technologie client mobile /serveur ainsi les outils d'informatique mobile que nous les adaptons dans notre projet.

Partie II : La démarche de développement

Cette partie comporte quatre chapitres :

- ❖ Chapitre I : description de la solution mobile :

Ce chapitre explique la solution mobile proposée par la société TICMED pour la surveillance à distance des maladies cardiaques.

- ❖ Chapitre II : Expression des besoins

Ce chapitre détermine les besoins de la solution mobile proposée par la société TICMED.

- ❖ Chapitre III : analyse et conception du système

Ce chapitre présente les diagrammes de conception de notre système ainsi les pseudos algorithmes pour le stockage et l'affichage du signal ECG.

- ❖ Chapitre IV : Implémentation de Système

Introduction général

Ce chapitre détermine la réalisation de notre système

CHAPITRE I

I.1 Introduction :

Le domaine de la santé est l'un des domaines où les technologies de communication et de l'information (TIC), porte un intérêt majeur depuis une dizaine d'année.

Aujourd'hui, avec l'augmentation des nouvelles technologies de communication et de l'information (NTIC), une nouvelle stratégie s'adapte au secteur santé c'est le **E-Santé (O-Health)** ou la santé en ligne, elle s'appuie sur un ensemble d'outils de communication plus performants intégrés dans les services de la santé. Cette nouvelle stratégie permet l'échange des informations cliniques et hospitalières en ligne, et fournit des services en temps réel tel-que le diagnostic à distance, le dossier patient médical électronique, et la surveillance en temps -réel.

L'augmentation exponentielle de l'utilisation des terminaux mobiles est l'une des tendances les plus importantes actuellement dans les systèmes de communications et de L'information qui ouvre la possibilité d'utilisation de ces terminaux dans les domaines professionnels, en particulier dans le domaine de la santé ; cette nouvelle technologie est appelée *M-sante /mobile-sante*.

Le développement des applications informatiques pour les soins, joue maintenant un rôle beaucoup plus à l'extérieur des hôpitaux qu' à l'intérieur qui exige de mettre un système de suivi et de contrôle plus performant ; dans le but de simplifier la vie des patients atteints des maladies chroniques et aussi les personnes handicapées qui vivent à domicile et ayant un besoin médical c'est les systèmes de *surveillance à distance*.

Le M-santé, la surveillance à distance ce sont des termes particuliers dans le E-santé ce que nous présentons dans ce chapitre.

I.2 M-Santé (M-Health):

I.2.1 Présentation:

M-Santé, ou la santé mobile (M-Health), est un terme utilisé pour la pratique médicale et la santé publique supporté par les appareils mobiles, comme les téléphones mobiles, les appareils de surveillance des patients, des assistants numériques personnels (PDA) et autres appareils sans fil [1].

L'omniprésence de ces appareils dans les pays développés et en cours de développement représente une opportunité pour améliorer les résultats de santé grâce à la prestation novatrice de services de santé et les informations liées à cette dernière [2].

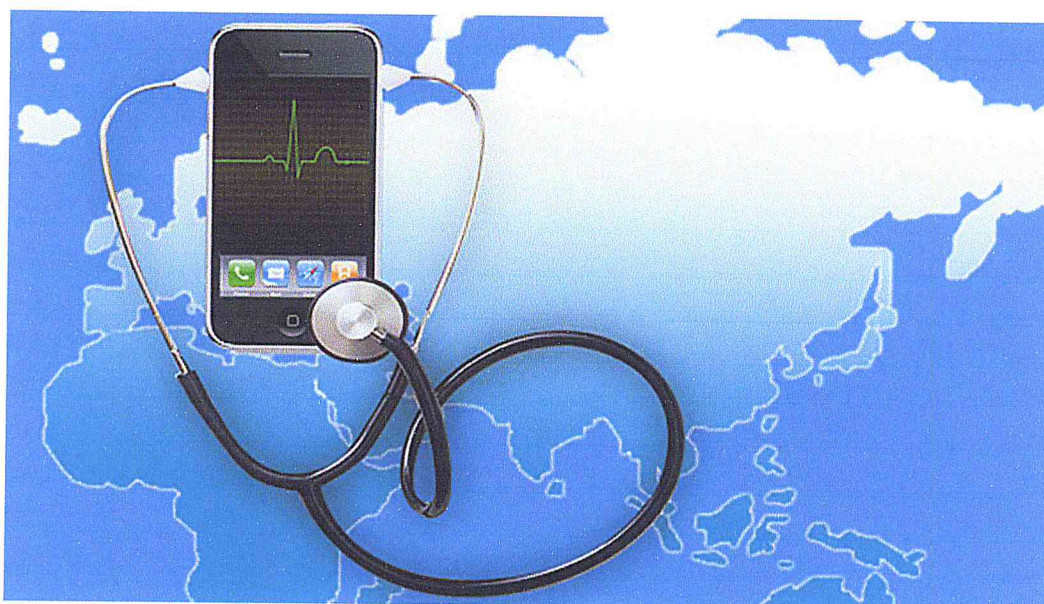


Figure I.1. La Santé-mobile

I.2.2 les applications de M-santé :

La Fondation des Nations Unies a organisé la définition de la M-Health avec les six catégories d'applications dans le domaine de la santé mobile comme suit [3] :

- **L'éducation et la sensibilisation** : ces applications permettent d'établir des éducations et des formations sur les diverses maladies qui existent comme le sida, le cancer, les maladies cardiaques... etc.
- **La collecte des données à distance** : ces applications sont utilisées dans des programmes de la santé publique (ex : programme de vaccination) ; les décideurs de ces programmes ont besoin de renseignements médicaux du public, ces données sont collectées grâce à une simple application mobile.

- **Les applications communication et formation des travailleurs de la Santé :** le principe de ces applications est de former les travailleurs dans le secteur de la santé sur un simple téléphone portable, par des guides de santé, dont le but est d'aider et d'améliorer l'efficacité de soins.
- **Les applications pour maladies épidémies :** champ d'application maladie épidémie a été intégrée pour les systèmes d'alertes, permettant aux responsables de santé de contrôler la propagation de la maladie , du suivi dans le cas d'urgence et de la possibilité de capturer ,de détecter et de transmettre les données en cas d'incidence de la maladie d'où une prévention rapide de la maladie
- **Les applications de diagnostic et traitement :** les applications de M-santé dans ce domaine fournissent des diagnostics, des conseils et des traitements pour les travailleurs de la santé et leurs patients à distance grâce à un accès sans fil aux services médicaux.
- **Les applications de surveillance à distance :** une des catégories d'applications la plus adapté à croitre avec la technologie mobile c'est la surveillance à distance. Cette catégorie d'application est l'intérêt de notre projet qu'on va détailler par la suite.

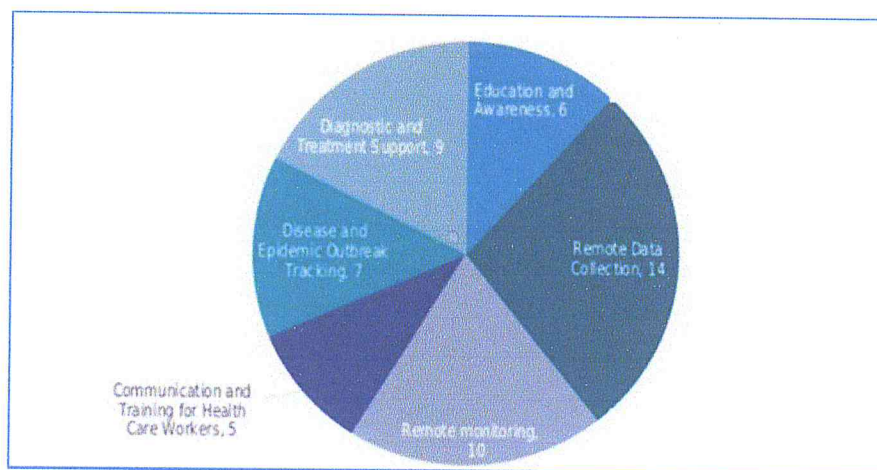


Figure I.2. Les applications de santé-mobilité [3]

I.3 Télémédecine :

De nombreux auteurs définissent la télémédecine comme l'union des télécommunications et de la médecine, elle représente l'utilisation des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (NTIC) dans le secteur médical[4], elle représente aussi la partie de la médecine qui utilise la transmission par communication d'informations médicales

(images, comptes rendus, enregistrements, etc.), en vue d'obtenir un diagnostic à distance, un avis spécialisé, une surveillance continue d'un malade, une décision thérapeutique[5]. La télémédecine ne remplacera jamais le contact immédiat médecin-malade mais vient s'ajouter aux outils de médecin au service du patient [6].

Aujourd'hui, de nombreux champs d'applications et services en télémédecine ont été déployés sur le terrain. Nous présentons **cinq catégories d'applications** principales en télémédecine.

- **Télé consultation** : La téléconsultation est un terme large pouvant regrouper plusieurs sous applications différentes (télédiagnostic, tél expertise, téléconsultation, etc.) mais dont le point commun est le suivant : ces applications permettent d'évaluer un patient, ou des données le concernant, par un ou plusieurs professionnels médicaux, sans interaction physique directe, via un système de téléconsultation [7].
- **Téléassistance** : La fonction de téléassistance a pour objectif l'aide thérapeutique directement apportée au patient à distance, c'est une conséquence possible de la téléconsultation.
- **Télé chirurgie**: L'exploitation et la manipulation des équipements médicaux contrôlée à distance par le praticien sur le patient (ce qu'on appelle télémanipulation).
- **Téléformation** : C'est l'ensemble des applications destinées aux professionnels de santé. on utilise des outils informatiques pour l'aide à la formation continue des médecins en contacts avec des professionnels via le réseau, la consultation des cours de formation.

I.4 La surveillance à distance (Télésurveillance, monitoring) :

I.4.1. Présentation :

La télésurveillance consiste à établir un système de surveillance à distance d'un ou plusieurs patients par un ou plusieurs professionnels de santé (médecin, soignant, et...). Cette surveillance repose essentiellement sur la modernisation du monitoring (c'est-à-dire de l'analyse en continu des paramètres médicaux du patient de toute nature : respiratoires, cardiaques, etc...) en recourant à une technologie de télécommunication [8]. Cette technique s'inscrit particulièrement dans l'hospitalisation à domicile (HAD), c'est-à-dire dans les cas où le patient est suivi médicalement à domicile, les personnes concernées se

sont des personnes âgées, handicapées, et des personnes qui habitent dans une zone rurale où la surveillance hospitalisée est limitée.

I.4.2 L'intérêt de la surveillance à distance :

- 1- La télésurveillance intervient comme facteur de sécurité et de qualité et renforce la conception des prises en charge à distance, cela évite des hospitalisations non nécessaires, indésirables pour le patient et/ou mal vécues et en cela contribuerait à diminuer l'engorgement des services de certains établissements de santé.
- 2- Réduire la surcharge sur les hôpitaux et les établissements de santé.
- 3- Améliorer l'efficacité de soins, la qualité de vie de population, et augmente la productivité de soins.
- 4- établir une surveillance en temps réel, qui permet d'intervenir le médecin rapidement selon l'état de santé des patients.
- 5- Réduire le coût et le temps de déplacement pour les patients,
- 6- Améliorer l'accès des patients à l'expertise spécialisée.
- 7- Un médecin de sante peut surveiller plusieurs patients répartis sur plusieurs zones géographiques, à la fois, donc évite aux patients des déplacements trop lointains et/ou fréquents.

I.4.3 les limites de surveillance à distance :

La surveillance médicale à distance a une limite qui ne facilite pas toujours l'élaboration d'un diagnostic précise à cause de l'absence physique du patient ce qui n'établit pas un diagnostic exact. Les nouveaux systèmes d'aujourd'hui ont pour but d'améliorer l'efficacité de diagnostic par télésurveillance.

I.4.4 La Télésurveillance cardiaque (La surveillance cardiaque à distance) :

Aujourd'hui, la maladie cardiaque est la maladie la plus responsable de décès subite dans le monde à cause d'une crise cardiaque ou un bloc cardiaque,

La plupart de ces décès se produisent à l'extérieur de l'hôpital, cela nécessite un système de surveillance et de contrôle bien précis et plus efficaces dans le but de réduire la fréquence des décès à cause de ces malades et a mené la population à une vie normale.

Pour répondre au besoin actuelle une nouvelle stratégie a été adaptée aux hôpitaux c'est la **télesurveillance cardiaque [8]**.

La Télésurveillance cardiaque se réfère généralement à la surveillance de l'activité cardiaque à distance, c'est à dire en utiliser les nouvelles technologies de communication et de l'information pour le suivi des patients qui souffrent d'une pathologie cardiaque (trouble arythmie cardiaque, insuffisante cardiaque) ou en suivre leur données cardiaque (fréquence cardiaque ,le rythme cardiaque....) ainsi évaluer leur état de santé dans n'importe quelle heure , généralement l'outil le plus utilisé pour le diagnostic et la surveillance ou la télésurveillance cardiaque est l'électrocardiographie (la représentation graphique de l'activité de cœur) par un examen simple ce qu'on appelle l'**électrocardiogramme**.

L'objectif de ce projet est d'établir une surveillance cardiaque à distance ; telle que nous intéresse au stockage et affichage de signal ECG ; donc nous avons besoin de faire une étude générale sur le **signal ECG**. Ce qu'on va faire dans le paragraphe suivant :

I.5 Electrocardiogramme(ECG) :

I.5.1 Présentation :

Un électrocardiogramme (ECG) est un test qui étudie le fonctionnement du cœur en mesurant son activité électrique via les électrodes qui sont cutanés et positionnés sur les différents points du corps.

A chaque battement cardiaque, une impulsion électrique (ou \square onde \square) traverse le cœur. Cette impulsion fait contracter le muscle cardiaque afin qu'il expulse le sang du cœur. Le ECG est un signal biologique mesure et enregistre l'activité électrique qui traverse le cœur et représente cette mesure sous forme d'un graphe. Un médecin peut observer et visualiser ce graphe et déterminer si l'activité électrique est régulière ou irrégulière [9].

I.5.2 A quoi sert l'électrocardiogramme de l'ECG :

Le ECG à un rôle important et efficace pour les diagnostics de pathologie cardiaque, il est simple à exécuter (simple à réaliser), sans risque et peu couteux, le ECG permet de :

- 1-Evaluer si le patient a eu une attaque cardiaque ou une preuve d'une précédente attaque cardiaque.
- 2- Détecter les anomalies et les arythmies cardiaques (crise cardiaque, bloc cardiaque :)à cause d'un rythme cardiaque rapide ou lent.

3- Déterminer les problèmes liés au cœur.

4- Surveiller la récupération à la suite d'une pathologie cardiaque, la progression d'une maladie cardiaque, l'efficacité et les effets de certains médicaments ou un stimulateur cardiaque qui est utilisé pour la maladie coronaire.

I.5.3 Les Dérivations :

Les potentiels électriques générés par le cœur se propagent dans tout l'organisme et apparaissent à la surface du corps.

On mesure la différence de potentiel en deux points de la surface du corps à l'aide d'une paire d'électrodes qui forme un circuit électronique ce qu'on appelle **une Dérivation** où on peut visualiser le courant électrique qui propage le cœur, ces électrodes reliées à un appareil réenregistrement (holter, télémétrie, capteur ECG.....),

En plaçant plusieurs paires d'électrodes à différentes positions, on obtient des résultats différents pour définir plusieurs caractéristiques de ECG.

Si on mesure le vecteur cardiaque dans une seule direction, on ne saura pas caractériser bien le signal ECG .Il est donc important d'avoir un standard de positionnement des électrodes pour l'évaluation clinique du signal ECG.

En pratique, douze dérivations sont utilisées dans les plans frontaux et transversaux (Annexe ECG) pour explorer l'activité électrique ; on distingue [10] :

- Trois dérivations bipolaires (ou dérivations standard) : déterminées par **Einthoven** qui sont: **DI, DII, DIII**.

-Trois dérivations unipolaires : déterminées par **Wilson** : **aVR, aVL, aVF**.

-Six dérivations précordiales : déterminées par **Wilson** : **V1, V2, V3, V4, V5, V6**.

Nous expliquerons ces dérivations dans (l'annexe ECG), la figure suivant présente ces dérivations :

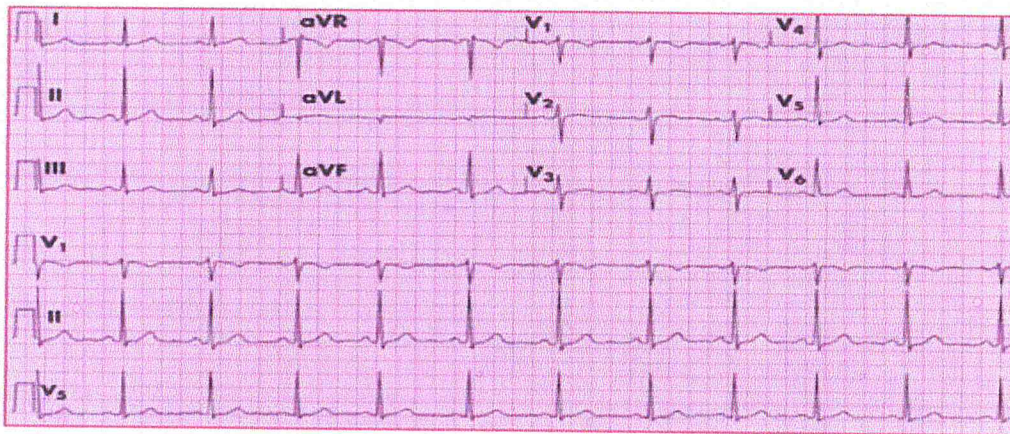


Figure I.3. ECG 12 Dérivation[11]

Dans ce projet nous nous intéressons à la dérivation DII comme un test de départ où l'impulsion électrique du cœur porte une direction positive avec cette dérivation, ainsi la représentation du signal ECG est simple.

I.5.4 Les Paramètres de signal ECG[12] :

I.5.4.1 Les Mesures de signal ECG :

L'ECG est le **trace de l'impulsion électrique** qui traverse le cœur (séquence de des ondes), il mesure trois émissions de base qui jouent un rôle important pour la détection et la détermination des pathologies cardiaques :

- **La direction** : c'est le sens des ondes (**positive -négative**).
- **La Durée**: c'est le temps pour chaque onde en milliseconde (**ms**).
- **L'amplitude** : c'est la puissance mesurée en millivolts (**mv**) [12].

I.5.4.2 Les différentes déflexions (ondes) :

L'ECG enregistre successivement la **dépolarisation et la repolarisation auriculaires**, puis la **dépolarisation et la repolarisation ventriculaires**. Ces phénomènes sont suivis d'un repos électrique qui correspond à la ligne de base **isoélectrique** (Annexe ECG).

Lorsque le système d'acquisition est mis en fonctionnement, une succession de déflexions apparaissent, séparées par des intervalles, qui ont une terminologie bien précise.

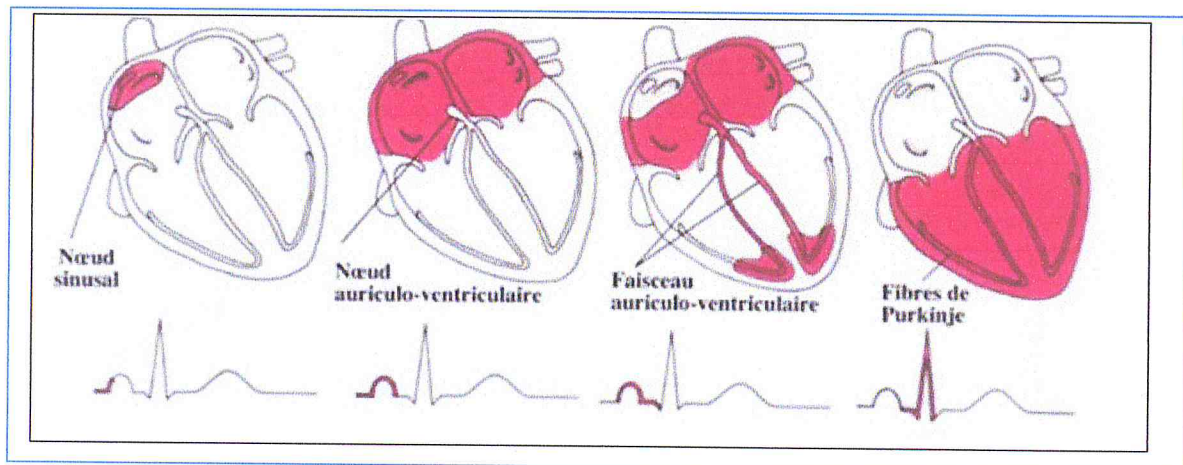


Figure I.4. La dépolarisation / dépolarisation auriculaire et ventriculaire/ auriculaire

- **L'onde P [12] :**

L'onde P correspond à la dépolarisation (contraction) des auriculaires, droite et gauche peut être négative (**AVR**) ou positive (**DII**), généralement son observation est difficile, spécialement dans des conditions bruitées. Il faut noter que la dépolarisation auriculaire n'est pas visible sur l'ECG car elle coïncide avec le complexe QRS d'amplitude.

- **L'onde QRS :**

Le complexe QRS correspond à la dépolarisation ventriculaire précède l'effet mécanique de contraction et il possède la plus grande amplitude de l'ECG. Il est constitué de trois ondes consécutives :

- **L'onde Q** est la première onde négative du complexe.
- **L'onde R** est la première composante positive du complexe.
- **L'onde S** est la deuxième composante négative.

- **L'onde T** : L'onde T correspond à l'essentiel de la dépolarisation des ventricules

- **L'onde U** : L'onde U est une petite déflexion parfois observée après l'onde T dans les dérivation précordiales **V2 à V4**.

Chaque dérivation présente un ensemble d'ondes précises qui sont différentes entre eux, la figure suivante représente la somme de tous les ondes qui s'appelle **Cycle cardiaque complet**.

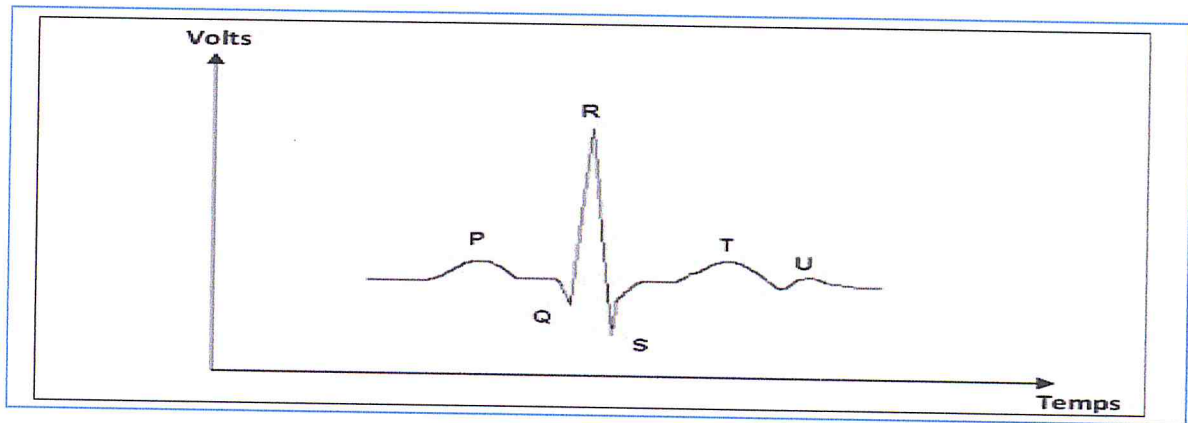


Figure I.5. Cycle cardiaque complet

I.5.4.3 Les différents Intervalles de l' ECG :

- **L'intervalle RR:**

Il est délimité par les sommets de deux ondes R consécutives d'où est évaluée la fréquence cardiaque instantanée. Cet intervalle est utilisé pour la détection des arythmies ainsi que pour l'étude de la variabilité de la fréquence cardiaque.

- **L'intervalle ST (segment ST):**

Il représente l'intervalle durant lequel les ventricules restent dans un état de dépolarisation actif. Il est aussi défini comme la durée entre la fin de l'onde S et le début de l'onde T.

- **L'intervalle PQ:**

Il représente l'intervalle de temps entre le début de la dépolarisation des auriculaires et le début de la dépolarisation ventriculaire. Il représente le temps nécessaire à l'impulsion électrique il est une mesure entre le début de l'onde P et le début du complexe QRS.

- **L'intervalle QT:**

Il représente la durée entre le début du complexe QRS et la fin de l'onde T.

Cet intervalle reflète la durée de la dépolarisation auriculaire et la dépolarisation ventriculaire. En effet sa dynamique peut être associée à des risques d'arythmie ventriculaire et de mort cardiaque inattendue.

on finalise ces paramètres par une figure qui détermine l'ensemble des distances où ces distance jouent un rôle important pour déterminer les **pathologies cardiaques**.

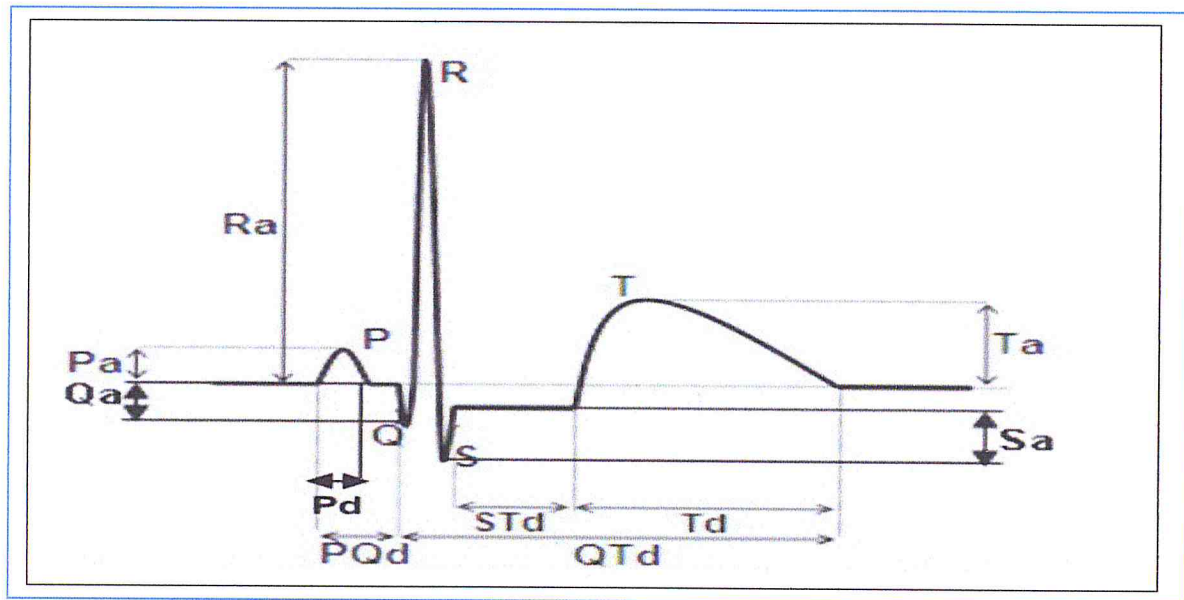


Figure I.6 Les intervalles De ECG

I.5. 4.4 Fréquence cardiaque :

C'est le nombre de QRS par minute. Chez le personne sain, il est au nombre de battements du cœur. La normale est entre 60 et 90 battements/min.

I.5.6 ECG Numérique :

La manipulation du signal ECG sur un support informatique ou électronique comme les ordinateurs est l'un des outils les plus performants de nos jours, elle apporte un intérêt majeur dans le système **analytique médicale, la transmission, la visualisation, du signal ECG** à cause de leur interprétation souple et efficace dans les ordinateurs et les appareils médicaux.

La représentation du signal ECG sur un ordinateur ou appareil est dite l' **ECG numérique**, il résulte d'une opération qui s'appelle **la numérisation du signal ECG**.

La numérisation est une opération qui consiste à transformer le signal ECG analogique vers un signal ECG numérique, elle consiste en deux étapes principales qui est **échantillonnage et la quantification** :

- **Echantillonnage :**

Permet de passer d'un signal à temps continu en une suite discrète de valeurs (valeurs mesurées à intervalles réguliers)

- **Quantification :**

Permet de mesurer l'amplitude du signal ECG à chaque pas d'échantillonnage.

L'amplitude mesurée du signal est codée sur « **b** » bits, pour ce projet chaque échantillon est codé sur **16 bits**.

Dans ce projet nous stockons le signal ECG numérique sous forme des données brutes dans un fichier de taille **14ko**, format hexadécimale, **extension data**.

En résumé, les caractéristiques générales des signaux utilisés dans les suivants :

- la durée : **10s**.
- la codage : **16 bits**.
- taille : **14ko**.
- type de dérivation : **DII**.
- Format de données : **hexadécimal**
- extension (Fichier **.data**).

I.6 Etude comparative sur les différents travaux existants dans la surveillance cardiaque à distance :

La maladie cardiaque est la maladie la plus responsable de décès subits dans le monde à cause d'une crise cardiaque, ou un bloc cardiaque.

La surveillance de cette maladie est donc nécessaire, pour diagnostiquer ces maladies afin de réduire le nombre d'incapacités et de décès causés de ces maladies ; il existe plusieurs techniques dans la surveillance cardiaque développée comme :

➤ implantable cardioverter defibrillator (ICD) [13]:

C'est le traitement le plus efficace pour la détection pathologie cardiaque, il est largement utilisé mais ce traitement est de coût élevé,

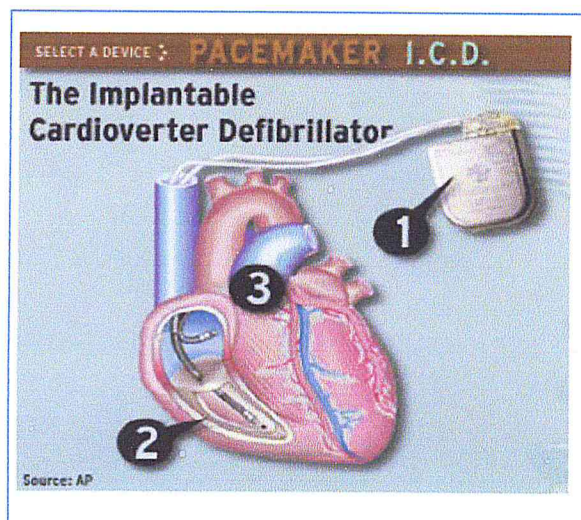


Figure I.8. Implantable cardioverter-défibrillation (ICD) [13]

➤ **L'ECG (électrocardiogramme) [14] :**

L'ECG est le test le plus couramment effectuées à la pathologie cardiaque, le test est simple à exécuter, sans risque et peu couteux.

Trois techniques utilisées pour tester l'ECG se sont :

➤ **Technique d' Holter [15]:**

Holter est une méthode pour faire un test d'ECG, il enregistre les Signaux ECG de 24h à 48h

L'inconvénient de cette technique est qu'elle est insuffisante de l'utiliser à long terme, et elle est limitée par le temps.



Figure I.9. Technique de Holter [15]

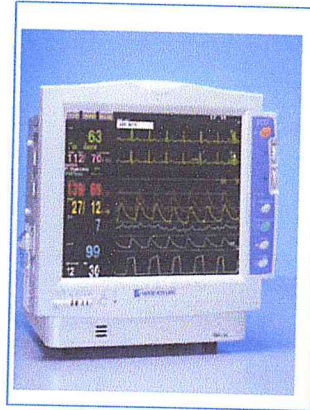
➤ **Technique de R-test [15]:**Cette technique permet au médecin de surveiller l'enregistrement des séquences des signaux de l'ECG.

Ces deux techniques sont limitées dans le temps (4 semaines pour la RTEST) et sont révélées insuffisantes et partiellement efficaces.

➤ **Techniques de télémétrie cardiaque [16] :**

Le système télémétrie est un dispositif permet de tester L' ECG,

Les Inconvénients de ce système sont le coût élevé et l'espace limité, car en général, il est uniquement installé dans hôpital.



I.10. Techniques de télémétrie cardiaque [16]

Pour répondre à ces problèmes ; une technologie adapté aux hôpitaux pour les maladies cardiaques. Cette technologie est appelé la **surveillance cardiaque à distance**,

L'intérêt de cette technologie est d'établir une surveillance en temps réel, qui sera ni limitée dans le temps ni limitée dans l'espace.

Plusieurs travaux sont développés dans la surveillance cardiaque à distance, certains proposent des plates-formes est autres proposent des solutions pratiques, nous déterminons quelques-uns selon notre projet :

- ❖ Le premier projet de la surveillance à distance que nous présentons intitulé « **WirelessECG based on Bluetooth Protocol: design and implémentation** », a été réalisé par « C.Rodriguez, S. Borromeo, R. de la Piéta, J.A Hernandez » dans les années 2006, leur principe est de développer une conception d'un système portable, de coût faible pour la surveillance de signal ECG en temps réel en utilisant la transmission sans fil (Bluetooth), sur des petits dispositifs portables et des ordinateurs [**Acquisition, visualisation de signal ECG en temps Réel**][17].

Le système est décomposé en deux parties : une matérielle et l'autre logiciel.

- **La partie matérielle:** le contenu de cette partie est un ensemble des dispositifs électronique qui sont : un capteur ECG sans fil, un bio-amplifier, un Filtre passe-

bande, est un microcontrôleur PIC16F876. Le but est s'assurer la transmission sans fil du signal ECG vers un PC ou un dispositif portable.

- **La partie logicielle** : cette partie possède deux application : une pour bureau (ordinateur) avec la Technologie J2SE, et l'autre une application embarqué pour le mobile avec la technologie J2ME. Ces deux applications ayant une option Bluetooth pour acquisition de signal ECG.

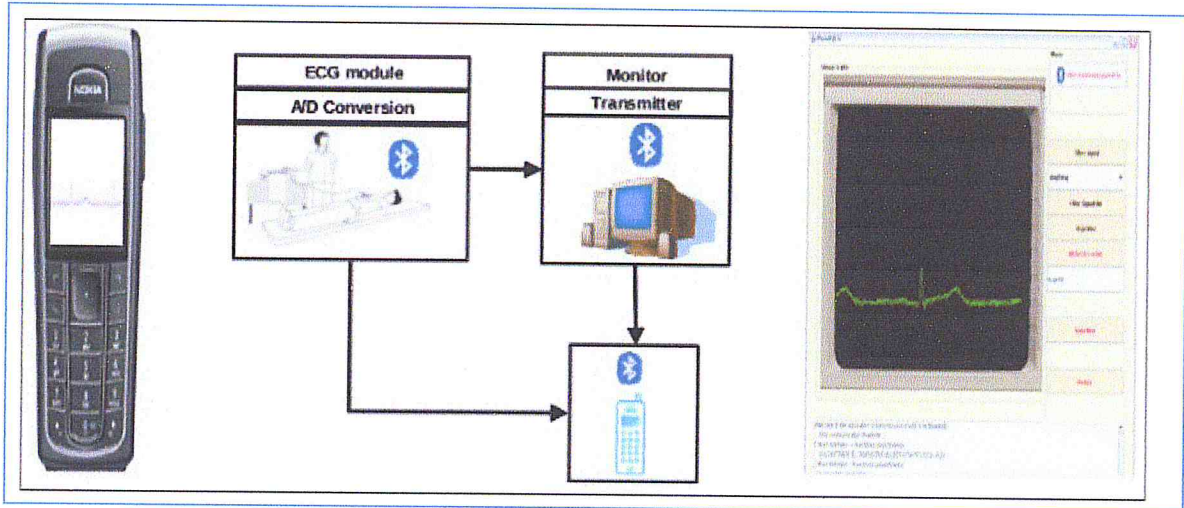


Figure I.11. Wireless ECG based on Bluetooth protocol: design and implementation[17]

Ce système possède des points forts et des points faibles :

➤ **Point fort :**

Le but général c'est la surveillance à distance en temps réel avec un système faible en consommation d'énergie, et la visualisation sur des dispositifs mobiles cela règle tous les problèmes existants dans la surveillance classique.

Utilisation de la technologie sans fil de type Bluetooth sert à faciliter la mise à jour technologie de transmission sans fil (GSM/GPRS/3G).

➤ **Point faible :**

L'absence d'une base de données pour stockage des données cliniques (signal ECG), pour l'archivage les données, qui joue un rôle important pour déterminer les diagnostics comme historique de patient.

- ❖ Le Deuxième projet intitulé « **Remote Continuous Cardiac Arrhythmias Détection and Monitoring** » [18]. L'objectif de ce projet est de proposer une plate-forme dédiée à la surveillance à distance des maladies cardiaques en temps

réel, l'objectif de cette plate-forme est améliorer l'efficacité et la productivité de soins et mener une vie normale au patient à haut risque. Lorsqu'une arythmie cardiaque est détectée, un message comprenant une séquence de signal ECG et des images du patient sont envoyées au serveur distant ou serveur de surveillance, le cardiologue peut intervenir en temps réel selon la gravité du symptôme.

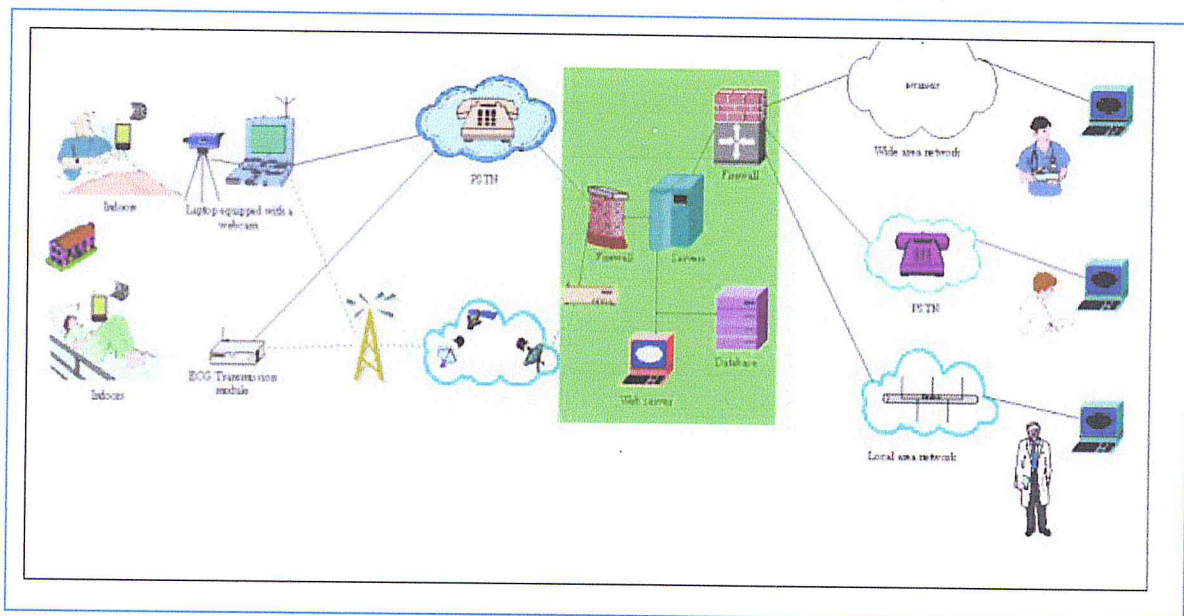


Figure I.12. Remote Continuous Cardiac Arrhythmias Detection and Monitoring[18]

➤ **Point fort :**

- Surveiller et détecter en temps réel et à distance les arythmies cardiaques du patient.
- La transmission des séquences et des images de symptôme du patient sert à aider (plus) au diagnostic de la maladie cardiaque.
- Proposition des 4 modes de fonctionnement selon la gravité du patient et la bande passante pour la transmission du signal ECG, ils ont attribué une bande passante plus élevée pour les patients à haut risque par contre une bande passante moyenne pour les patients moins risqué.

➤ **Point faible :**

Nécessité de Médecin/ expert toujours et en permanent dans L'hôpital pour visualiser le signal ECG et mettre son diagnostic cela ne garde pas la mobilité de médecin /expert.

- ❖ Le troisième projet a été réalisé en 2011 par le doctorant de l'université de Tlemcen

Intitulé " CONCEPTION ET DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS
ETSERVICESDEDIÉS A LA SANTE SUR DES TERMINAUX MOBILES
"[19]

Ce projet traite la conception, le développement et le déploiement de services en télémédecine adapté aux environnements mobiles, il a pour but de proposer une plate-forme permettant aux usagers mobiles (terminaux mobiles) de découvrir ,de bénéficier et d'exécuter des services sensibles au contexte et à leur environnement. Leur objectif est répondre aux besoins qui sont essentiellement liés ,d'une part, à la souffrance des patients (personnes cardiaques...) dans un milieu non hospitalier, à la détection de leur situation critique , d'autre part, à l'adaptabilité de ces services et applications sur des terminaux a faibles ressources(téléphones) .

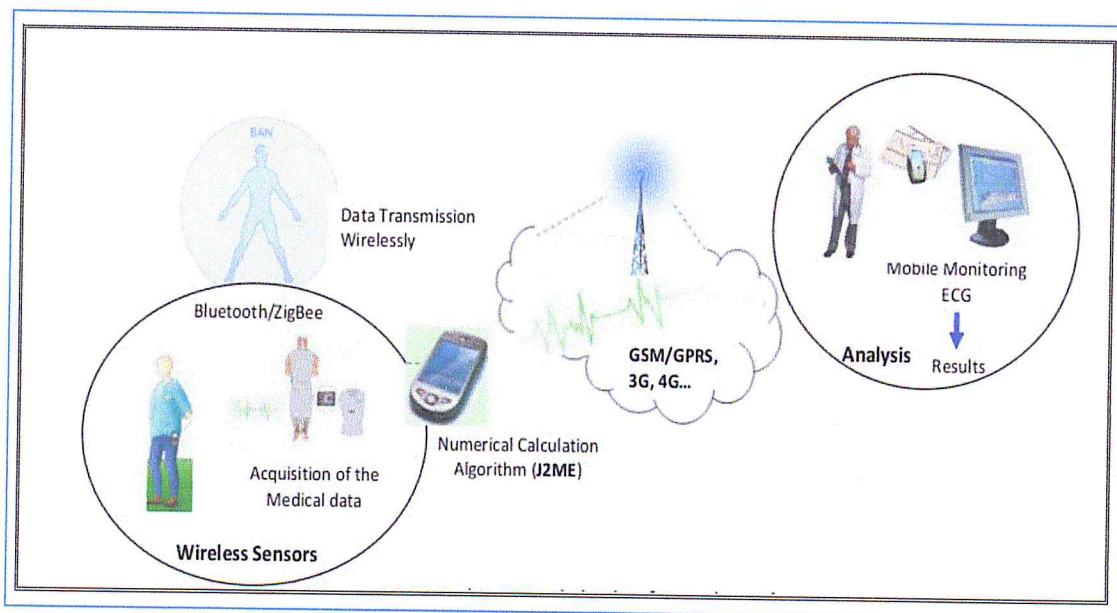


Figure I.13. Plate-forme de déduction la situation critique de patient cardiaque [19]

➤ Point fort

- Implémentation les différents algorithmes de compression, de classification et détection des pathologies cardiaques permet de faciliter le diagnostic et en temps réel.
- Transfert en temps réel de toutes les informations nécessaires: fréquence moyenne cardiaque, température, au service d'urgence, facilite le suivi à distance pour obtenir un bon diagnostic.

➤ **Point Faible :**

Ce projet possède deux points faibles, c'est la mobilité de médecin, cela nécessite la présence du médecin en tout temps à L'hôpital pour faire le diagnostic ainsi l'absence de base de stockage pour les données ECG dans les services cardiologies ne garde pas historique de patient.

Il existe plusieurs projets qui ne sont pas présentés seront résumés dans le tableau suivant :

Nom projet	Type de format utilise	Technologie utilise	Réaliser par	Année
Wireless ECG based on Bluetooth Protocol: design and implémentation	Paquet	J2SE pour application bureau J2ME pour les application mobile	C.Rodriguez, S. Borromeo, R. de la Prieta, J.A Hernandez, N.Malpica, Departamento de Ingeniera Telematica y Tecnologia Electronica,	2004
A distance en continu arythmies cardiaques Détection	Image		Haiying Zhou*, Kun Mean Hou*, Jean Ponsonnaille**, Laurent Gineste	2005
Détection de l'activité cardiopulmonaire à distance via l'internet [20]	Paquet (data)	Visuel Studio. net	SERHAL Hassan de Université Libanaise	2010
Conception et	Text	J2ME	MERZOUGUI	2011

développement d'applications et services dédiés à la santé sur les terminaux mobiles			2011 Rachid, Université Telemcen Alger	
Application mobile télésurveillance cardiaque et une communication bluetooth [21]	Paquet (data)	Android	Woubshet Behutiye. Université Toulouse des Sciences Appliquée	2012

Tab I.1 Les travaux existants dans la surveillance cardiaque à distance

La plus part des travaux, qui sont présentés au-dessus effectuent une surveillance cardiaque à distance, avec la présence physique du médecin /expert et l'absence d'une base de stockage de donnes ECG.

Dans ce cas, L'entreprise TICMED propose une solution pour les services de cardiologies. Leur but est de surveiller à distance les patients qui atteint d'une maladie cardiaque avec l'absence physique du patient et le médecin /expert et une base de données pour le stockage du signal ECG, cela permet de régler tous les problèmes qui existent dans la surveillance classique de manière plus efficace et garde d'autonomie de patient et le médecin (à l'extérieur de l'hôpital). Elle est divisée en deux parties : une partie matériel et autre logiciel (une description sur cette solution dans le chapitre1 partie II).

Dans ce projet ; nous nous intéressons sur la partie logiciel où nous allons réaliser une base de données de stockage de signal ECG, ses caractéristique, et la visualisation graphique sur simple portable (Smartphone).

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une étude global sur la surveillance à distance de la maladie cardiaque et le signal ECG, certains travaux ont été proposé dans ce domaine, Ces travaux sont bénéficiés d'un effort important de la part des communautés scientifiques et industriels.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons la technologie client mobile / serveur ; qu'on nous l'aura adapté à notre travail.

CHAPITRE II

II.1 Introduction :

Les technologies mobiles et leur large adoption par les nouvelles générations, sont appelées à transformer notre mode de vie par l'invention de nouveaux services adaptables au contexte utilisateur, facilement accessibles en **mobilité**, et très pratiques pour une utilisation courante dans la vie quotidienne moderne. Ainsi, la prolifération des terminaux mobiles dans notre environnement, l'interconnexion et l'intégration de ces dispositifs à travers les réseaux sans fil ouvrent la voie devant le développement d'applications inconcevables il y a peine quelques années.

L'informatique mobile commence à mettre sa technologie au service de la santé. De nouveaux usages, essentiellement autour de la téléphonie mobile et la localisation géographique commencent à voir le jour. La nécessité de faire communiquer des professionnels de la santé à distance, d'assister un médecin en garde par un spécialiste à distance et en temps réel, de gérer des urgences à distance sont toutes des situations parmi plusieurs pour lesquelles les nouvelles applications mobiles contextuelles ou ubiquitaires trouvent tout leur intérêt.

Dans ce chapitre nous établissons une simple étude sur les outils qui s'adaptent dans l'informatique mobile, ces outils nous les intégrés dans de notre travail.

II.2 Définition du modèle client/serveur (Client /server computing) :

Le modèle client /serveur est un Modèle informatique basé sur le traitement distribué selon lequel un utilisateur lance un logiciel client à partir d'un ordinateur relié à un réseau, déclenchant simultanément le lancement d'un logiciel serveur situé dans un autre ordinateur possédant les ressources souhaitées par l'utilisateur. [22]

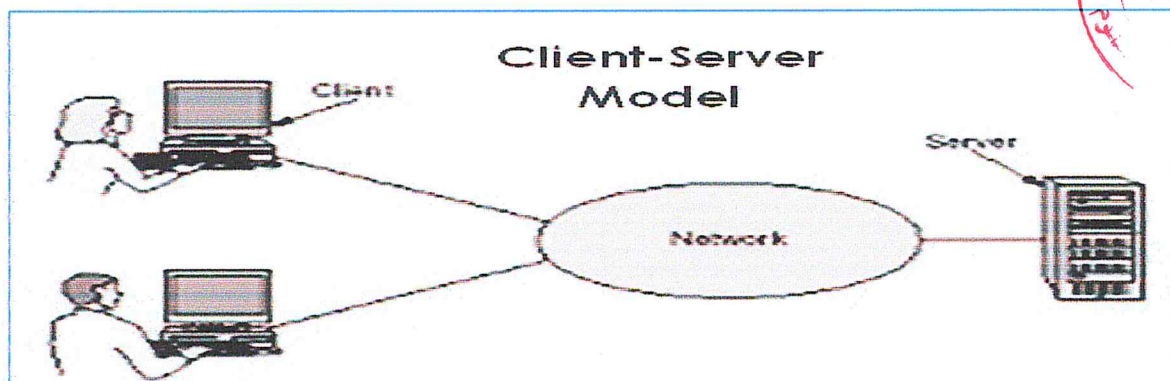


Figure II.1. Modèle client/serveur

II.3 La notion de protocole et port :

➤ Notion de port

Lors d'une communication réseau, les différents ordinateurs s'échangent des informations qui sont généralement destinées à plusieurs applications (le client mail et le navigateur internet par exemple).

Seulement ces informations transitent par la même passerelle. Il faut donc savoir pour quelle application telle information est destinée. On attribue donc des ports pour chaque application. Un port est comme une porte. Les informations sont multiplexées (comme dans les voitures récentes) et passent par la passerelle. A leur arrivée (vers le serveur) ou à leur réception (vers votre machine) elles sont dé-multiplexées et chaque information distincte passe par le port qui lui est associé. Les informations sont ensuite traitées par l'application correspondante.

Un port est codé sur 16 bits, il y a donc 65536 ports.

L'adresse IP plus le port (exemple : **127.0.0.1:8080**)

➤ Notion de protocoles :

Un protocole est une série d'étapes à suivre pour permettre une communication harmonieuse entre plusieurs ordinateurs. Par exemple :

- **HTTP** : (Hyper Texte Transfert Protocol) : c'est celui qu'on l'utilise pour les pages web.
- **SMTP** : (Simple Mail Transfert Protocol) : c'est le protocole utilisé pour envoyer des mails.

II.4 Les différents modèles de client/serveur

En fait, les différences sont essentiellement liées aux services qui sont assurés par le serveur.

On distingue couramment :

II.4.1 Le client/serveur de données

Dans ce cas, le serveur assure des tâches de gestion, stockage et traitement de données. C'est le cas le plus connu de client- serveur, et utilisé par tous les grands SGBD:

La base de données avec tous ses outils (maintenance, sauvegarde....) est installée sur un poste serveur. Coté clients, un logiciel d'accès est installé permettant d'accéder à la base de données du serveur. Tous les traitements sur les données sont effectués sur le serveur qui renvoie les informations demandées par le client.

II.4.2 Le client/serveur de présentation :

Dans ce cas la présentation des pages affichées par le client est intégralement prise en charge par le serveur. Cette organisation présente l'inconvénient de générer un puissant trafic réseaux.

II.4.3 Le client/serveur de traitement :

Dans ce cas, le serveur effectue des traitements à la demande du client. Il peut s'agir de traitement particulier sur des données, de vérification de formulaire de saisie, de traitements d'alarmes.

Ces traitements peuvent être réalisés par des programmes installés sur des serveurs mais également intégrés dans des bases de données, dans ce cas, la partie donnée et traitement sont intégrés.

II.4.4 Modèle client mobile /serveur :

Le modèle client mobile /serveur est un cas particulier du modèle client-serveur, il est caractérisé par un client de type mobile (terminaux mobile), et une technologie de WIMAX, GSM, 3^e Génération.

Dans notre projet nous utilisons une combinaison entre le modèle client mobile et le modèle de client –serveur traitement.

II.5 Architecture client mobile / serveur :

II.5.1 Serveur :

. Un serveur est un ordinateur qui fournit des données vers d'autres ordinateurs. Il peut servir de données vers des systèmes sur un réseau local LAN ou un réseau étendu WAN sur l'Internet.

II.5.2 Terminaux mobile :

Les terminaux mobiles sont un environnement faisant une référence au concept de mobilité, c'est à dire tout un environnement ayant un moyen de communication entre eux via une technologie sans fil, Ils présentent une grande différence par rapport aux environnements fixes (les ordinateurs fixes) par la **taille et le poids**.

On trouve plusieurs types de terminaux mobiles, les assistants numériques personnels (PDA), les téléphones cellulaires, les ordinateurs portables, les tablettes et les Smartphones, dans ce projet on s'intéresse au Smartphone. [23]

II.5.3 Les Smartphones (Téléphone Intelligent):

Le Smartphone "smart phone " c'est à dire un téléphone intelligent, désigne un téléphone portable non seulement ayant d'un module de radio communication mais aussi des fonctions de bureautique (agenda ,carnet, lire les fichier PDF , éditeur de texte ,etc.) , ainsi les fonctions de multimédia (GPS, lire vidéo , photographie , jeux ,navigation sur l'internet,etc.) [24]

La plupart des téléphones mobiles vendus se sont des Smartphones de différentes catégories comme **Samsung, HTC Iphone, BlackBerry, LG, etc.**



Figure II.2.les Smartphones

II.5.3.1 Les Caractéristique de Smartphone :

➤ Caractéristiques Matérielles:

Les ressources de base comme tous les terminaux mobiles qui sont : le processeur, les mémoires de stockage, ces ressources ont moins de capacité par rapport des ordinateurs de bureau.

- une batterie de charge de faible énergie.
- Un écran d'affichage de faible résolution.
- les matérielles externes qui sont intégrer telles que l'écran tactile, appareil photo et vidéo, et clavier.

➤ Les Caractéristiques de Communication:

- une communication sans fil avec les différentes technologies comme WIFI et Bluetooth.
- une communication filaire permettant la synchronisation avec l'ordinateur.
- une communication internet via un protocole WAP.

➤ Les Caractéristiques Logicielles:

Un Smartphone inclut un système d'exploitation et des applications mobiles, ces dernières sont différentes par rapport aux applications du téléphone cellulaire, et sont véritables à une application d'ordinateur.

II.5.4 Les applications mobiles : [25]**II.5.4.1 Présentation:**

Une application mobile est un logiciel applicatif développé pour être installé sur un appareil électronique mobile, tel qu'un assistant personnel, un téléphone portable, un Smartphone, ou un baladeur numérique.

Une telle application peut être téléchargée par l'utilisateur dans le biais d'une boutique en ligne, telle que **Google Play** ou **l'App Store**. Une partie des applications disponibles sont gratuites tandis que d'autres sont payantes.

II.5.4.2 Type d'application :

Dans le monde mobile, les applications peuvent être divisées en trois types:

A. Les applications natives ou embarquées :

Une application native ou embarquée est basée sur un langage de la plate-forme (le système d'exploitation qui s'adapte). Elle sera donc fortement liée (fort couplage) au langage de programmation que supporte la plate-forme. Par exemple une application programme en langage Java destiné à fonctionner sous Androïde ne fonctionnera que sur les appareils ayant comme système d'exploitation Androïde.

B. Les applications web ou connectées :

Ces types d'application fonctionnent comme des sites web. En effet, elles sont entièrement construites avec le langage web et fonctionnent avec tous les navigateurs pour mobile. Elles ne sont pas concernées par les problèmes de compatibilité. En effet tous les appareils disposant d'un navigateur peuvent utiliser ce type d'application.

Cependant on est confronté à un problème de performance pour son utilisation.

C. Les applications hybrides ou synchronisées :

Une application hybride est capable d'être déployée sur différentes plate formes. En effet grâce à des Framework utilisant le langage web, nous sommes capables de développer une seule application tournant sur plusieurs plateformes. On note ici un découplage entre l'application et les plateformes.

II.5.5 Les systèmes d'exploitation mobiles (Smartphone) :

Les systèmes d'exploitation pour les mobiles sont des systèmes d'exploitations embarqués prévus pour fonctionner sur les terminaux mobiles en particulier les Smartphones, ces systèmes fournissant des API pour déployer et gérer et exécuter les différentes applications mobiles.

On trouve plusieurs types de systèmes d'exploitation mobiles ,certains de type ouverts et certains de type fermés (propriétaires) .nous présentons les plus connus comme suivant :

- **IOS :**

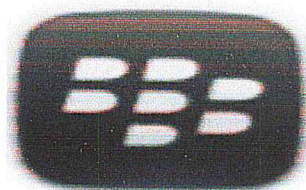
L'IOS est le nom du système d'exploitation mobile produit et développé par la célèbre compagnie Apple. Ce système d'exploitation est uniquement utilisé sur les Smartphones d'Apple appelés iPhone.

Cet OS exporte sur les produits iPad et Apple TV. La dernière version à ce jour est l'IOS 7.



- **BlackBerry OS**

BlackBerry OS est un système d'exploitation fermé pour téléphone mobile de la gamme BlackBerry, conçu par la société canadienne Research In Motion (RIM).



- **Windows Phone :**

Windows Phone 7 est un système d'exploitation mobile développé par Microsoft pour succéder à Windows Mobile, sa précédente plateforme logicielle qui a été renommée pour l'occasion en Windows mobile Classique.



Contrairement au système qu'il remplace, Windows Phone 7 est principalement destiné au grand public plutôt qu'au marché des entreprises.

- **HP WEB OS :**

HP web OS est un système d'exploitation mobile fermé fonctionnant grâce à un noyau Linux. D'abord appelé « Palm



webOS », il a été renommé par HP webOS le 19 octobre 2010 suite à un rachat intervenu quelques mois auparavant de Palm par Hewlett Packard (HP)

- **Androïde :**

Androïde est un système d'exploitation open-source utilisant le noyau Linux, pour Smartphones, PDA et autres terminaux mobiles, conçu par Androïde, une start-up rachetée par Google en juillet 2005. Il existe d'autres types d'appareils possédant ce système d'exploitation tels que les téléviseurs et les tablettes.



Afin de promouvoir ce nouveau système d'exploitation ouvert, Google a su fédérer autour de lui un consortium d'une trentaine d'entreprises : **Open Handset Alliance (OHA)** créée officiellement le 5 novembre 2007.

Toutes ces entreprises interviennent, plus ou moins directement, dans le marché de la téléphonie mobile. Le but de cette alliance est de mettre en place des normes ouvertes dans le domaine de la téléphonie mobile. Ce qui veut dire que les développeurs d'application Androïde pourront accéder aux fonctionnalités du cœur de téléphone via une API fournie avec le système d'exploitation Androïde.

II.5.6 Communication entre Client mobile / serveur :

La communication entre un client mobile et le serveur est réalisé par des réseaux mobiles, avec la présence, d'un opérateur téléphonique spécifique, qui gère les informations de l'utilisateur, et fournit des services, ce dernier doit être communiqué avec le serveur.

Les opérateurs téléphoniques possèdent un réseau d'accès radio mobile (GSM, UMTS (3^{ème} génération «3G», etc.), pour communiquer avec l'extérieur.

La figure suivante montre un exemple d'un client mobile communique avec le serveur

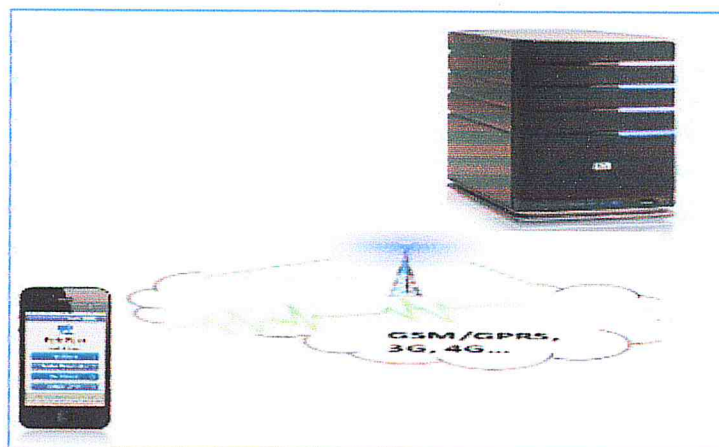


Figure II.3.client mobile/serveur

II.6 Conclusion :

Dans ce chapitre avons présenté une étude globale sur la technologie client mobile est le serveur, ces notions seront plus tard utilisés dans notre travail.

Dans le chapitre suivant nous présentons la solution mobile proposée par la société TICMED ainsi que leur besoins dans ce projet.



I.1 Présentation de l'entreprise :

L'entreprise **TICMED** est une start-up qui porte un projet d'aide au diagnostic de pathologies cardio-respiratoires à distance et Lauréate du concours PACEIM (Création d'entreprises innovantes en méditerranée). L'entreprise développe et commercialise des appareils assistés par des suites logicielles qui peuvent s'intégrer dans des services dédiés à la santé. Les porteurs de projet sont des **chercheurs de Lyon(France)**.

I.2 La Solution mobile proposée par la société TICMED :

L'augmentation exponentielle des nouvelles technologies de communication et de l'information (TIC) dans le domaine de la santé, ouvre la possibilité aux entreprises qui développent les matériaux médicaux d'établir des modifications sur les systèmes de contrôle et de surveillance des malades, ces modifications rendent un service global qui est « **LA SURVEILLANCE À DISTANCE** ».

Plusieurs solutions sont développées ; certaines sont basées sur la technologie Web (une solution web) et d'autres solutions se basent sur les technologies mobiles (les solutions mobiles).

Pour cela, l'entreprise **TICMED** propose une solution mobile pour le suivi des maladies cardiaques, cette solution est basée sur les intégrations des technologies sans fil en particulier les terminaux mobiles dans les systèmes de surveillance, cette solution permet de régler l'ensemble des problèmes qui existent dans le système de surveillance cardiaque classique (**partie I, chapitre 1**), et de remplacer les visites médicales traditionnelles par des visites modernes,

Grâce à cette solution, l'équipe de soins peut suivre les patients à n'importe quelle heure, à domicile, et en temps réel, d'où améliorer la qualité de vie de ces patients et augmenter l'efficacité et les productivités de soins. Plusieurs populations sont concernées : les patients qui souffrent d'une maladie cardiaque, les personnes âgées, les handicapés, aussi les personnes qui se trouvent dans une zone où la possibilité de surveillance cardiaque est limitée (manque d'experts dans la spécialité).

L'architecture de cette solution est basée sur une plate-forme, cette dernière, est composée de deux parties principales, une partie pour les patients et une partie pour l'équipe de soins :

1) la partie du patient :

Cette partie comprend des dispositifs qui sont attribués aux patients, ces dispositifs ayant une capacité de communication sans fil qui permet de relier ces dispositifs avec la partie de l'équipe de soins qui sont :

➤ *Les capteurs ECG sans fil (Wireless ECG Sensor):*

Les capteurs ECG sans fil sont des petits appareils électroniques embarqués, faibles en consommation d'énergie, simple à l'utilisation.

Ces dispositifs permettent de capturer le courant électrique qui se propage dans le cœur, via des électrodes qui sont placés sur le corps du malade, leur rôle est d'effectuer l'enregistrement du signal ECG et deux type de signaux qui est (PHONO, APEXO) et de transformer ces trois signaux en une suite de données binaire et de placer ces signaux dans un fichier appelé **fichier auscultation**, ce fichier sera transféré au serveur distant via un modem qui s'appelle "**boxmédicale**".

➤ **BOX MEDICALE:**

Le modem box médicale est un appareil électronique, attribué au patient, il joue le rôle intermédiaire entre le patient et le serveur distant pour l'échange des données (fichier auscultation), ce dispositif fournit deux services principaux qui sont :

- Le premier service est configuré pour établir une connexion avec le capteur(WES) sur un support sans fil (RS32, Bluetooth).
- Le second service est configuré pour établir une connexion avec le serveur distant via internet

Ces deux services sont effectués pour la transformation du fichier au serveur distant.

2) **La partie équipe de Soins :** cette partie comprend un serveur distant et les Smartphones, pour la suivi des patients à distance

➤ Le serveur Distant:

C'est le serveur d'accès mobile, il fournit une base de données, cette base possède tous les informations des données du patient tel que identification, nom prénom, fichier auscultation,

➤ **Les Smartphones:** Ce sont des terminaux mobiles pour médecin, ou expert qui fournissent une communication sans fil pour récupérer les fichiers auscultation ainsi tous les informations du patient grâce à une application mobile qui permet d'aider au diagnostic des signaux ECG.

Cette plate-forme offre la possibilité de la surveillance et la prise en charge des patients en temps réel ; et la pris en compte La mobilité du patient et **l'équipe de soins**.

L'entreprise TICMED développe les dispositifs médicaux (capteur ECG), et l'objectif de notre projet est le développement d'une application entre client mobile et le serveur qui est le médecin/expert sous forme d'une **application client mobile/ Serveur**.

I.3 Le Principe fonctionnement :

Dans la surveillance cardiaque à distance, le cardiologue utilise le test ECG pour évaluer la probabilité d'apparition d'une anomalie cardiaque, et la régularisation du rythme cardiaque.

Un patient qui accepte de se surveiller à distance, il va au service de cardiologie dans un hôpital, le responsable de ce service lui affecté deux dispositifs (le capteur ECG sans fil et box médicale).

Le responsable enregistre dans une base de données tous les informations concernant le patient (numéro de dossier du patient, nom, prénom, date de naissance, etc.).

Lorsqu'un patient a besoin d'une visite médicale, et il se trouve à l'extérieur de l'hôpital alors :

- Si cette personne est autonome, il fait la mesure (enregistrement de signal ECG) lui-même.
- Si n'est pas autonome, une infirmière pourrait effectuer la mesure.

L'un des deux prend les mesures avec l'appareil de ECG sans fil (**WES**), cette appareil génère un fichier auscultation qui contient un signal ECG numérique et les signaux (Phono,

Apexo) sous forme d'une suite d'octets (des données brutes), avec un codage spécifique. Cet appareil transmet le fichier au serveur distant via le box médical.

Lorsque le serveur reçoit les données (le fichier auscultation), le système enregistre automatiquement ces données et informe le responsable qu'ils y a des données auscultation qui sont arrivées ; ont besoin d'envoi au médecin associé, On donne la possibilité que les médecins ou les experts consultent tous l'information qui concerne le patient à suivre. Il est estimé qu'un médecin suivie quarante patients par jours, le médecin se connecte au serveur distant, peut récupérer les fichiers, visualiser le signal et effectuer un diagnostic sur son Smartphone.

Ce diagnostic comprend des statuts (**vert, orange, et rouge**) :

- Si le tracé de L' ECG est normal, le médecin clique sur une pastille (statut) vert ; cela veut dire que le rythme cardiaque est régulier et il n'existe aucune d'anomalie cardiaque.
- Si le tracé est anormal, le médecin lui réagir rapidement, il clique sur un statut rouge cela veut dire que le rythme cardiaque est irrégulier, ainsi il existe une anomalie cardiaque.
- Si le médecin ne reconnaît pas son propre diagnostic, il clique sur une pastille jaune cela veut dire que le médecin demande une confirmation du diagnostic par son expert.

Ces statuts seront envoyés vers le serveur distant,

Lorsque le responsable du service voit le statut jaune (médecin), il envoie les données à l'expert associé, l'expert fait la même procédure que le médecin.

Lorsque le responsable de service voit le statut rouge (médecin/expert), il déclenche la procédure convoquer le patient et organise un rendez-vous.

Pour compléter la chaîne, le médecin/ expert peut envoyer tous les paramètres du signal ECG qui prend un statut rouge, ainsi que son observation. Ces paramètres sont organisés dans une fiche qui s'appelle **analyse/résumé**.

Le responsable peut ajouter une fiche analyse /résumé des rendez-vous associés qui l'organise. Cette fiche est prête à exploiter avant le prochain rendez-vous.

I.4 L'étude de l'existant :

Comme nous avons déterminé dans la partie précédente. la solution mobile proposée par la société TICMED doit répondre au problème qui existe dans la surveillance cardiaque classique et doit assurer la mobilité de l'équipe de soins (médecin, expert) ainsi une base de stockage des données de ECG pour aider au diagnostic (exemple : historique de patient).

Actuellement la solution mobile n'est pas complète, car il existe un manque de partie logiciel pour gérer les données sur le serveur et assurer le diagnostic pour le médecin/expert.

Notre travail est arrivé pour compléter cette solution par le développement d'un logiciel entre le client mobile (médecin)/serveur, mais avant de commencer nous allons établir une étude technique d'un signal ECG sur un papier millimétrée pour un affichage sur un Smartphone et un PC ; ainsi une étude sur le fichier auscultation pour l'enregistrement et l'affichage de signal ECG.

I.4.1 ECG sur le papier

Les premiers électrocardiogrammes provenaient d'un mouvement du stylet sur une bande papier, aujourd'hui les tracés se font sur imprimantes.

Les appareils d'enregistrement déroulent les papiers millimétrés par un standard de paramètre telle que :

- chaque millivolt correspond au 10 millimètre $1\text{mv}=10\text{mm} = 1\text{cm}$.

- chaque seconde correspond 25 millimètre $1\text{s} = 25\text{mm} = 2,5\text{cm}$.

- chaque 10 carreau sur la ligne horizontale correspondant 1mv

1 carreau = 0.1mv = 1mm = 0.1cm

- chaque 25 carreau sur la ligne verticale correspond 1seconde

1 carreau = 0,04 s = 1mm=0.1cm

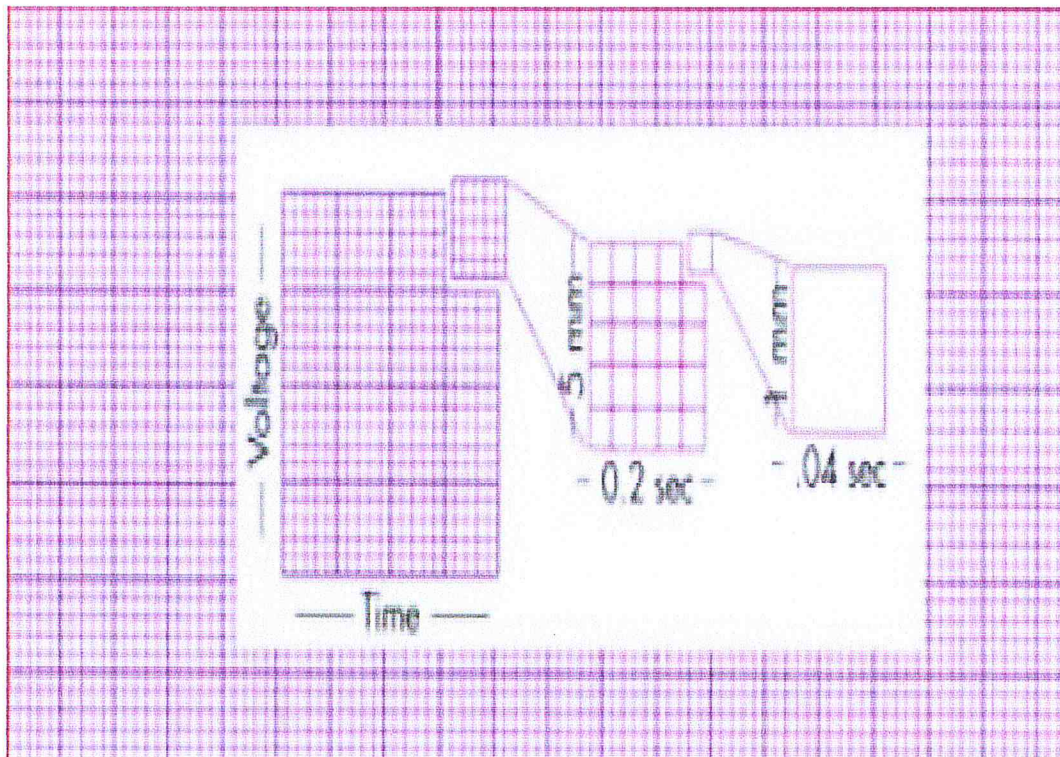


Figure I.1 : ECG sur le papier [13]

I.4.2 Le Contenu de fichier auscultation :

```

EE EE 02 FF 1B B8 1A 95 1A A4 1B BE 1D 8C 1F BC 20 B7 1D
37 21 80 20 9B 1F 9F 1D 9F 1C AF 1D B8 1D AF A0 1F 20 91
21 9F 22 96 21 80 1F BF 1E 95 1C A5 25 23 1A 8F 1C 80 1C
BF 1E A3 20 8F 20 AF 21 9B A0 27 1F 90 1E BE 1D A3 1D 8F
1D AE 1E AF 1F BB 2C 01 22 80 21 A5 20 BF 1E A3 1D B8 1C
97 1B BB A0 3B 1E 80 1E 8F 20 A7 21 9F 21 97 21 8D 20 8F
2A 00 1D BC 1E 85 1E 80 1F A5 20 AF 21 8F 21 9F A0 0F 20
80 1E A0 1D 9F 1C 9F 1C 8B 1C B3 1E AB 22 17 21 80 21 AF
20 A0 20 91 20 80 1E 87 1E AF 9F 2B 1F BF 20 B7 21 8F 20
AD 21 87 20 8F 1E A1 1C 3F 1E BC 1E A7 1F 98 20 8B 21 8E
21 B6 21 BB 9F 23 20 97 20 BB 20 80 20 AF 21 93 21 81 22
8F 1D 15 21 8F 20 AC 20 B7 21 80 20 80 20 BF 20 A3 9F 3F
24 80 22 A0 22 B1 22 AF 22 83 22 B3 23 87 21 1B 22 BF 23
BC 23 B3 23 A6 23 AB 22 96 22 B5 A0 23 22 B0 23 81 23 87
23 9F 23 AF 23 BF 24 83 22 03 24 81 23 AF 24 85 25 80 23
80 23 81 23 9E A0 00 23 A0 23 91 22 A3 23 8B 22 97 23 89
    
```

FigureI.2 : Le Contenu de fichier auscultation

L'appareil comprend l'acquisition en même temps d'un signal ECG, d'un signal de stéthoscope numérique qu'on appelle phono et un signal de pression qu'on appelle apex.

Les trois signaux sont échantillonnés à une fréquence de 4 kHz.,

Les échantillons sont codés de manière suivant :

Avant codage : 12 bits 0000MMMMMMMLLLLLL

• **Passage sur 16 bits : 00MMMMMM et 00LLLLLL**

• **Codage :**

• **ECG 00MMMMMM et 00LLLLLL**

• **PHONO 00MMMMMM et 10LLLLLL**

• **APEX 10MMMMMM et 00LLLLLL**

MSB : représente les bits de poids Fort ;

LSB : représente les bits de Poids Fiable

La donnée doit être stockée sur 16 bits (2 octets).

Les données sont envoyées au PC suivant une séquence de 16 échantillons, elles se représentent de la manière suivante :

1. Phono	9. Phono
2. Phono	10. Phono
3. Phono	11. Phono
4. Phono	12. Phono
5. Phono	13. Phono
6. Phono	14. Phono
7. Phono	15. Phono
8. ECG	16. Apex

I.5 La SOLUTION PROPOSEE:

1.5.1 Presentation:

Pour répondre au besoin actuel de la solution mobile, nous allons développer une application réseau, afin de compléter cette solution et assurer la surveillance cardiaque à distance les maladies cardiaque, mais avant de commencer le développement nous construisons une base de données pour le stockage des données cliniques des patients (le signal ECG).

Cette application est composée de deux parties :

- Application sur le serveur distant : C'est une application bureau, qui permet de gérer tous les données entré /sortie du serveur et la communication avec les Smartphones
- Application pour Smartphone : C'est une application mobile, pour le médecin ou l'expert qui permet d'aider au diagnostic de suivi des données du patient et d'assurer la communication avec l'application sur le serveur distant.

1.5.2 Présentation le langage de la modélisation et la démarche adoptée

1.5.2.1 UML (*Unified Modeling Language*):

UML (*Unified Modeling Language*) est un langage unifié pour la modélisation objet. Il se définit comme un langage de modélisation graphique et textuel destiné à comprendre et décrire des besoins, spécifier, concevoir des solutions et communiquer des points de vue. [26], mais il ne définit pas le processus d'élaboration des modèles. Cependant dans le cadre de la modélisation d'une application informatique, les auteurs d'UML préconisent d'utiliser une démarche.

Pour standardiser les démarches, plusieurs modèles de démarches ont été décrits et parfois formalisés, parmi ces derniers, UP.

1.5.2.2. Le Processus Unifié [27]

Le Processus Unifié (PU ou UP en anglais pour **Unified Process**) est un processus de développement logiciel construite sur UML ; il est itérative et incrémentale, centré sur l'architecture et piloté par les cas d'utilisation. **Itérative et incrémentale**

La méthode est itérative dans le sens où elle propose de faire des itérations lors de ses différentes phases, ceci garantit que le modèle construit à chaque phase ou étape soit affiné et amélioré. Chaque itération peut servir aussi à ajouter de nouveaux incréments.

- **Piloté par les cas d'utilisation**

Orienté l'utilisateur pour répondre aux besoins de celui-ci.

- **Centré sur l'architecture**

Les modèles définis tout au long du processus de développement vont contribuer à établir une architecture cohérente et solide.

L'objectif d'un processus unifié est de maîtriser la complexité des projets informatiques en diminuant les risques à l'aide de définir des priorités pour chaque fonctionnalité.

Dans notre cas, Les activités de processus unifié sont basées sur un modèle de développement en cascade.

I.5.3. Le modèle en cascade

Ce modèle a été décrit par Royce en 1970[28], il a été largement employé depuis, pour la description générale des activités liées aux logiciels.

Le modèle en cascade permet de couvrir le cycle de vie d'un logiciel depuis l'analyse jusqu'au test

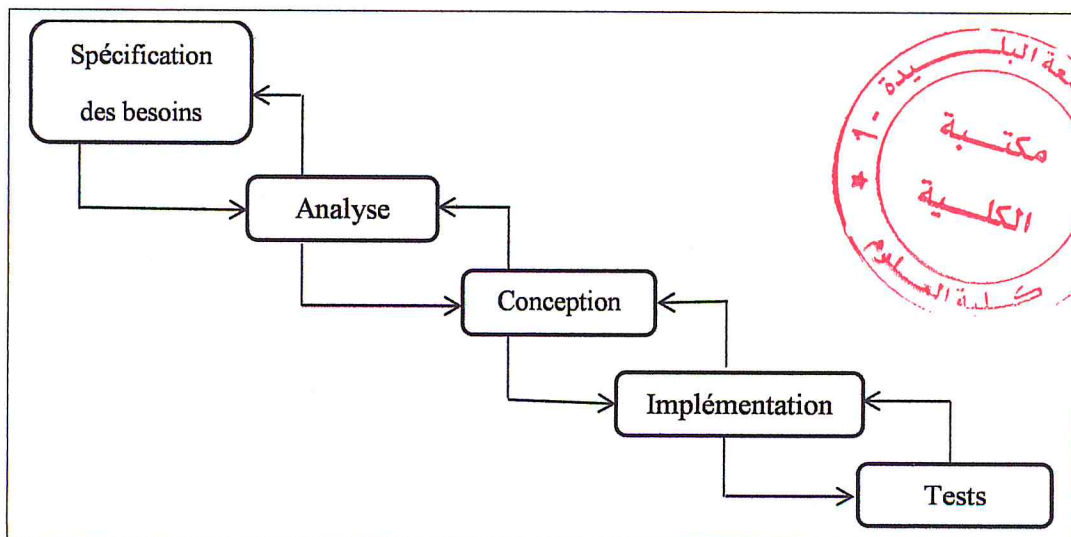


Figure I.3 : Modèle en cascade. [28]

III.6.1. Expression des besoins [29]

La spécification des besoins est une étape essentielle au début de processus de développement, elle consiste généralement à déterminer précisément les besoins des utilisateurs du système afin d'éviter de développer un logiciel non adéquat.

Cette étape ne préoccupe pas des solutions mais des questions : elle identifie le « quoi faire ? » Et identifie les entités de l'environnement du système. Pour modéliser ces besoins on utilise le diagramme des cas d'utilisation d'UML.

III.6.2. Analyse [30]

L'objectif de l'analyse est d'accéder à une compréhension des besoins et des exigences du client, il s'agit de livrer des spécifications pour permettre de choisir la conception de la solution.

Un modèle d'analyse livre une spécification complète des besoins issus des cas d'utilisation et les structures sous une forme qui facilite la compréhension (Scenario) en utilisant le diagramme de séquence d'UML pour représenter les interactions entre les objets.

III.6.3. Conception [30]

C'est la phase la plus importante du processus de développement d'un logiciel. Elle s'intéresse d'abord au « comment ? », à savoir la solution du problème énoncé.

La conception a pour but de décomposer le logiciel en module, de préciser les interfaces et les fonctions de chaque module. A l'issue de cette étape, on obtient une description de l'architecture du logiciel et un ensemble de spécifications de ces divers composants en utilisant le diagramme de classe d'UML.

III.6.4. Implémentation [31]

L'implémentation est le résultat de la conception pour implémenter le système sous forme de composants, c'est-à-dire, de code source, de scripts exécutables et d'autres éléments du même type. Les objectifs principaux de l'implémentation sont de planifier les intégrations des composants pour chaque itération, et de produire les classes et les sous-systèmes sous forme de code source.

III.6.5. Tests [29]

Les tests permettent de vérifier des résultats de l'implémentation en testant la construction. Pour mener à bien ces tests, il faut les planifier pour chaque itération, les implémenter en créant des cas de tests, effectuer ces tests et prendre en compte le résultat de chacun.

I.6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons expliqué la solution mobile proposée par la société

TICMED, ainsi au leurs besoins actuelles où nous allons développer la partie logicielle de cette solution sous forme d'une application client mobile /serveur Nous déterminons les étapes de la réalisation de notre solution dans les chapitres suivants.

II.1 Introduction :

L'objectif de ce projet est le développement d'un logiciel de **surveillance à distance** des patients atteint une maladie cardiaque, ce logiciel répond aux besoins de la **solution mobile** proposée par la société TICMED, dans le but de compléter cette solution avec les dispositifs médicaux qui produisent.

La première étape dans la réalisation de notre solution est de déterminer l'ensemble des besoins, c'est une étape primordiale qui fait une description globale sur notre système. Ces besoins sont collectés grâce aux **responsables de la solution mobile** ainsi qu'un **spécialiste** dans le domaine de cardiologie pour la validation du concept et les données médicaux.

II.2 Définition des besoins :

II.2.1 Application de Serveur Distant :

Pour atteindre une bonne solution mobile de surveillance à distance, les services de cardiologie ont besoin d'un outil efficace pour gérer tous les données entré/sortie dans le serveur distant, il joue le rôle d'intermédiaire entre le patient et leur équipe de soins. Ce dernier permet de faire :

❖ **Prise en charge les données du patient :**

Un mauvais diagnostic est une situation qui pourrait conduire à la mort. Avec l'absence physique du patient dans la surveillance à distance des maladies cardiaques, les équipe de soins ont besoins des informations (données) sur le patient suivi tel que : *âge, date naissance, le lieu, sexe, type maladie, etc.*, ces informations sont prise en charge par le responsable de service cardiologie via une application sur le serveur qui gère ces données. Grâce à ces informations l'équipe de soins peuvent effectuer un bon suivi et un diagnostic efficace d'où améliorer la productivité de soins.

❖ **Une Communication entre le patient et l'équipe de soins :**

La communication entre le patient et l'équipe de soins joue un rôle important dans la surveillance cardiaque à distance, une bonne communication indique un bon diagnostic ainsi qu'un bon suivi.

Un logiciel sur serveur distant, établit une communication entre le patient et son équipe grâce à l'enregistrement de tous les données cliniques arrivées de patient /médecin (fichier auscultation, résultat de diagnostic,), et assure l'envoi de ces informations à la personne concerné.

A partir de cette application, le médecin peut surveiller à distance plusieurs patients avec un temps réduit, ainsi il peut accéder à tout moment au serveur pour récupérer le fichier auscultation et mettre son diagnostic.

❖ **Enregistrer et consulter les données cliniques de patient (fichier auscultation ECG) :**

La maladie cardiaque est la première cause de décès dans le monde, cette maladie nécessite un suivi régulier et individualisé. Le test de l'ECG est l'outil efficace pour déterminer la probabilité d'apparition d'une pathologie cardiaque pour cette personne, la transmission de cette information est nécessaire dans la surveillance cardiaque à distance grâce à un logiciel sur le serveur qui fait l'enregistrement et l'envoi de fichier auscultation (signal ECG) au médecin associé pour visualiser et mettre son avis.

❖ **Concevoir un historique du patient :**

L'historique du patient est un outil efficace pour établir un bon diagnostic, c'est l'un des objectifs de surveillance cardiaque à distance.

Un logiciel Serveur permet de gérer tous les données cliniques de patient et l'équipe de soins pour obtenir un bon suivi à distance, elle inclut :

1. Gestion des informations de patient :

Le responsable de service peut à tout moment ajouter , modifier et consulter les informations de chaque patient qui accepte de se surveiller à distance tel que , nom prénom, date de naissance , adresse e-mail, type de maladies chronique (diabète ,Azme , la pression artérielle (tension) , épilepsie) ;le responsable doit créer un dossier de patient électronique propre à chaque création d'un nouveau patient dans le système .

2. Gestion des informations de l'équipe de soins :

Le responsable du service peut à tout moment ajouter, modifier et consulter, les informations d'équipe de soins. Chaque équipe est composée des employés qui sont des infirmeries ou travailleurs-santé mobile.

Deux types des travailleurs santé mobile sont concernés par notre système c'est les médecins et les experts

3. Gestion d'affectation :

Chaque patient ajouté dans le système doit être suivi par un seul infirmier , un seul médecin , et un seul Expert .

4. Consulter les fichiers auscultation ECG :

A chaque arrivé de données auscultation, le système ajoute automatiquement le fichier auscultation à la base de données, ce dernier porte avec lui un identifiant de L'envoyeur qui est unique, la taille et la date d'arrivé.

Le fichier auscultation peut contenir des échantillons du signal ECG , celui-ci contient des paramètres des ondes, des intervalles, (sont présentés dans la partie1 chapitre 1) à partir de ces paramètres le médecin peut déterminer leur pathologie cardiaque.

5. Gestion d'envoi au médecin/patient :

Le responsable du service cardiologie envoie un email sécurisé, qui sont :

- **Le fichier auscultation** : À chaque enregistrement de fichier, le responsable envoie l'identifiant de signal au médecin associé sur son Smartphone pour faire le diagnostic ; si le médecin ne connait pas bien la maladie, il envoie ces fichiers à l'expert associé celui si met son avis. On donne la possibilité au responsable de service de l'afficher pour vérifier leur contenu

- **Le résultat de diagnostic** : À chaque réception d'avis de l'expert/ médecin, le responsable envoie les résultats au patient, si le patient est suivi par une infirmière il envoie à cette infirmière sinon il envoie au patient lui-même.

Chaque fin de journée le responsable peut voir la liste des envois par jours au médecin et l'expert.

6. consultation :

Le responsable de service cardiologie peut consulter à tout moment les données de patient /leur équipe de soins, cette consultation inclut :

- historique de patient
- les statuts (avis arrivé au Smartphone).
- les fiches analyse / résumé.

7. Gestion des matériels :

Chaque patient qui accepte de surveiller à distance le responsable de service de cardiologie va affecter des dispositifs médicaux (appareil médical) pour faire les mesures, le responsable saisit tous les informations de ces appareils comme le, numéro de série, type appareil, un appareil sur le système peut apporter une garantie, les informations de garantie aussi sont saisi dans le système.

8. Gestion des messages d'alertes :

Cette gestion présente une liste d'alertes qui permet aux responsables d'être informés automatiquement et en temps réel sur les nouveaux changements dans le système:

- les nouveaux fichiers auscultation non suivi par le médecin.
- les nouveaux statuts arrivés au médecin,
- les fiche analyse /résumé pour ajouter les dates de rendez-vous à cette fiche.

9. Gérer les requêtes arrivées au Smartphone :

Le mode de communication entre un client mobile /serveur est à travers le réseau. Le rôle de client est l'envoi des requêtes lorsque il aura besoin des données, et le serveur atteint la requête et établit le traitement demandé.

Une application sur le serveur permet de gérer tous ces requêtes arrivées au Smartphone tel que l'enregistrement dans la base de données, la consultation, etc.

II.2.2 Logiciel pour client mobile (Smartphone) :

Pour compléter la solution mobile de la surveillance cardiaque à distance, les services de cardiologie ont besoin d'un outil sur les Smartphones pour gérer tous les données arrivées au serveur distant, une telle application pour Smartphone (ressources restreintes, capacité de stockage réduite, faible résolution permet d'établir :

➤ Une aide au suivi et au diagnostic utilisant les données du patient :

Pour assurer le bon diagnostic et le bon suivi dans la surveillance cardiaque à distance le médecin /expert ont besoin d'un outil efficace pour faire leur diagnostic sur le patient concerné et transmette le résultat au serveur distant, cette application permet de garantir la mobilité de l'équipe et d'établir un diagnostic en temps réel.

comporte une description sur le diagnostic tel que : type de signal, la fréquence cardiaque, tous les paramètres de signal, une observation, date d’opération.

Le médecin /expert envoie cette fiche au serveur où le responsable consulte cette fiche et ajoute un rendez-vous. Une Fiche analyse /résumé est prête avant le prochain rendez-vous

5. Consultation :

Pour faciliter la tâche de la surveillance ; les patients, le médecin /expert peuvent consulter à tout moment les données de patient, cette consultation inclut :

- Consultation des informations particulières par médecin /expert
- Consultation des informations et listes de patient à suivre
- Consultation les rendez-vous pour les experts

On résume les besoins de la solution mobile dans le tableau suivant :

Serveur distant	Smartphone
Gestion des informations de patient	Consultation
Gestion des informations de l'équipe de soins	Récupération le fichier auscultation
Gestion d'affectation	Affichage graphique de tracé ECG
Gestion d'appareil	Enregistre et envoi le résultat de diagnostic (statut)
Gestion D'envoi	Générer et envoi les fiche analyse résumé
Consulter et le fichier auscultation	
Gestion des messages alertes	
Gérer les requête arrivé de Smartphone	
Consultation des donnes de Système	

TabII.1 les besoins de l'application client mobile /serveur

Bien que nous ayons expliqué le principe du fonctionnement de notre application mais nous n'avons pas expliqué les différentes tâches du système et les différents acteurs. , ces tâches sont bien définies dans l'étape analyse des besoins suivante.

II.3 Spécification des besoins :

La première étape de la réalisation de notre solution est d'établir une spécification des besoins. Pour cela nous allons procéder à la modélisation de notre application.

Avant de commencer la modélisation ; nous expliquons les différents acteurs de notre application , puis nous allons voir deux diagrammes de modèle UML, le diagramme de cas d'utilisation qu'il nous aidera à comprendre les différentes tâches et leurs interactions avec les acteurs et un diagramme d'activité qui expliquera comment se déroule ces tâches.

II.3.1 Description de Les Acteurs de l'application :

Notre application occupe deux parties, une pour le serveur et l'autre pour les terminaux mobile (les Smartphones), un acteur interagit avec cette application.

Le système différencie trois types d'acteurs ayons accès à des fonctionnalités communes et spécifiques à leur rôles dans le système. Ces trois acteurs sont :

➤ Le responsable de service :

Le responsable de service est l'acteur principal dans la partie application de serveur Distant, c'est lui qui permet de gérer tous les données arrivées au serveur, la prise en charge des données de patient, l'envoi des données de fichier auscultation au Smartphone et planifier les rendez-vous.

➤ Les travailleurs-santé mobiles (les médecins, les experts):

Les travailleurs-santé mobile se sont des acteurs principaux dans la partie application sur le Smartphone. Ils permettent d'établir une connexion au serveur distant, de récupérer les fichiers auscultation (ECG), de faire le suivi et le diagnostic, d'envoyer les résultats au serveur distant. Les travailleurs -santé mobile sont les médecins et les experts.

Au début le responsable de service envoie les fichiers au médecin. Si le médecin ne reconnaît pas le diagnostic, il l'envoie à l'expert pour la confirmation de ce dernier.

➤ Agents de système :

Un agent système est un programme dans notre application, un pour la partie application de serveur distant qui permet d'établir les traitements requêtes arrivées du Smartphone, de fournir les messages d'alerte, d'enregistrer le fichier auscultation. Et l'autre pour la partie d'application sur Smartphone qui permet de recevoir les données arrivées du serveur distant.

Généralement ce sont ces trois acteurs que nous avons listés ci-dessus et qu'ils vont interagir avec notre application. Pour mieux comprendre leur interaction et les différentes tâches, nous allons faire appel à un diagramme de model UML, c'est le diagramme de cas D'utilisation.

II.3.2 Diagramme de cas d'utilisations :

Le diagramme de cas d'utilisation scinde la fonctionnalité du système en unités cohérentes, les cas d'utilisation, ayant un sens pour les acteurs.

Les cas d'utilisation permettent d'exprimer le besoin des utilisateurs d'un système, ils sont donc une vision orientée utilisateur de ce besoin au contraire d'une vision informatique.

Dans notre cas nous définissons quatre diagrammes de cas d'utilisation, 2 partie des cas D'utilisation sont globale et l'autre détaillé:

❖ Diagramme de cas d'utilisation globale pour l'application client mobile :

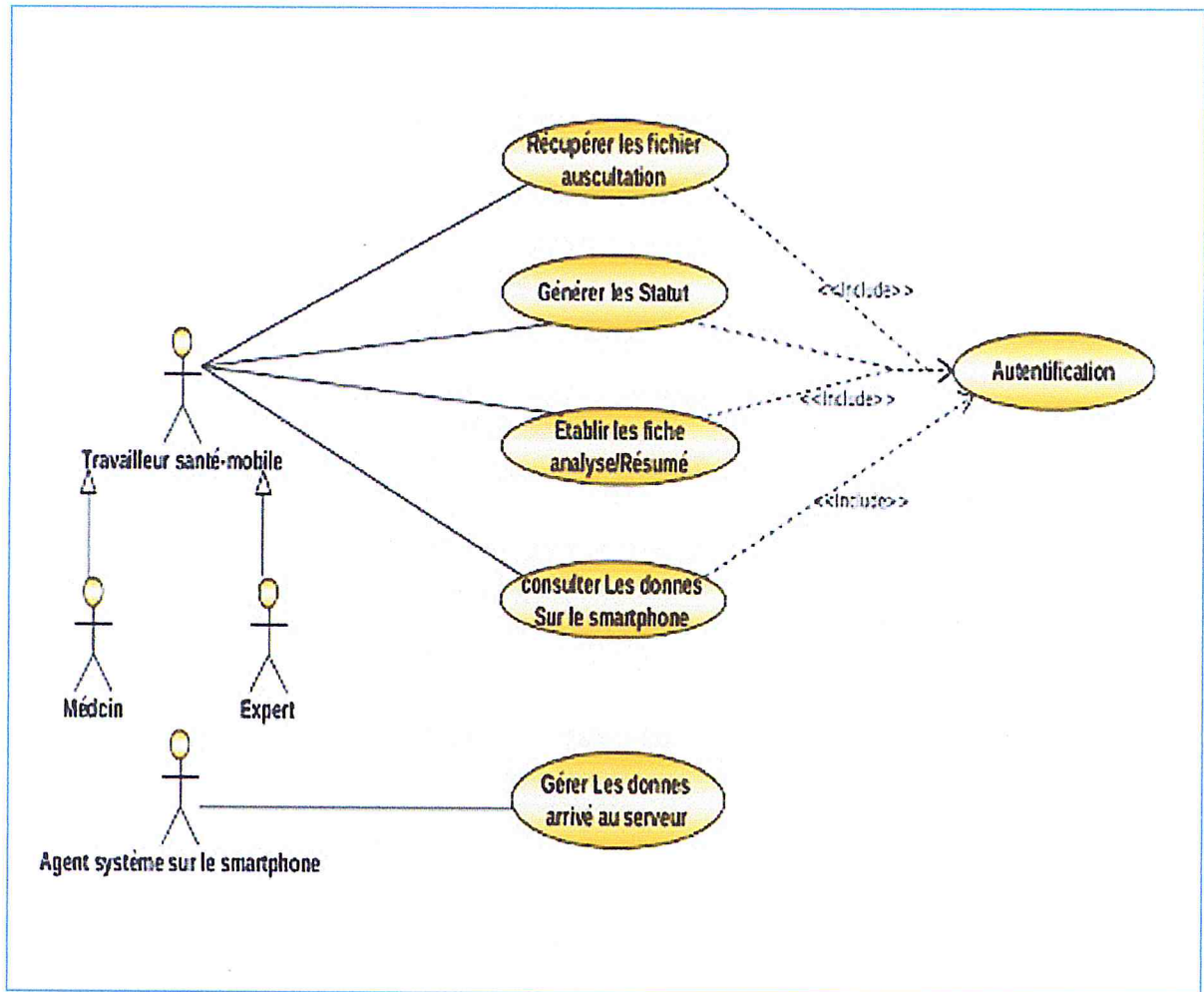


Figure II.1. Diagramme cas d'utilisation global de l'application client mobile

❖ Diagramme de cas d'utilisation globale pour l'application serveur distant:

- ❖ Diagramme de cas d'utilisation détaillé de génération de la fiche analyse/résumé pour le client mobile :

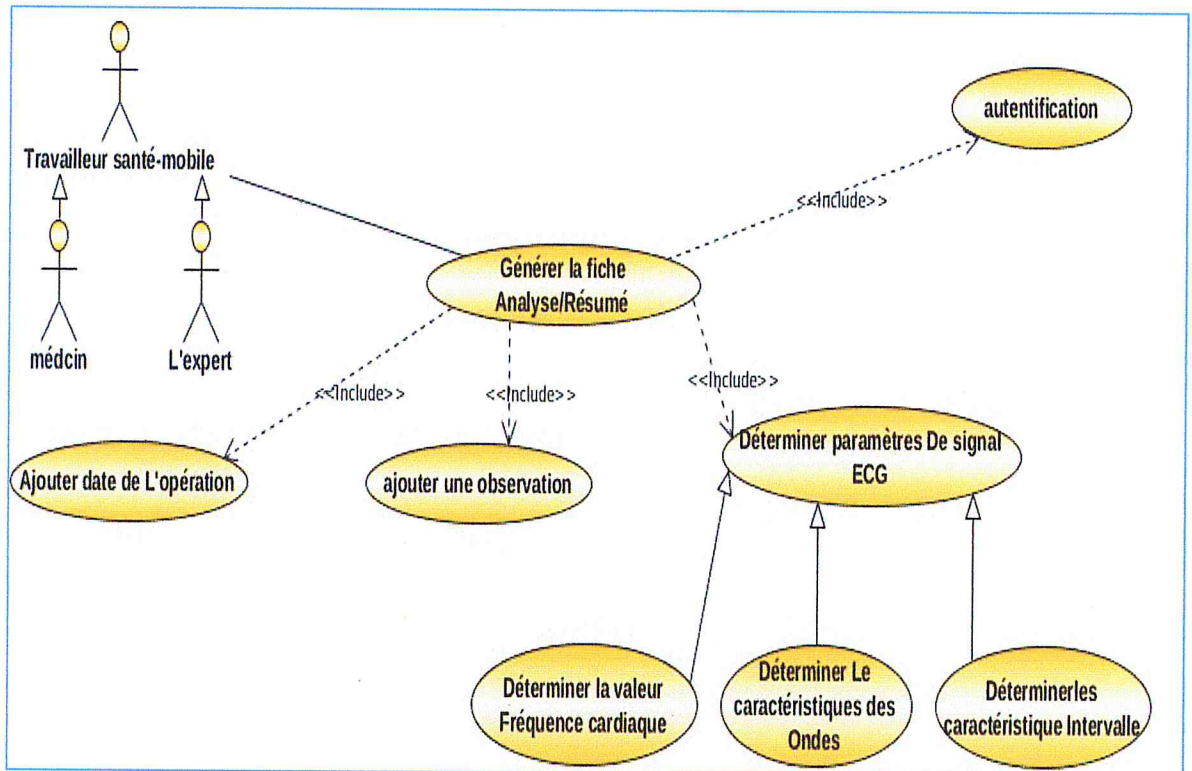


Figure II.3. Diagramme de cas d'utilisation détaillé pour générer une fiche analyse/résumé

❖ Diagramme de cas d'utilisation détaillé de consultation pour application de serveur distant :

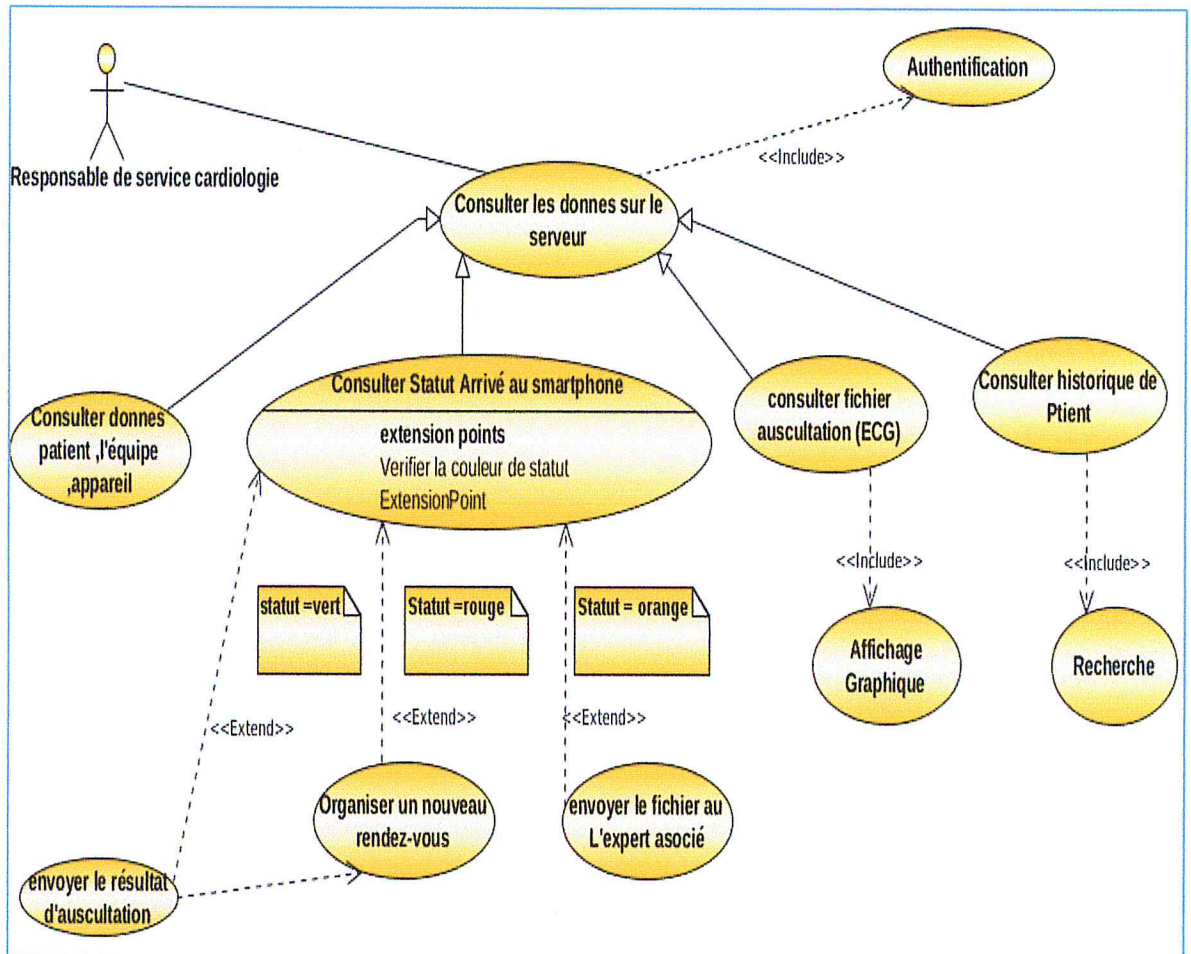


Figure II.4. Diagramme de cas d'utilisation détaillé de consultation pour le serveur distant

II. 3.3 Diagramme d'activité :

Comme son nom l'indique, le diagramme d'activité a pour rôle de définir avec précision les traitements au sein de notre système en utilisant un enchaînement des activités, le diagramme de cas d'utilisation que nous avons déjà vu ne montre pas le déroulement des tâches.

Nous allons voir maintenant comment se déroule notre système en spécifiant pour chaque traitement un diagramme d'activité.

❖ Diagramme d'activité de suivi des données de patient (fichier auscultation de ECG) :

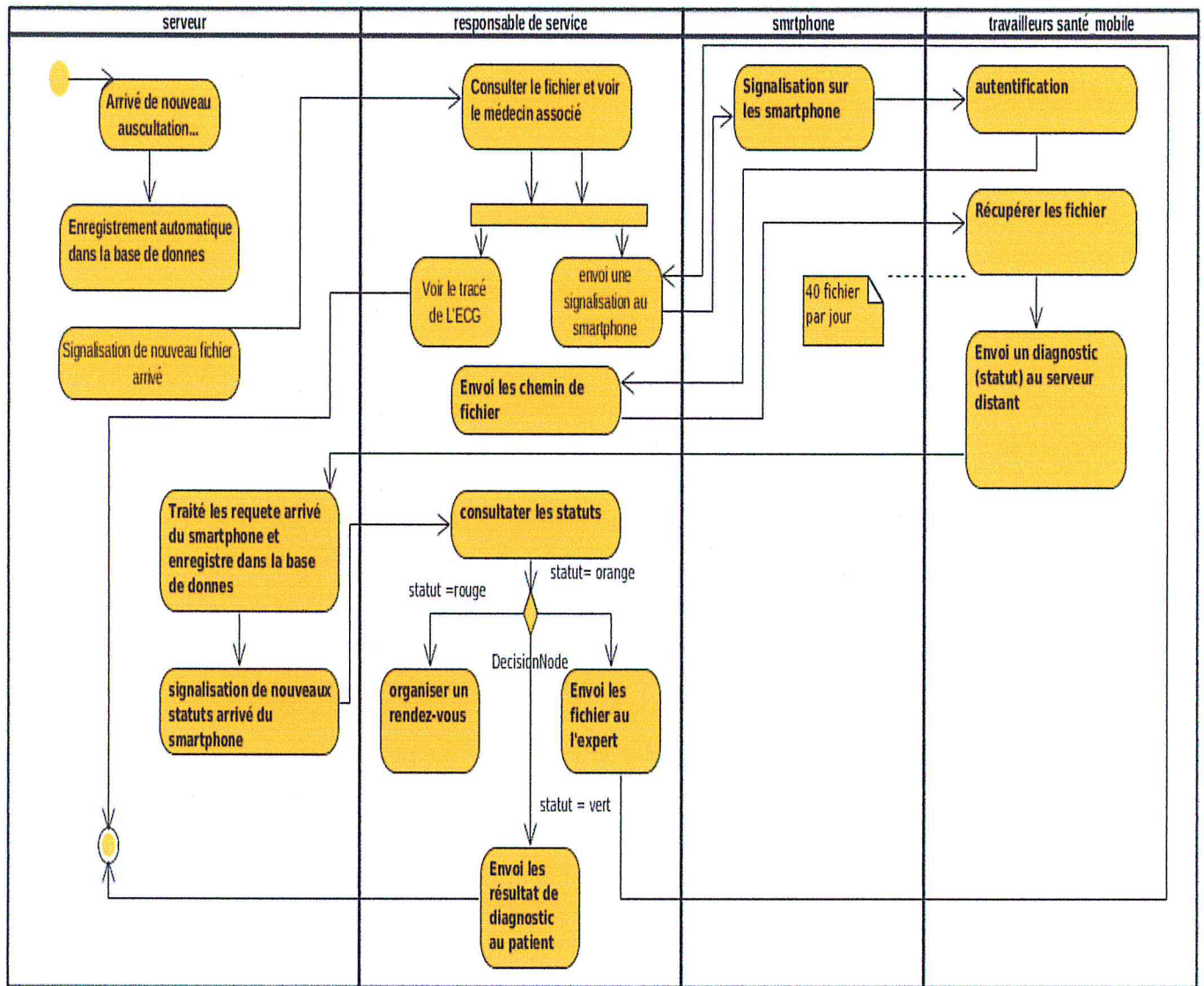


Figure II.5. Diagramme d'activité de suivi des données de patient (fichier auscultation)

Le diagramme ci-dessus (II.5) indique comment notre système suivie les données cliniques d'un patient (fichier auscultation). Après L'apparition d'un nouveau fichier ,le système enregistre automatiquement dans la base de données , le responsable de service consulte le fichier puis envoie un message au médecin indique l'arrivée des données auscultation ont

besoin de suivi sur son Smartphone , le médecin connecte au serveur distant , récupère le fichier , visualise le signal ECG ,et met le diagnostic ,et enfin envoie au serveur distant le diagnostic sous forme des statuts (rouge ,vert ,orange) ,ensuite l'application de serveur distant traite la requête arrivé du médecin et signale au responsable qu'il y a de nouveau statut est arrivé , le responsable consulte le statut .

Si le statut égale à orange, il renvoi le fichier au L'expert associé, celui-ci fait la même procédure que le médecin, si le statut est égale à rouge alors il organise un rendez-vous, qui sera envoyer au patient par e-mail, sinon s'il est égale à orange alors il ne fait rien.

❖ Diagramme d'activité de prise en charge les données de patient par le responsable de service :

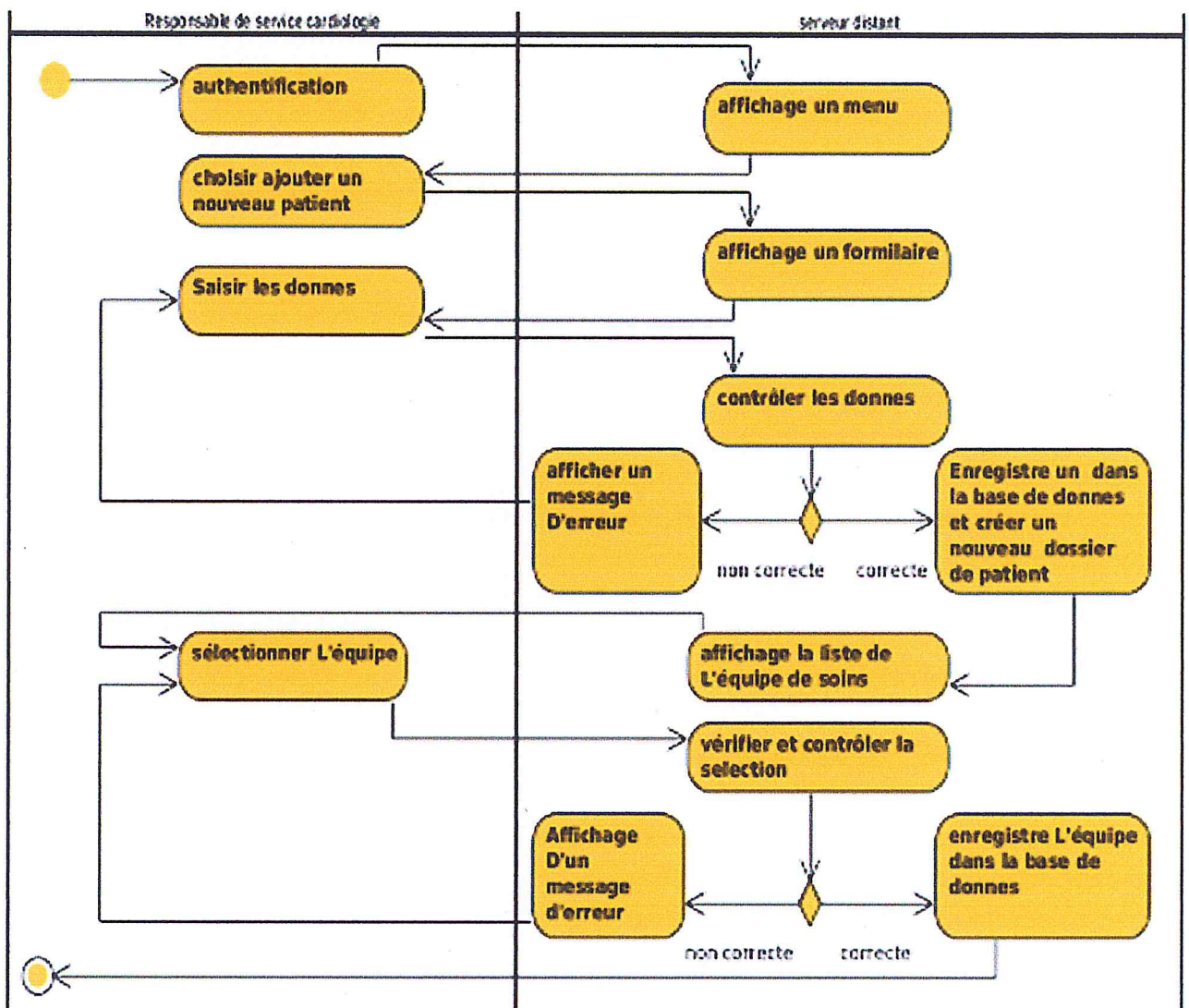


Figure II.6. Diagramme d'activité prise en charge les données de patient.

Le diagramme ci-dessus (figure II.6) indique comment le responsable de service prise en charge les données de patient.

A l'arrivé de patient, le responsable saisit tous ses informations, le système l'ajoutera après le contrôle de ces informations et crée leur propre dossier.

❖ **Diagramme d'activité de consultation dans le serveur distant :**

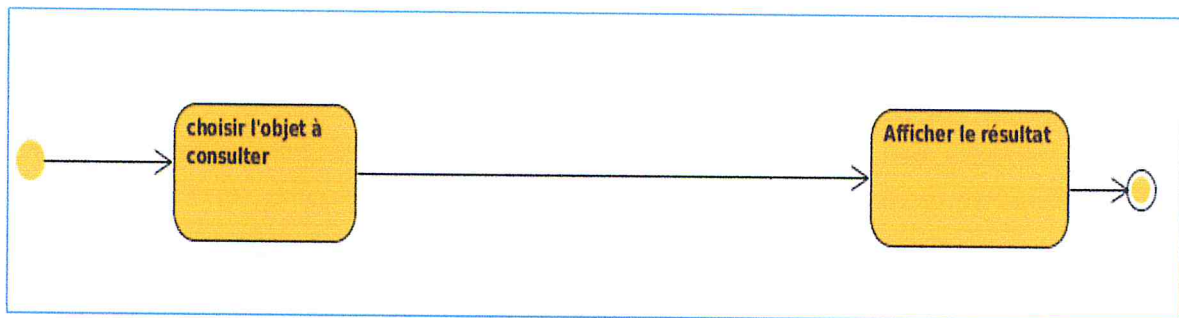


Figure II.7. Diagramme d'activité de consultation

La consultation est très simple, le responsable de service choisit l'objet à consulter et l'application lui rend les détails qui souhaitera consulter.

❖ **Diagramme d'activité de suppression dans serveur distant :**

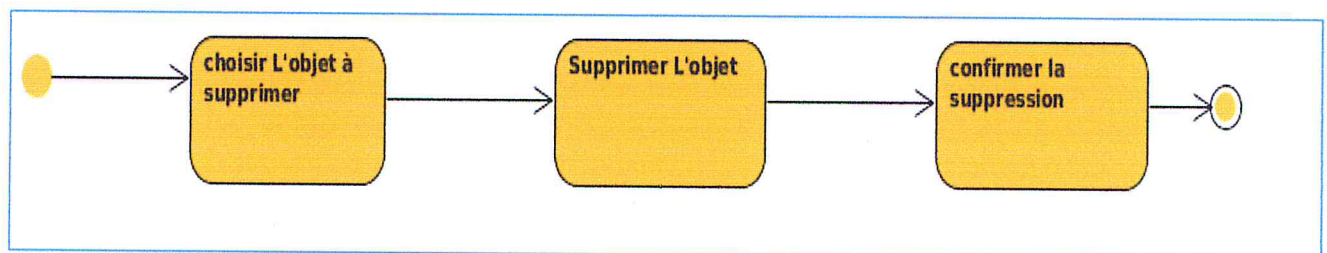


Figure II.8. Diagramme d'activité de suppression

La suppression d'un objet dans le serveur distant est aussi simple, le responsable sélectionne l'objet a supprimé. Au lancement de la requête de suppression, un message de confirmation apparaît, si la suppression est confirmée alors l'objet sera supprimé immédiatement, sinon la suppression de l'objet sera annulée.

❖ Diagramme d'activité de modification dans le serveur distant :

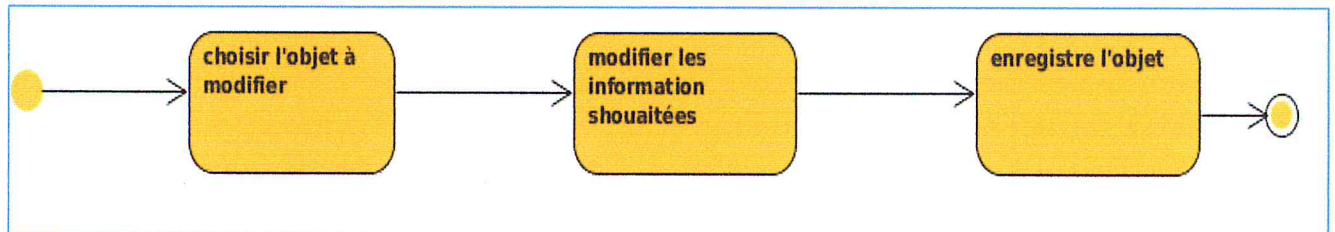


Figure II.9. Diagramme d'activité de modification

La modification d'un objet dans le serveur distant se fait en choisissant l'objet à modifier, le système enregistre la modification appropriée dans la base de données et affiche la modification dans une interface de ce système.

❖ Diagramme d'activité de réalisation d'une fiche analyse /résumé sur le Smartphone:

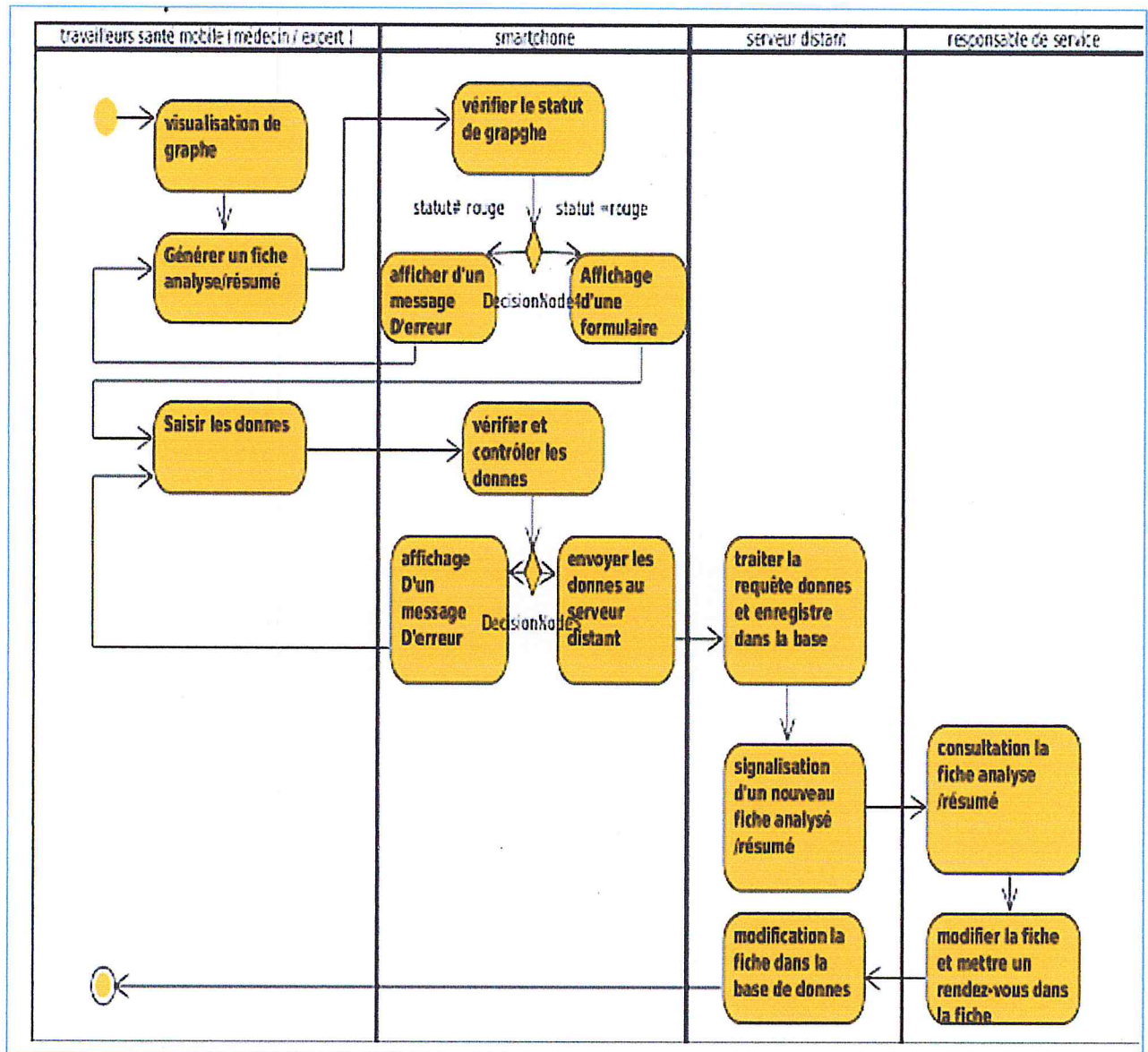


Figure II.10. Diagramme d'activité de réalisation d'une fiche analyse /résumé

Le diagramme ci-dessus (figure II.10) indique comment le médecin/expert génère une fiche analyse résumé au patient qui prend le statut rouge. Après la visualisation de fichier auscultation de patient suivi, le responsable génère une fiche qui permet de déterminer tous

les paramètres de signal ECG comme la valeur de fréquence cardiaque, les ondes , les intervalles d'ondes , la date d'opération , ces paramètres seront envoyé ensuite au serveur distant , le serveur traite la requête arrivé au Smartphone et l'enregistre dans la base de données .le responsable de service consulte la fiche et ajoute un rendez-vous au patient associé à cette fiche .

II.4 Conclusion :

Les besoins que nous avons vu dans ce chapitre sont bien définies et bien spécifier avec le diagramme de cas d'utilisation qui a montré l'interaction des différents acteurs avec le système, il permet de visualiser une vue globale des différentes tâches. Puis le diagramme d'activité qui montre le déroulement des différents traitements qu'un acteur peut rencontrer.

Avec ces deux diagrammes de model UML, nous pouvons maintenant conclure une représentation coté objet de notre système, et ce que nous allons voir dans le prochain chapitre avec le diagramme de classe de model UML. Aussi en introduisant la notion du temps pour représenter les différents traitements, nous allons construire pour chaque traitement un diagramme de séquence correspondant.

III.1 Introduction :

Bien que nous avons déjà traité la modélisation du système dans le chapitre précédant avec le langage UML, en introduisant deux diagrammes : le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme d'activité. Nous irons plus loin dans ce chapitre en restant avec l'UML tout en introduisant la notion du temps pour représenter notre système avec le diagramme de séquences, ce diagramme nous montre les séquences des différents traitements du système et comment les réaliser, puis en introduisant la notion de classe pour représenter notre système avec le diagramme de classes. , ce diagramme nous donne une vue globale du système en définissant les classes et les relations avec elles-mêmes. Ces deux diagrammes sont très importants dans une conception qui utilise la modélisation UML, ainsi nous présentons deux pseudo algorithmes pour le signal ECG, le premier pour stockage du signal ECG dans la base de données, est L'autre pour le décodage et l'affichage de signal ECG sur serveur distant ou le Smartphone.

III.2 Diagramme de Séquence :

Les diagrammes de séquences représentent les interactions des différents acteurs sur un objet. On représente la ligne de vie de chaque objet par un trait vertical. Cette ligne de vie sert de point de départ ou d'arrivée à des messages représentés eux-mêmes par des flèches horizontales.

Par convention, le temps coule de haut en bas. Il indique ainsi visuellement la séquence relative des envois et réceptions de messages, d'où la dénomination : **diagramme de séquences**.

III.4 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons vu la description sur la partie statique de la modélisation ; nous avons présenté le diagramme de séquence et le diagramme de classe ;

Puis nous avons défini les pseudos algorithmes choisis pour :

1. traiter le fichier auscultation arrivé ;et
2. afficher et décoder de signal ECG.

Ça nous donne un itinéraire vers le chapitre suivant pour présenter la solution réelle (l'implémentation).

- L'Algorithme :

Algorithme aff-Decod

var

i ,j, indicelist: integer

s: signaltraité .

ecg [1:32]: tableau de byte.

Tab [1:1002550]:tableau d'entier

Debut

ecg<- recuperer (idsignalecg)

j<- 0

pour i de 1 à ecg.length par 2 faire

j++

tab[j] ← decoder (ecg[i],ecg[i+1],8) // * le nbr de bite coder est 8 bit

fin pour

//naffecg

déssiner ecg(tab) ;

Fin

// la fonction décoder le signal ecg

décoder(MSB : byte , LSB:byte, nbits : integer)

var v1,v2:chaîne [256] .

debut

va1- convertirbinaire (MSB).

va2- convertbinaire(LSB) .

va1 enlevecaract (va1, 2, nbits)

va2 enlevecaract (va2, 2, nbits)

concat (v)

fin

fin pour

indicephono<- 0

supprimerdonnes(tabsignal)

fin pour

retourner s

fin

III.4.2 Algorithme d’affichage et de décodage du signal ECG :

Pour afficher le signal ECG sur le serveur distant ou le Smartphone, il suffit de récupérer le signal ECG stocké dans la base de données, fait un décodage, et afficher le signal. Un programme au niveau du serveur transforme ce signal en un ensemble des points ; chaque point (un échantillon) est représenté sur 2 octets (16 bites), ces points sont codés avec un codage spécifique proposé par la société TICMED comme suit :

MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **L’échantillon de l’ECG :**

0	0	MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	MSB	0	0	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB	LSB
---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Les deux 00 indiquent que c’est un échantillon de l’ECG.

Pour Décoder le signal ECG il suffit d’enlever les deux 00. D’où les données sont codées sur 12 bits

MSB : représente le Bit de poids fort.

LSB : représente Bite de poids faible.

```
indicelist <- 0

indiceecg <- 0

indicephono <- 0

pour i de 1 à tabsignal.length faire

indicelist <- indicelist+1

sp [indicelist]<- tabsignal[i]

    si indicelist=32 // list16 echontillon

faire

    pour j de 1 à 32 faire

        si j=15 OU j=16

alors

indiceecg=indiceecg+1

s.Ecg [indiceecg]<- sp[j]

sinon

si j=31 OU j=32

alors

indiceapexo=indiceapexo+1

s.Apexo [indiceapexo]<- sp[j]

    Sinon

        indicephono=indicephono+1

        s.Phono[indicephono]<- sp[j]

    Finsi

Finsi
```

```

    i ,k: integer

    listsignal [1:120040] : tableau de byte

debut

// lire paquet arrivé au serveur
lire(paquet)

// extraiere les séquece de signaux (enlever 'EE' et 'FF')

k <- paquet.fichierascultation.length -2
    pour i de 3 à k faire
        listsignal[i-2]<-paquet.fichierascultation
    fin pour

// séparer trois signaux
st <- séparersignaux (listsignal)

// enregistre dans la base de donnes
enregistrebase(idfichier, datetransmission , paquet.fichierascultation.length ,
idenvoyeur )
enregistrebase (idsignal , st.Ecg , exetensionsignal , idfichier)
enregistrebase (idsignal , st.Phono , exetensionsignal , idfichier)
enregistrebase (idsignal , st.Apexo , exetensionsignal , idfichier)
fin

// la fonction séparer
séparersignaux (tabsignal[1:120050] : tableau de byte) : signaltraité

var i ,j, indicelist : integer // indice .

s : signaltraité .

sp [1:32] : tableau de byte

debut

```


III.4 Les Pseudo algorithmes de stockages et d'affichage du Signal ECG :

III.4.1 Pseudo Algorithme pour le stockage du signal ECG :

Comme nous avons mentionné précédemment ; la structure de fichier auscultation est de format 'EE',séquence signaux, séquence signaux, séquence signaux,' FF '

La séquence signaux comporte 16 échantillons de chaque signal (ECG, apexo, phono), de format suivant:

Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,ECG,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono ,Phono . Apexo. (Partie II, Chapitre I, Etude d'existant)

Lors de l'arrivé du fichier auscultation au serveur ; un programme commence à traiter le fichier en séparant les signaux, et en enregistrant chaque signal avec son identifiant

Ce programme est exprimé par le pseudo algorithme suivant :

Algorithme stockersignal

Type signaltraité // déclaration du type structuré

taille : integer

Ecg [1:taille] : tableau de byte

Phono [1:taille] : tableau de byte

Apexo [1:taille] : tableau de byte

finType

Type Paquettraité // déclaration du type structuré

idenvoyeur :integer

typederivation : chaine[10]

Apexo [1:120040] : tableau de byte

finType

var signal : signaltraité

paquet : paquettraité

❖ **La classe dispose (Association) :**

Nom	type	Description
Id-signal	attribut	identifiant de signal ECG
Id-pathologie	attribut	Id-pathologie cardiaque

TabIII.18 : dictionnaire de données dispose❖ **La classe possède (Association) :**

Nom	type	Description
Num-dossier	attribut	Numéro de dossier de patient
Id-maladie	attribut	identifiant maladie chronique

TabIII.19 : dictionnaire de données possède

CRUD()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe pathologie cardiaque
LIST()	méthode	Elle renvoie une liste des pathologies

TabIII.15 : dictionnaire de données pathologie cardiaque

❖ La classe suivie à domicile (Association) :

Nom	type	description
identifiant	attribut	Identifiant d'infirmier
Num-dossier	attribut	Numéro dossier de patient
Date début du suivie	attribut	La date suivie du patient
Durée suivie	attribut	La durée suivie du patient

TabIII.16 : dictionnaire de données suivi à domicile

❖ La classe consultée (Association) :

Nom	type	Description
identifiant	attribut	Identifiant de travailleur –santé mobile (consulteur)
Id-signal	attribut	identifiant de signal consulter
Date consultation	attribut	La date de consultation signal ECG
type diagnostic	attribut	Le diagnostic de l'ECG

TabIII.17 : dictionnaire de données consulté

❖ La classe ondes :

Nom	type	description
amplitude	attribut	Amplitude de l'onde
temps	attribut	Temps
direction	attribut	Direction de l'onde

TabIII.12 : dictionnaire de données ondes

❖ la classe des intervalles :

Nom	type	description
Durée intervalle	attribut	La durée de propagation d'onde

TabIII.13 : dictionnaire de données intervalles

❖ La classe Fréquence cardiaque :

Nom	type	description
valeur	attribut	La valeur de la fréquence cardiaque

TabIII.14 : dictionnaire de données Fréquence cardiaque

❖ La classe pathologie cardiaque :

Nom	type	description
Id pathologie	attribut	Identifiant du classe Pathologie
catégorie	attribut	Catégorie du pathologie

Envoyer ()	méthode	Envoyer le fichier auscultation
------------	---------	---------------------------------

TabIII.9 dictionnaire de données Fichier auscultation

❖ La classe de signal ECG :

Nom	type	description
Type dérivation	attribut	Identifiant du signal

TabIII.10 : dictionnaire de données signal ECG

❖ La classe des Paramètre de signal ECG :

Nom	type	description
Id paramètre	attribut	Identifiant de la classe Paramètre
Nom paramètre	attribut	Nom du paramètre
CRUD ()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe Paramètre signal
LIST ()	méthode	Elle renvoie la liste des paramètres

TabIII.11 : dictionnaire de données Paramètres

		classe Patient
LIST()	méthode	Elle renvoie la liste des appareils

TabIII.7: dictionnaire de données appareil

❖ La classe garantie :

Nom	type	description
Date début garantie	attribut	La date début garantie de l'appareil
Durée garantie	attribut	La durée garantie de l'appareil
CRUD ()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe garantie
LIST ()	méthode	Elle renvoie la liste des garanties

TabIII.8 : dictionnaire de données garanties

❖ la classe Fichiers auscultation :

Nom	type	description
Id	attribut	Identificateur de la classe fichier auscultation
Date de transmission	attribut	La date de transmission du fichier auscultation
Taille	attribut	Taille du fichier auscultation
consultation ()	méthode	Consulter le fichier auscultation

LIST()	méthode	Elle renvoie la liste des employés

TabIII.4 : dictionnaire de données Employé

❖ **La classe Travailleur santé-mobile**

Nom	type	description
User	attribut	Nom utilisateur
password	attribut	Mot de passe

TabIII.5 : dictionnaire de données Travailleur santé-mobile

❖ **La classe Infirmier :**

Nom	description	prénom
Nb patients suivies ()	Méthode	Elle calcule le nombre de patients suivis

TabIII.6 : dictionnaire de données Infirmier

❖ **la classe appareil :**

Nom	type	description
Numéro série	attribut	Identificateur de l'appareil
Type appareil	attribut	Le type d'appareil
CRUD()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la

TabIII.2 : dictionnaire de données maladie chronique

❖ La classe équipe de soins :

Nom	type	description
Id	Attribut	Identificateur de la classe équipe de soins
Nom équipe	attribut	Nom de l'équipe de soins
Date création	attribut	Date de création de l'équipe de soins
CRUD ()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe equipe de soin
LIST()	méthode	Renvoie la liste des équipes de soins

TabIII.3 : dictionnaire de données équipe de soins

❖ La Classe Employée :

Nom	type	description
Identifiant	attribut	Identifiant d'un employé
Nom	attribut	Nom d'un employé
Prénom	attribut	Prénom d'un employé
Date recrutement	attribut	Date de recrutement de l'employé
Phone	attribut	Le numéro de tél de l'employé
Mail	attribut	Le e-mail de l'employé
Adresse	attribut	Adresse de l'employé
CRUD()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe Employé

III.3.3 Dictionnaire de donnés :

❖ La classe Patient :

Nom	Type	Description
Num-dossier	attribut	Numéro de dossier de patient
Nom	attribut	Nom de patient
prénom	attribut	Prénom de patient
Date-naissance	attribut	Date de naissance du patient
adresse	attribut	Adresse du patient
Sexe	attribut	Sexe du patient
Age	attribut	Age du patient
phone	attribut	Numéro de téléphone du patient
Mail	attribut	Adresse email du patient
SF	attribut	Situation familiale du patient
CRUD()	méthode	Les méthodes de base (créer,rechercher,modifier,supprimer) de la classe Patient
LIST()	méthode	Renvoi tous les patients dans le système

TabIII.1 : dictionnaire de données Patient

❖ La classe maladie chronique :

Nom	type	description
Id_maladie	attribut	Identificateur de la classe maladie chronique
Type	attribut	Type de la maladie
CRUD()	méthode	Les méthodes de base (créer, rechercher, modifier, supprimer) de la classe maladie chronique.
LISTE ()	méthode	Renvoi tous les maladies chroniques

- un signal ECG est composé par des paramètres ; quatre type de paramètre qui sont la fréquence cardiaque, le rythme cardiaque, les ondes, et l'intervalle (partie 1 Chapitre 1), à partir de ces paramètres, le médecin peut déterminer la pathologie cardiaque.
- le médecin /Expert fait une consultation du signal ECG, cette dernière comporte une date de consultation et un type de diagnostic.

III.3.2 digramme de classe figuré :

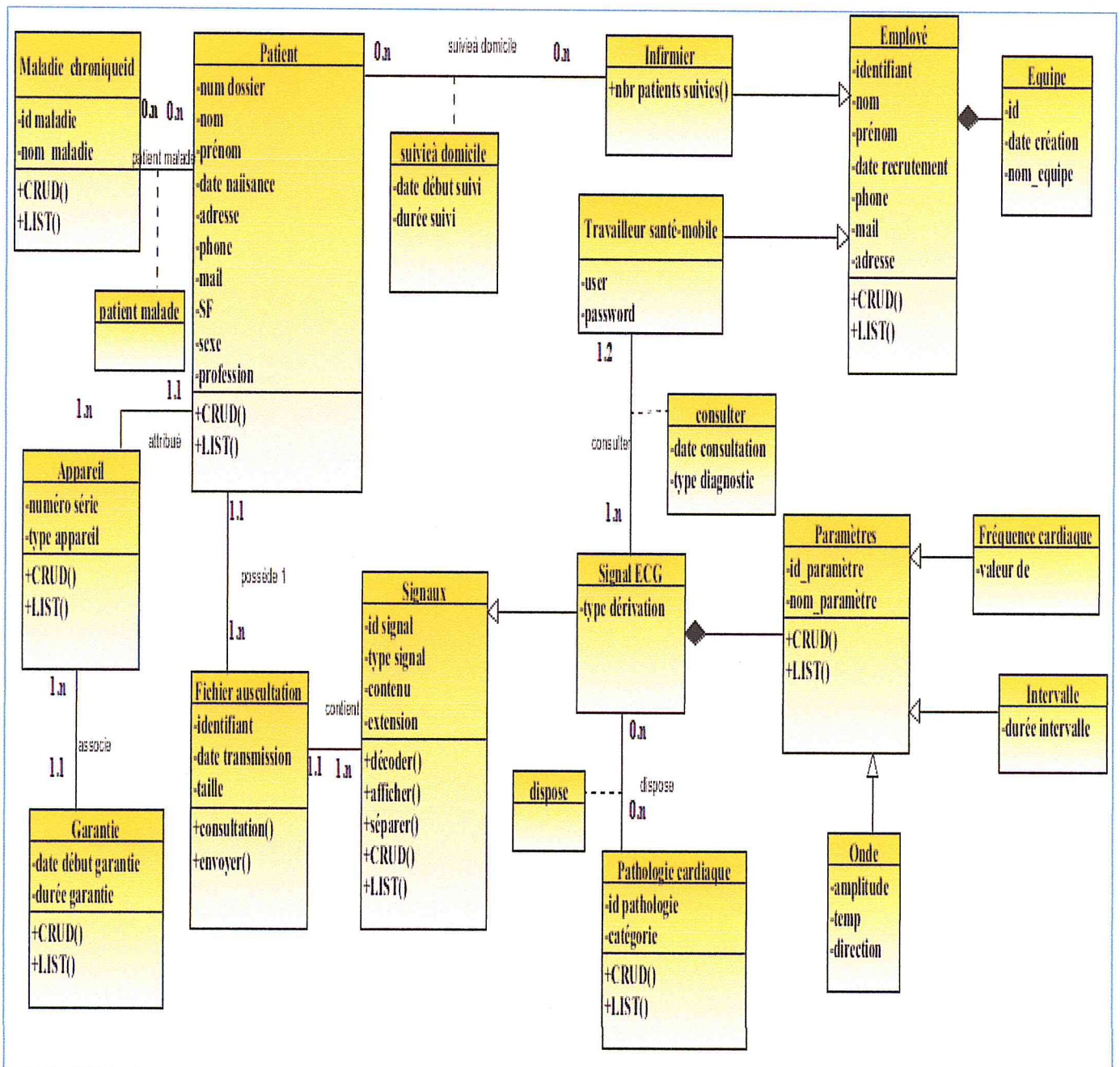


Figure III.2 : le digramme de classe

III.3 Diagramme de classe :

III.3.1 Les règles de Gestion :

- Une base de données est construit dans le but de gérer les données du système, chaque élément de ce système possède un identifiant unique.
- Un patient ou un employée dans le système est caractérisé par un nom, un prénom, une date de naissance, une adresse, un n° téléphone et une adresse e-mail, on distingue le patient par leur situation familiale, sexe, groupage, profession, poids, et Age par contre l'employée est distingué par la date de recrutement,
- chaque patient peut avoir plusieurs maladies chroniques par contre la maladie chronique est attribuée à un ou plusieurs patients.
- un appareil dans le système est caractérisé par un numéro de série (identifiant) et un type (capteur ECG, box médicale).
- chaque patient prend au minimum deux appareils avec des types différents par contre, un appareil est affecté par un est un seul patient.
- Un appareil peut contenir une garantie celle-ci est caractérisé par une date de début et une durée
- une équipe est composée par des employés ; deux types d'employés les travailleurs santé-mobile est les infirmiers. Un travailleur santé-mobile est caractérisé par leur type (médecin ou expert) et celui-ci qui établit le diagnostic.
- Un infirmier suivi le patient à domicile et établit les mesures en garde la date de début de suivi et la durée de suivi
- les travailleurs -santé mobile se sont des utilisateurs système sur qui possèdent un mot passe et un user
- Un fichier auscultation est arrivé sera enregistré automatiquement dans la base de données en garde la date de transmission, leur taille, et l'identifiant de l'émetteur.
- un fichier auscultation peut contenir trois signaux (phono, apex, ECG), chaque signal est caractérisé par un identifiant qui sera unique, un type, un contenu, et une extension (.dat), en différencie un signal ECG par la Dérivation.

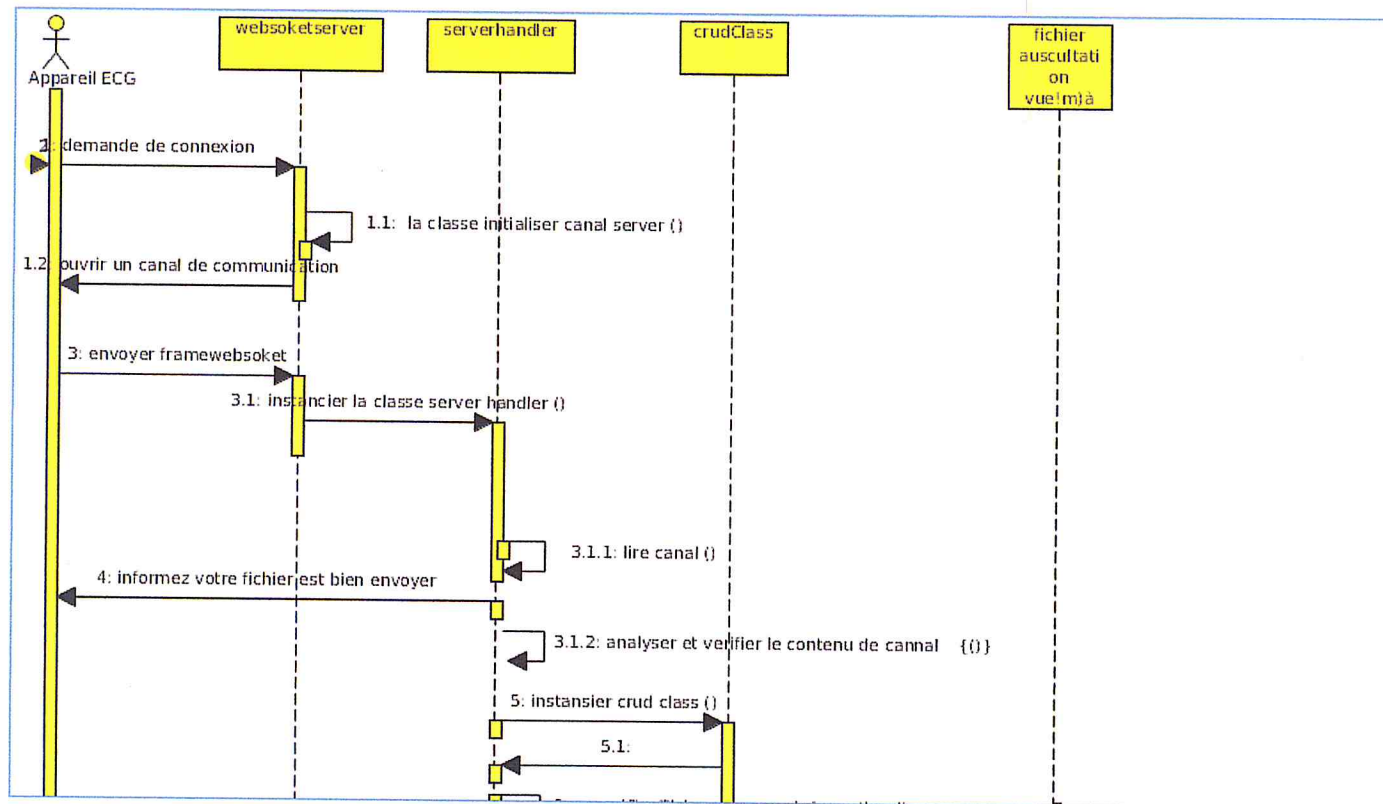


Figure III.1 : le digramme de séquences

III.1 Introduction :

Bien que nous avons déjà traité la modélisation du système dans le chapitre précédant avec le langage UML, en introduisant deux diagrammes : le diagramme de cas d'utilisation et le diagramme d'activité. Nous irons plus loin dans ce chapitre en restant avec l'UML tout en introduisant la notion du temps pour représenter notre système avec le diagramme de séquences, ce diagramme nous montre les séquences des différents traitements du système et comment les réaliser, puis en introduisant la notion de classe pour représenter notre système avec le diagramme de classes. , ce diagramme nous donne une vue globale du système en définissant les classes et les relations avec elles-mêmes. Ces deux diagrammes sont très importants dans une conception qui utilise la modélisation UML, ainsi nous présentons deux pseudo algorithmes pour le signal ECG, le premier pour stockage du signal ECG dans la base de données, est L'autre pour le décodage et l'affichage de signal ECG sur serveur distant ou le Smartphone.

III.2 Diagramme de Séquence :

Les diagrammes de séquences représentent les interactions des différents acteurs sur un objet. On représente la ligne de vie de chaque objet par un trait vertical. Cette ligne de vie sert de point de départ ou d'arrivée à des messages représentés eux-mêmes par des flèches horizontales.

Par convention, le temps coule de haut en bas. Il indique ainsi visuellement la séquence relative des envois et réceptions de messages, d'où la dénomination : **diagramme de séquences**.



IV.1 Introduction :

Afin de valider notre conception du système, nous avons réalisé une application réseau de type **Client mobile / serveur** pour la surveillance à distance des malades cardiaques. Dans ce chapitre, nous présentons cette application, les différents outils utilisés ainsi que les composantes applicatives réalisées :

IV.2 Protocole est format d'échange :

IV.2.1 PROTOCOLE DE COMMUNICATION :

WebSocket est un protocole de communication standard, destiné au développement des applications réseau du client web, ce protocole fournissant un canal de communication **full-duplex** sur une seule connexion ce qui signifie que les deux interlocuteurs peuvent parler en même temps, et les deux parties doivent continuer à écouter *pendant* la durée de communication comme la figure suivante :

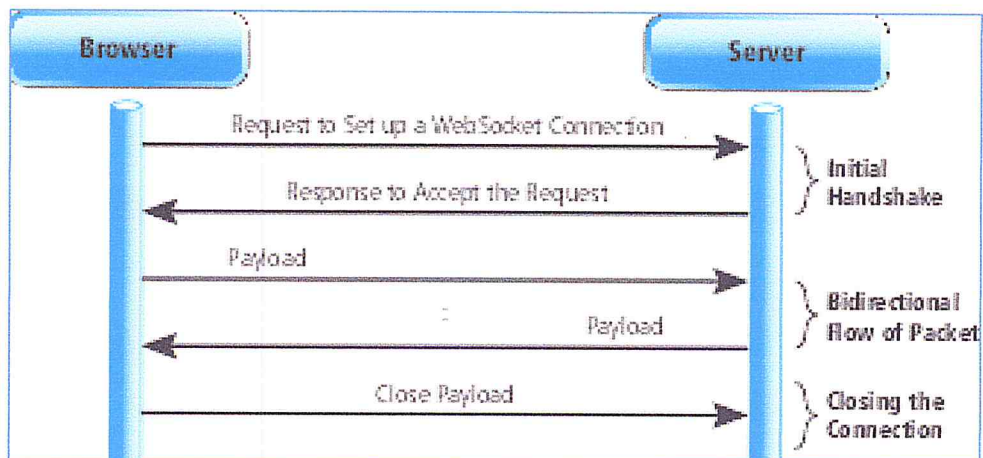


Figure IV .1 : Communication websokt

La connexion WebSocket commence sa vie comme une connexion HTTP, ce qui garantit une compatibilité complète avec le monde pré-WebSocket. Le commutateur de protocole de HTTP à WebSocket est considéré comme une poignée de main WebSocket.

Le navigateur envoie une requête au serveur, ce qui indique qu'il veut changer de protocole de HTTP à WebSocket. Le client exprime son désir à travers l'en-tête de mise à niveau:


```
GET / HTTP/1.1 mychat
Hôte: server.example.com
Mise à jour: websocket
Connexion: Mise à jour
Sec-WebSocket-Key: x3JJHMbDL1EzLkh9GBhXDw ==
Sec-WebSocket-Protocol: le chat
Sec-WebSocket-Version: 13
Origine: http://example.com
```

Figure IV. 2 : Mis ajours du paquet websoket client

Si le serveur comprend le protocole WebSocket, il convient du commutateur de protocole dans l'en-tête de mise à niveau.

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Mise à jour: websocket
Connexion: Mise à jour
Sec-WebSocket-Accept: H5mrc0sMLYUkAGmm50PpG2HaGwk =
Sec-WebSocket-Protocol: le chat
```

Figure IV 3 : Mis ajours du paquet websoket serveur

Le protocole websoket permet d'économiser les coûts des entêtes HTTP classiques qui sont envoyés lors des requêtes AJAX. En effet, lors d'envoi de petites quantités de données, l'**approche AJAX est coûteuse** car elle nécessite un entête HTTP classique d'où généralement un paquet est plus conséquent que la taille des données à envoyer.

Dans notre projet, nous avons utilisé ce protocole pour communication entre le client mobile et le serveur distant ou nous adoptons une l'implémentation netty websoket pour le serveur distant et un projet d'intégration phone gap websoket pour l'application du client mobile. [26]

IV.3.2 Format de données communiquées (JSON) :

JSON (JavaScript Object Notation) est un format de données textuel, générique, dérivé de la notation des objets du langage ECMAScript. Il permet de représenter de l'information structurée.

Un document JSON ne comprend que deux éléments structurels : **Des ensembles de paires nom / valeur** ; **Des listes ordonnées de valeurs**.

Ces mêmes éléments représentent deux types de données : **des objets ; des tableaux ;** [27]

IV.4. Environnement de développement :

IV.2.1. Matériel utilisé

Nous avons développé notre application sur des machines dotées du système d'exploitation Linux Ubuntu V12.04 et ayant des processeurs Intel Core i3.

La fréquence d'horloge du CPU est de 2.3 GHz et la mémoire installée (RAM) est de 4.00 Go. Ainsi nous allons utiliser d'une machine virtuelle de type virtuelBox, doté d'un Système D'exploitation mobile **Androïde x86** versions 4.0 pour tester l'application mobile et ayant la mémoire installée (RAM) est de 1.00 G, et un disque dur de taille 16 Go.

IV.2.2. Langages utilisés

Application serveur Distant :

Langage java :

Java est un langage de programmation informatique orienté objet créé par James Gosling Patrick Naughton de Sun Microsystems. (Aujourd'hui Oracle).

Il permet de créer des logiciels compatibles avec de nombreux systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Macintosh, Solaris). [28] Nous utilisons, ce langage pour le développement de l'application du serveur distant.

Application client Mobile :

Langage JavaScript :

Le javascript est un langage de programmation de scripts principalement utilisé pour les pages Web interactives. C'est un langage orienté objets à prototype, c'est à dire que les bases du langage et ses principales interfaces sont fournies par des objets qui ne sont pas instanciés au sein de classes mais qui sont chacun équipés de constructeurs permettant de générer leurs propriétés, et notamment une propriété de prototypage qui permet d'en générer des objets hérités ,personnalisés, interactives ,instanciés . [29]

Langage HTML :

L'HTML est un langage informatique utilisé sur l'internet. Ce langage est utilisé pour créer des pages web. L'acronyme signifie *HyperText Markup Langage*, ce qui signifie en français "*langage de balisage d'hypertexte*". Cette signification porte bien son nom

puisque effectivement ce langage permet de réaliser de l'hypertexte à base d'une structure de balisage.[30]

Nous utilisons le langage JavaScripts et HTML version 5 pour le développement de notre application mobile. Cette application est compatible avec toutes les plateformes mobiles existants.

IV.2.3.Outils :

Application Serveur distant :

Eclipse IDE :

Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre, le terme *Eclipse* désigne également le projet correspondant, lancé par IBM. [31]

Il est extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation.[32]

Eclipse IDE est principalement écrit en Java à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, IBM. [33].

Pour notre application nous utilisons éclipse-jee Kepler (Eclipse IDE for Java EE Développeurs) qui contient tous les outils indispensable pour créer des applications Java et Java Enterprise Edition (Java EE).

Application client mobile :

Androïde SDK ((*Software Développement Toolkit*):

Androïde SDK est un logiciel kit de développement qui permet aux développeurs de créer des applications pour la plateforme androïde.

Il inclut des outils de développement, exemples de projets avec code source , un émulateur, les bibliothèques nécessaires pour construire des applications Androïde, et exemples de projets avec code source. Les applications sont écrites en utilisant le java langage de programmation ou HTML et d'exécution sur une machine virtuelle Dalvik, cette machine virtuelle conçue pour une utilisation embarquée qui tourne au-dessus d'un Linux kernel. [35]

Base de données :**Serveur MySQL :**

MySQL est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) sur la base de SQL (Structured Query Language).

Elle publié en Janvier 1998, MySQL est maintenant une composante de la gamme de produits de la société mère MySQL AB pour les serveurs de bases de données et des outils de développement.

MySQL est actuellement disponible sous deux différents accords de licence: gratuit, sous licence GNU General Public Open Source du système ou par abonnement à MySQL Network pour les applications d'entreprise.

MySQL fonctionne sur les plates-formes, y compris Linux, Unix et sous Windows.[36]

MySQL Workbench : (anciennement MySQL administration) est un logiciel de gestion et d'administration de base de données MySQL créé en 2004. MySQL Workbench possède d'une interface graphique intuitive qui permet, de créer, modifier ou supprimer des tables, des comptes utilisateurs, et d'effectuer toutes les opérations inhérentes à la gestion d'une base de données. [37]

Pour notre application nous utilisons un serveur MySQL version 5.5, et un administrateur Workbench version 6 .0 dédiée à la machine linux Ubuntu,

IV.2.4.Les API utilisé :**✚ Application Serveur distant :**

- **Eclipse Link JPA version 2,0:**

Eclipse Link JPA est une est une Implémentation de spécification JPA intégrer dans les applications JAVA EE elle fournit aux développeurs une solution de persistance objet-relationnel avec les nombreuses fonctionnalités avancées fondées. , Eclipse Link JPA fournit un support avancé pour mener bases de données relationnelles et les conteneurs Java.[38]

- **Netty version 4 .09 :**

Netty est un Framework client -serveur Nio Asynchrone qui permet le développement rapide et facile des applications de réseau.

Elle simplifie la programmation et la communication réseau avec protocole TCP/UDP et les soketsserver.[39]

Cette API permet d'offrir une performance de stabilité, et de flexibilité sur les applications développée

- **Jackson version 1.9:**

Jackson est une API libre pour les applications qui utilise le format L'échange de données JSON, cette API permet de facilité de conversion les objets java au format JSON et inverse. . [40]

- **Eclipse WindowBuilder GUI :**

WindowBuilder est une Framework pour les applications GUI, qui permet simplifie la création les interfaces graphique. [42]

- **Java Mail version 1.4 et JAF**

L'API Java Mail et JAF (JavaBeans Activation Framework) se sont des Framework utilisé pour envoi et réception les emails, ces Framework est dédié au plateforme java SE, et la plateforme java EE. : [43]

- **Application mobile :**

- **Phone Gap :**

Phone Gap est un API Open source basée principalement sur HTML, CSS et JavaScript qui permet le développement les applications mobile (hybride/web) multiplateforme (Cross-plateforme).

Cette API peut être déployée sur sept plateformes différentes. Son fonctionnement basée sur des outils de développement web, elle permet aussi d'accéder à des fonctions natives des appareils mobiles telles que la caméra, la gé localisation, les contacts etc.

Phone Gap peut aussi être associé à d'autres technologies telles que : Sencha touch, Appmobi, Netbiscuits, jquery mobile etc. [45]

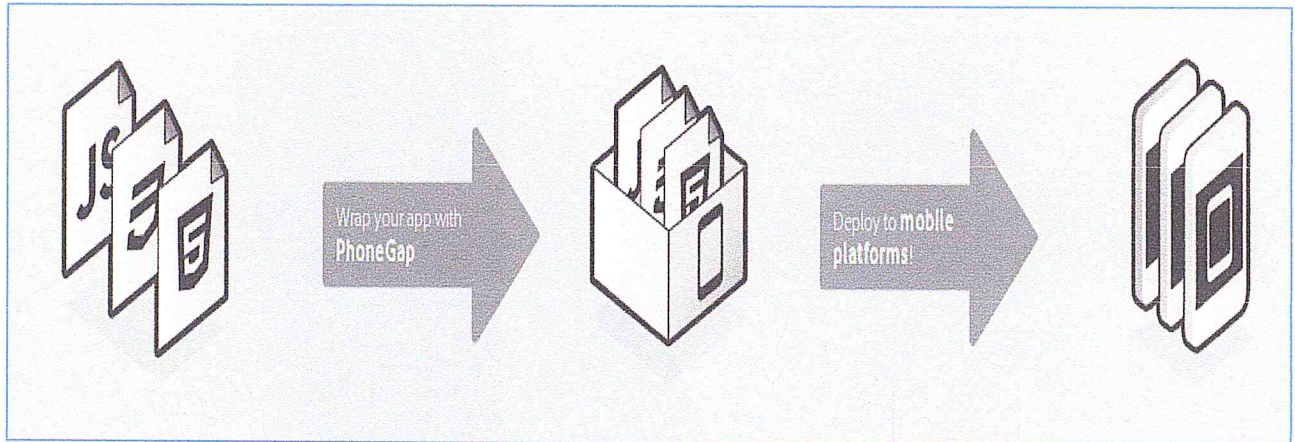


Figure IV.4 : Phone Gap Apache cordova

Apache Cordova, est le nom qui a été donné à Phone Gap depuis le rachat de ce Dernier par Adobe. Pour notre application nous utilisons la librairie phone gap Cordova version 2.9.

•**Projet intégration phone gap websoket :**

Nous utilisons un projet intégration phone gap websoket, ce projet permet de fournir des fonctions de base pour établir la communication mobile phone gap avec le serveur via le protocole websoket. [64]

IV.5. Application client Mobile /serveur :

La première étape de la réalisation de notre application est testé les deux pseudos algorithmes de stockage et affichage de données ECG, les figures suivantes suivent le test d'exécution sur 10 échantillon, cette exécution comporte la séparation, le décodage, et affichage du signal ECG.

1. Lire Fichier auscultation :

la fichier auscultation

```
1F B3 1F B3 1F AF 1F BA 1F BB 1F B5 1F 91 21 0B 1F B3 1F B3 1F B3 1F B1 1F B7 1F  
A7 1F BB BF 3F
```

```
1F B1 1F B1 1F AF 1F BF 1F AF 1F AB 1F A7 20 20 1F AB 1F BA 1F B3 1F B1 1F AB 1F  
B3 1F B3 BF 3F
```

```
1F B3 1F B7 1F BA 1F BA 1F BB 1F B7 1F B3 1C 13 1F BF 1F B3 1F B3 1F B3 1F AF 1F  
BA 1F BB 80 00
```

```
1F A1 1F A1 1F BA 1F BA 1F B3 1F B5 1F B3 18 16 1F B2 1F B9 1F B3 1F AB 1F B3 1F  
BB 1F BB 80 00
```

```
1F A1 1F AF 1F B6 1F B3 1F AF 1F B3 1F AF 18 2F 1F B3 1F BE 1F B1 1F A5 1F BE 1F  
BB 20 80 AA 37
```

```
1F AD 1F AB 1F B3 1F BB 1F AF 1F B3 1F A7 21 07 20 80 1F 98 1F AD 1F B3 1F B3 1F  
BB 1F BA BF 3F
```

```
1F B7 1F A6 1F BB 1F BA 1F B5 1F B1 1F B3 2A 0B 1F B8 1F B1 1F B5 1F AF 1F AA 1F  
BE 1F BF BF 3F
```

```
1F A3 1F B3 1F BA 1F BB 1F B1 1F A7 1F B3 29 1B 1F BB 1F B1 1F B3 1F B3 1F BA 1F  
BB 1F B7 9E 1F
```

```
1F A7 1F B3 1F B3 1F B5 1F AD 1F AF 1F BA 20 1A 1F AB 1F B5 1F A3 1F BA 1F BB 1F  
B7 1F BE 80 00
```

```
1F A7 1F BB 1F 93 1F B7 1F B3 1F AF 1F B3 17 0B 20 80 1F B7 1F B3 1F B3 1F B9 1F  
B3 1F AF 80 00
```

Figure IV.5 : Lire Le fichier auscultation

2. Séparer les trois signaux et extraire les données du L'ECG :

```

la liste de signal ECG
index 0
  valeur en hexadécimale : 21 la valeur décimale de ECG : 33
index 1
  valeur en hexadécimale : 0B la valeur décimale de ECG : 11
index 2
  valeur en hexadécimale : 20 la valeur décimale de ECG : 32
index 3
  valeur en hexadécimale : 20 la valeur décimale de ECG : 32
index 4
  valeur en hexadécimale : 1C la valeur décimale de ECG : 28
index 5
  valeur en hexadécimale : 13 la valeur décimale de ECG : 19
index 6
  valeur en hexadécimale : 18 la valeur décimale de ECG : 24
index 7
  valeur en hexadécimale : 16 la valeur décimale de ECG : 22
index 8
  valeur en hexadécimale : 18 la valeur décimale de ECG : 24
index 9
  valeur en hexadécimale : 2F la valeur décimale de ECG : 47
index 10
  valeur en hexadécimale : 21 la valeur décimale de ECG : 33
index 11
  valeur en hexadécimale : 07 la valeur décimale de ECG : 7
index 12
  valeur en hexadécimale : 2A la valeur décimale de ECG : 42
index 13
  valeur en hexadécimale : 0B la valeur décimale de ECG : 11
index 14
  valeur en hexadécimale : 29 la valeur décimale de ECG : 41

```

```

index 15
  valeur en hexadécimale : 1B la valeur décimale de ECG : 27
index 16
  valeur en hexadécimale : 20 la valeur décimale de ECG : 32
index 17
  valeur en hexadécimale : 1A la valeur décimale de ECG : 26
index 18
  valeur en hexadécimale : 17 la valeur décimale de ECG : 23
index 19
  valeur en hexadécimale : 0B la valeur décimale de ECG : 11
le nbr de Échantillon : 10
*****
la conversion
*****

```

Figure IV.6 : séparer les signaux et extraire Le signal ECG

3. Décodage du signal ECG :

```
le décodage est : 100001001011
la conversion ver décimale est réussi : 2123
la valeur de l'est : 2123
tableau de voltage 2123

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 32 en hex : 20
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 32 en hex : 20
MSB= 00100000 LE nouveau MSB : 100000
LSB =00100000 LE nouveau LSB : 100000
le décodage est : 100000100000
la conversion ver décimale est réussi : 2080
la valeur de l'est : 2080
tableau de voltage 2080

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 28 en hex : 1C
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 19 en hex : 13
MSB= 00011100 LE nouveau MSB : 011100
LSB =00010011 LE nouveau LSB : 010011
le décodage est : 011100010011
la conversion ver décimale est réussi : 1811
la valeur de l est : 1811
tableau de voltage 1811

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 24 en hex : 18
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 22 en hex : 16
MSB= 00011000 LE nouveau MSB : 011000
LSB =00010110 LE nouveau LSB : 010110
le décodage est : 011000010110
la conversion ver décimale est réussi : 1558
la valeur de l est : 1558
tableau de voltage 1558

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 24 en hex : 18
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 47 en hex : 2F
MSB= 00011000 LE nouveau MSB : 011000
LSB =00101111 LE nouveau LSB : 101111
le décodage est : 011000101111
la conversion ver décimale est réussi : 1583
la valeur de l est : 1583
tableau de voltage 1583

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 33 en hex : 21
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 7 en hex : 07
MSB= 00100001 LE nouveau MSB : 100001
LSB =00000111 LE nouveau LSB : 000111
le décodage est : 100001000111
la conversion ver décimale est réussi : 2119
la valeur de l est : 2119
tableau de voltage 2119
```



```
avant la conversion la valeur de MSB en décimale 42 en hex : 2A
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 11 en hex : 0B
MSB= 00101010 LE nouveau MSB : 101010
LSB =00001011 LE nouveau LSB : 001011
le décodage est : 101010001011
la conversion ver décimale est réussi : 2699
la valeur de l est : 2699
tableau de voltage 2699

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 41 en hex : 29
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 27 en hex : 1B
MSB= 00101001 LE nouveau MSB : 101001
LSB =00011011 LE nouveau LSB : 011011
le décodage est : 101001011011
la conversion ver décimale est réussi : 2651
la valeur de l est : 2651
tableau de voltage 2651

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 32 en hex : 20
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 26 en hex : 1A
MSB= 00100000 LE nouveau MSB : 100000
LSB =00011010 LE nouveau LSB : 011010
le décodage est : 100000011010
la conversion ver décimale est réussi : 2074
la valeur de l est : 2074
tableau de voltage 2074

avant la conversion la valeur de MSB en décimale 23 en hex : 17
avant la conversion la valeur de LSB en décimale 11 en hex : 0B
MSB= 00010111 LE nouveau MSB : 010111
LSB =00001011 LE nouveau LSB : 001011
le décodage est : 010111001011
la conversion ver décimale est réussie : 1483
la valeur de l est : 1483
tableau de voltage 1483

avant l'affichage
```

Figure IV.7 :Décodage de signal ECG.

4. Affichage de Signal ECG :

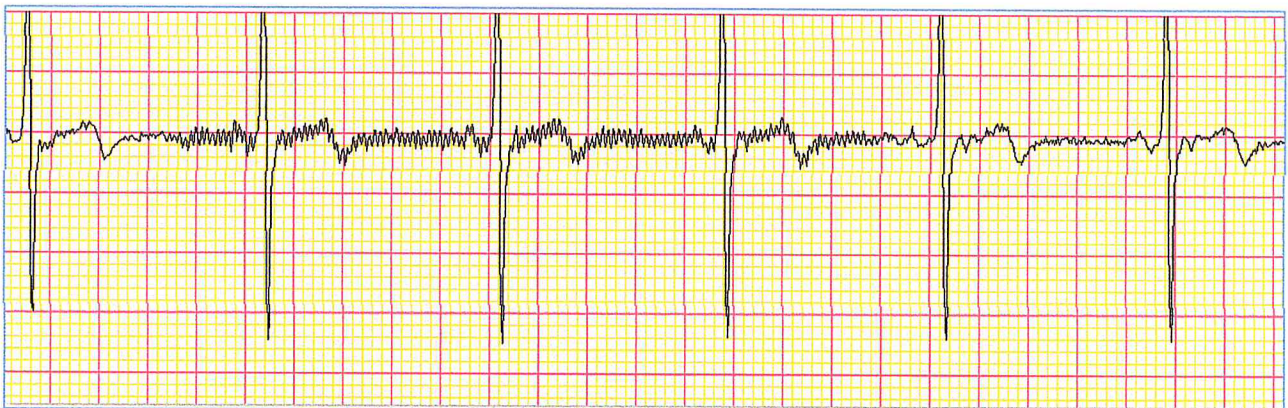


Figure IV.8 : affichage de signal ECG

Dans la La deuxième étape on détaille la réalisation de notre application sur le serveur distant.

Le responsable de service cardialologie lance l'application avec authentification selon la figure suivante :

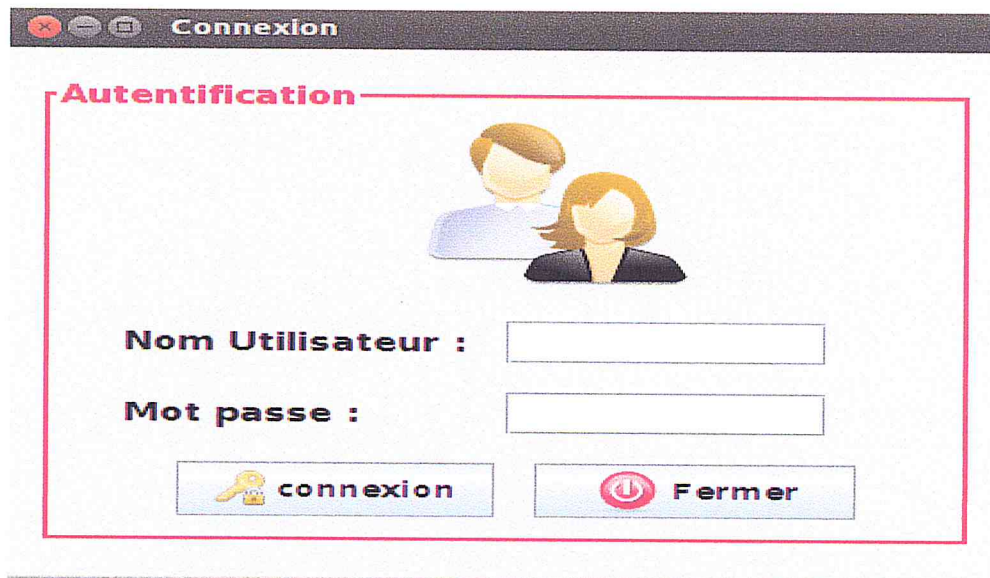


Figure IV.9 Authentification sur le serveur Distant

Un Menu sera afficher, le responsable choisit les différentes taches ,

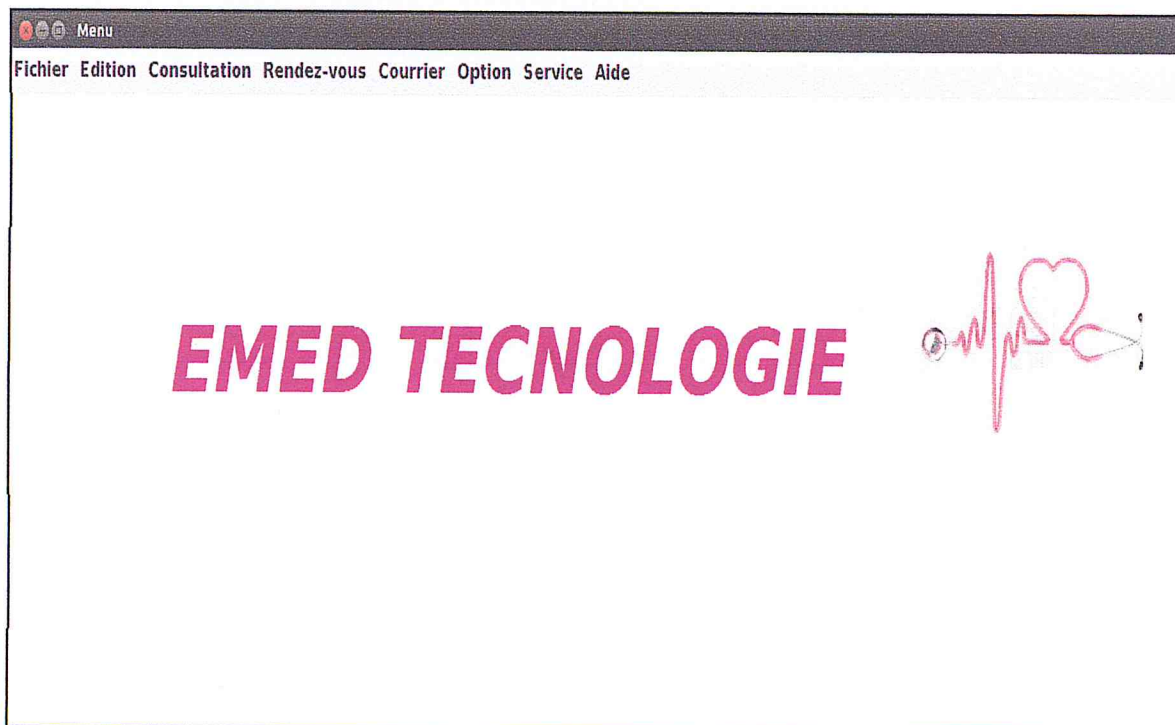


Figure IV.10 Menu D'application Serveur Distant

L'ors de L'arrivé du patient qui accepte de se surveiller à distance ; le responsable de service cardiologie enregistre toutes les informations de ce patient, il va ouvrir la fenêtre nouveau patient et ajouter le patient comme il est montré dans la figure suivant :

The screenshot shows a web application window titled 'Patient' with a sub-header 'Nouvel Patient'. The form is organized into several sections:

- Etat Civil:** Includes input fields for 'Nom', 'Prénom', 'Date Naissance', 'Adresse', 'Phone', 'Mail', 'Profition', 'Sexe' (with a dropdown), and 'Situation familiale' (with a dropdown).
- Etat Patient:** Includes a 'Groupage' dropdown, 'Age' input, 'Poids' input, and 'Maladie Chronique' dropdown.
- Surveiller par :** Includes 'Équipe' dropdown, 'Médcin' dropdown, and 'Expert' dropdown.
- À domicile:** Includes 'Infirmiers' dropdown, 'Debut' input with a calendar icon, and 'La Duré' dropdown.
- Prendre des appareil:** Features two radio buttons: 'Capteur ECG' and 'Box Médicale'.

At the bottom of the form, there are four buttons: 'Enregistre' (with a person icon), 'Liste patients' (with a list icon), 'Annuler' (with a red X icon), and 'Retour' (with a green circular arrow icon).

Figure IV.11 Nouveau Patient

Le responsable peut ajouter aussi des employés, des appareils, des pathologies cardiaques comme les figures suivantes :

Nouveau Employé

N° Equipe : Nom : Prénom: Date Recrutement:

Fonction : Adresse : Phone : adresse email :

User : Password :

Liste Employés

Identifiant	Nom	Prénom	date recrutem...	Adresse	N° Telephone	email	fonction	User	Password	N° equipe
1301e02	lokriissia	cordova	09/08/2013	blida	0555368852	hadier.kerro...	Expert	cordova.l	85431ht	equipe01
1301m01	rouss	salima	14/08/2013	blida	0555368852	hadier.kerro...	Médecin	rouss.s	85431ht	equipe01
1301m02	lkhal	amin	08/08/2013	blida	0555368852	had master...	Médecin	lkhal.a	85431ht	equipe01
1301i01	merzak	malika	15/08/2013	blida	0555368852	had master...	Infirmier	null	null	equipe01
1301i02	khimssi	salim	20/08/2013	alger	0555368852	had master...	Infirmier	null	null	equipe01

Figure IV.12 Nouveau Employée

Lorsque le patient envoie un fichier auscultation à distance, un programme enregistre automatiquement les signaux ECG et informe le responsable qu'un nouveau fichier auscultation a été arrivé , Et comme nous n'avons pas du matériel pour tester notre programme de l'enregistrement automatique des signaux ECG ; nous avons réalisé un petit programme qui permet d'envoyer le fichier au serveur distant ; ce dernier enregistre le fichier auscultation dans une base de données et informe le responsable qu'un nouveau fichier est arrivé, les figures suivantes définissent cette tâche :

1. Programme Simulation Appareil ECG :

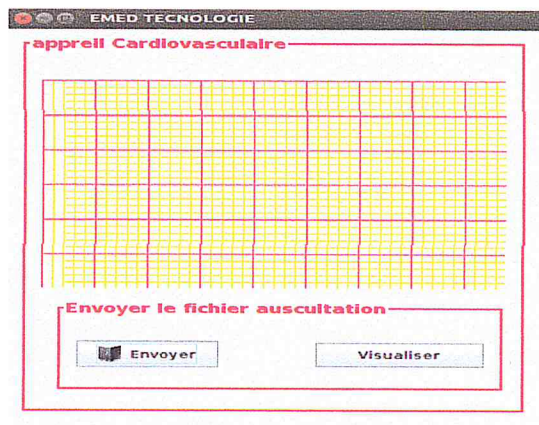


Figure IV.13 : simulation appareil ECG

2. Ouvrir le fichier auscultation.

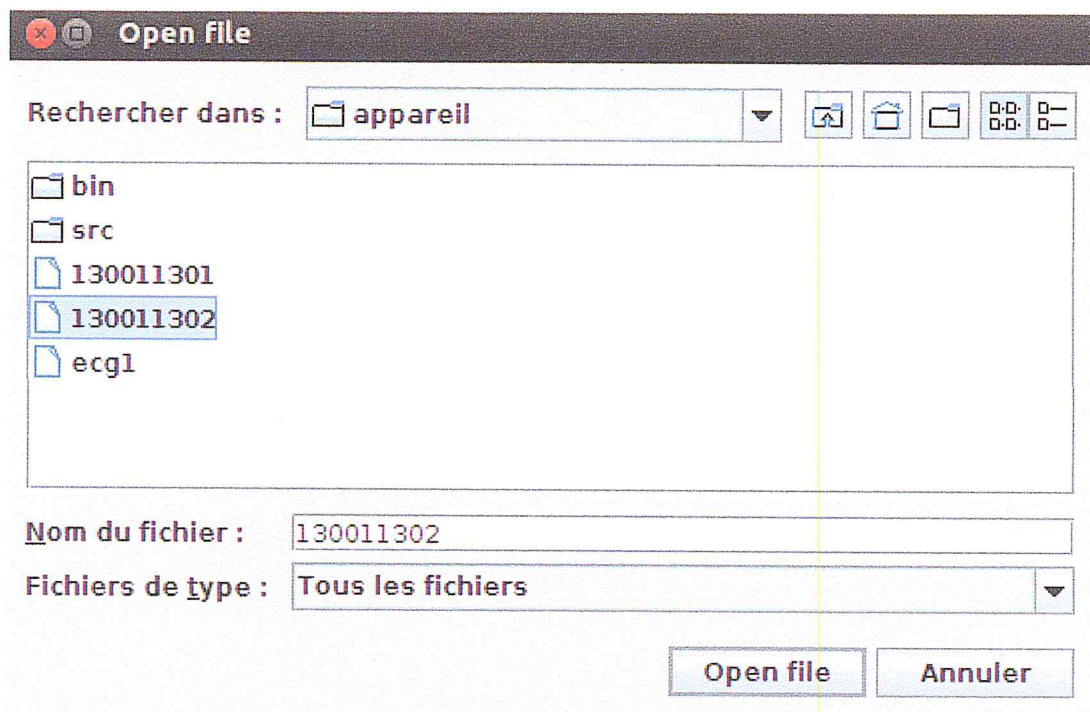


Figure IV.14 : Phone Gap Apache cordova

3. Visualiser le signal.

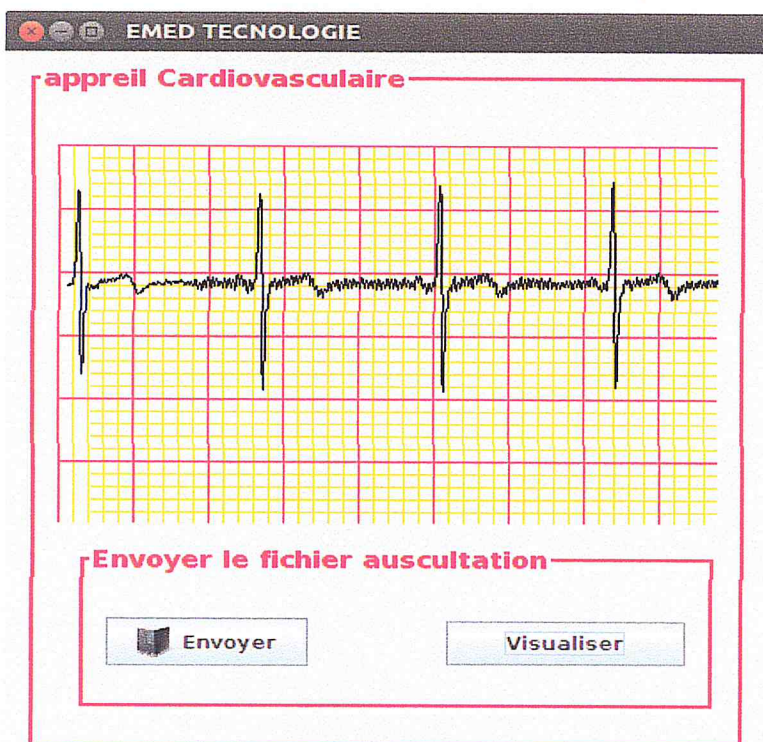


Figure IV.15 : visualiser le signal sur appareil

Le responsable effectue les différentes tâches : afficher le signal ,envoyer le code de signal par un e-mail sécurisé, afficher les paramètres du signal , selon les figures suivantes :

1. Afficher le signal ECG :



Figure IV.18 : afficher le signal ECG

Afficher le paramètre de signal :

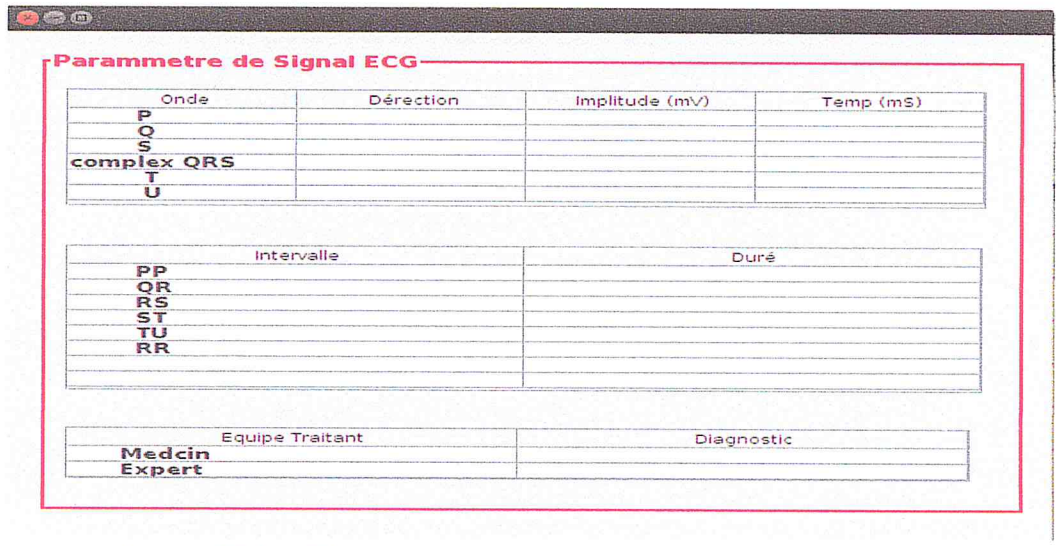


Figure IV.19 : Phone Gap Apache cordova

2. Envoyer un code de signal sur un mail sécurisé, au médecin associé, le médecin connecte au serveur et récupère le signal grâce à ce code :

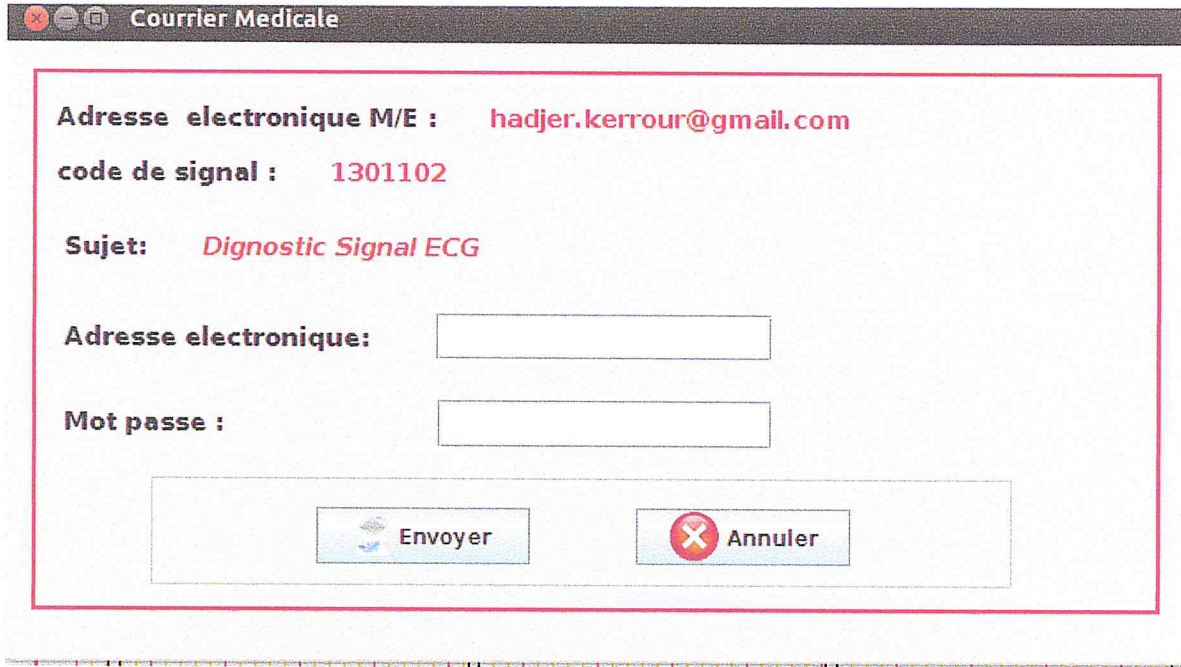


Figure IV.20 : Envoyer un email sécurisé

Le code de signal sera affiché dans la boîte e-mail du médecin associé :



Figure IV.21.a : affichage email

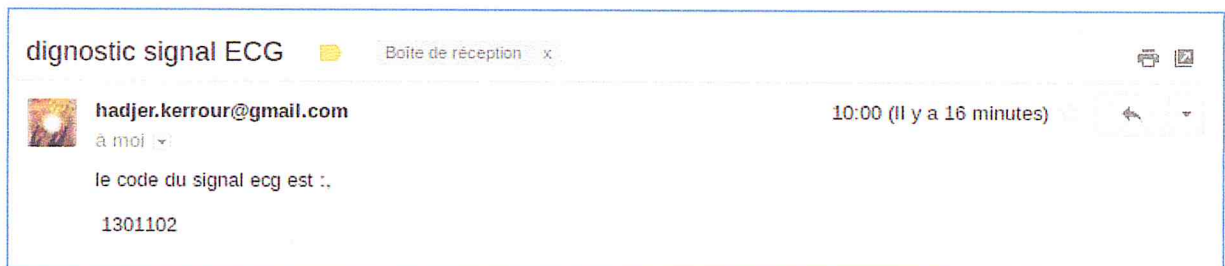


Figure IV.21.b : Affichage contenu e-mail

Lorsque le Médecin connecté le serveur Distant récupérer le signal ECG et mettre le diagnostic via une application Smartphone qui sera afficher dans la figure suivantes :

1. Connecter Le serveur Distant avec authentification :



App ECG

Utilisateur :

Mot de passe :

Connexion Annuler

Emed Technologie

Figure IV.22 : application mobile avec authentification

2. Ouvrir L'application :

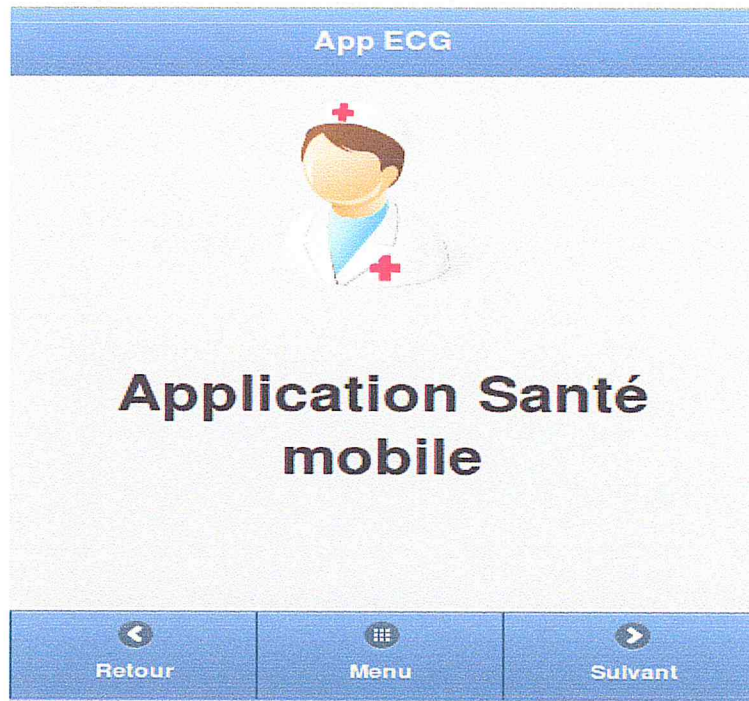


Figure IV.23 : Menu application mobile

3. Menu Affichage sur le mobile :

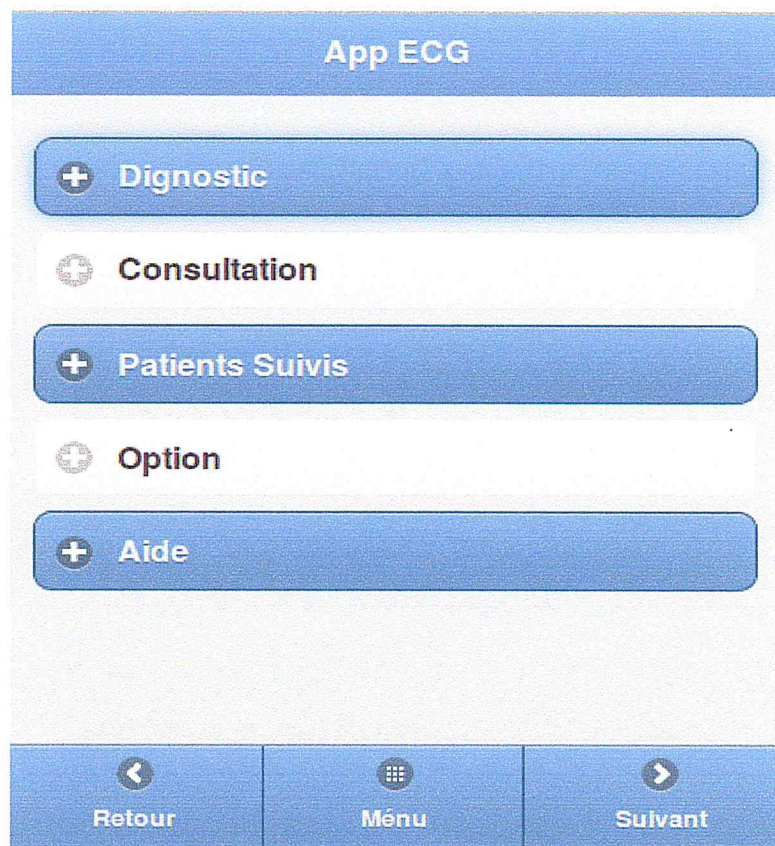


Figure IV.24 : Menu Application mobile

4. Sélectionner Diagnostic :

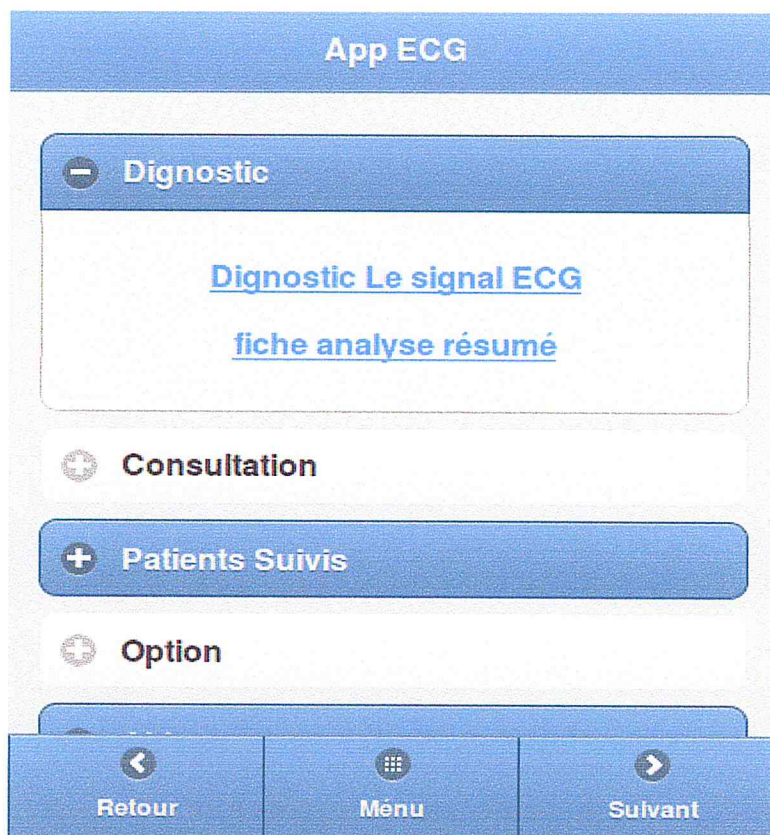


Figure IV.25 : sélectionner Diagnostic

5. Récupérer le signal ECG :



Figure IV.26 : récupérer le signal

Afficher le signal ECG sur le mobile :

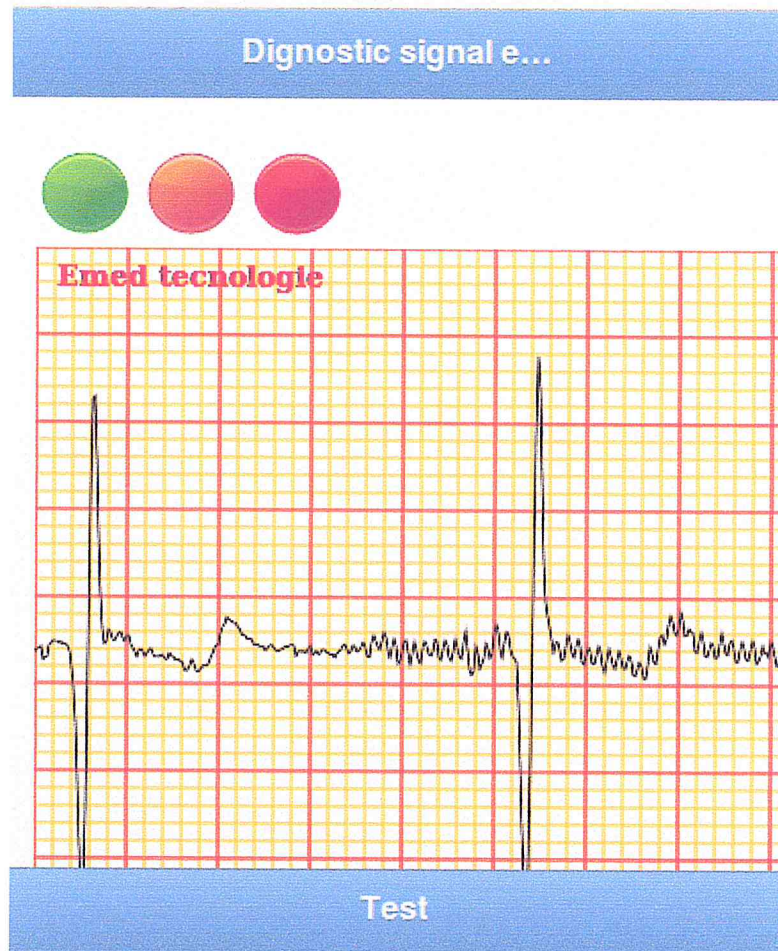


Figure IV.27 : affichage de signal ECG sur le mobile .

IV.6 Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté l'environnement de développement, les interfaces et quelques tests sur notre application client mobile /serveur. Cette étape nous a par ailleurs, permis de nous familiariser avec les différentes fonctionnalités qu'offre notre système.



Conclusion générale

Le travail accompli au cours de notre projet a permis d'approfondir nos connaissances dans le domaine de la Santé mobile et la télémédecine et de mieux positionner la faisabilité et les critères technologiques à considérer pour amener une Télésurveillance cardiaque à fonctionner dans les environnements mobiles, afin d'améliorer la productivité du soin et la qualité de vie de la population. L'objectif général du projet, est la mise en place de la partie logicielle de la solution mobile proposée par la société TICMED dans le but de surveiller à distance les maladies cardiaques, plus particulièrement Le stockage de signal ECG et l'affichage de ce signal sur les Smartphone .

Cette expérience nous a permis de maîtriser le langage de modélisation UML, les outils de développement client mobile/serveur à savoir phone gap, netty ,JPA et le SDK Androïde, sous lequel le développement n'a pas été une tâche facile, mais nous n'avons pas hésité à y participer,

Il nous a également permis de découvrir comment se passe l'intégration de protocole websoket dans notre application ainsi que l'utilisation du langage JSON pour gérer la communication des données entre deux environnements hétérogènes qui sont le client mobile et le serveur distant

Le stage quotidien au sein de la société **TICMED** a été pour nous une occasion pour réaliser notre stage d'une manière distante et épanouir nos capacités de communication dans un environnement professionnel ainsi c'est une expérience très enrichissante dans le domaine de développement des applications client mobile/serveur.

Perspective :

Durant les mois consacrés à la réalisation de notre projet de fin d'études nous nous sommes tenus d'atteindre l'objectif qui nous a été fixé au départ.

Toutefois, dans le souci d'améliorer La partie logicielle de la solution mobile et d'étoffer le spectre de ses fonctionnalités, nous proposons les perspectives suivantes :

- Ajouter des Algorithmes de la déduction et classification les pathologies cardiaque sur les Smartphones de médecin cela permet de mieux aider au diagnostic.
- Ajouter des systèmes de la sécurité des données médicaux (signal ECG).
- Améliorer la communication entre le client mobile et le serveur distant.

Bibliographique :

[1] <http://www.mhealthalliance.org/about/faq> 09/09/2013 .

[2] <http://searchhealthit.techtarget.com/definition/mHealth> 09/09/2013 .

[3] Vital Wave Consulting, «mHealth for Development » ,Meeting Health Needs Through a Broad Array of Applications ,p9-p14 http://www.globalproblems-globalsolutionsfiles.org/unf_website/assets/publications/technology/mhealth/mHealth_for_Development_full.pdf, 2009

[4] M. Cauville, "Diagnostic, soins et prévention par la télémédecine : explications de J. Demongeot," Sciences et Technologies, pp. 32–34, 1999.

[5] La télémédecine est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 1997 : RAPPORT : Rapport La place de la télémédecine dans l'organisation des soins PAGE 7

[6] Finkelstein, G. O'Connor, R.H. Friedman, "Développement and implémentation of the Home Asthme Tel monitoring (HAT) system to facilitâtes asthme self-care," in Proc. of the 10th World Congress on Médical Informatiques (MEDINFO), London, UK, 2001, pp. 810–814

[7] Pierre Simon et Dominique Acker " Rapport La place de la télémédecine dans l'organisation des soins" ,p19,23, www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_final_Telemedecine.pdf, Novembre 2008

[8] <http://www.consultation-telemedecine.fr/telesurveillance-cardiaque/> , 09/09/2013

[9] <http://www.fmcoeur.com/site/c.ntJXJ8MMIqE/b.3562189/>, 22/02/2013

[10] Professeur Christophe RIBUOT, Université Joseph Fourier de Grenoble « L'électrocardiogramme », p3-7 2011,2012:

[11] Yannick GOTTWALLES , 'ECG pour les nuls' ,p59, 2008

[12] Andrew R. HOUGHTON et David GRAY. 2003. Editions MASSON : Maîtriser 'ECG de la théorie à la clinique

[13] Swerdlow CD et Al. Discrimination of Ventricular Tachycardia from Supraventricular Tachycardia by a Download Wavelet-Transform Morphology Algorithm: A Paradigm for Development of Implantable Cardioverter Defibrillator Detection Algorithm. Journal of CARDIOVASCULAR Electrophysiology, Vol 13, No 5, May 2002

[14] " The Electrocardiogram(ECG)", Richard N. Fogoros, M.D. <http://heartdisease.about.com>

[14] <http://www.novacor.com/> 02/04/2012

[15] <http://www.patient.co.uk/health/ambulatory-electrocardiogram-ecg>
02/04/2012

[16] <http://irr-nancy.fr/spip.php?article149> 02/04/2012

[17].Rodriguez, S. Borromeo, R. de la Prieta, J.A Hern ́andez, N.Malpica,
Departamento de Ingenier ́a Telem ́tica y Tecnolog ́a Electrónica,
Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, España, 'Wireless ECG based on
Bluetooth protocol: design and
implementation.[http://medlab.cs.uoi.gr/itab2006/proceedings/ECGPreprocessing,%20Anal
ysis%20and %20Networking/82.pdf](http://medlab.cs.uoi.gr/itab2006/proceedings/ECGPreprocessing,%20Analysis%20and%20Networking/82.pdf) , 2006

[18] Haiying Zhou, Kun Mean Hou, Jean Ponsonnaille, Laurent Ginest*,
Julien Coudon, Romuald Aufrère*, Abdelaziz Amamraand Jean-Pierre
Chanet Laboratoire LIMOS UMR 6158 CNRS, ISIMA, UBP Clermont-Ferrand
II, France CHU de Clermont-Ferrand, Université d'Auvergne, France ,
Remote Continuous Cardiac Arrhythmias Detection and Monitoring ,2006
<http://pierrechainais.ec-lille.fr/PUB/EhealthPologne04.pdf>

[19] Mr Merzzogi Rachid , Thèse doctorat , ' CONCEPTION ET
DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS ETSERVICESDEDIES A LA SANTE SUR
DES TERMINAUX MOBILES' , 2011 ,

[20]SERHAL Hassan ,mémoire ingénieur électronique,Détection de
l'activité cardio-pulmonaire à distance et via l'internet,2010

[21] Woubshet Behutiye. Université Toulouse des Sciences Appliquée ,
'Application mobile télésurveillance cardiaque et une communication
bleutooth,2012

[22][http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/Internet/fiches/8870
829.html](http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/bibliotheque/dictionnaires/Internet/fiches/8870829.html) , 20/09/2013

[23]O. FOUIAL, «Découverte et fourniture de services adaptatifs dans les
environnements mobiles», Thèse de doctorat en Informatique et
Réseaux de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications
ENST, Paris, France, 30 Avril, 2004.
30Avril,[http://pastel.archivesouvertes.fr/docs/00/49/97/97/PDF/These_Foui
al_2004.pdf](http://pastel.archivesouvertes.fr/docs/00/49/97/97/PDF/These_Fouial_2004.pdf),20

[24]][http://www.laboutique.bouyguestelecom.fr/internet-telephonie/mobile/
les-smartphones-3g.html](http://www.laboutique.bouyguestelecom.fr/internet-telephonie/mobile/les-smartphones-3g.html) ,09/09/2013

[25] [http://olivierguillet.com/2012/02/les-differents-types-dapplications-mobiles-natives-
web-apps-hybrides-flash/](http://olivierguillet.com/2012/02/les-differents-types-dapplications-mobiles-natives-web-apps-hybrides-flash/),09/09/2013

[26] N. Pitman, (2006). UML 2 en concentré. O'Reilly

- [27] K.Muller « modélisation objet avec UML », EYROLLES, 1997
- [29] J.STEFFE-ENITA de Bordeaux « Cours UML», mars 2005
- [30] K. Muller « modélisation objet avec UML », EYROLLES, 2002
- [31] M. Bres, « atelier de génie logiciel », Masson 1993
- [32] site officiel : www.websocket.org 07/08/20134
- [33] site officiel :<http://www.json.org/> 15/08/2013
- [34]<http://www.istantic.com/hv2/programmation/Java/Generalites/Generalites.htm> 05/07/2013
- [35] <http://www.toutjavashcript.com/main/index.php3> ,15/08/2013
- [36] <http://www.w3schools.com/html/>
- [37] <http://www.eclipse.org> ,10/09/2013
- [38] <http://www.techno-science.net> ,26/08/2013
- [39] site officiel : <http://developer.android.com/sdk/index.html> ,21/08/2013
- [40] site officiel : <http://www.mysql.fr/> , 21/07/2013
- [41]site officiel : http://doc.ubuntu-fr.org/mysql_outils , 21/07/2013
- [42] site officiel : <http://www.eclipse.org/eclipselink/> 21/07/20134
- [43] site officiel : <http://netty.io/>
- [44] site officiel : <http://jackson.codehaus.org/> , 21/07/2013 !;
- [45]siteofficiel:<http://www.oracle.com/technetwork/java/javamail/index.htm>
- [46] site officiel : <http://phonegap.com/> , 21/07/2013 .
- [47] site officiel :<https://github.com/knowledgecode/WebSocket-for-Android>
21 /07/2013 /

1. Anatomie du cœur

Le cœur est un organe musculaire creux en forme de poire situé entre les poumons, au milieu de la poitrine. Il assure la circulation du sang dans tout l'organisme, permettant aux cellules de recevoir oxygène et nutriments. Il est fixé au sternum par des tissus conjonctifs particuliers appelés ligaments. La taille d'un cœur adulte est comparable à celle du poing. Chez un individu moyen, il mesure environ 13 centimètres de long sur 8 centimètres de large, et pèse moins de 500 grammes. Le cœur, situé entre vos poumons au milieu du thorax est le moteur du système cardiovasculaire, dont le rôle est de pomper le sang qu'il fait circuler dans tous les tissus de l'organisme. Chaque jour, 100 000 battements pour pomper 8 000 litres de sang pour répondre aux besoins énergétiques du corps, ce qui rend cet organe une pompe extraordinaire essentielle pour la vie [1]

Grâce aux contractions de son tissu musculaire le cœur assure la circulation sanguine. C'est un muscle strié creux avec une épaisse cloison qui le divise en deux moitiés indépendantes (droite et gauche). Sa partie droite contient du sang pauvre en oxygène et garantit la circulation pulmonaire; sa partie gauche renferme du sang riche en oxygène et le propulse dans tous les tissus. Chacune des moitiés comporte une oreillette et un ventricule qui communiquent par des valves d'admission qui, à l'état normal, laissent passer le sang uniquement de l'oreillette vers le ventricule. Il existe aussi des valves d'échappement qui assurent la communication entre le ventricule droit et l'artère pulmonaire (valve pulmonaire), ainsi qu'entre le ventricule gauche et l'artère aorte (valve aortique). Ces deux valves se trouvent à l'entrée de l'aorte et de l'artère pulmonaire respectivement. Voir la figure (AnnexECG.1), où nous pouvons apercevoir l'anatomie du cœur et les vaisseaux associés. Les parois du cœur sont constituées par le muscle cardiaque, appelé myocarde, composé d'un ensemble de cellules musculaires cardiaques ou cardiomyocytes [2].

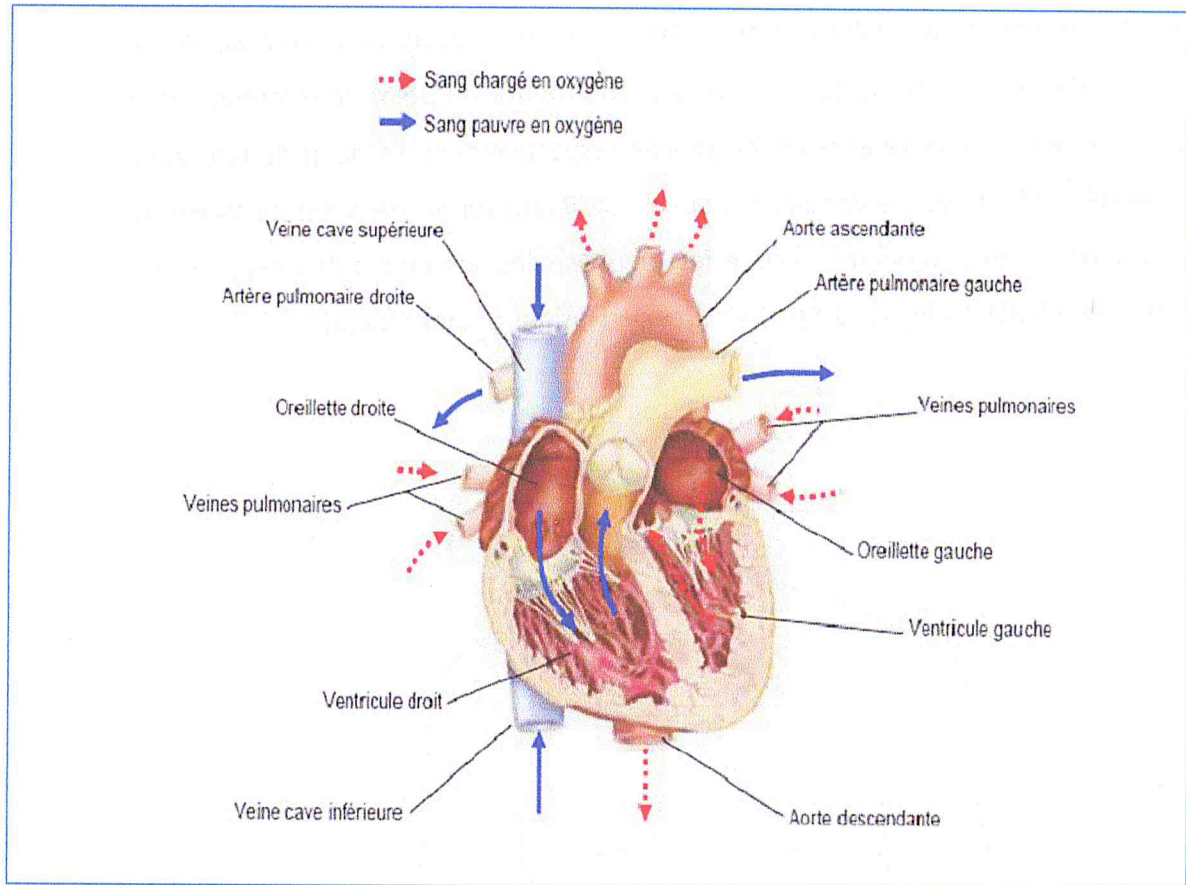


Figure AnnexECG.1 : L'anatomie du cœur [3]

2. La Maladie Cardiovasculaire :

Les maladies cardiovasculaires regroupent l'ensemble des maladies du cœur et des vaisseaux sanguins. Elles concernent le muscle cardiaque, les artères, les valves, les vaisseaux cérébraux et les vaisseaux des membres inférieurs et de l'aorte.

Les principales maladies cardiaques sont représentées par la maladie coronaire (qui affecte les artères du cœur), les maladies des valves cardiaques (valvulopathie), les maladies du muscle cardiaque (cardiomyopathie), les troubles du rythme cardiaque, les maladies vasculaires cérébrales, les maladies congénitales comme les malformations cardiaques et les artériopathies des membres inférieurs [4].

3. Les Dérivation :

Généralement les appareils électrocardiographiques peuvent enregistrer plusieurs différences de potentiel en même temps, selon l'emplacement et le nombre d'électrodes réparties sur le thorax et les membres. Chaque mesure de ces potentiels

correspond à une dérivation de l'ECG. Un système de dérivations consiste en un ensemble cohérent de dérivations, chacune étant définie par la disposition des électrodes sur le corps du patient. L'emplacement des électrodes est choisi de façon à explorer la quasi-totalité du champ électrique cardiaque.

Si on mesure le vecteur cardiaque dans une seule direction, on ne sera pas en mesure de le caractériser entièrement. Il est donc important d'avoir un standard de positionnement des électrodes (dérivations) pour l'évaluation clinique du signal ECG. En pratique, douze dérivations sont utilisées dans les plans frontal et transversal pour explorer l'activité électrique du cœur. On distingue :

✚ Trois dérivations bipolaires (ou dérivations standard) :

Elles ont été déterminées par Einthoven et ils sont appelées bipolaires car le potentiel est mesuré entre deux électrodes. Elles sont obtenues à partir des potentiels du D_I , D_{II} , D_{III} obtenues par permutation des électrodes placées sur le bras droit, le bras gauche et la jambe gauche de la manière suivante :

$$D_I = V_L - V_R$$

$$D_{II} = V_F - V_R$$

$$D_{III} = V_F - V_L$$

Où V_R correspond au potentiel au bras droit, V_L correspond au potentiel au bras gauche et V_F correspond au potentiel dans la jambe gauche. La jambe droite est reliée à la masse. Les vecteurs obtenus forment alors un triangle équilatéral appelé triangle d'Einthoven comme donné sur la figure suivante[1] :

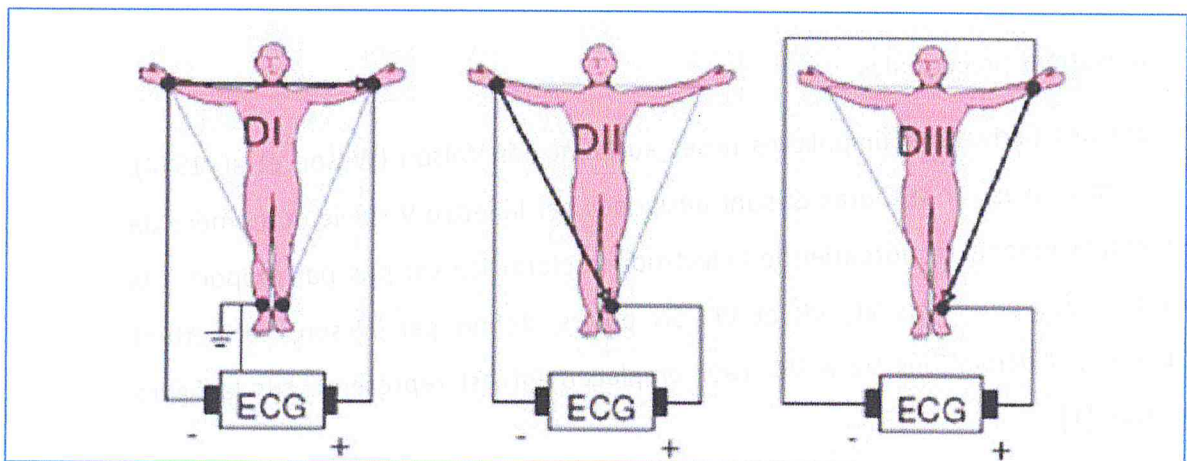


Figure AnnexECG.2 : Dérivation Bipolaire.

✚ Trois dérivations unipolaires aVR, aVL, aVF :

Les dérivations unipolaires des membres permettent d'étudier l'activité électrique du cœur sur le plan frontal. Elles ont été déterminées par Wilson. (Wilson et al, 1934). Ces dérivations permettent de mesurer la tension entre un point de référence et le bras droit, le bras gauche et la jambe gauche respectivement. Le point de référence est réalisé par la moyenne des signaux qui apparaissent sur les deux autres membres qui ne sont pas en observation. A cet effet, on utilise des résistances de valeur élevée, supérieure à $5M\Omega$. La figure (1.5) montre les dérivations unipolaires.[1]

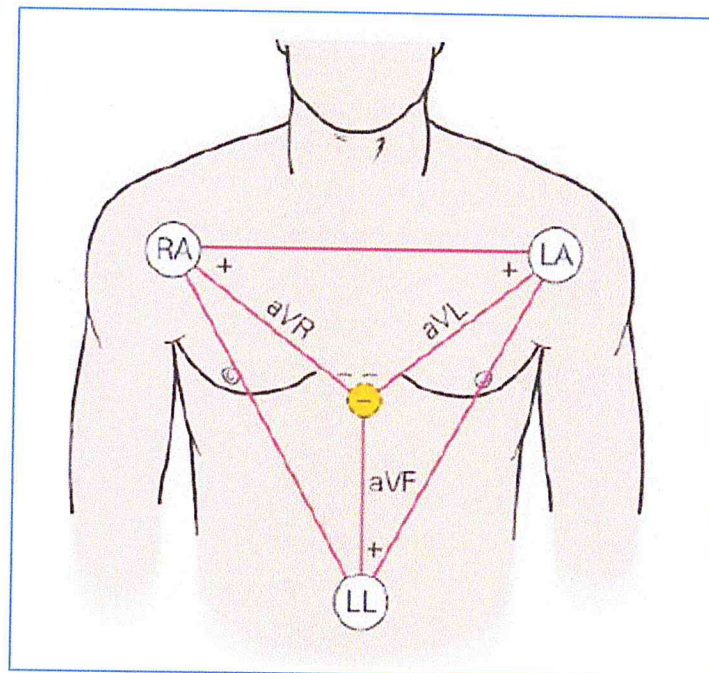


Figure AnnexECG.3 : Dérivation Unipolaire.

✚ Six dérivations précordiales :

Ce sont des dérivations unipolaires mises au point par Wilson (Wilson et al, 1944). Elles sont posées sur le thorax et sont désignées par la lettre V suivie du numéro de leur emplacement. Le potentiel de l'électrode exploratrice est pris par rapport à la moyenne des potentiels VL, VR et VF. Six points, définis par Wilson, permettent d'obtenir les dérivations V1 à V6. Leur emplacement est représenté sur la figure suivante. [1]