

Dédicace	3
Remerciement	5
Résumé	6
Table des matières	7
Table des figures	10
Glossaire	11

introduction générale	14
------------------------------------	----

Premier Chapitre:

Contexte de recherche : Télémédecine et ses applications.

I.1 – Introduction	15
I.2 – Télémédecine	15
I.2.1 – Champ d’application de la télémédecine	15
I.2.1.1 – Téléconsultation	16
I.2.1.2 – Télésurveillance	16
I.2.1.3 – Téléassistance.....	16
I.2.1.4 – Télé-expertise ou téléchirurgie.....	16
I.2.1.5 – Téléformation	17
I.3 – Principe de la tlémédecine	17
I.4 – Apports et enjeux de la télémédecine	17
I.5 – Freins au développement	18
I.6 – Téléconsultation	19
I.6.1 – Définition.....	19
I.6.2 – Objectif.....	19
I.6.3 – Principe.....	19
I.6.3.1 – Archivage des dossiers médicaux.....	20
I.6.3.2 – Unité locale de traitement.....	20
I.6.3.3 – Centre de télévigilance	20
I.6.3.4 – Technologies et standards	20
A – Réseaux sans fil.....	21
B – Réseaux d’accès radio mobiles.....	22
C – Modèle TCP/IP.....	24
I.7 – Conclusion	25

Second Chapitre: Insuffisance rénale & hémodialyse.

II.1 – Introduction	26
II.2 – Anatomie et physiologie du rein	26
II.2.1 – Anatomie du rein	26
II.2.2 – Physiologie du rein	26
II.3 – Insuffisance rénale	27
II.3.1 – Définition	27
II.3.2 – Types d'insuffisance rénale	27
II.3.2.1 – Insuffisance rénale chronique	27
II.3.2.2 – Insuffisance rénale aiguë	27
II.3.3 – Cause d'insuffisance rénale	27
II.3.4 – Traitement d'insuffisance rénale	28
II.3.4.1 – Greffe rénale	28
II.3.4.2 – Dialyse	28
A – Hémodialyse ou rein artificiel	28
B – Dialyse péritonéale	29
II.4 – Hémodialyse	29
II.4.1 – Différentes modalités d'hémodialyse	29
II.4.1.1 – Hémodialyse autonome	29
A – Hémodialyse à domicile	29
B – Auto dialyse	29
II.4.1.2 – Hémodialyse non autonome	30
A – Hémodialyse en centre	30
B – Hémodialyse en unité de dialyse médicalisée	30
II.4.2 – Principe physique d'hémodialyse	30
II.4.2.1 – Diffusion	30
II.4.2.2 – Ultrafiltration	31
II.5 – Déroulement d'une séance	32
II.5.1 – Préparation du matériel	32
II.5.2 – Préparation du patient	32
II.5.3 – Branchement	32
II.5.4 – Démarrage de la séance	32
II.5.5 – Surveillance	32
II.5.6 – Debranchement	32
II.6 – Dossier médical d'un patient dialysé	33
II.7 – Conclusion	35

Troisième Chapitre: Service mobile de suivi des patients hémodialysés

III.1 – Introduction	36
III.2 – Étude technique	36
III.1.1 – Cahier de charge	36
III.1.2 – Fonctionnalités	36
III.1.3 – Outils de développement	37
III.1.3.1 – Sun Java Wireless Toolkit	37
III.1.3.2 – Easy PHP	37
III.3 – Enchaînement des étapes du projet en général	37

III.3.1 – Etablissement de la connexion	37
III.3.2 – Traitement des données	37
III.3.3 – Transmission des données	37
III.4 – Plateforme proposée pour l'application de téléconsultation	38
III.4.1 – Application	38
III.4.2 – Présentation des interfaces de l'application	38
III.4.3 – Mode d'emploi du programme	40
III.4.3.1 – Configuration minimale	40
III.4.3.2 – Diffusion de logiciel	40
III.4.3.3 – Installation du programme	40
III.4.3.4 – Exécution de la MIDlet	40
III.5 – Conclusion	52

Conclusion générale et perspectives	53
Bibliographies & Références	54

Table des figures

Figure I.1 – Schéma d’application de la télémédecine	16
Figure I.2 – Architecture de la téléconsultation	20
Figure I.3 – Liaison entre appareils Bluetooth	21
Figure I.4 – L’évolution du réseau téléphonique mobile.....	22
Figure I.5 –Systèmes en couches.....	24
Figure II.1 – Anatomie des reins	26
Figure II.2 – Appareil d’hémodialyse	28
Figure II.3 – Diffusion	31
Figure II.4 – Ultrafiltration	31
Figure II.5 – Radiographie du rein	33
Figure II.6 – Echographie du rein	34
Figure II.7 – Echo-doppler d’une maladie rénale chronique	34
Figure II.8 – Electrocardiogramme	35
Figure III.1 – Plateforme de téléconsultation.....	38
Figure III.2 – Interface de l’utilisateur finale	39
Figure III.3 – Lancement de l’application.....	41
Figure III.4 – Page de garde	41
Figure III.5 – Phase d’authentification.....	42
Figure III.6 – Service médicaux proposés.....	43
Figure III.7 – Liste des patients du service choisi	43
Figure III.8 – Menu des examens.....	44
Figure III.9 – coordonnées personnelles d’un patient	45
Figure III.10 – Seance des suivis d’un patient par jour	46
Figure III.11 – Resultat d’examen	47
Figure III.12 – Echographie Doppler	49
Figure III.13 – Bilan cardiaque	50
Figure III.14 – Echographie abdominale	51
Figure III.15 – Bilan biologique.....	52

A

ATD : Auto **D**ialyse

C

CEC : Circuit Extra Corporel

CLDC : Connected **L**imited **D**evice **C**onfiguration

CNOM : Conseil **N**ational de l'**O**rdre des **M**édecins

CT-scan : Computer Tomographie

E

EDGE : Enhanced **D**ata Rates For **G**SM **E**volution

EPO : L'Erythro**P**oïétine

ECG : Electro**C**ardio**G**raphie

G

GSM : Global System for **M**obile Communications

GPRS : General **P**ack **R**adio **S**ervice

H

HSDPA : High Speed **D**ownlink **P**acket **A**ccess

I

IP : Internet **P**rotocol

IRA : Insuffisance **R**énale **A**igue

IRM : Imagerie par **R**ésonance **M**agnétique

J

J2ME : **j**ava de **M**icro **E**dition

M

MIDP : **M**obile **I**nformation **D**evice **P**rofile

MMAPI : **M**obile **M**edia **A**PIs

N

NFC: **N**ear **F**ield **C**ommunication

NFS : **N**umération **F**ormule **S**anguine

NTIC : **N**ouvelles **T**echnologies de l'**I**nformation et de la **C**ommunication

O

OSI : **O**pen **S**ystems **I**nterconnection

P

PV : **P**ression **V**eineuse

PTM : **P**ression **T**rans-Membranaire

PC : **P**ersonnel **C**omputer

T

TCP : **T**ransmission **C**ontrol **P**rotocol

TA : **T**ension **A**rtériel

U

UDP : User **D**atagramme **P**rotocol

UDM : Unité de **D**ialyse **M**édicalisée

UFH : Unité de **F**iltration **H**oraire

UMTS : L'Universal **M**obile **T**elecommunications **S**ystem

UWB : L'Ultra **W**ide**B**and

V

VIH : Virus de l'Immunodéficience **H**umaine

VS : Vitesse de **S**édimentation

W

WMA: Wireless **M**essaging **A**PIs

WPAN : Wireless **P**ersonal **A**rea **N**etwork

Wifi : Wireless **F**idelity

Introduction général

Le développement et la conception des services de la télémédecine sont devenus un enjeu majeur dans le monde des communications sans fil. L'ensemble de ces recherches touchera à court terme le vieillissement de la population et les personnes exposées à des risques d'accident dans leur vie quotidienne ou de dégradation de leur état de santé.

L'exploitation de ces nouveaux terminaux mobiles introduit de nouvelles problématiques [1] et crée de nouveaux besoins. Ils permettent à des usagers (éventuellement mobiles) d'avoir accès à des services indépendamment de leurs positions physiques. Dans cette vision, une grande variété de services sera offerte non seulement au grand public mais aussi à personnes particulières, comme les spécialistes, les personnes cultivées, les professionnels de santé, etc.

Dans ce contexte, nous proposons un service mobile de téléconsultation destiné à la catégorie hémodialyse et par conséquent, d'exploiter les Smartphones comme outils de base. Il s'agit de développer une application mobile sous J2ME qui consiste à consulter à distance les types des examens effectués aux patients hémodialysés lors de leurs séances. Ainsi, le médecin est en mesure d'évaluer l'évolution de l'état de santé de son patient en tout lieu et à tout moment en leur procurant un outil de diagnostic efficace, rapide et fiable.

Le travail mené dans ce cadre et les résultats obtenus sont regroupés dans un mémoire de fin d'étude organisé de la façon suivante:

Le chapitre 1 représente notre contexte de travail et ses enjeux. Elle met en évidence les technologies et les standards exploités dans le domaine de télémédecine.

Le chapitre 2 décrit la catégorie hémodialyse, en précisant la pathologie d'insuffisance rénale, son traitement et les différents types d'examens qui peuvent être analysés dans un dossier médical.

Le dernier chapitre expose notre application mobile qui consiste à consulter les dossiers des patients hémodialysés à distance.

I.1 – Introduction

Dans notre vie quotidienne, les changements deviennent de plus en plus courts par l'évolution technologique dans le secteur des communications et d'informations dans tous les domaines.

L'utilisation innovante des technologies de la communication peut être un atout majeur dans la recherche du domaine médical pour une amélioration continue des services de santé aux patients et facilite le travail des professionnels de la santé.

La pratique médicale à distance, que ce soit dans le domaine du diagnostic, de la thérapeutique ou de surveillance nous amène à des notions de télésoins, télésanté et enfin télémédecine.

Dans ce chapitre, nous intéressons à étudier le domaine de télémédecine et plus particulièrement la catégorie téléconsultation.

I.2 – Télémédecine

De nombreux auteurs définissent la télémédecine comme l'union des télécommunications et de la médecine [2]. La télémédecine ne remplacera jamais le contact immédiat médecin-malade mais vient s'ajouter aux outils du médecin au service du patient [3].

La télémédecine est une forme de pratique médicale à distance utilisant les technologies de l'information et de la communication. Elle met en rapport entre eux ou avec un patient, un ou plusieurs professionnels de santé.

Elle permet d'établir un diagnostic, d'assurer pour un patient à risque, un suivi à visée préventive ou un suivi post-thérapeutique, de requérir un avis spécialisé, de préparer une décision thérapeutique, de prescrire des produits, de prescrire ou de réaliser des prestations ou des actes, ou d'effectuer une surveillance de l'état des patients.

La télémédecine est donc d'abord une pratique médicale, et non pas un système technologique [4].

I.2.1 – Champ d'application de la télémédecine

La télémédecine consiste à utiliser les télécommunications et les technologies de l'information pour permettre l'accès aux soins à distance, et l'échange de l'information médicale afin d'évaluer l'état du patient [2].

Les applications de la médecine à distance sont nombreuses comme présente le schéma ci-dessous (**Figure I.1**) :



I.1 – Schéma d'application de la télémédecine

I.2.1.1 – Téléconsultation

Un médecin donne une consultation à distance à un patient, lequel peut être assisté d'un professionnel de santé (un autre médecin, une infirmière, un manipulateur radiologue...). Le patient et/ou le professionnel à ses côtés fournissent les informations, le médecin à distance pose le diagnostic. Cette consultation à distance ne peut se faire qu'avec l'accès pour le soignant au dossier patient.

Dans le cadre de ce projet de fin d'étude nous proposons un service mobile de la téléconsultation comme outil d'aide pour les médecins traitant. C'est pour cette raison qu'on va détailler cette catégorie par la suite (**voir I.6 Téléconsultation**).

I.2.1.2 – Télésurveillance

Un médecin surveille et interprète à distance les paramètres médicaux d'un patient. L'enregistrement et la transmission des données (taux de diabète, la tension, rythme cardiaque...) peuvent être automatisées ou réalisées par le patient lui-même ou par un professionnel de santé.

I.2.1.3 – Téléassistance

Un médecin assiste à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte.

I.2.1.4 – Télé expertise ou Télé chirurgie

Contrôlée à distance la manipulation de matériel médical (instruments chirurgicaux) par le praticien sur le patient (appelée aussi télémanipulation).

I.2.1.5 – Téléformation

Il s'agit d'un service pour la formation médicale des professionnels de la santé, le téléenseignement pour les étudiants. Ce système est utilisé pour consulter des informations médicales (base de données, imagerie, cours de formation).

I.3 – Principes de la télémédecine

La télémédecine doit répondre à certaines conditions telles que :

Responsabilité: La télémédecine doit répondre à une démarche médicale.

Sécurité: Les données doivent être protégées lors de leur transmission, leur reproduction, et de leur diffusion.

Confidentialité: La télémédecine doit respecter le secret professionnel médical entre le médecin et le patient.

Transparence: Le médecin doit donner une information claire et correcte à son patient.

Précaution : Les données transmises doivent être cryptée.

Non malfeasance : La télémédecine ne doit pas devenir une expérimentation d'opérations n'ayant aucun intérêt réel pour le patient [5].

I.4 – Apports et enjeux de la télémédecine

La télémédecine présente des enjeux importants en termes d'aménagement du territoire et d'égal accès aux soins. Elle permet en effet de faciliter l'accès de la population à des soins de proximité de qualité, de gérer les pénuries de personnels médicaux et de renforcer le rôle d'établissements parfois isolés, en particulier les hôpitaux locaux [6]. Elle est une réalité médicale, qui s'impose déjà à travers l'usage D'outils comme le téléphone et la télécopie par exemple.

Les progrès actuels des NTIC appliquées au domaine médical (imagerie médicale, débits de transmission), la miniaturisation du dispositif, ouvrent des perspectives pour le développement de la télémédecine en termes d'accroissement de l'efficacité et de la qualité des soins, partage des connaissances ainsi que la réduction des coûts de santé publique. Pour les praticiens, il s'agit de développer une coopération entre les réseaux du milieu médical : généraliste-spécialiste, public-privé ; pour l'échange d'information et de savoir.

L'un des enjeux d'accroissement de la télémédecine porte ainsi les aspects de partages de et de connaissances de données. Cela nécessite une définition de protocoles de communications et création d'un dossier médical [2].

Indépendamment de la situation d'un patient, la télémédecine permet de procéder à une expertise à distance et réduit le délai de prise en charge diagnostic et thérapeutique, pour une meilleure qualité des soins.

En assurant l'égalité d'accès aux soins, la télémédecine répondre au problème d'isolement géographique dans les zones rurales et les centres hospitaliers qui manque d'équipements et de médecins.

Dans le cas de la surveillance à distance, la télémédecine répond au besoin d'intégration sociale de patient espérant rester à domicile ou à l'hôpital.

Ce qui concerne l'aspect économique :

- La télémédecine limite le transport et les déplacements des patients et du personnel médical.
- Grace à l'accès distant au dossier médical, la télémédecine réduit la redondance des soins.
- Elle diminue la durée de jours d'hospitalisation.

Les pouvoirs publics de la télémédecine à un intérêt contribuent directement dans la maitrise des dépenses de santé publique, en améliorant la meilleure qualité de soin.

La santé représente une bonne part de chiffre d'affaire des télécommunications, les prix des équipements ont baissé ; cependant la télémédecine impose beaucoup d'investissements pour la formation du personnel médical à l'usage des NTIC.

La télémédecine est une faveur de transfert mondial de connaissances médicales. Leur développement intéresse à certains secteurs médicaux comme la maritime, le sport en zone isolée.etc

I.5 – Freins au développement

Le développement des services de la télémédecine est confronté à des problèmes d'ordre culturel, juridique ou éthique, et à des réticences de la part des différents acteurs.

Les médecins et les patients craignent notamment qu'elle porte atteinte à la liberté d'exercice, au secret médical, et conduise finalement à une déshumanisation de la relation entre le médecin et son patient.

L'exploitation de l'outil informatique pour la détection, la consultation, le transfert et la sauvegarde des informations concernant les patients, ne doit pas nuire à leur confidentialité, leur efficacité et à leur fiabilité. D'autres points importants résident dans la responsabilité et la rémunération des praticiens.

En effet, la télé pratique médicale n'est pas encore reconnue comme un acte médical à part entière. Le choix de la méthodologie et de la politique tarifaire de la télémédecine est également un problème à résoudre. La conception d'une telle technique des services de télémédecine en matière de sécurité et de protection doit être méthodique. Il faut prendre le temps d'une réflexion globale, avec un spécialiste de préférence et prendre des mesures à la fois d'organisation, architecturale, technique et électronique. Ainsi, s'il n'y a pas de règle générale, il y a un raisonnement et des questions à se poser.

Une autre crainte est celle de la fuite des compétences médicales des centres de soins les plus isolés. La délocalisation d'opérations médicales est en effet accompagnée du

risque de regroupement des meilleurs spécialistes dans quelques grandes unités. Au niveau méthodologique, l'hétérogénéité des besoins de chaque praticien et patient impose de développer des applications et services à un degré de compatibilité et d'interopérabilité important. Leur efficacité dépend d'une bonne gestion de la grande quantité d'informations générées, la précision dans les calculs numériques et de l'adaptation de services développés au contexte de l'environnement mobile.

Ces services de télémédecine nécessitent en particulier l'imagination de la technique déployée, le traitement personnalisé des informations dans le contexte d'un patient et prennent en compte bien peu de règles d'interprétation générales issues d'informations médicales [5].

I.6 – Téléconsultation

Comme il a été mentionné auparavant, la téléconsultation est une dimension de la télémédecine. Les sections suivantes seront consacrées à cette catégorie d'application.

I.6.1 – Définition

La téléconsultation est une vraie consultation, qui engage la responsabilité du médecin. En pratique, le médecin qui va télé-consulter et le patient (seul, accompagné d'un médecin ou d'une autre personne de son choix) se connectent via un support réseau (avec ou sans webcam, un logiciel...). Le patient peut transmettre des photos ou des résultats d'examen. Pour le CNOM, une téléconsultation ne présente pas plus de risques qu'une consultation. « Le seul risque serait qu'un médecin ne sache pas dire qu'un examen physique est nécessaire pour poser un diagnostic » [7].

On peut distinguer deux sortes de téléconsultations [3]:

- (1) Soit le patient consulte de sa propre initiative un médecin par un réseau de communication interposé;
- (2) Soit le médecin consulte, sollicite un avis diagnostic (télédiagnostic) ou thérapeutique (télé expertise) auprès d'un confrère situé à distance.

I.6.2 – Objectif

La téléconsultation permet :

- Amélioration de la qualité de vie des patients.
- L'accès aux soins dans des territoires où la démographie médicale est fragile.
- Un coût d'économie réduit.

I.6.3 – Principe

Téléconsultation, à l'initiative des algorithmes implémentés dans une telle plateforme conçue de service pour l'analyse et la synthèse des données recueillies. Elle s'appuie sur un système d'information global comprenant :

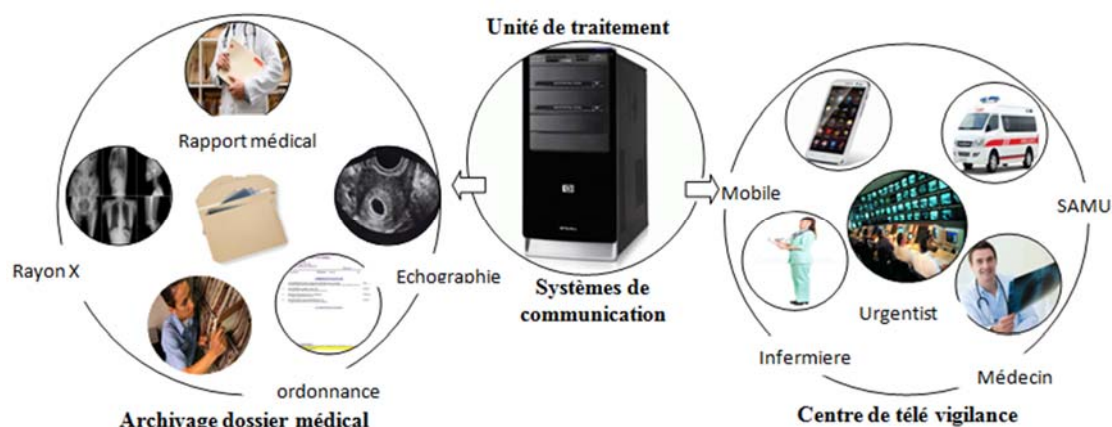


Figure I.2 – Architecture de la téléconsultation

I.6.3.1 – Archivage des dossiers médicaux

Le dossier médical d'un patient regroupe l'ensemble des documents physiques ou informations relatifs à la santé du patient. Il peut s'agir de radios, lettres, compte-rendu d'opérations, résultats d'analyses. L'archivage du dossier médical présente de nombreux avantages :

- Un meilleur suivi du patient ;
- Un accès unifié à l'information pour coordonner les soins ;
- Une limitation des soins redondants ;
- Des économies substantielles.

Des règles définissent la durée de conservation de l'archivage dossier médical [8].

I.6.3.2 – Unité locale de traitement

Permet de stocker et traiter les données, au niveau de chaque hôpital, elle est responsable de la gestion d'une base de connaissance relative à la personne téléconsultée, de l'émission de donnée [2].

I.6.3.3 – Centre de télé vigilance

Pour le traitement des messages et alarmes reçus des patients. Le personnel médical, patient et membres de sa famille pouvant accéder à tout moment, après authentification et selon leurs privilèges, aux données du système.

I.6.3.4 – Technologies et standards

Avant de présenter notre projet de master lié au service mobile de téléconsultation des patients hémodialyse, nous présentons d'abord les organismes de normalisation, les technologies et les standards qui nous intéressent le plus.

A – réseaux sans fils

Actuellement, les réseaux sans fil sont très présents dans des domaines qui n'ont, à l'origine, pas de liens particuliers avec les télécoms (télémédecine par exemple). Cet intérêt croissant va de pair avec des facteurs économiques et sociaux: la mobilité des utilisateurs s'accroît, les concepteurs cherchent à limiter le nombre de connections filaires en concentrant toutes les communications sur un seul bus, les besoins de systèmes embarqués autonomes sont plus fréquents. Tous ces exemples choisis parmi tant d'autres illustrent le nouvel attrait pour les réseaux et les télécoms. Plus récemment, c'est le « tout sans fil » et le « haut débit » qui se sont largement développés.

• Bluetooth

Bluetooth est une technologie de réseau personnel sans fils, c'est-à-dire une technologie de réseaux sans fils d'une faible portée permettant de relier des appareils entre eux sans liaison filaire. L'objectif de cette technologie est de permettre de transmettre des données ou de la voix entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût, sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres à un peu moins d'une centaine de mètres et avec une faible consommation électrique [9].

Cette technologie utilise la bande de fréquence de 2.45GHZ, d'un débit de 1Mbps.



Figure I.3 – Liaisons entre appareils Bluetooth

- **WIFI**

Le Wifi est une technologie de communication radio. Différents types d'appareils sont dotés de la fonction Wifi : box Internet, ordinateurs, imprimantes, téléphones, consoles de jeu... Ils ont tous un émetteur-récepteur d'ondes radio de très faible puissance [10].

- **Zig Bee**

Est un protocole de haut niveau permettant la communication de petites radios, à consommation réduite, basée sur la norme IEEE 802.15.4 pour les réseaux à dimension personnelle (Wireless Personal Area Networks : WPAN).

Cette technologie a pour but la communication de courte distance telle que le propose déjà la technologie Bluetooth, tout en étant moins chère et plus simple [11].

- **NFC**

Est une technologie simple et intuitive qui vous permet d'utiliser votre téléphone portable à des fins innovantes [12].

- **UWB**

Est une technique de modulation radio qui est basée sur la transmission d'impulsions de très courte durée et de très haut débit [13].

B – Réseaux d'accès radio mobiles

Un réseau de téléphonie mobile est un réseau téléphonique qui permet l'utilisation simultanée de millions de téléphones sans fil, immobiles ou en mouvement, y compris lors de déplacements à grande vitesse et sur une grande distance [14].

La **Figure I.4** représente le développement de réseau mobile GSM vers d'autre génération qui l'on succède jusqu'à la 4G.

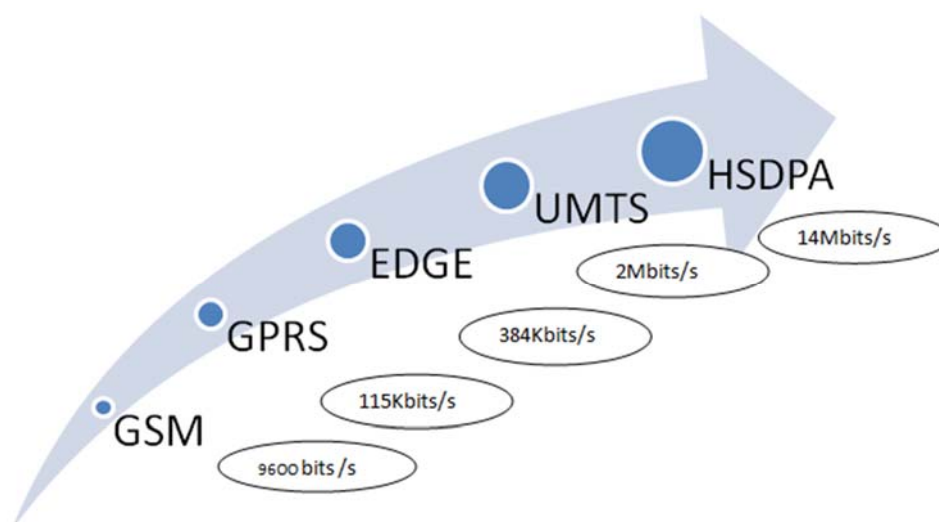


Figure I.4 – L'évolution du réseau téléphonique mobile

- **GSM**

Ce réseau est appelé aussi réseau de 2ème génération, c'est une norme de téléphonie mobile. On parle de réseau GSM pour désigner le réseau numérique de téléphonie mobile. On parle aussi de GSM lorsqu'on désigne les téléphones mobiles utilisant ce réseau pour communiquer. Le réseau GSM utilise les fréquences situées dans la bande 890-960 MHz [15].

- **GPRS**

Le standard **GPRS** (General pack Radio Service) est une évolution de la norme GSM, ce qui lui vaut parfois l'appellation GSM++ (ou GMS 2+). Etant donné qu'il s'agit d'une norme de téléphonie de la 2G permettant de faire la transition vers la troisième génération (3G), on parle généralement de 2.5G pour classer le standard GPRS [16].

- **EDGE**

Représente une seconde forme d'évolution des systèmes 2G. Il s'agit d'une simple évolution de la technologie GSM/GPRS et du système TDMA permettant d'obtenir un débit qui peut aller jusqu'à 384 Kbps. Mais c'est beaucoup moins performant que la 3G et son rendement optimal est obtenu lorsqu'il est combiné avec un réseau de commutation par paquet (GPRS).

Un terminal mobile dans un réseau EDGE est capable de transmettre et de recevoir sur plusieurs intervalles de temps (IT) [5].

- **UMTS**

La norme UMTS est une évolution de la deuxième génération à la troisième génération (3G). Elle constitue une voie royale pour le développement de produits et de services multimédias [5].

- **HSDPA**

Protocole pour la téléphonie mobile parfois appelé 3,5 G, 3G+, ou encore turbo 3G. La technologie HSDPA utilise la bande de fréquence 5 GHz et utilise le codage W-CDMA. Elle permet d'atteindre des débits de l'ordre de 8 à 10 Mbits/s [17].

- **Technologie 4G**

Les futures générations de réseaux opérés (4G) reposent sur l'intégration de plusieurs systèmes et technologies d'accès sans fils. Ce système de télécommunication représente la convergence entre la 3ème génération et les diverses technologies radio complémentaires. Cela permet de réduire les coûts de déploiement et d'augmenter la couverture à moindre frais.

C – Modèle TCP/IP

TCP/IP est né de la réflexion de chercheurs américains. IP est un protocole qui permet d'envoyer des informations élémentaires de machine à machine. Les chercheurs ont développé un autre protocole de nom TCP. Le nom de TCP/IP a donc été choisi en référence à ces deux principaux protocoles qui le caractérisent. Aujourd'hui, ce modèle intègre beaucoup d'autres protocoles (FTP, SMTP, HTTP, etc.). TCP/IP est un protocole qui nécessite une coopération des OS (Systèmes d'exploitation) des machines.

TCP/IP est très répandu, car sa robustesse a été prouvée (quelques millions de machines interconnectées dans le monde). Tous les applicatifs réseaux doivent pouvoir communiquer entre eux, quelque soit l'architecture ou la plateforme utilisée. Pour cela, les opérations sur les réseaux ont été divisées en plusieurs phases de base, de manière à simplifier la portabilité des applicatifs sur toutes les plateformes, c'est ce qu'on appelle en couche. Un standard a alors été créé, normalisé par l'OSI sous la référence OSI-RM, utilisant 7 couches distinctes.

L'architecture TCP/IP (**Figure 1.5**) est similaire à ce modèle en couche, mais ne dispose que de 4 couches dans la plupart des cas.

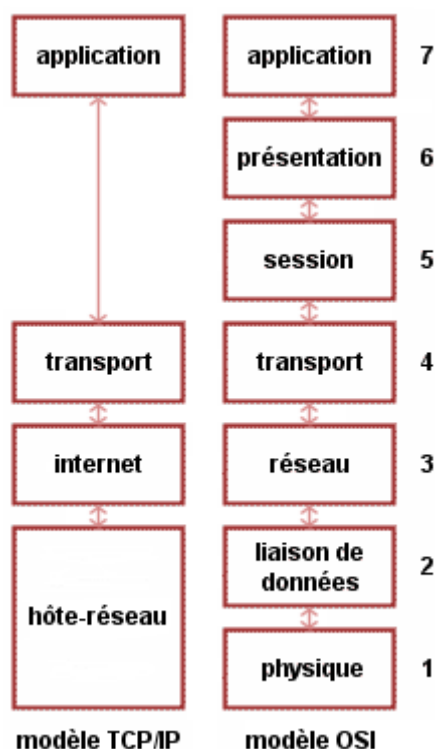


Figure I.5 – Systèmes en couches

Les couches 5 à 7 du modèle OSI sont des couches dites d'application. Elles sont orientées application, et fournissent une interface entre une application et le réseau.

Les couches 1 à 4 sont des couches dites de liaison. Ce sont elles qui se chargeront du routage, afin de correctement acheminer les paquets d'un point à un autre.

- **Protocole IP**

Le protocole IP est le cœur du fonctionnement de l'internet. Il assure sans connexion un service non fiable de délivrance de datagrammes IP. Le service est non fiable car il n'existe aucune garantie pour que les datagrammes IP arrivent à destination. Certains peuvent être perdus, dupliqués, retardés, altérés ou remis dans le désordre. Le mode de transmission est non connecté car IP traite chaque datagramme indépendamment de ceux qui le précèdent et du suivant.

- **Le protocole UDP**

Ce protocole utilise IP pour acheminer, d'un ordinateur à un autre, en mode non fiable des datagrammes qui lui sont transmis par une application. UDP n'utilise pas d'accusé de réception et ne peut pas donc garantir que les données ont bien été reçues. Il ne réordonne pas les messages si ceux-ci n'arrivent pas dans l'ordre dans lequel ils ont été émis et il n'assure pas non plus de contrôle de flux. Cependant, UDP fournit un service supplémentaire par rapport à IP car il permet de distinguer plusieurs applications destinataires sur la même machine par l'intermédiaire des ports.

- **Protocole TCP**

Contrairement à UDP, TCP est un protocole qui procure un service de flux d'octets orienté connexion et fiable. Les données transmises par TCP sont encapsulées dans des datagrammes IP en y fixant la valeur du protocole à 6 [5].

I.7 – Conclusion

La télémédecine est un vecteur d'informations permettant d'exporter l'expertise au lieu d'exporter les experts. Ce vecteur est une réalité dont l'ampleur pourrait croître au rythme de l'évolution technologique.

La technologie actuelle permet dans la majorité des cas une transmission suffisante de données pour une télémédecine efficace.

Dans le cadre de ce projet nous proposons un service mobile de téléconsultation des dossiers médicaux pour les patients dialysés, c'est pour cette raison qu'on va détailler cette catégorie dans le prochain chapitre.

II.1 – Introduction

L'insuffisance rénale est une urgence qui peut justifier une dialyse immédiate parallèlement à la démarche diagnostique. La dialyse est un traitement de l'insuffisance rénale chronique, son développement constitue un enjeu de santé important, permettant des soins de qualité à distance du patient, et un enjeu économique majeur, vu le coût des traitements de suppléance de l'insuffisance rénale. Cette pathologie chronique nécessite un suivi précis et efficace des patients à distance, tout en assurant la sécurité permanente. C'est ce qu'on cherche à réaliser par le biais de la téléconsultation.

II.2 – Anatomie et physiologie du rein

II.2.1 – Anatomie du rein

Les reins sont deux organes appartenant au système urinaire, présentant une forme de haricot, et localisés dans l'abdomen à hauteur des deux dernières vertèbres thoraciques et des deux premières lombaires, de part et d'autre de la colonne vertébrale. Habituellement, le rein droit est situé légèrement plus bas que le rein gauche voir (Figure II.1).

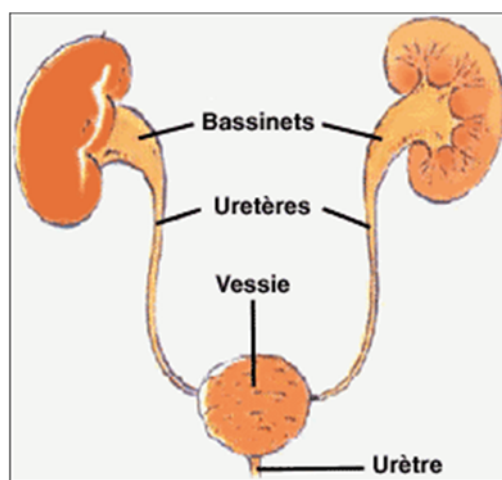


Figure II.1 – Anatomie des reins

Un rein mesure en moyenne 12 centimètres sur 6, et fait 3 centimètres d'épaisseur, mais sa taille peut diminuer en cas d'insuffisance rénale chronique [18].

II.2.2 – Physiologie du rein

Ils ont un rôle de filtre : ils éliminent les déchets (urée et créatinine...) transportés par le sang et les évacue dans l'urine. Il maintient constante la quantité d'eau et de sels minéraux de l'organisme (sodium et potassium...), en ajustant leur élimination urinaire. Il produit aussi des hormones et des vitamines indispensables à certaines fonctions [19]:

- la fabrication de globules rouges par la moelle osseuse grâce à l'érythropoïétine (EPO) ;
- la régulation de la pression artérielle grâce à la production d'hormones (rénine et d'angiotensine) ;
- le maintien de la qualité des os grâce la production de la forme active de la vitamine D.

II.3 – Insuffisance rénale

II.3.1 – Définition

L'insuffisance rénale correspond à l'altération du fonctionnement des deux reins qui ne filtrent plus correctement le sang. Elle est la conséquence de l'évolution des maladies qui détruisent les reins. L'organisme est petit à petit empoisonné par les déchets qui ne sont plus éliminés par le rein [20].

II.3.2 – Types d'insuffisance rénale

On définit deux types d'insuffisance rénale :

- L'insuffisance rénale chronique (IRC)
- L'insuffisance rénale aiguë (IRA).

II.3.2.1 – Insuffisance rénale chronique

C'est une maladie grave qui entraîne une détérioration graduelle et irréversible de la capacité des reins à filtrer le sang et à excréter certaines hormones.

II.3.2.2 – Insuffisance rénale aiguë

C'est la perte brutale, réversible et transitoire, de la fonction rénale, empêchant le maintien de l'équilibre interne de l'organisme.

II.3.3 – Causes de l'insuffisance rénale

Il existe différentes sortes de maladies et de troubles des reins. L'insuffisance rénale chronique peut être due à différentes causes. Certaines sont héréditaires alors que d'autres sont acquises ou se développent avec l'âge.

L'insuffisance rénale chronique est souvent associée à une autre maladie, notamment le diabète et l'hypertension, les deux causes les plus fréquentes.

D'autres troubles ou maladies pouvant aussi entraîner l'insuffisance rénale chronique inclut la glomérulonéphrite (néphrite), la polykystose autosomique dominante, l'obstruction des voies urinaires, la néphropathie de reflux, et les troubles du rein causés par certains médicaments ou drogues.

D'autres problèmes peuvent affecter les reins, comme, par exemple, les calculs rénaux, le syndrome d'Alport, la maladie de Fabry, la tumeur de Wilms, sans compter les infections d'origine bactérienne [21].

II.3.4 – Traitement d’insuffisance rénale

Au stade ultime de l’évolution de l’insuffisance rénale chronique, un traitement de suppléance est nécessaire permet de remplacer le fonctionnement des reins : on les appelle « traitements de suppléance ». Il en existe deux types, la dialyse et la greffe de rein :

- La greffe : transplantation rénale
- La dialyse : hémodialyse ou dialyse péritonéale

II.3.4.1 – Greffe rénale

La transplantation rénale prolonge et améliore la vie et le confort des patients en cas de défaillance ultime de la fonction rénale, en transplantant un nouveau rein sain au sein du corps du patient.

La transplantation rénale consiste à prélever un rein en bon état de fonctionnement chez un sujet qualifié de donneur (qui peut être vivant ou en état de mort cérébrale), et à le transplanter chez le patient malade qualifié de sujet receveur.

Cette transplantation est soumise à des règles immunologiques car chaque individu possède des caractéristiques différentes (comme par exemple le groupe sanguin) et il faut veiller à ce qu’on appelle une compatibilité optimale entre les données immunologiques du rein appartenant au sujet donneur et celle du receveur, de façon à limiter ce qu’on appelle le risque de rejet de greffe [22].

II.3.4.2 – Dialyse

Il existe deux techniques de dialyse :

A – Hémodialyse ou rein artificiel

Doit être pratiquée à l’hôpital ou dans une clinique spécialisée. On utilise une machine appelée « dialyseur » pour filtrer le sang voir **Figure II.2**.

Le sang est d’abord pompé dans le dialyseur. À l’intérieur de la machine, il demeure d’un côté d’une membrane qui sert de filtre. Les déchets et l’excès de liquide traversent la membrane et passent de l’autre côté, où se trouve le dialysat. Le sang filtré est retourné dans l’organisme. En général, la procédure requiert 4 heures. Elle doit être répétée environ 3 fois par semaine.



Figure II.2 – Appareil d’hémodialyse

B – Dialyse péritonéale

Dans ce type, on utilise le péritoine pour jouer le rôle de filtre. Le péritoine est la double membrane qui tapisse la paroi de l'abdomen (ventre) et les organes abdominaux (intestin, estomac, etc.) Ces deux membranes sont séparées par un espace infime dans lequel on installe un cathéter de façon permanente. Grâce à ce tube, on remplit le péritoine d'une solution appelée dialysat, laissée quelques heures dans cette cavité.

Le sang qui circule dans les vaisseaux ratissant le péritoine est alors filtré : les toxines et l'eau en excès passent du côté du dialysat. Une fois l'opération terminée, on retire le dialysat pour le remplacer par un autre vierge il se déroule en général à domicile [23].

II.4 – Hémodialyse

Précédemment en vu la définition et de l'hémodialyse et leur fonction

II.4.1 – Différentes modalités d'hémodialyse

Deux modes de traitement sont disponibles :

II.4.1.1 – Hémodialyse autonome

A – Hémodialyse à domicile

Il est possible de réaliser soi même, chez soi, ses séances d'hémodialyse. La présence d'un proche est généralement nécessaire, pour apporter une aide en cas de problème durant la séance notamment.

A domicile, les horaires, la fréquence et la durée du traitement peuvent être adaptées aux besoins de la personne ainsi qu'à son style de vie : trois fois quatre heures par semaine au minimum, trois nuits entières par semaine, ou encore deux heures chaque jour, six jours par semaine... Les modalités plus fréquentes ou plus longues correspondent à une qualité de dialyse supérieure et donnent de meilleurs résultats.

B – Auto dialyse (ATD)

L'auto dialyse constitue, en théorie, une alternative à l'hémodialyse à domicile, pour les personnes qui ne souhaitent pas amener leur traitement à la maison ou qui n'ont pas la place pour installer chez elles une machine de dialyse et stocker les consommables.

Il s'agit d'un lieu de dialyse de proximité, avec la présence d'une infirmière pour 6 à 8 patients, en fonction de leur degré d'autonomie.

En pratique, les contraintes sont souvent plus importantes : pas de liberté des horaires, peu de souplesse quant à la durée et à la fréquence du traitement.

II.4.1.2 – Hémodialyse non autonome

Ces modalités de dialyse sont normalement destinées à des patients ayant des problèmes de santé importants et nécessitant une surveillance rapprochée, ou encore à ceux qui, pour différentes raisons, ne sont pas en mesure d'être autonomes.

A – Hémodialyse en centre

Dans cette modalité, ce sont les infirmières qui préparent la machine, branchent et débranchent le patient et assurent la surveillance de la séance. Un médecin est présent lors de chaque séance. Cette modalité est en principe réservée aux patients les plus fragiles, venant de débiter le traitement ou atteints de pathologies multiples s'ajoutant à leur insuffisance rénale ou encore d'un handicap sévère.

B – Hémodialyse en unité de dialyse médicalisée (UDM)

La différence avec la modalité précédente est que la présence du médecin n'est pas systématique à chaque séance. Elle est destinée à des malades non autonomes, mais ne nécessitant pas une surveillance médicale aussi "serrée" [24].

II.4.2 – Principes physiques de l'hémodialyse

Le terme dialyse vient du grec dialysis, qui signifie dissolution.

L'hémodialyse périodique a pour but l'élimination des produits de déchet liés au fonctionnement de l'organisme et le maintien de son équilibre hydro-électrolytique, à l'aide d'échanges discontinus de solutés et d'eau entre le sang du malade et une solution de dialyse de composition voisine de celle du liquide extracellulaire normal au travers d'une membrane semi-perméable.

Deux principes physiques distincts interviennent :

II.4.2.1 – Diffusion (ou conduction)

Lorsqu'on met en contact, au travers d'une membrane semi-perméable, deux solutions contenant différentes concentrations de certaines substances (en l'occurrence, le sang et le dialysat), les molécules qui les composent se répartissent de l'une vers l'autre en se déplaçant du milieu le plus concentré vers le moins concentré, jusqu'à l'obtention d'un équilibre. La membrane comporte une multitude de trous de tailles différentes, de façon à ce que les petites comme les grosses molécules puissent la traverser, mais pas les cellules sanguines ni les grosses molécules comme les protéines.

Les minérales et autres substances (comme l'urée et la créatinine par exemple) en excès dans le sang vont passer dans le dialysat (c'est la diffusion) voir **Figure II.3**.

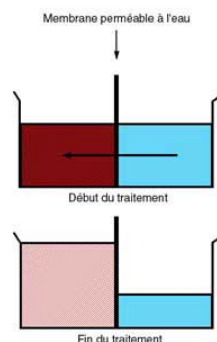


Figure II.3 – Diffusion

Réciproquement ; Les minéraux en excès dans le dialysat (par exemple le calcium) vont passer dans le sang (c'est la rétrodiffusion)

II.4.2.2 – Ultrafiltration (ou transport convectif)

On exerce une pression sur le compartiment sanguin au travers de la membrane de dialyse ; le gradient de pression et la résultante entre la pression sanguine positive et la pression négative du dialysat.

C'est ce phénomène qui va permettre de corriger l'excès d'eau et de sodium dans l'organisme du malade. L'eau et le sodium qu'elle contient en excès traversent la membrane et rejoignent le dialysat voir **Figure II.4**.

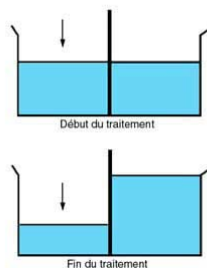


Figure II.4 – Ultrafiltration

L'objectif de l'hémodialyse est de débarrasser le sang des impuretés et du fluide en excès qu'il contient, et de le compléter en certains minéraux dont le taux peut être abaissé [25].

II.5 – Déroulement d'une séance

Le patient doit se rendre trois fois par semaine dans un établissement de soins public ou privé (le plus souvent), ou dans une unité de dialyse médicalisée. Les séances dureront de 4 à 6 heures, durant lesquelles une grande quantité de sang (50 à 60 litres) est filtré de ces toxines et de l'eau en excès par une machine à dialyse ou rein artificiel. Dans chaque séance le patient passe par les étapes suivantes [21] :

II.5.1 – Préparation du matériel

Générateur, montage de CEC (circuit extracorporel), Purge, préparation dialysat.

II.5.2 – Préparation de patient

Poids à l'entrée, installation dans sans lit, prise de TA (tension artériel), pouls, température. Le patient est alors prêt pour sa séance de dialyse.

II.5.3 – Branchement

La ponction de l'abord vasculaire : L'infirmière qui prend en charge le patient enregistre les paramètres d'hémodialyse définis par le médecin dans le générateur (temps d'hémodialyse, perte de poids, etc.) et se prépare à ponctionner la fistule, constituée d'une aiguille qui permet d'acheminer le sang jusqu'au générateur et d'une autre pour restituer le sang au patient. Elle vérifie le thrill et désinfecte le bras du patient après avoir enlevé éventuellement les patches anesthésiants.

Le port de casque, gants stériles, masque et lunettes sont indispensables.

II.5.4 – Démarrage de la séance

La ligne artérielle est connectée à l'aiguille artérielle. la pompe à sang est mise en route à une vitesse de 150ml/mn. Elle entraîne le sang dans le CEC en chassant le sérum physiologique contenu dans les lignes et le dialyseur.

II.5.5 – Surveillance

L'infirmière vérifie et contrôle tous les heures les paramètres notés sur la feuille de séance :

- ✓ Heure de branchement et de débranchement
- ✓ Débit sang
- ✓ PV, PTM
- ✓ UFH

II.5.6 – Débranchement

Lorsque le générateur sonne la fin du temps d'hémodialyse, l'infirmière "restitue" le patient en repoussant le sang contenu dans le circuit à l'aide du sérum physiologique, puis elle procède à l'ablation des aiguilles.

Les paramètres vitaux du patient sont alors repris en position couchée puis debout. Le patient se pèse à nouveau pour vérifier que la perte de poids est correcte et qu'elle

correspond au poids sec indiqué par le médecin. Le patient rassemble ses affaires personnelles et se change.

Dans le cadre de ce projet, nous proposons un service mobile de téléconsultation des dossiers des patients dialysés. Pour cela, nous exploitons plusieurs types d'examen pour suivre l'évolution de la pathologie d'insuffisance rénale et par conséquent, identifier le niveau de risque de cette pathologie. Ces paramètres et ces informations sont archivés dans une base de données informatisée.

La section suivante sera consacrée aux différentes informations qui peuvent être enregistrés sur un dossier d'un patient dialysé.

II.6 – Dossier médical d'un patient hémodialysé

Les informations médicales portant sur le patient, aussi bien en cabinet médical libéral, qu'en clinique ou en hôpital, sont consignées et conservées dans un dossier, communément appelé le « dossier médical ».

Ce dossier médical regroupe donc l'ensemble des informations qui sont formalisées et qui ont contribué à l'élaboration et au suivi du diagnostic. Il contient aussi le traitement ou une action de prévention. Ce dossier se compose de :

- Les résultats d'examen ;
- Les comptes rendus de consultation, d'intervention, d'exploration ou hospitalisation ;
- Les protocoles et des prescriptions thérapeutiques mis en œuvre ;
- Les feuilles de surveillance ;
- Les correspondances entre professionnels de santé.

Parmi les examens biologiques à prendre en compte :

- Cytologie (NFS)
- Sérologie (hépatite A, hépatite B, hépatite C, VIH)
- Vitesse de sédimentation (VS)
- Bilan Enzymatique
- Bilan rénal
- Bilan hormonal
- **Radiographie**

La radiographie est une technique classique d'imagerie médicale, qui utilise des rayons X. Il est possible de radiographier toutes les parties du corps.



Figure II.5 – Radiographie du rein

Pour obtenir des images plus détaillées, un CT-scan ou une IRM peuvent être nécessaires [26].

- **Echographie**

L'échographie utilise des ondes sonores. L'« écho » (réflexion) des ondes permet de visualiser les organes sur un écran. Au début de l'examen, le médecin applique sur la peau du patient un gel permettant de mieux capter les signaux. Le médecin déplace ensuite sur le gel un appareil comparable à un microphone. Les mouvements peuvent être suivis sur un écran. Les images sont ensuite enregistrées numériquement voir **Figure II.6**.



Figure II.6 – Echographie du rein

Pour le patient, une échographie est un examen simple et indolore. L'échographie n'utilise pas de rayons X et est donc sans danger [27].

- **Echographie Doppler**

L'échographie Doppler permet non seulement d'explorer les vaisseaux sanguins mais aussi de mesurer la vitesse de circulation du sang. Le terme « Doppler » renvoie à la technologie utilisée pour mesurer le flux sanguin.

Le résultat est un mouvement ondulatoire, où les battements du cœur sont responsables de l'augmentation et de la diminution de la vitesse de circulation du sang voir **Figure II.7**.



Figure II.7 – Echo-doppler d’une maladie rénale chronique

Si l'on constate des anomalies de la circulation sanguine dans une masse de tissu suspect, cela augmente la probabilité d'être en présence d'un tissu tumoral [28].

- **ECG**

L'électrocardiographie (ECG) est une représentation graphique de l'activité électrique du cœur. Cette activité électrique est liée aux variations de potentiel électrique des cellules spécialisées dans la contraction (myocytes) et des cellules spécialisées dans l'automatisme et la conduction des influx voir **Figure II.8**.

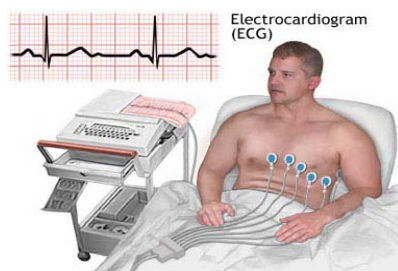


Figure II.8 – Electrocardiogramme

Elle est recueillie par des électrodes à la surface de la peau [29]

II.7 – Conclusion

Avec l'hémodialyse et la dialyse péritonéale, les personnes souffrant d'insuffisance rénale mènent une vie proche de celles des autres gens et par conséquent, palier leurs incapacités. Elles peuvent se déplacer, voyager, poursuivre leur activité professionnelle, sociale ou faire du sport...

Dans ce contexte, il est judicieux que ce patient doive suivre certains types d'examen lors de sa prise en charge, présentés dans ce chapitre.

Le chapitre suivant est dédiée à notre simulation. Il s'agit de développer un service sur mobile permettant la consultation, le transfert et le traitement des informations caractérisant un patient hémodialysé.

III.1 – Introduction

L'objectif principal de ce projet de fin d'étude est de proposer une plateforme complète pour la consultation à distance des dossiers des patients dialysés via un mobile.

Nous menons tout d'abord une étude technique où nous décrivons les ressources logicielles utilisées dans le développement de notre projet. Nous présentons en premier lieu notre choix de l'environnement de travail, où nous spécifions l'environnement matériel et logiciel qu'on a utilisé pour réaliser notre application puis nous détaillons l'architecture, aussi nous présentons quelques interfaces réalisées pour illustrer les grandes étapes de l'exécution de la plateforme proposée.

III.2 – Etude technique

Cette partie a pour objectif de décrire au plan fonctionnel la solution à réaliser d'une manière détaillée ainsi que la description des fonctionnalités.

III.2.1 – Cahier de charge

Le cahier de charge de cette application consiste à :

- Créer un logiciel combinant l'accès à la base de donnée (patient, médecin) et de récupérer des informations sur le terminal mobile.
- programmer l'application dans un langage qui soit le plus portable possible. L'application doit être simple à utiliser et à installer.
- Programmer une interface utilisateur simple, souple, haute de qualité et facile à manipuler.

III.2.2 – Fonctionnalités

La réalisation de cette application passe par les étapes suivantes :

- Une application coté patient, appelée *MIDlet*, s'exécute sur le téléphone mobile. Elle reçoit les informations auprès du serveur.
- Une application coté serveur, permet de recevoir les requêtes du client, effectuer des traitements (authentification, connexion à la base de donnée,...) et renvoie le résultat au terminal mobile.
- Une base de données a été mise en œuvre sous MYSQL, stockant les données des patients, ainsi que des informations relatives aux médecins.

III.2.3 – Outils de développement

Les principaux outils qui ont contribué à la qualité du développement sont :

III.2.3.1 – *Sun Java™Wirelesstoolkit (J2ME)*

Un outil de simulation a été exploité pour examiner toutes les communications sans fil possibles. Il permet d'exécuter toute sorte d'applications sur des dispositifs à faible ressources de calculs tels qu'un téléphone portable.

On y trouve donc toutes les bibliothèques nécessaires ainsi que le compilateur. Il contient aussi un émulateur qui permet de tester la compatibilité avec les différentes configurations et profils:

-  Connected limited device configuration (CLDC).
-  Mobile Information Device Profile (MIDP).
-  J2ME Web Services, (JSR-172).
-  Wireless Messaging APIs (WMA), (JSR-205).
-  Mobile Media APIs (MMAPI), (JSR-135).

III.2.3.2 – *EasyPHP*

Un logiciel qui regroupe un serveur Apache, une base de données MySQL, le langage PHP ainsi que des outils facilitant le développement de sites ou d'applications. Il est utilisé pour stocker les dossiers des patients hémodialyse.

III.3 – Enchaînement des étapes du projet en général

Notre projet est composé de trois parties principales:

III.3.1 – Etablissement de la connexion

Dans un premier temps, une étape de l'interconnexion entre le terminal mobile et le Serveur devrait être réalisée. Il faudra se mettre d'accord sur le même tunnel (port, adresse, etc.) entre cet appareil et le correspondant pour qu'ils puissent échanger leurs données.

III.3.2 – Traitement des données

Cette partie ne nécessite pas d'étude particulière, si ce n'est la recherche des bibliothèques qui permettent une telle manipulation des données.

III.3.3 – Transmission des données

La deuxième partie du projet consiste à trouver le meilleur moyen pour renvoyer les données à celui qui l'a demandée. Il existe plusieurs possibilités. On peut transférer données par Email, par une connexion réseau sur un serveur, etc.

Ces différentes possibilités font appel à un grand nombre de technologies présentées au chapitre 1.

III.4 – Plateforme proposée pour l'application de téléconsultation

Ce qui va donc être réalisé est représenté sur le schéma (**Figure III.1**)

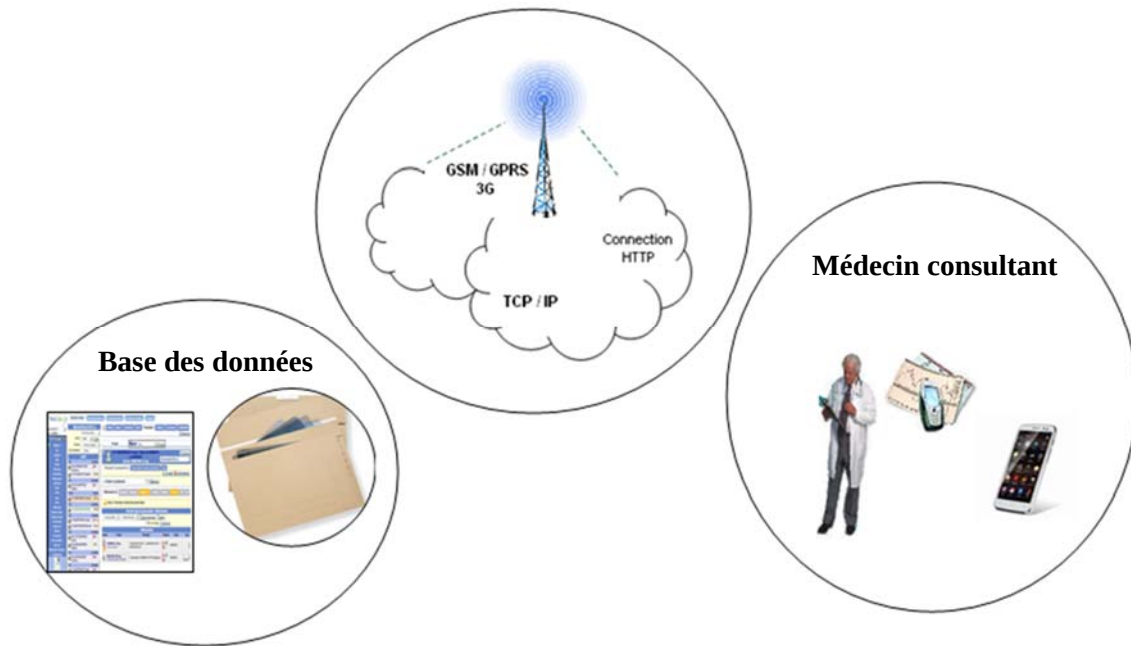


Figure III.1 – Plateforme de téléconsultation

Le déroulement des opérations sera le suivant :

- 1) Un utilisateur se servira d'un téléphone avec le programme (**J2ME**) de demande d'une connexion *HTTP* pour récupérer les données délivrées.
- 2) Le serveur écoute les requêtes issues des clients mobiles avec la synchronisation.
- 3) L'utilisateur se connectera au serveur Web à l'aide d'un téléphone. Ainsi il pourra récupérer les données délivrées par le serveur Web.

III.4.1 – Application

Notre application suit la structure *Client / Serveur*, ce qui conduit à implémenter deux logiciels. Le Client chargé de se connecter au serveur Web et de récupérer les données. Par contre le serveur est programmé à déclencher automatiquement selon les requêtes effectuées par les clients.

Le *Client* a été implémenté par le langage **J2ME**, tandis que le *Serveur* : c'est un logiciel qui tourne sur un PC (le bureau de l'ordinateur) écrit dans n'importe quel langage connu (Java, C/C++, etc.).

III.4.2 – Présentation des interfaces de l'application

Etant donné la petite taille des écrans et la difficulté d'utilisation de certains claviers de téléphones portables, la création de l'interface utilisateur a une grande importance.

Heureusement, au sein du profil *MIDP*, le packaging *javax.microedition.lcdui* fournit les composants nécessaires à la réalisation d'une interface adaptée au téléphone portable.

Conception :

Étant donné le nombre d'options qui doivent être présentes, il faut mettre une structure qui permette de naviguer facilement entre les différentes parties. Le choix, qui a été fait, est

présenté sur le résultat de la **Figure III.2**, en suivant les flèches pour les différents écrans de l'utilisateur final.



Figure III.2 – Interfaces de l'utilisateur finale

III.4.3 – Mode d’emploi du programme

III.4.3.1 – Configuration minimale

Pour pouvoir utiliser notre application, il faut un téléphone portable, qui a les caractéristiques suivantes:

- Support du profile *MIDP 2.0* et de *CLDC 1.0*.
- 30ko d’espace mémoire disponible.

III.4.3.2 – Diffusion du logiciel

Pour diffuser le logiciel du *Client (J2ME)*, il existe plusieurs possibilités, mais dans chacun des cas, les deux seuls fichiers qui doivent être fourni à l’utilisateur sont:

- TeleconsMedical.jad
- TeleconsMedical.jar

Ces fichiers doivent être transférés sur le téléphone, pour cela il y a plusieurs solutions:

- Téléchargement sur le téléphone d’un E-mail contenant les deux fichiers en pièces jointes.
- Accès aux fichiers placés sur un serveur Web.
- Transfert à l’aide de l’infrarouge

Dans tous les cas, les deux fichiers doivent se trouver dans le même répertoire ou le même E-mail.

III.4.3.3 – Installation du programme

Étant donné que l’installation diffère selon les téléphones, il n’est pas possible de donner une marche à suivre précise. Mais normalement, le simple fait d’ouvrir le fichier *TeleconsMédical.jad* suffit à installer l’application.

Voici ci-dessous le fichier *.jad utilisé dans *TeleconsMédical*:

```
MIDlet-1: Démarrer la téléconsultation, Démarrer la
téléconsultation,
MIDlet-Name: TeleconsMédical
MIDlet-Vendor: MEDJDOUB RADIA & MOUDJEB AMEL
MIDlet-Version: 1.0
MicroEdition-Configuration: CLDC-1.0
MicroEdition-Profile: MIDP-2.0
```

III.4.3.4 – Exécution de la MIDlet

Cette section présente l’interprétation des grandes étapes de l’exécution de notre application. Toute cette série de tests a été effectuée grâce à l’émulateur du *Sun*.

Lors du démarrage de l’application, la MIDlet permet à l’utilisateur final d’activer le mode de la téléconsultation mobile.

- La **Figure III.3** représente l'écran du lancement de l'application par la commande « *Launch* ».

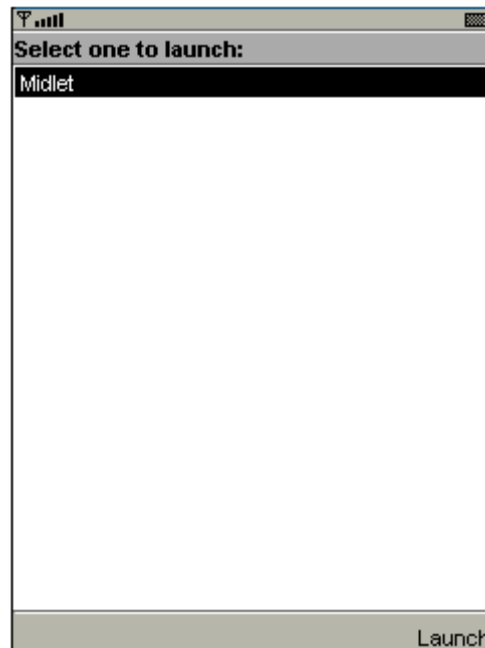


Figure III.3 – Lancement de l'application

Une interface thème s'affiche sur l'écran de la figure (**Figure III.4**). Elle représente la page d'accueil de notre application.



Figure III.4 – Page de garde

Une fois le bouton « Entrer » est activé, une phase d'authentification doit être accomplie afin de passer à l'étape suivante. Pour cela, l'interface de la **Figure III.5**, nous permet d'introduire le login et le mot de passe. Dans lequel vous pouvez vous déplacer à l'aide des flèches de navigation (haut, bas).

The screenshot shows a mobile application interface for authentication. The title bar at the top is labeled 'Authentification....'. Below it, there are two input fields: 'Login:' containing the text 'amel' and 'Password:' containing masked characters '***'. A 'Menu' dialog box is open in the bottom right corner, displaying a list with two items: '1 Auth' (which is highlighted) and '2 Retour'. The dialog box has a light blue background. At the bottom right of the main screen, there is a small 'Menu' label.

Figure III.5 – Phase d'authentification

Cette étape permet une authentification unique des utilisateurs de l'application, ce qui permet la protection du système de **téléconsultation** mobile des usages malintentionnés. La fin de cette étape est marquée par l'activation de la commande « *Auth* » (situé à droite en bas de l'écran), pour donner lieu à un autre écran proposant à l'utilisateur la liste des services médicaux (**Figure III.6**).

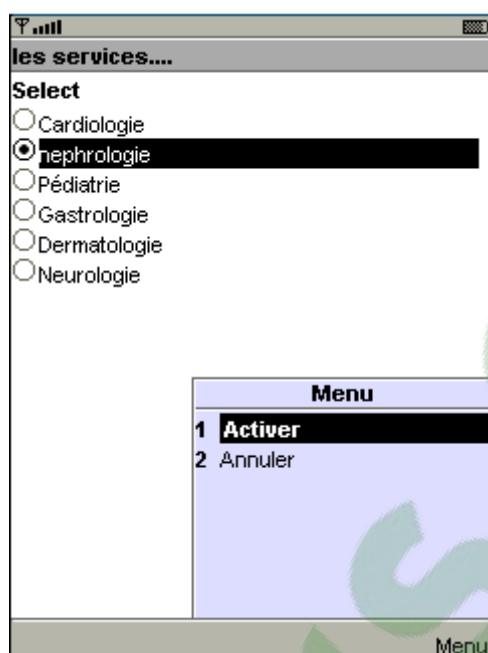


Figure III.6 – Services médicaux proposés

Le choix d'un tel service est marqué par une liste des patients de la catégorie en question (Figure III.7). La sélection d'un patient de cette liste permet d'accéder à toutes les informations et tous les examens appliqués aux patients. Via le menu des examens (Figure III.8) on peut consulter tous les détails d'un patient hémodialysé : Cordonnées personnelles, Suivi/jour, Résultats d'examen, Bilan biologique.

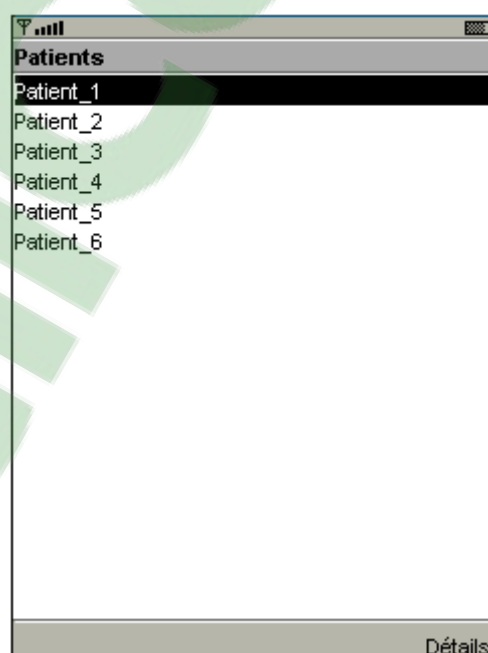


Figure III.7 – Liste des patients du service choisi

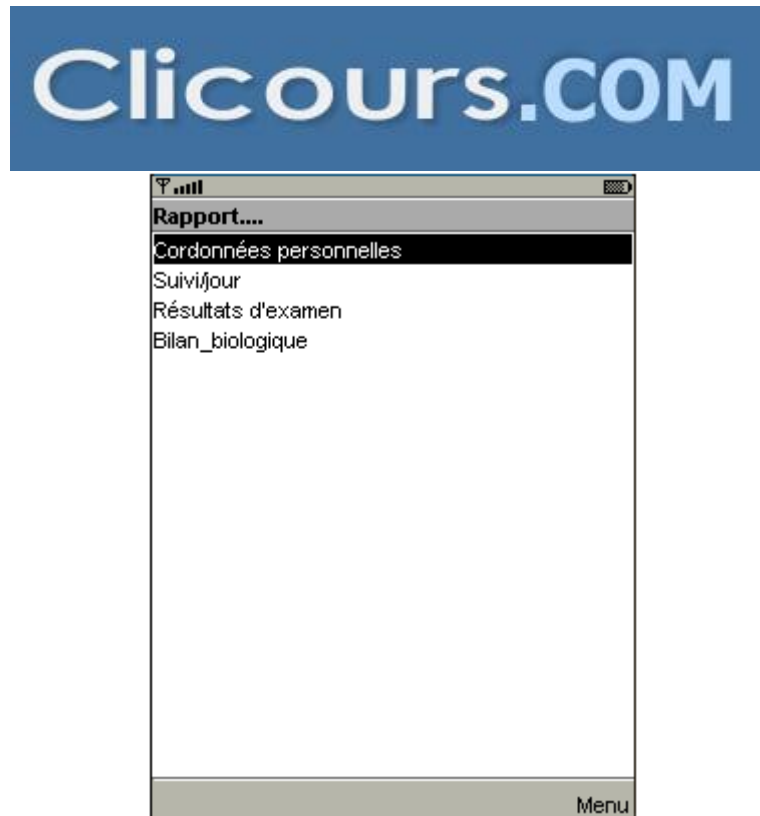


Figure III.8 – Menu des examens

Les détails de chaque paramètre sont présentés sur les écrans des figures : **Figure III.9**, **Figure III.10**, **Figure III.11**, **Figure III.12**, **Figure III.13**, **Figure III.14**, **Figure III.15**.

La commande « *Select* » permet de consulter la base de données de service de néphrologie (**Figure III.9 (a)**).

La **Figure III.9 (b)** indique que l'application va utiliser le support réseau pour échanger les fichiers *.Txt* avec la base de données via la commande « *Yes* ». La *led* s'allume pour signaler la réception des données (**Figure III.9 (c)**).

.

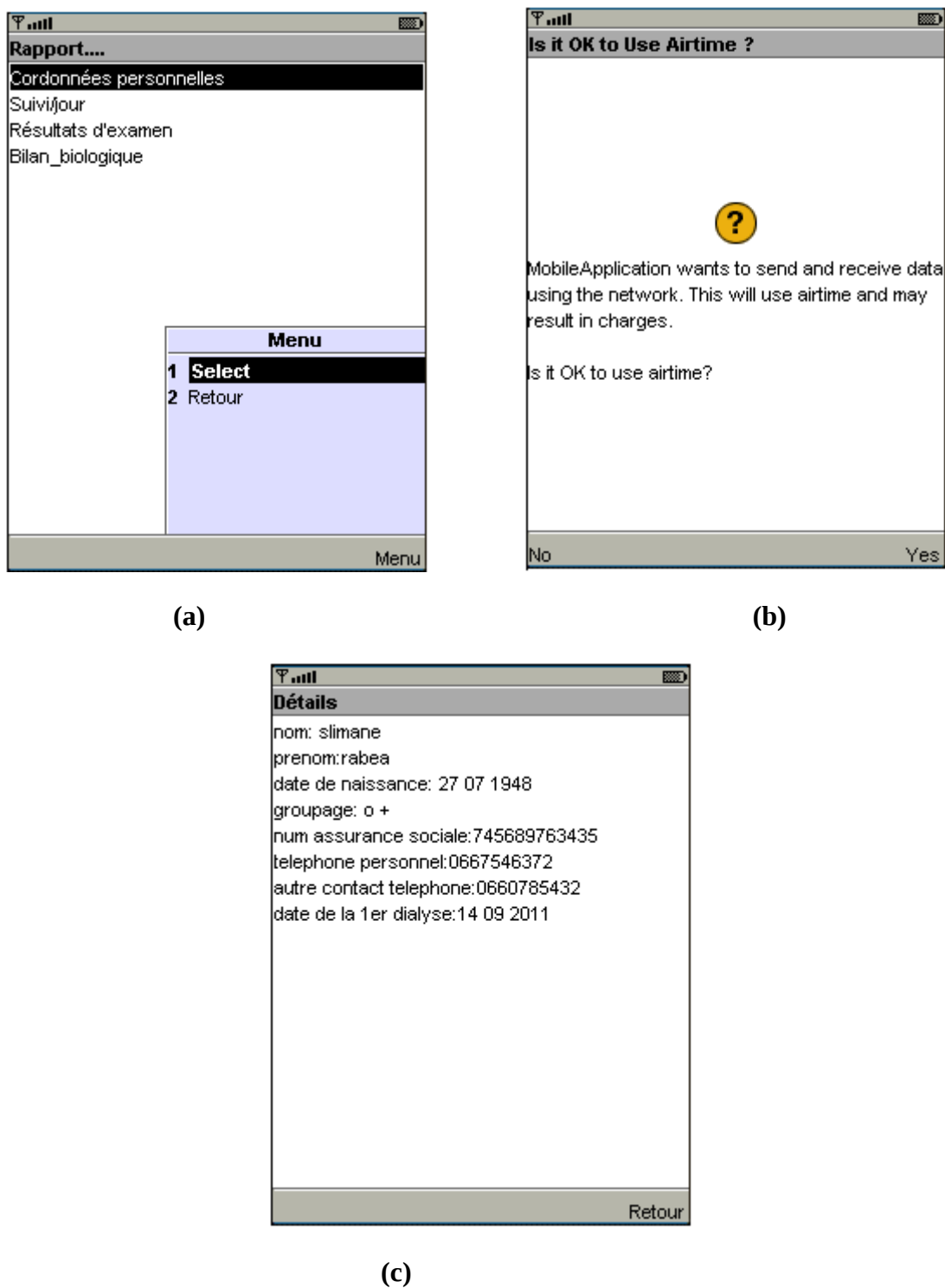


Figure III.9 – Coordonnées personnelles d'un patient

Le deuxième paramètre du menu principal (**Figure III.8**), comprend les fiches de surveillance de chaque séance par jour. Le contenu de ces fichiers est présenté sur les écrans de la **Figure III.10**.

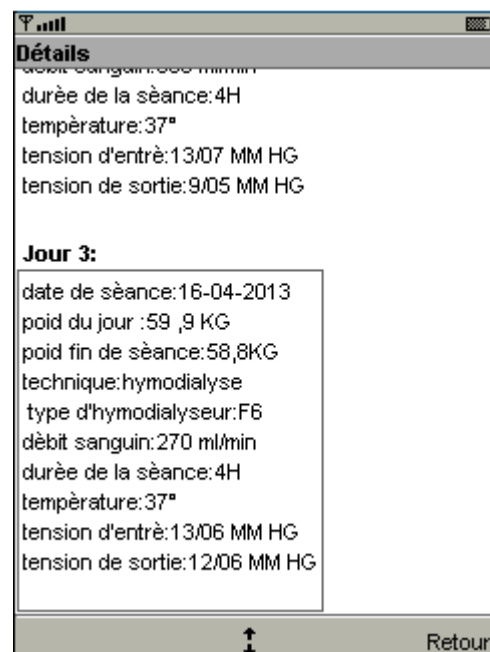
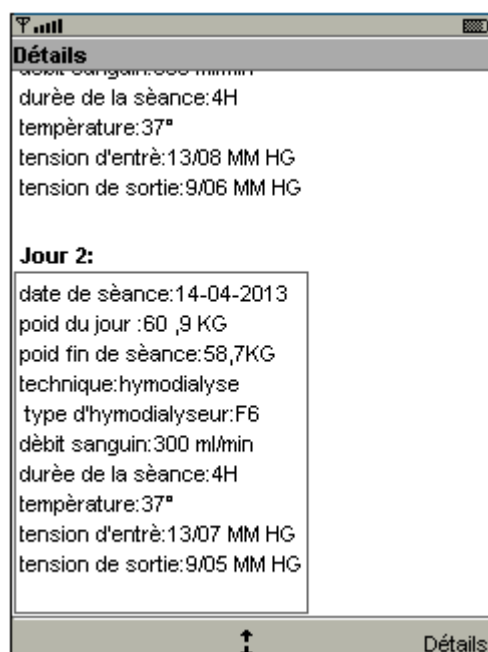
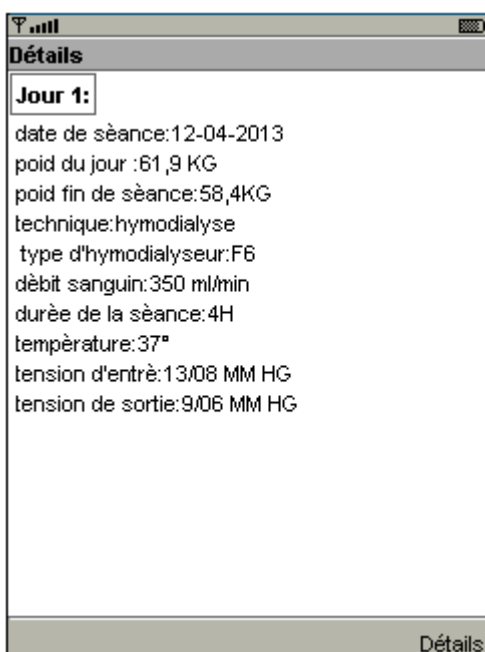


Figure III.10 – Séances des suivis d'un patient par jour

Les résultats d'examen comprennent trois sous-ensembles, comme montre la **Figure III.11 : Echographie Doppler, Bilan cardiaque et Echographie.**

Dans ces éléments nous avons manipulé deux sortes de fichiers : le texte et l'image. Le forma exploité pour l'image c'est *.png* pour alléger et adapter l'affichage sur le mobile tout en respectant les contraintes posées par ces types des terminaux (taille faible des écrans, faible résolution...).

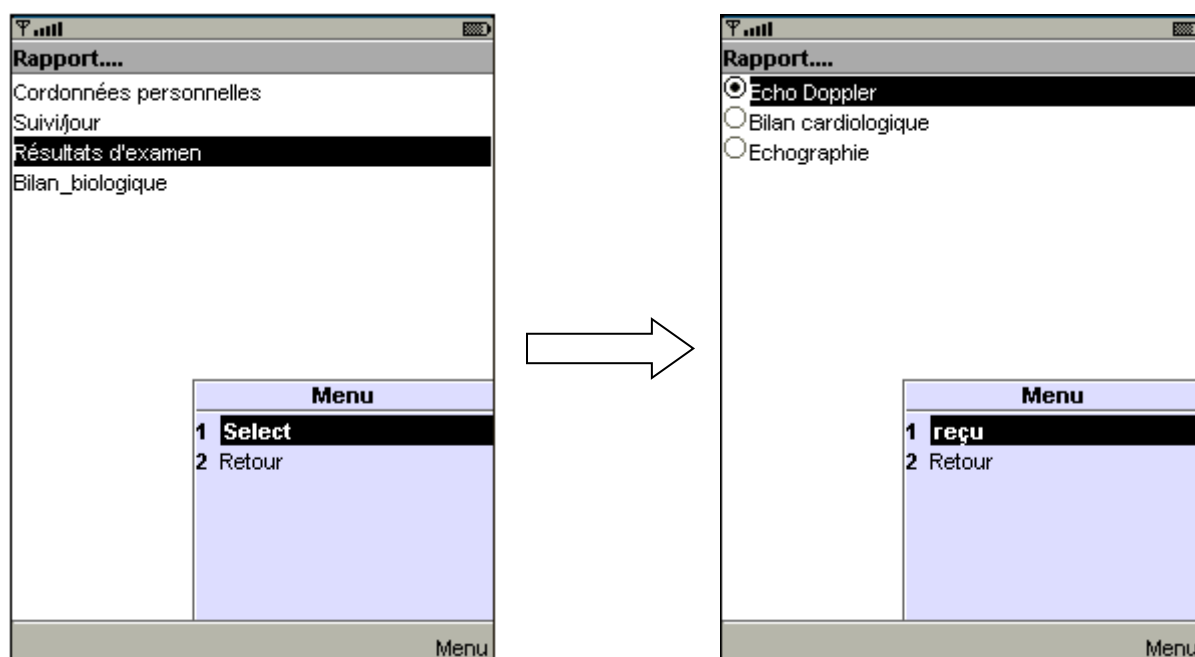


Figure III.11 – Résultats d'examen



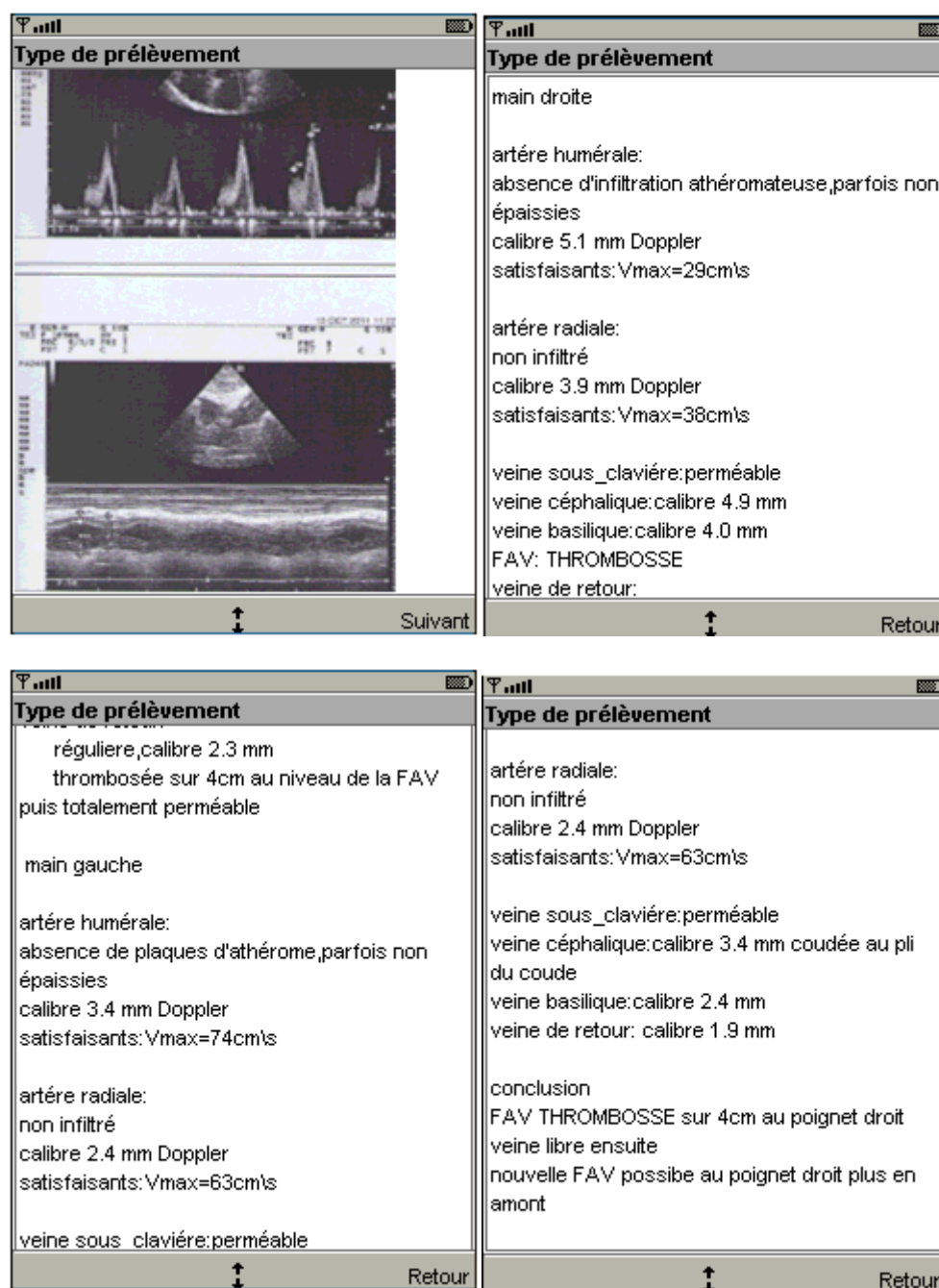
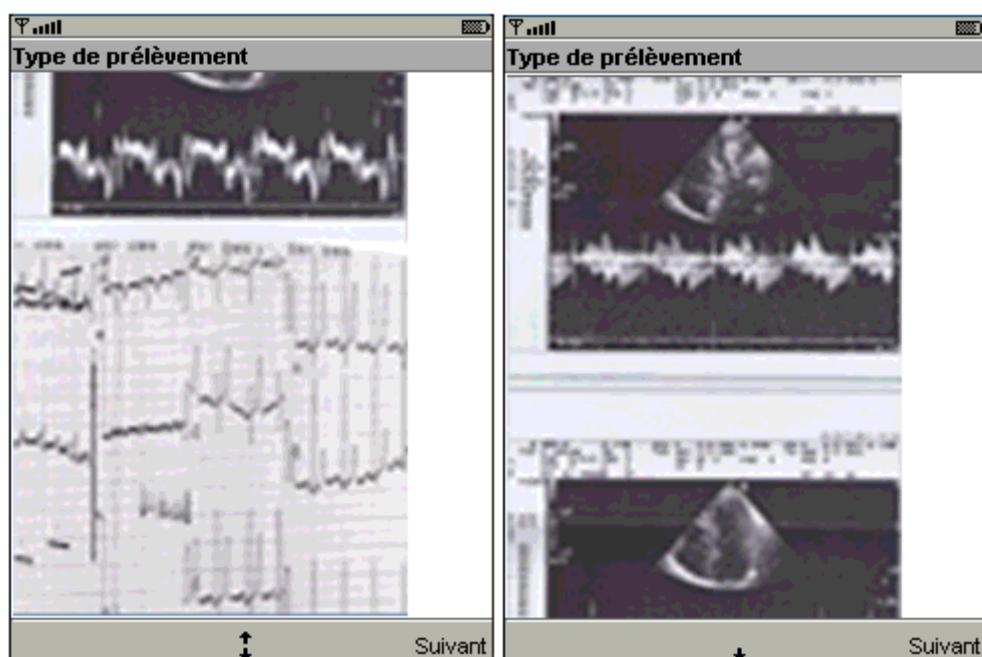
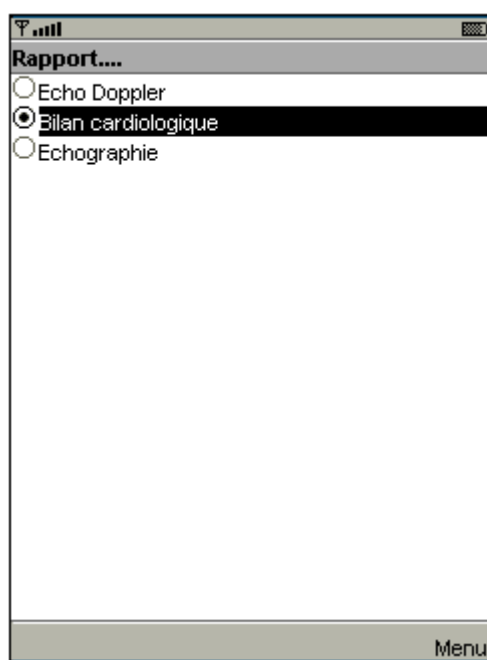


Figure III.12 – Echographie Doppler



Type de prélèvement	Type de prélèvement
échographique trans-thoracique ventricule gauche: VGTD: 47 mm FR :32mm SIV :10 mm VGTS:31 mm FE:61mm PP:12 mm oreillette gauche: 36 mm Mitrale:non épaissie, souple, s'ouvre bien, non excentrée, aSV non remanié doppler: E=0,45 m/s A=0.55 m/s en systole : insuffisance mitrale=0 aorte: diamètre 35 mm à la racine sigmoides: non épaissies , souple, ouverture normale	doppler: E=0,45 m/s A=0.55 m/s en systole : insuffisance mitrale=0 aorte: diamètre 35 mm à la racine sigmoides: non épaissies , souple, ouverture normale doppler: Vmax:1.0 m/s faiblement turbulent en diastole: insuffisance aortique=0 cavités droites: non dilatées IT=0 péricarde: libre conclusion: bonne fonction VG systolique FE=61% pas de vice vasculaire cavités droites non dilaté pas d' HTAP pericarde libre
Retour	Retour

Figure III.13 – Bilan cardiaque

Rapport....

☐ Echo Doppler
☐ Bilan cardiologique
☒ Echographie

Menu

1 **Select**

2 Retour

Menu

Type de prélèvement	Type de prélèvement
foie:taille normale , contours réguliers, écho structure homogène, veines sus_hépatique et tronc porte de calibre normale	biliaire principe principale et intra hépatiques non dilatées
vésicule biliaire: non lithiasique, parfois fine et régulière, taille normale, contenu homogène , voie biliaire principe principale et intra hépatiques non dilatées	pancréas:contours réguliers, écho structure homogène, non hypertrophié
pancréas:contours réguliers, écho structure homogène, non hypertrophié	reins:les deux reins sont très atrophié, notamment le rein droit qui est indescriptible et le re
reins:les deux reins sont très atrophié, notamment le rein droit qui est indescriptible et le re	gauche est lui aussi atrophié , le contour flou mal définie
gauche est lui aussi atrophié , le contour flou mal définie	Rate: contours réguliers, écho structure homogène,dimensions normale, absence d'épanchement liquidien intr péritonéale
	Conclusion: atrophie rénale associé à des lithiases rénales gauches.
Retour	Retour

Figure III.14 – Echographie abdominale

Rapport....	Type de prélèvement	Type de prélèvement
Cordonnées personnelles	Analyse sanguine:	enf<645 adu 98-279
Suivi/jour		calcium 88.95
Résultats d'examen	PARAMETRE	enf100-120 adu 85-105
Bilan biologique	VAEUR USUELLE	phosphore 42.09 enf
	glycemie 0.97 0.7-1.10	43a65 adu 28 a 45
	urée 0.63 0.15-0.50	fer serrique 1.36 0.65
	acide urique 26.17 36 A77	1.75
	bilirubine total 05.66 <10	albumine 44.83
	bilirubine discret 02.21 <03	nn(28-44) e(38-54) ad(35-50)
	protides totaux 77.59	
	enf<645 adu 98-279	Sérologie:
	calcium 88.95	anti HIV: négative
	enf100-120 adu 85-105	anti HCV: négative
	phosphore 42.09 enf	anti AG HBS: négative
Menu	Menu	Menu

Figure III.5 – Bilan biologique

III.5 – Conclusion

Aujourd'hui le téléphone portable est devenu indispensable dans notre vie quotidienne et son utilisation domine tous les domaines. En outre l'apparition de la plateforme J2ME conçue pour programmer les ressources limitées comme les Smartphones, nous a permis d'ouvrir des horizons et des champs vers une multitudes des applications et des services pour ces appareils et de les exploiter dans des domaines hors de la téléphonie.

Dans le cadre de ce projet et comme premier pas dans ce domaine, nous avons proposé un service mobile de téléconsultation destiné aux patients hémodialysés tout en assurant la mobilité. Ce service donc, peut simplifier le travail d'un médecin en leur procurant un moyen d'être plus efficace et plus fiable en termes de diagnostic et par conséquent, être au courant sur l'évolution de l'état de son patient à tout moment et en tous lieu.

Conclusion générale

Depuis une décennie, la recherche dans le domaine des services de télémédecine a pris une grande ampleur dans les communications sans fil. Les terminaux mobiles sont devenus de véritables petits ordinateurs et offrent des capacités encore sous-exploitées. Ces terminaux permettent aux utilisateurs d'être de plus en plus mobiles et d'accéder à leurs systèmes d'information quel que soit le lieu où ils se trouvent. Ce qui permet déjà d'envisager une multitude d'application. Les applications doivent donc être adaptées pour répondre à ce nouveau besoin.

La **téléconsultation** qui est une dimension de la télémédecine traite des signaux de paroles, des signaux vidéo, de gestion des bases de données, etc. Il s'agit d'implémenter des techniques et des systèmes dotés des capteurs divers (microphone, capteurs mobile de signaux biologique...) gérés par un système informatique.

Dans ce contexte, nous avons proposé un service mobile sous l'environnement J2ME de téléconsultation destiné aux patients hémodialysés. Il s'agit d'exploiter et d'impliquer les terminaux mobiles pour des domaines extra-communication et d'en faire des outils de la télémédecine. Cet outil de développement sans fil permet au médecin d'avoir les résultats des examens des patients hémodialysés à tout moment et en tout lieu et d'offrir un suivi et un diagnostic rapide, efficace et fiable en termes d'évolution de la pathologie d'insuffisance rénale. Le but ici, est de simplifier le travail d'un médecin traitant en lui procurant tous les moyens d'être plus précis dans les démarches de son bilan d'analyse.

Cette solution proposée dans le cadre de ce projet, n'a pas nécessité de gros moyens ainsi qu'une grosse infrastructure, puisque aujourd'hui un simple Smartphone peut contribuer efficacement à la sauvegarde des vies humaines. c'est dans cette vision que d'autres services, associés aux Smartphones et destinés à la télémédecine ainsi qu'à la domotique, seront développés

Bibliographie

[1] G.H.FORMAN et J.ZAHORJAN, «The challenges of mobile computing», *IEEE Computer*, Vol. 27, N_4, pp. 38–47, April 1994.

ISSN: 0018-9162;

<http://citeseer.nj.nec.com/38782.html>.

[2] DIDOUH SOMAIA et DJEBBAR SOUHILA, « Etude et proposition des services de santé sur les terminaux mobiles », *Thèse d'ingénieur d'état en télécommunication de l'Université de Tlemcen*, Algérie, 2008.

[3] F. DUCHÊNE, «Fusion de données multi-capteurs pour un système de télésurveillance médicale de personnes à domicile», *Thèse de doctorat en Traitement de signal et image de l'Université Joseph Fourier*, Grenoble, France, Octobre, 2004 ;

<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/04/78/63/PDF/tel-00008795.pdf>.

[4] Agence Régionale de Santé, « Définition et bénéfices de la télémédecine », France, juin 2015.

[5] R. MERZOUGUI, « Conception et développement d'applications et services dédiés a la santé sur des terminaux mobiles », *Thèse de doctorat en Télécommunication de l'Université de Tlemcen*, Algérie, juillet 2011.

[6] Lucie DESRUES « La télémédecine, un outil au service de l'amélioration de système de santé », *Mémoire de fin d'étude de l'Ecole des hautes études en santé publique*, France, mars 2008.

[7] A. S. GLOVER-BONDEAU, « Téléconsultation : quel intérêt ? », *Rapport technique*, France, 15 mai 2014 ;

<http://www.doctissimo.fr/html/dossiers/e-sante/16329-teleconsultation.htm>.

[8] F. LAFOREST, S. FRENOT & N. AL MASRI, « Dossier médical semi-structuré pour des interfaces de saisie multimodales », *Article publié dans Document Numérique, Editeur Lavoisier*, Vol. 6, 2002.

[9] G. PUJOLLE, «Les Réseaux», *5ème Editions, Groupe EYROLLES*, 2006.

ISBN : 2-212-11987-9;

http://www.editions-vm.com/Chapitres/9782212119879/Chap21_Pujolle.pdf.

[10] A.PEREZ, « Architecture des réseaux de télécommunication », *Edition Hermès*, Paris, 2002.

[11] ZigBee Alliance, «Nouveau profil ZigBee Health Care: aider les personnes à mener des vies plus saines et indépendantes», *Document (Projet) publié par PRNewswire*, BARCELONE, Espagne, 25 Mars 2009 ;

<http://www.caducee.net/breves/breve.asp?idb=9005&mots=all>.

[12] V. ALIMI, «Contribution au déploiement des services mobiles et à l'analyse de la sécurité des transactions », Thèse de doctorat à l'université de CAEN /BASSE-NORMANDIE, France, 18 décembre 2012.

[13] E. GUÉGUEN, « Étude et optimisation des techniques UWB haut débit multi bandes OFDM », *Thèse de doctorat en Électronique, Institut National des Sciences Appliquées de Rennes (Institut d'Électronique et de Télécommunications)*, France, 14 janvier 2009 ;
http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/37/53/PDF/These_E-Gueguen.

[14] C. BAASSOU, « Dimensionnement et Caractérisation des réseaux mobiles », *Mémoire de magister en électronique à l'université de Batna, faculté de technologie*, Algérie, 2012.

[15] A. RADU, « Évaluation de la Qualité de Service par l'utilisateur final dans les systèmes mobiles », *Thèse de doctorat en Informatique et Télécom de l'Université de Mame-La- Vallée*, France, Mars, 2004 ;
<http://pelleas.univ-mlv.fr/document/UMLV-2004-000235-PDF.pdf>.

[16] P. GODLEWSKI, X. LAGRANGE, S. TABBANE, « Réseaux GSM-DCS », *4e Édition Hermès*, Paris, France, 1999.

ISBN : 2-7462-0028-7 ;

<http://www.decitre.fr/livres/RESEAUX-GSM-DCS.aspx/9782746200289>.

[17] G. PUJOLLE, «Les réseaux», *Édition EYROLLES*, Paris, France, 2008.

ISBN : 978-2-212-11757-8 ;

http://www.friendlyduck.com/AF_TA/rel/index.cfm?RST=UNF&TAD=420036.

[18] RABILLER Johanna, « Exploration des difficultés dans la prise de traitement au long cours chez le patient transplanté rénale : comment le rendre acteur de sa santé », *Thèse doctorat en pharmacie de l'université Angers*, Paris France, 27 mars 2013.

[19] C. MASSÉ, « Physiologie du rein », *Support de cours au niveau du Laboratoire de Physiologie Faculté de Médecine*, Montpelli, France, 2010-2011.

[20] F. COMBAZ, « De l'insuffisance rénale chronique à la dialyse », *Thèse doctorat en pharmacie*, France, 2 Novembre 2011.

[21] P. SIMON, « Dialyse rénale », *MASSON Editeur*, Paris, France, Novembre 1996.

[22] M. JOULALI TOUFIK, « La transplantation rénale chez l'adulte par donneur vivant apparente », *Thèse doctorat en médecine*, 1 mars 2011.

[23] <http://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=insuffisance-renale-pm-traitements-medicaux-de-l-insuffisance-renale>.

[24] N. K. Mon et J. Zingraff et P. Jungers, « l'hémodialyse chronique », *Edition Flammarion*, Paris, 1996.

[25] Frédéric MARTENS, « Appréciation de l'effet de la l-carnitine sur les posologies d'érythropoïétine chez l'hémodialyse chronique », *Thèse doctorat en pharmacie*, 24 février 2009.

[26] Montage, F.Heitz, « imagerie médicale : tome 1, radiologie conventionnelle standard », *heures de France*, 3^{ème} édition, 2009.

[27] <http://www.cancer.be/echographie>.

[28] <http://www.cancer.be/examen-duplex-ou-echographie-doppler>

[29] A.MALTI & H.LANTRI, « Transfert du signal ECG sur mobile pour la télésurveillance médicale », *Master en signaux et images en médecine de l'université Abou Bekr Belkaid*, Tlemcen, Algérie, 2014.