

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et la recherche scientifique

***Université Abderrahmane Mira de Bejaia***

Faculté des sciences exactes

Département informatique



جامعة بجاية  
Tasdawit n Bgayet  
Université de Béjaïa

***Mémoire de fin de cycle***

En vue d'obtention du diplôme de master professionnel en informatique

***Option : Administration et Sécurité des Réseaux***

***Thème :***

***LA SURVEILLANCE DES PATIENTS VIA UN  
RÉSEAU MOBILE AD-HOC***

**Réalisé par :**

ALOUI Boubekour

BOULAHROUZ Mohamed Nacer

**Devant le jury composé de :**

**Président :** Le professeur KHIRDINE Abdlekrim

**Encadrant :** Mme. BATTAT Nadia

**Examineur :** Mr AKILAL Abdellah

**Examineur :** Mme KHOULALENE Nadjet

**Année universitaire : 2015-2016**



# *REMERCIEMENT*

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement notre encadreur Mme BATTAT.N qui a accepté la lourde tâche de nous encadrer, nous lui exprimons toute notre gratitude pour son soutien inconditionnel.*

*Nos remerciements les plus sincères et les plus profonds sont adressés à Mr KHIRDINE.A, Mme KHOULALENE.N et Mr AKILALA.A.*

*En fin, nous remercions toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.*

# TABLE DES MATIERES

---

Table des matières .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Liste des figures .....	V
Liste des tableaux .....	<b>VI Erreur ! Signet non défini.</b>
Liste des algorithmes .....	<b>VII Erreur ! Signet non défini.</b>
Liste des abréviations .....	IX
Introduction générale .....	XI
<b>Chapitre 1</b>	<b>Généralités sur les réseaux sans fil</b>
Introduction .....	2
1.1. Définition .....	2
1.2. Les différentes catégories des réseaux sans fil .....	2
1.2.1. Réseaux personnels sans-fil (WPAN) .....	3
1.2.2. Réseaux locaux sans-fil (WLAN) .....	3
1.2.3. Réseaux métropolitains sans-fil (WMAN) .....	3
1.2.4. Réseaux étendu sans-fil (WWAN) .....	3
• GSM .....	3
• GPRS .....	3
1.3. Technologie sans fil .....	4
1.3.1. Infrarouge .....	4
1.3.2. Bluetooth .....	4
1.3.3. Wifi .....	4
1.3.3.1. Description des couches de Wifi .....	4
1.3.3.2. Les différentes extensions Wifi .....	5
1.4. Architecture des réseaux sans fil .....	5
1.4.1. Mode avec infrastructure (cellulaire) .....	5
1.4.2. Mode sans infrastructure (Ad hoc) .....	6
1.5. Les réseaux mobiles ad hoc (MANET) .....	6
1.5.1. Historique et évolution des réseaux Ad Hoc .....	6
1.5.2. Modes de communication dans les réseaux mobile Ad Hoc .....	7
1.5.2.1. Le mode Unicast .....	7
1.5.2.2. Le mode Multicast (multipoint) .....	7
1.5.2.3. Le mode Broadcast (la diffusion) .....	7

1.5.3.Contraintes et caractéristiques liées aux réseaux mobiles ad hoc .....	8
• Topologies dynamiques .....	8
• Liaisons à débits variables et à bande passante limitée .....	8
• Utilisation limitée de l'énergie .....	8
• Sécurité physique limitée .....	8
• Erreur de transmission .....	8
• Interférences .....	9
• Absence d'infrastructure .....	9
• Multi-sauts .....	9
• Nœuds cachés.....	9
• Nœuds exposés .....	9
1.5.4.Domains d'applications des réseaux ad hoc .....	10
• Les applications militaires .....	10
• Les opérations de secours .....	10
• Les applications commerciales .....	10
• Mise en œuvre des réseaux véhiculaires .....	10
• Les applications médicales .....	11
1.5.5.Le routage dans les réseaux ad hoc .....	11
1.5.5.1.Définition du routage .....	11
1.5.5.2.Difficulté de routage dans les réseaux Ad Hoc .....	11
1.5.5.3.Classification des protocoles de routage .....	11
• Les protocoles de routage proactifs .....	12
• Les protocoles de routage réactifs .....	12
• Les protocoles de routages Hybrides .....	12
1.6. Conclusion .....	12

## **Chapitre 2**

### **La surveillance des patients**

Introduction .....	14
• Technologie de l'information et de la communication(TIC).....	14
• Esanté .....	14
• Télésanté .....	15
• Télémédecine .....	15
• Mobile health .....	16

2.1. Surveillance des patients .....	16
2.1.1. Architecture de la surveillance des patients via des communications sans fil .....	16
2.1.1.1. Représentation des signes vitaux et des paramètres .....	16
2.1.1.2. Dispositifs de surveillance de patients .....	16
2.1.1.3. Transmission des données acquise .....	17
2.1.1.4. Dispositifs pour des professionnels de soin de santé .....	17
2.2. Les difficultés .....	17
2.3. Les systèmes existants .....	18
a) BAN(Body Area Network) .....	18
b) réseau de capteurs tout-IP sans fil(WSNs) .....	19
c) Réseaux sans fil ZigBee .....	21
d) PDA (Assistant Numérique Personnel) .....	22
e) Service Mobile Nomade .....	23
f) Algorithmes pour la surveillance des patients .....	24
g) MobiHealth .....	25
h) Protocoles de puissance-fiabilité-retard (PRD) .....	26
i) cadre de contrôle de patients .....	28
2.4. Synthèse .....	29
2.5. Conclusion .....	31
<b>Chapitre 3</b>	<b>Le système proposé</b>
Introduction .....	33
3.1. Présentation de l'organisme d'accueil .....	33
3.2. La surveillance des patients au niveau de l'hôpital KHELLIL Amrane .....	33
• Le moniteur CARESCAPE .....	33
3.3. Les critiques de système de surveillance .....	35
3.4. Amélioration Proposée .....	35
3.4.1. Architecture de système .....	36
3.4.1.1. Réseau local sans fil (RLSF) .....	36
3.4.1.2. Analyseur local .....	37
• Algorithme de détection d'anomalies .....	38
• Structure des messages .....	39
3.5. Conclusion .....	40

## Chapitre 4

## Simulation du système proposé

Introduction .....	42
4.1 Outils utilisés .....	42
4.1.1 NetBeans .....	42
4.1.2 Java .....	43
4.2 Présentation des interfaces .....	43
4.2.1 Interface de l'analyseur local .....	43
4.2.1.1 Saisi des données physiologiques .....	44
4.2.1.2 Analyse et envoi de données physiologiques .....	44
4.2.2 Interface de professionnel de la santé .....	45
4.3 Conclusion .....	45
Conclusion générale .....	46
Bibliographie .....	47
Webliographie .....	48

# Liste des figures

---

Figure 1.1. Les différentes catégories des réseaux sans fil selon leur zone de couverture : .....	2
Figure 1.2. Organisation des couches basses de wifi : .....	4
Figure 1.3. Mode avec infrastructure .....	6
Figure 1.4. Mode sans infrastructure : .....	6
Figure 1.5. Les différents modes de communication .....	8
Figure 1.6. Les nœuds cachés : .....	9
Figure 1.7. Nœuds exposés : .....	10
Figure 2.1. Représentation de e-health : .....	15
Figure 2.2. Architecture de patient monitoring : .....	17
Figure 2.3. Architecture d'un ban (body area network): .....	19
Figure 2.4. Architecture basée sur des arbres de passerelle : .....	20
Figure 2.5. Architecture de matériel du système : .....	22
Figure 2.6. Algorithmes pour la surveillance puissance-efficace et fiable des patients .....	25
Figure 2.7. L'ipaq h3870 .....	26
Figure 2.8. Variabilité dans la puissance de transmission par l'intermédiaire des protocoles de prd .....	27
Figure 2.9. Différents plans d'cheminement .....	29
Figure 3.1. Le moniteur de surveillance carescape .....	34
Figure 3.2. Appareils de collecte de données .....	34
Figure 3.3. Appareils de collecte de données .....	35
Figure 3.4. Architecture du système .....	36
Figure 3.5. Réseau local sans fil : .....	37
Figure 3.6. Diagramme de séquence de "collecte courante des paramètres physiologiques" .....	37
Figure 3.7. Diagramme de séquence "analyse des paramètres physiologiques" .....	38
Figure 3.8. Structure de message .....	39
Figure 4.1. Le logo de logiciel netbeans .....	42
Figure 4.2. Interface de netbeans .....	43
Figure 4.2. Interface de l'analyseur local : .....	43
Figure 4.4. Saisi des données physiologiques .....	44

Figure4.4.Analyse et envoie de données physiologique .....	44
Figure4.5.Interface de professionnel de la santé :.....	45

# Liste Des Tableaux

---

Tableau 2.1 : Tableaux Comparatif :.....	29
--	----

# Liste des algorithmes

---

Algorithme3.1. Algorithme de détection d'anomalies : .....	38
--	----

# Liste des abréviations

---

- GPRS:** General Packet Radio Service
- WPAN:** Wireless Personal Area Network.
- WLAN:** Wireless Local Area Network.
- WMAN:** Wireless Metropolitan Area Network.
- WWAN:** Wireless Wide Area Network.
- IEEE:** Institute of Electrical and Electronic Engineer.
- PDA:** Personal Digital Assistant.
- OSI:** Open System Interconnect.
- DSSS:** direct sequence spread spectrum.
- FHSS:** Frequency Hopping Spread Spectrum.
- OFDM:** Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- IR:** Infra-Rouge.
- GHz:** Giga Hertz.
- Mbps:** Méga bit par seconde.
- ISM:** Industrie Science Médical.
- CSMA/CA:** Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance.
- CBRP:** Cluster Based Routing Protocol.
- ECG:** Electro Cardio Gramme.
- BAN:** Body Area Network.
- PC:** personal computer.
- IPV6:** internet protocol version 6.
- WSN:** Wireless Sensor Network.
- MSP-IO:** Mobile Service Platform Input-Output.
- MP-MCD:** Maximum Power – Maximum Cooperating Devices.
- MP-OCD:** Maximum Power-Optimum Cooperating Devices.
- OP-OCD:** Optimal Power-Optimal Cooperating Devices.
- RP-RCD:** Random Patient-Random Cooperating Devices.

**UMTS:** Universal Mobile Telecommunication System.

**RTP:** Real-time Transport Protocol.

**UDP:** User Data Protocol.

**PRD:** Power reliability delay.

**PMD:** Patient Monitoring Devices.

**OMS:** Organisation Mondiale de la Santé.

**EHR:** Elechtronique health record.

**TIC:** Technologie de l'Information et de la Communication.

# Introduction Générale

---

Les soins de santé constituent un élément essentiel de la vie humaine. Chacun de nous a besoin d'un suivi périodique des paramètres vitaux et traitements adéquats sur la base de ses données médicales et son état de santé. Ces processus deviennent encore plus vitaux quand les gens atteignent un certain âge, ou une situation où ils ne sont pas en mesure de suivre leur état de santé correctement sans un personnel médical, ou des équipements sophistiqués pour la surveillance.

De nos jours, les réseaux de communication sont devenus un axe majeur dans la vie quotidienne des humains qui visent à atteindre l'objectif « avoir l'information n'importe où et n'importe quand, pour cela, différents dispositifs et systèmes de surveillance de patients ont été proposés et mis en place. Ils possèdent un certain nombre de capacités diverses et peuvent aider le personnel de l'hôpital pour travailler avec des personnes âgées, handicapées, ou ceux qui sont atteints d'une maladie chronique. Toutefois, normalement, ces paramètres de santé de base sont surveillés et mesurés par le personnel médical seulement à des intervalles discrets. Cette approche commune peut parfois conduire à la perte de données cruciales. Par conséquent, un intérêt particulier doit être porté sur les techniques de surveillance continue. Ce type de surveillance doit être capable de fournir une information fiable et de façon continue sur le patient, et permettre d'enregistrer les situations d'urgence et réagir de manière appropriée à tout changement important dans les conditions de santé de la personne en temps réel.

Basé sur les éléments précédents, nous pouvons formuler l'objectif principal de notre travail, qui consiste en la combinaison des derniers développements dans le marché des réseaux mobiles et des dispositifs de détection et de capteurs de signaux physiologiques de patients. Le but est de créer un système de surveillance continue et efficace.

Durant notre stage à l'hôpital KHELLIL Amrane, qui s'est focalisé sur le service de la réanimation, et après une étude de leur système de surveillance des patients on a constaté que ce dernier manque d'un système de détection d'anomalies, ce qui nous a poussés à leur proposer d'intégrer un analyseur local de détection d'anomalies.

L'analyseur local collecte les données physiologiques du patient par les capteurs attachés à son corps. Après une analyse de situation critiques et détermination possible d'anomalies, l'analyseur local transmet ces données accompagnées d'une alerte au dispositif de professionnels de la santé.

Notre mémoire est reparti en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous nous sommes intéressés aux réseaux sans fils, en général, et les réseaux mobiles ad hoc en particulier.

Dans le deuxième chapitre, nous allons définir quelques mots clés de la santé mobile, présentation de la surveillance des patients, leurs difficultés, et nous allons présenter aussi quelques systèmes de surveillances basés sur des communications sans fils existants.

Dans le troisième chapitre, nous allons présenter notre système proposé (analyseur local) qui comble les insuffisances du système de surveillance existant au sein de l'hôpital KHELLIL Amrane.

Le quatrième et le dernier chapitre, est consacré à la simulation de notre analyseur local.

# **CHAPITRE 1**

**Généralité sur les réseaux sans fil**

## Introduction

Dans les réseaux mobiles ad hoc, les terminaux, éventuellement mobiles, peuvent communiquer sans requérir la présence d'une infrastructure particulière lorsqu'ils sont à la portée d'émission et de réception l'un de l'autre. Ces réseaux représentent donc une alternative intéressante aux réseaux à infrastructures, notamment pour les applications distribuées qui sont dynamiquement déployées, comme par exemple les applications dans le domaine militaire (projet DARPA). Toutefois, de nombreux défis doivent être relevés pour que les réseaux mobiles ad hoc puissent être effectivement exploités par les utilisateurs, pour le partage et l'accès aux ressources numériques offertes par ses terminaux. Un premier défi est lié aux caractéristiques intrinsèques des réseaux sans fil : une communication dans un réseau mobile ad hoc est immédiatement interrompue dès lors que les terminaux impliqués se trouvent hors de leur portée radio respective, ce qui peut être fréquent dans le cas de terminaux fortement mobiles. Cette dynamique du réseau soulève le problème de l'intégration dans différents réseaux. En particulier, un utilisateur mobile, du fait de sa mobilité, est souvent amené à rencontrer de nouveaux réseaux. Mais, il ne peut pas a priori accéder à leurs ressources numériques puisqu'il ne les connaît pas. De la même manière, un terminal ne peut pas interagir avec des terminaux ciblés s'il ne connaît pas leur identifiant. Or, un terminal ne peut pas compter sur les infrastructures sous-jacentes du réseau pour lui fournir ces informations ou pour relayer ses messages.

### 1.1 Définition :

Un réseau sans fil est un ensemble d'appareils connectés entre eux et qui peuvent s'envoyer et recevoir des données sans qu'aucune connexion « filaire » physique reliant ces différents composants entre eux ne soit nécessaire [1].

### 1.2 Les différentes catégories des réseaux sans fil

On distingue habituellement plusieurs catégories de réseaux sans fil, selon le périmètre géographique offrant une connectivité (appelé zone de couverture) (voir figure 1.1):

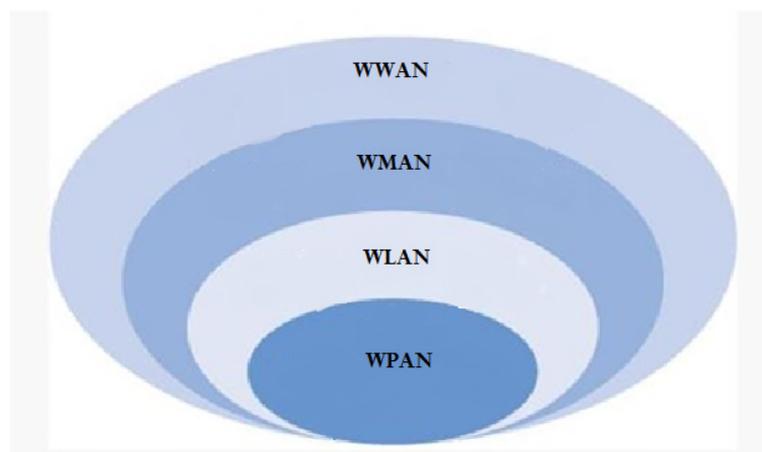


Figure 1.1.les différentes catégories des réseaux sans fil selon leur zone de couverture.

### 1.2.1 Réseaux personnels sans-fil WPAN (Wireless Personal Area Network)

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ...) ou un assistant personnel (PDA) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN : la principale technologie WPAN est la technologie Bluetooth [2].

### 1.2.2 Réseaux locaux sans-fil WLAN (Wireless Local Area Network)

WLAN est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier entre-deux les terminaux présents dans la zone de couverture. Il existe plusieurs technologies concurrentes pour ce type de réseau sans-fil et la plus répandue est le Wifi (ou IEEE 802.11) [2].

### 1.2.3 Réseaux métropolitains sans-fil WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)

WMAN est connu sous le nom de BLR. Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, ce qui destine principalement cette technologie aux opérateurs de télécommunication. La norme de réseau métropolitain sans fil la plus connue est le WiMAX, permettant d'obtenir des débits de l'ordre de 70 Mbit/s sur un rayon de plusieurs kilomètres [2].

### 1.2.4 Réseaux étendu sans-fil WWAN (Wireless Wide Area Network)

WWAN est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. Les principales technologies sont les suivantes [2] :

- **GSM :**

Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991.

La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume [3].

- **GPRS :**

Le General Packet Radio Service ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM et complémentaire de celui-ci, permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G ou 2G+. Le G est l'abréviation de génération et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (deuxième génération) et l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) (troisième génération).

Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets. Cette extension est plus adaptée à la transmission des données. En effet, les ressources ne sont allouées que lorsque des données sont échangées, contrairement au mode « circuit » en GSM où un circuit est établi – et les ressources associées – pour toute la durée de la communication. Le GPRS a ensuite évolué au début

des années 2000 vers la norme Edge également optimisée pour transférer des données et qui utilise les mêmes antennes et les mêmes fréquences radio [4].

### 1.3 Technologie sans fil

En quelques années, la communication sans fil est devenue banale. Toutes les technologies existantes sont basées sur un même principe : un circuit électronique sert d'émetteur-récepteur pour échanger des données via des ondes radio-électriques. Certaines, comme l'infrarouge, sont presque abandonnées. Les plus courantes, Bluetooth et Wi-Fi, sont concurrentes mais complémentaires.

#### 1.3.1 Infrarouge

Le standard IEEE 802.11 prévoit également une alternative à l'utilisation des ondes radios qui est la lumière infrarouge. La technologie infrarouge a pour caractéristique principale d'utiliser une onde lumineuse pour la transmission de données [5].

#### 1.3.2 Bluetooth

La technologie Bluetooth a été originairement mise au point par Ericsson en 1994. Bluetooth est une technologie de réseau personnel sans fil, c'est-à-dire une technologie de réseaux sans fils d'une faible portée permettant de relier des appareils entre eux sans liaison filaire [6].

#### 1.3.3 Wifi

Le Wifi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 en 1997. Un réseau Wifi permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, smartphone, décodeur Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux [7].

##### 1.3.3.1 Description des couches de Wifi

La norme Wifi définit les deux couches basses du modèle OSI d'un réseau sans fil de type WLAN, à savoir une couche liaison de données et une couche physique, (voir la figure 1.2) :

	<b>802.11 Logical Link Control (LLC)</b>			
<b>Couche liaison de données</b>				
	<b>802.11 Medium Access Control (MAC)</b>			
<b>Couche Physique</b>	<b>802.11</b>	<b>802.11</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11</b>
<b>(PHY)</b>	<b>DSSS</b>	<b>FHSS</b>	<b>OFDM</b>	<b>IR</b>

Figure 1.2. Organisation des couches basses de Wi-Fi [8].

La couche physique définit la modulation des ondes radioélectriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, elle propose plusieurs types de codage de l'information : DSSS (direct sequence spread spectrum), FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), IR (Infra Rouge), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), toutes ces technologies permettent des débits de 1Mbps et 2Mbps [8].

La couche liaison de données a pour objectif de réaliser le transport des données et elle est constituée de deux sous-couches :

- La couche LLC (Logical Link Control) : La couche LLC a été définie par le standard IEEE 802.2. Cette couche permet d'établir un lien logique entre la couche MAC et la couche de niveau 3 du modèle OSI, la couche réseau [9].
- La couche MAC (Media Access Control) : La couche MAC ressemble beaucoup à celle de la norme Ethernet (IEEE 802.3) puisqu'elle assure la gestion d'accès de plusieurs stations à un support partagé dans lequel chaque station écoute le support avant d'émettre [9].

### 1.3.3.2 Les différentes extensions Wi-Fi

A ce jour plusieurs variantes de la norme 802.11 ont été définies pour apporter des améliorations aux performances et des adaptations [10]. En voici quelques unes :

- 802.11a : WLAN haut débit (54 Mbps) dans la bande 5 GHz
- 802.11b : Wi-Fi à 11 Mbps dans la bande des 2.4 GHz
- 802.11d : adaptation du WLAN aux aspects régulateurs de chaque pays
- 802.11e : amélioration de la couche MAC du 802.11 pour supporter la qualité de service QoS
- 802.11f : amélioration de l'interopérabilité des systèmes ; compatibilité des points d'accès ou IAPP (Inter Access Point Protocol)
- 802.11g : extension du 802.11b (Wi-Fi) pour gérer le haut débit identique à celui du 802.11a tout en utilisant la bande ISM de 2.4 GHz ( 54 Mbps à 2.4 GHz )
- 802.11h : amélioration du 802.11a pour la gestion et le contrôle du spectre (Spectrum managed)
- 802.11i : amélioration du mécanisme de la sécurité WEP (Authentication et cryptage) sur le Wi-Fi
- 802.11j : version japonaise de la norme 802.11

## 1.4 Architecture des réseaux sans fil

On peut distinguer deux modes d'architecture réseaux : mode avec infrastructure (cellulaire) et mode sans infrastructure (ad hoc).

### 1.4.1 Mode avec infrastructure (cellulaire)

Les réseaux locaux utilisant une architecture cellulaire sont contrôlés par des stations de base appelées point d'accès, gérant l'ensemble des communications au sein d'une même zone géographique. C'est le même principe de fonctionnement que les téléphones GSM. Le principal avantage de l'utilisation du réseau cellulaire et d'utiliser un minimum de fréquences, la même fréquence pouvant être utilisée par plusieurs systèmes à condition qu'ils soient chacun dans une cellule différente [11]. Ce mode de fonctionnement est illustré dans la figure suivante:

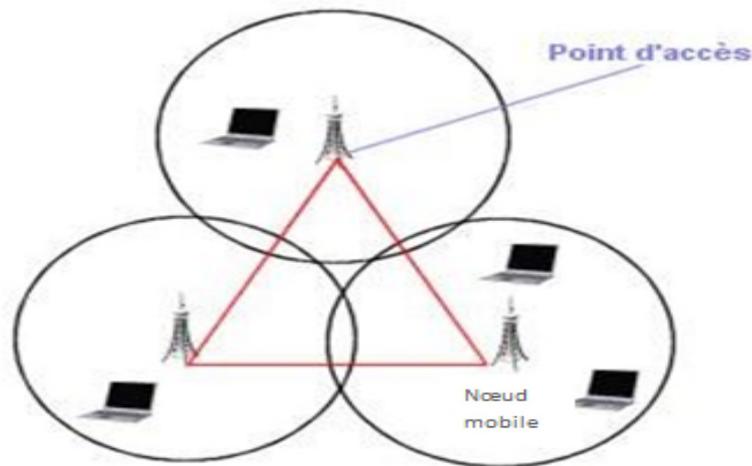


Figure 1.3.mode avec infrastructure [11].

#### 1.4.2 Mode sans infrastructure (Ad hoc)

Le réseau mobile ad hoc est la méthode la plus simple à mettre en œuvre pour un réseau sans fil. Il est créé par une réunion de stations mobiles ou statiques ne possédant pas d'architecture préexistante. Le routage entre les différents points du réseau est donc dynamique. Ce mode de fonctionnement est illustré dans la figure suivante [11] :

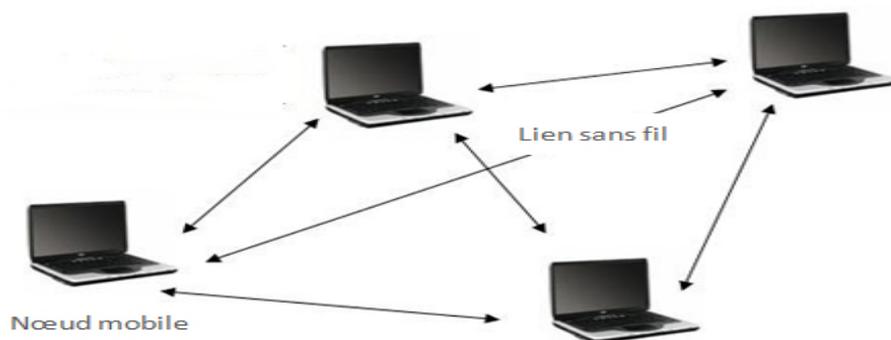


Figure 1.4.mode sans infrastructure

### 1.5 Les réseaux mobiles ad hoc (MANET)

Un réseau mobile Ad Hoc, appelé généralement MANET (Mobile Ad hoc NETwork), consiste en une grande population, relativement dense, d'unités mobiles qui se déplacent dans un territoire quelconque. Le seul moyen de communication est l'utilisation « des ondes radio » qui se propagent entre les différents nœuds mobiles, sans l'aide d'une infrastructure préexistante ou administration centralisée.

#### 1.5.1 Historique et évolution des réseaux Ad Hoc

Historiquement, les réseaux mobiles ad hoc ont été principalement utilisés afin d'améliorer les communications dans le domaine militaire. L'armée visait alors le déploiement rapide de systèmes de communication dans des zones difficiles, telles que champs de bataille ou lieux de catastrophes naturelles (mise en place d'un hôpital de campagne, par exemple). Les premières recherches sur les réseaux mobiles Ad hoc ont démarré dans les années 60 au sein d'un organisme de l'armée américaine DARPA (Defence Advanced Research Project Agency).

Les premières applications dans les réseaux ad hoc sont apparues avec le projet PRNet (Packet Radio Network) de DARPA en 1972, et avaient pour objectif de trouver une architecture de réseau radio facile à déployer pour l'échange de données tactiques [12].

Différents algorithmes ont été développés dans le cadre de ce projet, mais ils étaient basés sur des réseaux ne comportant que quelques nœuds.

Pour pallier les principaux problèmes du projet PRNet, le projet SURAN (Survivable Radio Networks) a été lancé en 1983, son principal objectif était d'étendre les algorithmes développés par PRNet pour des réseaux plus larges [12].

Un autre projet IT (Tactical Internet) a été développé en 1997, qui est l'une des implémentations des réseaux mobiles ad hoc multi sauts.

En 1999 ELB ACTD (Extending the Littoral Battle-space Advanced Concept Technology Demonstration) a été développé dont l'objectif est de démontrer la faisabilité de concepts militaires pour les communications des bateaux en mer aux soldats sur la terre par l'intermédiaire d'un relais aérien.

Aujourd'hui les recherches continuent avec encore plus de ferveur et d'enthousiasme suscitant beaucoup d'intérêt dans le domaine des réseaux sans fil [12].

### **1.5.2 Modes de communication dans les réseaux mobile Ad Hoc**

Les échanges de données dans les réseaux mobiles utilisent les modes de communication suivants (voir figure 1.5) :

#### **1.5.2.1 Le mode Unicast**

Le terme unicast définit une connexion réseau point à point. On entend par unicast, le fait de communiquer entre deux ordinateurs identifiés chacun par une adresse réseau unique.

Les paquets de données sont routés sur le réseau suivant l'adresse du destinataire, seul le destinataire intercepte et décode le paquet qui lui est adressé [12].

#### **1.5.2.2 Le mode Multicast (multipoint)**

On entend par multicast, le fait de communiquer simultanément avec un groupe d'ordinateurs identifié par une adresse spécifique (adresse de groupe). Son avantage par rapport au mode classique unicast devient évident quand on veut diffuser de la vidéo. Les paquets de données sont routés sur le réseau selon l'adresse des destinataires encapsulée dans la trame transmise. Seuls les destinataires interceptent et décodent les paquets qui leurs sont adressés [12].

#### **1.5.2.3 Le mode Broadcast (la diffusion)**

Le broadcast est un terme anglais définissant une diffusion de données depuis une source unique à un ensemble de récepteurs. Contrairement à une communication point à point, il est possible d'adresser des paquets de données à un ensemble de machines d'un même réseau uniquement par des adresses spécifiques qui seront interceptées par toutes les machines du réseau ou sous réseau [12].

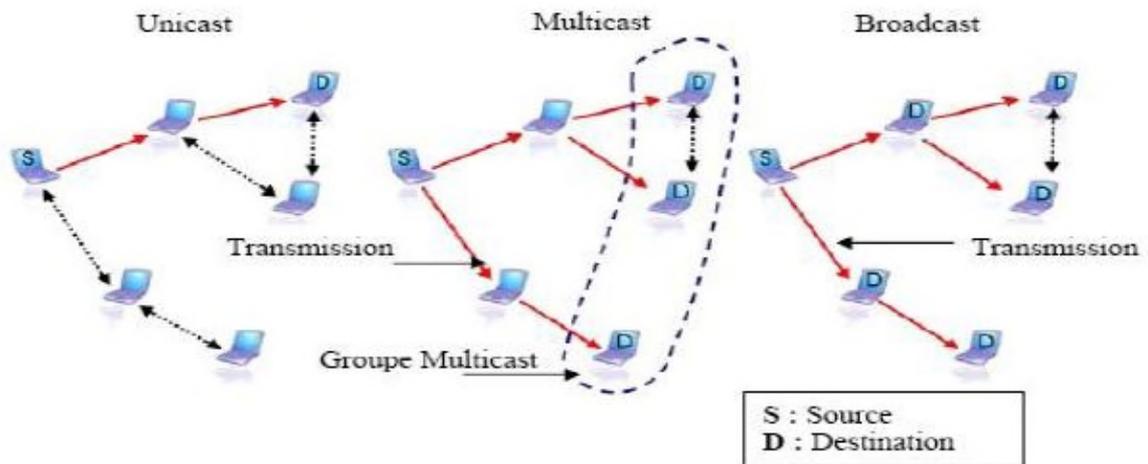


Figure 1.5. Les différents modes de communication [12].

### 1.5.3 Contraintes et caractéristiques liées aux réseaux mobiles ad hoc

D'après [12] et [13] les réseaux mobiles ad hoc ont plusieurs caractéristiques particulières :

- **Topologies dynamiques :**

Les nœuds sont libres de se déplacer arbitrairement, ce qui fait que la topologie du réseau - typiquement multi-saut - peut changer aléatoirement et rapidement n'importe quand, et peut être constituée à la fois de liaisons unidirectionnelles et bidirectionnelles.

- **Liaisons à débits variables et à bande passante limitée :**

Les liaisons sans fil auront toujours une capacité inférieure à leurs homologues câblés. En plus, le débit réel des communications sans fil - après avoir déduit les effets des accès multiples, du bruit, des interférences, etc. - est souvent inférieur aux taux de transfert maximum de la radio.

- **Utilisation limitée de l'énergie :**

Une partie des nœuds d'un MANET, voire l'ensemble des nœuds, peut reposer sur des batteries ou un autre moyen limité pour puiser leur énergie. Pour ces nœuds, le plus important est sans doute de mettre en place des critères d'optimisation pour la conservation de l'énergie.

- **Sécurité physique limitée :**

Les réseaux sans fil mobiles sont généralement plus sensibles aux menaces physiques que ne le sont les réseaux câblés fixes. Les possibilités accrues d'attaques par écoute passive, par usurpation d'identité et par déni de service doivent être étudiées avec attention. Les techniques existantes pour la sécurité des liaisons sont souvent appliquées au sein des réseaux sans fil pour réduire les risques d'attaques. Notons cependant un avantage dans le fait que le contrôle des réseaux MANET soit décentralisé ajoute à sa robustesse, contrairement aux problèmes pouvant survenir sur les points centraux dans des approches plus centralisées.

- **Erreur de transmission :**

Les erreurs de transmission radio sont plus fréquentes que dans les réseaux filaires.

- **Interférences :**

Les liens radios ne sont pas isolés, deux transmissions simultanées sur une même fréquence ou, utilisant des fréquences proches peuvent interférer.

- **Absence d'infrastructure :**

Les réseaux mobiles ad hoc se distinguent des autres réseaux mobiles par la propriété d'absence d'infrastructures préexistante et de tout genre d'administration centralisée. Les hôtes mobiles sont responsables d'établir et de maintenir la connectivité du réseau d'une manière continue.

- **Multi-sauts**

Les réseaux mobile ad hoc utilisent souvent des sauts multiples pour éviter les obstacles, minimiser la consommation d'énergie ou pour joindre un nœud qui n'est pas dans la portée de communication de l'émetteur.

- **Nœuds cachés :**

Ce phénomène est très particulier à l'environnement sans fil. Un exemple est illustré par la figure (1.6). Dans cet exemple, les nœuds B et C ne s'entendent pas, à cause d'un obstacle qui empêche la propagation des ondes. Les mécanismes d'accès au canal vont permettre alors à ces nœuds de commencer leurs émissions simultanément. Ce qui provoque des collisions au niveau du nœud A.

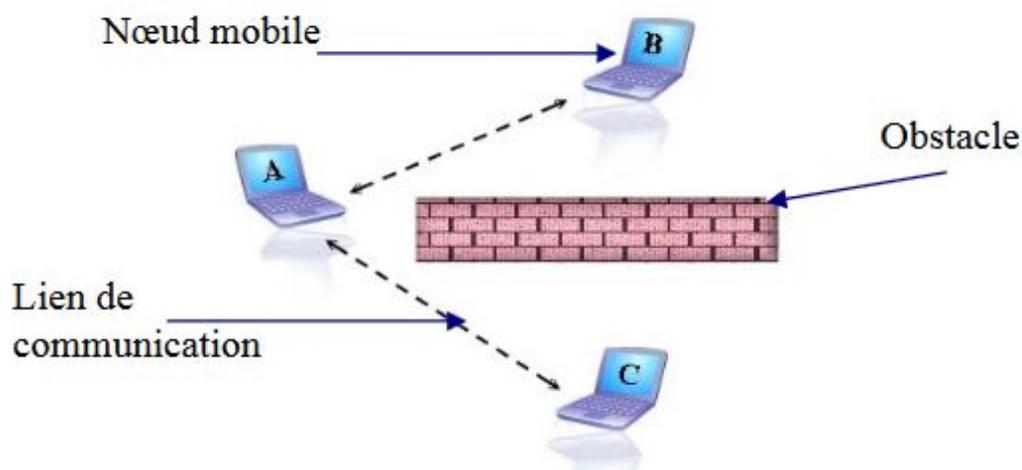


Figure 1.6. Les nœuds cachés.

- **Nœuds exposés**

Ce problème survient quand un nœud veut établir une transmission avec un deuxième, mais doit la retarder car il y a une transmission en cours entre deux autres nœuds se trouvant dans son voisinage. La figure I.13 décrit un scénario typique.

Supposons que les stations A et C peuvent entendre les transmissions de B, mais que A n'entend pas C (et vice-versa). Supposons aussi que B est entrain d'envoyer des données vers A et que, au même moment, C veut communiquer avec D. En suivant la logique CSMA/CA, le nœud C va commencer par déterminer si le support est libre. Á cause de la communication entre B et A, C trouve le support occupé et il retarde son envoi bien que celui-ci n'aurait pas causé de collisions.



Figure 1.7. Nœuds exposés.

#### 1.5.4 Domaines d'applications des réseaux ad hoc

Les réseaux mobiles ad hoc ont une très large palette d'utilisations. En effet, ils sont robustes, peu coûteux et s'adaptent aussi bien aux milieux urbains, qu'aux milieux ruraux.

Parmi les applications nous citons [12] :

- **Les applications militaires**

Un réseau mobile ad hoc est la solution idéale pour maintenir la liaison entre des chars d'assauts, des avions de chasse ou même entre des soldats et leur supérieurs au cours des exercices militaires ou dans un champ de bataille.

- **Les opérations de secours**

Lors des catastrophes naturelles (Incendies, inondations, tremblement de terre...etc.), les réseaux mobiles ad hoc peuvent résoudre le problème de communication là où une installation filaire ne peut être réalisée qu'après de très longs délais d'attente.

- **Les applications commerciales**

Pour un paiement électronique distant ou pour l'accès mobile à l'Internet, ou service de guide en fonction de la position de l'utilisateur.

- **Mise en œuvre des réseaux véhiculaires**

Il se peut que les véhicules aient besoin de communiquer, soit entre eux, soit avec leur environnement pour partager des informations ou par simple loisir. Etant donné que les véhicules circulent à grande vitesse, la solution ad hoc est donc plus adéquate et moins coûteuse.

- **Les applications médicales**

Les réseaux de capteurs peuvent être très utiles dans le domaine médical, il peuvent par exemple fournir des interfaces d'aides aux handicapés, permettre la surveillance intégrée des patients, le diagnostic ; l'administration des médicaments au sein de l'hôpital ; le contrôle des mouvements et processus internes des insectes ou des autres petits animaux ; le contrôle des médecins et des patients dans l'hôpital ; ainsi que la télésurveillance et la collecte des informations physiologiques humaines.

### **1.5.5 Le routage dans les réseaux ad hoc**

Pour mieux comprendre les stratégies et les approches utilisées dans la conception des protocoles permettant aux réseaux mobiles ad hoc de se relier à Internet, nous allons, tout d'abord, parler du routage à l'intérieur des réseaux mobiles ad hoc. Dans ce qui suit nous allons présenter les principes des protocoles de routages inter ad hoc les plus connus.

#### **1.5.5.1 Définition du routage**

Le routage est une méthode à travers laquelle on fait transiter une information donnée depuis un certain émetteur vers un destinataire bien précis. Le problème du routage ne se résume pas seulement à trouver un chemin entre les deux nœuds du réseau, mais encore à trouver un acheminement optimal et de qualité des paquets de données [14].

#### **1.5.5.2 Difficulté de routage dans les réseaux mobiles Ad Hoc**

Afin de palier aux problèmes dues aux différents mouvements des nœuds mobiles qui pourront modifier le trafic, un réseau ad hoc doit donc pouvoir s'ordonner automatiquement de tel sorte à être dé-ployable rapidement, et de pouvoir s'accommoder aux conditions de propagation. Dans le cas où le nœud destinataire se trouve dans la portée du nœud émetteur nous n'aurons pas besoin de routage proprement dit, malheureusement ce n'est pas toujours le cas, en effet, chaque nœud sera donc susceptible de jouer un rôle dans l'acheminement du paquet vers sa destination finale. Ce qui nous pousse à dire qu'il se peut que plusieurs nœuds puissent participer au routage. Nous parlons alors d'un environnement dit "multihop". Autrement dit, chaque nœud participera au processus de routage du paquet.

Vu les modestes capacités de calcul et de sauvegarde dont est caractérisé un réseau ad hoc, et la taille du réseau, il est très important de signaler que les méthodes et les approches utilisés pour l'acheminement des paquets dans le réseau sont évidemment différentes et plus complexes à mettre en œuvre par rapport à celles utilisées dans les réseaux classiques (statique). Ce qui nous pousse à dire que la gestion du routage dans un environnement ad hoc diffère de loin à celle utilisée dans les réseaux filaires [14].

#### **1.5.5.3 Classification des protocoles de routage**

Le principal but de toute stratégie de routage est de mettre en œuvre une bonne gestion d'acheminement qui est robuste et efficace. D'une manière générale, toute stratégie de routage repose sur des méthodes et des mécanismes que l'on peu regrouper en trois grandes classes : les protocoles de routage proactifs, les protocoles de routage réactifs et les protocoles de routage hybrides [14].

- **Les protocoles de routage proactifs**

Un protocole de routage est dit proactif si les procédures de création et de maintenance des routes, durant la transmission des paquets de données, sont contrôlées périodiquement. Cette maintenance reste toujours active même s'il n'y a pas de trafic circulant dans le réseau.

- **Les protocoles de routage réactifs**

Ce sont des protocoles dans lesquels la mise à jour ou le contrôle des routes se fait à la demande, c'est-à-dire lorsqu'une source veut transmettre des paquets de données vers une destination.

- **Les protocoles de routages Hybrides**

Les protocoles hybrides combinent les deux idées : celle des protocoles proactifs et celle des protocoles réactifs. Ils utilisent un protocole proactif pour avoir des informations sur les voisins les plus proches (au maximum les voisins à deux sauts). Au-delà de cette zone prédéfinie, le protocole hybride fait appel aux techniques des protocoles réactifs pour chercher des routes.

## **1.6 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté les réseaux sans fil, ainsi les réseaux mobiles ad-hoc qui sont une des catégories des réseaux sans fil. Nous avons décrit également leurs Contraintes et leurs caractéristiques ainsi leurs domaines d'application.

# CHAPITRE 2

## La surveillance des patients

**Introduction:**

Avec l'augmentation de la population dans le monde, le secteur de la santé est confronté à des défis majeurs. Le nombre de personnes fragiles atteintes de dépendance devrait croître dans d'importantes proportions, ainsi que celui des patients atteints de maladies chroniques, posant un important problème de prise en charge.

Face à ces défis, de grands espoirs sont placés sur les Technologies de l'Information et de la communication (TIC), et dans les nouvelles organisations de soin qu'elles pourraient susciter.

- **Technologies de l'information et de la communication (TIC) :**

Les technologies de l'information regroupent un large ensemble de médias de communication et d'appareils qui lient entre eux les systèmes d'information et les individus, incluant la messagerie vocale, la conférence vocale, Internet, les intranets d'entreprise, les fax, les smartphones, les PDAs, etc[15].

Et parmi les nouvelles organisations de soin qu'elle peut apporter la technologie de l'information et de la communication on trouve :

- **E-santé**

Selon l'OMS (organisation mondiale de la santé), l'eSanté (« eHealth ») est l'utilisation de technologies de l'information et de communication (TIC) en santé. Le terme eHealth comprend une large gamme de services ou de systèmes qui sont à la frontière entre santé et technologie de l'information et de communication, comprenant l'informatique liée à la santé des consommateurs/citoyens (utilisation de ressources électronique sur des sujets médicaux par des individus sains) et l'informatique liée à la santé des patients et des professionnels de soin (la télémédecine, les logiciels de prescriptions et de collaboration interprofessionnels, la gestion des connaissances médicales, le dossier de santé électronique(EHR(electronique health record)))[15].

Le E-Health a pour objectifs de :

- Réduire les dépenses de santé.
- Gérer efficacement les maladies chroniques.
- Réduire des complications et des hospitalisations inutiles.
- Faciliter la livraison efficace des services médicaux par des professionnels de la santé.

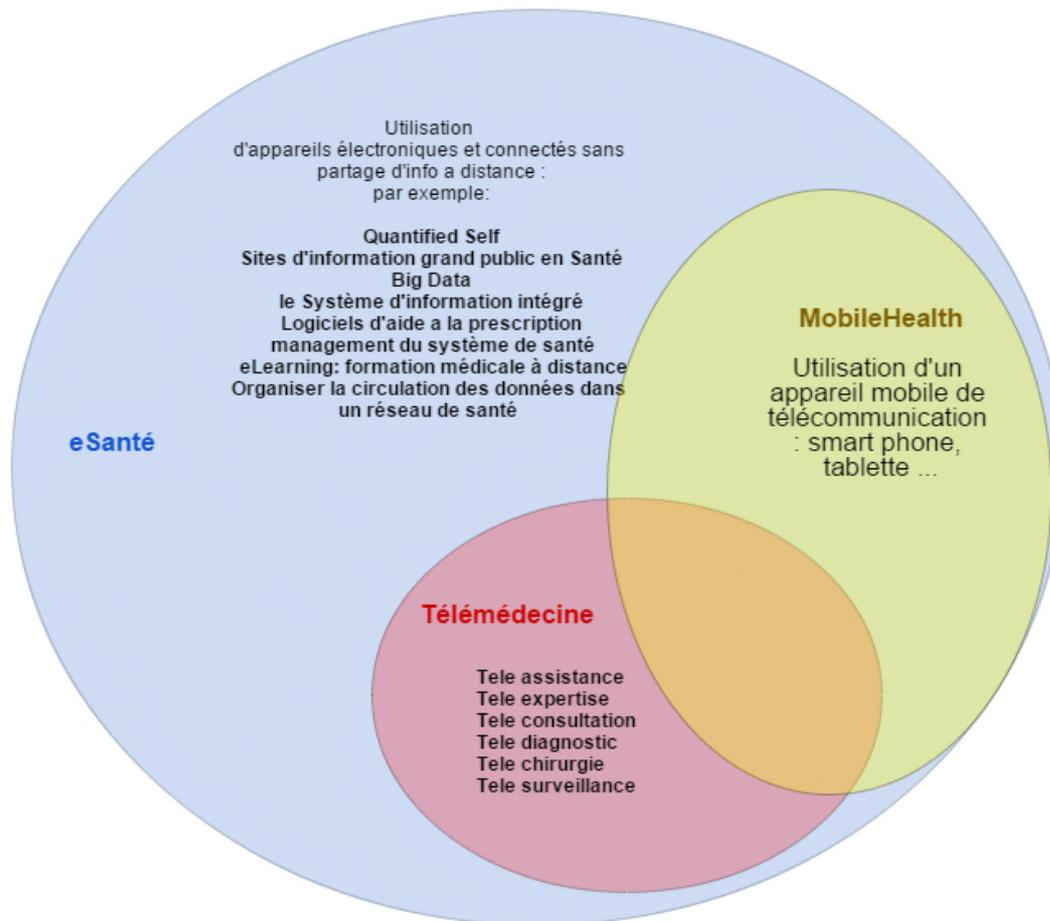


Figure2.1. Représentation de E-health[15].

- **Télésanté**

Le terme “télésanté” est utilisé comme une traduction de “eHealth”. Or dans le terme télésanté, le préfixe “télé” sous-entend un usage à distance de technologies en rapport avec la santé. La télésanté comprend la télémédecine qui en est l’aspect curatif, mais comprend aussi les aspects de promotion de la santé et de la santé publique.

Le « quantified-self » est un exemple d’usage local des TIC dans un but de suivre l’évolution de constantes physiologiques sous forme électronique.

L’aspect « à distance » n’apparaît que dans un deuxième temps si l’usager désire partager ses données avec d’autres acteurs [15].

- **Télémédecine**

La télémédecine représente les activités professionnelles qui mettent en œuvre des moyens de télécommunication numérique permettant à des médecins et d’autres membres du corps médical de réaliser à distance des actes médicaux pour des malades. Cette pratique n’a pas de vocation à se substituer à la pratique usuelle en face à face, mais vient la compléter [15]. Dans la télémédecine on peut trouver :

- **Télé assistance** a pour objet de permettre à un professionnel médical d’assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d’un acte.

- **Télé expertise** a pour objet de permettre à un professionnel médical de solliciter à distance l'avis, d'un ou de plusieurs professionnels médicaux, en raison de leurs formations ou de leurs compétences particulières, sur la base des informations médicales liées à la prise en charge d'un patient.
  - **Télé consultation** a pour objet de permettre à un professionnel médical de donner une consultation à distance à un patient. Elle peut se pratiquer entre un professionnel de santé et un patient à distance, mais elle semble aujourd'hui plus couramment pratiquée entre plusieurs professionnels de santé à distance en présence du patient.
  - **Télé diagnostique** a pour objet de permettre a un professionnel médical d'effectuer des mesures ou des traitements à distance.
  - **Télé chirurgie** est la réalisation d'une intervention chirurgicale à distance du site opératoire.
  - **Télé surveillance** est un système technique structuré en réseau permettant de surveiller à distance des lieux (publics ou privés), des machines (voir supervision et monitoring) ou des individus.
- **Mobile health**  
La m-Health (mobile health/santé mobile) correspond à la partie de la santé et/ou E-Santé, supporté par les appareils mobiles (téléphones mobiles, tablettes, PDA, etc.) fournissant des services de santé. En tant que sous ensemble de la eHealth, elle peut concerner tous les aspects de la médecine et plus largement de la santé [15].

## 2.1. La surveillance des patients :

La surveillance des patients est l'observation d'une maladie d'un ou plusieurs paramètres médicaux au fil du temps.

Elle peut être exécutée en mesurant sans interruption certains paramètres à l'aide d'un moniteur médicale [16].

### 2.1.1. Architecture de la surveillance des patients via des communications sans fil

L'architecture de la surveillance des patients peut se reposer sur les éléments suivants [17] :

#### 2.1.1.1 Représentation des signes vitaux et des paramètres :

La représentation inclut des signes vitaux avec des seuils, les antécédents médicaux du patient.

#### 2.1.1.2 Dispositif de surveillance des patients :

Les signes vitaux des patients sous la surveillance des patients via des communication sans fil doivent être obtenus soit par l'utilisation de capteurs multiples sur le corps, soit par des bandes spécialisées ou des moniteurs mettables, soit par des chemises intelligentes ou des dispositifs mettables type montre, ensuite, ils seront amplifiés et convertis en signaux

numériques avant la transmission via des réseaux ad-hoc mobiles au professionnels de la santé pour la livraison des actions de santé appropriées.

### 2.1.1.3 Transmission des données acquises :

Les données acquises par les dispositifs des patients seront transmises aux professionnels de la santé via un réseau mobile ad-hoc.

### 2.1.1.4 Dispositifs pour les professionnels de soins de santé :

Les dispositifs utilisés par des professionnels de la santé reçoivent des signes vitaux de dispositifs de la surveillance des patients, et exécuteront le traitement, et informeront ou alerteront les professionnel de la santé.

La figure suivante montre l'architecteur de la surveillance des patients :

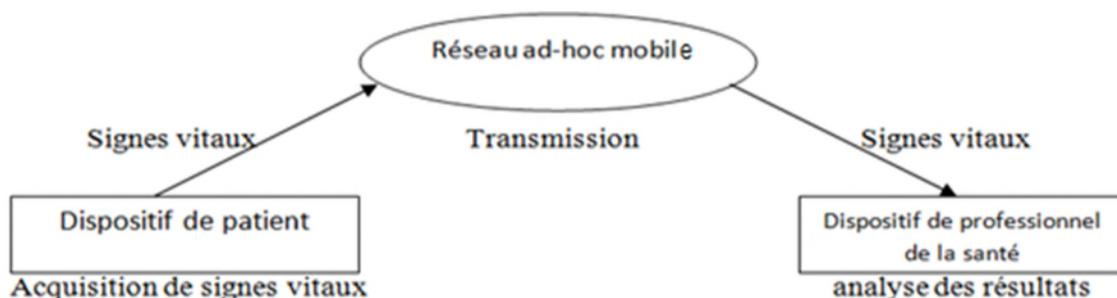


Figure2.2. Architecture de la surveillance des patients.

## 2.2. Difficultés :

D'après [18] les difficultés que la surveillance des patients peut avoir se résument dans les points suivants :

- **Le Contrôle et la transmission des signes vitaux ordinaires et de secours :**  
Ceux-ci pourraient inclure la tension, la fréquence cardiaque, la température, l'ECG (Electro Cardio Gramme), la saturation d'oxygène, la démarche anormale, l'équilibre, l'emplacement actuel, la fumée de cigarette et la quantité d'humidité dans les vêtements.
- **Fiabilité de livraison de messages :**  
En raison des situations potentiellement mortelles, la fiabilité de livraison de message aux professionnels de la santé est l'exigence la plus cruciale de contrôle de patients. Les facteurs d'influence sont la gamme de dispositif, la puissance disponible, le débit binaire, les protocoles d'acheminement et n'importe quel comportement d'échec ou un peu coopération d'autres dispositifs.
- **Livraison de message dans un temps raisonnable :**  
Le réseau devrait livrer les messages portant des signes vitaux dans un certain temps déterminé par le niveau de cas d'urgence.

- **Conservation de puissance :**

Le défi est de conserver la puissance des dispositifs en satisfaisant l'exigence de la fiabilité de contrôle de patient. Les facteurs d'influence sont la puissance de transmission exigée par les messages, le nombre de messages qui doivent être acheminés et le plan d'acheminement, qui peut affecter l'exigence de la puissance que la fiabilité.

- **Couverture de patients fixes ou mobiles :**

La mobilité des patients peut avoir comme conséquence une distribution inégale des patients, de ce fait il est difficile d'exécuter une surveillance de patient fiable. L'appui de surveillance devrait également couvrir des patients dans l'environnement intérieur aussi bien qu'extérieur.

- **Confidentialité et vie privée :**

Comme les informations de services médicaux sont transmises sur des réseaux sans fil, des efforts devraient être faits pour les garder confidentiels et privés.

### 2.3. Les systèmes existants :

En vu de l'amélioration de la surveillance des patients plusieurs systèmes ont été proposés :

#### a) **Système 1: BAN(Body Area Network)**

Le système proposé [19] consiste en l'utilisation d'une technologie de réseau sans fil basée sur les radios fréquences(BAN), qui consiste à interconnecter sur, autour, ou dans le corps humain de minuscules dispositifs (capteurs) qui pourront effectuer des mesures ou agir de façon active.

La communication entre les entités dans un BAN s'appelle la communication intra-BAN. Pour utiliser le BAN dans la surveillance à distance la communication externe est exigée et elle est appelé la communication inter-BAN.

La passerelle qui facilite la communication inter-BAN est appelée l'Unité de Base Mobile (MBU).

Les capteurs et les déclencheurs établissent un réseau mobil ad hoc et emploient le MBU pour communiquer en dehors de BAN. Le MBU pourrait être un capteur ou un déclencheur qui fournis également des services de communication inter-BAN.

Un capteur est responsable du processus d'acquisition de données.

La figure 2.3 montre l'architecture d'un BAN.

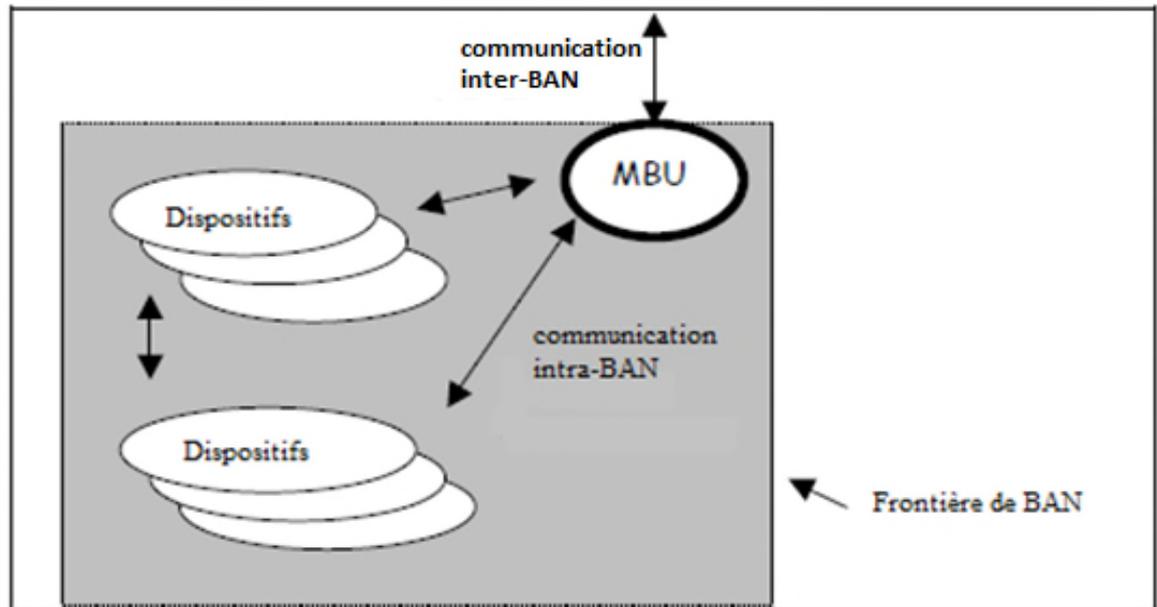


Figure2.3. Architecture d'un BAN (Body Area Network) [19].

Un capteur est responsable du processus d'acquisition de données.

#### b) Système 2: réseau de capteurs tout-IP sans fil(WSNs)

Ce système propose un plan de surveillance de patients basé sur un réseau de capteurs tout-IP sans fil(WSNs) utilisant le protocole IPV6 pour réaliser la communication continue avec Internet IPV6 [20].

- **WSN tout-IP** : WSN est composé d'un certain nombre de nœuds de capteur qui peuvent marcher coopérativement et rassembler des données de l'environnement et transmettre ensuite les données rassemblées à l'utilisateur.
- **Adresse IPV6** : Une adresse d'IPV6 est composée de deux parties : La première partie est le préfixe d'acheminement global et les préfixes d'acheminement globaux de tous les nœuds dans un WSN Tout-IP sont les mêmes. La deuxième partie est l'identifiant (ID) d'un nœud qui identifie uniquement un nœud dans un WSN Tout-IP.
- **Architecture WSN tout-IP** :  
Dans ce plan WSN Tout-IP comporte en trois types de nœuds : les nœuds de passerelle et les nœuds fixes ont la fonction d'acheminement et d'expédition et des nœuds mobiles n'ont ni la fonction de cheminement, ni d'expédition. Un nœud de passerelle est connecté à un routeur d'accès (RA) dans le réseau IPV6.

Un nœud de passerelle et des nœuds fixes multiples forment un arbre qui est appelé l'arbre de passerelle. Dans un arbre de passerelle, le nœud de racine est

le nœud de passerelle et les nœuds intermédiaires et les nœuds de feuille sont des nœuds fixes. Dans WSN Tout-IP, tous les arbres de passerelle construisent le réseau de base d'acheminement.

Un nœud mobile réalise la communication avec le réseau IPV6 via le réseau de base, et le nœud dans un arbre de passerelle avec lequel un nœud mobile communique directement est mentionné comme le nœud associé du nœud mobile. En même temps, un nœud mobile a seulement un nœud associé. On montre l'architecture WSN Tout-IP basée sur des arbres de passerelle dans la figure 2.4 :

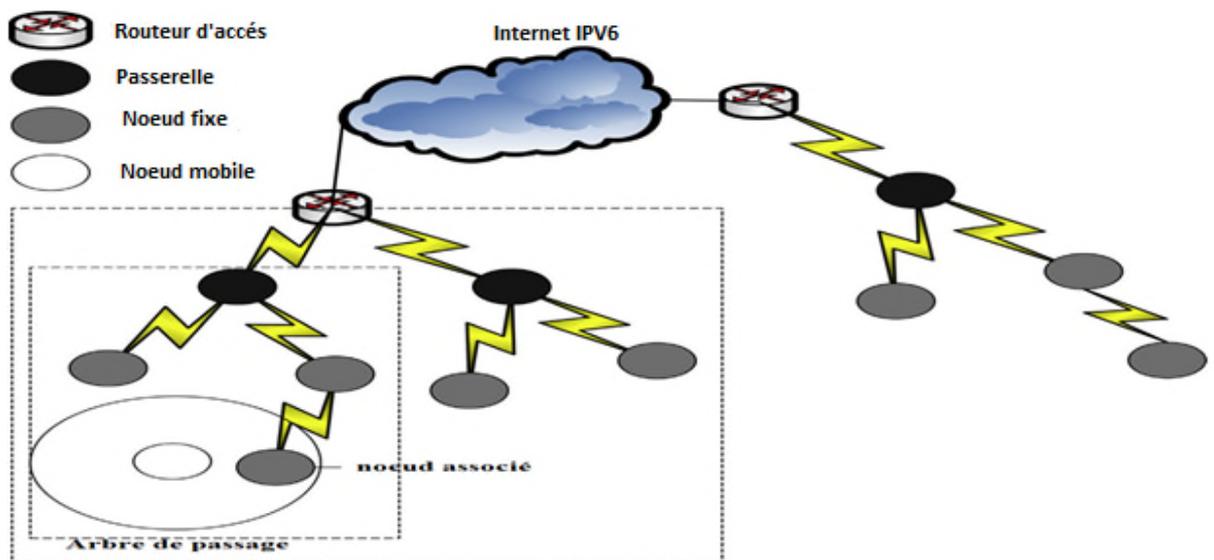


Figure2.4. Architecture basée sur des arbres de passerelle [20].

Pour réaliser le contrôle de patient en temps réel, un patient est équipé de nœuds de capteur mobiles qui sont utilisés pour rassembler ses données physiques.

Les nœuds de passerelle et les nœuds fixes sont distribués autour des routes, des magasins, des maisons, etc.

Quand un patient est situé en un de ces endroits, les nœuds mobiles peuvent toujours utiliser son adresse privée IPV6 pour exécuter la communication avec Internet via la base d'acheminement Tout-IP. De cette façon, la surveillance de patients en temps réel est réalisée.

Basé sur cette architecture, deux types de modes de communication sont présentés: la communication régulière où, un médecin peut rassembler les signes vitaux d'un patient à tout moment et à n'importe quels endroits et réaliser le contrôle en temps réel. Ou la communication émergente, dans ce cas, si les signes vitaux d'un patient excèdent un seuil prédéterminé, alors un message d'alerte est automatiquement envoyé au poste de secours pour le traitement.

Dans ces deux modes, un médecin peut utiliser l'adresse d'IPv6 du nœud associé d'un nœud mobile pour déterminer les informations d'emplacement d'un patient pour exécuter le traitement efficace.

### c) Système 3 : Réseaux sans fil ZigBee

Ce système propose un plan de contrôle de patient dans un hôpital en utilisant les réseaux sans fil **ZigBee**[21].

Le système est conçu et construit en utilisant des nœuds ZigBee. Des capteurs de signes vitaux attachés au corps de patient sont connectés à ces nœuds. Le P-nœud (patient nœud) complet est empaqueté sous une forme légère et porté par le patient.

Les données acquises sont transmises à un coordinateur ZigBee (z-coor) avec un large affichage qui est porté par l'infirmier.

Les composants majeurs de la plate-forme de contrôle sont :

#### **Tableaux de contrôle ZigBee :**

Un JN5139 IEEE802.15/4/jenNet kit [21] est utilisé, le kit a cinq tableaux, un tableau est utilisé comme un Z-Coor et les quatre autres sont utilisés comme des nœuds terminaux, chaque nœud est attaché à un patient pour acquérir ses signes vitaux.

Quatre unités terminales supplémentaires (M-nœud) sont rendues disponibles pour des infirmiers et des docteurs pour contrôler les patients à l'intérieur de la gamme de réseaux mobiles ad-hoc, ces unités n'ont pas de capteurs, ils reçoivent les données de patient de Z-Coor.

#### **Tableaux de capteur :**

Quatre capteurs sont interfaits à chaque P-nœud, un capteur de température mesure la température de l'environnement, un thermocouple pour enregistrer la température corporelle du patient, un capteur de battements du cœur, et un capteur d'accéléromètre pour mesurer l'activité de patient.

#### **La passerelle XBEE :**

Une passerelle XBEE est utilisée pour fournir la fonctionnalité de passerelle entre le réseau ZigBee et Ethernet. Ce dispositif de passerelle rassemble des données du coordinateur ZigBee, les données sont envoyées et stockées dans le serveur principal où une base de données est utilisée pour garder les rapports de l'historique des patients.

La figure 2.5 montre l'architecture matérielle du système.

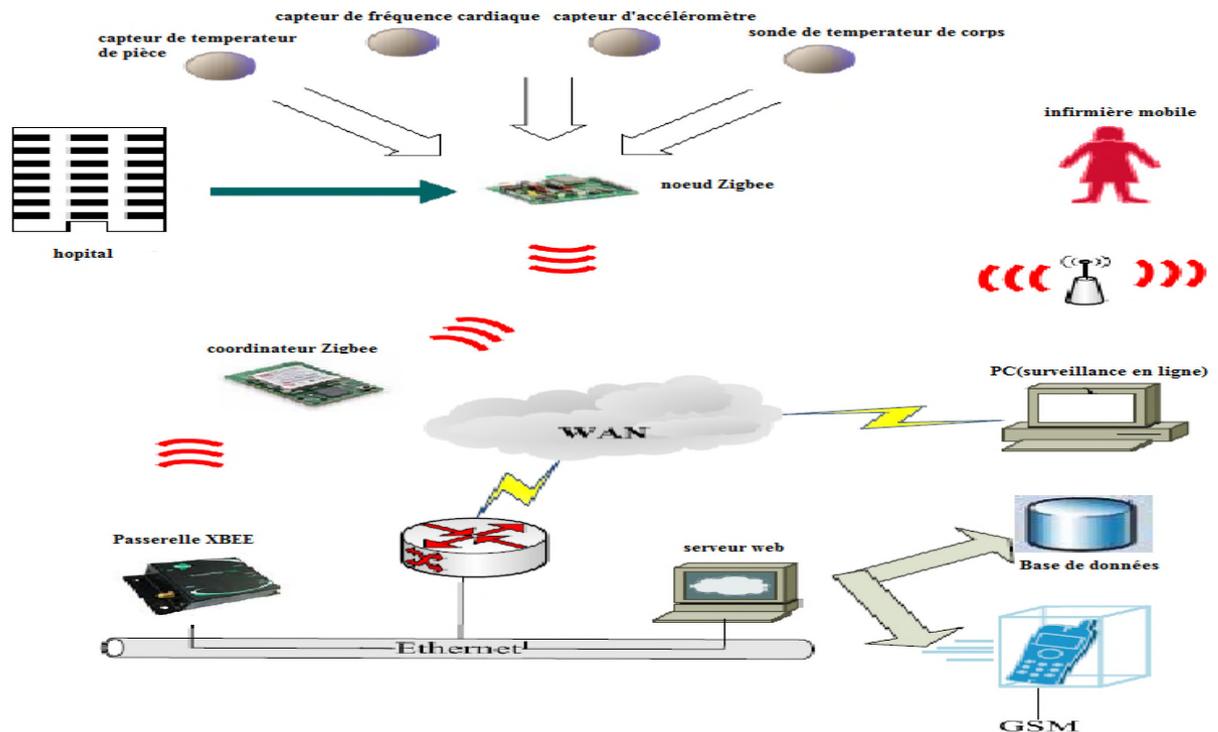


Figure 2.5. Architecture de matériel du système [21].

#### d) Système 4 : PDA (Assistant Numérique Personnel)

Le modèle proposé dans [22] contrôle les signes vitaux d'un patient tel que l'ECG, le taux de sucre dans le sang, le poids, l'asthme, etc. et la santé spécifique et des conditions de conformité. De plus, les capteurs avec le calcul et des capacités de communication seront déployés aux emplacements spécifiques dans la maison du patient pour contrôler une tâche de conformité spécifique.

Les lectures des moniteurs et des capteurs sont communiquées avec les agents intelligents situés dans PDA (l'Assistant Numérique Personnel) du patient. La fréquence de contrôler des signes vitaux et les conditions spécifiques peut être ajustée par un professionnel de la santé comme considéré approprié.

Les auteurs ont proposé un PDA logé avec des agents intelligents pour exécuter la tâche d'analyse des conditions contrôlées. L'utilisation de PDA comme un composant du système proposé provient de sa facilité d'emploi, l'accès omniprésent aux données et le support inhérent pour la mobilité.

L'utilisation d'agents intelligents avec des buts clairs et la connaissance appropriée, a la capacité de professionnels de la santé aidants dans le contrôle de patient continu en forme d'analyse et le diagnostic de grande quantité de données complexes et l'alerte du centre médico-social en cas d'une anomalie.

Avant la première utilisation, les agents intelligents chargés de l'analyse d'une condition de patient spécifique sont configurés par un médecin basé sur les conditions actuelles/passées du patient, fournissant ainsi le soin centré sur un patient individuel.

Les agents intelligents analysent les données rassemblées des moniteurs et des capteurs, cherchent la violation de seuils pré indiqués et transmettent des alertes aux centres de santé quand nécessaire.

Le médecin spécifie les seuils, auxquels un agent particulier renverra avant le déclenchement d'une alarme.

Les capteurs contrôlant la conformité et les dispositifs contrôlant les signes vitaux spécifiques transmettent les données au PDA du patient.

Pour la transmission de signal les auteurs ont proposé un réseau hybride pour augmenter la fiabilité de transmission et améliorer la couverture de réseau.

La transmission de données des capteurs et les dispositifs contrôlant au PDA du patient est faite via le moyen de communication de courte gamme comme Bluetooth.

La transmission de signaux entre les patients et les professionnels de la santé doit pour la plupart être soutenue via des réseaux sans fil basés sur infrastructure comme WLAN, Cellular/GSM et les systèmes basés sur des satellites.

Ainsi ils ont proposé d'utiliser le réseau mobile ad hoc pour compléter la couverture des réseaux basés sur infrastructure existante dans des zones avec une couverture limité ou inexistante.

L'utilisation d'un réseau hybride comprenant de réseau mobile ad hoc et d'autre réseaux sans fil basés sur infrastructure construit une couche de tolérance aux pannes, la communication est augmentée ainsi la fiabilité de transmission. Dans le cas où un message d'alerte doit être transmis et le patient est à l'extérieur de la couverture de réseau basé sur l'infrastructure alors un réseau mobile ad hoc sera formé entre PDA du patient et d'autres dispositifs dans sa gamme, le PDA du patient peut transmettre l'alerte via des étapes multiples avant qu'il n'atteigne un professionnel de la santé ou soit pris par un réseau basé sur infrastructure pour la nouvelle transmission à un professionnel de la santé.

#### e) **Système 5 : Service Mobile Nomade**

L'approche proposée consiste en l'utilisation de service mobile nomade dans la surveillance des patients [23].

- **Service mobile nomades :**

Se dit d'un appareil portatif (téléphone, ordinateur portable, tablette...) permettant l'accès à des données numériques, l'échange d'information sans être relié à une installation fixe [24].

Les composants suivant contribuent dans le processus de la surveillance :

- **BAN (Body Area Network) :** qui est un ensemble de capteurs qui sont attachés au corps d'un patient dans le but de mesurer ses signes vitaux, et chaque signe vital est transmis sur un canal associé.

Ces capteurs communiquent avec le dispositif mobile en utilisant Bluetooth.

- **contexte-averti MSP-IO** : contexte-averti MSP-IO livre les paquets de données de signes vitaux au système selon la capacité de transmission disponible du réseau de communication choisi (par exemple. WiFi, GPRS).
- **Service de surveillance à distance** : le service de surveillance à distance comporte deux composants, le dispositif contrôlant entretient sur le dispositif mobile; et le substitut contrôlant dans le réseau fixe.  
Le service de dispositif de surveillance et son substitut communiquent les uns avec les autres en utilisant le paquet contexte-averti de MSP-IO (Mobile Service Platform Input-Output).
- **Profil de signal** : le profil de signal informe le service de dispositif de surveillance au sujet des signaux pour être envoyé aux professionnels de soins de santé.

**f) Système 6 : Algorithmes pour la surveillance des patients**

Ce système propose un algorithme pour une surveillance de patient fiable et de puissance efficace [25] :

Le patient est contrôlé par des dispositifs de contrôle qui ont été configurés pour répondre aux besoins spécifiques du patient. Les exigences de signes vitaux sont tirées par :

- Obtention des signes vitaux dans le domaine analogue du dispositif patient contrôlant.
- Numérisation des signes vitaux.
- Obtention des informations de services médicaux spécifiques du patient.
- Action de tirer le niveau de cas d'urgence pour le signal transmis en termes de haut, moyen et bas, indication d'un cas d'urgence mortellement grave, la présence de conditions anormales.

Ceci est fait en comparant les valeurs actuelles de signes vitaux individuels aux seuils spécifiques au patient en correspondant à un ensemble des modèles indésirables et en vérifiant une combinaison de signes vitaux.

Basé sur le niveau de cas d'urgence et le nombre de dispositifs dans une certaine zone (la densité de dispositif), le dispositif de patient contrôlant (PMD) ou sa procuration (proxy) (dans le cas où une stratégie de sommeil est choisie) choisira un protocole de gestion de puissance parmi MP-MCD (Mobile Service Platform Input-Output), MP-OCD (Maximum Power-Optimum Cooperating Devices) et OP-OCD (Optimal Power-Optimal Cooperating Devices).

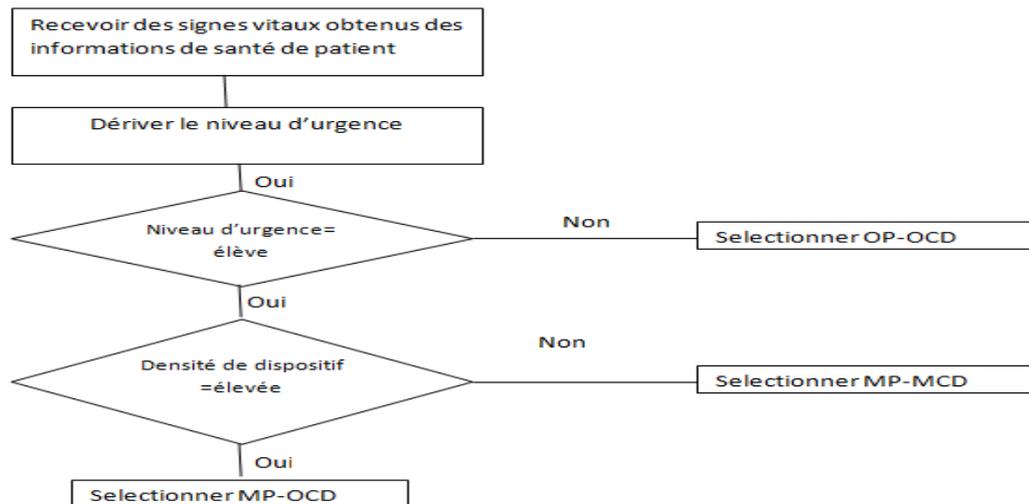


Figure 2.6. Algorithmes pour la surveillance puissance-efficace-fiable des patients [25].

La stratégie de sommeil implique la sélection de celui ou plus de coordinateurs de sommeil, qui détermineront le nombre de dispositifs dans le cycle de sommeil dans des conditions normales et de secours. Les facteurs comme le nombre de dispositifs dans une zone spécifique et une mobilité de dispositif peuvent être utilisés dans la détermination de l'utilisation et de la longueur de cycle de sommeil et des niveaux de puissance pour un dispositif.

#### g) Système 7 : MobiHealth

Le système de MobiHealth[26] fournit une plate-forme de bout en bout complète d'e-santé pour la surveillance du patient ambulatoire, déployée au-dessus des réseaux d'UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) et de GPRS (General Packet Radio Service). Le patient de MobiHealth est équipé de différentes sondes constantes essentielles, comme la tension artérielle, la fréquence du pouls et l'ECG, relié ensemble par l'intermédiaire du réseau de région de corps(BAN) de soins de santé. L'unité centrale mobile (MBU) est le point central de BAN de soins de santé, agrégeant les mesures essentielles de sonde et les transmettant par l'intermédiaire d'UMTS ou de GPRS au système principal, qui peut être situé dans les lieux de courtier de santé où fassent partie de fournisseur de services sans fil.

Le MBU a été mis en application sur un iPAQ H3870. Ce dispositif a Bluetooth intégré des capacités et peuvent être prolongées avec une extension de GPRS. La figure 2.7 montre une photo de MBU.



Figure 2.7. L'iPAQ H3870 [26]

#### h) **Système 8 : Protocoles de puissance-fiabilité-retard (PRD)**

L'approche proposée [27] est basée sur la prémisse que pour soutenir la surveillance des patients complète, impliquant la transmission d'alertes de secours, assurant la communication continue fiable, soit une exigence critique.

Dans ce qui suit les éléments clés de l'approche proposée seront décrits :

##### **Protocoles de puissance-fiabilité-retard (PRD) :**

Les protocoles proposés de PRD cherchent à gérer la puissance de batteries des dispositifs de surveillance des patients (PMDs) dans le cas où un multi-saut de MANET est démultiplié pour la transmission de signale.

La figure 2.8 décrit la variabilité dans la puissance de transmission de signale par la source (nœud A) et l'intermédiaire PMDs (nœuds B, C, E) dans chacun des protocoles de la source A à la destination D.

Le protocole PRD intègre quatre protocoles de transmission :

- **Random Patient-Random Cooperating Devices. (RP-RCD) :**

Ce protocole entraîne la source PMDs et l'intermédiaire acheminant PMDs pour transmettre le signale a un niveau de puissance aléatoire avant que le signale n'atteigne la destination (figure 2.8a).

L'avantage de RP-RCD dans des exigences de traitement basses et peut potentiellement être utilisé pour des transmissions non critiques par PMDS avec la capacité de traitement basse dans les zones de haute densité. Le plus grand inconvénient se trouve dans l'inefficacité potentielle d'utilisation de puissance et la fiabilité imprévisible, l'utilisation de puissance et le retard en raison des variations dans le niveau de puissance transmis à chaque étape et le nombre d'étapes impliquées dans la transmission de signal.

- **Maximum Power – Maximum Cooperating Devices (MP-MCD) :**

Ce protocole entraîne la source PMDs et l'acheminement intermédiaire PMDs pour transmettre le signal au niveau de puissance disponible maximal avant que le signal n'atteigne la destination (figure 2.8b). L'avantage de MP-MCD dans des exigences de traitement basses et peut être utilisé pour des transmissions critiques avec la promesse de haute fiabilité et le retard le plus bas même dans les zones de basse densité. C'est moins sensible à la mobilité de nœud censée pour augmenté la gamme de transmission, mais les plus grands inconvénient dans l'utilisation à grande puissance particulièrement dans les zones de haute densité qui peut mener

au réseau divise en raison des nœuds étant à court de puissance de batterie plus rapide.

- **Maximum Power-Optimum Cooperating Devices (MP-OCD) :**

Ce protocole entraîne la source PMDs et l'acheminement intermédiaire PMDs pour transmettre le signal au niveau de puissance maximum et optimum respectivement jusqu'à ce que le signal atteigne la destination (figure 2.8c). « Le niveau de puissance optimum » est défini pendant que le minimum transmet la puissance à laquelle un signal peut atteindre le nœud le plus proche. Il peut être dérivé en écoutant les transmissions voisines. L'avantage de MP-OCD se situe dans l'utilisation efficace de puissance par le PMDs intermédiaire et la fiabilité élevée aux retards raisonnables dans la transmission de signal. Il s'applique pour les transmissions courantes de secours dans les aires de la haute densité. L'inconvénient se situe dans l'inefficacité potentielle dans l'utilisation de puissance par la source PMD dans les secteurs de haute densité et le traitement inutile/retarde par le PMDs intermédiaire dans la basse densité de dispositif.

- **Optimal Power-Optimal Cooperating Devices (OP-OCD) :**

Ce protocole entraîne la source PMDs et l'acheminement intermédiaire PMDs pour transmettre le signal au niveau de puissance optimum avant que le signal n'atteigne la destination (figure 2.8d). L'avantage d'OP-OCD se trouve dans l'utilisation de puissance la plus efficace par le PMDs en assurant la haute fiabilité aux retards raisonnables de la transmission de signal. C'est surtout applicable pour des transmissions dans les zones de haute densité. Dans des zones de basse densité, l'optimal transmettent le niveau de pouvoir peut finir étant le même comme le niveau de puissance maximal ainsi l'annulation de l'utilité de transmissions optimales.

L'inconvénient se trouve dans des retards potentiellement plus longs, traitant plus haut des exigences par tout les PMDs impliqués dans l'acheminement de signal et des retards inutiles de la densité de dispositif basse.

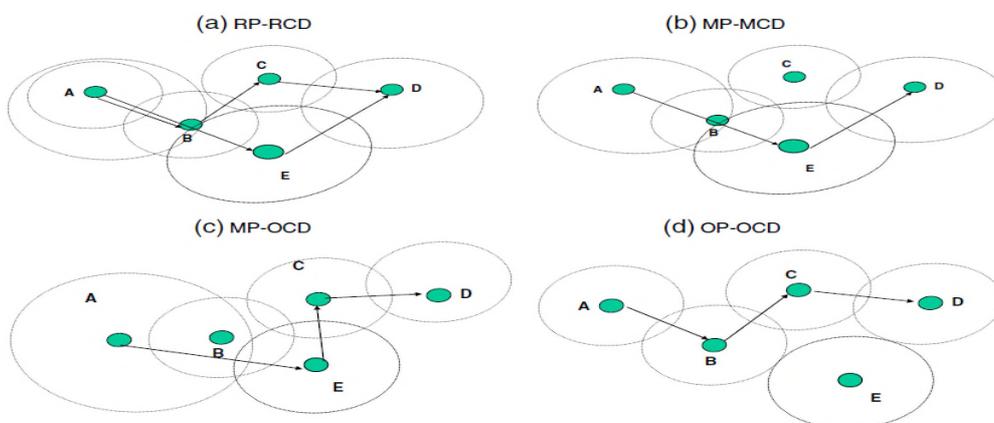


Figure 2.8. Variabilité dans la puissance de transmission par l'intermédiaire des protocoles de PRD [27].

**i) Système 9 : cadre de contrôle de patients**

L'objectif principal de cette approche est de fournir un cadre pour soutenir la transmission de signal de secours en utilisant des réseaux mobile ad-hoc, qui peuvent être formés parmi des dispositifs portés par des patients dans des maisons de repos ou dans des hôpitaux[17].

Le cadre utilise le système de contrôle de patient, contenant des dispositifs de surveillance des patients, le réseau mobile ad-hoc, les dispositifs pour des professionnels de la santé et des bases de données pour des services médicaux et des informations médicales appropriées.

Les dispositifs de surveillance des patients, mesurent les signes vitaux et les paramètres, ceci est suivi par un ensemble de décisions à tirer le niveau de secours.

Ces informations avec des signes vitaux après paquétisation sont acheminés par le réseau mobile ad-hoc formé sur demande ou pro-activement à un ou plusieurs professionnel de la santé.

Les informations médicales personnalisées et un ensemble d'actions sont stockés dans une base de données et peuvent être téléchargé pour la prise de décision médicale par des professionnels de la santé.

La combinaison des signes vitaux actuels de patient et des informations médicales passées pourrait mener à un contexte qui aiderait alors les professionnels de la santé dans le fait d'atteindre à un approprié et bien la décision éclairée sur les besoins médicaux actuels de patient, y compris les besoins de soins d'urgence.

Afin de détecter des événements de secours ou anormaux, les dispositifs de la surveillance des patients reçoivent les informations médicales de patient, y compris des seuils personnalisés, et la fréquence de contrôle pour des signes vitaux individuels qui sont obtenus de la base de données des patient, ou bien stocker localement sur le dispositif.

Une fois que les signes vitaux sont acquis, le seuil et le traitement à base de modèle va être fait pour déterminer le niveau de cas d'urgence et une action appropriée.

**Acheminement des messages de secours :**

Le support pour les messages de secours dans la surveillance des patients exige une fiabilité très élevé de livraison de messages, et des retards très bas, et une corruption de message minimale.

Pour améliorer la fiabilité et la performance de retard, les dispositifs de patient monitoring quand ils ne sont pas couvert par un réseau sans fil basé sur infrastructure, pourrait former un réseau mobile ad-hoc.

Dans ce cas les messages de secours peuvent être transmis aux professionnels de la santé en utilisant les quatre plans d'acheminement suivant :

- L'acheminement multicast où les informations de patient sont envoyées à multiple pas, à tout les professionnels de soins de santé, cela exige la création d'arbre multicast, mais la fiabilité de la livraison des messages est significativement améliorée.

- L'acheminement de broadcast où les informations de patient sont envoyées par toutes les directions, à tous les nœuds, cela mènera à une meilleure fiabilité dans la livraison des messages.
- L'acheminement multicast fiable et broadcast fiable basés sur la transmission persistante d'information de patient, ces plans peuvent mener à une meilleur performance de fiabilité que la multicast et la diffusion, et peut être plus approprié pour la transmission de messages de secours particulièrement quand des dispositifs peu coopérants existe dans l'environnement de surveillance des patients.

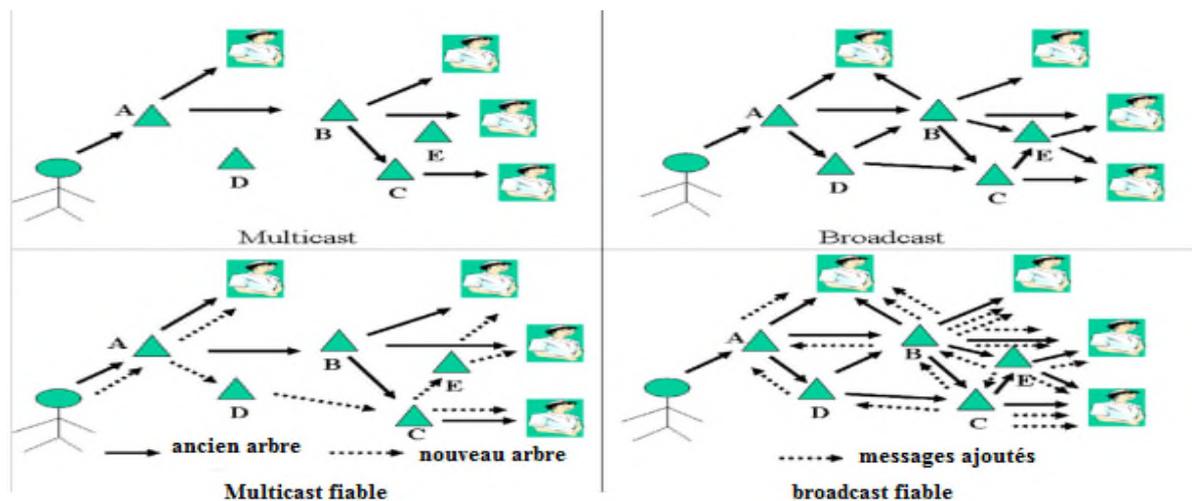


Figure 2.9 .Différents plans d'acheminement [17].

**Dispositifs pour les professionnels de soins de santé :**

Les dispositifs utilisés par les professionnels de la santé reçoivent des signes vitaux de dispositifs de la surveillance des patients, et exécuteront le traitement, et informeront ou alerteront les professionnel de la santé.

**2.4. Synthèse :**

Dans ce qui suit, nous allons fournir une synthèse des systèmes de surveillance des patients (vus précédemment) basée sur l'utilisation des réseaux ad-hoc.

Système	Caractéristiques
BAN(Body Area Network)[19]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau sans fil basé sur les radios fréquences BAN.</li> <li>- Acquisition de données est assurée par des capteurs.</li> </ul>
réseau de capteurs tout-IP sans fil(WSNs)[20]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau de capteurs tout-IP sans fil (WSNs).</li> <li>- Il utilise le protocole IPv6 afin de réaliser la communication avec</li> </ul>

	<p>internet.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition de données est assurée par des capteurs.</li> <li>- L'acheminement de données est assuré par des nœuds de passerelle et des nœuds fixes.</li> </ul>
Réseaux sans fil ZigBee[21]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau sans fil ZigBee.</li> <li>- Acquisition de données est assurée par des nœuds ZigBee.</li> <li>- Une passerelle XBEE est utilisé pour fournir la fonctionnalité de passerelle entre les réseaux ZigBee et Ethernet</li> </ul>
PDA (Assistant Numérique Personnel) [22]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PDA logé avec des agents intelligents pour exécuter la tâche d'analyse des conditions contrôlées.</li> <li>- Facilité d'emploi.</li> <li>- Acquisition et la transmission de données est assurée par des capteurs.</li> <li>- L'utilisation d'un réseau hybride pour la transmission de données.</li> </ul>
Service Mobile Nomade [23]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Service mobile nomades.</li> <li>- Utilisation d'un réseau BAN.</li> <li>- L'utilisation d'un réseaux de communication (WiFi,GPRS) pour la transmission de données.</li> </ul>
Algorithmes pour la surveillance des patients [25]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Algorithmes pour la surveillance des patients fiable et de puissance efficace.</li> <li>- Le patient est contrôlé par des dispositifs de contrôle.</li> <li>- Utilisation de protocole de gestion de puissance (MP-MCD, MP-OCD, OP-OCD, et RP-RCD).</li> </ul>
MobiHealth[26]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'un BAN.</li> <li>- Acquisition de données est assurée par des capteurs.</li> <li>- La transmission de données acquise se fait par l'intermédiaire d'UMTS, GPRS.</li> </ul>
Protocoles de puissance-fiabilité-retard (PRD) [27]	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de protocole PRD.</li> <li>- Utilisation d'un réseau ad-hoc mobile lorsque la couverture est basse ou inexistante d'un réseau basé sur infrastructure.</li> </ul>

cadre de contrôle de patients [17]	<ul style="list-style-type: none"><li>- Utilisation d'un dispositif d'acquisition de données pour le patient.</li><li>- L'utilisation d'un protocole d'acheminement (broadcast, multicast, broadcast fiable, multicast fiable) pour la transmission de données.</li><li>- Utilisation d'un dispositif de réception de données pour le médecin.</li><li>- Utilisation d'une base de données pour des services médicaux</li></ul>
------------------------------------	---

Tableau 2.1. Synthèse des systèmes cités proposées.

### 2.5. Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons présenté quelques termes médicaux (e-Health, telehealth, m-Health, télémédecine), et nous avons fait une étude théorique sur la surveillance des patients, où nous avons illustré son architecture, ainsi les difficultés rencontrées dans la surveillance des patients, et nous avons présenté les principaux systèmes basés sur l'utilisation des réseaux mobiles ad hoc et une synthèse de ces systèmes.

# **CHAPITRE 3**

**Le système proposé**

**Introduction :**

La surveillance des patients dans les hôpitaux devient de plus en plus importante.

Un des objectifs principal de notre travail est de fournir un système sans fil de détection d'anomalies capables d'analyser certains paramètres physiologiques du patient et d'en faire un compte-rendu aux professionnels de la santé et les alerter en cas d'urgence pour le service de la réanimation au sein de l'hôpital KHELLIL Amrane.

Notre idée est donc de concevoir un analyseur local qui reçoit les paramètres physiologiques du patient, les comparer aux seuils d'un état normal afin de tirer les cas d'urgence s'ils existent.

**3.1 Présentation de l'organisme d'accueil (hôpital KHELLIL Amrane)**

L'hôpital KHELLIL Amrane est un établissement hospitalier inauguré en 1991, situé au chef-lieu de la commune de Bejaïa.

En 2011, l'hôpital KHELLIL Amrane est devenu le siège du Centre Hospitalo-universitaire (CHU) de Bejaïa. La création de ce dernier est faite suite à l'inauguration de la faculté de médecine.

Le centre hospitalo-universitaire est un établissement public à caractère administratif, doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. Il a été créé par le décret exécutif, sur proposition conjointe du ministre chargé de la santé et du ministre chargé de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

Il est doté de plusieurs services dont on cite: chirurgie viscérale, chirurgie pédiatrique, nuero-chirurgie, médecine interne, cardiologie, réanimation, pédiatrie, en plus des urgences Médicaux chirurgicales, radiologie, laboratoire d'analyse, bloc opératoire centrale, et enfin une pharmacie [28].

**3.2 La surveillance des patients au niveau de l'hôpital KHELLIL Amrane**

Durant notre stage à l'hôpital KHELLIL Amrane qui s'est focalisé sur le service de la réanimation, on a constaté que le personnel médical de ce service utilise un autre moyen de surveillance des patients par rapport aux autres services, qui est le moniteur « CARESCAPE ».

- **Le moniteur CARESCAPE :**

Le moniteur CARESCAPE -qu'on voit sur la figure 3.1- est une nouvelle plate-forme de recueil, de surveillance, et d'analyse de données patient (rythme cardiaque, saturation d'oxygène, et la température), hautement configurable, et d'une utilisation extrêmement intuitive, il gère la totalité de la continuité de données des patients.

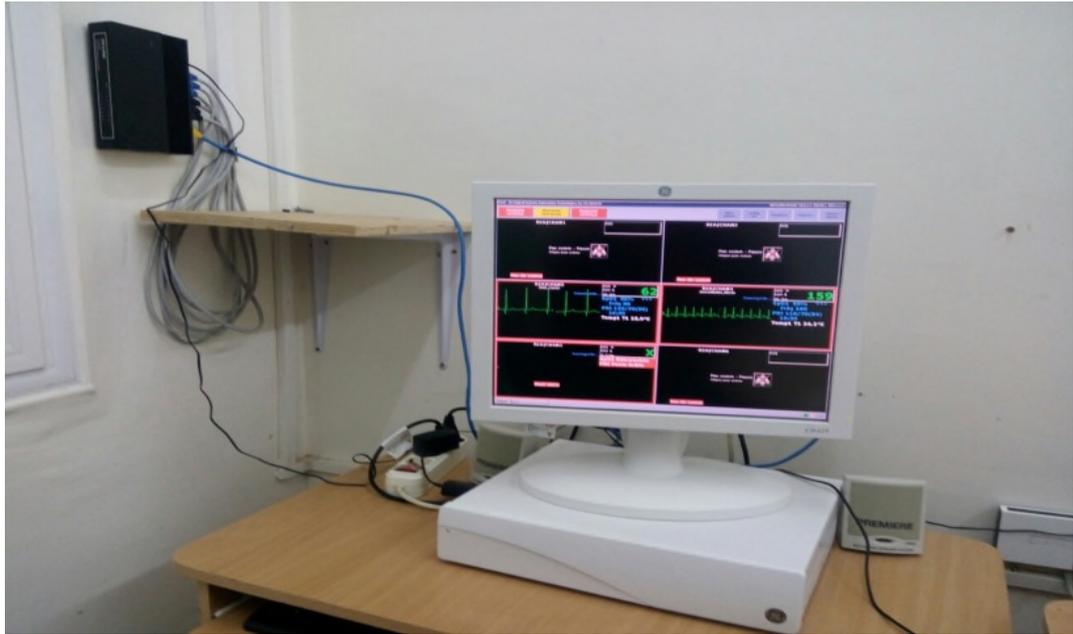


Figure 3.1. Le moniteur de surveillance CARESCAPE

Le moniteur CARESCAPE qui se trouve dans la salle des infirmiers est relié à un ensemble d'appareils, chaque appareil collecte les informations de l'état de santé d'un patient à travers des capteurs qui sont attachés au corps de ce dernier (Figure 3.2 et figure 3.3), ces données sont affichées sur l'écran de l'appareil. Elles seront envoyées au moniteur via un réseau câblé afin de les afficher sur le moniteur situé en salle des infirmiers.



Figure 3.2. Appareil de collecte de données



Figure 3.3.Appareil de collecte de données

De ce fait un infirmier n'a pas besoin de se déplacer vers toutes les chambres pour consulter l'état de santé des patients.

### 3.3 Les critiques de ce système de surveillance

Le système de surveillance assuré par le moniteur CARESCAPE utilisé au sein de service réanimation rencontre les insuffisances suivantes :

- Les infirmiers doivent être veillant, disponibles, et toujours dans la salle des infirmiers pour surveiller les patients.
- Le système de surveillance de moniteur CARESCAPE, est connecté par un réseau filaire à l'ensemble des appareils situés dans les chambres des patients. D'où, les personnels responsables du service ne peuvent pas s'éloigner du moniteur surtout en cas d'une anomalie.
- Le système de monitoring devient inutile lors d'une liaison filaire défectueuse.

### 3.4 Amélioration proposée

Notre approche consiste à améliorer le système existant du service de la réanimation de l'hôpital KHELLIL Amrane en intégrant un analyseur locale de détections d'anomalies.

L'analyseur local devrait être capable de :

- générer éventuellement des alertes.
- Analyser les paramètres physiologiques du patient en les comparants avec les paramètres de l'état normal.

### 3.4.1 Architecture du système

Notre système de détection d'anomalies (Analyseur local) rassemble les données physiologiques du patient par les capteurs. Après une analyse de situations critiques et détermination possible d'anomalies, le système transmet ces données au dispositif de professionnels de la santé, et les alerter en cas d'urgence(Figure3.4).

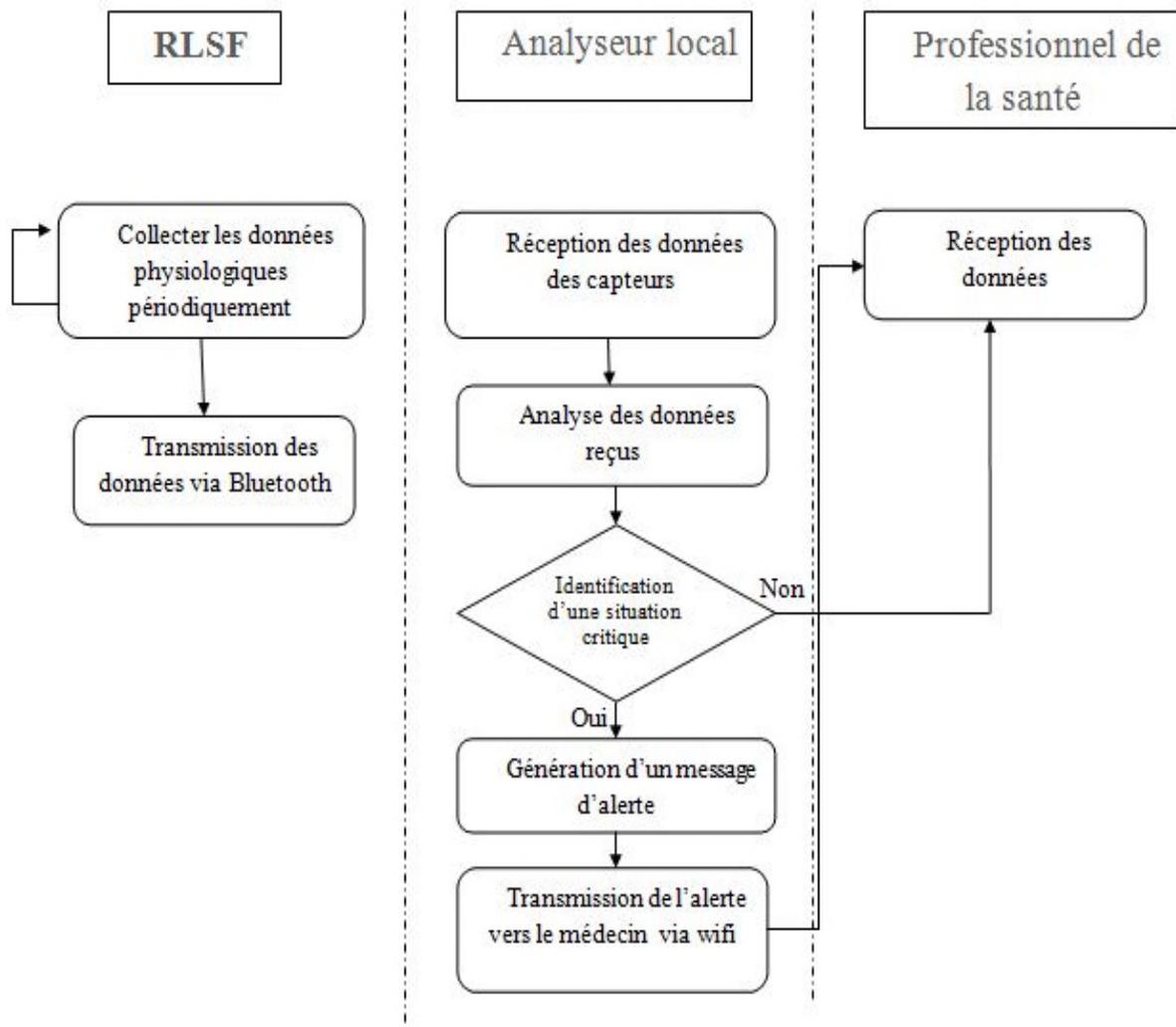


Figure3.4. Architecture du système.

Notre système est constitué de deux composants essentiels :

#### 3.4.1.1 Réseau local sans fil (RLSF)

Le réseau local sans fil permet la communication entre les appareils de mesure des paramètres physiologiques du patient et son dispositif. La technologie réseaux Bluetooth est utilisée pour des raisons de disponibilité, de faible coût, d'efficacité et de simplicité.

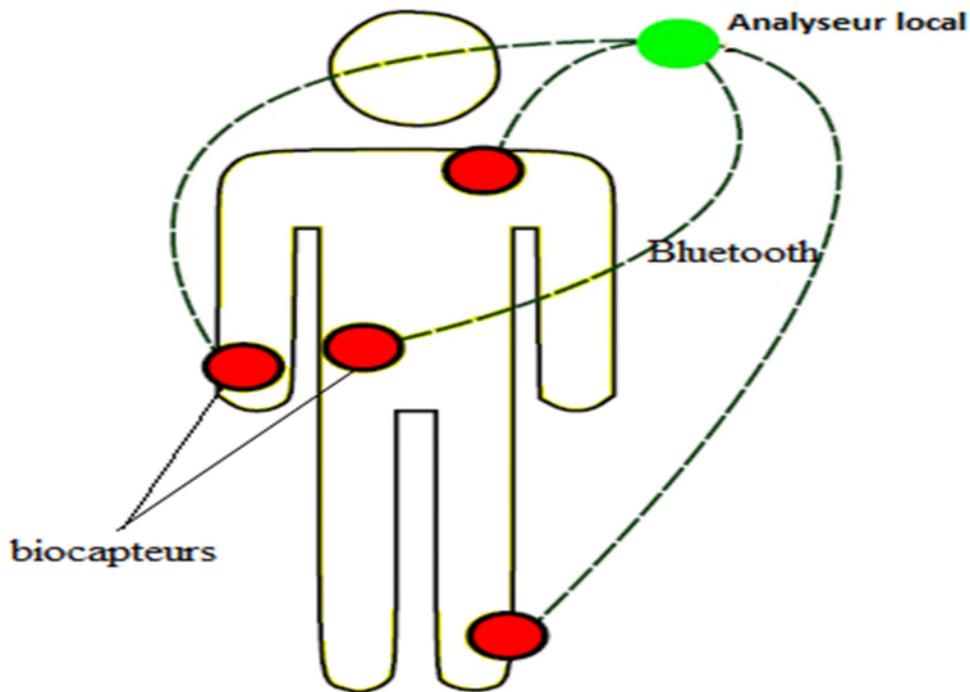


Figure3.5.Réseau local sans fil

La collecte des paramètres physiologiques se déclenche par un temporisateur (toutes les T unités de temps). Dans cette forme, les capteurs de température, saturation d'oxygène, et rythme cardiaque envoient les signaux des paramètres physiologiques vers l'analyseur local.

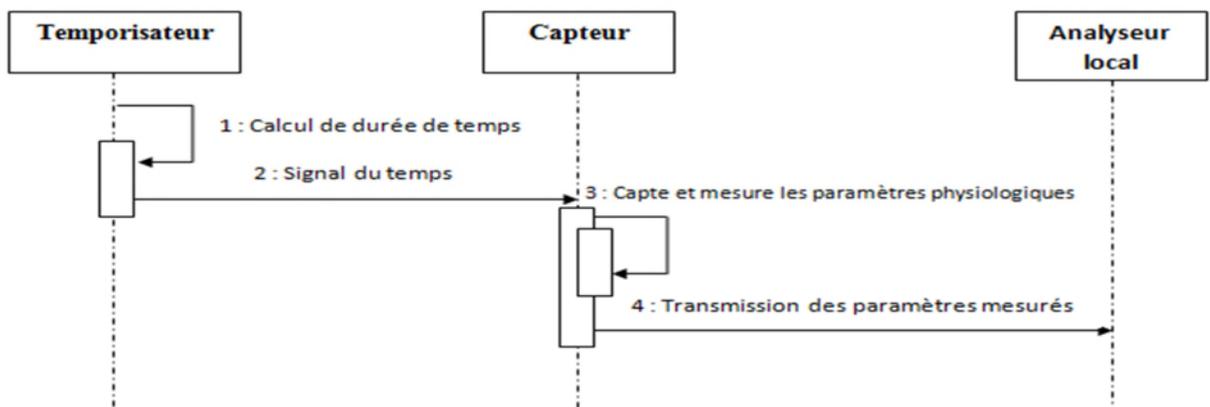


Figure3.6. Diagramme de séquence de "Collecte courante des paramètres physiologiques"

### 3.4.1.2 Analyseur local

Les capteurs permettent de collecter les données physiologiques du patient. Ils sont dotés de technologie de communication sans fil (Bluetooth), permettant d'acheminer l'information vers l'analyseur local. Ce dernier, analyse ces données, détermine les éléments pertinents.

Dans le cas de situations déclarées anormales, il alerte les professionnels de la santé. Il intègre les règles et les logiques de traitement de façon à déterminer les situations et les états du patient selon la tendance obtenue.

L'analyseur local reçoit et collecte les données sur les paramètres physiologiques transmises par les capteurs. Le système fait des calculs et des traitements. Si une situation critique est détectée, il alerte le médecin (figure3.7).

Pour résoudre le problème de la mobilité des professionnels de la santé on propose d'envoyer des messages d'alertes sur le dispositif de ces derniers (Smartphone).

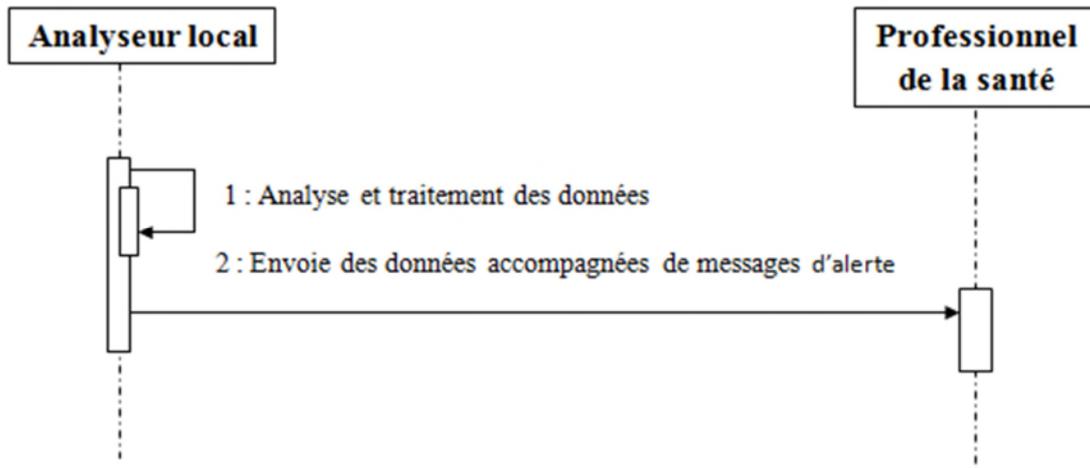


Figure3.7. Diagramme de séquence "Analyse des paramètres physiologiques"

- **Algorithme de détection d'anomalies :**

L'algorithme suivant montre l'algorithme de détection d'anomalies et l'envoi d'alertes.

**Algorithme Analyseur local**

**Début**

```

Msg.R=Rythme_cardiaque ;
Msg.T=Température ;
Msg.S=Saturation_oxygène ;
Msg.alerte.R=0 ;
Msg.alerte.T=0 ;
Msg.alerte.S=0
Si (50>Rythme_cardiaque>80) alors
  Msg.alerte.R=1
  Msg.T1=Alerte_Rythme_cardiaque ;
Fin si ;
Si (36>Temperature>38) alors
  Msg.alerte.T=1
  Msg.T2=Alerte_Temperature ;
Fin si ;
Si (95>Saturation_oxygène>100) alors
  Msg.alerte.S=1
  Msg.T3=Alerte_Saturation_oxygène ;
Fin si ;
Envoie (Msg.R, Msg.T, Msg.S, Msg.alerte.R, Msg.alerte.T,
Msg.alerte.S,Msg.T1,    Msg.T2, Msg.T3) ;
Fin
  
```

Algorithme3.1. Algorithme de détection d'anomalies.

- **Structure des messages**

Les messages échangés entre l'analyseur local et le dispositif du médecin seront sous la forme suivante :

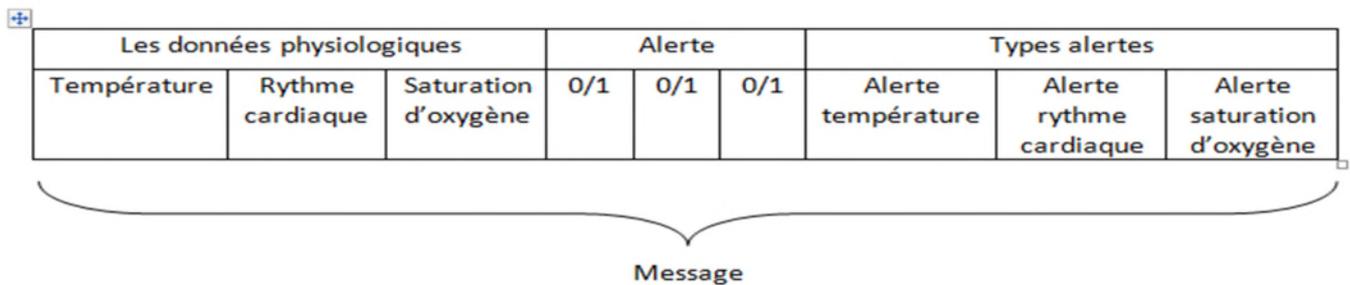


Figure3.8. Structure de message

### 3.5. Conclusion :

Par rapport aux objectifs assignés à notre travail, nous avons proposé un analyseur local de détection d'anomalie. Il est composé essentiellement d'activités de collecte périodiques d'information sur les signes physiologiques et le traitement de ces informations afin de détecter d'éventuelles déviations par rapport aux comportements normaux.

# CHAPITRE 4

Simulation de système proposé

## Introduction

Après avoir détaillé dans le chapitre précédent notre analyseur local basé sur des transmissions, nous allons présenter dans ce chapitre une simulation de notre système proposé.

### 4.1 Outils utilisés

Afin de réaliser notre simulation, on a utilisé les outils suivants :

#### 4.1.1 Netbeans

Cet IDE (environnement de développement intégré) a été créé à l'initiative de Sun Microsystems. Il présente toutes les caractéristiques indispensables à un environnement de qualité, que ce soit pour développer en Java, Ruby, C/C++ ou même PHP.

NetBeans est sous licence OpenSource, il permet de développer et déployer rapidement et gratuitement des applications graphiques Swing, des Applets, des JSP/Servlets, des architectures J2EE, dans un environnement fortement personnalisable.

L'IDE NetBeans repose sur un noyau robuste, la plateforme NetBeans, que vous pouvez également utiliser pour développer vos propres applications Java, et un système de plugins performant, qui permet d'avoir un IDE modulable.

A côté de la version complète de l'IDE NetBeans, il existe différentes déclinaisons qui se concentrent sur une plateforme ou un langage précis (Java ME, Java : SE + ME + EE, Ruby, C/C++, PHP).

NetBeans contient, en plus du support pour CVS et SubVersion, un support pour ClearCase, mais aussi pour Mercurial.

Il permet également de déployer des applications Web, non seulement vers Tomcat et Glassfish qui sont livrés avec le "Pack Web", mais aussi vers JBoss, WebSphere 6.1, WebLogic 9.

NetBeans détient un support de développement d'applications Web avec des améliorations pour l'édition des JSP, la gestion serveur et le support des dernières versions de Tomcat.

Enfin cet IDE possède un débogueur de grande qualité ainsi qu'une interface graphique améliorée [29].



Figure 4.1. Le logo de logiciel Netbeans.

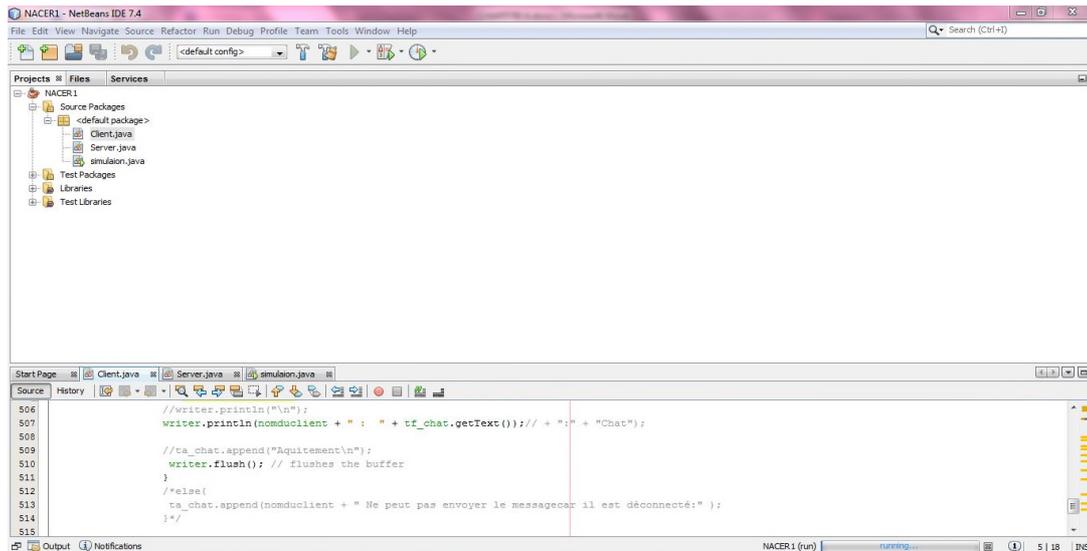


Figure4.2.Interface de Netbeans

### 4.1.2 Java

C'est un langage de programmation orienté objet, développé par Sun Microsystems. Il permet de créer des logiciels compatibles avec de nombreux systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Macintosh, Solaris). Java donne aussi la possibilité de développer des programmes pour téléphones portables et assistants personnels. Enfin, ce langage peut-être utilisé sur internet pour des petites applications intégrées à la page web ou encore comme langage serveur [29].

## 4.2 Présentation des interfaces

Dans ce qui suit, nous allons présenter quelques interfaces de notre système.

### 4.2.1 Interface de l'analyseur local

Cette interface permet la saisie des paramètres physiologique des patients (rythme cardiaque, température, saturation d'oxygène), les analysées, et après les envoyer au professionnel de la santé.

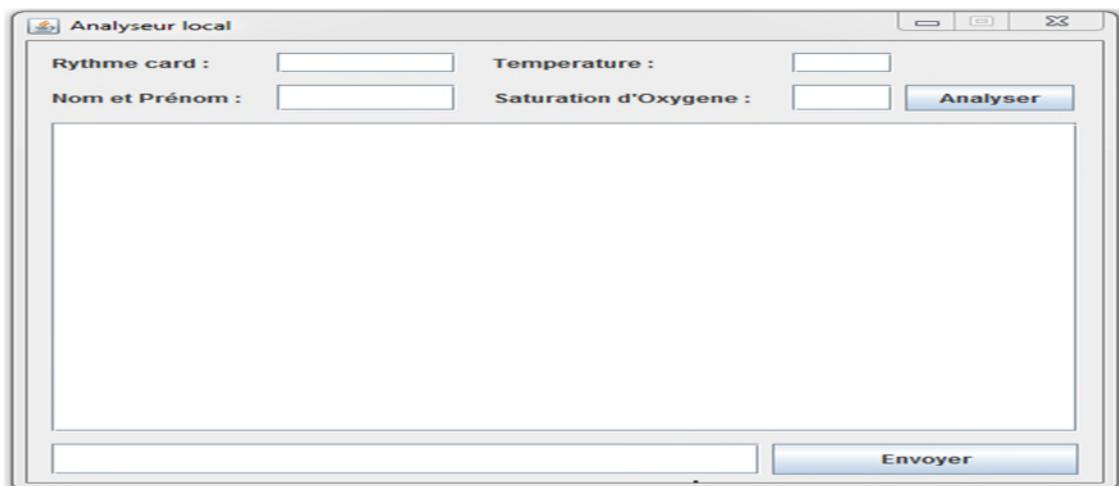
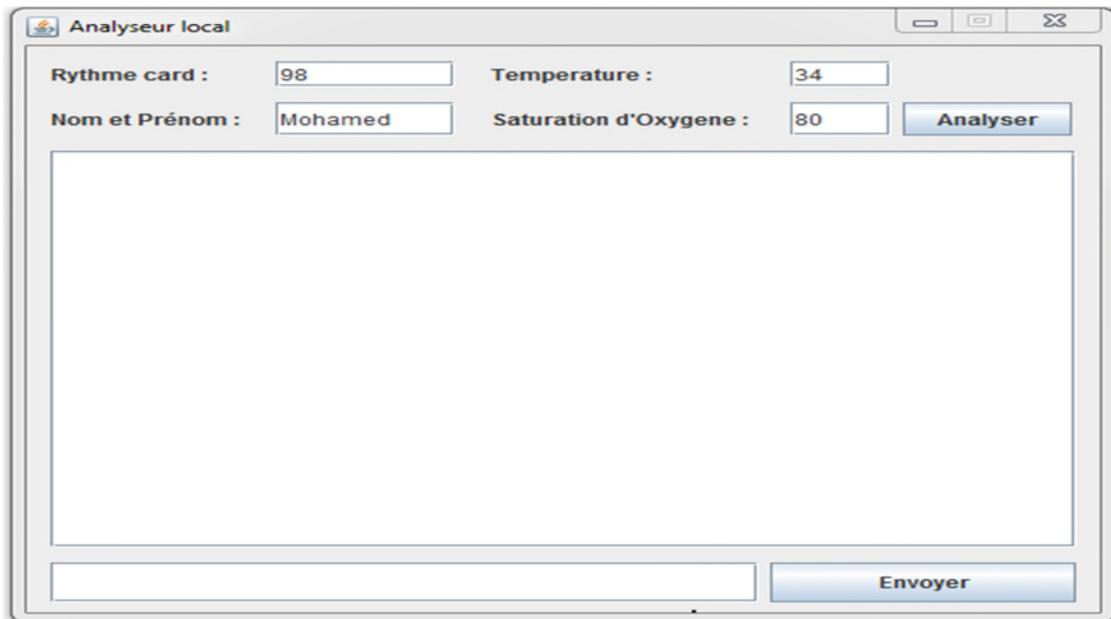


Figure 4.3.Interface de l'analyseur local.

#### 4.2.1.1 Saisi des données physiologiques

Dans cette étape on saisit les paramètres physiologique de patients (rythme cardiaque, température, saturation d'oxygène) pour les analysées.

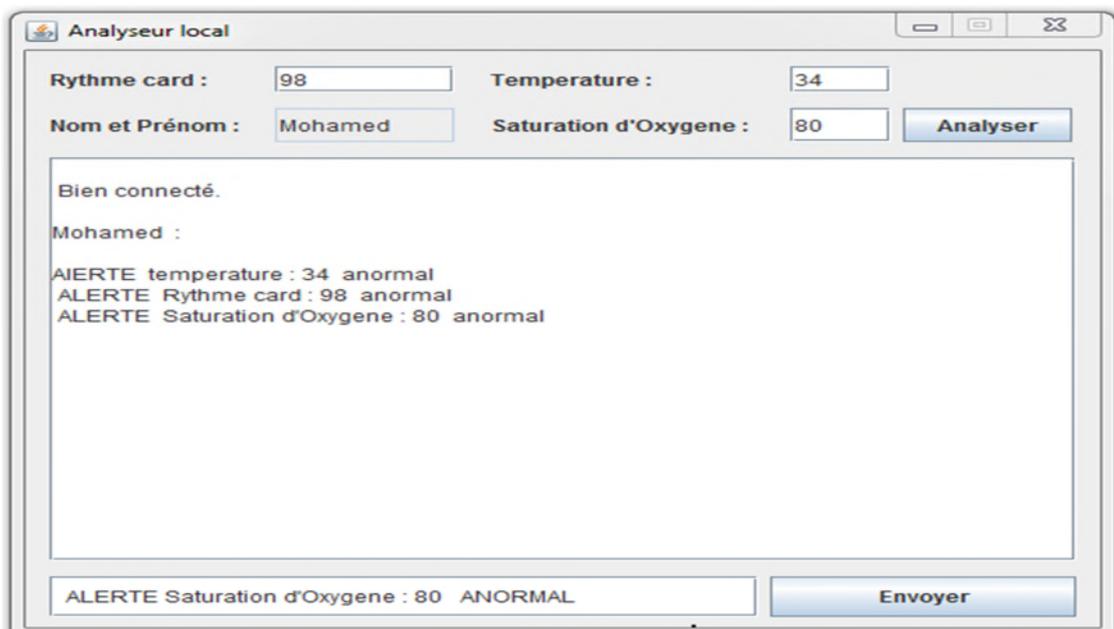


The screenshot shows a window titled 'Analyseur local'. It contains four input fields: 'Rythme card' with the value '98', 'Temperature' with '34', 'Nom et Prénom' with 'Mohamed', and 'Saturation d'Oxygene' with '80'. There is an 'Analyser' button to the right of the oxygen saturation field. Below these fields is a large empty text area. At the bottom of the window, there is an 'Envoyer' button.

4.4. Saisi de données physiologiques

#### 4.2.1.2 Analyse et envoie de données physiologiques

Après la saisie des données physiologique, le système les analyses et les envoies au professionnel de la santé.



The screenshot shows the same 'Analyseur local' window after analysis. The input fields and 'Analyser' button are still present. The large text area now contains the following text: 'Bien connecté.', 'Mohamed :', 'AIERTE temperature : 34 anormal', 'ALERTE Rythme card : 98 anormal', and 'ALERTE Saturation d'Oxygene : 80 anormal'. At the bottom, the 'Envoyer' button is still present, and a text box at the very bottom displays 'ALERTE Saturation d'Oxygene : 80 ANORMAL'.

Figure 4.5. Analyse et envoie de données physiologiques.

### 4.2.2 Interface de professionnel de la santé

Cette interface permet l'affichage des données physiologique analysées du patient.

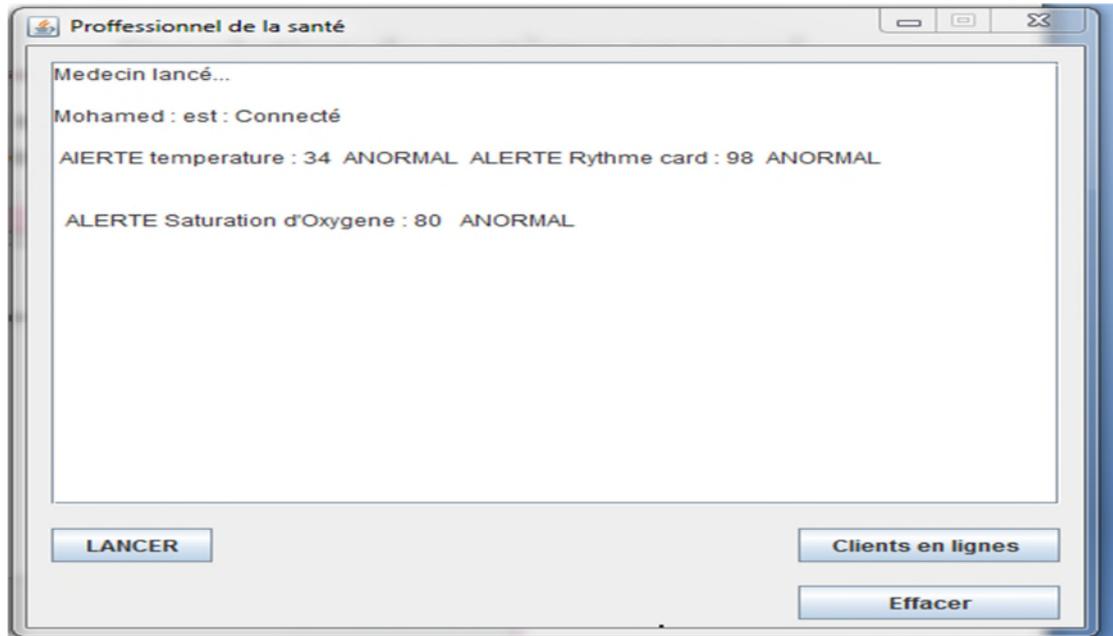


Figure4.6.Interface de professionnel de la santé.

### 4.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mis l'accent sur les différents outils de développement de notre simulation. Par la suite, nous avons présenté et expliqué le fonctionnement de notre analyseur local via des interfaces et des testes.

# Conclusion Générale

---

Ces dernières années, le progrès technologique réalisé dans le domaine des sciences de l'information et de la communication a permis une grande avance technologique dans le domaine médical. L'évolution des niveaux de vie des populations, le développement des industries, et autres facteurs ont introduit de nouveaux besoins de santé. Particulièrement, il est devenu nécessaire de suivre de façon continue les tendances des signes vitaux de personnes de différentes catégories.

Ce mémoire présente une architecture informatique mobile de détection d'anomalies pour le service réanimation de l'hôpital KHELLIL Amrane. Il constitue l'une des applications les plus prometteuses qui intègre la technologie de l'informatique, et les réseaux sans fils.

Notre approche proposée consiste à améliorer le système existant du service de la réanimation de l'hôpital KHELLIL Amrane en intégrant un analyseur locale de détections d'anomalies capable de :

- Augmenter le degré d'accessibilité à l'aide de réseaux de communications mobiles.
- générer éventuellement des alertes.

Nous formulons quelques perspectives à notre travail qui pourraient se développer dans au moins deux directions : la première portera sur l'intégration de système proposé au niveau de service réanimation de l'hôpital. La deuxième concerne la mise en place d'un réseau mobile ad hoc de telle manière à couvrir tous les services de l'hôpital.

# Bibliographie

---

- [1] M.HADDACHE, « Cours sur les réseaux sans fil », université de Bouira, 2010 /2011
- [8] N.ADRAR, H.AIT AMOKRANE, « Le Wi-Fi et la Sécurité », mémoire de magister, université de Béjaia, juin 2007
- [12] M. Yassine, « Routage dans les réseaux véhiculaires (vanet) cas d'un environnement type ville », mémoire magister en génie électrique, université m'hamed bougara – boumerdes, 2011
- [13] S. Carson et J. Macker, "Mobile Ad hoc Networking (MANET) : Routing Protocol Performance Issues and Evaluation Considerations" RFC 2501, 1999
- [14] N. BADACHE, cours sur les réseaux mobiles ad hoc et les protocoles de routages, USTHB d'Alger, septembre 2011
- [15] H. Dumez, E. Minvielle, L. Marraud, "État des lieux de l'innovation en santé numérique", Edition augmentée. novembre 2015
- [17] U. Varshney, Journal "Decision Support Systems", « A framework for supporting emergency messages in wireless patient monitoring », Department of Computer Information Systems, Georgia State University, Atlanta, Georgia 30302-4015, United States, 2008.
- [18] S. Sneha et U.Varshney, Journal "Decision Support Systems", "Enabling ubiquitous patient monitoring: Model, decision protocols, opportunities and challenges», pages 606-619, USA, 2009.
- [19] D. Konstantas , A. V. Halteren, R. Bults, K. Wac, V. Jones, I. Widya, R. Herzog, Article "MOBIHEALTH : AMBULANT PATIENT MONITORING OVER PUBLIC WIRELESS NETWORKS".2014.
- [20] X. Wang, D.Le, H.Cheng, C.Xie, Journal of biomedical informatics, "All-IP wireless sensor networks for real-time patient monitoring", China, 2014.
- [21] A. Sagahyoon, F. Aloul, A.R. Al-Ali, M. S. Bahrololoum, F. Makhsoos, N. Hussein, Journal of Medical Imaging and Health Informatics Vol 1, "Monitoring Patients' Signs Wirelessly", UAE, 2009.
- [22] S. Sneha, U. Varshney, Journal "Decision Support Systems", "Enabling ubiquitous patient monitoring: Model, decision protocols, opportunities and challenges", USA, 2009.
- [23] P. Pawar, B. Beijnum , M. V. Sinderen , A. Aggarwal , P. Maret , F.D.Clercq, Journal of monitoring informatics, "Performance evaluation of the context-aware handover mechanism for the nomadic mobile services in remote patient monitoring", Luxembourg, 2008.

# Bibliographie

---

[25] U. Varshney, S. Sneha, Conference: Broadband Networks, 2nd International Conference on, “Patient Monitoring Using Ad Hoc Wireless Networks: Reliability and Power Management”, Georgia State University, avril 2006.

[26] D. KONSTANTAS, A. V. HALTEREN, R. BULTS, K. WAC, I. WIDYA, N. DOKOVSKY, G. KOPRINKOV, V. JONES, Journal of Stud Health Technol Inform. “Mobile Patient Monitoring: the MobiHealth System”, University of Twente, EWI/CTIT, P.O. Box 217, NL-7500 AE Enschede, The Netherlands.2004.

[27] S. Sneha, U. Varshney , Journal of Decision Support Systems, “A framework for enabling patient monitoring via mobile ad hoc network”, United States, 2013.

[28] Document word, «historique de l’hôpital khellil Amrane », 2012.

# Webliographie

---

- [2] <http://www.commentcamarche.net/contents/1309-reseaux-sans-fil-wireless-networks> réalisé sous la direction de Jean-François PILLOU, fondateur de CommentCaMarche.net, Mai 2016.
- [3] <http://www.commentcamarche.net/contents/1122-le-standard-gsm>, Mai 2016.
- [4] [https://fr.wikipedia.org/wiki/General\\_Packet\\_Radio\\_Service](https://fr.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service), juin 2016.
- [5] <http://www.commentcamarche.net/contents/1285-transmission-de-donnees-dans-les-reseaux-sans-fils>, Mai 2016.
- [6] <http://www.commentcamarche.net/contents/108-bluetooth>, Mai 2016.
- [7] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>, Juin 2016.
- [9] <http://www.pouf.org/documentation/securite/html/node13.html>, Mai 2016.
- [10] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>, Juin 2016.
- [11] <http://www.clubic.com/article-14372-2-les-reseaux-locaux-sans-fil.html>, Avril 2016.
- [16] [https://en.wikipedia.org/wiki/monitoring\\_\(medicine\)](https://en.wikipedia.org/wiki/monitoring_(medicine)), Mars 2016
- [24] <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/archives/baladodiffusion/glossaire/definitions/nomade>, juillet 2016
- [29] <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=5346>, février 2016

# Résumé

De nos jours, les systèmes de santé intègrent les progrès récents dans la technologie mobile et les réseaux sans fil pour améliorer la communication entre les patients, les médecins et autres professionnels de la santé. Ce mémoire présente un système sans fil de détection d'anomalies pour le service réanimation de l'hôpital KHELLIL Amrane. Permettant la collecte des données physiologiques du patient par les capteurs attachés à son corps. Après une analyse de situation critiques et détermination possible d'anomalies, il transmet ces données accompagnées d'une alerte au dispositif de professionnels de la santé.

**Mots clés :** Technologie mobile, réseaux sans fil.

# Abstract

Today, health systems incorporate recent advances in mobile technology and wireless networks to improve communication between patients, doctors and other health professionals. This paper presents a system without detecting anomalies over to the resuscitation department of the hospital Khelil Amrane. Used to collect patient physiological data from sensors attached to his body. After a critical situation analysis and determining possible defects, it transmits these data with a warning to healthcare professional device.

**Keywords:** mobile technology, wireless networks.