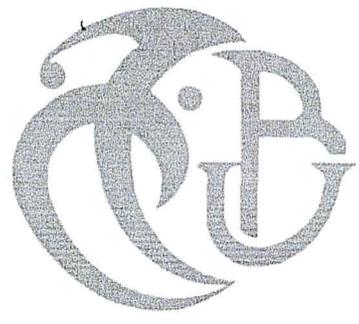


Université Saad Dahleb Blida 1



Faculté des Sciences

Mémoire présenté par :

Reguieg Ali Khalil

El mererbi Youcef

En vu d'obtenir le diplôme de Master

Domaine : MI

Filière : Informatique

Spécialité : Informatique

Option : Génie des Systèmes Informatique

Sujet : Collecte et transport fiable des données pour le suivi à distance des patients via des dispositifs mobiles dans le contexte de Big Data.

Soutenu le :

Devant le jury :

- |             |             |
|-------------|-------------|
| M. BALA     | Président B |
| M. ARKAM    | Rapporteur  |
| M. Tobaliev | Examineur   |

Promoteur : M. ZAHRA Promotion 2014/2015

MA-004-337-1

## *Remerciement*

*Nous remercions avant tous le bon dieu de nous avoir donné le courage et la force de réaliser ce travail, ainsi nous remercions notre promotrice Mme ZAHRA de nous avoir pris en charge et pour son aide et conseils précieux qu'elle nous a apporté toute au long de notre projet, nous tenons aussi a montrer notre gratitude à nos familles et nos amis pour leurs encouragements et leurs bienveillances.*

## Résumé

La disponibilité des réseaux sans fil publics à haut débit a donné lieu à de nouveaux services de santé électronique (e-santé) appelés santé mobile (m-santé) qui a pour objective de diminuer la charge sur les hôpitaux et en même temps le coût de la prise en charge des patients. Notre travail consiste à développer un système pour une collecte intelligente et un transport fiable et rapide des données dans le cadre du suivi à distance des patients via des dispositifs mobiles.

## Abstract

The Availability of public wireless broadband networks has led to a new electronic health care (e-health) called mobile health (m-health) whose objective to decrease the burden on hospitals and at the same time reduce the cost of care for patients. Our job is to develop a system for smart collection and a reliable and fast data transport in the remote monitoring of the framework of patients via mobile devices.

## ملخص

مع توافر الشبكات اللاسلكية العامة العالية السرعة سمحت بخلق خدمات صحية جديدة إلكترونية (الصحة الإلكترونية) المدعومة بالصحة المحمولة هدفها تخفيف العبء على المستشفيات و في نفس الوقت تخفيض تكلفة رعاية المرضى. مهمتنا هي تطوير نظام لجمع المعلومات بطريقة ذكية و النقل الموثوق و السريع لهذه البيانات في إطار المراقبة عن بعد للمرضى عن طريق الأجهزة المحمولة.

## Sommaire

Tables des Figures .....	6
Tables des Tableaux .....	6
Introduction Général .....	7
Chapitre I E-Health .....	9
I.1 Introduction .....	9
I.2 Santé .....	9
I.3 La définition de la santé de l'OMS .....	9
I.4 La Télémédecine .....	9
I.5 La e-santé .....	9
I.6 La m-santé .....	9
I.7 Quantified Self (mesure de soi).....	10
I.8 Présentation .....	10
I.9 Domaines couverts par l'e-health.....	11
I.10 Type de e-santé.....	11
I.11 Aspects éthique et juridiques.....	13
I.12 Technologies utilisé.....	13
I.13 But de l'e-santé.....	14
I.14 De l'e-health vers le m-health .....	15
I.15 m-health.....	16
I.16 Champs d'application.....	16
I.17 LES RISQUES .....	17
I.18 Exemple de travaux (plateforme) dans le domaine de l'e-health.....	17
I.18.1 Présentation .....	17
I.18.2 ECOHEALTH.....	18
I.19 Conclusion.....	19
Chapitre II Big Data et E-Health .....	20
II.1 Introduction .....	20
II.2 Présentation du terme « Big Data ».....	20
II.3 Définition .....	20
II.4 Historique .....	21
II.4.1 Google « BigTable » .....	21
II.4.2 MapReduce.....	21

II.5	Caractéristiques du big data .....	21
II.5.1	Volume .....	21
II.5.2	Vélocité : .....	22
II.5.3	Variété .....	22
II.5.4	Véracité .....	23
II.6	Technologies du Big Data .....	23
II.6.1	MAPREDUCE .....	23
II.6.2	HADOOP .....	24
II.6.3	Bases de données NoSQL .....	24
II.6.4	Stockage "In-Memory" .....	25
II.7	Avantages du Big data.....	25
II.8	Limites du Big data .....	26
II.9	Introduction au big data et l'E-Health.....	27
II.10	Fondement du big data dans l'e-health.....	28
II.11	Solution du big-data pour l'e-health.....	30
II.12	Conclusion.....	31
Chapitre III	Internet des objets .....	32
III.1	Introduction .....	32
III.2	Introduction a l'Internet des Objets.....	32
III.3	Définition de l'Internet des Objets .....	33
III.4	Fonctionnement d'Internet des Objets .....	33
III.5	Quelques Technologies utilisé par l'Internet des Objets.....	34
III.5.1	ONS (Object Naming Service).....	34
III.5.2	Host Identity Protocol (HIP) .....	34
III.5.3	Radio Frequency Identification (RFID) .....	34
III.5.4	Mobiles ad hoc network (MANET) .....	35
III.5.5	General Packet Radio Service (GPRS) .....	35
III.6	Internet des objets et l'e-health .....	36
III.7	Les Protocoles de l'Internet des Objets.....	37
III.7.1	XMPP .....	37
III.7.2	MQTT.....	38
III.7.3	Rest API : .....	40
III.7.4	Constrained Application Protocol(Coap) .....	42

III.8	Comparaison entre les protocoles .....	44
III.9	Conclusion.....	45
Chapitre IV	Solution Proposé.....	46
IV.1	Introduction .....	46
IV.2	Description du système .....	46
IV.2.1	Matériels utilisées.....	46
IV.2.1.1	Smart phone : .....	46
IV.2.1.2	Plateforme de capteur utilisée.....	47
IV.2.2	Topologie du système.....	49
IV.2.3	Routage.....	50
IV.2.4	Protocoles utilisées.....	51
IV.2.4.1	Le Protocole XMPP .....	51
IV.2.4.2	Le Protocole Bluetooth .....	51
IV.2.5	Format des données.....	51
IV.2.5.1	XML.....	51
IV.3	Mode de fonctionnement du système.....	54
IV.4	Comparaison avec la plateforme Eco-Health.....	56
IV.5	Conclusion.....	57
Chapitre V	Implémentation.....	58
V.1	Présentation .....	58
V.2	Outils utilisé .....	58
V.2.1	Hardware .....	58
V.2.2	Software .....	58
V.2.2.1	La bibliothèque Smack .....	58
V.2.2.2	Openfire .....	60
V.2.2.3	Debian .....	61
V.3	Implémentation.....	61
V.3.1	L'application Android.....	61
V.3.2	Serveur OpenFire .....	65
V.4	Tests .....	70
V.5	Conclusion.....	72
Conclusion Général	.....	73
Bibliographies	.....	75

## Tables des Figures

Figure 1 : Schéma representant l'Ehealth et ses branches[5] .....	16
Figure 2 : Architecture de ECOHEALTH [10].....	18
Figure 3 : Évolution du nombre d'objets connectés, par type (en milliards) [27] .....	32
Figure 4 : Architecture de protocole XMPP.....	38
Figure 5 : Architecture de protocole MQTT[44] .....	39
Figure 6 : Architecture de protocole REST API[50].....	42
Figure 7 : Architecture de protocole Coap[52] .....	44
Figure 8 : plateforme de capteur SHIMMER[54].....	48
Figure 9 : Topologie du réseau BAN .....	49
Figure 10 : Réseau BAN et WAN.....	50
Figure 11 : Routage des données capteurs jusqu'au serveur BIG DATA.....	50
Figure 12 : DTD .....	52
Figure 13 : Exemple de graphe d'ECG.....	53
Figure 14 : Diagramme de Class de l'application mobile.....	55
Figure 15 : Diagramme de séquence représentant le système.....	56
Figure 16 : capture d'écran de l'application android login .....	62
Figure 17 : capture d'écran de l'application android menu principale .....	62
Figure 18 : capture d'écran de l'application android view data .....	63
Figure 19 : capture d'écran de l'application android parametre .....	64
Figure 20 : capture d'écran de l'application android temps d'envoi.....	64
Figure 21 :capture d'écran de l'application android l'état descaptures.....	65
Figure 22 :configuration Openfire choix de langue .....	66
Figure 23 : configuration Openfire domain du ports.....	67
Figure 24 : configuration Openfire choix de base de donnees.....	68
Figure 25 : configuration Openfire paramètres de profile.....	69
Figure 26 : configuration Openfire paramètres de profile.....	69
Figure 27 : interface administrateur Openfire. ....	70
<b>Figure 28</b> : capture d'écran réception des messages d'une seule machine .....	71
Figure 29 : capture d'écran réception des messages .....	72

## Tables des Tableaux

Tableau 1 : Bénéfices de l'E-health[9] .....	15
Tableau 2 :l'évolution technologique applicable à chaque composant de l'Internet des Objets [38] .....	36
Tableau 3: comparaison en les 4 majeurs protocoles d'Iot[53].....	44
Tableau 4: caractéristique minimum requise pour le smart phone[54]. ....	47
Tableau 5 : Description des capteurs utilisés[55].....	48
Tableau 6 : Les fonctionnalités de la bibliothèque Smack. ....	60

# Introduction Général

## I. Introduction

La disponibilité des réseaux sans fil publics à haut débit a donné lieu à de nouveaux services de santé électronique (**e-santé**) appelés santé mobile (**m-santé** ou **m-health** en langue anglaise) qui a pour objective de diminuer la charge sur les hôpitaux et en même temps le coût de la prise en charge des patients.

### I.1 Problématique

Les systèmes portables traditionnels (Tablets ou les ordinateurs portables) ont été lourds et difficile à utiliser par les raison de patients en leur grande taille et la durée de vie limitée de la batterie. Les appareils étaient également très coûteux et difficile à remplacer et à entretenir. L'utilisation d'appareils informatiques omniprésents (technologie de téléphonie mobile en particulier à puce) pour la collecte de données est mieux adaptée à un environnement de haute technologie et aussi à un environnement rural avec des communautés déconnectées (ex. payés en voie de développement).

Le suivi des patients à distance nécessite d'une part, une collecte intelligente des données via les différents réseaux de capteurs sans fil et les mobiles (smartphones, tablettes,...) qui sont en passe de devenir l'accessoire incontournable en **e-santé** et l'optimisation du temps de récupération et de transport des données collectées à un serveur de stockage et d'autre part, le traitement rapide et efficace des ces données de masse afin de les présenter aux médecins.

### I.2 Objectif

L'objective de notre travail est le développement d'un système pour une collecte intelligente et un transport fiable et rapide des données de masse dans le cadre du suivi à distance des patients via des dispositifs mobiles.

### I.3 Organisation du mémoire

Hormis l'introduction, ce mémoire est organisé comme suit : nous avons présenté dans le premier et le deuxième chapitre les deux concepts fondamentaux de notre travail (big data et e-health), ensuite dans le troisième chapitre nous avons explicité ce qui est l'internet des objets ainsi que ces protocoles qui représente l'objet essentiel du travail.

La conception de notre système de collecte et transport des données a été présentée dans le quatrième chapitre et l'évaluation du système dans le cinquième chapitre. Enfin on termine par une conclusion générale.

## **Chapitre I E-Health**

### **I.1 Introduction**

De manière à bien comprendre la manière d'implémenter un système de soins médicaux mobiles, il est important de présenter le concept d'e-health ou télésanté en français ainsi que sa forme avancée, le m-health. L'e-health fait partie de la médecine, Elle regroupe tous les instruments et concepts de la médecine traditionnelle, et elle se base sur les derniers concepts de communications pour augmenter sa flexibilité.[1]

### **I.2 Santé**

Science qui a pour objet l'étude, le traitement, la prévention des maladies; art de mettre, de maintenir ou de rétablir un être vivant dans les meilleures conditions de santé.[2]

### **I.3 La définition de la santé de l'OMS**

La santé est un état complet de bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.[3]

### **I.4 La Télémédecine**

Est une forme de pratique médicale à distance qui utilise les technologies de l'information et de la communication. Elle met en rapport un patient avec un ou plusieurs professionnels de la santé, parmi lesquels figure nécessairement un professionnel médical ou, d'autres professionnels apportant leurs soins au patient.[4]

### **I.5 La e-santé**

Consiste à utiliser les Technologies de l'information et de la communication dans la santé et dans des domaines connexes, dont les services de soins de santé, la surveillance sanitaire, la littérature sanitaire et l'éducation, le savoir et la recherche en matière de santé.[5]

### **I.6 La m-santé**

Avec le « m » de « mobile » nous avançons encore de plusieurs décennies: il s'agit des Technologies de l'information et de la communication et de la mobilité: Smartphone, tablette mais aussi tous les dispositifs intégrant une connexion à un réseau mobile. Il faut également y inclure les dispositifs sans connexion mobile mais pouvant exploiter la connexion d'un autre (exemple: tensiomètre relié à internet via un Smartphone).[5]

L'OMS définit la m-santé comme une Pratiques médicales supportées par des appareils mobiles, tels que les téléphones mobiles, les dispositifs de surveillance des patients, les PDA et autres appareils sans fil [6]

### I.7 Quantified Self (mesure de soi)

Renvoie à un ensemble de pratiques variées qui ont toutes pour point commun, de mesurer et de comparer avec d'autres personnes des variables relatives à son mode de vie. Ces variables ont un large champ: activité physique, qualité du sommeil, poids, habitudes alimentaires,... C'est la communication des données qui distingue le quantified self de la simple auto-mesure [5]

- Exemples pratiques de quantified-self
  - ✓ bracelet mesurant l'activité physique
  - ✓ chaussure évaluant la déambulation
  - ✓ pèse personne connecté
  - ✓ t-shirt connecté, avec cardio-fréquencemètre, capteur de température,...
  - ✓ application de mesure de la qualité du sommeil pour smartphone

Cette branche est très borderline, avec des gadgets parfois utilisés à des fins médicales sans pour autant être des dispositifs médicaux.[5]

### I.8 Présentation

e-Health, ou cyber santé, est « L'utilisation intégrée des technologies de l'information et de la communication pour l'organisation, le soutien et la mise en réseau de tous les processus et acteurs du système de santé ». Cette utilisation doit contribuer à l'amélioration de la qualité des soins, de la sécurité des patients et de l'efficacité du système sanitaire.

La mise en œuvre de l'e-Health est un processus très complexe qui dépasse largement la problématique technologique. Ceci est essentiellement lié au fait que le déploiement de ces outils requiert un changement de nombreux processus dans le système de santé. [7]

Des lors, l'e-Health implique de reconsidérer l'ensemble du cadre du système de santé, à savoir les volets organisationnels (coordination des soins, responsabilités), économiques (investissements et financement durable), politiques (gouvernance, incitatifs), légaux (identification et consentement du patient, règles de participation) et sociaux (équité, rôle du patient, des prestataires et des payeurs).[7]

Quelques dates :

- 1920, première licence radio de service médical aux bateaux publiée à New-York.[7]

- 1994, première démonstration de télé-radiologie: Scanner piloté de l'Hôtel-Dieu de Montréal (Canada) sur un patient situé dans l'appareil de l'Hôpital Cochin, à Paris.[7]
- 2001, une opération de télé-chirurgie entre New York (où était le chirurgien) et Strasbourg (où était la patiente).[7]

### I.9 Domaines couverts par l'e-health

- Information du patient et l'éducation sanitaire.
- Accompagnement des patients porteurs de pathologies chroniques:
  - ✓ l'hypertension, le diabète, la psychiatrie, l'insuffisance cardiaque, l'insuffisance rénale en corolaire, l'obésité et l'équilibre nutritionnel, les addictions (tabac, alcool, drogues).
- Suivi des patients éloignés des grandes plates-formes technologiques de soins :
  - ✓ zones géographiquement isolées (palliation au manque de praticiens).
  - ✓ isolement situationnel (personnes incarcérées).
- Certaines urgences vitales : décision thérapeutique dans les accidents vasculaires cérébraux (hémorragiques versus thrombotiques).
- l'information médico-sociale.
- l'hospitalisation à domicile.
- L'handicap.

### I.10 Type de e-santé

#### ❖ Télé-consultation :

Possibilité pour un patient d'accéder directement à distance à une consultation médicale ou paramédicale.[7]

Un professionnel de santé peut être présent auprès du patient et dans le cas échéant assister le professionnel médical au cours de la téléconsultation.

- Moyens
  - ✓ Utilisation du téléphone : exemple USA
  - ✓ Utilisation d'une salle de consultation virtuelle
- Attendus
  - ✓ Diagnostic
  - ✓ Prescription

#### ❖ Télé-expertise

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-expertise donne la possibilité pour un professionnel de santé d'obtenir à distance un avis sur le cas d'un patient [7]

- Avec ou sans la participation du patient.
- Nécessite le plus souvent la mise en commun du dossier médical multimédia du patient.
- Texte : examens de biologie.
- Images fixes : radiographies.
- Images animées : échographies.
- Sons : auscultation, doppler.
- Nécessite parfois le retraitement des données initiales.
- Reconstruction 3D en IRM.

### ❖ Télé-surveillance

Permettre à un professionnel médical d'interpréter à distance les données nécessaires au suivi médical d'un patient et dans le cas échéant de prendre des décisions relatives à la prise en charge de ce patient.[7]

- L'enregistrement et la transmission des données peuvent être automatisés ou réalisés par le patient lui-même ou par un professionnel de santé.
- Surveillance à distance d'un patient
  - ✓ Généralisation du problème observé en réanimation à un patient distant en particulier à son domicile comme la surveillance de la dialyse à domicile.
  - ✓ Nécessite un équipement « abordable » chez le patient mais, la difficulté est la complexité de maîtrise par un patient.

### ❖ Télé-assistance

Permettre à un professionnel médical d'assister à distance un autre professionnel de santé au cours de la réalisation d'un acte.[7]

Exemple : la téléassistance radiologique qui permet au médecin radiologue d'un centre de télé-imagerie d'assister le manipulateur d'électroradiologie à la réalisation d'examens de radiologie sur place sans déplacer le patient.

- Télé-Assistance à domicile : une alarme pour personnes âgées, femmes enceintes handicapés.
- Télé-Assistance des voyageurs isolés : nautisme, montagne, trekking ...

### ❖ Télé-coopération

Travail de plusieurs équipes distantes sur le cas d'un patient, Exemple :

- Visiostaff : débats multidisciplinaires autour du dossier d'un patient en vue d'une décision collective.
- Partage d'expertise et de moyens dans le cadre de la simulation d'irradiation d'une personne entre un hôpital disposant des appareillages de stéréotaxie et d'un hôpital disposant des moyens de simulation.
- Nécessite Le partage d'un dossier médical multimédia et L'interopérabilité des systèmes.

### ❖ Télé-Transmission

Transferts d'informations médicales entre professionnels de santé et patient (Réseaux de soins).[7]

### ❖ Télé-Radiologie

Interprétation d'examens radiologiques à distance (diagnostic et expertise).

### ❖ Télé-Chirurgie

Opération chirurgicale assistée à distance par ordinateur.

### ❖ Télé-Psychiatrie

Consultation, diagnostic et suivi d'un patient par un psychiatre.

## I.11 Aspects éthique et juridiques

Les actes de télémédecine sont réalisés avec le consentement libre et éclairé de la personne.[7]

Les professionnels participant à un acte de télémédecine peuvent, sauf opposition de la personne dûment informée, échanger des informations relatives à cette personne.

Chaque acte de télémédecine est réalisé dans des conditions garantissant :

- L'authentification des professionnels de santé intervenant dans l'acte.
- L'identification du patient.
- L'accès des professionnels de santé aux données médicales du patient nécessaires à la réalisation de l'acte.

## I.12 Technologies utilisé

- Radio, télévision : deviennent web radio, web tv et VOD.

Communications traditionnelles

- Téléphone, Visioconférence deviennent web conférences, skype...

Technologie de l'information et de la communication

- Réseau spécialisé deviennent Internet.
- Smartphone et mobilité.

- Géo localisation.

### I.13 But de l'e-santé

L'évolution démographique est une évidence, et ils devront en outre lutter pour maîtriser les coûts des soins de santé qui augmentent continuellement, afin de réduire les déficits budgétaires. [8]

Le besoin de réduire les coûts et d'adapter les soins de santé oblige les gouvernements à changer de paradigme: remplacer le système centré sur l'hospitalisation par un nouveau système basé sur des services prodigués à distance ou par les médecins généralistes. En effet, la population âgée et les malades chroniques ont plus besoin d'un monitoring régulier que d'une visite à l'hôpital, et la plupart préfèrent éviter les trajets et les attentes liés à ces visites. Mais ces patients ne sont pas les seuls bénéficiaires de cette nouvelle approche. Les autorités médicales souhaitent orienter les services hospitaliers pour les spécialistes et les urgences.

Pour cela, le recours à la télémédecine devra permettre aux patients de consulter le médecin traitant et d'accéder, via des réseaux performants, aux résultats de tests (par exemple les scanners) et d'éventuellement faire appel à distance à l'avis d'un spécialiste.[8]

Les bénéfices seront doubles:

- pour le patient, il évite des déplacements et des attentes.
- pour l'hôpital, réduire les coûts administratifs liés à une visite à l'hôpital et mieux gérer le temps des consultations pour les spécialistes.
- un gain de temps pour l'utilisateur/patient
  - ✓ l'évitement de déplacements.
  - ✓ un gain de temps pour aboutir à un diagnostic.
- une adaptation correcte des patients et des médecins mais nécessitant une formation.
- une efficacité clinique comparable aux méthodes classiques à court terme.
- un gain économique discutable faute d'études irréfutables et robustes.

On peut classer les bénéfices dans le tableau suivant :

**Tableau 1 : Bénéfices de l'E-health[9]**

Stratégique	Opérationnel
Possibilités de contrôles en temps-réel	Meilleur accès et utilisation des connaissances médicales, également lors de thérapies existantes
Développement de nouveaux marchés à travers des applications innovatrices	Amélioration du planning de traitement et de la coordination
Transparence du traitement et des services	Possibilités flexibles de l'hygiène indépendante du lieu et du temps

#### **I.14 De l'e-health vers le m-health**

Nous avons vu le principe et les buts de l'e-health qui dans son ensemble ressemble très fortement au m-health. Pour bien comprendre la différence entre ces deux concepts il faut utiliser une approche fonctionnelle du problème afin de visualiser quelles améliorations et quels avantages peut apporter le m-health. L'e-health offre un service de plus grande qualité que la médecine traditionnelle en utilisant les dernières technologies. Toutefois il reste limité quant à son utilisation. En effet d'après sa définition l'e-health limite le patient dans l'espace puisqu'il l'oblige à rester physiquement derrière la machine. Une évolution de ce concept serait de lui permettre d'atteindre le même but mais où qu'il soit et donc lui offrir une contrainte spatiale presque nulle. Cette prouesse passe par l'utilisation des technologies sans fils et compactes. Bien entendu on peut imaginer que le patient ne serait donc plus uniquement en mesure de recevoir des informations mais aussi d'en donner via un accès mobile. Toutes ces questions font parties des problèmes que doivent résoudre les services m-health.[9]

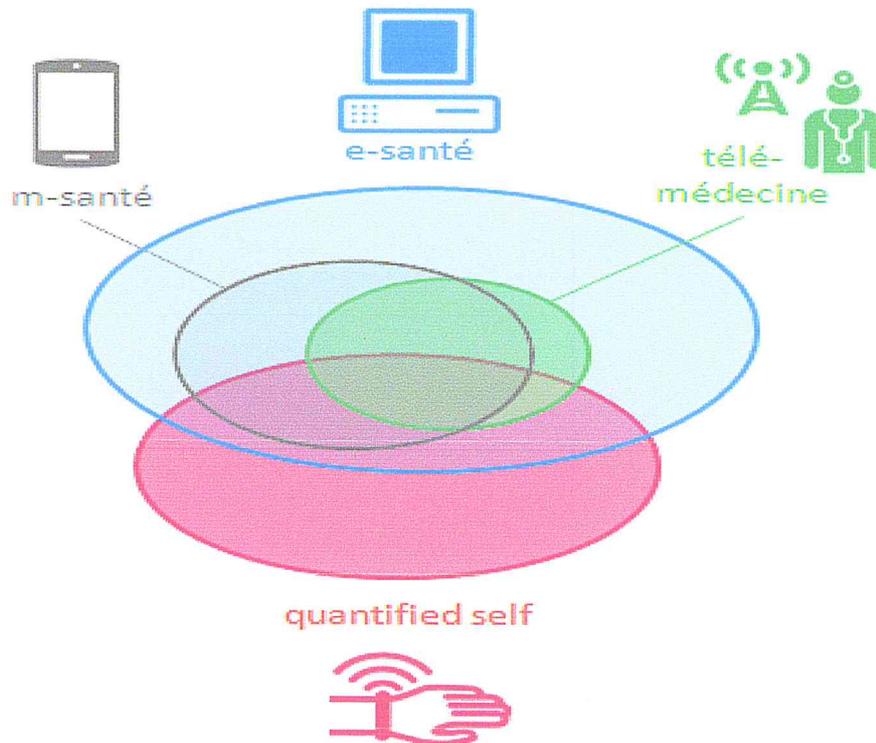


Figure 1 : Schéma représentant l'Ehealth et ses branches[5]

### I.15 m-health

Tout comme l'e-health le m-health se repose sur tous les principes de la médecine conventionnelle. Bien entendu le m-health ne peut pas être considéré seul mais bel et bien comme un prolongement ou un add-on du e-health. Toutefois la définition que tous les spécialistes s'accordent à valider comme référence est «emerging mobile communications and network technologies for healthcare» Cela comprend donc toutes les technologies mobiles qui peuvent être utilisées dans un but médical. Cette définition ouvre bien entendu un champ d'action énorme aux applications destinées à d'autres utilisations mais qui peuvent tout à fait s'adapter.[9]

### I.16 Champs d'application

Les appareils mobiles peuvent être utilisés dans d'innombrables cas mais ils peuvent toute fois être classifiés en plusieurs catégories bien distinctes :

- La télémédecine
- Collection de données
- Aide à la décision
- Accès à l'information

De plus le nouvel intérêt pour les technologies mobiles de la santé offre des possibilités dans d'autres domaines plus spécifiques :

- Système de réponse d'urgence en cas d'accident de la route par exemple ou dans tout autre cas d'urgence ou les professionnels de la santé ne peuvent être présents.
- Contrôle et suivis des maladies chroniques ou qui nécessitent un traitement long voir les maladies incurables comme le Sida ou l'hépatite.
- Supervision, coordination et management des ressources humaines.
- Diagnostiques et support à la décision à distance.
- Suivi clinique et monitoring de patients à distance.

Bien entendu cette liste d'application ne peut se pourvoir d'être exhaustive car on peut imaginer encore beaucoup d'autres moyens d'utiliser les technologies mobiles dans le cadre de la santé. Nous pourrions imaginer que l'on pourrait suivre la propagation d'une épidémie.

### **I.17 LES RISQUES**

Les problèmes qui peuvent apparaître avec le développement des usages en m-santé sont de nature très variée et ne présentent pas tous le même degré de gravité. Les risques associés aux solutions connectées vont en effet d'une information incomplète ou d'une fonctionnalité absente, bien qu'affichée, à une erreur de calcul ou d'orientation diagnostique.[5]

Il porte sur :

- la protection des données personnelles, des données de santé et la confidentialité.
- le défaut de validation clinique pour une solution qui s'apparenterait à un dispositif médical.
- le dysfonctionnement des produits et logiciels, le manque de fiabilité des capteurs.
- la vulnérabilité, les failles de sécurité des produits et logiciels.

### **I.18 Exemple de travaux (plateforme) dans le domaine de l'e-health**

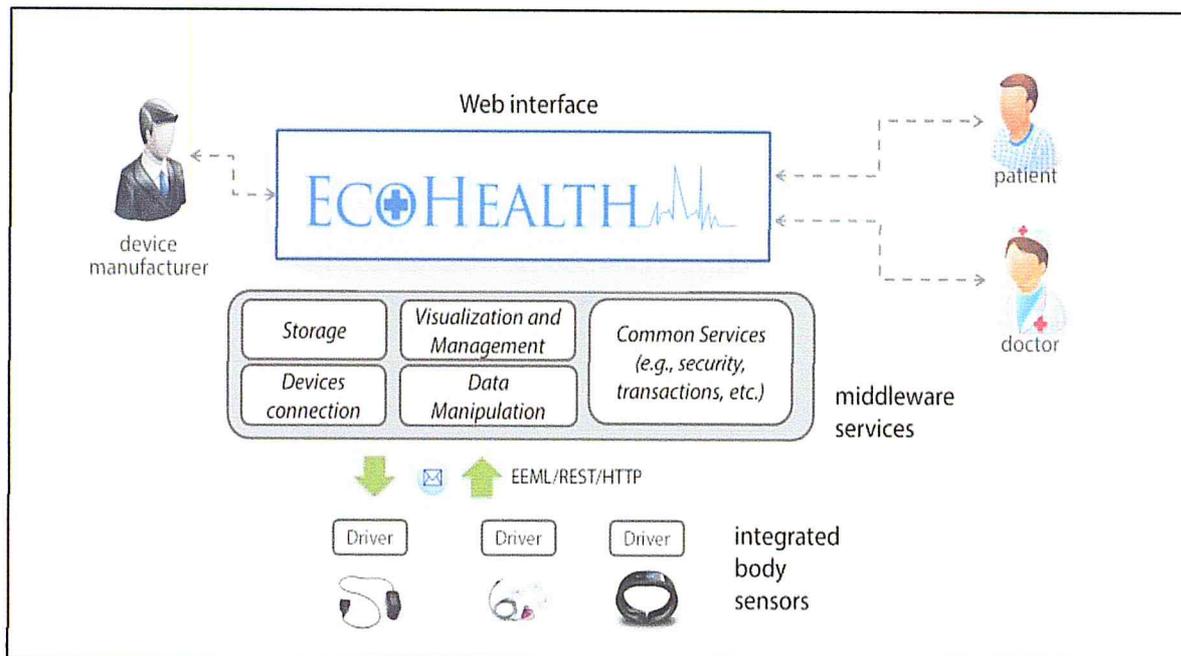
#### **I.18.1 Présentation**

Des travaux récents dans la littérature ont discuté du potentiel de l'IoT pour améliorer les applications de soins de santé, ainsi que les défis et les possibilités de recherche, les scénarios e-santé sont généralement caractérisés par une forte hétérogénéité en termes de dispositifs d'être intégrés, de sorte que l'IoT plates-formes middleware serait être la solution prometteuse pour ouvrir la voie à l'interopérabilité entre ces dispositifs et applications.

Dans cette section, nous présentons brièvement une plate-forme existante pour l'Internet des Objets à base d'e-santé comme des alternatives à notre système.

### I.18.2 ECOHEALTH

ECOHEALTH est une plateforme pour l'intégration et communication des dispositifs e-santé, elle est composée de plusieurs modules faiblement couplés (middleware services).[10]



**Figure 2 : Architecture de ECOHEALTH [10]**

Le module de connexion Devices : vise à intégrer des dispositifs physiques (capteurs) à la plate-forme.[10]

Les fabricants d'appareils ont développé des pilotes personnalisés pour chaque type spécifique de plate-forme de dispositif selon ECOHEALTH API.

Il y a deux types d'hôte, actif et passifs.[10]

L'hôte actifs envoi les données périodiquement, lorsque la valeur de l'information reste le même l'hôte passe à l'état passive, s'il y a un changement dans les valeurs, l'hôte envoi les nouveaux données, alors il passe à l'état active. [10]

ECOHEALTH est basé sur RESTAPI il repose sur des normes et des protocoles Web actuels come HTTP et URI ...etc. [10]

Le protocole HTTP est non seulement utilisé comme un protocole de communication pour transporter les données, mais il est également utilisé comme le mécanisme standard pour soutenir toutes les interactions avec les objets intelligents, par conséquent, les opérations principales définies dans HTTP (GET, POST, PUT, and DELETE) fournissent une interface bien définie pour exposer la fonctionnalité des objets sur le Web et l'utilisation du protocole HTTP élimine les problèmes de compatibilité entre les différents fabricants.[10]

Les données sont structurées en utilisant EEML protocole gérées par Data Manipulation Module pour être effectivement enregistré dans une base de données relationnelle MySQL avec Java Persistence API (JPA) spécifications implémenté en the Hibernate-framework.

Enfin, le module de sécurité permet à l'utilisateur le contrôle d'authenticité, la confidentialité et l'intégrité en utilisant le service d'authentification et d'autorisation Java (JAAS) implémenté avec Jboss server.[10]

### I.19 Conclusion

Nous avons explicité dans ce chapitre les concepts concernant, la télé-santé, l'e-santé et aussi la m-santé. Nous avons constaté que :

- La m-santé est incluse dans la e-santé car elle concerne la santé de manière globale, avec un recours aux TIC en situation de mobilité.
- La télé-santé est incluse dans la e-santé, ceci est vrai si l'on considère uniquement les moyens de communication électroniques.
- La tendance de la télé-santé est à la m-santé car elle exploite tout le potentiel des communications mobiles.
- e-santé et m-santé ne sont pas forcément des activités de télémédecine qui nécessitent un professionnel de santé au bout de la connexion.
- Le quantified self peut intervenir dans la télé/e/m-santé, mais il sort également largement de ce cadre avec une finalité très souvent ludique et/ou sportive.

*Le prochain chapitre est aux services offerts par les technologies Big data dans le cadre de E-Health*

## **Chapitre II Big Data et E-Health**

### **II.1 Introduction**

Avec le développement rapide de la technologie et son utilisation qui est devenu banal (Smartphone, pda, tablette) et l'avènement des réseaux sociaux le monde va générer énormément de donnée ce qui nous mène à introduire le concept de big data dans ce chapitre, en suite présenter la relation qui se trouve entre le big data et l'E-health car ce dernière aura recoure au big data a cause des énormes quantités de données générer et leurs variété.

### **II.2 Présentation du terme « Big Data »**

La révolution technologique est l'une des explications indéniables de l'accroissement des données, en effet le quotidien des personnes est bouleversé par l'utilisation d'une multitude d'écrans accessibles tout au long de la journée et partout, de son lieu de travail jusqu'à son espace intime. L'être humain évolue dans un monde d'objets connectés, dont le nombre s'accroît en permanence. « En 2011, il y avait près de 9 milliards de terminaux connectés dans le monde. Ce chiffre devrait s'élever à 24 milliards en 2020 ». Pour palier à ce problème d'accroissement un nouveau concept est apparu dans le secteur informatique, celui du "Big data". A l'origine de ce concept se trouve l'explosion du volume de données informatiques, conséquence de la flambée de l'usage d'Internet, au travers des réseaux sociaux, des appareils mobiles, des objets connectés, etc [11].

### **II.3 Définition**

Big data (ou données de masse) est constituer d'une large collection de données complexes qui sont difficiles à traiter à l'aide des outils de gestion de base de données classique ou les applications traditionnelles de traitement de données[12].

Big data se réfèrent à des outils, des processus et des procédures permettant à une organisation de créer, de manipuler et de gérer de très grands ensembles de données et des installations de stockage immense[13].

Big data est générer par tout ce qui nous entour tout le temps, il est produit par les échanges de média sociaux, des capteurs et appareils mobiles etc. dans le contexte de big data les données arrive a une vitesse très importante et un volume immense avec une très grande variété. pour extraire les données importantes et significatives du Big data, il faut une puissance de traitement et une capacité d'analyse optimale.[12]

### II.4 Historique

Les premiers projets industriels de « Big Data » remontent au début de la décennie 2000. Ils sont à l'initiative des acteurs du « Search » sur le web, alors confrontés au problème de « scalability » des systèmes, c'est-à-dire de leur capacité à changer l'échelle de performance pour accroître leur capacité de calcul afin de s'adapter aux rythmes de la demande et suivre la montée en charge. [14]

#### II.4.1 Google « BigTable »

En 2004, Google lance à l'interne le projet « BigTable » : une plateforme « haute performance » pour le stockage et le traitement de vastes ensembles de données semi-structurées. L'application, qui repose sur une architecture distribuée (serveurs répartis en « grappe »/« clusters »), est conçue pour pouvoir répondre avec des temps de réponse très courts aux requêtes émanant simultanément de plusieurs milliers d'ordinateurs clients. BigTable est aujourd'hui l'épine dorsale de l'infrastructure Google qui l'utilise pour faire tourner la plupart de ses services en ligne : indexation, crawl, moteur de recherche, GoogleNews, GoogleAlerts, GoogleMaps, Gmail, GoogleBooks.[14]

#### II.4.2 MapReduce

« BigTable » repose en partie sur l'utilisation de MapReduce : un formalisme pour le développement de langages de programmation et d'applications optimisées pour le traitement de « données de masse » et leur « mise à l'échelle ». Les bibliothèques MapReduce ont été implémentées dans de très nombreux développements orientés « Big Data » par la suite, notamment Apache Hadoop.[14]

### II.5 Caractéristiques du big data

Le Big Data couvre quatre dimensions :

#### II.5.1 Volume

Le volume décrit la quantité de données générées par des entreprises ou des personnes et c'est la caractéristique principale et la plus manifeste du big data [15]. Le principal défi du big data est donc de gérer cette croissance exceptionnelle de donnée [16] qui est générée par les entreprises, tous secteurs d'activité confondus. Par exemple notre usage des réseaux sociaux est en constante augmentation et c'est autant de données que nous produisons.

Afin d'illustrer cet attribut de volume voici quelques exemples chiffrés :

A) En une journée :

- ✓ 9000 nouveaux articles sont écrits sur Wikipédia
- ✓ 540 millions de SMS sont envoyés

- ✓ 30 000 MB de données sont collectées par le Very Large Telescope
- ✓ 4.5 Milliards de recherches sont effectuées sur Google
- ✓ 104 000 heures de vidéo sont envoyées sur Youtube
- ✓ 400 millions de tweets sont envoyés sur Twitter
- ✓ 552 millions d'utilisateurs se connectent à Facebook (665 millions en mai 2013)
- ✓ 40 000 GB de données sont produites par le LHC (accélérateur de particules du CERN)
- ✓ 145 milliards d'emails sont échangés.[16]

### B) Facebook en chiffres :

- ✓ 1,06 milliards d'utilisateurs actifs par mois (hausse de 25% par rapport au 31/12/2011)
- ✓ 2,5 milliards de contenus différents sont partagés chaque jour
- ✓ 2,7 milliards de "j'aime" sont cliqués chaque jour.
- ✓ 300 millions de photos sont envoyées chaque jour.[16]

### C) Google en chiffres :

- ✓ 100 milliards de requêtes par mois sur la partie "moteur de recherche".
- ✓ 30 trillions de documents sont indexés.
- ✓ 20 milliards de pages sont crawlées chaque jour.[16]

## II.5.2 Vitesse :

La vitesse décrit la fréquence à laquelle les données sont générées, capturées et partagées. Du fait des évolutions technologiques récentes, les consommateurs mais aussi les entreprises génèrent plus de données dans des temps beaucoup plus courts [15]. À ce niveau de vitesse, Des flux croissants de données doivent être analysés en temps réel (Data Stream Mining) pour répondre aux besoins des processus, mais les entreprises ne peuvent capitaliser sur ces données collectées et partagées en temps réel. C'est précisément à ce stade que de nombreux systèmes d'analyse, de CRM, de personnalisation, de point de vente ou autres, échouent. Ils peuvent seulement traiter les données par lots toutes les quelques heures, dans le meilleur des cas. Or, ces données n'ont alors déjà plus aucune valeur puisque le cycle de génération de nouvelles données a déjà commencé.[15]

## II.5.3 Variété

La prolifération de types de données provenant de sources comme les médias sociaux, les interactions Machine to Machine et les terminaux mobiles, crée une très grande diversité au-delà des données traditionnelles. Les données ne s'inscrivent plus dans des structures nettes, faciles à consommer [15] ils sont non structurés il ya donc potentiellement une grande variété de types de données. L'enjeu est d'identifier, classifier et comprendre Les nouveaux types de données incluent : contenus, données géo spatiales, points de données matériels,

données de géo localisation, données de connexion, données générées par des machines, données de mesures, données mobiles, points de données physiques, processus, données RFID, données issues de recherches, données de confiance, données de flux, données issues des médias sociaux, données texte et données issues du Web.[15]

### II.5.4 Véracité

La véracité signifie la précision et l'exactitude des données à traiter, c'est-à-dire fait référence au niveau de fiabilité associé à certains types de données. Chercher un niveau de qualité élevé est une exigence clé et un défi majeur des Big Data, mais même la meilleure méthode de nettoyage des données ne peut pas supprimer le caractère aléatoire inhérent à certaines données comme le temps, l'économie ou les décisions d'achat futures d'un client. [17]

Le besoin de reconnaître et de planifier cette incertitude est une dimension des Big Data qui est apparue lorsque les dirigeants ont cherché à mieux comprendre la nature incertaine de ces données. Un exemple de cette incertitude concerne la production d'énergie : Le temps est incertain mais une compagnie d'électricité doit être capable de prévoir la production. Dans de nombreux pays, les régulateurs exigent qu'un pourcentage de la production provienne de sources renouvelables, mais ni le vent ni les nuages ne peuvent se prévoir avec précision. Pour gérer cette incertitude, les analystes doivent créer un contexte autour des données. Une façon de créer ce contexte consiste à fusionner les données afin que la combinaison de sources multiples peu fiables produise un point de données plus précis et plus utile, comme les commentaires sociaux ajoutés aux informations de localisation géo spatiale. Une autre manière de gérer ce caractère aléatoire peut être l'utilisation des mathématiques avancées pour couvrir cette incertitude, comme les techniques d'optimisation. [17]

### II.6 Technologies du Big Data

Le Big Data repose sur des systèmes de traitement de données organisés sur plusieurs nœuds ou clusters parallèles. Généralisé dans les années 2000, ce type de traitement permet de générer des calculs à très haute performance sur des infrastructures (processeurs, serveurs) réduites.[18]

#### II.6.1 MAPREDUCE

Si le web facilite les échanges commerciaux, il est aussi une mine quasi infinie de renseignements à collecter. La quantité de données disponibles aux fins d'études de clientèle, de marché ou de concurrence dépasse très largement les rêves secrets des marketeurs de la

précédente décennie. Encore faut-il disposer des outils de traitement et d'analyse adéquate. C'est là qu'entre en scène la solution de traitement parallèle MapReduce de Google Corp.[19] Couplé à Hadoop (qui est en fait son implémentation principale), MapReduce est le mode de calcul permettant de traiter les big data. Il présente une fonction Map (distribution des données sur plusieurs clusters parallèles où les calculs intermédiaires seront effectués) et une fonction Reduce (les résultats des calculs intermédiaires distribués sont recentralisés en vue du calcul final). MapReduce est issu de la recherche Google et a été développé au même moment qu'Hadoop ce qui explique l'association traditionnelle que l'on fait des deux outils.[18]

### II.6.2 HADOOP

Emblème par excellence du Big Data, Hadoop est une architecture spécifique de bases de données, permettant de traiter en grand nombre tous types de données (y compris les données non structurées). On dit qu'elle est organisée sur un mode non-relationnel, c'est-à-dire que les données ne sont pas triées en fonction de leurs relations entre elles. Elle constitue en quelque sorte la librairie à partir de laquelle on pourra effectuer des calculs parallèles (via MapReduce), sachant que ces données sont distribuées (c'est-à-dire qu'Hadoop les « récupère » depuis diverses sources). Créé par la fondation Hadoop est un framework Open Source.[18] Pour avoir une meilleure idée de la performance du système et de la révolution à venir : En Mai 2009 chez Yahoo Corp, utilisateur de Hadoop, 1 téra-octet ( $10^{12}$ ) de données a été trié en 62 secondes.[19]

Facebook ingère 15 téraoctets de nouvelles données par jour dans leurs 2,5 pétaoctets ( $10^{15}$ ) data warehouse sous Hadoop.[19]

### II.6.3 Bases de données NoSQL

Les bases de type NoSQL, a fortiori les bases orientées "document", délaissent les points forts des bases relationnelles que sont la notion d'enregistrement et les relations entre éléments pour se focaliser sur la notion de "document". Les bases NoSQL s'avèrent beaucoup plus flexibles et bien plus évolutives. La structure organisationnelle n'est plus liée à un schéma relationnel difficile à modifier, et la base peut donc croître sans contrainte.[19]

D'autre part, l'orientation "document" facilite le déploiement de la base sur de multiples machines. En automatique bien sûr. Le développeur ne se préoccupe pas de la localisation des documents, fractionnés ou pas. Lorsque la base devient trop importante, il suffit de définir de nouvelles machines connectées sur le réseau, et la base NoSQL se débrouille [19], de plus lorsque des requêtes sont effectuées dans un langage de programmation qui n'est pas limité au SQL. Ce dernier est en effet le langage le plus utilisé pour des traitements de données mais

ses normes de définition, parfois trop strictes, ne sont pas adaptées aux données massives et non-structurées. Du coup, certaines requêtes sont effectuées indépendamment de ces normes et donc de ce langage propre, ce qui fait dire à certains que l'on bascule sur du NoSQL (littéralement : « au-delà du SQL »).[18]

C'est bien là la réponse aux nouvelles applications exigeantes en rapidité de traitement et en quantité de données gérées. Des quantités de l'ordre de plusieurs centaines de téraoctets, par exemple.[19]

### II.6.4 Stockage "In-Memory"

Une base de données dite "In memory" est essentiellement résidente en mémoire vive. Cette nouvelle génération profite de la baisse du prix des mémoires vives et de la puissance de calcul offerte par les nouvelles générations de processeurs multi-coeurs. En limitant au maximum les accès disques, les requêtes s'exécutent en un temps record.[19]

Les bases de données "In Memory" sont généralement construites comme des bases relationnelles. Elles sont conformes aux exigences ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) qui garantissent l'intégrité des transactions. Les données contenues en mémoire sont volatiles par principe. Un système de sauvegarde périodique par image disque, snapshot, permet de sauvegarder la base. Ce système est complété d'une historisation des transactions afin de remettre la base en état en cas de coupure de courant. [19]

## II.7 Avantages du Big data

- Traitement massivement parallèle

Qui parallélise les requêtes sur un cluster de serveurs plutôt que de se limiter aux performances d'un seul serveur. Cette architecture MPP devrait paralléliser toutes les tâches de gestion des données, y compris les requêtes, les chargements, les sauvegardes, et les exportations. Cette approche fournit de meilleures performances (entre 10 et 1000 fois supérieures selon les cas) que les systèmes traditionnels de bases de données relationnelles.[20]

- Scalabilité facilitée et linéarité

Ce modèle en plus d'être rentable, devrait être agile et progressif.

✓ Le coût : la possibilité d'utiliser du matériel de base plutôt que des machines personnalisées ou des serveurs coûteux est un élément clé de la décision qui rend les prix abordables.[20]

- ✓ L'agilité : installation d'un nouveau serveur dans le réseau local et son intégration en un clic via une interface web. Plus besoin d'acheter une nouvelle suite analytique complète.[20]
- ✓ La linéarité: La plateforme devrait être suffisamment souple pour permettre l'augmentation indépendante des capacités par fonction (par exemple le chargement, la sauvegarde, le traitement des requêtes) afin que sa capacité peut répondre aux besoins spécifiques.[20]
- fonctions prédéfinies réutilisables ou sur mesure

C'est des Analyses avancées qui nécessitent des techniques qui repoussent les limites du SQL standard. L'analyse avancée comprend le traitement des mesures statistiques, l'identification des modes de comportement, le traitement de l'analyse graphique, ou encore effectuer une analyse chronologique, gérer des sources de données granulaires comme des micros transactions, s'adapter à des nouveaux flux ou à des journaux système [20]. Le nouveau framework SQL MapReduce permet de réaliser facilement un panel complet d'analyses avancées. Les analyses préconfigurées et les analyses personnalisables SQL MapReduce sont extrêmement flexibles, avec une assistance pour la gestion dynamique des schémas de données d'entrée et de sortie. Cela permet de coder une seule fois les fonctions SQL MapReduce, puis de les utiliser ensuite à de multiples reprises. Recherchez une plateforme qui exécute des analyses SQL MapReduce intégralement en base de données pour une meilleure productivité des traitements d'analyse de données avec une réutilisation complète et la puissance nécessaire pour traiter des analyses riches.[20]

- Une disponibilité permanente

Cela signifie que la plateforme doit permettre en simultanée des opérations, sans avoir besoin de temps d'arrêt programmé. Les interruptions imprévues peuvent survenir en raison d'une défaillance matérielle ou de sinistres sur un site. Pour prévenir ces types de défaillances, on a besoin d'une tolérance par rapport aux pannes majeures avec un système de réplication, d'un système de basculement automatique et d'un dispositif de backup en cluster [20]. Si un composant système venait à tomber, la redistribution de charge intelligente devrait minimiser cette charge sur les nœuds actifs, avec une restauration gérée en parallèle permettant la récupération immédiate de l'état optimal du système.[20]

### II.8 Limites du Big data

Le problème majeur lié au big data c'est la nature des données et les traitements envisagés pour ces données, c'est-à-dire quand on a un big data qui travaille avec des données personnelles des gens il suffit d'une petite faille dans la sécurité pour menacer des quantités de

données considérables. Si les utilisateurs perdent confiance dans l'utilisation de leurs informations, c'est donc tout l'édifice du big data qui risque de s'écrouler.[11]

### II.9 Introduction au big data et l'E-Health

Le développement des systèmes de communication dans nos organisations est sans doute aujourd'hui la cause première de l'accélération des échanges, des partages et par la croissance de la complexité. Désormais, la société est devenue presque inconcevable sans l'utilisation d'appareils électroniques basés sur une technologie numérique, véritables prothèses mémorielles, cognitives, communicationnelles et relationnelles telles que les ordinateurs, les réseaux sociaux, les terminaux mobiles, les objets et capteurs connectés, les tablettes, etc.[21]

Nous baignons dès lors dans une réalité numérique contrôlée et personnalisée où convergent une multitude de flux informationnels amniotiques-hypnotiques. Le stockage, la diffusion, la gestion et l'usage de ces data rentrent de plus en plus dans le quotidien des personnes. Ces "mégadonnées" ou big data représentent désormais le carburant de l'économie et la connaissance du début du XXIe siècle.[21]

Le secteur des soins de santé est aujourd'hui confronté à une importante transformation, nourrie par l'explosion des connaissances en sciences biomédicales et par la vulgarisation de certaines technologies telles que le séquençage des gènes. Les données générées, collectées et stockées au cours du parcours de soin d'un patient sont désormais massives : nous sommes bel et bien entrés dans l'ère du Big Data en matière de santé. Couplée aux progrès réalisés dans les techniques de l'information, cette évolution est appelée à devenir une révolution. En effet, les innovations à la clé sont considérables, susceptibles à la fois de réduire les coûts de santé et d'ouvrir la voie vers la médecine personnalisée.[22]

Il est incontestable que la gestion de ces données massives est un important levier pour une meilleure compréhension des maladies, du développement de médicaments et du traitement des patients. Pour autant, les avantages attendus pour le pilotage de la santé et la mise en œuvre d'une médecine de plus en plus précise et ciblée [22]

Aujourd'hui, les médecins sont engagés par la modernité de leur discipline dans une redéfinition de leur mission du fait de leur forte implication dans la transmission de l'information médicale à haute valeur ajoutée, au point de devenir de futurs "data managers" de la santé.[21]

Ces quantités massives de données numérisées stockées et archivées dans des entrepôts de données (ou "datawarehouses") permettraient de prévoir la survenue d'un grand nombre de

phénomènes (y compris ceux associés aux comportements humains) via des algorithmes simples de traitement statistique, inductive, d'inférer des profils (patterns ou modèles de comportements) sans plus à se soucier de leurs causes.[21]

Désormais, cette "intelligence des données" apparaît comme la réponse stratégique pour la gestion de l'incertitude, suscitant l'enthousiasme.[21]

Toutefois, l'émergence des big data et leurs perspectives prometteuses posent des problèmes nouveaux aux professionnels de santé. Ces problèmes d'ordre judiciaire, médical et de réparations, relatifs à des nouvelles exigences de légitimité du droit à l'information, provoquent une certaine désorganisation et bouleversement dans la relation médecin-patient.[21]

Big Data a de nombreuses implications pour les patients, les fournisseurs, les chercheurs, les payeurs et les autres constituants de la santé. Il aura un impact sur comment ces joueurs s'engagent avec l'écosystème de la santé, en particulier lorsque des données externes, la régionalisation, la mondialisation, la mobilité et les réseaux sociaux sont impliqués.[23]

### II.10 Fondement du big data dans l'e-health

- A. HL 7 (HealthLevel 7) est un standard de messagerie pour des données bien définie et structures du big data. il inclut des sections de transaction comme des décharges de transfert, les sommaires des soins etc ... [24]
- B. NCPDP (National Council for Prescription Drug Program) est un standard de données structuré qui traite les prescriptions de l'ordonnance pour les allergies et la vérification des doses, l'accès a la base de données de la pharmacie, lecture et marquage de l'inventaire et l'interaction médicament-a-médicament tant que l'enregistrement est en cour.[24]
- C. DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) fournit des données semi-structurées pour les échanges d'images de radiologie sur les réseaux IP. Bien que les métadonnées puissent être structurées, certaines images internes stockées ne peuvent être entièrement standardisées.[24]
- D. Transactions HIPAA pour les réclamations d'assurance et d'autres processus est basé sur le standard de messagerie (American Standard accrédités comités normes de messagerie X12).Ces données sont bien structurées.[24]
- E. ISO/IEEE suites de protocoles et de normes de messagerie pour la surveillance de médicale numérique et les appareils de diagnostic. fournir des données bien structurées. Cependant, ils ne excluent pas les dispositifs de fournir des fichiers facultatifs supplémentaires ou d'autres extensions du jeu de données.[24]

- F. Surveillance interne à l'aide de création de fichier log et la vérification des archives de sécuristes (tels que le format Java Messaging Service des nœuds de surveillance d'application de domaine) pourrait être similaire dans les systèmes informatiques de la santé, mais il ya eu pas de normes. Ils doivent être considérés comme des données semi-structurées dans la mesure où les flux de bout en bout du système sont concernés.[24]
- G. Un système de support de patient peut recueillir, stocker et fournir de l'information médicale (par exemple, des patients et des dossiers électroniques médicaux) pour les patients et les médecins à distance, y compris les antécédents médicaux, les allergies, les vaccins, les rend des vous et les factures.[24]
- À l'intérieur des systèmes des fournisseurs, il n'y a aucune garantie que tous les données sont conformes au standard.[24]
- H. Un système de soutien clinique peut recueillir, stocker et récupérer des informations médicales des patients pour un usage interne pour être utilisé par les médecins et travailleurs de la santé qui fournissent des services de soin.[24]
- L'administrateur et le personnel de surveillance peuvent avoir accès à un traitement des ressources en d'arrière-plan, les réclamations d'assurance et la facturation. Un certain nombre de réseaux ont été échangés en cours de développement pour assurer le standard au niveau des utilisateurs, Mais les données au niveau du système n'ont pas été standardisées.[24]
- I. Un système de recherche peut recueillir, stocker et analyser l'information médicale du patient utilisé par les chercheurs et pour les centres du gouvernement pour publier des rapports de contrôle des maladies. Les systèmes de recherche prennent également en charge les nouvelles découvertes scientifiques dans la recherche du meilleur régime de gestion pour la maladie et le suivi de la santé publique. L'information sera introduite dans les futurs développements d'applications e-santé.[24]
- J. Un réseau d'information national de santé génère des données sur les communications sous-jacentes (session). Certains des interfaces sont Standardisées par NHIN et les flux de données pourraient être bien reconnus.[24]
- K. Un environnement opérationnel pour mettre en œuvre la politique et les fonctions de sécurité ainsi que la comptabilité et les fonctions de charge, est essentielle pour traiter les données de performance afin de répondre aux exigences fonctionnelles de la gestion opérationnelle globale, y compris les repères QoS les journaux de suivi (log).[24]

### II.11 Solution du big-data pour l'e-health

Les patients exigent de plus des informations sur leurs options de soins de santé afin qu'ils comprennent leurs choix et peuvent participer aux décisions concernant leurs soins. Les patients sont également un élément important dans le maintien des coûts de soins de santé vers le bas et l'amélioration des résultats. Fournir aux patients des informations exactes et à jour des informations et des conseils plutôt que des données aidera à prendre de meilleures décisions et de mieux adhérer aux programmes de traitement.[23]

En plus des données qui sont facilement disponibles, comme la démographie et les antécédents médicaux, une autre source de données est l'information que les patients divulguent sur eux-mêmes. Les données de haute qualité fournies par les patients peuvent devenir une source d'information précieuse pour les chercheurs et les autres qui cherchent à réduire les coûts, améliorer les résultats et améliorer le traitement. Plusieurs défis existent avec les données [23] :

- **Précision:** Les gens ont tendance à sous-estimer leur poids et la mesure dans laquelle ils se engagent dans des comportements négatifs tels que le tabagisme; Entre-temps, ils ont tendance à surestimer les comportements positifs, comme l'exercice de sport. Ces inexactitudes peuvent être comptabilisées en ajustant ces préjugés et à travers Big traitement des données - améliorer de précision.[23]
- **Confidentialité préoccupations:** Les gens sont généralement réticents à divulguer des informations sur eux-mêmes en raison de la vie privée et d'autres préoccupations. Une Façons créatives doit être trouvée pour encourager et inciter à le faire sans nuire à la qualité des données. Un Mécanismes de garantie efficaces doit être mises en place pour assurer la confidentialité des données que les patients présentent.[23]
- **Cohérence:** Les normes doivent être défié et mis en œuvre pour promouvoir la cohérence dans auto déclarée des données à travers le système de santé, à éliminer les divergences locales et d'accroître l'utilité des données, Consignes d'utilisation sont conformes aux normes.[23]

D'après le laboratoire McKinsey :

Pour déterminer l'opportunité des nouvelles voies de valeur, nous avons évalué une série d'initiatives de soins de santé et évalué leur impact potentiel total des économies de coûts annuelles, tenant résultats constants, en utilisant une base de référence 2011. Si ces premiers succès ont été renforcées pour créer un système large impact, il estime que les voies pourraient représenter 300 milliards de dollars à 450 \$ en réduction des dépenses de santé,

soit 12 à 17 pour cent du niveau de référence 2,6 billions de dollars des dépenses de santé des États-Unis.[25]

Même quelques interventions simples peuvent avoir un impact énorme lorsque grande échelle. Dans la voie "bonne vie", par exemple, il estime que l'utilisation d'aspirine par ceux à risque de maladie coronarienne, associé à un dépistage précoce du cholestérol et le sevrage tabagique, pourrait réduire le coût total de leurs soins de plus de 30 milliards de dollars. Bien que ces actions ont été encouragés pendant un certain temps, les grandes données permet désormais une identification plus rapide des patients à haut risque, des interventions plus efficaces et une surveillance plus étroite.[25]

Leur estimation de 300 milliards de dollars à 450 dollars en réduction des dépenses de santé pourrait être prudente, car de nombreuses idées et innovations sont encore à venir. On ne peut pas encore comprendre l'efficacité des traitements contre le cancer et les indicateurs de risque de récurrence, Big-Data révolution permettra de découvrir de nombreuses nouvelles possibilités d'apprentissage dans ces domaines.[25]

Big-data a le potentiel pour transformer l'e-santé. Les intervenants qui se sont engagés à l'innovation, prêts à renforcer leurs capacités, et ouvertes à un nouveau point de vue de la valeur sera probablement le premier à récolter les fruits de gros volumes de données et d'aider les patients à atteindre de meilleurs résultats.[25]

### II.12 Conclusion

L'évolution des technologies utilisé dans le domaine de la médecine fait générer énormément de données, donc il est nécessaire de passer au big data pour gérer cette grande quantité, surtout dans le cas du streaming de données de patients surveiller a distance.

## Chapitre III Internet des objets

### III.1 Introduction

Pour implémenter un système de soins médical mobile il est primordial de présenter le concept de l'internet des objets, car se dernier donne a n'importe quel objets la possibilité de communiquer ses données, donc dans le cas de la surveillance des patients ce concept est vraiment important. Dans ce chapitre nous allons définir l'internet des objets, sa relation avec l'E-health et en fin les protocoles utilisés dans ce concept.

### III.2 Introduction a l'Internet des Objets

Il s'agit d'une nouvelle façon d'interagir avec les objets qui peut changer nos vies radicalement. Un univers naissant dans lequel ces objets, devenus intelligents, auront « conscience » de leur environnement et pourront échanger des informations et prendre des décisions Pour le confort de tous, mais également pour aider à gérer la santé des personnes à distance comme par exemple un patient avec un implant cardiaque qui transmet des données, optimiser des processus industriels ou encore coordonner les innombrables réseaux qui parcourent une ville ou un animal qui porte une puce intelligente, une voiture dotée de capteurs indiquant la pression des pneus ou tout autre objet, créé ou non par l'homme, auquel une adresse IP est assignée et qui peut transmettre des informations.[26]

Les objets constituant « l'Internet des objets », pourraient être entre 50 et 80 milliards dans le monde d'ici 2020. On en dénombre aujourd'hui près de 15 milliards.[27]

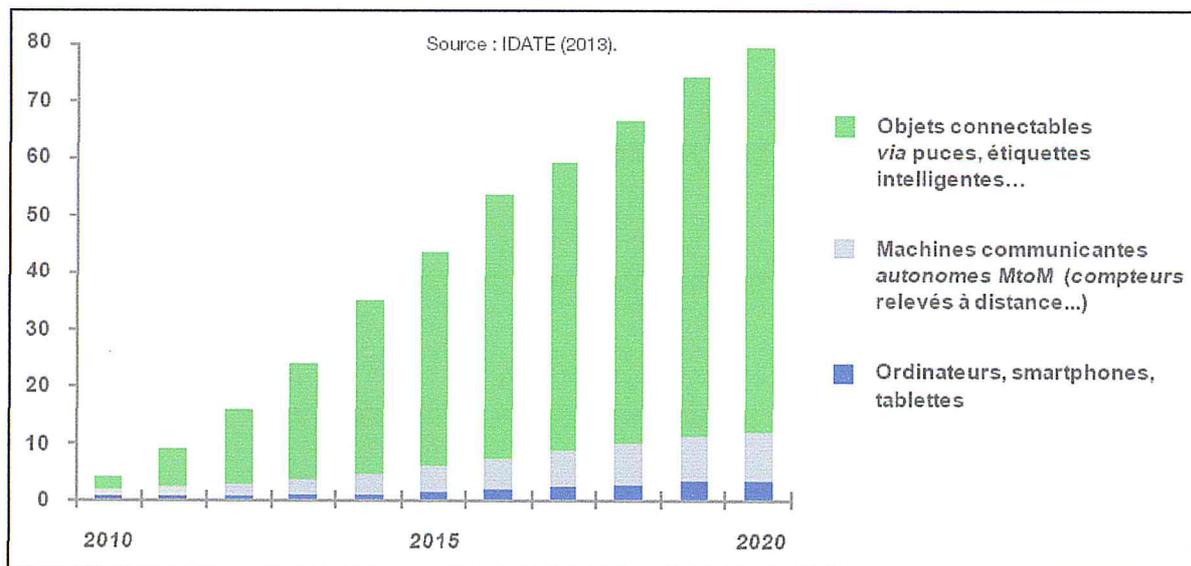


Figure 3 : Évolution du nombre d'objets connectés, par type (en milliards) [27]

### III.3 Définition de l'Internet des Objets

L'Internet des objets (IdO) est un concept informatique qui décrit un avenir où les objets physiques quotidiennes seront connectés à l'Internet[28],et peuvent s'identifier par rapport aux autres appareils via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil [29]pour récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant, Il s'agit donc de l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique L'internet des objets revêt un caractère universel pour désigner des objets connectés aux usages variés.[30]

Un Objet Connecter (OC) est défini par cinq concepts clés :

- Une identification : par type ou par entité (codes barre, ISBN, adresses IP, etc.).[31]
- Une sensibilité : un objet est susceptible de communiquer des informations sur son environnement (température, humidité, niveau de bruit, géo localisation, etc).[31]
- Une interactivité : certains objets peuvent être activés uniquement au moment d'échanger des informations alors que d'autres peuvent être connectés en permanence ou lorsqu'une connexion est disponible.[31]
- Une représentation virtuelle : un programme peut agir au nom d'un objet physique auquel il est rattaché et dont il a parfaitement connaissance.[31]
- Une autonomie : chaque objet est autonome et indépendant (il peut interagir avec d'autres objets du réseau). [31]

### III.4 Fonctionnement d'Internet des Objets

L'Internet des Objets n'est pas une technologie mais un système de systèmes ce qui rend complexe la compatibilité.[30]

Pour pouvoir connecter un objet, il faut sept composants [30]:

- Une étiquette ou un capteur permettant d'identifier les objets (RFID, étiquettes graphiques ou virtuelles).
- Un moyen de lire les étiquettes.
- Un dispositif mobile.
- Un logiciel pour le dispositif mobile.
- Un réseau sans fil pour transférer ou lire les données (3G, Wifi, RFID, Bluetooth).
- Un contenu.
- Un affichage de type écran.

Le plus souvent, il s'agit de l'utilisation couplée d'un capteur (intégré à un objet connecté comme une montre, par exemple) et d'une application (web ou mobile).

L'IdO désigne donc divers systèmes qui permettent de capter, stocker, traiter et de transférer des données.

### **III.5 Quelques Technologies utilisé par l'Internet des Objets**

#### **III.5.1 ONS (Object Naming Service)**

L'ONS (Object Name Service) est un composant essentiel de l'infrastructure de « l'Internet des objets ». Il est basé entièrement sur le DNS (Domain Name System) et permet de diffuser des informations sur la source du produit ou les services disponibles en lien avec ce produit. Rappelons que le DNS est une base de données distribuée publique (Request For Comment, RFC), dont la fonction est de trouver une information, par exemple une adresse IP (Internet Protocol), à partir d'un nom de domaine. La clé pour accéder au service ONS est l'identifiant du produit : ce peut être par exemple un code produit électronique (Electronic Product Code, EPC) stocké dans l'étiquette RFID ou encore un code article international (Global Trade Item Number, GTIN) représenté par le code à barres classique à 13 chiffres.[32]

#### **III.5.2 Host Identity Protocol (HIP)**

Host Identity Protocol (HIP) est une technologie d'identification d'hôte utilisé pour les réseaux IP. L'Internet a deux espaces de noms: DNS et l'adresse IP. HIP est utilisé pour séparer les rôles de localisation et les points finaux identifiants des adresses IP. Cela signifie qu'il sépare identité de l'hôte à partir de son emplacement. HIP introduit également l'identité de l'hôte (Host Identity (HI)). Host Identity Protocol est utilisé pour multihoming et assure la mobilité entre les différentes familles d'adresses IP tels que les protocoles IPv4 et IPv6 [33], Par conséquent, il est clair que les adresses IP sont entièrement responsables de la séparation et de la distinction entre la livraison des paquets a des nœuds et des hôtes individuels.

Le protocole HIP permet au système d'utiliser l'informatique mobile et multihoming. L'emplacement de tout hôte est responsable de l'acheminement des paquets de données selon les adresses IP mentionnées contre leurs nœuds. Dans les réseaux de hanche, les adresses IP sont éliminées et remplacées par des identificateurs d'accueil cryptographiques. Ces identifiants sont auto-généré.[33]

#### **III.5.3 Radio Frequency Identification (RFID)**

Les puces RFID est une technologie qui intègre l'utilisation de couplage électromagnétique ou électrostatique dans la partie de fréquence radio (RF) du spectre électromagnétique pour identifier de manière unique un objet, un animal ou une personne. RFID est à venir dans l'utilisation croissante dans l'industrie comme une alternative

au code à barres. L'avantage de la technologie RFID est qu'il ne nécessite pas de contact direct ou balayage ligne de mire. Un système RFID est constitué de trois composantes: une antenne et l'émetteur-récepteur (souvent combinés en un seul lecteur) et un transpondeur (l'étiquette).[34]

- Ces puces envahissent notre quotidien et sont de plus en plus utilisées par de nombreux secteurs [35]:
- Dans la santé avec des dispositifs d'implantation sous la peau de patients permettant d'identifier informatiquement leur dossier médical. Dans les transports les badges RFID permettent l'identification de véhicules aux péages.
- Dans la Logistique les transporteurs peuvent suivre en temps réel l'acheminement de colis ou marchandises via une interface internet.
- Dans le mobilier urbain, à Londres ce sont des poubelles marquées afin de suivre le recyclage des déchets.

### III.5.4 Mobiles ad hoc network (MANET)

Un réseau mobile ad hoc (MANET) est généralement défini comme un réseau qui a beaucoup de nœuds libres ou autonomes, souvent composés d'appareils mobiles ou autres pièces mobiles, qui peuvent s'organiser de différentes manières par eux-mêmes et fonctionner sans administration de réseau. Il ya beaucoup de différents types de configurations qui pourraient être appelés MANET et le potentiel de ce type de réseau est encore à l'étude.[36]

### III.5.5 General Packet Radio Service (GPRS)

Le standard GPRS (*General Packet Radio Service*) est une évolution de la norme GSM, ce qui lui vaut parfois l'appellation GSM++ (ou GSM 2+). Etant donné qu'il s'agit d'une norme de téléphonie de seconde génération permettant de faire la transition vers la troisième génération (3G), on parle généralement de 2.5G pour classer le standard GPRS.[37]

Le GPRS permet d'étendre l'architecture du standard GSM, afin d'autoriser le transfert de données par paquets, avec des débits théoriques maximums de l'ordre de 171,2 kbit/s (en pratique jusqu'à 114 kbit/s). Grâce au mode de transfert par paquets, les transmissions de données n'utilisent le réseau que lorsque c'est nécessaire.[37]

Ainsi, le standard GPRS utilise l'architecture du réseau GSM pour le transport de la voix, et propose d'accéder à des réseaux de données (notamment internet) utilisant le protocole IP ou le protocole X25. [37]

**Tableau 2 : l'évolution technologique applicable à chaque composant de l'Internet des Objets [38]**

	Objectifs	Technologies anciennes	Technologies récentes
Identification de l'objet	Reconnaître chaque objet individuel de façon unique.	Codes à barres RFID simples URL Coordonnées GPS	Solution RFID complexes Puces optiques ADN
Capture de données	Recueillir des données environnementales pour enrichir les fonctionnalités du dispositif.	Thermomètre Hydromètre	Capteurs miniaturisés Nanotechnologies
Connexion	Connecter les systèmes entre eux.	Câbles	Bluetooth Wifi
Intégration	Intégrer les systèmes pour transmettre les données d'une couche à l'autre.	Middlewares	Middlewares évolués
Traitement de données	Stocker et analyser les données pour lancer des actions ou pour aider à la prise de décision.	Excel ERP (Programme de Gestion Intégré) CRM (Gestion de la relation Client)	Datawarehouse 3D Web sémantique
Transmission	Transférer les données dans les modes physiques et virtuels.	Internet Ethernet	EPCglobal

### III.6 Internet des objets et l'e-health

Les opportunités offertes par l'Internet des objets intéressent fortement le secteur de la santé, que ce soit pour permettre à chacun de se maintenir en forme en surveillant ses propres paramètres physiologiques, ou pour assurer un suivi à domicile de malades atteints de pathologies chroniques.[39]

Ces solutions permettent aux malades d'être autonomes (contrôle par eux-mêmes de leurs constantes : glycémie, rythme cardiaque, etc.), aux professionnels de santé de gérer leurs patients à distance (gain de temps et aide au diagnostic) et aux individus de gérer leur santé (collecte et surveillance des données). Ainsi, certains usages sont purement personnel alors que d'autres s'inscrivent dans une stratégie de prise en charge globale du patient.[30]

Voici quelque chiffre qui illustre la grande utilisation d'objets connecter dans le domaine de la santé

- Le volume mondial des applications mobiles santé (au sens large) est passé de 6 000 en 2010, à 20 000 en 2012 et 100 000 en 2013.[40]
- Toutes fonctions confondues, une boutique comme l'AppStore compte 500 nouvelles applications mobiles de santé chaque mois.[40]

- En France, sur une veille de 4 000 applis santé/bien-être (réalisée par DMD), on observe que 60 % sont destinées au grand public et 40 % aux professionnels de santé. Cependant, la tendance serait en train de s'inverser.[40]

### III.7 Les Protocoles de l'Internet des Objets

#### III.7.1 XMPP

XMPP (*Extensible Messaging and Presence Protocol*), est un protocole qui a été créé pour faire de la messagerie instantanée. XMPP est un protocole ouvert, libre et décentralisé. Il peut être utilisé sur des serveurs différents, il a été évolué à partir de la technologie de streaming XML, développée par la communauté Open Source Jabber. XMPP est utilisé pour diffuser pratiquement toutes les données XML entre des individus ou des applications, ce qui en fait un choix idéal pour des applications telles que la messagerie instantanée.[41]

Par exemple si votre login XMPP est `ahmed@site.org` (serveur 1), vous pouvez communiquer avec une hôte ayant le login étant sur un autre serveur et même dans un autre pays comme `jack@xmpp.jp` (serveur 2).[41]

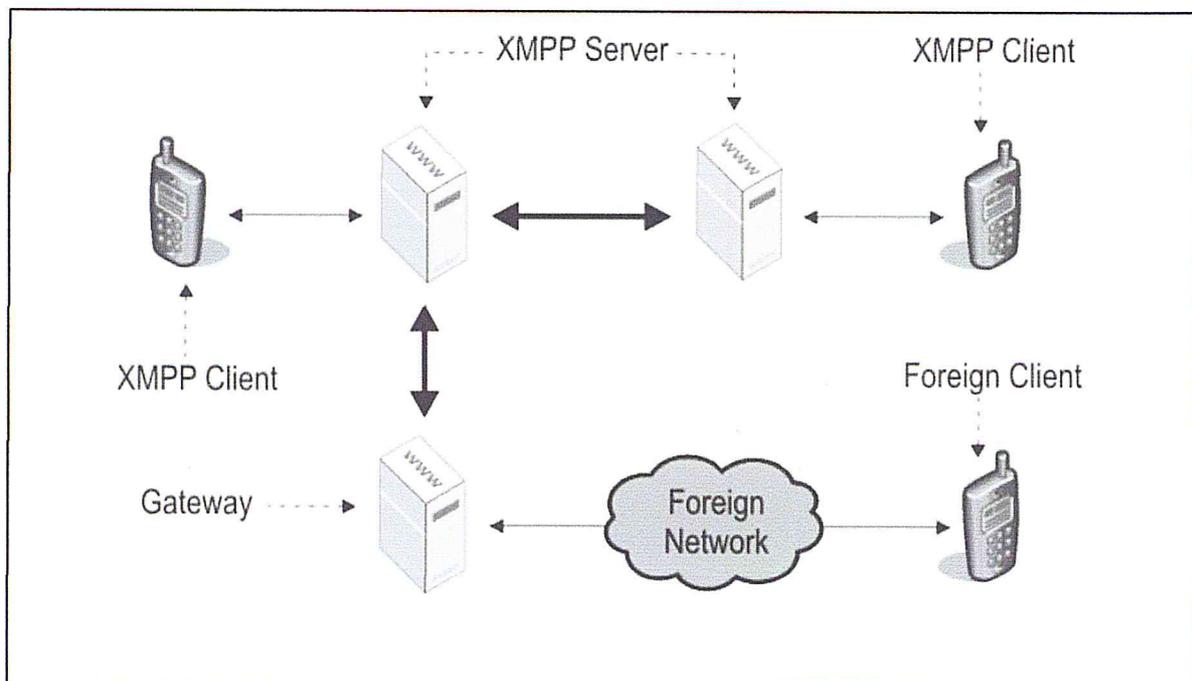
XML est l'un des formats d'échange de données les plus populaires en usage aujourd'hui et est devenu un élément standard de la plupart des systèmes de logiciels. Comme un protocole moderne, XMPP utilise le format de données XML pour transporter des données sur des sockets TCP / IP, ce qui rend le protocole et ses données faciles à utiliser et à comprendre. Tout développeur de XML peut immédiatement travailler avec XMPP car aucun format de données spécial ou d'autre savoir-faire n'est nécessaire. Les outils existants pour la création, la lecture, l'édition et la validation des données XML peuvent tous être utilisés avec XMPP. La fondation XML de XMPP simplifie grandement l'intégration avec les environnements existants et facilite la circulation des données vers et depuis le réseau XMPP. La nature extensible de XML fournit une grande partie de l'appui d'extension intégré dans XMPP. Grâce à l'utilisation des espaces de noms XML, le protocole XMPP peut être facilement utilisé pour transporter des données personnalisées en plus des messages de messagerie instantanée standard et des informations de présence. Les développeurs de logiciels et les entreprises intéressées par l'échange en temps réel de données utilisent XMPP comme une alternative aux systèmes de transport de données personnalisées.[41]

La communauté Jabber a publié l'extension standard XMPP appelés (XEPs) à travers la Jabber Software Foundation (JSF). Le processus par des bénévoles de la JSF fournit un moyen pour les entreprises créant des extensions et des améliorations novatrices au protocole

XMPP à travailler ensemble pour créer des améliorations standards que tous les utilisateurs bénéficient de XMPP.[41]

### Architecture de Réseau XMPP

Un réseau XMPP est composé de tous les clients et les serveurs XMPP. Le plus grand réseau de XMPP est disponible sur Internet et relie les serveurs XMPP publics. Cependant, les gens sont libres de créer des réseaux XMPP privés dans le réseau local interne d'une seule entreprise, sur les réseaux privés virtuels d'entreprise sécurisés, ou même au sein d'un réseau privé courir dans la maison d'une personne. Au sein de chaque réseau de XMPP, chaque utilisateur se voit attribuer une adresse XMPP unique.



**Figure 4 :** Architecture de protocole XMPP.

### III.7.2 MQTT

MQTT est un protocole de publication/abonnement simple qui utilise TCP/IP pour connecter de grands nombres de détecteurs distants et de dispositifs de contrôle. MQTT est utilisé par des applications spécialisées sur des dispositifs de petite taille qui doivent accepter des bandes passantes faibles et des communications peu fiables.[42]

Il a été initialement développé par Andy Stanford-Clark (IBM) et Arlen Nipper (EuroTech).

Les messages sont envoyés par des publieurs (publishers) sur un canal appelé Topic. Ces messages peuvent être lus par les abonnés (subscribers). Les Topics ou les canaux d'informations peuvent avoir une hiérarchie qui permet de sélectionner finement les informations que l'on désire.[42]

La sécurité peut se faire au niveau transport en SSL/TLS, et au niveau authentification, par certificats SSL/TLS ou couple user/mot de passe.[42]

MQTT est très léger et donc adapté pour les communications M2M (mobile à mobile), WSN (Wireless Sensor Networks) et, finalement, l'IdO (Internet des objets)

Une autre chose importante est la notion de QoS dans les messages qui transitent via MQTT (c'est le publieur qui définit la qualité du message).[43]

- Un message de QoS niveau 0 « At most once » sera délivré tout au plus une fois. C'est à dire qu'il n'est pas stocké et probablement envoyé sans garantie de réception (un peu comme un message UDP xPL par exemple), le broker (le serveur MQTT) n'informe pas l'expéditeur qu'il l'a reçu et le message peut être perdu si le client se déconnecte ou si le serveur s'arrête.[43]
- Un message de QoS niveau 1 « At least once » sera livré au moins une fois. C'est à dire que le client le transmettra plusieurs fois s'il le faut jusqu'à ce que le Broker lui confirme qu'il a été transmis sur le réseau (quitte à l'envoyer en rafale plusieurs fois).[43]
- Un message de QoS niveau 2 « exactly once » sera obligatoirement sauvegardé par l'émetteur et le transmettra toujours tant que le récepteur ne confirme pas son envoi sur le réseau. La principale différence étant que l'émetteur utilise une phase de reconnaissance plus sophistiquée avec le broker pour éviter une duplication des messages (plus lent mais plus sûr).[43]

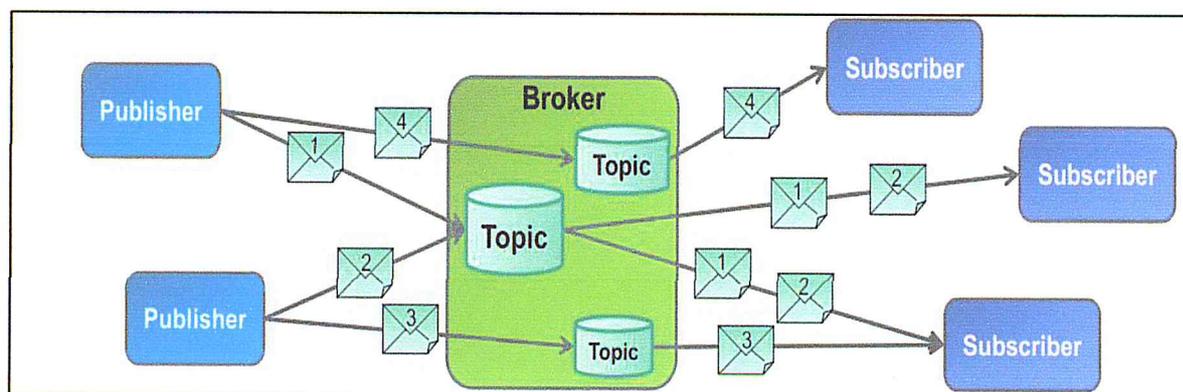


Figure 5 : Architecture de protocole MQTT[44]

### **Format du message :**

Les messages MQTT contiennent une tête obligatoire de longueur fixe (2 octets) et un message optionnel spécifique variable de longueur et message payload.

**Broker:** Serveurs pour les sujets, il reçoit les abonnements des clients sur des sujets, des messages de clients et il fait la transmission dans sur la base des abonnements des clients, aux clients intéressés.[45]

### **III.7.3 Rest API :**

Du protocole HTTP, du serveur Apache HTTPd et d'autres travaux fondamentaux, REST est à l'origine une tentative de décrire les principes de l'architecture du Web

REST n'est pas en soi un standard : il n'existe pas de spécification du W3C pour la décrire. Il s'agit plutôt d'un style d'architecture, d'un "mode de compréhension du Web" sur lequel le développeur construit ses services (Web).[46]

REST fait en revanche usage des standards Web : protocole HTTP, URLs, formats de fichiers pour la représentation des ressources (XML, HTML, JPEG...), types MIME pour la description de ces représentations... Le Web lui-même est d'ailleurs un système REST à part entière.[46]

Un service "RESTful" ("reposé" ou "tranquille") se distingue largement d'un service SOAP ou XML-RPC en cela qu'il repose uniquement sur l'utilisation d'HTTP, des URIs et d'XML, là où les deux autres protocoles se compliquent la tâche en utilisant des API RPC (RemoteProcedure Call, appel de procédure distante). SOAP et XML-RPC ne suivent pas la spécification HTTP, car ils ajoutent une nouvelle couche d'abstraction par-dessus le protocole, plutôt que de l'utiliser tel qu'il a été conçu. De même, leur utilisation des URIs n'est pas idéale...[47]

Simplement, REST part du principe selon lequel HTTP suffit largement à l'ensemble des besoins d'un service Web, pour peu qu'on utilise l'ensemble des méthodes de ce protocole : GET, POST, mais aussi PUT, DELETE, CONNECT.[46]

REST utilise beaucoup le concept de Resource, et HTTP aussi : URI signifie Universal Resource Identifier. D'après ce nom, une URI n'est pas une "adresse web" au sens géographique, mais c'est la technologie qui a imposé ce dernier sens. Inutile de revenir en arrière, et considérons qu'une Resource est un concept manipulable par des requêtes émises à destination d'une adresse.

En langage objet, ces concepts sont des classes. En UML, ce sont des éléments du Modèle du Domaine. On ne fait pas une classe pour chaque concept, aussi on ne formalise pas une Resource, en créant son URI, pour chaque concept. Mais dans le doute, cela ne fait pas de mal de créer une Resource.[48]

L'architecture orientée REST comprend quatre concepts et quatre principes.[49] Les quatre concepts :

- a) Les ressources : ce sont les objets que l'on gère dans une API REST.
- b) Les URI (nom) des ressources : une URI est le moyen universel d'identifier une ressource.
- c) Les représentations : une ressource peut avoir plusieurs représentations (comme : HTML, XML, ATOM, CSV, ...), qui est déterminée, en HTTP, par la ou les valeurs dans le champ Accept de la requête.
- d) Les liens entre les ressources, par l'intermédiaire des URI présentes dans les représentations.

Les quatre principes :

- a) l'adressabilité des ressources : une ressource doit être adressable par une URI qui lui est propre.
- b) les ressources sont sans-état : c'est-à-dire que si on fait deux fois la même requête sur une ressource qui n'a pas évolué, la réponse est la même. Le client qui utilise ces ressources peut par contre maintenir un état.
- c) connexité des ressources il y a un moyen d'aller d'une ressource à l'autre : les représentations des ressources contiennent des URI vers les autres ressources. l'interface uniforme : l'action d'une requête est donnée principalement par la méthode HTTP (GET, POST, PUT, ...).

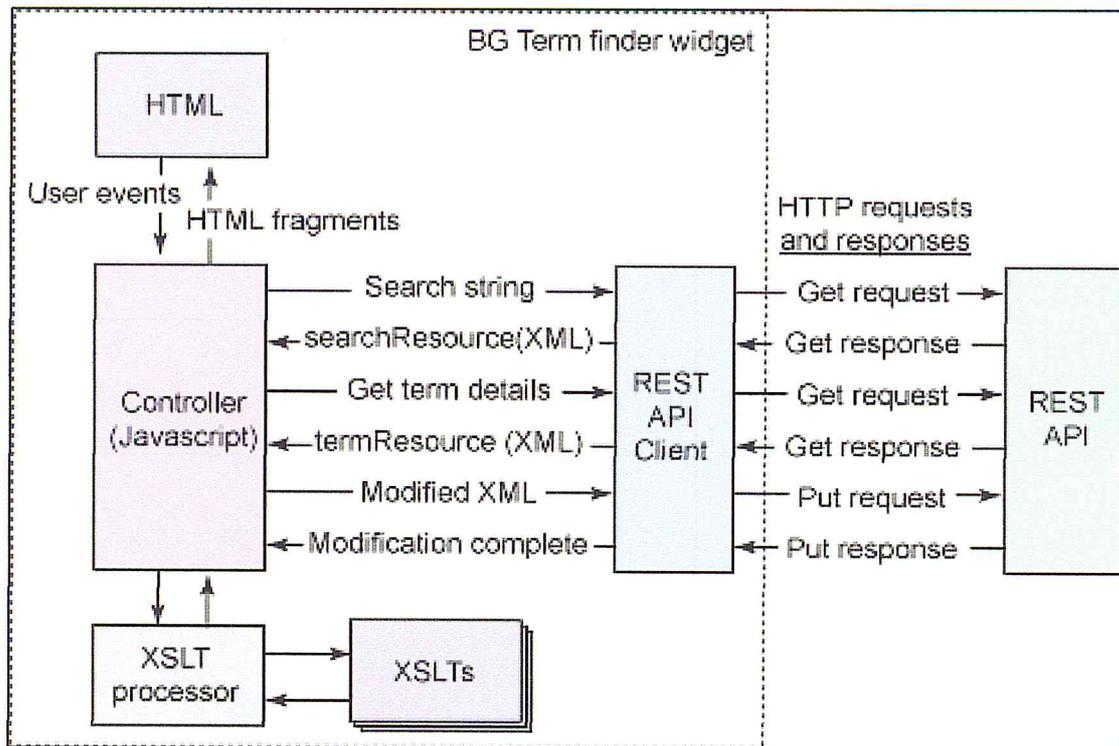


Figure 6 : Architecture de protocole REST API[50]

### III.7.4 Constrained Application Protocol(Coap)

Le protocole CoAP n'est pas destiné aux ordinateurs, ni même aux Smartphones mais principalement aux petits engins, aux machines qui n'ont parfois qu'un microcontrôleur 8 bits pour tout processeur, très peu de mémoire et qui sont connectées par des liens radio lents et peu fiables (les « LowPAN », allant parfois à seulement quelques dizaines de kb/s. Pour de tels engins, les protocoles comme HTTP et TCP sont trop contraignants. CoAP est un « HTTP-like » il reprend pas mal de termes et de concepts de HTTP, comme le modèle REST mais spécialement conçu pour des applications M2M (machine-to-machine) dans des environnements à fortes limitations matérielles.[51]

Le succès de HTTP et notamment de REST a sérieusement influencé les concepteurs de CoAP. Le modèle de CoAP est celui de HTTP : protocole requête/réponse, verbes GET, POST, DELETE, etc, des URI et des types de media comme sur le Web (application/json...) Cette proximité facilitera notamment le développement de passerelles entre le monde des objets CoAP et le Web actuel. Une des pistes explorées pour l'Internet des Objets avait été de prendre de l'HTTP normal et de comprimer pour gagner des ressources réseau mais CoAP suit une autre voie : définir un protocole qui est essentiellement un sous-ensemble de HTTP. [51]

CoAP tournera sur UDP (, TCP étant trop consommateur de ressources, et, si on veut de la sécurité, on ajoutera DTLS, CoAP fonctionne donc de manière asynchrone (on lance la requête et on espère une réponse un jour). On pourrait décrire CoAP comme composé de deux parties, un transport utilisant UDP avec des extensions optionnelles si on veut de la fiabilité (accusés de réception), et un langage des messages (requêtes et réponses en HTTP-like).[51]

L'en-tête CoAP a été conçu pour être facile à analyser par des programmes tournant sur de petites machines. Au lieu du texte lisible de HTTP, l'en-tête de CoAP commence par une partie fixe de quatre octets, qui comprend un Message ID de deux octets. Ce Message ID permet de détecter les duplicatas et d'associer un accusé de réception à un message précis. À noter qu'avec ces deux octets, on est limité à environ 250 messages par seconde (en raison du paramètre EXCHANGE\_LIFETIME qui est à 247 secondes par défaut). Ce n'est pas une limite bien grave : les ressources (en énergie, en capacité réseau, etc) des machines CoAP ne leur permettront pas d'être trop bavardes, de toute façon.[51]

Le message contient également un champ Token utilisé pour mettre en correspondance les requêtes et les réponses, à un niveau supérieur à celui des messages, qui sont, eux, identifiés par le Message ID et un code sur huit bits. Ce code s'écrit sous forme d'un groupe de trois chiffres, le premier indiquant la classe (2 : succès, 4 : erreur du client, 5 : erreur du serveur, etc) et suivi d'un point, et les deux autres chiffres fournissant des détails.[51]

Le message contient ensuite des options, qui jouent le rôle des en-têtes de requête de HTTP (leur liste est également dans un registre, on y trouve des trucs connus comme If-Match - section 5.10.8.1, Accept - section 5.10.4 - ou ETag - section 5.10.6). Pour économiser quelques bits, leur encodage est assez spécial. Le numéro de l'option, normalement sur 16 bits, n'est pas transmis tel quel mais sous forme d'une différence avec l'option précédente. Ainsi, si on utilise les options 4 (ETag) et 5 (If-None-Match), la première option indiquera bien 4 mais la seconde indiquera 1... De même, les valeurs de l'option sont violemment comprimées. Si on veut envoyer un entier, on ne doit transmettre que le nombre d'octets nécessaire (rien si l'entier vaut zéro, un seul octet s'il est inférieur à 255, etc).[51]

Le transport utilisé par CoAP, UDP, ne fournit aucune garantie de remise : un paquet UDP peut être perdu, et UDP ne s'en occupera pas, ce sera à l'application de gérer ce cas. CoAP fournit un service pour faciliter la vie aux applications : on peut marquer un message CoAP comme nécessitant un accusé de réception (type CON pour Confirmable). Si ce type est présent dans l'en-tête CoAP, l'expéditeur recevra un accusé de réception (type ACK) portant le Message ID du message reçu.[51]

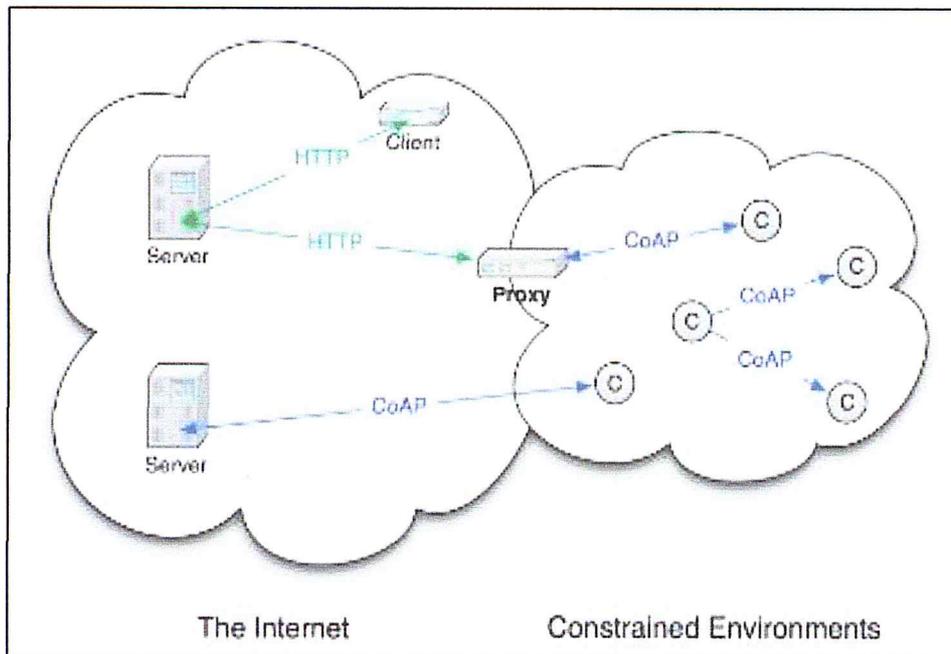


Figure 7 : Architecture de protocole Coap[52]

### III.8 Comparaison entre les protocoles

Tableau 3: comparaison en les 4 majeurs protocoles d'Iot[53]

Protocol	Transport	Messaging	2G, 3G, 4G	Réseaux faible	matériel	Security	big data	Architecture
CoAP	UDP	Rqst/Rspnse	Excellent	excellent	10k	Moyen-optionnelle	compatible	arbre
REST	TCP	Rqst/Rspnse	Excellent	faible	10k	Faible-optionnelle	compatible	Client Server
MQTT	TCP	Pub/Subsrbr Rqst/Rspnse	Excellent	Bien	10k	Moyen-optionnelle	compatible	arbre
XMPP	TCP	Pub/Subsrbr Rqst/Rspnse	Excellent	faible	10k	Excellent-obligatoire	compatible	Client Server

### III.9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le concept de l'internet des objets, plus précisément les protocoles utilisé par ce dernier et nous avons fait une comparaison, dans le chapitre suivant nous allons présenter le protocole choisi et justifier notre choix.

## **Chapitre IV Solution Proposé**

### **IV.1 Introduction**

Dans ce chapitre nous allons expliciter notre Framework de collecte et transport des données dans le cadre du suivi des patients à distance. En effet, nous allons décrire le matériel et les protocoles de communication utilisés pour le routage des données a partir des capteurs physiologiques portés par le malade jusqu'au serveur dédié au traitement de ces données. Nous allons aussi décrire la topologie du réseau BAN (Body area network) des différents capteurs, et le format unifié des données collectées via ces capteurs.

### **IV.2 Description du système**

#### **IV.2.1 Matériels utilisées**

##### **IV.2.1.1 Smart phone :**

Dans notre solution nous allons utiliser un Smartphone en raison de ces capacités polyvalentes [54], car Il intègre différents types de technologies sans fil (Bluetooth, Wi-Fi, 2G, 3G, voire la 4G) [54], et il est devenu un objet indispensable dans la vie quotidienne.

Dans notre cas nous avons utilisé la technologie Bluetooth pour la collecte des données à partir des capteurs et la technologie de la 3G pour la transmission vers le serveur big data de l'hôpital pour le traitement. Voici les caractéristiques minimums requise pour le smartphone :

**Tableau 4:** caractéristique minimum requise pour le smart phone[54].

<b>Réseaux</b>	2G	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 3G
	3G	HSDPA 850 / 1900 ou HSDPA 2100
<b>Objet</b>	Dimensions	101.3 x 59.4 x 12.4
	Poids	105 g
<b>Mémoire</b>	slot de cartes	microSD, jusqu'à 32 GB
	Interne	512 MB RAM
<b>Données</b>	GPRS	jusqu'à 114 kbps
	EDGE	jusqu'à 560 kbps
	Speed HSPDA	7.2 Mbps
	WLAN	Wi-Fi 802.11 b/g/n Wi-Fi hotspot
	Bluetooth	Oui, v3.0 avec A2DP
<b>Caractéristiques</b>	OS	Android
	CPU	Chipset 600 MHz ou plus
	Capteurs	Accéléromètre, proximité, Boussole
	GPS	Oui, avec A-GPS
<b>Batterie</b>	Batterie, Li-Ion 1230 mAh	En activité jusqu'à 7 h 10 min (2G) / jusqu'à 5 h 50 min (3G)

#### IV.2.1.2 Plateforme de capteur utilisée

Nous avons choisi la plateforme de capteur SHIMMER (SensingHealthwith Intelligence, Modularity, Mobility, and ExperimentalReusability)[54] car elle a beaucoup d'avantage par rapport aux autres plateformes dans notre cas, car elle intègre un module radio de type Bluetooth classe 2 pour avoir une compatibilité lors de l'envoi des résultats avec le smart phone.

Parmi les types de capteurs que fournit le constructeur pour cette plateforme il y a les capteurs physiologiques (Électrocardiogramme 'ECG', Électromyogramme 'EMG', Galvanic Skin Response 'GSR'), dans notre cas nous avons besoin de l'ECG pour avoir les valeurs de l'hyper tension artérielle afin de les transmettre.[54]

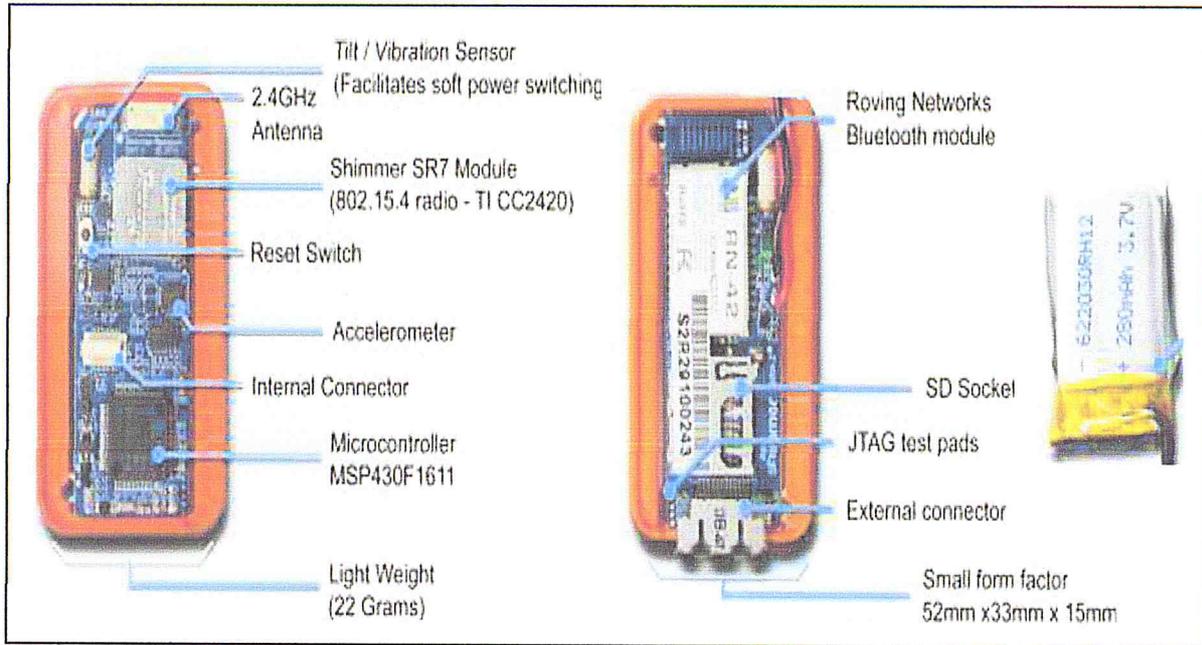


Figure 8 : plateforme de capteur SHIMMER[54]

- Capteurs utilisée

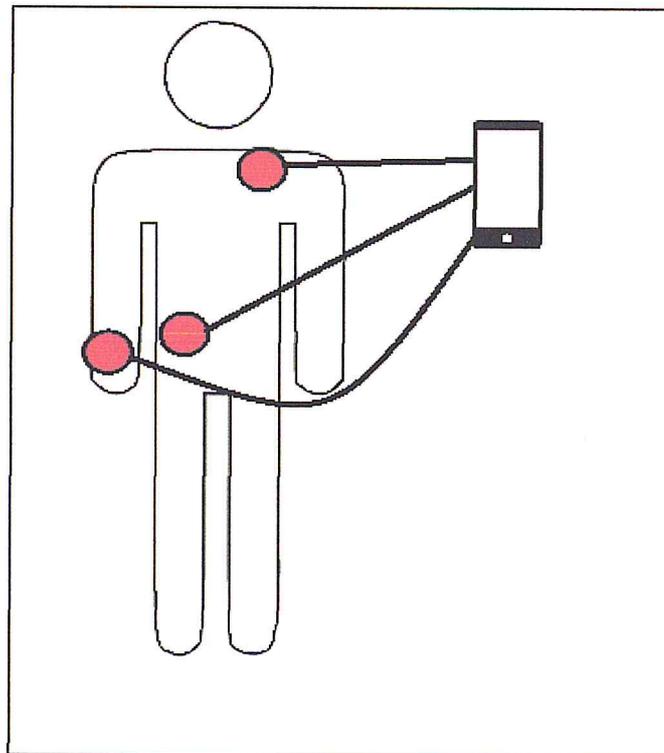
Tableau 5 : Description des capteurs utilisés[55].

Type de Bio Signal mesuré grâce au capteur	Type de technologie utilisée	Donnée mesurée
ECG	Electrodes de peau/torse	Activité électrique du cœur
stress	Capteurs Physiologique	Taux de l'adrénaline et la noradrénaline dans le cerveau.
Tension (systolique et diastolique)	Oscillomètre	Force exercée par le sang sur les vaisseaux
Taux respiratoire	Capteur Piézoélectrique	Nombre d'inspirations et d'expirations par minute
Saturation d'oxygène	Oxymètre de pouls	Taux d'oxygène dans le sang
Pouls	Capteur optique/ Electrodes	Fréquence de battements cardiaques
Glucose sanguin	Biocapteur : glucomètre	Taux de glucose dans le sang
Température	Thermomètre (technologies multiples)	Température

### IV.2.2 Topologie du système

Pour la topologie nous avons :

- un réseau BAN (Body Area Network) : ou Les capteurs sont sur le corps du patient (cercle rouge). Dans la figure les lignes représentent des liaisons sans fil entre les plateformes et le Smartphone.
- un réseau WAN : ce réseau est utilisé pour transmettre les résultats reçus par le Smartphone au serveur distant de l'hôpital pour le traitement.



**Figure 9 :** Topologie du réseau BAN

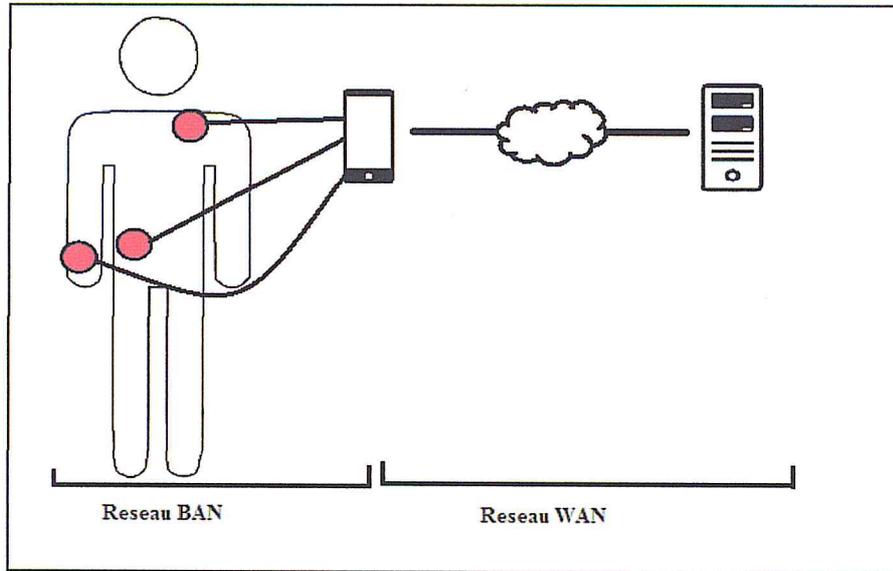


Figure 10 : Réseau BAN et WAN

### IV.2.3 Routage

Les résultats produit par capteurs du réseau BAN sont transmis vers le Smartphone via Bluetooth, en suite se dernier va réunir tous les résultats dans un format bien précis via l'application java que nous avons développée pour avoir un seul format unifié (XML) pour ensuite le transmettre au serveur distant de l'hôpital via le réseau WAN avec la 3G en utilisant le protocole XMPP qui support l'envoi de fichier XML.

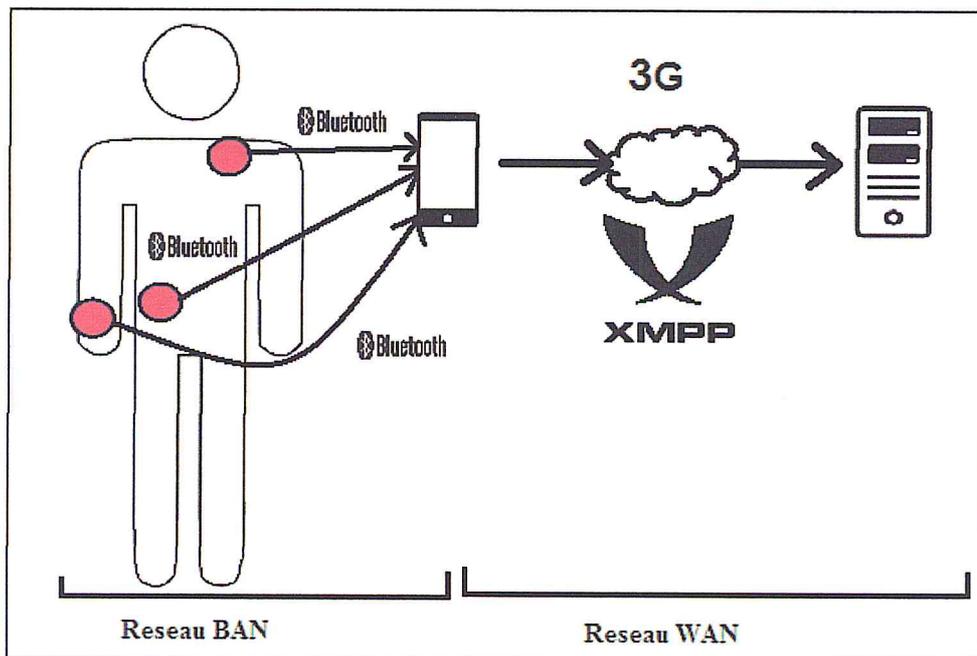


Figure 11 : Routage des données capteurs jusqu'au serveur BIG DATA

### IV.2.4 Protocoles utilisées

#### IV.2.4.1 Le Protocole XMPP

Nous avons choisi le protocole XMPP dans la partie WAN de notre système, c'est-à-dire entre le smart phone et le serveur de l'hôpital pour ces nombreux avantages qui nous aide à implémenter notre solution.

- Tout d'abord le Protocole XMPP est un protocole open source par rapport au autres protocoles qui sont propriétaire comme MQTT (IBM).
- Il utilise le standard XML pour le streaming de données, et comme nous avons plusieurs types de données a collecter et réunir pour les envoyer, le standard XML est parfait pour réunir une variété de données qui sont a la fois structurées et non structurées afin de les envoyer d'un seul coup d'autre part ce standard simplifie grandement l'intégration avec les environnements existants et facilite la circulation des données vers et depuis le réseau XMPP.
- Un des avantages majeur de ce protocole est la sécurité comme dans notre cas on fait un streaming de données médicales personnelles, donc nous avons besoin d'un niveau de sécurité élevé. Le protocole XMPP est le seul protocole qui envoie les données avec un haut niveau de sécurité et avec une grande fiabilité grâce à son architecture client serveur.
- Dans notre solution on fait le streaming des données vers un serveur big data et ce protocole offre une compatibilité avec ces serveurs.
- L'extensibilité, on peut ajouter d'autres hôtes sans modifier l'infrastructure, comme dans notre cas on peut ajouter de nouveau patient.

#### IV.2.4.2 Le Protocole Bluetooth

Nous avons choisi le Bluetooth dans la partie BAN de notre système c'est-à-dire entre les capteurs et le Smartphone pare ce que c'est le seul protocole qui supporte les Smartphones et la plateforme en même temps tant dit que les autres protocoles (zigbee, UWB) ne sont pas supportés par les téléphones intelligents.

### IV.2.5 Format des données

#### IV.2.5.1 XML

XML (entendez ExtensibleMarkupLanguage et traduisez Langage à balises étendu, ou Langage à balises extensible) est en quelque sorte un langage HTML amélioré permettant

de définir de nouvelles balises. Il s'agit effectivement d'un langage permettant de mettre en forme des documents grâce à des balises (markup).[56]

```
<?xml version="1.0"?>
<!ELEMENT  (personne)>
<!ELEMENT personne (pulse,stress , oxygen_concentration ,glycemie ,temperature )>
<!ELEMENT tension (min,max)*>
<!ELEMENT ECG (val)*>

<!ATTLIST personne id ID #REQUIRED
Time TIME #REQUIRED>
<!ATTLIST ECG time #REQUIRED>
<!ELEMENT pulse (#PCDATA)>
<!ELEMENT tension >
<!ELEMENTmin  (#PCDATA)>
<!ELEMENTmax  (#PCDATA)>
<!ELEMENT stress  (#PCDATA)>
<!ELEMENToxygen_concentration (#PCDATA)>
<!ELEMENTglycemie (#PCDATA)>
<!ELEMENT temperature (#PCDATA)>
<!ELEMENT ECG >
<!ELEMENTval (#PCDATA)>
```

Figure 12 : DTD

**DTD :**

XML permet d'utiliser un fichier afin de vérifier qu'un document XML est conforme à une syntaxe donnée. La norme XML définit ainsi une définition de document type appelée DTD (Document Type Definition), c'est-à-dire une grammaire permettant de vérifier la conformité du document XML. La norme XML n'impose pas l'utilisation d'une DTD pour un

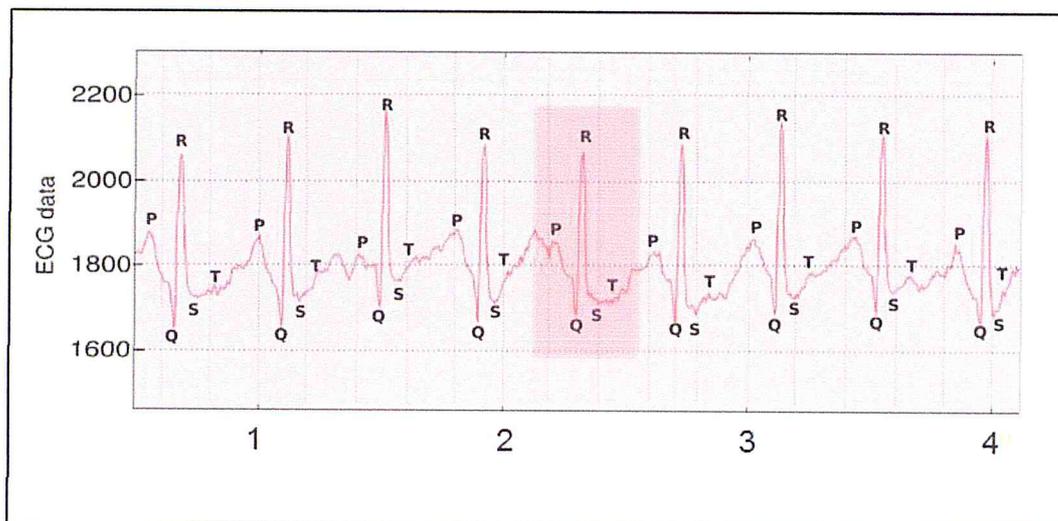
document XML, mais elle impose par contre le respect exact des règles de base de la norme XML.[56]

Ainsi on parlera de:

- **document valide** : pour un document XML comportant une DTD.[56]
- **document bien formé** : pour un document XML ne comportant pas de DTD mais répondant aux règles de base du XML.[56]

Après la récupération des informations à partir de plusieurs capteur, on va les ressembler dans un fichier XML, ce dernier a un DTD pour bien organiser les données.[56]. Notre DTD est la **Figure 12**.

- Le tag **health** : est l'élément racine, le tag **personne** avec les paramètres **ID** pour dire que les données suivantes appartiennent à la personne avec cet ID, le temps est le temps d'envoi de données pour calculer le temps de retard,
- **pulse** : le pouls est la fréquence de battements cardiaques
- **stress** : la conductivité électrique de la peau indique l'état de stress
- **oxygen\_concentration** : est le taux oxygène dans le sang
- **temperature** : la température de corps
- **ECG** : L'électrocardiogramme (ECG) est le résultat graphique de l'activité électrique du cœur au cours du temps, Pour l'envoyer on trouve 3 solutions possibles : l'ECG est composé en cinq majeures parties P Q S R T.



**Figure 13** : Exemple de graphe d'ECG.

Donc la solution est d'analyser le signal et extraire les valeurs des pics.

- 1) compression du signal ECG : il existe plusieurs algorithmes pour compresser un signal. La différence entre eux c'est il y a des algorithmes qu'on perd plus d'information par rapport d'autre ou en va envoyer plus de données et c'est coûteux pour la bande passante.
- 2) envoyer une image de l'ECG : la plus simple solution mais les images sont très grandes au niveau de communication, et même au niveau de stockage.

On a choisi la 2ème solution avec une fréquence d'échantillonnage assez moyenne 100 échantillons par seconde, on va envoyer dans des tags VAL avec l'attribut time qui indique le numéro d'échantillon.

### IV.3 Mode de fonctionnement du système

Notre système de surveillance médicale de maladie cardiaque commence par récupérer les paramètres physiologiques du patient à l'aide des plateformes de capteurs SHIMMER, ensuite ces dernières vont les transmettre en utilisant le protocole Bluetooth vers le Smartphone.

Notre application va faire un semi traitement de données pour les résultats transmis par les capteurs pour le serveur Big data de l'hôpital. Le semi traitement consiste à introduire tous les résultats reçus (pouls, stress, taux d'oxygène, glycémie et température) dans un fichier XML bien défini à l'aide de son DTD pour faciliter la réception et surtout l'exploitation et le traitement des données non structurées produites par les capteurs par le serveur Big data afin d'avoir une meilleure qualité de service et avec rapidité pour un nombre important de patients en même temps à travers la région ciblée. La figure suivante représente le diagramme de classe de notre application

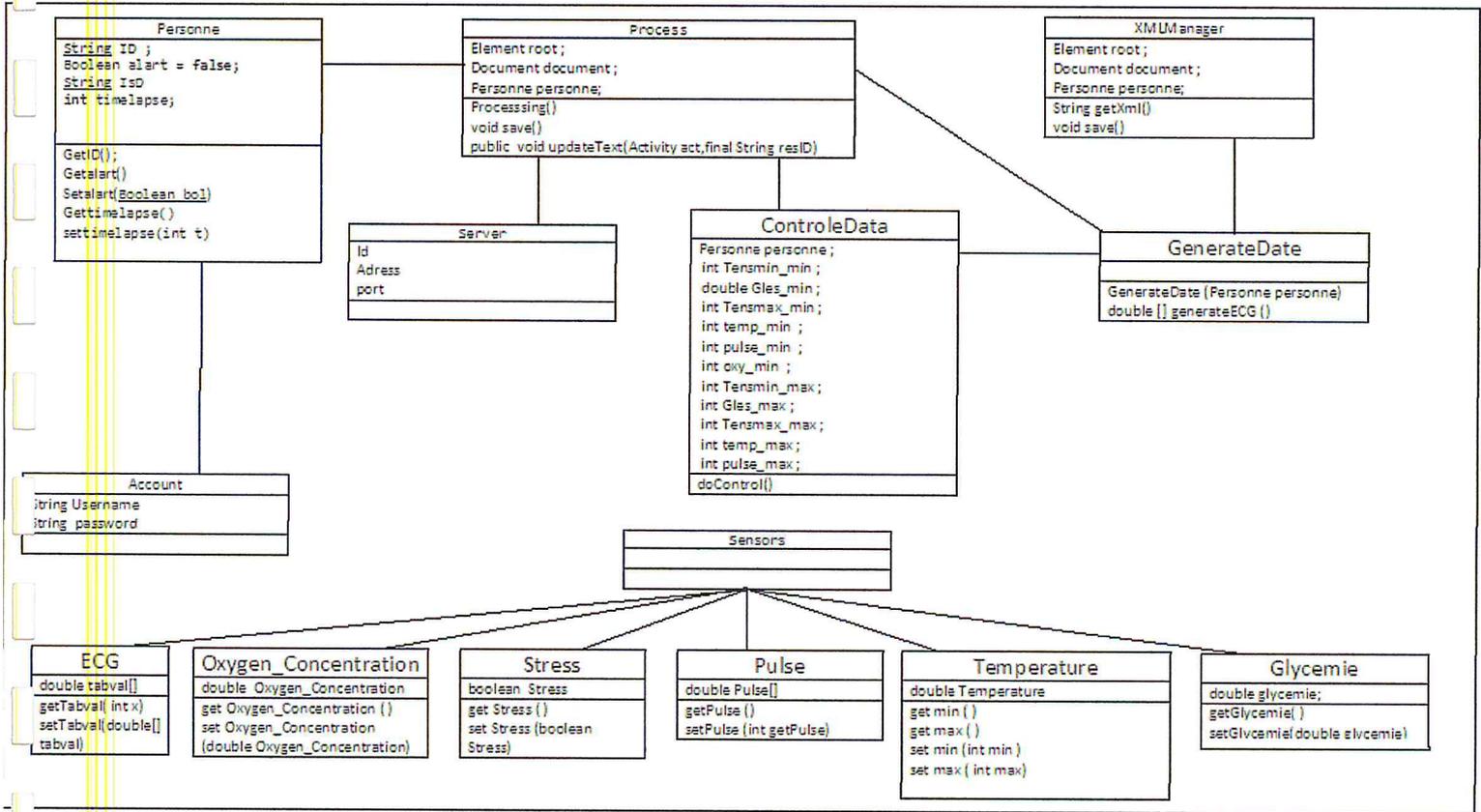


Figure 14 : Diagramme de Class de l'application mobile.

Après avoir terminé le semi traitement le Smartphone va transférer le fichier XML au serveur distant Big data de l'hôpital à l'aide du protocole XMPP qui supporte la transmission de fichier XML avec un haut niveau de sécurité à travers les réseaux étendus en utilisant la 3G ou une connexion avec un point d'accès qui lui-même est connecter à internet.

Quand le fichier XML est reçu par le serveur Big data, ce dernier va décortiquer le fichier pour extraire et traiter les valeurs collecter par les capteurs une par une (température, taux de glycémie, les valeurs de l'ECG pour tracer son graphe, taux d'oxygène dans le sang, etc) afin de faciliter la tâche de surveillance d'un nombre très important de patients, faciliter la prise de décision pour le médecin afin de transmettre les bonnes consignes aux patients.

A la fin le médecin prend une décision de traiter le patient à distance comme il peut lui conseiller de prendre un médicament ou augmenter sa dose ou faire un exercice physique. Ou en cas d'urgence envoyer une équipe a domicile pour prendre soin du malade.

La figure suivante (figure 15) montre un diagramme de séquence qui représente le mode de fonctionnement du système

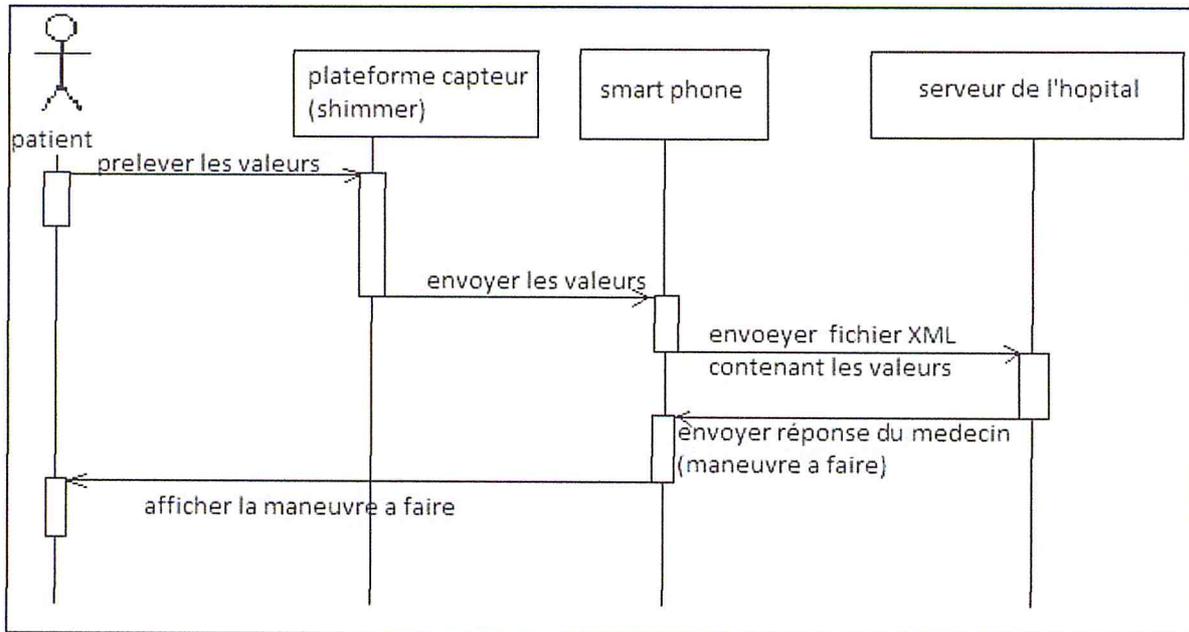


Figure 15 : Diagramme de séquence représentant le système

#### IV.4 Comparaison avec la plateforme Eco-Health

Au niveau d'architecture notre architecture est plus simple, on a des capteurs qui envoient les paramètres physiologiques du patient au Smartphone. Ce dernier fait un traitement et l'organisation de données dans un fichier XML qu'il va être envoyé vers le serveur en utilisant notre propre version de protocole XMPP.

Au niveau serveur, on utilise un serveur Big-data pour qu'en puisse augmenter le nombre des hôtes à un chiffre assez important. ECOHEALTH utilise une base de données relationnelle MySQL donc le nombre d'hôte est limité.

Au niveau de protocole de communication notre version de XMPP est plus rapide, fiable et évolutive, XMPP conçu pour la scalabilité il gère un nombre important des communications au même temps car il utilise la méthode publish/subscribe, la chose qui n'est pas possible avec REST car il utilise la méthode request/response donc il est toujours limité par rapport à XMPP.

Au niveau de sécurité, XMPP est très fort à ce niveau et c'est un point fort pour ce protocole, REST est basé sur HTTP donc il est assez faible au niveau de sécurité mais ECOHEALTH a ajouté un autre module spécial pour la sécurité pour couvrir ce point faible de REST.

### IV.5 Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre notre solution du côté conceptuel en se basant sur les concepts cités dans les chapitres précédant, et on a comparé notre solution à celle de plateforme existante et on a eu comme résultat des points forts par rapport aux critères de notre projet.

## Chapitre V Implémentation

### V.1 Présentation

Dans ce chapitre on va présenter la partie pratique de notre projet la méthode utilisé les outils et les problèmes qu'on a rencontré et les tests qu'on fait pour évaluer à la fin notre travail.

Le but été de réalisé une plateforme pour E-health, un Smartphone qui collecte les données envoyer par des capteurs et faire un streaming pour ces donnes. Donc on a développé une application Android avec une interface graphique, cet application implémente notre version modifie de protocole XMPP

### V.2 Outils utilisé

#### V.2.1 Hardware

Pour implémenté le projet il faut avoir une plateforme SHIMMER avec les capteurs : Electrodes de peau/torse (pour l'Ecg), Oscillomètre, Thermomètre, Capteur Piézoélectrique, glucomètre, Capteur Piézoélectrique, Oxymètre de pouls.

#### V.2.2 Software

On développer l'application Android en Eclipse Luna sous linux Elementaryos.

On a utilisé les dernier API Android 22 avec la version 5.0 Lollipop cette version d'Android support plusieurs type de capteur de senseur.

##### V.2.2.1 La bibliothèque Smack

Smack est un Open Source XMPP (Jabber) bibliothèque pour la messagerie instantanée et de présence. Smack est une bibliothèque développé en Java, il peut être intégré dans des applications pour créer quelque chose à partir d'un client XMPP complet à des intégrations XMPP simples telles que l'envoi de messages de notification et des capteurs de présence.[57]

#### Les packets de Smack

Les paquets de Smack [58] :

- smack-core.jar : fournit les fonctions de base XMPP. Toutes les fonctions de XMPP qui font partie des RFC XMPP sont incluses.
- smack-tcp.jar : pour utiliser XMPP en TCP.
- smack-extensions.jar : le support d'un grand nombre des extensions (XEPS) définies par la XMPP Standards Foundation, y compris les chat multi-utilisateur, le transfert de fichiers, la recherche de l'utilisateur, etc.

- `smack-experimental.jar` : le support des extensions expérimentales (XEPS) définies par la XMPP Standards Foundation. L'API et la fonctionnalité de ces extensions devraient être considérées comme instables.
- `smack-legacy.jar` - le support des extensions existantes (de XEPS) définies par la XMPP Standards Foundation.`smack-bosh.jar` - support pour BOSH (XEP-0124). Ce code doit être considéré comme beta.
- `smack-jingle.jar` : le support à Jingle. Ce code est vieux et maintenant non maintenu.
- `smack-résolveur dnsjava.jar` : support pour résoudre les enregistrements SRV DNS avec l'aide de `DNSjava`. Idéal pour les plates-formes qui ne supportent pas `javax.naming` API.
- `smack-résolveur javax.jar` : support pour résoudre les enregistrements SRV DNS avec le `javax` API d'espace de noms.
- `smack-debug.jar` : débogueur graphique améliorée pour le trafic de protocole. Il sera automatiquement utilisé lorsque trouvé dans le chemin de classe et quand le débogage est activé.
- Smackx est une bibliothèque pour faire des extensions de protocole XMPP. elle possède plusieurs class :

**Tableau 6 : Les fonctionnalités de la bibliothèque Smack.**

Nom	Description
Formulaires de données	Permet de recueillir des données à l'aide de formulaires.
Dernière activité	Communiquer des informations sur la dernière activité associée à une entité XMPP.
Hors ligne flexible message Retrieval	Extension pour la manipulation souple, POP3 comme des messages hors ligne.
Confidentialité listes	Activer ou désactiver la communication avec d'autres entités.
Service Discovery	Permet de découvrir des services dans des entités XMPP.
Extended Stanza Aborder	Permet d'inclure les en-têtes dans strophes afin de spécifier plusieurs destinataires ou sous-adresses.
Chat multi utilisateur	Permet la configuration de la participation à, et l'administration des individuels salles de conférence basé sur du texte.
In-Band Bytestreams	Permet des deux entités de créer un flux d'octets un-à-un entre eux en utilisant XMPP plaine.
Signets	Des signets, par exemple MUC et pages Web.
Les données privées	Gère données privées.
Ad-Hoc commandes	Publicité et exécuter des commandes spécifiques à l'application.
vcard-temp	Le format vCard-XML en cours d'utilisation.
Jabber Recherche	Rechercher les référentiels d'informations sur le réseau XMPP.
Résultat de gestion de Set	Parcourir et gérer autrement la réception de grands ensembles de résultats
PubSub	Générique publier et souscrire fonctionnalité.
SOCKS5 Bytestreams	Out-of-band bytestream entre deux entités XMPP.
XHTML-IM	Permet d'envoyer et de recevoir des messages formatés en utilisant XHTML.

### V.2.2.2 Openfire

Openfire est un serveur en temps réel collaboratif XMPP sous licence GPL écrit en Java par Jive Software, l'éditeur du client libre Spark et de la bibliothèque Smack. Il offre un haut niveau de sécurité et de performance.[59]

Il à un panneau d'administration en page web, il est Personnalisable, plugin interface, il peut supporter plus de 50.000 utilisateurs simultanés, plate-forme indépendante pur Java, il soutien SSL/TLS.

### V.2.2.3 Debian

Debian est une Distribution Linux qui est entièrement composé de logiciels libres et open-source, dont la plupart est sous la GNU General Public License.[60]

La distribution Debian Stable est l'un des plus populaires pour les ordinateurs personnels et les serveurs réseau, et a été utilisé comme une base pour plusieurs autres distributions Linux.[60]

## V.3 Implémentation

Au début pour l'inscription du patient dans cette application il faut remplir un formulaire

Avec les informations nécessaires, nom prénom, email, Age, adresse, groupe sanguin.

Après on va faire une connexion avec le serveur.

Après que le login est réussi, l'application commence à collecter les données et l'envoyer vers le serveur.

Smack est développer pour les messages instantané et la présence, mais nous on veut juste envoyer les données, donc on fait notre extension en utilisant la bibliothèque Smackx, cette dernière a la classe Data Forms qu'on va utiliser pour crée notre type de message, Vuqu'on n'a pas pu se procurer les capteurs donc on va juste donner des valeurs pour tester et évoluer notre travail.

Pour envoyer les données on utilise la bibliothèque de Smack.chat

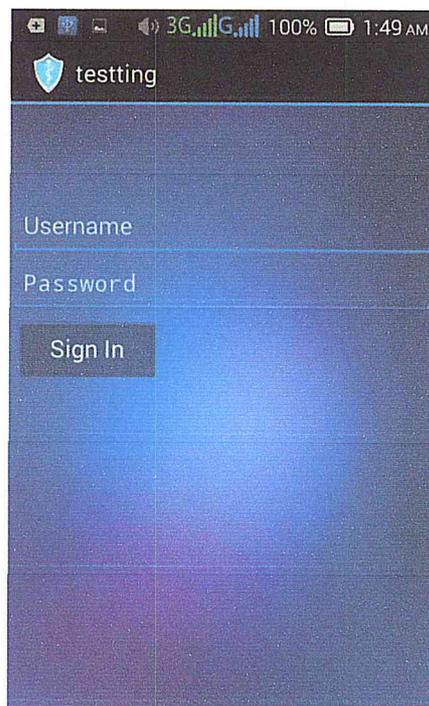
D'abord il faut crée un canal avec le serveur après un message puis ajouter dans ce message les données enregistre dans le data form 'raport' et à la fin envoyer ce message dans le canal.

L'application envoi ces données périodiquement par défaut la valeur est une minute mais l'utilisateur peut changer cette valeur dans les paramètres.

### V.3.1 L'application Android

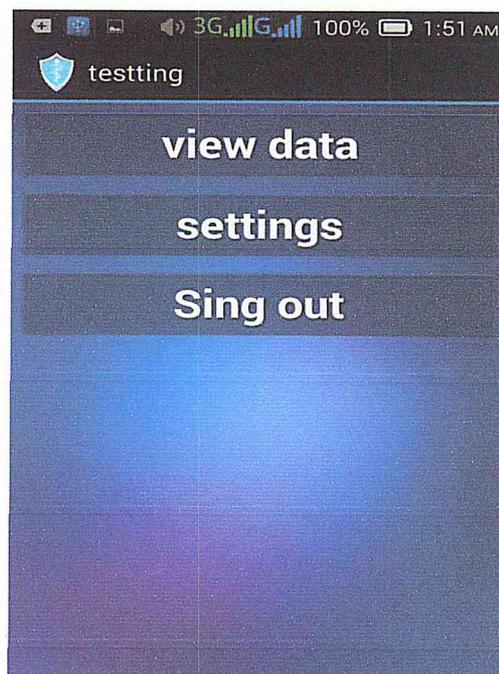
L'application androïde a des caractéristiques pour aider le client (patient) a partager ces données, elle a plusieurs interface, certaine pour afficher les données et d'autres pour changer les paramètres de l'application.

La première comme elle est présentée dans la **figure 14** est une interface Login, elle permet à l'utilisateur de inscrire via un nom et mot de passe déjà attribué par le serveur dans le site web.



**Figure 16** : capture d'écran de l'application android login

si la connexion avec le serveur est réussie et l'authentification est aussi réussie on passe au menu principale qui est présenté dans la **figure 15**.

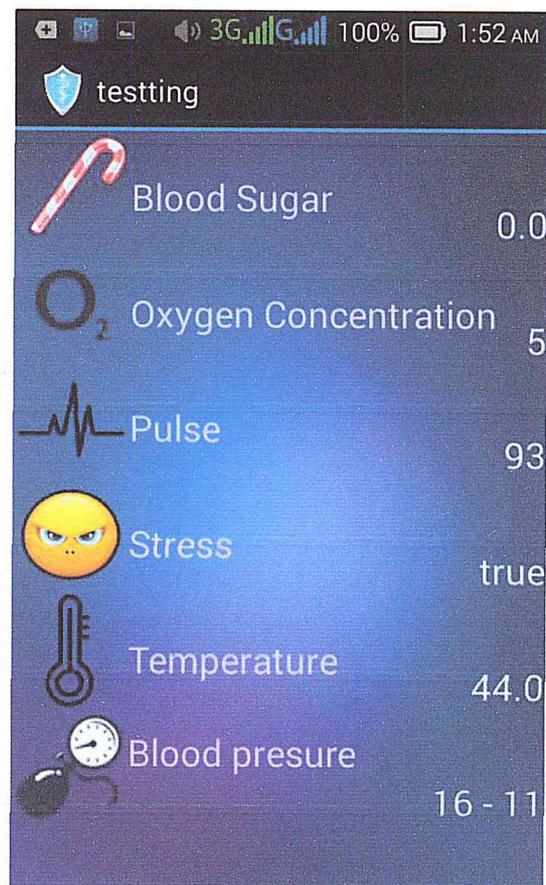


**Figure 17** : capture d'écran de l'application android menu principale

Dans ce menu il y a trois choix :

- view data : qui indique l'affichage de données collectées depuis les capteurs en temps réel en va parler sur cette partie plus tard.
- Setting qui signifie les paramètres.
- Logout qui signifie la déconnexion.

La **figure 16** présente View data



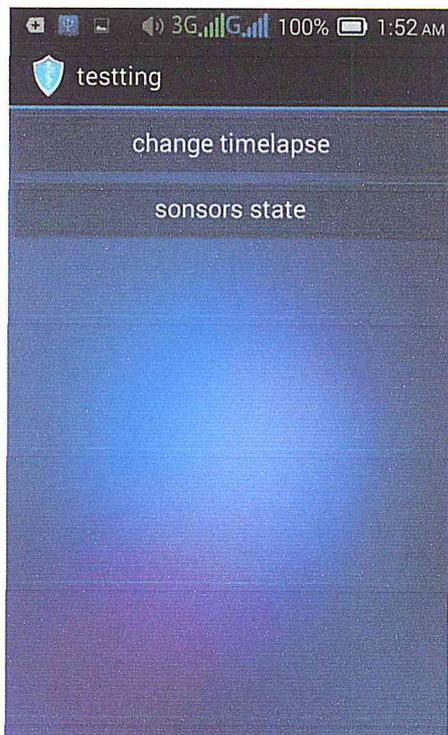
**Figure 18** : capture d'écran de l'application android view data

On peut voir qu'elle est une interface simple qui affiche les données envoyées.

- Blood Sugar pour la glycémie.
- Oxygène concentration est la concentration de oxygène.
- Pulse signifie le pouls.
- blood pressure pour la tension artérielle.

Cette interface n'a aucune interaction avec le client elle affiche juste les données.

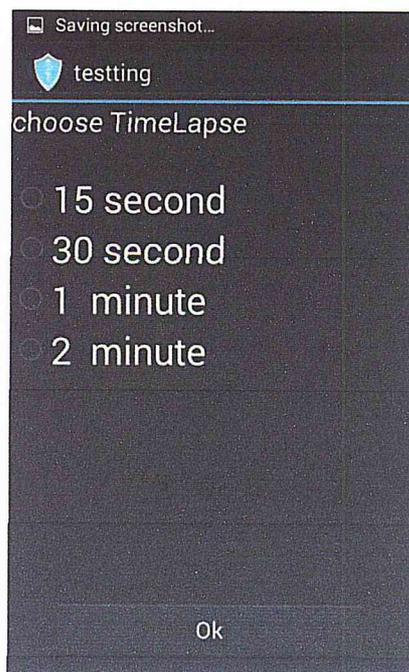
L'interface de paramètre a deux paramètres à changer comme il est démontré dans la **figure 17**.



**Figure 19** : capture d'écran de l'application android parametre

Le premier bouton est pour le changement de temps d'envoi et le deuxième bouton est pour active ou désactiver un capteur.

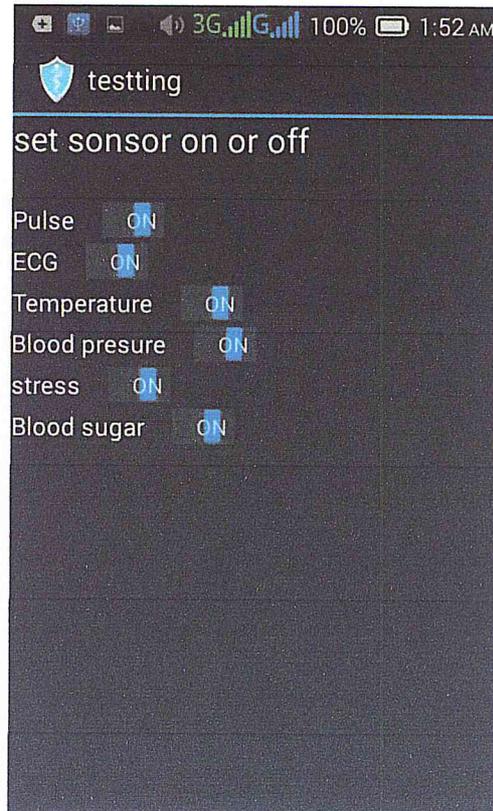
Le temps d'envoi varie entre 15 seconds et 2 min la **figure 18** présente cette interface avec les choix proposé.



**Figure 20** : capture d'écran de l'application android temps d'envoi

Dans cette interface le client a le choix entre quatre lapse de temps : 15 s ou 30 s, 1 minute ou 2 minute, par défaut l'application envoi chaque minute même s'il y a aucun changement de données.

Une autre interface pour les capteurs, elle permet d'activer ou désactiver les capteurs avec un click sur le bouton à coté de nom de capture, comme le démontre la **figure 19**



**Figure 21** :capture d'écran de l'application android l'état descaptures

### V.3.2 Serveur OpenFire

Au niveau du serveur il faut un serveur Big data pour supporter le nombre important de client, malheureusement on n'a pas pu s'en procurer donc on a aboutie a une solution.

La solution est de utilisé un serveurOpenFire de ignite sous Debian.

Les étapes pour installer

Après l'installation de la distribution Debian on fait une mise a jour des paquets avec la commande :

```
sudoapt-get update
```

openfire est développer en Java donc il installer server JRE (Java RuntimeEnvironment) dans notre serveur, la dernière version est 8.0, pour l'installer il faut utilisé la command :

```
sudo apt-get install default-jre
```

Maintenant il faut télécharger openfire depuis le site officiel de l'application avec la commande :

```
wget -O openfire.deb<lien de la version actual de openfire>
```

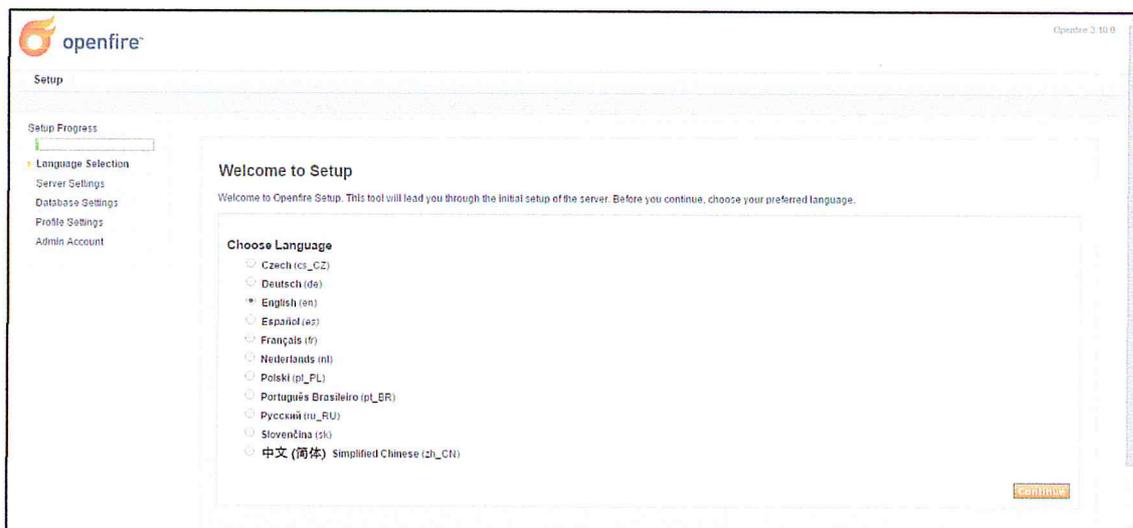
laderineire version de openfire est 3.10.0 donc on peut télécharger avec la commande :

```
wget -O  
openfire.debhttp://www.igniterealtime.org/downloadServlet?filename=openfire/openfire_3.10  
.0_all.d
```

Si le terminal termine le téléchargement, on peut installer avec la commande

```
sudo dpkg --install openfire.deb
```

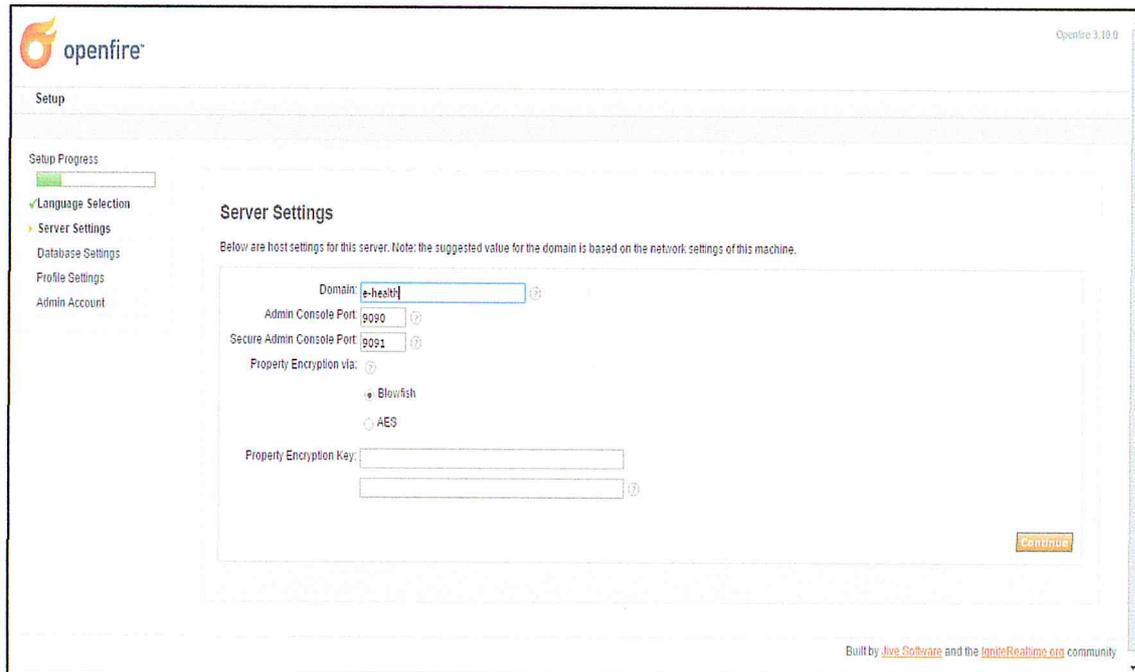
Quand l'installation est terminer, une page web sera lancer au navigateur pour configure le serveur. La première page est pour choisir la langue de l'interface de configuration



**Figure 22 :**configuration Openfire choix de langue

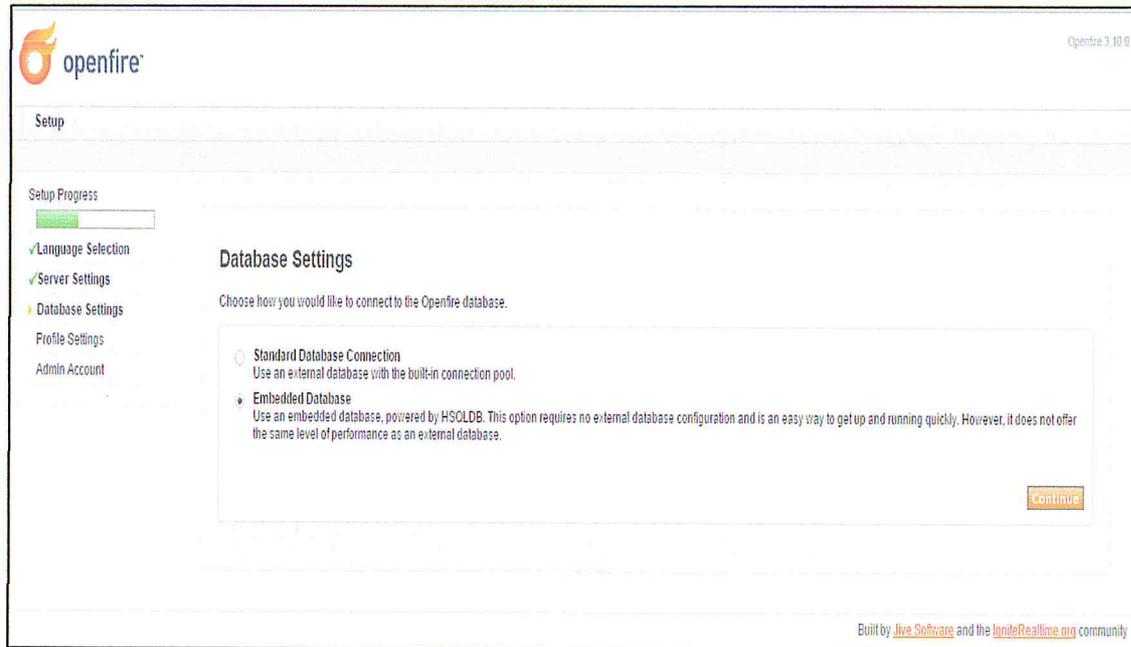
On va choisir english, et on clique sur continue

Ensuite OpenFire vous donne la main pour choisir le domaine de serveur, le port pour la console d'administrateur est le port de la restauration de console d'administrateur puis le type de cryptage soit en Blowfish ou AES



**Figure 23 : configuration Openfire domain du ports**

Après il faut choisir la base de données openfire, il propose plusieurs choix pour l'utilisateur : Soit une base de données externe Mysql, Oracle, microsoftSQLserver, Postgresql, IBM BD2 ou une base de données embarquée (Embedded Database) qu'utilise une base de données intégrée, alimenté par HSQLDB. Cette option ne nécessite aucune configuration de base de données externe et est un moyen facile pour l'utiliser. Cependant, il ne propose pas le même niveau de performance qu'une base de données externe.



**Figure 24 :** configuration Openfire choix de base de données

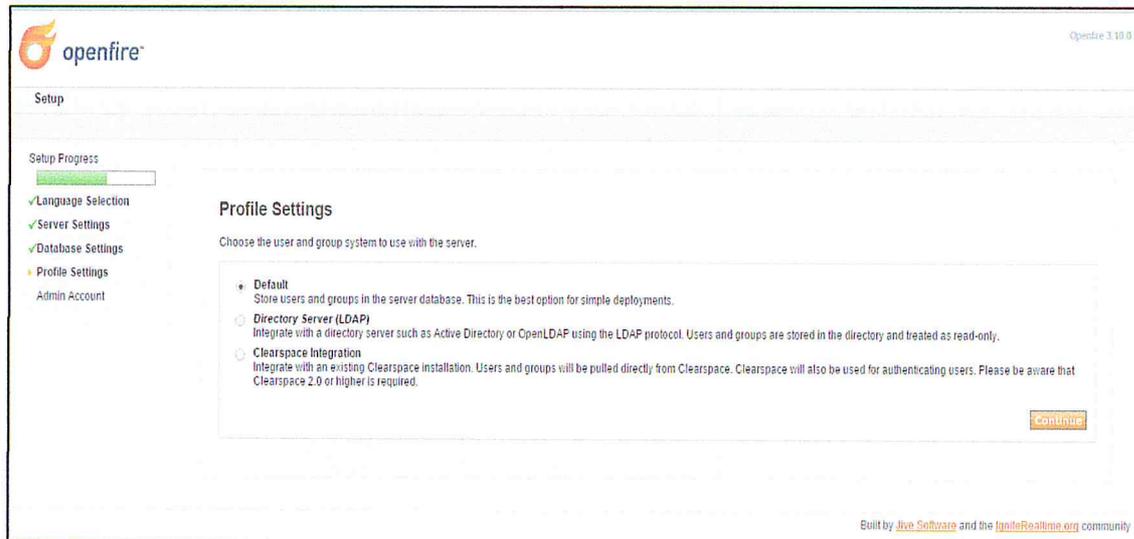
Ensuite il faut choisir le système de l'utilisateur et le groupe à utiliser avec le serveur.

Il y a trois choix Default, Directory Server (LDAP), ClearSpaceIntegration.

Default : les utilisateurs et les groupes sont enregistré dans la base de données du serveur. Ceci est la meilleure option pour les déploiements simples.

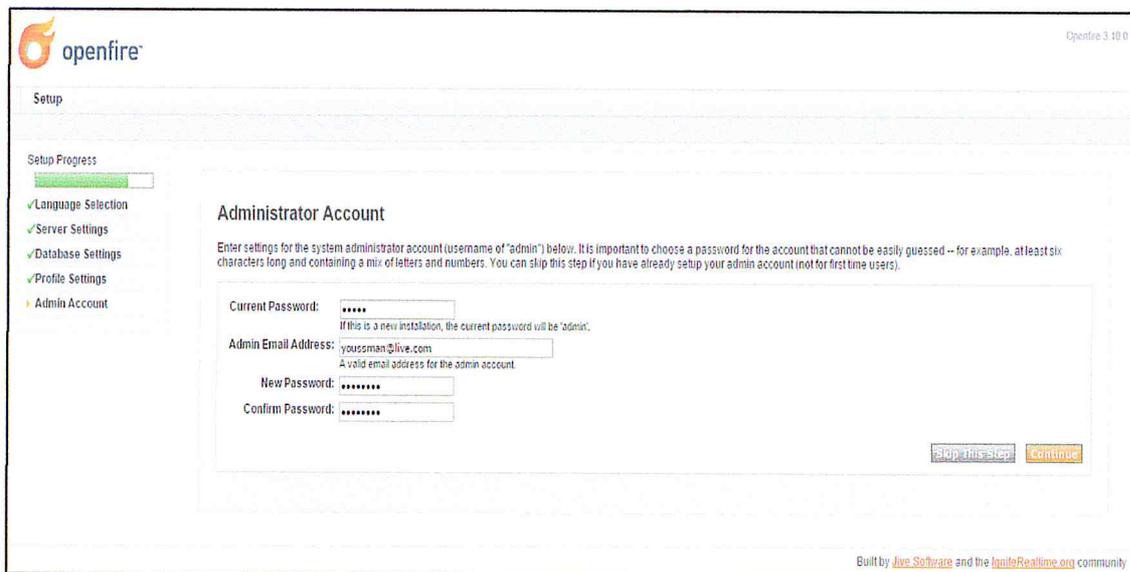
Directory Server (LDAP) : l'intégration avec un serveur comme Active Directory ou OpenLDAP en utilisant le protocole LDAP. Les utilisateurs et les groupes sont stockés dans le répertoire de serveur et traités en lecture seule.

Intégrer avec un existant Clearspace installation. Les utilisateurs et les groupes seront tirés directement de Clearspace. Clearspace sera également utilisé pour authentifier les utilisateurs. Clearspace 2.0 ou supérieur est requis.



**Figure 25 :** configuration Openfire paramètres de profile

La dernière étape et de remplir l'adresse mail de l'administrateur et le mot de passe  
Si c'est la première fois on met dans le premier champ « admin »



**Figure 26 :** configuration Openfire paramètres de profile

Si la configuration et bien passé donc on peut accéder à interface de l'administrateur dans le lien localhost:9090/index.jsp

L'interface offre plusieurs fonctionnalités

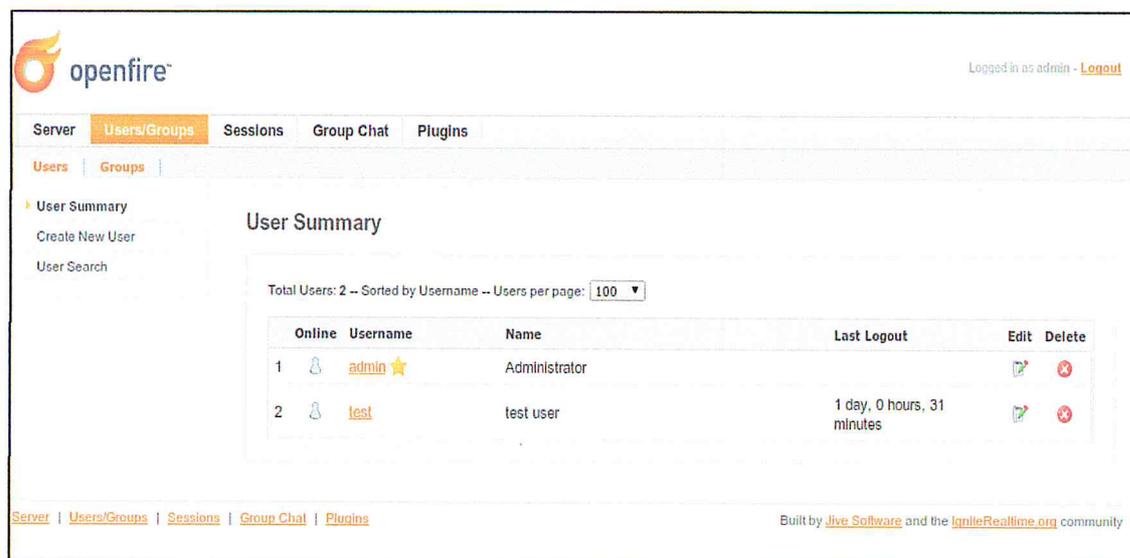


Figure 27 : interface administrateur Openfire.

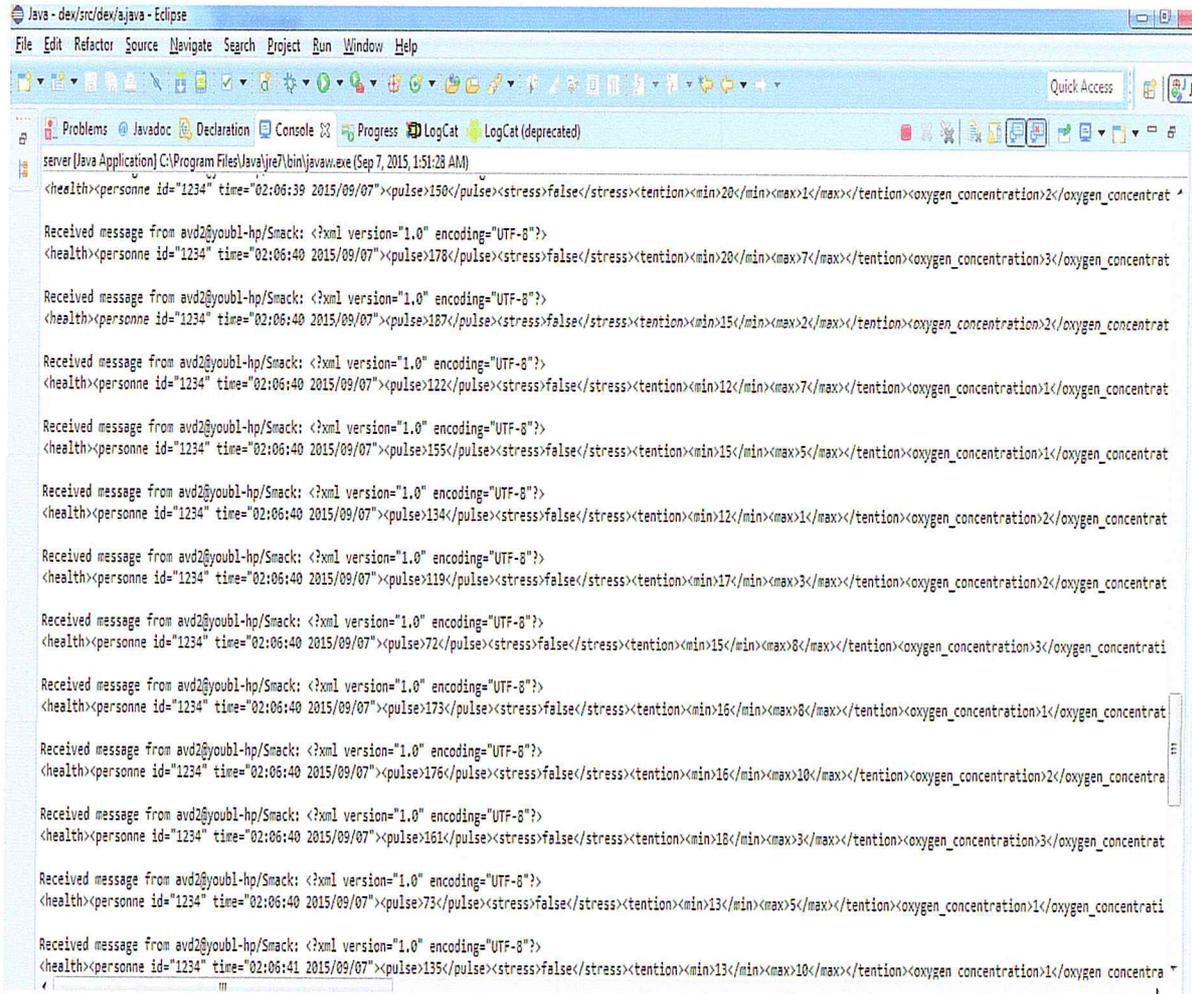
### V.4 Tests

Pour tester et évaluer ce travail il faut avoir une application Big-data au niveau de serveur et plusieurs machine Android ou une machine serveur très puissante pour crée un nombre important de machine virtuelle Android pour testes réellement notre protocole.

Malheureusement, Durant l'écriture de ces lignes, l'application serveur n'a pas été terminée, et même on n' pas les moyens hardware pour simulé un nombre assez important de patient, alors les tests sont fait juste pour voir si l'application envoi les donnes via notre protocole, la chose quelle été très difficile car l'Openfire est serveur dédié pour les clients XMPP simple come Spark...etc., et nous on a changé ce protocole pour créés notre version , mais on a implémenter un simple serveur Java qui reçoit les donnes envoyer par les machine , on a essayé avec l'AVD (Android Virtual Device) notre matériel a réussi a lancé 3 machine , plus 2 machine real android , les machine virtuel sont des simulation de Nexus 4 avec la version android 5.1.0 (Lollipop) . Les machines real sont des LENOVO A319 avec android KitKat4.4.2, on a testé en envoyant un nombre important, on a envoyé jusqu'à 13 paquet par seconde et cette rapidité d'envoi dépend du processeur du matériel mais cette vitesse et largement suffisante pour des capteurs ou la vitesse maximal est celle de pouls avec 1 paquet par second.

La figure 26 est une capture d'écran pour console Eclipse qui affiche les messages reçus

Une série de message envoyé par l'AVD le taux de perte de données est toujours 0 %

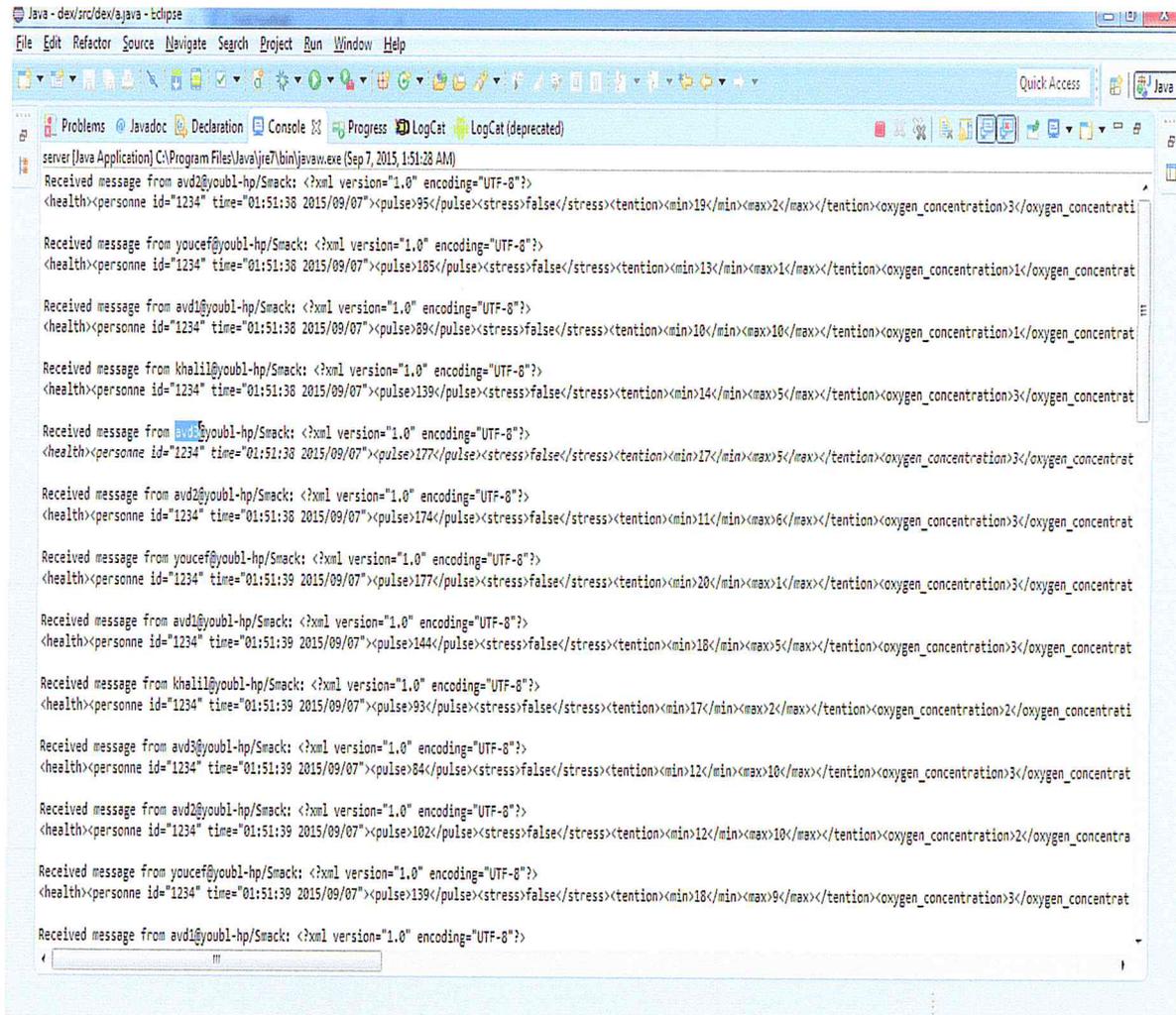


```
server [Java Application] C:\Program Files\Java\jre7\bin\javaw.exe (Sep 7, 2015, 1:51:28 AM)
<health><personne id="1234" time="02:06:39 2015/09/07"><pulse>150</pulse><stress>false</stress><tention><min>20</min><max>1</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>178</pulse><stress>false</stress><tention><min>20</min><max>7</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>187</pulse><stress>false</stress><tention><min>15</min><max>2</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>122</pulse><stress>false</stress><tention><min>12</min><max>7</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>155</pulse><stress>false</stress><tention><min>15</min><max>5</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>134</pulse><stress>false</stress><tention><min>12</min><max>1</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>119</pulse><stress>false</stress><tention><min>17</min><max>3</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>72</pulse><stress>false</stress><tention><min>15</min><max>8</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrati
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>173</pulse><stress>false</stress><tention><min>16</min><max>8</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>176</pulse><stress>false</stress><tention><min>16</min><max>10</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentra
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>161</pulse><stress>false</stress><tention><min>18</min><max>3</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:40 2015/09/07"><pulse>73</pulse><stress>false</stress><tention><min>13</min><max>5</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrati
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="02:06:41 2015/09/07"><pulse>135</pulse><stress>false</stress><tention><min>13</min><max>10</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen concentra
```

Figure 28 : capture d'écran réception des messages d'une seule machine

Le premier message a été reçu à la seconde 39, les 11 prochains messages sont tous arrivés à la seconde 40. Notre application envoie chaque 15 seconde.

On a essayé aussi avec plusieurs machines et le résultat est positif : le taux de perte est également 0%. 40 messages reçus en 6 secondes à partir de 5 différentes machines. La figure 27 représente la réception des messages.



```
server [Java Application] C:\Program Files\Java\jre7\bin\javaw.exe (Sep 7, 2015, 1:51:28 AM)
Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>95</pulse><stress>false</stress><tention><min>19</min><max>2</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrati

Received message from youcef@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>185</pulse><stress>false</stress><tention><min>13</min><max>1</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrat

Received message from avd1@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>89</pulse><stress>false</stress><tention><min>18</min><max>10</max></tention><oxygen_concentration>1</oxygen_concentrat

Received message from khalil@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>139</pulse><stress>false</stress><tention><min>14</min><max>5</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from avd3@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>177</pulse><stress>false</stress><tention><min>17</min><max>5</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>174</pulse><stress>false</stress><tention><min>11</min><max>6</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from youcef@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>177</pulse><stress>false</stress><tention><min>20</min><max>1</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from avd1@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>144</pulse><stress>false</stress><tention><min>18</min><max>5</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from khalil@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>93</pulse><stress>false</stress><tention><min>17</min><max>2</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentrati

Received message from avd3@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>84</pulse><stress>false</stress><tention><min>12</min><max>10</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from avd2@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>102</pulse><stress>false</stress><tention><min>12</min><max>10</max></tention><oxygen_concentration>2</oxygen_concentra

Received message from youcef@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<health><personne id="1234" time="01:51:38 2015/09/07"><pulse>139</pulse><stress>false</stress><tention><min>18</min><max>9</max></tention><oxygen_concentration>3</oxygen_concentrat

Received message from avd1@youb1-hp/Smack: <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

Figure 29 : capture d'écran réception des messages

### V.5 Conclusion

A la fin de ce chapitre on peut dire que le choix de protocole au chapitre 3 et la conception été bien étudié, car a l'implémentation on trouve que ce protocole est très riche et extensible qu'on peut faire tout avec ce protocole et au même temps on peut bénéficier de ces point fort come la rapidité, sécurité...etc. on fait tout pour réussir l'implémentation avec notre extension de protocole XMPP, on peut dire aussi que nous avons beaucoup appris comment lire et utiliser des bibliothèques pour créés quelque chose de nouveau. Nous espérons que ce travail peut aider qui va travailler dans ce domaine plus tard.

## Conclusion Général

Le secteur de la santé est un secteur très important pour la population, et l'innovation de la technologie a grandement contribué à l'évolution de ce dernier, car il y a beaucoup de projets qui ont vu le jour dans la télésanté. Parmi ces projets on a les projets spécialisés dans la surveillance des patients à domicile, mais ces solutions doivent être innovantes, souples, légères, simples à utiliser et non intrusives de façon à ce qu'elles puissent se déployer rapidement et à faible coût. La majorité de ces travaux concernant la télésanté en mobilité effectuent la collecte des données selon d'une connectivité permanente du système de capture, permettant la transmission immédiate des données, et par conséquent, un suivi en temps réel.

Plusieurs contraintes font que cette Solution est très difficile à satisfaire, parmi c'est contraintes on a la sécurité des données lors de l'envoi, le support d'un nombre important d'hôte avec un envoi fiable et la variété des données produites par les capteurs.

Nous proposons comme solution dans ce travail un Framework qui répond aux contraintes citées. A cette fin, nous avons fait une étude sur tous les protocoles utilisés par l'internet des objets et implémenter le plus adéquat à notre cas. Le test consiste à générer des résultats de capteurs et les envoyer vers le serveur distant et de voir la qualité lors de l'envoi, et cherché à répondre au besoin de la fiabilité d'envoi.

Le premier point qui nous est apparu fondamental a été de s'intéresser à l'unification des données générées par les capteurs. Nous avons donc utilisé le format de fichier XML pour unifier tous les résultats produits par les capteurs médicaux que se soit de nature structurés ou non structurés, un autre avantage lié au format XML est sa compatibilité avec le protocole XMPP, car ce dernier utilise le standard XML pour le streaming de données. Ce protocole a l'avantage d'être compatible avec le serveur Big data pour pallier au problème d'accroissement du nombre d'hôte client afin d'avoir une meilleure qualité de service.

Les résultats de nos tests ont permis de conclure une meilleure fiabilité, sécurité, rapidité et pour la scalabilité on n'a pas pu obtenir de résultat à cause du coût élevé des serveurs big data qu'on n'a pas pu s'en procurer.

Dans ce mémoire on s'est intéressé précisément au côté client du Framework, ce qui nous a permis de bénéficier de maîtriser le langage java mobile et le standard de format de fichier XML, l'utilisation des protocoles et leurs modifications à nos propres besoins.

Enfin nos perspectives est de compléter la partie serveur de ce projet et de répondre au maximum a toutes les contraintes lié à ce domaine, et de contribuer à l'évolution et le développement du domaine de la télésanté dans des études supérieures.

# Bibliographies

1. *Mobile eHealth Services*. **Olivier, Perroud**. Fribourg : l'Université de Fribourg, 2008.
2. **CNRTL, Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales**. santé. <http://www.cnrtl.fr/>. [En ligne] <http://www.cnrtl.fr/definition/medecine>.
3. **OMS, Organisation Mondiale De La Santé**. Questions-réponses. *www.who.int*. [En ligne] <http://www.who.int/suggestions/faq/fr/>.
4. **ARS, Agence national de la santé**. Définitions et bénéfices de la Télémédecine. <http://www.ars.nordpasdecalais.sante.fr/>. [En ligne] <http://www.ars.nordpasdecalais.sante.fr/Definitions-et-benefices-de-la.130579.0.html>.
5. **qualitiso**. e-santé, m-santé, quantified self, télémédecine ? les définitions. <http://www.qualitiso.com/>. [En ligne] <http://www.qualitiso.com/esante-quantified-self-msante-telemedecine-definition/>.
6. **OMS, Organisation mondiale de la Santé**. La définition de la santé de l'OMS. *OMS*. [En ligne] <http://www.who.int/>, 2003. [Citation : 20 05 2015.]
7. *Télémédecine, télésanté, eSanté*. **KOHLER, Pr. François**. 2009.
8. **Télécommunications, Agence Wallonne des. eHealth**. Investir dans les systèmes de soins de santé du futur. *Agence du Numérique*. [En ligne]
9. *Mobile eHealth Services*. **Olivier, Perroud**. Fribourg : s.n., 2008.
10. *A Web platform for interconnecting body sensors and improving*. **Pedro , Maiaa, et al**. 2014.
11. **KONE, Angeline**. *Big data (rapport de stage)*. LYON : INSA LYON, 2013.
12. **Kumar, SvasthBharathMuni**. *Role of Big Data Analytics in Rural Health Care*. Tamil Nadu : VIT University, Vellore, Tamil Nadu, India.
13. **Aboul Ella Hassanien, Ahmed Tahar Azar, Vaclav Snasel, Janusz Kacprzyk, Jemal H. Abawajy**. *Big data in complexe systems challenges and opportunities*. londre : Springer, 2015. 2197-6511.
14. *Big Data : exploiter de grands volumes de données : quels enjeux pour les acteurs du marché de l'information et de la connaissance ?*. Paris : Maison de l'Europe, 2012. journée d'étude du GFII.
15. **Schmidt, Stefan**. Les 3 V du Big Data : Volume, Vitesse et Variété. *Journal du net*. [En ligne] 31 05 2012. <http://www.journaldunet.com/solutions/expert/51696/les-3-v-du-big-data--volume--vitesse-et-variete.shtml>.

16. **blum, Simon.** *Les instituts de sondage sont-ils préparés à l'utilisation des Big Data ?* paris : s.n., 2012-2013.
17. **Nexialog.** *Etude sur le Big Data (Nexialog consulting)* . Paris : s.n., 2014.
18. **Corp Events.** Guide du Big Data. 2013 2014, Vol. I.
19. **Fernandez, Alain.** La technologie mise en oeuvre "sous" le Big Data. *Piloter la performance*. [En ligne] <http://www.piloter.org/business-intelligence/technologie-big-data.htm>.
20. **precodata.** Big Data : 10 points majeurs à considérer pour leur gestion et leur analyse. *precodata*. [En ligne] <http://www.precodata.com/fr/article/13/big-data-10-points-majeurs-consid-rer-pour-leur-gestion-et-leur-analyse.html>.
21. **Béranger, Jérôme.** Quelle éthique pour l'usage des "big data" en santé? *ticsante.com*. [En ligne] 20 02 2015. [http://www.ticsante.com/print\\_story.php?story=2235](http://www.ticsante.com/print_story.php?story=2235).
22. *Les enjeux de Big Data dans le domaine de la santé publique - Regards partagés entre politique, médecine, droit et éthique.* **Bénédicte BEVIÈRE-BOYER, Nadia BELRHOMARI.** Palais du Luxembourg – Salle Monnerville 26 rue de Vaugirard 75006 Paris : s.n., 2015.
23. **Hamilton, Bill.** Big Data is the Future of Healthcare. *Cognizant*. 2012, Vol. I, 20.
24. **E.K.PARK, Dr W.LIU & Dr.** Big data as en e-health service. *Big data as en e-health service*. California : s.n., p. 983.
25. **Basel Kayyali, David Knott, and Steve Van Kuiken.** The big-data revolution in US health care: Accelerating value and innovation. *mckinsey&company*. [En ligne] 04 2013. [http://www.mckinsey.com/insights/health\\_systems\\_and\\_services/the\\_big-data\\_revolution\\_in\\_us\\_health\\_care](http://www.mckinsey.com/insights/health_systems_and_services/the_big-data_revolution_in_us_health_care).
26. **C.Chenard.** INTRODUCTION À L'INTERNET DES OBJETS. *Réseau veille tourisme*. [En ligne] 28 05 2014. <http://veilletourisme.ca/2014/05/22/introduction-a-linternet-des-objets/>.
27. **Nemri, Mehdi.** Demain, l'Internet des objets. *LA NOTE D'ANALYSE*. France Stratégie , 2015, 22.
28. **edeaion.** *OpenIoT, une solution libre pour l'internet des objets*. Lyon : s.n., 2015.
29. **Institut Montaigne.** BIG DATA ET OBJETS CONNECTÉS. *BIG DATA ET OBJETS CONNECTÉS*. Paris : s.n., 2015.
30. **Korngold, Jessica.** *Objets connectés voués à la santé : Les français sont-ils prêts ?* Paris : Université Paris Ouest Nanterre La Défense UFR SEGMI, 2013-2014.

31. **Bouffaron, Pierrick.** Les Objets Connectés : la nouvelle génération d'Internet ? *bulletins-electroniques*. [En ligne] 13 09 2013. <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/73919.htm>.
32. **KIN-FOO, Antonio.** Object Name Service (ONS) - Un service de nommage pour les objets de l'Internet. *Object Name Service (ONS) - Un service de nommage pour les objets de l'Internet*. 10 11 2011.
33. **Janssen, Cory.** *Host Identity Protocol (HIP)*. s.l. : Techopedia, 2015.
34. **Rouse, Margaret.** RFID (radio frequency identification). *techtarget*. [En ligne] 05 2007. <http://searchmanufacturingerp.techtarget.com/definition/RFID>.
35. **jobintree.** *jobintree.com*. [En ligne] <http://www.jobintree.com/dictionnaire/definition-rfid-puces-rfid-1024.html>.
36. **Janssen, Cory.** Mobile Ad Hoc Network (MANET). *techopedia*. [En ligne] <http://www.techopedia.com/definition/5532/mobile-ad-hoc-network-manet>.
37. **KHERBACHE Zeyneb, LARIBI Amina.** *Étude de la Qualité de Service (QoS) dans les Tlemcen* : s.n., 2011.
38. **Coulon, Alain.** *L'Internet des Objets Un gisement à exploiter*. 2010.
39. **Les défis du CEA. Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.** 190, Gif-sur-Yvette : s.n., 2014.
40. **Ordre National des Medcins.** *SANTÉ CONNECTÉE DE LA E-SANTÉ À LA SANTÉ CONNECTÉE*. Paris : Ordre National des Medcins, 2015.
41. **korben.** XMPP à tout faire. [En ligne] [http://wiki.korben.info/xmpp\\_a\\_tout\\_faire](http://wiki.korben.info/xmpp_a_tout_faire).
42. **ibm.** Développement d'applications MQTT. [En ligne] [http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSCGGQ\\_1.2.0/com.ibm.ism.doc/Developing/devmqttapp.html?lang=fr](http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSCGGQ_1.2.0/com.ibm.ism.doc/Developing/devmqttapp.html?lang=fr).
43. **apache.** MQTT manual. *activemq.apache.org*. [En ligne] <https://activemq.apache.org/apollo/documentation/mqtt-manual.html>.
44. **Egli, Peter R.** *AN INTRODUCTION TO MQTT, A PROTOCOL FOR*. s.l. : indigoo.
45. **IBM.** MQTT V3.1 Protocol Specification. <http://public.dhe.ibm.com/>. [En ligne] <http://public.dhe.ibm.com/software/dw/webservices/ws-mqtt/mqtt-v3r1.html>.
46. **Borderie, Xavier.** Xavier Borderie. *journal du net*. [En ligne] [http://www.journaldunet.com/developpeur/tutoriel/xml/030707xml\\_rest1b.shtml](http://www.journaldunet.com/developpeur/tutoriel/xml/030707xml_rest1b.shtml).
47. <http://innovmail.jimdo.com/>. [En ligne] [http://innovmail.jimdo.com/app/download/2848172920/Veille+E\\_SI-Description+technologies+V0-5.pdf?t=1255297691](http://innovmail.jimdo.com/app/download/2848172920/Veille+E_SI-Description+technologies+V0-5.pdf?t=1255297691).

48. **journaldunet**. L'architecture REST. *journaldunet*. [En ligne] [http://www.journaldunet.com/developpeur/tutoriel/xml/030707xml\\_rest1a.shtml](http://www.journaldunet.com/developpeur/tutoriel/xml/030707xml_rest1a.shtml).
49. **Pautasso, Cesare**. *WS vs. RESTful Services*. crete : Faculty of Informatics, USI Lugano, Switzerland, 2010.
50. Developing a Web 2.0 application using the InfoSphere Business Glossary REST API. *ibm*. [En ligne] <http://www.ibm.com/developerworks/data/library/techarticle/dm-0909infosphererest/>.
51. **Z. Shelby (Sensinode), K. Hartke, C. Bormann (Universitaet Bremen TZI)**. Constrained Application Protocol (CoAP). [En ligne] Juin 2014. <http://www.bortzmeyer.org/7252.html>.
52. **Shelby, Zach**. ARM CoAP Tutorial. *slideshare.net*. [En ligne] 19 mai 2013. <http://image.slidesharecdn.com/coap-iot-tutorial-130519145022-phpapp02/95/arm-coap-tutorial-4-638.jpg?cb=1398894174>.
53. **ROWE, KIM**. Internet of Things requirements and protocols. *embedded-computing*. [En ligne] <http://embedded-computing.com/articles/internet-things-requirements-protocols/>.
54. **Djamal, Benferhat**. Conception d'un systeme de communication tolerant la connectivite intermittente pour capteurs mobiles biometriques - Application a la supervision medicale de l'activite cardiaque de marathoniens. *Conception d'un systeme de communication tolerant la connectivite intermittente pour capteurs mobiles biometriques - Application a la supervision medicale de l'activite cardiaque de marathoniens*. Bretagne : s.n., 2013.
55. **Universal Biotech**. *Perspective d'utilisation des capteurs et biocapteurs dans la surveillance des maladies chroniques*. Ile-de-France : s.n., 2013.
56. **Renault, Ludovic**. Introduction au XML (Structure d'un document XML). *quicktopic*. [En ligne] <http://www.quicktopic.com/29/D/rcr8vkwr5EKFr?inline=1>.
57. **Jive**. Smack API. *ignite realtime*. [En ligne] <https://www.igniterealtime.org/projects/smack/>.
58. Smack: Getting Started. *ignite realtime*. [En ligne] <https://www.igniterealtime.org/builds/smack/docs/latest/documentation/gettingstarted.html>.
59. Openfire. *jabberfr*. [En ligne] <http://wiki.jabberfr.org/Openfire>.
60. About Debian. *Debian*. [En ligne] <https://www.debian.org/intro/about>.
61. **Pierre-Jean Benghozi, Sylvain Bureau et Françoise Massit-Folléa**. *L'INTERNET DES OBJETS*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'homme, 2009.
62. **Bargoin, Vincent**. E-santé : quels enjeux éthiques, scientifiques, financiers s'interroge le CNOM. *medscape france*. [En ligne] 05 02 2015. <http://www.medscape.fr/voirarticle/3601273>.

63. **Hautrive, Patrick.** Les protocoles réseaux. *hautrive.free.fr*. [En ligne]  
<http://hautrive.free.fr/reseaux/architectures/protocoles-de-reseaux.html#protocolescommunication>.
64. **stephane.** Les protocoles - initiation -. *sfavreau.chez-alice.fr*. [En ligne]  
<http://sfavreau.chez-alice.fr/reseau/normes/norme2.htm>.
65. **Ballif, Robert.** reseaux. [En ligne] <https://sites.google.com/site/ballif1073/informations-1/generalites/le-modele-osi>.
66. **nahorna.** *Le protocole IP*. 2010.
67. **CommentCaMarche.** Le standard GPRS. 2014.
68. **sebsauvage.** Le modèle en couches, le modèle OSI. *sebsauvage.net*. [En ligne]
69. **California, Information Sciences Institute University of Southern.** TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL. *The Internet Engineering Task force*. [En ligne]  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc793.txt>.