



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Spécialité : Télémédecine

présenté par : KHEBICHAT Zineb et SIFI Nouria

Réalisation d'une interface dédiée à la Télésurveillance
Médicale en réanimation

Soutenu le 25 juin 2018 devant le Jury

Mme	L. DALI YUCEF	MAA	Université de Tlemcen	Président
Mme	S. ZIANI CHERIF	MCB	Université de Tlemcen	Encadreur
Mme	S. HAMZA CHERIF	MAA	Université de Tlemcen	Examineur

Année universitaire 2017-2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Mener à bien un projet de thèse est un exercice difficile, exigeant un fort investissement, mais apportant nécessairement, en retour, un sentiment de satisfaction du à l'accomplissement réussi d'un travail.

De ce fait remercier, c'est le plaisir de se souvenir de tous ceux qui, par leurs encouragements, leur disponibilité, leur amitié et leur compétences, en nous ayant permis de finaliser nos travaux de recherche.

Qu'il nous soit permis, au terme de notre formation en Génie Biomédicale, de reconnaître les mérites et la participation de tous ceux qui ont contribué, au pris de multiples sacrifices, à notre formation et à l'élaboration du présent travail.

Nous tenons à exprimer nos plus profonds remerciements à notre encadreur Mme ZIANI CHERIF SOUHILA, MCB à l'Université de Tlemcen, pour son suivi au quotidien, pour ces conseils, sa disponibilité, son travail constructif et pour toute la confiance qu'elle a su nous témoigner au travers de l'autonomie qu'il nous accordé durant cette recherche.

Nous remercions Mme DALI YUCEF LAMIA, MAA à l'Université de Tlemcen, et à Mme HAMZA CHERIF SOUAD, MAA à l'Université de Tlemcen, qui ont accepté la lourde tâche d'examiner et de juger ce travail.

Nous tenons à exprimer une fois notre sincère reconnaissance à nos enseignants et nos amis(es) qui nous ont prouvé une fois de plus leur présence et leur amour au cours de cinq années d'une vie.

Nous remercions aussi le Docteur EL HACI ABDELHAKIM pour son aide et ses conseils durant notre recherche.

Enfin, nos derniers remerciements vont à nos parents, nos frère et tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la concrétisation de ce travail.

L'ordre de nos remerciements n'a pas d'importance, car tous ceux que nous allons nommer nous ont apporté un soutien décisif à un moment ou un autre.

Dédicace

A mes parents ;

Mon frère ;

Mes cousins(es), mes oncles ;

Tous mes amis(es) ;

Et qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma reconnaissance.

Mlle KHEBICHAT ZINEB

Dédicace

A mes parents ;

Mon mari ;

Mon fils ;

Mon adorable grand-mère ;

Tous mes amis(es) ;

Et qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma reconnaissance.

Mme SIFINOURIA

Table de matière:

Remerciement	3
Dédicace.....	5
Table de matière	7
Table des figures	9
Introduction générale	16

Chapitre I : **Notions de la Télémédecine**

1. Introduction	20
2. Définition de la Télémédecine	20
3. Apport et enjeux de la Télémédecine	21
4. Différents types d'application de la Télémédecine	22
5. Bénéfices de la Télémédecine	23
Bénéfices pour les professionnels de la santé	23
Bénéfices pour le système de santé	23
Bénéfices pour les patients	24
6. Télémédecine en Algérie.....	24
7. Etat de l'art.....	25
8. Télésurveillance médicale	26
Définition de la Télésurveillance médicale	26
Objectif de la Télésurveillance médicale	27
Avantages de la Télésurveillance médicale.....	28
Principe de la Télésurveillance médicale	28
9. Droits des patients dans le cadre de la Télémédecine	29
10. Inconvénients de la Télémédecine	30

Perte de contact avec le médecin.....	30
Cout des équipements.....	30
Analyse et protection des données	31
11. Conclusion.....	31

Chapitre II:

Télésurveillance et Téléassistance en réanimation

1.Introduction	33
2.Historique	33
3.Définition	34
4.Classification.....	35
Systèmes organiques traités en réanimation.....	36
Nature de la thérapie	36
4.3Surveillances et équipements en réanimation.....	37
5. Coma	41
Définition du coma.....	41
Causes du coma	42
Surveillance du coma	43
6. Signaux physiologiques objet de notre étude	43
Définition	43
Notions des signaux physiologiques objet de notre étude.....	44
Electctrogramme (ECG).....	44
Pneumotachogramme PTG	49
Photoplethysmogramme	50
7. Conclusion.....	51

Chapitre III:

Architecture client serveur et protocole de communication TCP/IP

1. Introduction	53
2. Historique	53
3. Présentation de l'architecture d'un système Client/Serveur	54
Avantages de l'architecture client/serveur.....	55

4. Protocoles TCP/IP	56
Définition du protocole	56
Définition du protocole TCP/IP	56
Différence entre le système IP et TCP	57
5. Description du modèle TCP/IP	58
Couche Hôte réseau.....	59
Couche Internet	59
Couche Transport	60
Couche Application.....	60
6. Comparaison du TCP/IP avec l'OSI	61
7. Conclusion.....	62

Chapitre IV: **Réalisation de notre interface**

1. Introduction	64
2. Présentation du Visual Basic 2010.....	64
3. Sécurisation de l'application	65
4. Communication Client/Serveur.....	66
5. Transfert des messages du client vers le serveur.....	67
6. Détection du mouvement par caméra surveillance	68
7. Envoyer un Email.....	72
8. Dossier Médical.....	74
9. Tracé des signaux physiologiques	76
10. Calcul des paramètres physiologiques	77
11. Conclusion.....	79

Table de figure

Figure I.1	21
Figure I.2	27
Figure I.3	29
Figure II.1	35
Figure II.2	46
Figure II.3	46
Figure II.4	48
Figure II.5	50

Figure II.6	51
Figure III. 1	55
Figure III.2	57
Figure III.3	58
Figure III.4	59
Figure III.5	62
Figure IV.1	65
Figure IV.2	66
Figure IV.3	67
Figure IV.4	68
Figure IV.5	69
Figure IV.6	70
Figure IV.7	70
Figure IV.8	71
Figure IV.9	71
Figure IV.10	72
Figure IV.11	73
Figure IV.12	73
Figure IV.13	74
Figure IV.14	74
Figure IV.15	75
Figure IV.16	76
Figure IV.17	77
Figure IV.18	78
Figure IV.19	79

Liste des acronymes:

A :

ARPA : Advanced Research Project Agency

aVR(right), aVL(left), aVf(foot): Dérivations unipolaires

D :

DOD : Department Of Defense

DI, DII, DII : dérivations bipolaires.

E :

E.I.C.D : électrode intercostale droite.

E.I.C.G : électrode intercostale gauche

EVA : échelle visuelle analogique

EVN : l'échelle visuelle numérique

ECG : électrocardiogramme

F :

FC : Fréquence cardiaque

FR : Fréquence respiratoire

H :

http (Hyper Text Transfer Protocol)

G :

GUI (Graphe User Interface)

N :

NTIC : Nouvelles Technologies de l'Informatique et de la Communication

O :

OMS : l'Organisation Mondiale de la Santé

P :

PA : Pression artérielle

PVC : La pression veineuse centrale

S :

SpO2 : L'oxymétrie colorimétrique

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)

T :

TCP/IP : Transport Control Protocol/ Internet Protocol

TFTP (Trivial File Transfer Protocol)

الملخص

يعتبر الطب عن بعد تقنية للممارسة الطبية عن بعد حيث يعتمد على تقنيات المعلومات و الاتصالات الجديدة. للمراقبة الطبية عن بعد القدرة على مراقبة المرضى عن بعد خلال الوقت اللحظي. يسمح تطبيقنا للطبيب المعالج و الفريق الطبي في الموقع بالبقاء على اتصال دائم من خلال إعطاء إمكانية الوصول الفوري إلى البيانات الطبية مثل سجل المريض الطبي الذي يتتبع العديد من المعلومات الفسيولوجية مثل معدل نبضات القلب و كذلك تردد الجهاز التنفسي . إن كشف الحركة هو الانجاز الرئيسي لتطبيقنا من اجل تحريك رسائل الانذار لرصد المريض في العناية المشددة.

الكلمات المفتاحية

الطب عن بعد – المراقبة عن بعد- المساعدة عن بعد- التأهب عن بعد- قاعدة البيانات- العميل/الخادم- فيديو.

Résumé

La Télémédecine est une technique de pratique médicale à distance, elle est basée sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication. La Télésurveillance médicale a pour intérêt le suivi, le contrôle et la surveillance des patients à distance et en temps réel. Notre application permet au médecin traitant et à l'équipe médicale sur place de rester en contact permanent en donnant l'accès immédiat aux données médicales à savoir le dossier médical du patient le suivi des différents paramètres physiologiques tels que la fréquence cardiaque ainsi que la fréquence respiratoire qui demeurent des paramètres importants, la détection de mouvement est la réalisation clé de notre application permettant de déclencher des messages d'alerte pour le suivi du patient en réanimation.

Mots clés

Télémédecine – Télésurveillance - Téléassistance - Télé-vigilance – base de données - Client/serveur -TCP/IP – vidéo.

Abstract

Telemedicine is a technique of remote medical practice, it is based on the new technologies of information and communication. Medical telemonitoring is for the benefit of monitoring, controlling and monitoring patients remotely and in real time. Our application allows the attending physician and the on-site medical team to stay in constant contact by giving immediate access to medical data where the patient's medical record tracking various physiological parameters such as heart rate as well as frequency are still important parameters, motion detection is the key achievement of our application to trigger alert messages for monitoring the patient in intensive care.

Keywords

Telemedicine - Remote surveillance - Remote assistance - Tele-vigilance - database - Client / server -TCP / IP - video

INTRODUCTION GÉNÉRALE

La Télémédecine est définie par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme la partie de la médecine qui utilise la transmission par Télécommunication des informations médicales (images, vidéos, comptes-rendus, enregistrements, etc.), en vue d'obtenir à distance un diagnostic, un avis spécialisé, une expertise, une surveillance continue d'un malade, une stratégie ou une décision thérapeutique. Les technologies du numérique appliquées à la santé couvrent le champ de l'e-santé ou Télésanté et offrent de nouvelles possibilités d'accès aux soins.

Les applications de la Télésanté sont larges, allant de la Télémédecine « médicale », qui est définie comme l'activité professionnelle qui met en œuvre des moyens de télécommunication numérique permettant à des médecins et à tous les membres de l'équipe médicale de réaliser à distance des actes médicaux pour des malades, à la Télémédecine « informative », définie comme un service de communication audiovisuelle interactif qui offre une organisation de la diffusion du savoir médical et des différents protocoles de prise en charge des malades et des soins dans le but de soutenir, de promouvoir et d'améliorer l'activité médicale.

La Télémédecine couvre différents secteurs par la Téléconsultation (permettant une consultation à distance), la Télésurveillance (pour suivre l'évolution de l'état de santé d'un patient à distance), la Télé-expertise (pour qu'un médecin prenne l'avis d'un spécialiste ou d'un groupe d'intervenant) et la Téléassistance médicale où un médecin aide, assiste à distance un autre médecin ou professionnel de la santé.

Donc, nous pouvons dire que la Télémédecine a pour objectif principal de rationaliser les soins et de permettre une meilleure qualité de soin appliquée

au plus grand nombre de malade. La Télémédecine ne devra se développer que si elle reste fidèle à cette exigence.

La communication dans les hôpitaux ou entre les différentes structures de soins est une pratique qui est rare entre le médecin et son confrère ou entre le médecin et son patient.

La surveillance ou le suivi d'un patient soit dans un état normal ou un état malade a besoin d'une intervention immédiate de tous les acteurs de santé nécessaire et doit être une surveillance en temps réel.

Dans notre projet de fin d'étude, nous avons élaboré une interface, sous environnement Visual Basic 10, qui nous permet de créer un contact direct médecin-médecin, médecin-patient ou médecin avec l'équipe de surveillance du malade. Cette application de surveillance en temps réel, offre des informations sur des malades qu'ils soient en leurs domiciles ou en milieu hospitalier en réanimation, où le patient est en réanimation ou dans un coma, un état nécessitant une surveillance médicale rigoureuse à distance par une caméra qui détecte le moindre mouvement, le suivi des rythmes cardiaque et respiratoire et de rester en contact direct avec le médecin réanimateur en lui envoyant des messages d'alerte. Les médecins peuvent aussi échanger leurs expériences dans une situation d'urgence, ils ont aussi accès aux dossiers médicaux des patients.

Notre projet sous le thème « Réalisation d'une interface de Télésurveillance médicale en réanimation » a été motivé par la mise en œuvre de notre application simple et très facile à utiliser, dédiée à la surveillance à distance des patients, par le transfert de messages, de fichiers et la détection des mouvements en vidéo et image, ainsi que l'enregistrement des images et le transfert des messages aux différents intervenants télé-médicaux en temps réel.

Les travaux menés dans ce mémoire et les résultats obtenus sont agencés comme suit en quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous définissons la Télémédecine, ses différents actes et ses bénéfices, le développement de la Télémédecine en Algérie, en nous intéressant à la Télésurveillance objet de notre étude, puis aborder l'état de l'art de la Télésurveillance.

Dans le second chapitre nous abordons la Télésurveillance et de la Téléassistance au niveau du service de réanimation. Nous nous sommes intéressés essentiellement aux différents cas et causes de coma. Nous avons aussi cité trois signaux physiologiques à savoir l'électrocardiogramme (ECG), le photo-pléthysmogramme (PPG) et à la respiration, où les paramètres des fréquences cardiaque et respiratoire demeurent essentiels dans la surveillance des patients.

Le troisième chapitre a été consacré à l'architecture client/serveur et aux protocoles de communication TCP/IP.

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation de notre interface de Télésurveillance médicale en réanimation.

Au terme de nos travaux une conclusion générale qui résume la synthèse de ce mémoire et qui explique les objectifs atteints et les perspectives.

CHAPITRE I :

Notions de la Télémédecine

1. Introduction

La Télémédecine a pour intérêt d'améliorer et d'optimiser la surveillance médicale ainsi que les échanges scientifiques et le partage de connaissances, dont le support est celui des nouvelles technologies de l'information et de la communication. C'est une technique qui facilite aussi l'accès en temps réel de l'état des malades que se soit dans l'hôpital ou en ambulatoire.

Dans ce volet notre objectif principal est d'informer de l'appui major et la contribution de la Télémédecine, quant au suivi rigoureux et stricte des patients aussi les échanges et le retour d'expérience ainsi la bonne prise en charge des malades.

2. Définition de la Télémédecine

La Télémédecine est une technique de pratique médicale à distance, elle a pour support les NTIC (Nouvelles Technologies de l'Informatique et de la Communication) ce qui fait profiter d'une Téléconsultation, d'une Télé-expertise et d'une Télésurveillance médicale.

L'utilisation de cette technique nécessite l'intervention d'un professionnel ou plusieurs professionnels de santé, de différents domaines.

La surveillance médicale du patient en temps réel dans le cadre des prises en charge délicates, nécessite de la rigueur, la contribution d'autre intervenant spécialisé pour une démarche thérapeutique et la prescription d'établissement intervenant dans les différents actes médicaux.

La Télémédecine est un support important pour l'amélioration à l'accès aux soins surtout dans les zones fragiles. Elle permet une forme omniprésente des professionnels de santé par rapport à la situation et l'organisation sanitaire, aussi elle permet de détruire les obstacles entre les différents secteurs, permettant de faciliter le quotidien d'un certain nombre de malades en souffrance permanente.

Elle constitue un facteur d'amélioration d'un certain déficit dans l'organisation de la prise en charge des soins pour les assureurs [1].



Figure I.1 : Application de la Télémédecine [2].

3. Apport et enjeux de la Télémédecine

La Télémédecine s'impose déjà à travers l'usage d'outil comme par exemple le téléphone portable, les progrès actuels des NTIC appliqués dans le domaine médical (imagerie médicale – débit de transmission et convivialité des systèmes...) et la miniaturisation des dispositifs ouvrent des perspectives d'une part pour le développement de la Télémédecine en thème d'accroissement et d'autre part pour l'efficacité de la qualité des soins, de partage des connaissances et de réduction des coûts de santé public.

Pour chaque facteur de la Télémédecine les avantages de ce type d'organisation sont nombreux:

- Pour le médecin : il s'agit de développement et une plus grande coopération entre les différents réseaux de milieux médicaux: ville-hôpital, généraliste-spécialiste, secteur public-secteur privé. L'idée est de créer des passerelles de communication d'information et de

transmission, à savoir un des enjeux de développement de la Télémédecine concerne les aspects de partage de données et de connaissances.

- Pour le patient : la Télémédecine permet d'améliorer la qualité des soins grâce à l'expertise possible à distance et par conséquent à la réduction des délais de prise en charge diagnostic et thérapeutique. Elle permet également de répondre au problème d'isolement géographique en assurant l'égalité d'accès au soin. En considérant le cas particulier de la surveillance à distance, la Télémédecine répond au besoin d'autonomie et de sécurité et d'intégration sociale des patients souhaitant rester à leur domicile et s'inscrit alors dans la dynamique des alternatives à l'hospitalisation.

4. Différents types d'application de la Télémédecine

La Télémédecine est validée et réglementée en France depuis 2009 d'où la définition de 5 types d'actes médicaux relevant de la Télémédecine en exploitant les TIC dans le domaine de la santé et a été approuvé par le code de la santé public. Parmi ces actes nous citons :

- **la Téléconsultation**: cette pratique de Télémédecine permet à un médecin d'établir une consultation à distance par l'intermédiaire des technologies de l'information et de la communication.
- **La Télé-expertise**: un médecin sollicite à distance l'avis et l'assistance d'un ou de plusieurs confrères sur la base d'informations médicales liées à la prise en charge d'un patient.
- **La Téléassistance**: un médecin ou plusieurs peuvent être assistés à distance par un autre professionnel de santé pour la réalisation d'un acte médical, pouvant aller à des actes chirurgicaux qui peuvent aussi être réalisés à distance.

- **La Télésurveillance:** un médecin surveille et interprète à distance les paramètres médicaux d'un patient. L'enregistrement et la transmission des données peuvent être automatisées ou réalisées par le patient lui-même ou par un professionnel de santé.
- **La Téléformation:** elle consiste en l'utilisation d'outil informatique en particulier pour la formation des médecins par le contact professionnel via le réseau et la consultation des informations médicales. [3]

5. Bénéfices de la Télémédecine

Bénéfices pour les professionnels de la santé

La Télémédecine apporte des bénéfices particuliers aux professionnels en favorisant d'une part, une pratique médicale fondée sur la coopération avec d'autres professionnels tout en permettant à chacun de mieux exprimer ces compétences.

D'autres parts elle apporte de nouvelles possibilités d'organisation médicale dans le domaine de la permanence des soins [4].

Bénéfices pour le système de santé

Le système de santé dans son ensemble bénéficie également du développement de la Télémédecine par:

- La délivrance de soins de meilleure qualité dans les situations déjà évoqué.
- La maîtrise des dépenses de santé en assurant certaines prestations.
- La réponse à certains problèmes dans le système de santé.

Bénéfices pour les patients

Les bénéfices de la Télémédecine pour le patient sont nombreux mais relèvent tous une meilleure qualité de prise en charge :

- Un meilleur accès au soin pour les patients en situation d'isolement ou d'éloignement géographique.
- Un meilleur suivi médical pour les patients souffrant d'une pathologie chronique (la télésurveillance médicale assure un suivi continu du patient par le médecin ce dernier peut agir rapidement en cas d'évolution de l'état du patient).
- Une prise en charge plus rapide dans les situations d'urgence qui nécessite le recours à l'expertise médicale.

Les avantages de la Télémédecine sont nombreux, dans notre démarche nous allons insister sur l'intérêt que peut nous procurer les différentes techniques appliquées dans le domaine de la surveillance médicale.

6. Télémédecine en Algérie

« La Télémédecine en Algérie, état des lieux et les perspectives » a été le thème d'un séminaire qui s'est déroulé Décembre 2015 au campus d'Aboudaou. Organisée par l'e-santé (SATES) et la société algérienne de Télémédecine, avec la participation de la faculté de médecine de Bejaïa.

La rencontre a été plaidée pour l'institutionnalisation de la Télémédecine en Algérie, le séminaire s'est agi notamment de l'usage de la Téléconférence entre les hôpitaux, le dossier médical électronique, la plateforme de Télémédecine, l'apport du téléphone portable dans l'accès aux soins, la minimisation des erreurs de diagnostic grâce à la Télémédecine.

Selon le professeur Mohamed Zeroug le secrétaire général de la société algérienne de Télémédecine, la Télémédecine devient une solution et une nécessité pour offrir des soins de qualité, même dans les zones isolées et il a confirmé aussi que cette pratique figure parmi les premiers objectifs du

ministère de la santé, selon lui il faut aller vers un cadre légal et obliger les entités médicales à aller vers cette pratique, pour une grande équité dans la disponibilité des spécialistes à travers tous le territoire algérien.

Le lancement officiel du réseau de Télémédecine Algérie (RT-DZ) a été le 05 Avril 2016 au CHU de Beni Messous Alger par la Ministre de la poste et des Télécommunication et le Ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière.

Le réseau RT-DZ permet les citoyens de rapprocher aux différents services médicaux, d'accès aux soins de santé via un transfert des données en temps réel [5].

7. Etat de l'art

Un système de Télésurveillance médicale est qualifié par la transmission et l'interprétation de données cliniques, radiologiques, physiologiques et biologiques. L'interprétation est faite par le biais d'un système logiciel et matériel ou par le personnel soignant. Cette interprétation facilite la décision d'une intervention auprès du patient.

Le système de Télésurveillance constitué généralement d'un ensemble de capteurs reliés aux technologies de l'information et de la communication pour le stockage et la transmission des données.

Pour cela il existe plusieurs travaux qui ont été réalisés dans le but de l'augmentation de la surveillance des patients à domicile:

- En 2010 l'équipe de recherche de Franco ont travaillé sur une étude de Télésurveillance médicale à domicile, basée sur des personnes âgées atteintes par la maladie d'Alzheimer, leur système permet la détection des dérives des rythmes nycthéméraux à partir des données de localisation, des capteurs infrarouges passifs placés dans les chambres pour capturer des données et détecter les activités

élémentaires de la vie quotidienne du malade.

- En Paganelli et al, 2011, ont travaillé sur un système basé sur des ontologies et un système de raisonnement. Ils ont intégré dans une plateforme qui facilite le développement et la livraison d'un ensemble de services de soins personnalisés pour les patients dans leurs domiciles. Ces services visent aussi à fournir une aide et un soutien à la famille, des informations aux assistants sociaux et aux fournisseurs de soins, qui sont impliquées dans les soins et l'aide aux patients.
- En 2013 l'équipe de recherche de Rosner proposent la conception d'un système de localisation efficace afin de surveillance et suivre des patients âgés dans leurs domiciles, ce système peut être intégré dans des système plus complexes pour la précision des informations, le système est basé sur des capteurs communicants, en améliorant la couche physique qui répond aux exigences de localisation précise, avec une grande tolérance aux interférences, la détection de collision, le faible cout de mise en œuvre et une faible dissipation de puissance.

8. Télésurveillance médicale

Définition de la Télésurveillance médicale

La Télésurveillance médicale est une filière de la Télémédecine, son intérêt majeur est celui de la surveillance continu et constante à distance des paramètres vitaux du patient que ce soit dans une salle de

surveillance, poste opératoire, une salle de réanimation, elle permet aussi la surveillance à distance des patients handicapés vivant seuls et nécessitant l'intervention de plusieurs éléments domotiques. La domotique étant l'ensemble des techniques qui consistent à équiper un domicile avec des capteurs intelligents ayant pour but de d'évaluer l'état du patient dans ce domicile à tout instant et celui des actionneurs pour répondre aux besoins de ce patient [6].

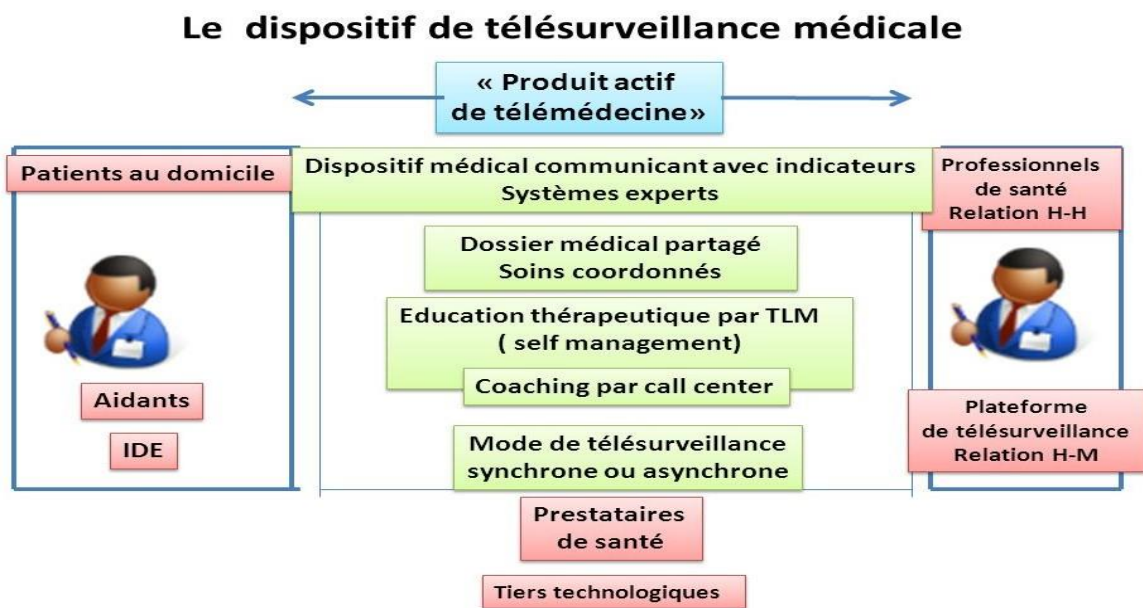


Figure I.2 : Dispositif de Télésurveillance médicale [7].

Objectif de la Télésurveillance médicale

La Télésurveillance médicale est une révolution dans le domaine médicale, c'est un élément important dans les systèmes médicaux, elle facilite la gestion, le contrôle et la surveillance de l'état de santé d'un nombre important de patient, notamment de ceux qui vivent seuls résidant loin des centres hospitaliers spécialisés.

Avantages de la Télésurveillance médicale

Les avantages de cette pratique sont très nombreux parmi eux, nous pouvons citer:

- ✓ L'intervention très rapide des professionnels de santé si nécessaire.
- ✓ Le suivi immédiat et l'assistance après chaque événement.
- ✓ La diminution d'une certaine forme l'atteinte par des infections nosocomiales en diminuant la durée d'hospitalisation.
- ✓ Le confort et une qualité de vie meilleure pour les malades.
- ✓ La rassurance des malades.
- ✓ La diminution du cout de la prise en charge des malades.
- ✓ L'implication de l'entourage du patient dans le processus de soins.
- ✓ Les réponses aux besoins des patients vivant seuls et atteints d'un certain nombre des maladies chroniques telles que l'Alzheimer et la maladie de Parkinson.
- ✓ Les réponses aux besoins des patients qui habitent dans des régions isolées.
- ✓ L'optimisation de la performance, de la gestion et de la sécurité de patient.

Principe de la Télésurveillance médicale

Un dispositif de Télésurveillance médicale implique l'installation de capteurs et d'appareils dans l'habitation de la personne âgée ou malade. Ces appareils et capteurs (exemple : tensiomètre, électrocardiogramme...) sont reliés entre eux et vont permettre d'enregistrer et de collecter des données vitales faisant apparaitre la santé du patient, ses données sont alors stockées et transférées aux professionnels de santé concernés. L'enregistrement des données peut être fait par le patient lui même ou par un professionnel de santé paramédical qui l'accompagne.

Un dispositif de Télésurveillance permet également à une personne âgée ou malade de rejoindre une plate-forme d'assistance médicale en cas d'urgence.

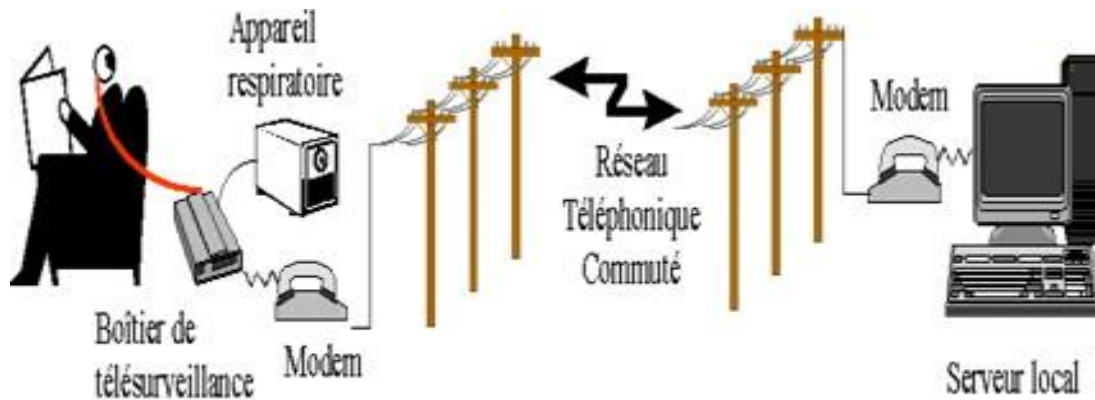


Figure I.3 : Télésurveillance du malade

9. Droits des patients dans le cadre de la Télémédecine

Ils recouvrent les droits de la personne et les droits de l'utilisateur du système de santé.

Les droits de la personne s'attachent à la protection de la santé, au respect de la dignité, à la non-discrimination, au respect de la vie privée et du secret des informations, et au consentement au partage des données personnelles de santé. Les droits de l'usage concernent plus précisément le droit à l'information et la participation du patient aux décisions de sa santé. Ce qui impose un consentement libre et clair entre le patient et le professionnel de santé.

Ces mêmes principes sont portés par le code de déontologie qui guide les médecins dans leurs relations avec les patients.

L'originalité et la diversité des modes d'organisation possibles dans les différents systèmes de santé et de la Télémédecine renforcent l'exigence de

l'information du patient. Celle-ci ne doit pas négliger la présentation claire et explicite tant du dispositif employé que des coopérations professionnelles mises en œuvre.

Le droit au respect de la vie privée et du secret des informations doivent être régit et encadré en matière de Télémédecine, par les textes réglementaires. [8]

10. Inconvénients de la Télémédecine

Perte de contact avec le médecin

Hormis les avantages que peut nous offrir la Télémédecine notamment en zones lointaines et isolées, il existe un problème et un risque de perte de contact avec les professionnels de santé, en particulier avec les personnes âgées surtout ceux qui vivent seuls d'où la déshumanisation de cette relation entre médecin et patient qui donne souvent naissance d'une inquiétude et d'un état d'esprit instable de la part des malades.

Alors aucune relation quelque soit sa nature ne peut remplacer le contact direct soit par la vision soit par le touché de la part des médecins envers leurs patients.

Cout des équipements

Le cout de la mise en place de ce système reste toujours très couteux, l'acquisition la maintenance du matériels nécessaires à cette forme de pratique médicale nécessite un budget colossale, aussi il faut négliger le cout de reviens de la formation des deux parties, manipulateur et malade.

Analyse et protection des données

Les données peuvent être analysés et interprétés différemment d'un individu à un autre et ceci selon la variabilité des données par rapport au système et son étalonnage, aussi les capacités d'enregistrement du système peuvent être une entrave pour le suivi des patients [9].

11. Conclusion

La Télémédecine est une technique de pratique médicale à distance. Elle peut être considérée comme un outil permettant d'améliorer l'accès à la qualité des soins.

Le chapitre suivant est consacré à la Télésurveillance et à la Téléassistance en réanimation

Chapitre II

Télésurveillance et Téléassistance en réanimation

1.Introduction

La réanimation est une spécialité médicale dont le champ de compétences est très large. Elle prend en charge les patients présentant une ou plusieurs défaillances viscéral aigue mettant en jeux le pronostic vital.

Elle nécessite l'implication d'une équipe médicale hautement qualifié qui s'implique au monitoring continue des fonctions vitales, dans certains cas telles que : (transfusion de sang ou ces dérivées, remplissage vasculaire, ventilation mécanique, hémodialyse...) des méthodes de suppléance sont alors accomplies.

Parmi les différents types des réanimations, la réanimation d'urgence dans le milieu extra hospitalier et la réanimation hospitalière que ce soit médical ou chirurgicale, nécessitant un matériel médical considérable et de technologies nouvelles.

Dans ce chapitre nous allons aborder en premier la réanimation, les différents états comateux auxquels les patients en réanimation sont confrontés ainsi que certains signaux physiologiques vitaux afin de mieux surveiller ses patients, en utilisant notre interface de Télésurveillance.

2.Historique

En 1950 au Danemark, la réanimation naquit des techniques utilisées en respiration artificielle pour venir compenser les paralysies de l'appareil respiratoire des patients présentant une poliomyélite.

Le terme réanimation à été employé pour la première fois par Jean Hamburger, médecin français.

En 1953, ce médecin spécialisé en néphrologie, spécialités médical, s'intéressant aux reins, à travers ces travaux sur la mise au point du premier rein artificiel, utilisa ce terme pour désigner les moyens qui devait permettre d'assurer le retour à l'homéostasie, équilibre de l'eau et des électrolytes à l'intérieur de l'organisme.

La réanimation moderne fait appel à différentes techniques d'investigation : exploration hémodynamique de courant sanguin tel que le cathétérisme cardiaque, l'échographie, le doppler, ect... Parallèlement, les progrès qui s'opèrent dans le domaine de l'anesthésie de la chirurgie, de l'informatique ainsi que des transfusions sanguines iront de pair avec ceux de la réanimation.

[10]

3. Définition

La réanimation est un service spécialisé en soins intensifs où sont hospitalisés les patients les plus graves. Ils y bénéficient d'une surveillance constante des fonctions vitales comme la ventilation, l'oxygénation, la pression artérielle, la fonction cardiaque et rénale, la défaillance des fonctions vitales. Les patients sont admis alors en réanimation s'ils présentent une défaillance d'une ou plusieurs fonctions vitales comme par exemple lors d'une infection grave choc septique, d'une intoxication médicamenteuse, d'un polytraumatisme, d'un coma, d'une insuffisance rénale aiguë, d'une insuffisance respiratoire aiguë, après un arrêt cardiaque ou encore en postopératoire de chirurgie lourde comme chirurgie cardiaque ou digestive. Il existe des réanimations spécialisées pour chaque catégorie de malade ou de maladie, tel que les nouveaux nés, la pédiatrie, les patients de neurochirurgie (accident vasculaire cérébral ou traumatismes crâniens grave), les patients de chirurgie cardiaque et thoracique.

En réanimation, l'état de patients et les traitements mise en œuvre nécessitent personnel spécialisé hautement qualifié. Les médecins affectés dans ce service doivent être spécialisés en anesthésie et réanimation et travaillent en collaboration avec tous les spécialistes de l'hôpital.

Habituellement, les infirmières prennent en charge 2 à 3 patients chacune, elles sont formées sur l'utilisation des techniques sophistiqué de suppléance comme l'épuration extra-rénale ou la ventilation mécanique. Les aides-soignantes participent aux soins des parents avec les infirmières et les médecins.



Figure II.1 : Patient en réanimation [11].

4. Classification

Nous devons distinguer entre la réanimation médicale la réanimation chirurgicale. La réanimation médicale permet de prendre en charge des patients qui ne relèvent pas de la chirurgie, c'est-à-dire ceux présentant des pathologies graves tel qu'une insuffisance respiratoire aiguë, une intoxication, une maladie cardiaque grave, un coma, une insuffisance rénale, une pathologie infectieuse ou parasitaire grave, etc...

La réanimation chirurgicale est généralement associée à l'anesthésie, qui permet de prendre en charge les individus traumatisés et les patients ayant subi ou devant subir une intervention chirurgicale importante. La réanimation chirurgicale s'applique également aux individus présentant un risque élevé ayant besoin d'une surveillance rigoureuse.

Systèmes organiques traités en réanimation :

Les systèmes organiques traités en réanimation sont:

- Le système cardio-vasculaire
- Le système nerveux central
- Système endocrinien
- Système rénal et métabolique
- Le système digestif
- Le système hématologique
- Le système microbiologique

Nature de la thérapie

Les malades hospitalisés dans le service de la réanimation, bénéficient d'une prise en charge spécialisée et rigoureuse, dont les traitements diffèrent selon la pathologie, nous y trouvons:

- Décubitus ventral
- Antibiothérapie
- Monoxyde d'azote inhalé
- Nutrition parentérale
- Isolement en chambre avec pression négative
- Epuration extracorporelle de gaz carbonique

- Oxygénation extracorporelle à membrane
- Oxygénothérapie à haut débit
- Ventilation mécanique invasive
- Ventilation non invasive [12].

Surveillances et équipements en réanimation

La surveillance en réanimation est un moyen de constatation d'une perturbation de l'une des constantes pouvant mettre en jeu le pronostic vital. La Télésurveillance est un acte de surveillance en Télémédecine. L'objet de notre travail réside en partie à la surveillance du patient en réanimation à distance au moyen d'une interface homme machine permettant de détecter les mouvements.

Etant donné l'état de santé des patients, la surveillance médicale et paramédicale doit circonscrire chaque système organique cité ci-dessus :

❖ Matériel :

Le matériel de base utilisé en réanimation est :

- Un respirateur artificiel
- Un ECG
- Un respirateur de mucosité
- Un brassard à tension artérielle
- Un défibrillateur
- Une oxygénothérapie à demeure
- Un câble d'oxymétrie colorimétrique (cellule infrarouge placée à une extrémité du patient)

❖ Constantes objet de la surveillance :

Les constantes principales surveillées sont :

- Fréquence cardiaque (FC ou pouls) : permet la surveillance de l'activité électrique du cœur en continu pour détecter les anomalies rythmique par le biais d'alarmes (tachycardie, bradycardie, arrêt cardiaque...) et mesurer la fréquence cardiaque. Le monitoring n'est cependant pas aussi précis que l'électrocardiogramme (ECG) pour détecter les anomalies de conduction, d'oxygénation et de contraction.
- Fréquence respiratoire (FR) : la surveillance se fait à l'aide du scope permettant de détecter des apnées, des détresses respiratoires. Si le patient est relié au respirateur, la fréquence est calculée par ce dernier.
- Pression artérielle (PA) : permet de détecter des anomalies comme l'hypotension, l'hypertension artérielle ou un collapsus cardio-vasculaire. Elle peut être calculée de manière discontinue par un brassard à tension qui se gonfle de manière régulière en fonction du besoin de surveillance, ou de façon continue via un cathéter artériel (elle peut alors être appelée PA sanglante) inséré dans l'artère radiale ou fémorale.
- L'oxymétrie colorimétrique (SpO₂) : mesure la saturation pulsée en O₂, elle permet de quantifier la saturation en O₂ de l'hémoglobine au niveau des capillaires sanguins. Elle a pour but de surveiller les fonctions respiratoires.
- La température : permet d'avoir de manière continue (sonde) ou discontinue (thermomètre) le reflet de la thermorégulation et de l'état infectieux du patient.
- La pression veineuse centrale (PVC) : permet d'avoir grâce à l'insertion d'un cathéter veineux central le reflet du remplissage vasculaire du patient (pression dans la veine cave supérieure au confluent de l'oreillette droite).

❖ Autre surveillance

Bien que beaucoup de constantes soient monitorisées, l'observation clinique très proche du patient reste un aspect fondamental et incontournable dans la surveillance au service de la réanimation.

➤ Surveillance clinique

Etat visuel du patient : principalement la coloration, la présence de sueurs.
Etat cutané : surveillance de l'apparition d'escarres, propreté des points de ponction.

➤ Surveillance neurologique

Pour un patient conscient ou non conscient, différentes échelles de notation sont utilisées associant l'état d'éveil, la douleur, l'adaptation au respirateur et la réponse aux ordres simples.

Surveillance du réflexe pupillaire avec évaluation de la taille des pupilles et de leur réactivité.

Évaluation de la douleur par le patient grâce à l'échelle visuelle analogique (EVA) et l'échelle visuelle numérique (EVN).

➤ Surveillance volumique

La durée est évaluée à intervalle régulier afin de dépister la survenue d'une insuffisance rénale ou pouvoir éventuellement compenser des pertes trop importantes.

De plus, un bilan entrées/sorties doit être réalisé au moins une fois par jour pour avoir un reflet d'un trop grand apport hydrique ou d'une trop grande perte volumique.

➤ Surveillance glycémique

De façon systématique chez les patients non diabétique (la pathologie peut entraîner des dérèglements hormonaux, notamment sur la production d'insuline), prévention de la survenue d'hypoglycémie/hyperglycémie.

➤ Surveillance biologique

Bilans sanguins réguliers (une ou plusieurs fois par jour pour les patients aigus.

Gazométries (PaO₂, PaCO₂, saturation sanguine, PH sanguin...)

Bilans bactériologiques (hémocultures, examen cyto bactériologique des urines ECBU)

➤ Surveillance des drainages

Les drainages en post opératoire sont nombreux et dépendent de la pathologie du patient. Ils peuvent être aspiratif (dépression qui aspire le liquide hors du corps).

Drainages thoraciques (en cas de pneumothorax, hémithorax, épanchement pleural...)

Drainages cérébraux (en cas d'évacuation de collection à l'intérieur des ventricules cérébraux)

Drainages digestifs.

Diverses sondes (gastrique, urinaire, rectal).

5. Coma

Définition du coma

Le coma en général c'est un trouble de la vigilance pendant lequel la personne ne répond à aucune stimulation externe, le patient entre dans une sorte de sommeil et ne peut être réveillé ni réagir pour cause d'atteindre des deux hémisphères cérébraux.

La durée d'un coma est variable, il peut aller de quelques heures jusqu'à plusieurs années, la gravité du coma et les complications sont relatives à sa durée, plus le coma est plus long plus les risques sont plus importants.

La profondeur du coma est mesurée grâce à une échelle (échelle de Glasgow) : C'est un moyen qui se base sur 3 critères d'évaluation de la conscience du patient :

- L'ouverture des yeux
- La réponse motrice
- La réponse verbale

L'addition des résultats nous permet de classer la profondeur du coma en quatre stades:

- Stade 1: le coma vigilant, c'est un coma facilement réversible, il se caractérise par des réactions d'éveil si le sujet est soumis à de fortes stimulations douloureuses.
- Stade 2: le coma léger, c'est un coma facilement réversible il se caractérise par des réactions d'éveil si le sujet est soumis à des fortes stimulations douloureuses.

- **Stade 3: le coma carus.** Il s'agit d'un coma profond. Il se caractérise par la disparition de toute réaction motrice et la parution de trouble oculaire et végétatif, surtout respiratoire qui peuvent provoquer le décès.
- **Stade 4: le coma dépassé.** Le patient n'émet plus aucune réponse face aux stimulations, nous parlons alors de mort cérébrale. Il n'y a plus aucun mouvement de l'appareil respiratoire, qui nécessite une assistance, ni de réflexe oculaire.

L'Electroencéphalogramme (EEG) ; nous permet aussi de mesurer les manifestations du coma grâce à un enregistrement de l'activité électriques du cerveau. Il nous permet de détecté les anomalies spécifiques à chaque coma.

La prise en charge du coma doit être immédiate et urgente, cela nécessite d'effectuer une panoplie d'examen tel qu'une radiographie du thorax, une IRM, un scanner.

Une équipe spécialisée en réanimation doit prendre en charge ce type de patient ou toutes les fonctions vitales doivent être conservées, contrôlées et mesurées par l'échelle de Glasgow.

Causes du coma

Les causes du coma peuvent être multiples :

- **Les causes toxiques :** ce sont les plus fréquentes dont la cause est l'alcool, la drogue, les médicaments ou une intoxication au monoxyde de carbone.
- **L'hypothermie :** peut être aussi une cause de coma si elle est prolongée.
- **Un traumatisme crânien.**

- Une Infections neurologiques.
- Un AVC.
- Une Hémorragie méningée.
- Une Tumeur cérébrale.
- Une crise d'épilepsie non contrôlée.
- Des troubles ioniques dans le sang.

Surveillance du coma

L'évolution du coma est extrêmement variable son pronostic dépend souvent de sa cause alors il est indispensable d'hospitaliser le malade en urgence où une surveillance très stricte du sujet est nécessaire pour maintenir ces fonctions vitales:

- respiration par oxygénation
- circulation sanguine par réhydratation et lutte contre un collapsus.
- la fonction cardiovasculaire par monitoring avec l'ECG et le PCG afin d'explorer le rythme et le bruit du cœur.

La prise en charge du coma nécessite le recours à des signaux physiologiques dont la méthode est incontournable dans la surveillance des comateux [13].

6. Signaux physiologiques objet de notre étude

Définition

Les signaux physiologiques sont des mesures physique prélevés sur le corps humain grâce à des capteurs adaptés ces derniers ont la particularité de nous informer sur l'état physiopathologique du patient, ils sont d'un apport très important à l'information délivrée à l'équipe médicale sur l'état du patient, aussi ils représentent un outil important pour l'analyse et le diagnostic et le schéma thérapeutique.

Les signaux physiologiques sont nombreux, dans notre projet nous nous limitons à la description des signaux physiologiques suivant :

L'ECG : Electrocardiogramme représentatif de l'activité électrique du myocarde, le PTG : Pneumotachogramme représentatif de la fonction ventilatoire et le PPG : Photoplethysmogramme, représentatif de l'oxygénation du sang.

Notions des signaux physiologiques objet de notre étude

Electctrogramme (ECG)

L'électrocardiographie reste une méthode de choix pour l'exploitation de l'activité électrique du myocarde, elle se caractérise par sa qualité anodine. Sachant que le myocarde est un organe très important dans le système vasculaire avec sa fonction de vascularisation des organes et des tissus en continu et sans pression suffisante pour survenir au besoin énergétique des organes et le rénoverent cellulaire.

a. Rappel physiologique sur le cycle cardiaque

Le cycle cardiaque dénommé aussi révolution cardiaque est un ensemble de variation cyclique qui se produise au niveau du cœur, la durée du cycle ne dépasse guère une seconde c'est la résultante d'une différence de pression dans la cavité cardiaque ce qui provoque l'ouverture et la fermeture de diffères valves, permettant le remplissage de la cavité cardiaque ou l'éjection du sang, le cycle se décompose en trois phases :

- La diastole : c'est la phase pondant laquelle le cœur se remplit de sang grâce à la veine cave et la veine pulmonaire, c'est la phase du repos.

- La systole auriculaire : c'est la phase pendant laquelle des oreillettes chassent le sang dans les ventricules c'est le début de la phase de contraction.
- La systole ventriculaire : c'est la phase qui suit immédiatement la contraction des oreillettes, c'est la phase de contraction ventriculaire.

b. Electrocardiogramme

L'Electrocardiogramme est un signal physiologique qui schématise l'activité électrique du myocarde, la peau du corps humain est le lieu de propagation terminal de cette activité ce qui nous permet d'effectuer des enregistrements de signal électrocardiographique à l'aide d'électrodes placés en différents endroits du corps humain (voire figure II.2), notamment au niveau du thorax.

c. Dérivations électrocardiographiques

Il existe douze dérivations, c'est-à-dire 12 situations d'observation différentes de l'activité du myocarde.

La liaison de deux points reliés aux bornes de l'électrocardiographe, est la dérivation du courant d'action du myocarde, chaque dérivation nous propose un électrocardiogramme différent.

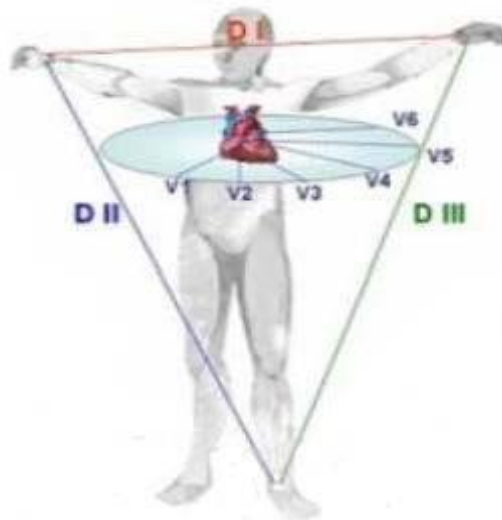


Figure II.2 : Dérivations de l'ECG [4].

d. Dérivations bipolaires DI, DII, DIII

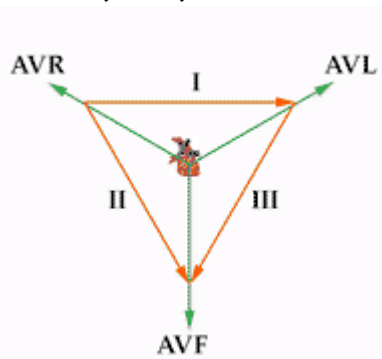


Figure II.3 : Dérivations bipolaires [4].

Les dérivations bipolaires représentées sur la figure ci-dessus sont :

- **D1 ou I** : Différence de potentiel entre le bras droit et le bras gauche. Son vecteur pointe à 0° .
- **D2 ou II** : Différence de potentiel entre le bras droit et la jambe gauche. Son vecteur pointe à 60° .
- **D3 ou III** : Différence de potentiel entre le bras gauche et la jambe gauche. Son vecteur pointe à 120° .

e. Dérivations unipolaires AVR, AVL, AVF

Les dérivations unipolaires des extrémités enregistrent la différence de potentiel entre un point théorique au centre du Triangle de Einthoven, ayant une valeur de 0 et l'électrode de chaque extrémité, permettant ainsi de connaître le potentiel absolu dans ladite électrode.

Dans un premier temps, ces dérivations sont nommées : VR, VL et VF, où **V** signifie vecteur et **R, L, F** : droite, gauche et pied (en anglais). Plus tard, le **a** a été ajouté, qui signifie amplifiée (les dérivations unipolaires actuelles sont amplifiées par rapport aux premières).

- **aVR** : Potentiel absolu du bras droit. Son vecteur pointe à -150° .
- **aVL** : Potentiel absolu du bras gauche. Son vecteur pointe à -30° .
- **aVF** : Potentiel absolu de la jambe gauche. Son vecteur pointe à 90° .

f. Dérivations unipolaires précordiales : V1, V2, V3, V4, V5, V6

V1 – extrémité interne du 4^e E.I.C.D.

V2 – extrémité interne du 4^e E.I.C.G.

V3 – au milieu de la ligne V2, V4.

V4 – intersection de la ligne médio-claviculaire et 5^e E.I.C.G.

V5 – intersection de la ligne axillaire antérieure gauche et de l'horizontale passant par V4.

V6 – intersection de la ligne médio-axillaire gauche et de l'horizontale passant par V4.

Nous pouvons utiliser des électrodes précordiales postéro-gauches : V7, V8, ainsi que des unipolaires précordiales à droite du sternum :

V3R (right) symétrique à droite de V3 par rapport au sternum.

V4R (right), V4sternum.

V1, V2, V3 explorent les cavités droites du cœur et la cloison inter-ventriculaire.

V4, V5, V6 explorent la paroi latérale du ventricule gauche et l'apex.

g. Tracé Electrocardiographique:

Chaque dépolarisation prend naissance dans une partie du myocarde c'est une perte de potentiel du repos suivie d'une re-polarisation ultérieure c'est la réception du potentiel de repos.

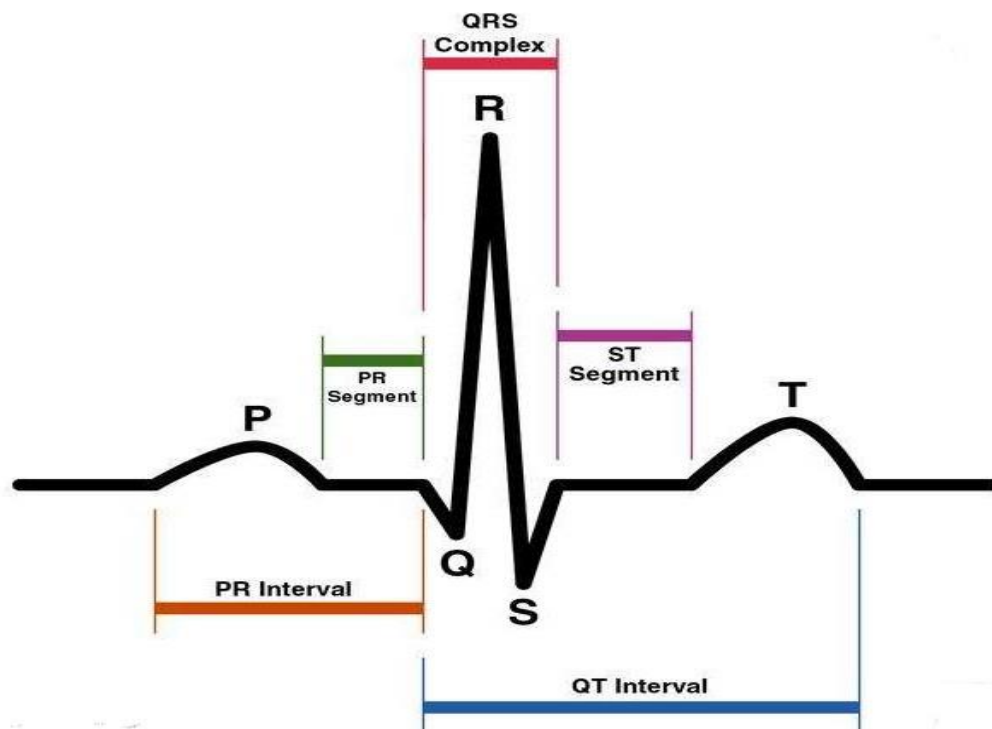


Figure II.4 : Tracé électrocardiographique [4].

Le signal électrocardiographique représenté sur la figure ci-dessus est composé de :

- L'onde P : Représente la contraction de l'oreillette, c'est une onde auriculaire de dépolarisation, généralement elle est positive dans toutes les dérivations sauf en VR, elle peut être négative en DIII.
- L'onde QRS : Représente l'activité électrique du ventriculaire, c'est l'onde ventriculaire rapide de dépolarisation, elle regroupe une petite onde négative Q, une onde positive R et une petite onde négative S c'est le complexe QRS.

- L'onde T : Représente l'onde de repolarisation ventriculaire, elle intervient après le complexe QRS, elle se développe généralement dans le même sens de ce complexe par rapport à la ligne isoélectrique.

h. Intérêt de l'Electrocardiogramme

L'Electrocardiogramme nous renseigne sur les anomalies de la fonction du myocarde.

Il décrit brièvement les différentes pathologies cardiaques possibles d'être détectées en analysant le signal ECG, parmi ces variations, nous pouvons noter une extra systole ventriculaire, extra systole auriculaire, extra systole nodale ou jonctionnelle.

Il peut aussi nous renseigner sur le rythme cardiaque.

Pneumotachogramme PTG

La Pneumotachographie fait partie de plusieurs méthodes utilisées dans l'exploration fonctionnelle respiratoire.

La fonction respiratoire peut se définir comme un ensemble de métabolisme qui mène vers les échanges gazeux entre l'organisme et son environnement. Chez l'homme la respiration est l'ensemble de quatre paramètres (la ventilation, le débit sanguin, la diffusion et le contrôle ventriculaire).

Les explorations fonctionnelles respiratoires comprennent :

- La mesure des gaz du sang.
- Les épreuves d'exercice physique.
- La mesure des volumes pulmonaires et des débits ventilatoires forcés.
- Le cathétérisme cardiaque droit.
- La mesure de la capacité de transfert de l'oxyde de carbone.

- L'étude de la mécanique respiratoire, de la fonction des muscles respiratoires et de la commande ventilatoire.

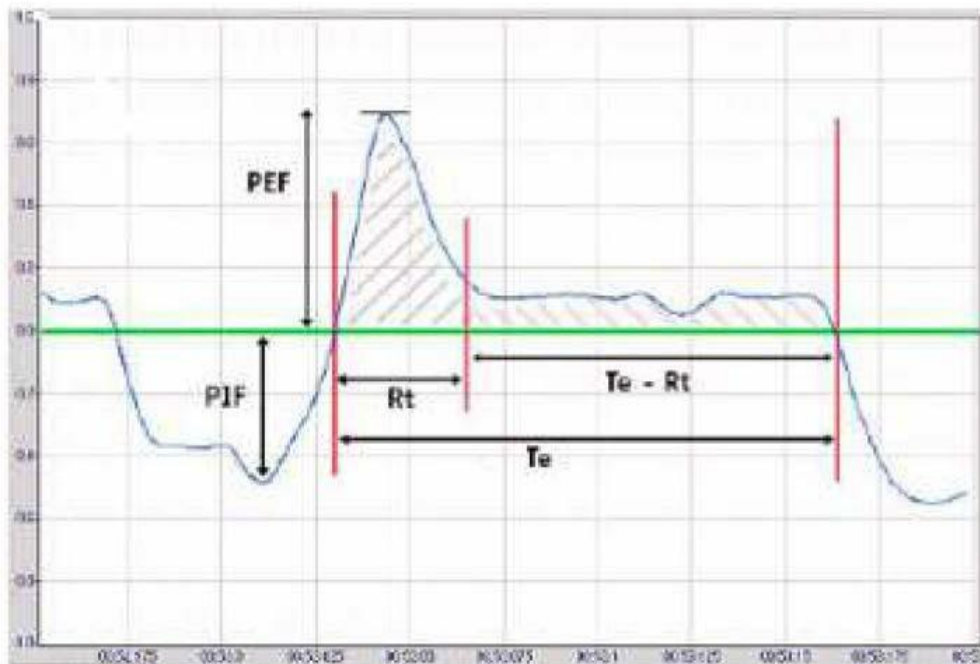


Figure II.5 : Tracé Pneumotachographique [4].

La figure ci-dessus représente le tracé Pneumotachographique comprenant :

Te : temps d'une expiration.

Ti : temps d'une inspiration.

Rt : Temps pour expirer 65% du volume total.

PIF: Pic maximum d'une inspiration.

PEF : Pic maximum d'une expiration

Photoplethysmogramme

La photoplethysmographie est une méthode d'exploitation fonctionnelle vasculaire non invasive, nous permettant de diagnostiquer quelques affections cardiaques telles que : les IDM infarctus du myocarde ou d'autre lésions cardiomyopathie.

La photoplethysmographie est une technique optique, le photopléthysmogramme est le tracé qui en résulte d'une variation de transmission de l'énergie lumineuse pour les tissus sur lesquelles la dose de lumière a été émise.

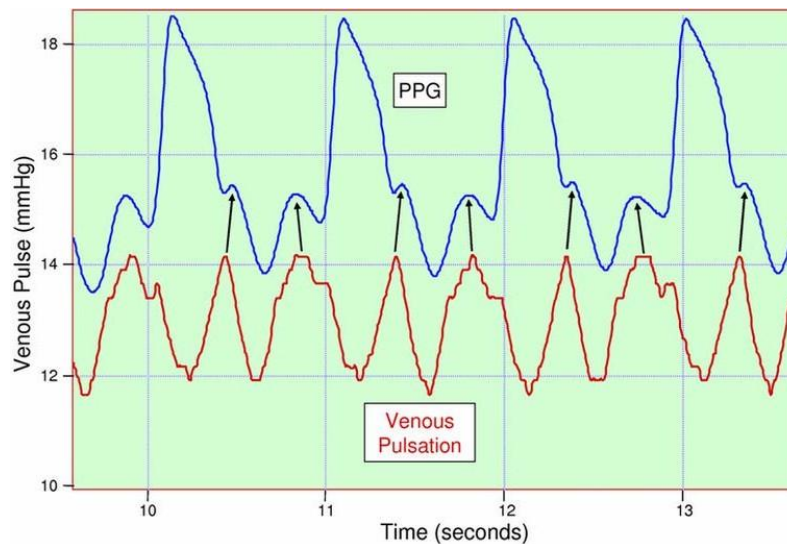


Figure II.6 : Tracé du Signal PPG [4].

7. Conclusion

La réanimation a pour but de rétablir l'ensemble des fonctions des malades temporairement maintenus en vie grâce à des machines qui dans certains cas remplacent un ou plusieurs de leurs organes.

Nous nous sommes intéressé aux patients tombés dans certain type de coma, où le suivie devient difficile jusqu'au réveil, nous avons réalisé une interface homme machine capable de suivre ce patient à chaque instant où nous pouvons détecter chaque mouvement de réveil qu'il peut établir, ainsi que le suivi du rythme cardiaque et du rythme respiratoire. Notre interface objet de notre étude est détaillée au chapitre 4.

Le chapitre suivant est consacré à la présentation de protocole de communication TCP/IP.

Chapitre III

Architecture Client- Serveur et protocole de communication TCP/IP

1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons aborder le protocole de communication TCP/IP, utilisé dans notre application client/serveur lors de la Télésurveillance des patients en réanimation.

TCP/IP désigne communément une architecture réseau, mais cet acronyme désigne en fait deux protocoles étroitement liés :

- ✓ Un protocole de transport, TCP (Transmission Control Protocol).
- ✓ Un protocole réseau, IP (Internet Protocol).

Le « modèle TCP/IP » est une architecture réseau en 4 couches, dans laquelle les protocoles TCP et IP jouant un rôle prédominant, car ils constituent à l'implémentation la plus courante.

TCP/IP peut donc désigner deux choses : le modèle TCP/IP et la suite de deux protocoles TCP/IP. Ce modèle c'est progressivement imposé comme modèle de référence en lieu et place du modèle OSI. Cela tient tout simplement à son histoire. En effet, contrairement au modèle OSI le modèle TCP/IP est né d'une implémentation, la normalisation est venue par la suite.

2. Historique

L'origine du modèle TCP/IP remonte au réseau ARPANET.

ARPANET est un réseau de télécommunication conçu par l'ARPA (Advanced Research Project Agency), l'agence de recherche du ministère américain de la défense (le DOD : Department Of Defense).

Outre la possibilité de connecter des réseaux hétérogènes, ce réseau devait résister à une éventuelle guerre nucléaire, contrairement au réseau

téléphonique habituellement utilisé pour les télécommunications mais considéré trop vulnérable. [14]

Il a été alors convenu qu'ARPANET utiliserait la technologie de commutation par paquet (mode datagramme), une technologie émergente promettant. C'est donc dans cet objectif et ce choix technique que les protocoles TCP et IP furent inventés en 1974. L'ARPA signa alors plusieurs contrats avec les constructeurs (BBN et l'université de Berkeley) qui développait un Unix pour imposer ce standard.

3. Présentation de l'architecture d'un système Client/Serveur

De nombreuses applications fonctionnent selon un environnement client/serveur, c'est-à-dire, il existe des machines clientes faisant partie du réseau contactant un serveur. Pour cela il faut une corrélation continue entre les deux structures où :

- Le serveur est toujours en mode d'attente d'information de la part du client en cas de nécessité d'avoir des nouvelles, donc il démarre en attendant une connexion.
- Le client démarre et demande une connexion au serveur.
- Dans ce cas si le serveur constate la connexion du client il doit l'accepté.
- Le client se met en attente de la réception de données de la part du serveur.
- Ensuite, l'émission par le client et de réception par le serveur sont enregistrées en temps réel.
- La communication client/serveur est basée sur le protocole TCP/IP [16].

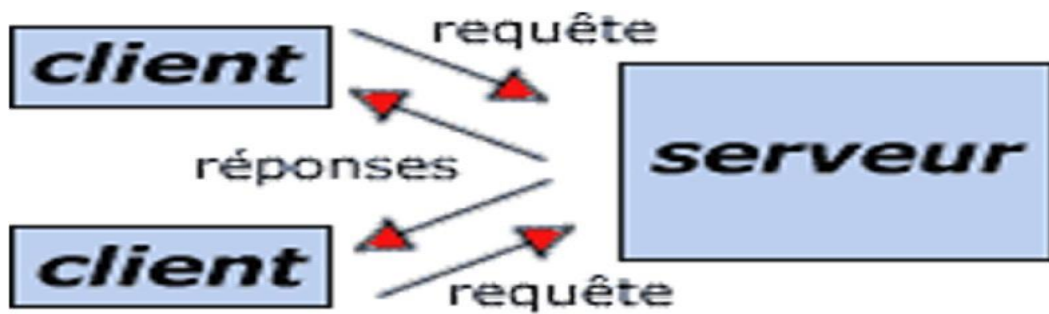


Figure III.1 : client/serveur [16].

Avantages de l'architecture client/serveur

L'architecture à deux niveaux caractérise les systèmes clients/serveurs pour lesquels le client demande une ressource et le serveur la lui fournit directement, ses principales actions sont :

➤ Partage des données

Les données sont conservées par les processus métier habituels et manipulées sur un serveur qui est disponible pour les utilisateurs désignés (clients) via un accès autorisé.

➤ Une meilleure sécurité

Le nombre de points d'entrée permettant l'accès aux données moins important.

➤ Un réseau évolutif

Cette architecture nous permet de rajouter des clients sans la perturbation de fonctionnement du réseau.

4. Protocoles TCP/IP

Définition du protocole

Un protocole est une méthode standard qui permet la communication entre des processus s'exécutant éventuellement sur différentes machines, c'est-à-dire un ensemble de règles et de procédures à respecter pour émettre et recevoir des données sur un réseau. Certains protocoles seront par exemple spécialisés dans l'échange de fichiers.

Généralement, les protocoles sont classés en deux catégories selon le niveau de contrôle des données:

- ✓ Les protocoles orientés connexion : il s'agit des protocoles opérant un contrôle de transmission des données pendant une communication établie entre deux machines. Dans un tel schéma, la machine réceptrice envoie des accusés de réception lors de la communication, ainsi la machine émettrice est garante de la validité des données qu'elle envoie. C'est donc à ce protocole que nous allons nous intéresser puisque le TCP/IP en fait partie.
- ✓ Les protocoles non orientés connexion : il s'agit d'un mode de communication dans lequel la machine réceptrice reçoit les données sans envoyer d'avis de réception à la première [17].

Définition du protocole TCP/IP

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) est un protocole de transport fiable, en mode connecté, c'est-à-dire qu'il permet l'établissement d'une session de communication entre deux parties qui veulent échanger des données.

Le schéma suivant résume et compare l'utilisation du protocole TCP/IP avec un courrier postal.

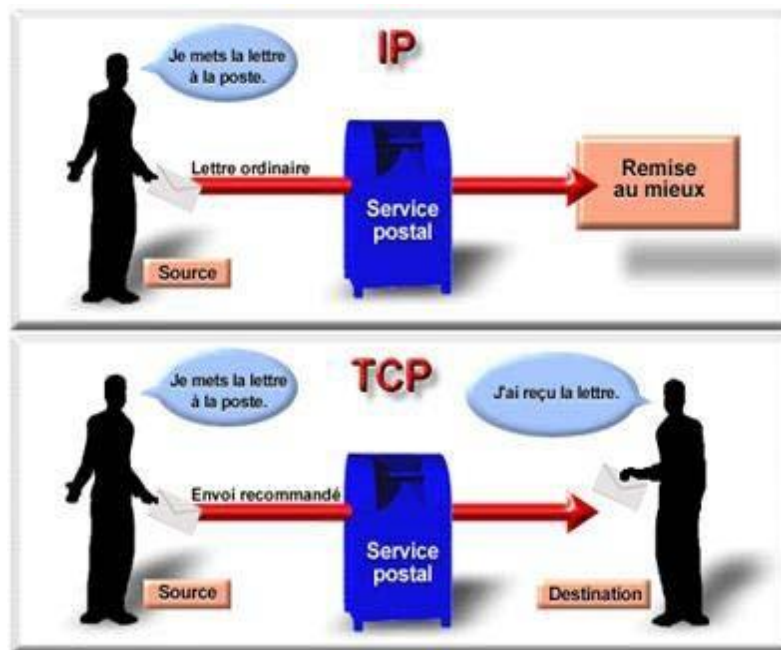


Figure III.2 : Utilisation du protocole TCP/IP avec un courrier postal [17].

Différence entre le système IP et TCP

TCP représente d'une certaine façon l'ensemble des règles de communication sur internet et se base sur la notion adressage IP, c'est-à-dire le fait de fournir une adresse IP à chaque machine du réseau afin de pouvoir acheminer des paquets de données (voire figure III.3).

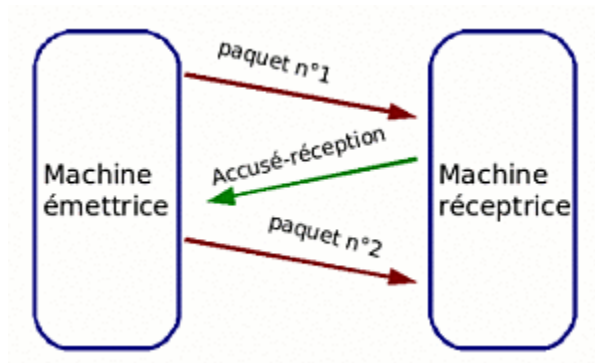


Figure III.3 : Transmission des paquets [17].

Etant donné que la suite de protocole TCP/IP a été créée à l'origine dans un but militaire, elle est conçue pour répondre à un certain nombre de critères parmi lesquels :

- ✓ Le fractionnement des messages en paquets, c'est-à-dire qu'elle permet de découper les gros paquets de données en plus petit pour que l'IP les accepte.
- ✓ L'utilisation du système d'adressages.
- ✓ L'acheminement des données sur le réseau (routage).
- ✓ Le contrôle des erreurs de transmission de données.

5. Description du modèle TCP/IP

Le modèle TCP/IP peut en effet être décrit comme une architecture réseau à 4 couches :

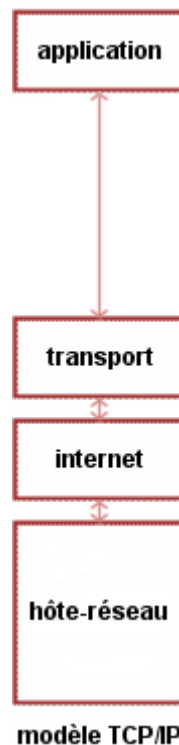


Figure III.4 - Modèles TCP/IP [18].

Couche Hôte réseau

La couche hôte réseau semble regrouper les couches physiques et liaison de données du modèle OSI. Elle n'a pas vraiment été spécifiée, la seule contrainte de cette couche c'est de permettre un hôte d'envoyer des paquets IP sur le réseau.

L'implémentation de cette couche est laissée libre, de manière plus concrète l'implémentation est typique de la technologie utilisée sur le réseau local.

Couche Internet

Couche internet réalise l'interconnexion des réseaux hétérogènes distants sans connexion. Son rôle est de permettre l'injection de paquets dans n'importe quel réseau et l'acheminement de ces paquets indépendamment les uns des autres jusqu'à destination. Comme aucune connexion n'est établie

au préalable, les paquets peuvent arriver dans le désordre, le contrôle de l'ordre de remise est éventuellement la tâche des couches supérieures. Du fait du rôle imminent de cette couche dans l'acheminement des paquets, le point critique de cette couche est le routage.

Couche Transport

Son rôle est le même que celui de la couche transport du modèle OSI, permettre à des entités paires de soutenir une conversation. Cette couche n'a que deux implémentations: le protocole TCP (Transmission control protocol) et le protocole UDP (User Datagram Protocol).

- ✓ TCP est un protocole fiable qui permet l'acheminement sans erreur de paquets issus d'une machine d'un internet à une autre machine du même internet. Son rôle est de fragmenter le message à transmettre de manière à pouvoir le faire passer sur la couche internet. A l'inverse, sur la machine destination, TCP replace dans l'ordre les fragments transmis sur la couche internet pour reconstruire le message initial. TCP s'occupe également du contrôle de flux de la connexion.
- ✓ UDP est en revanche un protocole plus simple que TCP, il est non fiable et sans connexion. Son utilisation présuppose que nous n'avons besoin ni du contrôle de flux, ni de la conservation de l'ordre de remise des paquets. Par exemple, nous l'utilisons lorsque la couche application se charge de la remise en ordre des messages, UDP intervient lorsque le temps de la remise des paquets est prédominant.

Couche Application

Contrairement au modèle OSI, c'est la couche immédiatement supérieure à la couche transport, tout simplement parce que les couches

présentation et session sont apparues inutiles. On s'est aperçu avec l'usage que les logiciels réseau n'utilisent que très rarement ces 2 couches, le modèle OSI dépouillé de ces 2 couches ressemble fortement au modèle TCP/IP. Elle contient tous les protocoles de haut niveau, comme par exemple TFTP (Trivial File Transfer Protocol), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), http (Hyper Text Transfer Protocol). Le point important pour cette couche est le choix du protocole de transport à utiliser par exemple, TFTP (utilisé sur réseaux locaux) utilisera UDP.

6. Comparaison du TCP/IP avec l'OSI

Tout d'abord, nous commençons par les points communs, les modèles OSI et TCP/IP sont tous les deux fondés sur le concept de pile de protocoles indépendant, les fonctionnalités des couches sont globalement les mêmes.

Par contre ce qui diffère entre les deux modèles est ce qui suit :

Le modèle OSI faisait clairement la différence entre 3 concepts principaux, alors que ce n'est plus tout à fait le cas pour le modèle TCP/IP.

Ces 3 concepts sont les concepts de services, interfaces et protocoles. TCP/IP fait pour la destination entre ces concepts. Malgré les efforts des concepteurs pour se rapprocher de l'OSI, cela est dû au fait que pour le modèle TCP/IP, ce sont les protocoles qui sont d'abord apparus. Le modèle ne fait finalement que donner une justification théorique aux protocoles.

Enfin, la dernière grande différence est liée au mode de connexion. Certes, les modes orienté sans connexion sont disponibles dans les deux modèles mais pas à la même couche, pour le modèle OSI, ils ne sont disponibles qu'au niveau de la couche réseau : au niveau de la couche transport, seul le mode orienté connexion n'est disponible qu'au niveau de la couche transport pour le modèle TCP/IP (la couche internet n'offre que le mode sans connexion). Le modèle

TCP/IP a donc cet avantage par rapport au modèle OSI (les applications qui utilisent directement la couche transport ont véritablement le choix entre les deux modes de connexion. [18])

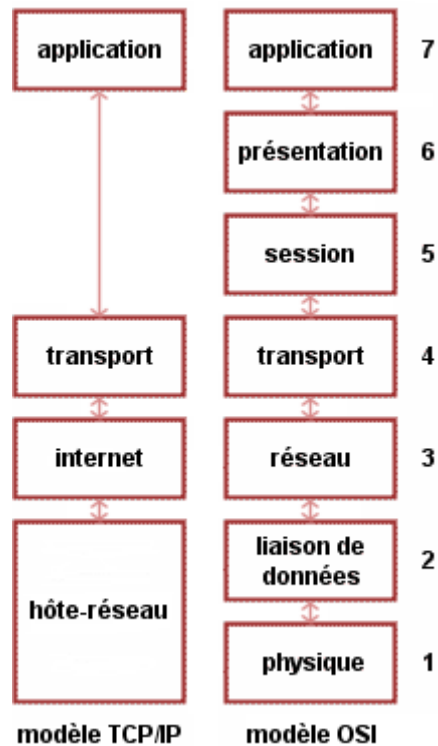


Figure III.5 : Comparaison du TCP/IP avec OSI [18].

7. Conclusion

L'architecture client-serveur utilisant le protocole de communication TCP/IP, nous permet de communiquer, d'envoyer et de recevoir des fichiers de façon fiable entre logiciels situés sur des ordinateurs différents.

Le chapitre suivant est consacré à la présentation de notre application dédiée à la Télésurveillance en réanimation.

Chapitre IV

**Réalisation et présentation de notre interface dédiée
à la Télésurveillance en réanimation**

1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons procéder à la présentation de notre interface, réalisée sous environnement VB10, qui contribue à la Télésurveillance des patients. Cette surveillance médicale se fait à distance, faisant intervenir la video, le moindre mouvement des patients en réanimation est alors détecté par l'équipe médicale (centre de surveillance), des messages d'alerte peuvent être envoyés aux médecins réanimateurs, des dossiers médicaux ou des fichiers peuvent aussi être envoyés au (serveur- centre de Télé-vigilance). Les médecins spécialistes peuvent accéder à une base de données médicales regroupant toutes les informations nécessaires des patients, afin de poser leur diagnostic et entreprendre la thérapeutique adéquate.

2. Présentation du Visual Basic 2010

Visual Basic est un langage de programmation créé par Microsoft pour développer facilement des applications fonctionnant sous Microsoft Windows. Visual Basic est un outil visuel permettant de créer une interface graphique (GUI).

VB (Visual Basic) permet l'accès à des fonctions avancées (accès à des bases de données et l'accès à des fonctionnalités réseau,...).

La figure IV.1 représente une capture d'écran d'une page de démarrage (Microsoft Visual Basic 2010 Express) [19].

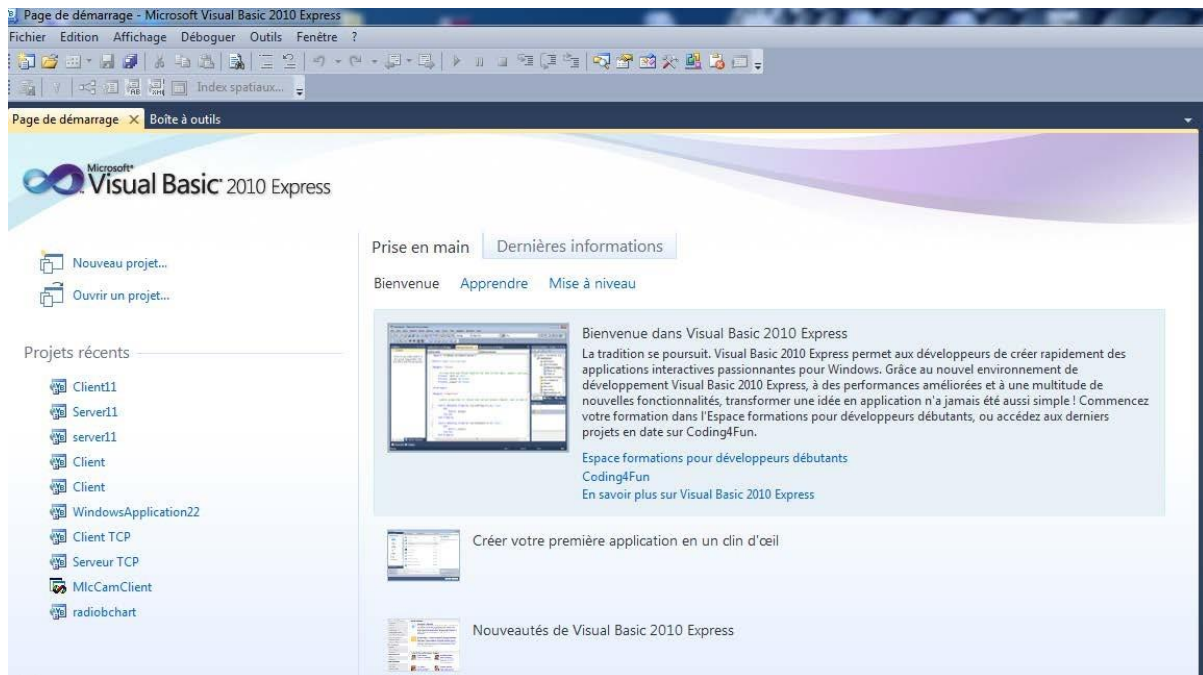


Figure IV.1 : Page de démarrage (Microsoft Visual Basic 2010 Express)

3. Sécurisation de l'application

Afin d'accéder à notre interface, il faut d'abord passer par un nom d'utilisateur avec son mot de passe afin de protéger notre application (voir figure IV.2)



Figure IV.2 : Sécurisation de l'application

4. Communication Client/Serveur

Le principe de cette interface est d'établir une connexion afin de pouvoir faire un échange de messages ou de fichier concernant le patient, entre l'équipe de surveillance (client) et le centre de Télé-vigilance (serveur), pour cela il faut une corrélation continue entre les deux structures.

La figure IV.3 représente une connexion Client/Serveur

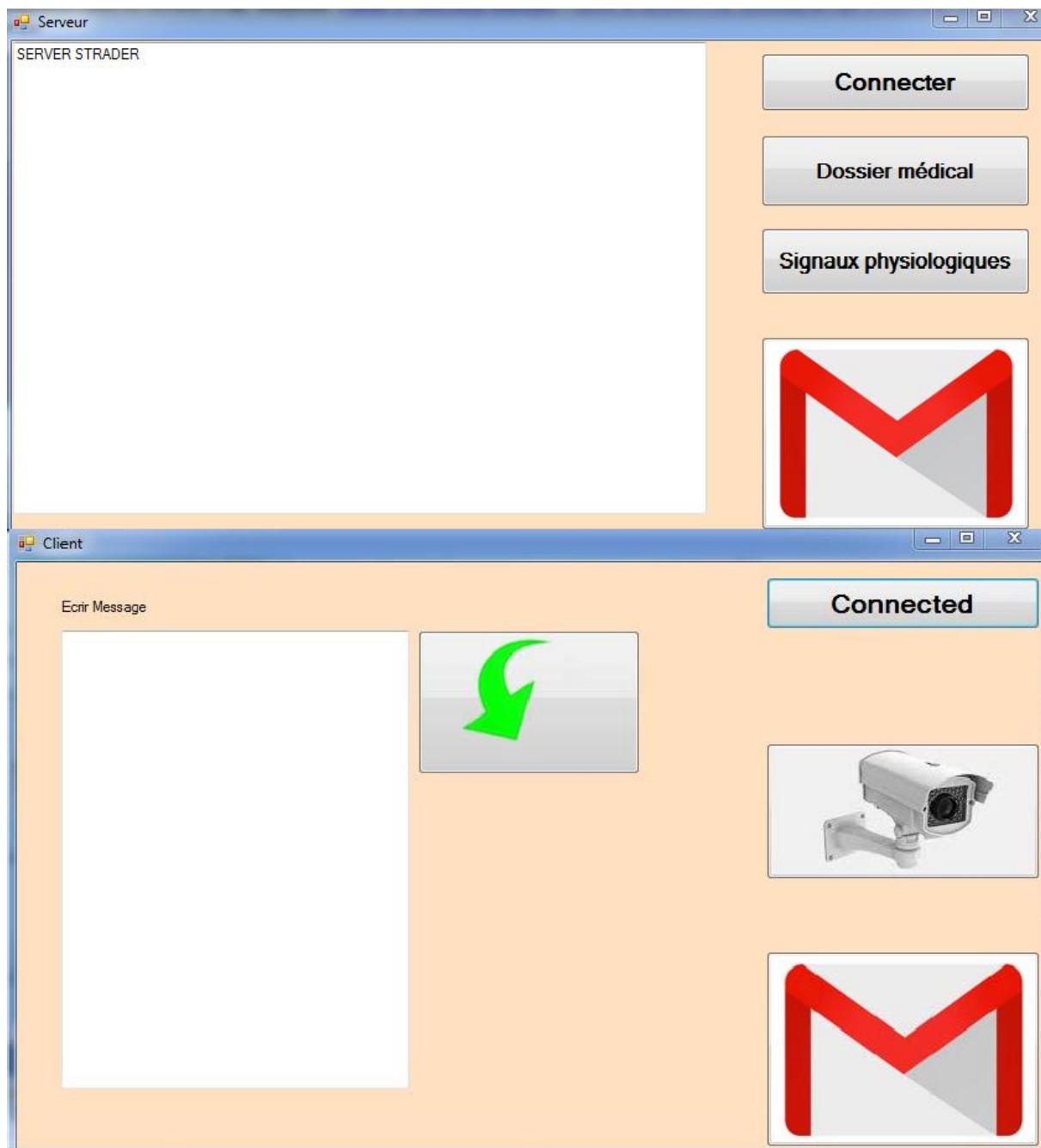


Figure IV.3 : Connexion Client/Serveur

5. Transfert des messages du client vers le serveur

Après l'activation de connexion entre le client et le serveur, le client peut envoyer des messages vers le serveur (voir la figure IV.4.)

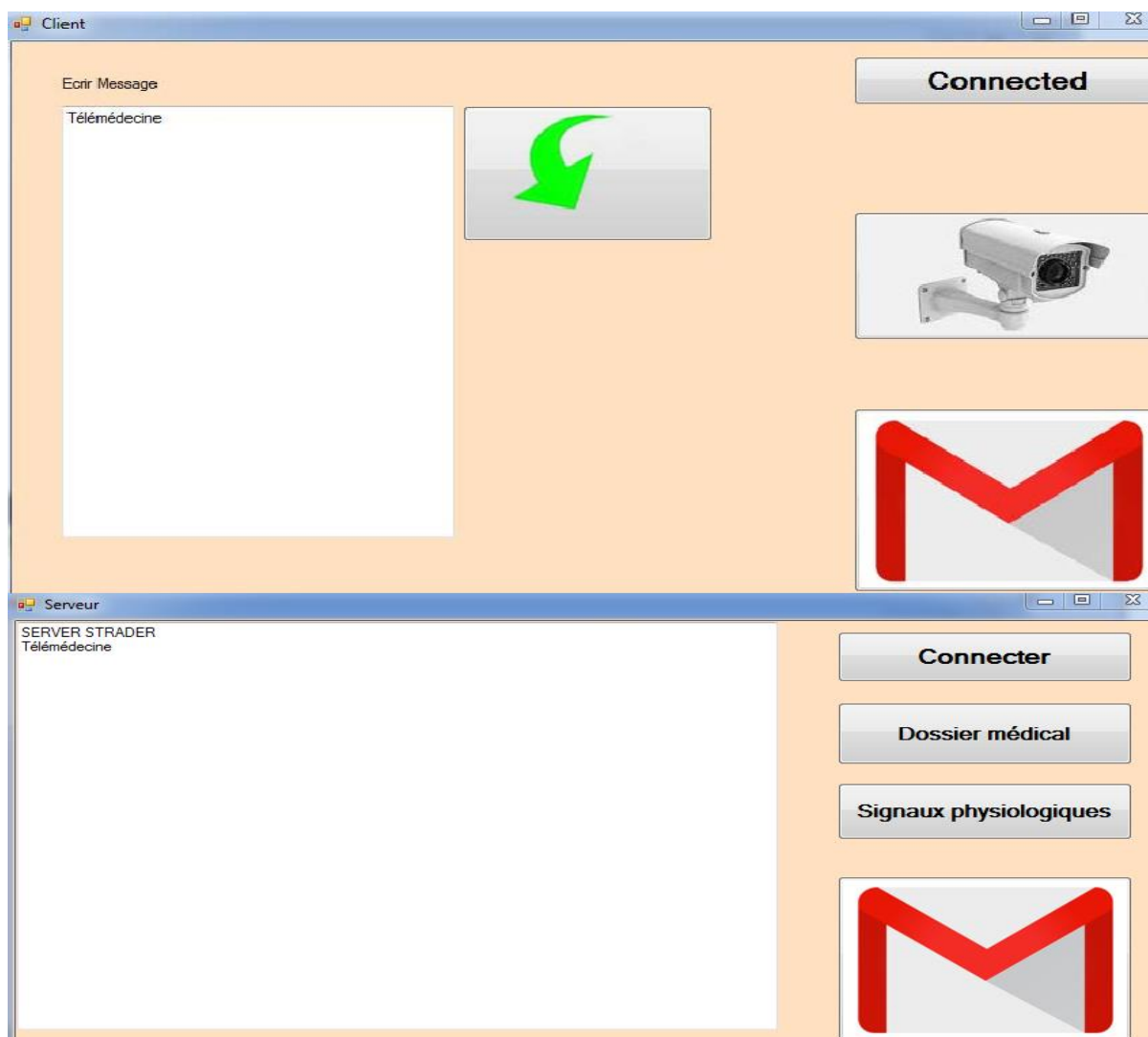


Figure IV.4 : Communication Client/Serveur

6. Détection du mouvement par camérasurveillance

La détection du mouvement par une caméra de surveillance est un moyen très important en Télésurveillance, elle permet de détecter, de reconnaître et de suivre les patients en temps réel et continue, piloté par ordinateur, ce qui permet à l'équipe médicale (Client) de suivre de prêt les différents comportements des malades et d'adopter une alternative thérapeutique.

Lors de la détection du mouvement, plusieurs messages d'alerte s'afficheront sur la fenêtre principale, correspondant à chaque mouvement détecté. Il est aussi possible de faire des enregistrements en temps réel d'images, afin de

surveiller les malades en urgence, de détecter des mouvements habituels surtout au service de réanimation. Cette application offre aussi la possibilité au médecin traitant d'assister le patient à distance.

La Figure IV.5 nous montre l'interface nous permettant d'accéder à la caméra surveillance.

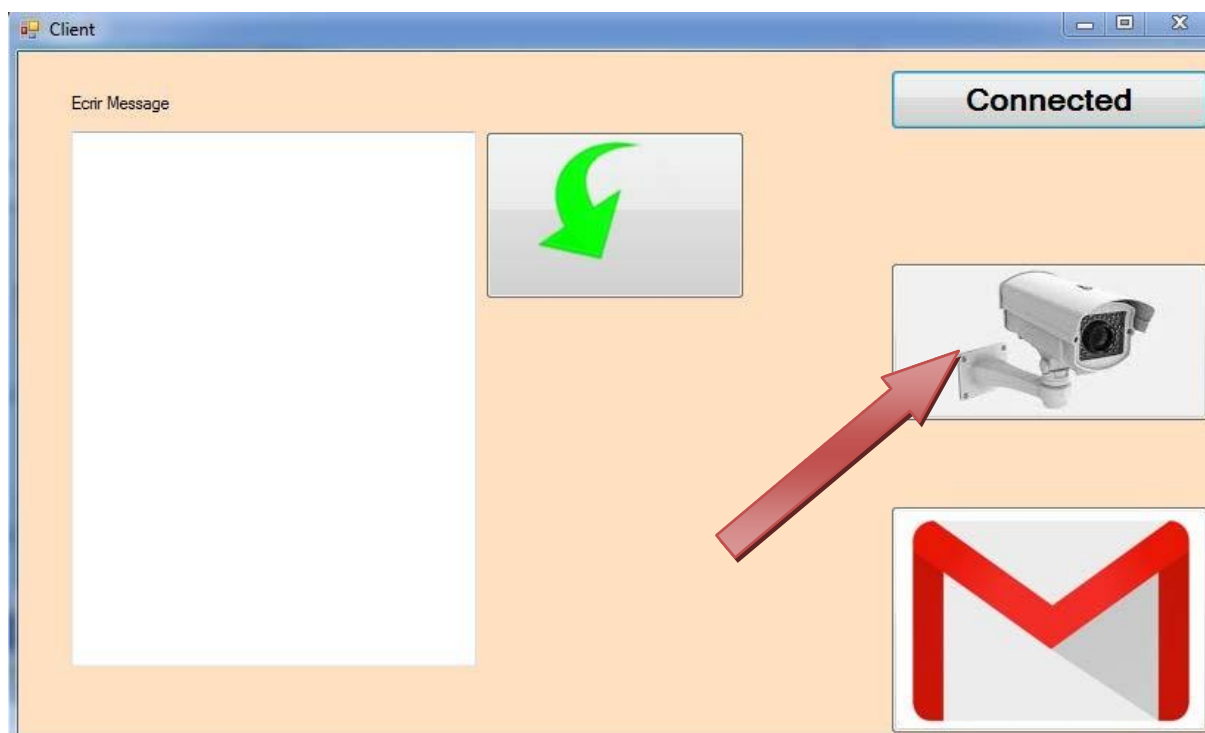


Figure IV.5 : L'accès à la caméra surveillance

La figure IV.6 représente une capture d'écran lors de la détection d'un mouvement.

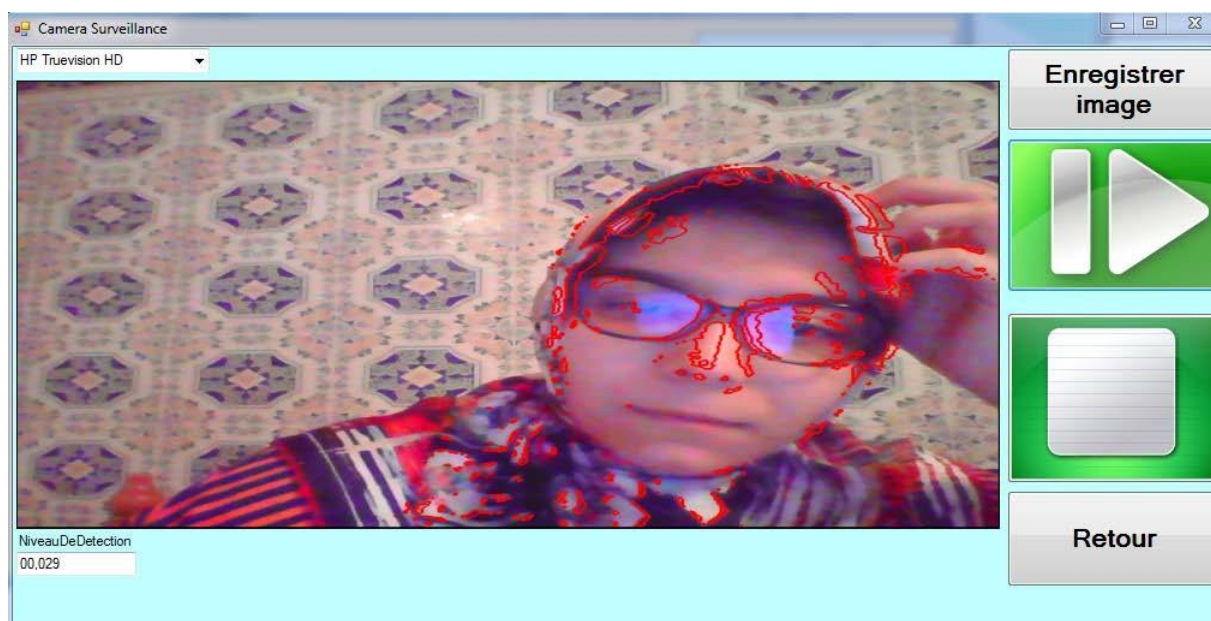


Figure IV.6 : La détection du mouvement

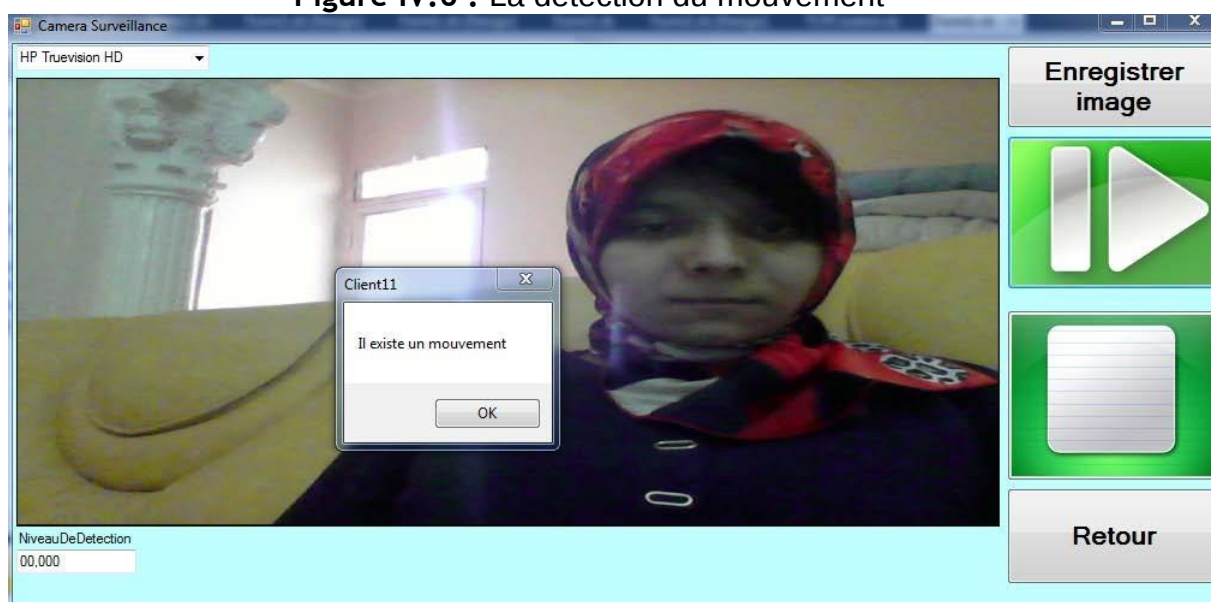


Figure IV.7 : Un message d'alerte lors une détection de mouvement

Sur les Figure IV.8, IV.9 et IV.10 sont détaillés les étapes pour la capture d'image et son enregistrement.

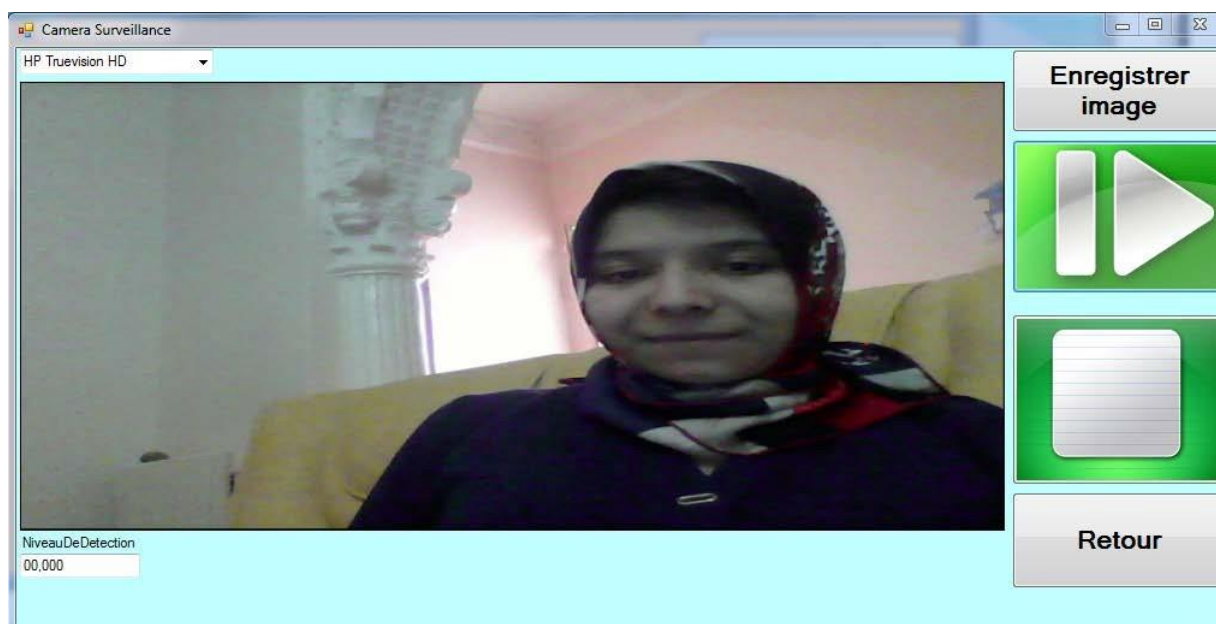


Figure IV.8 : Enregistrer une Image

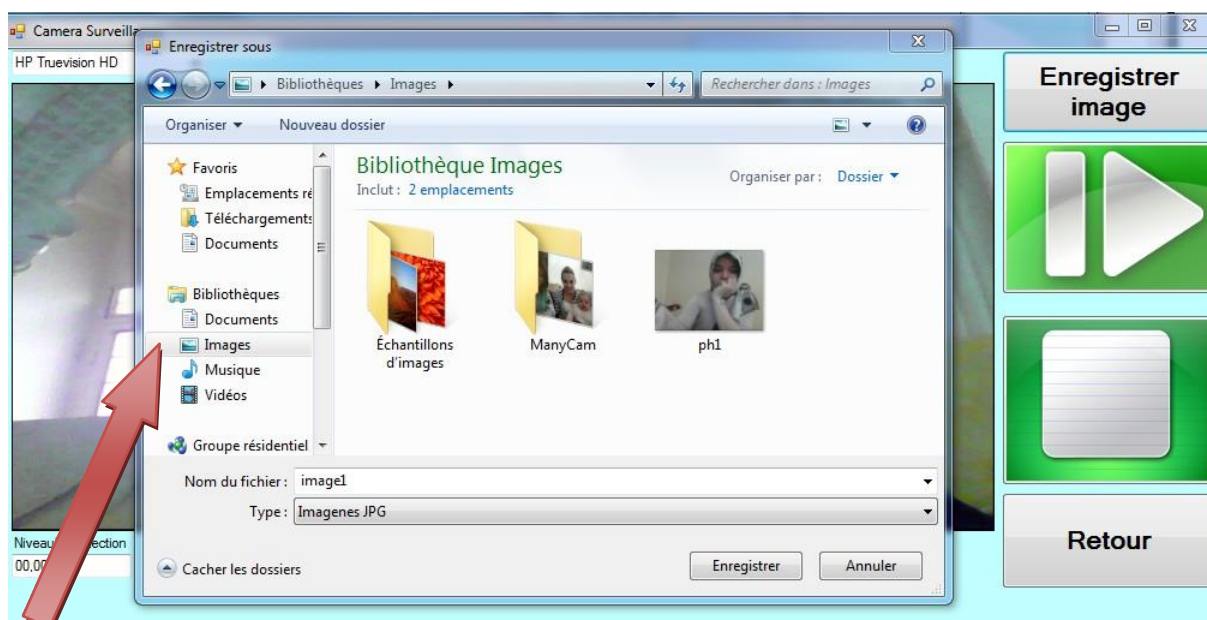


Figure IV.9 : Le chemin d'enregistrement

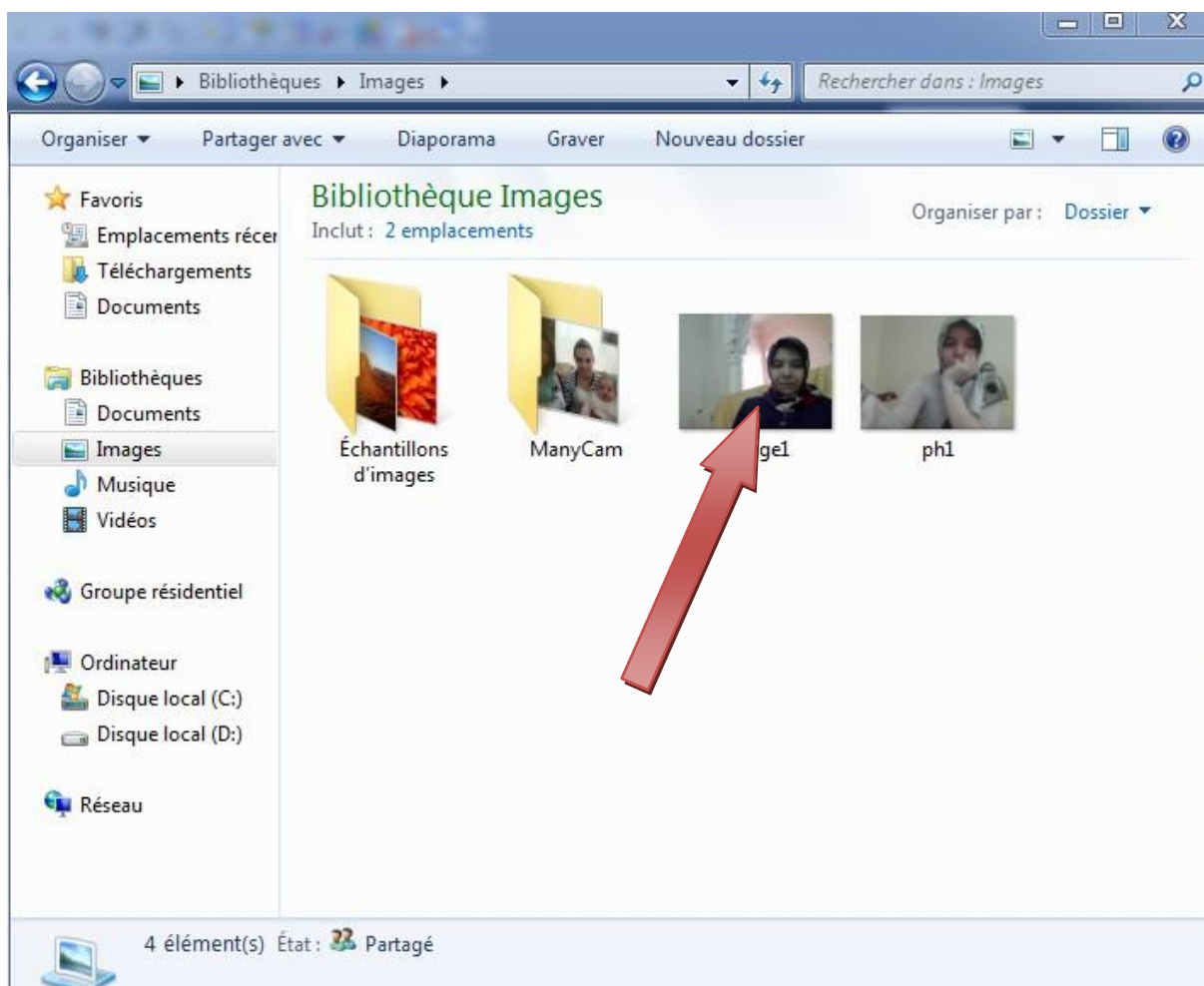


Figure IV.10 : Image enregistré

7. Envoyer un Email

Nous avons crée une application Gmail qui facilite la transmission des messages et des fichiers par Email de la part du client pour alerter le médecin, ou du centre de Télé-vigilance au centre de Télésurveillance local ou distant.

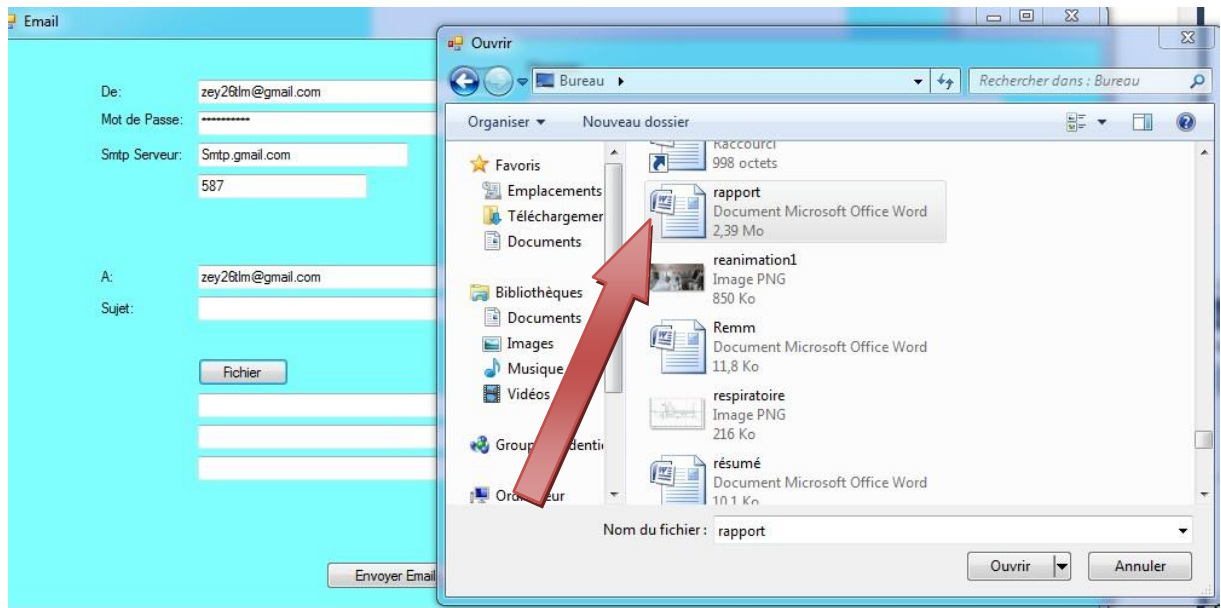


Figure IV.11 : Recherche d'un fichier à attacher puis l'envoyer

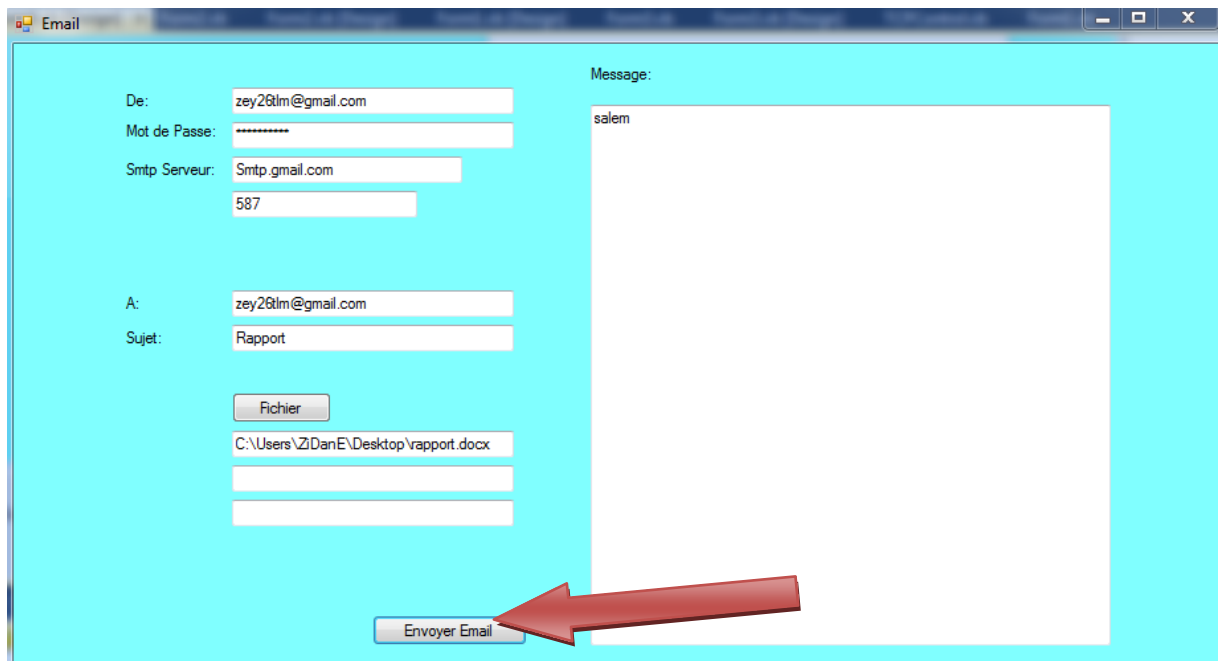


Figure IV.12 : Envoie d'Email

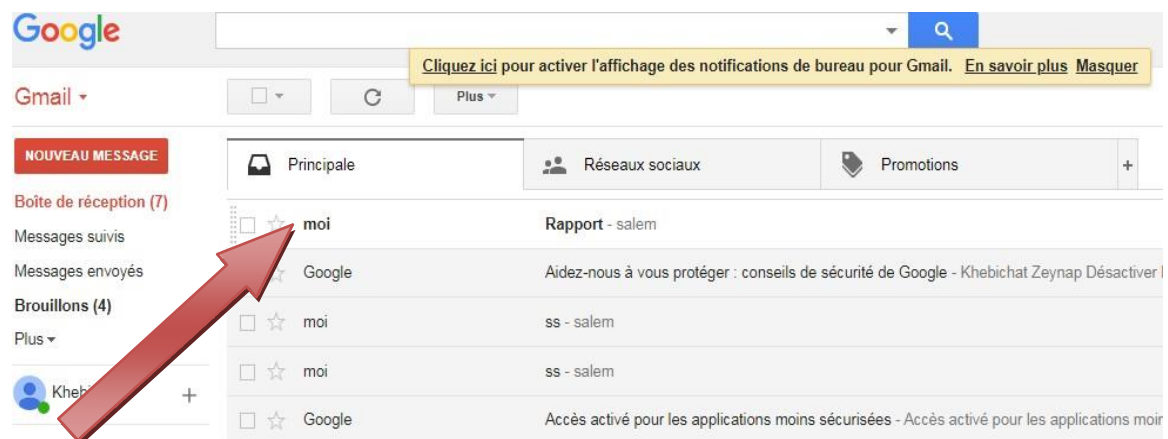


Figure IV.13 : Réception d'E-mail

La réception d'email se fait aussi sur android (voir la figure suivante) :

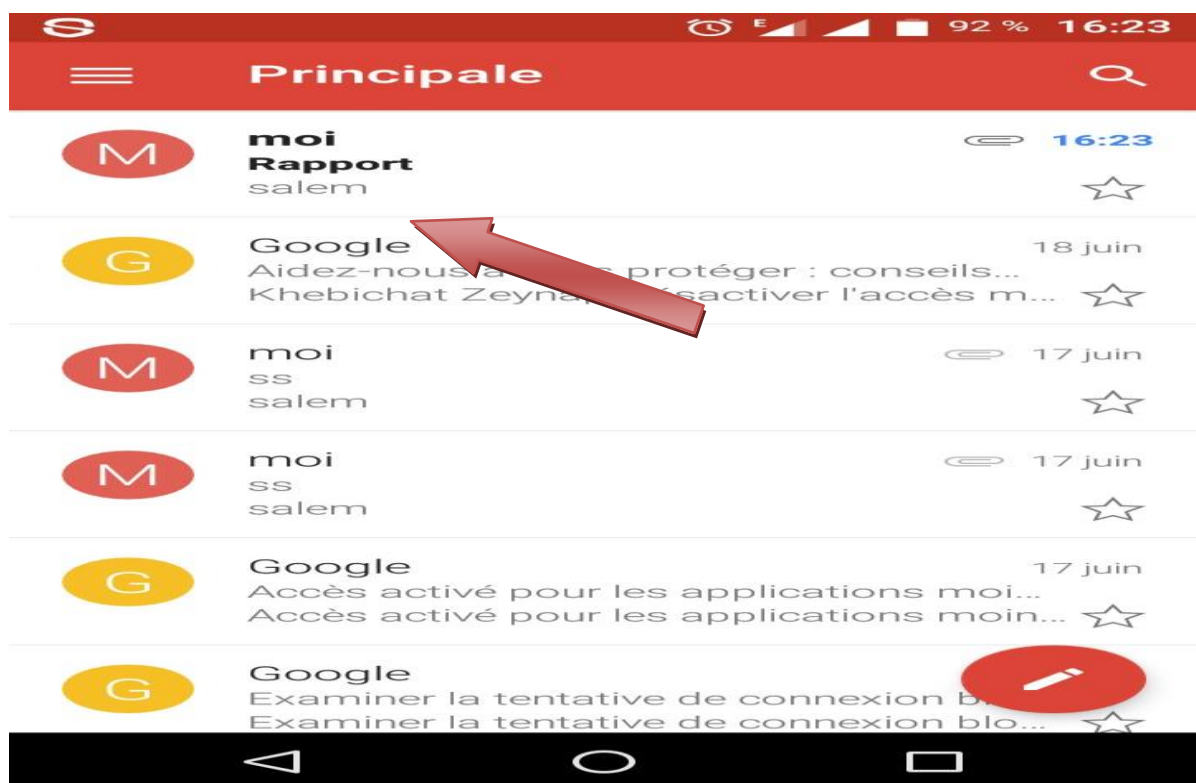


Figure IV.14 : La réception de l'Email sur Android

8. Dossier Médical

Nous avons créé une base de données (BDD) « patient » sur Microsoft Access et qui a été connecté avec le VB10, dans ce dossier médical nous retrouvons toutes les informations nécessaires du patient, tel que : les coordonnées personnels du malade, son état civile, ces antécédents médicaux

et chirurgicaux, ces analyses et radiographies. Ce dossier médical se situe au niveau du serveur, lui seul peut ajouter ou supprimer la liste des malades dans cette base de données.

La figure suivante montre comment connecter la base de données à l'application :

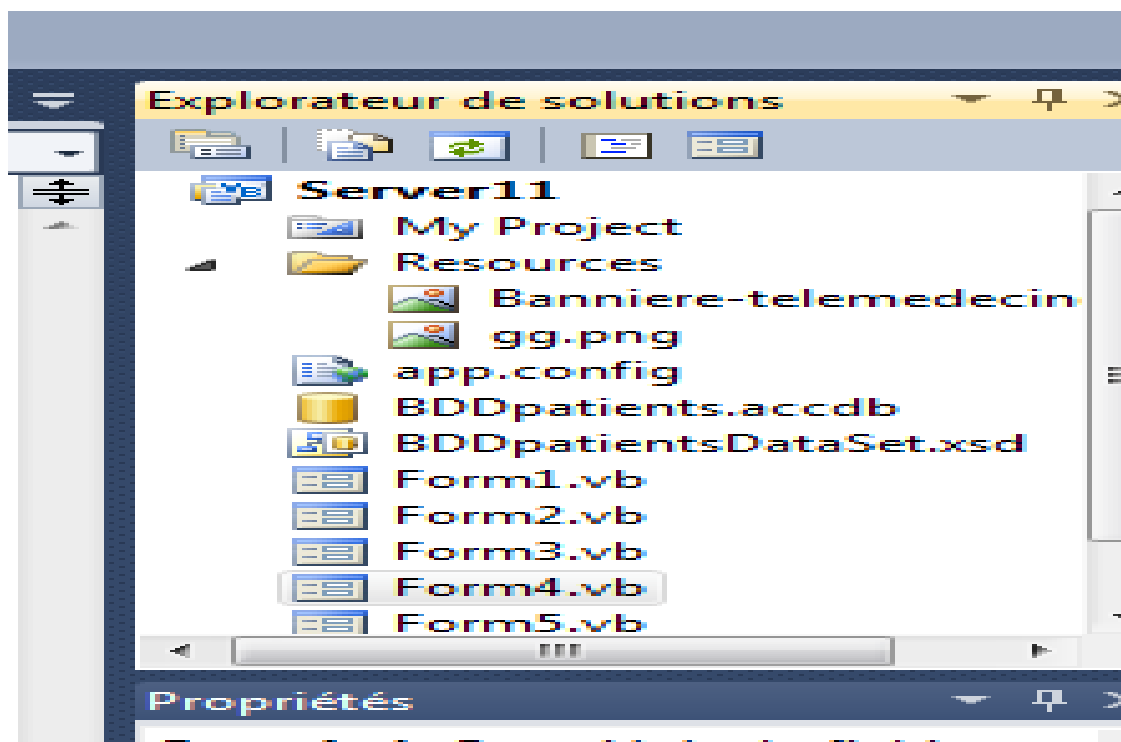


Figure IV.15 : Connecter la base de données sur Access avec VB10

La figure suivante montre comment ajouter un nouveau patient :

er Medical

5 de 5

Recherche :

Nouveau

Supprimer

Enregistrer

Général

Date d'inscription : mardi 19 J

Nom : Khebichat

Prenom : Boumediene

Né(e) le : lundi 31 octot

A : belabbes

Sexe : Homme

Situation familiale : -Célibataire

Photo patient

Télécharger

Quiter

Information

Poids : 85

taille : 189

Médecin actuel : Dr.Kaid

Groupe Sanguin : AB

type d'opération : Cardiaque

Médecin à distance : Dr.Soufi

ECG : ECG9

ID	Date d'inscription	Nom	Prenom	Date de naissance	Lieu de naissance	Sexe	Situation familiale	Photo patient	Numéro tel	Er
1475942217	08/10/2016	Nom1	Prenom1	12/07/1791	Ville1	Homme	Maré(e)		0000000000	em
1475942394	07/10/2016	Nom2	Prenom2	02/05/1989	Ville2	Femme	Célibataire		01111111111	em
1475944271	27/09/2016	Nom3	Prenom3	18/06/1994	Ville3	Homme	Divorcé(e)		02222222222	em
-777291036	12/10/2016	Kadour	Kadour	12/06/2003	Ville3	Homme	Veuf(ve)		03333333333	em
-777291038	19/06/2018	Khebichat	Boumediene	31/10/1994	belabbes	Homme	-Célibataire		055698512	boi

Figure IV.16 : Ajouter un nouveau patient

9. Tracé des signaux physiologiques

Cette partie permet à l'équipe médicale traitante, de tracer les trois signaux physiologiques à exploiter à savoir : (ECG, PPG et RES), afin de pouvoir suivre l'évolution de la santé du malade.

Les signaux seront affichés, en appuyant sur le bouton parcourir pour accès à la base de données des signaux déjà enregistrés comme le représente la Figure (IV.17) :

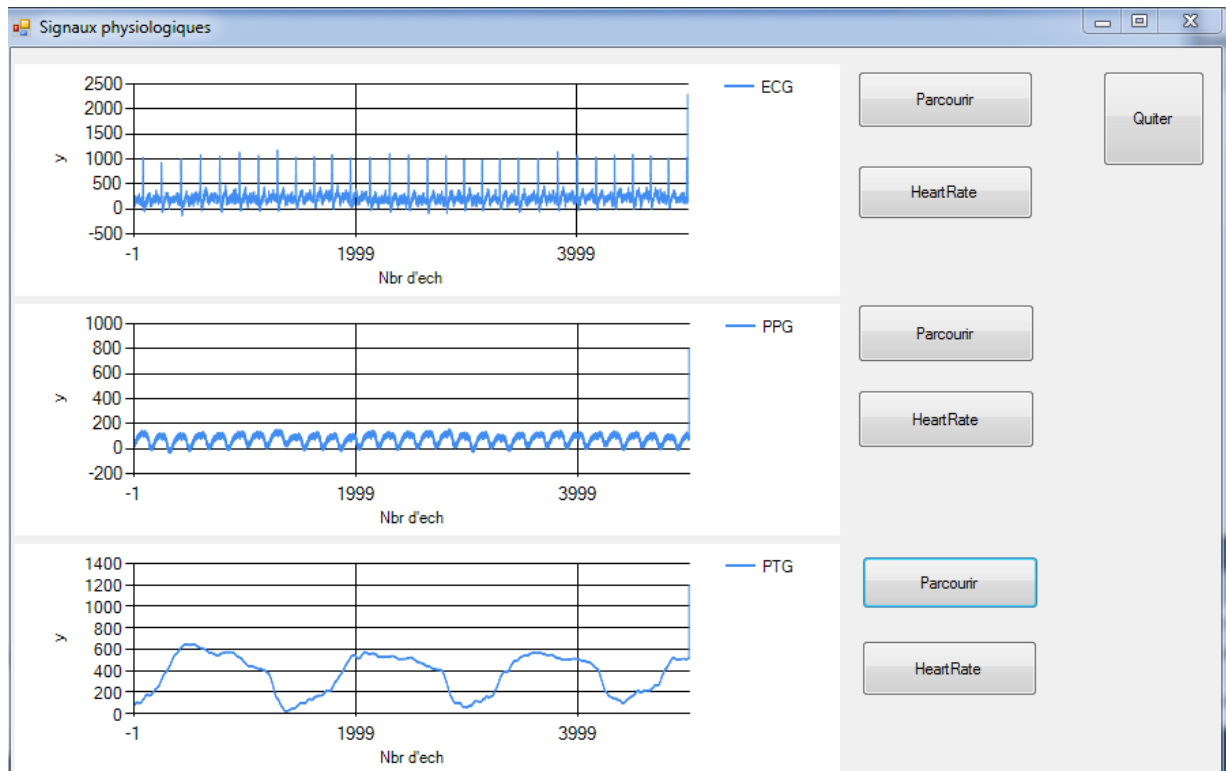


Figure IV.17 : Affichage des signaux physiologiques

10. Calcul des paramètres physiologiques

La fréquence cardiaque (FC) s'évalue au repos et correspond au nombre de battements du cœur par minute.

Grace à l'algorithme de détection des pics, nous avons pu détecter les pics R de tracé de l'ECG (voir l'algorithme suivant), puis nous avons procéder au calcul de la durée de chaque intervalle RR où chaque intervalle correspond à un battement.

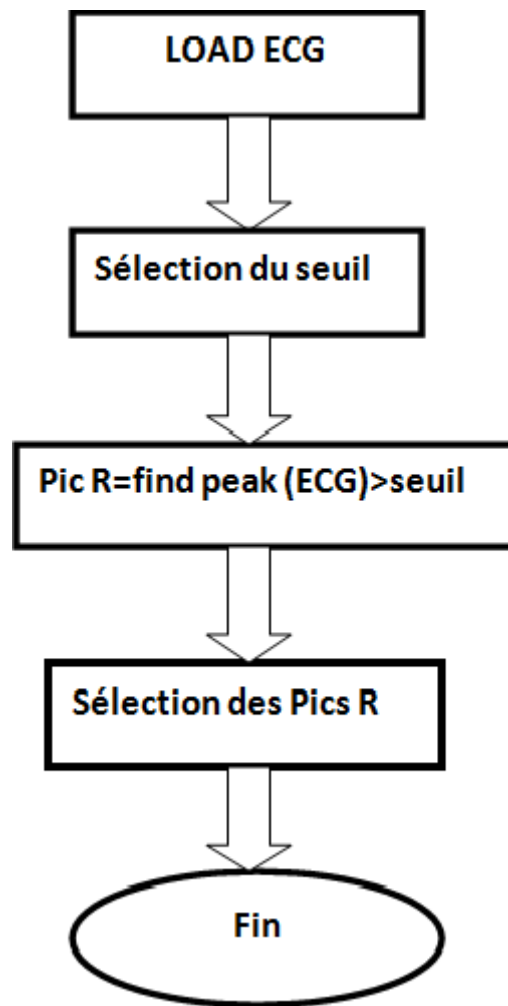


Figure IV.18 : Organigramme de détection du Pic R

La figure suivante montre l'efficacité de cet algorithme et calcule la fréquence cardiaque :

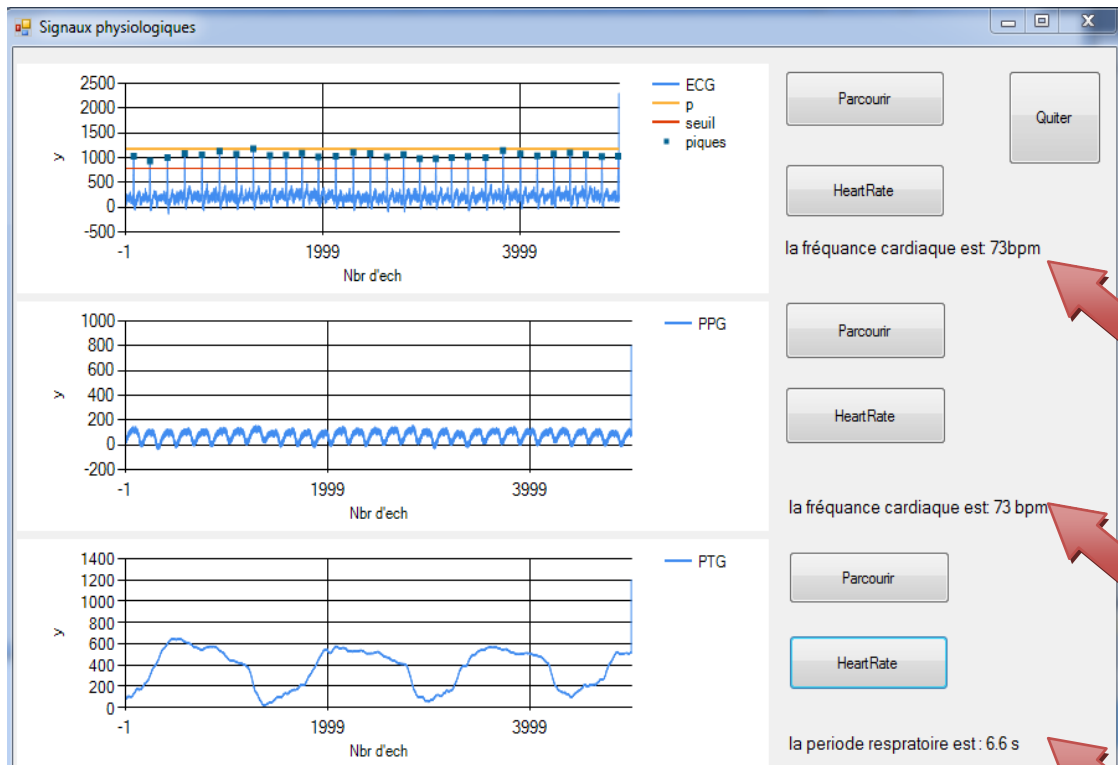


Figure IV.19: Calcul des différents paramètres physiologiques.

11. Conclusion

Nos avons contribué à l'élaboration d'un GUI permettant d'améliorer la surveillance à distance des patients admis en réanimation afin de contribuer à un meilleur suivi et une bonne prise en charge.

Conclusion Générale

La Télémédecine est une pratique réelle qui peut prendre de l'ampleur et peut accroître au rythme de l'évolution de la technologie et au degré de l'intéressement des médecins et du public.

En effet, les applications de Télémédecine permettent de répondre à l'objectif principal qui est celui de rationaliser les soins et en apportant une meilleure qualité de soins appliquée au plus grand nombre de malade. La Télémédecine se procure le pouvoir d'affranchir des distances, de les réduire et d'effacer les frontières.

Dans ce mémoire nous nous sommes intéressés par la création d'une interface dédiée à la Télésurveillance médicale en réanimation permettant une surveillance des patients dans le coma par la détection de mouvement, le transfert des messages et des fichiers à un centre de Télé-vigilance. Des messages d'alerte peuvent être envoyés aux médecins réanimateurs afin de permettre une prise en charge rapide et efficace. Un traitement des signaux physiologiques est aussi établi afin de suivre à distance la fréquence cardiaque ainsi que la fréquence respiratoire.

L'application peut être développée pour qu'elle soit accessible sur des Smartphones, où le médecin peut suivre son patient à distance et à chaque moment qu'il le souhaite et voir l'évolution de certains cas réanimation par exemple l'affichage de message d'alerte lors la détection de mouvement sur un système Android.

Un autre système de récupérations des données physiologiques à savoir la fréquence respiratoire, la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la température, le taux d'oxygénation reste à développer et à envoyer directement au centre de Télé-vigilance pour le bon suivi des patients.

Bibliographie

[4] :Rerbal Souhila Traitement numérique du signal physiologique en télé-médecine » thèse de doctorat en Génie biomédical 2014

Webographie

[1] :<https://www.cnil.fr/en/node/24033>, consulté 15/01/2018

[2] :https://www.google.dz/search?hl=fr&biw=1242&bih=557&tbm=isch&sa=1&ei=G_QqW5KiLcnXUdjCrbAN&q=t%C3%A9l%C3%A9m%C3%A9decine&oq=t%C3%A9l%C3%A9m%C3%A9decine&gs_l=img.3..0l2j0i7i30k1l4j0i30k1j0i24k1l3.52685.52685.0.53018.1.1.0.0.0.163.163.0j1.1.0....0...1c.1.64.img..0.1.161....0.L8szFvIDhqq#imgdii=Fj1k6y8bRIQamM:&imgsrc=qiMGvv_C5Eq2FM:, consulté le 16/01/2018

[3] :<https://www.medicitus.com/la-telemedecine-de-quoi-parle-t-on>, consulté le 18/01/2018

[5] :<https://www.dzairnews.com/articles/liberte-elle-a-fait-l-objet-d-un-seminaire-a-bejaia-plaidoyer-pour-l-institutionnalisation-de-la-telemedecine>, consulté le 26/05/2018

[6] :<https://www.hagerservices.fr/le-mag/daaf/la-telesurveillance-au-service-de-la-sante>, consulté le 15/01/2018

[7] : https://www.google.dz/search?q=Dispositif+de+T%C3%A9l%C3%A9surveillance+m%C3%A9dicale&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia7775xOPbAhXlvxQKHcTtDykQ_AUICigB&biw=1242&bih=557#imgrc=oYmLkd7GvgZL2M ;, consulté le 02/02/2018

[8] : <https://www.conseilnational.medecin.fr/sites/default/files/telemedecine2009.pdf>, 25/02/2018

[9] : <http://blog.calendovia.com/telemedecine-teleconsultation-esante/>

[10] : <https://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie-medicale/reanimation>

[11] : https://www.google.dz/search?q=Patient+en+r%C3%A9animation&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia1-a5yePbAhUGOxQKHagXCwYQ_AUICigB&biw=1242&bih=557#imgrc=wJYUXMlfhQ2ZmM ;, 03/04/2018

[12] : <https://www.vulgaris-medical.com/encyclopedie-medicale/reanimation>, 01/03/2018

[13] : https://www.google.dz/search?q=Patient+en+r%C3%A9animation&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia1a5yePbAhUGOxQKHagXCwYQ_AUICigB&biw=1242&bih=557#imgrc=wJYUXMlfhQ2ZmM, 20/03/2018

[14] : <https://www.commentcamarche.com/contents/222-environnement-client-serveur>, 30/05/2018

[15] : https://www.google.dz/search?biw=1242&bih=557&tbm=isch&sa=1&ei=MfsqW9SiHYXfUeSQusgP&q=client%2Fserveur&oq=client%2Fserveur&gs_l=img.3..0j0i30k1l4j0i24k1.430134.444064.0.445114.119.39.0.2.2.0.134.3628.0j31.31.0....0...1c.1.64.img..105.14.1383...0i67k1.0.ETG_k5sxGQs#imgrc=ZQtb-qmeIYy34M ;, 01/06/2018

[16] : <http://protocole-tcpip.over-blog.com/article-le-protocole-tcp-ip-definition-69189059.html>, consulté 04/03/2018

[17] :<https://www.supinfo.com/articles/single/365-modele-osi-modele-tcp-ip>, consulté le 07/03/2018

[18] :<https://www.supinfo.com/articles/single/365-modele-osi-modele-tcp-ip>

[19] :https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Visual_Studio, consulté le 10/05/2018