



جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen

Faculté de Technologie

Département de Génie Biomédical

Laboratoire de Recherche de Génie Biomédical

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour obtenir le Diplôme de

MASTER en GENIE BIOMEDICAL

Spécialité : Télémédecine

Présenté par : ALLAOUI MOKHTAR

La conception d'une plate forme télé médicale dédiée au traitement
des signaux physiologiques: phono cardiogramme

Soutenu le 21 septembre 2017 devant le Jury

M	ZIANI CHERIF	Université de Tlemcen	Présidente
Mr	R.MERZOUGUI	Université de Tlemcen	Examineur
M	F.MEZIANI	Université de Tlemcen	Encadrante

Année universitaire 2016-2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciement

Nous tenons à remercier avant tous, **allah** qui nous a donné la force et la patience tout au long de la préparation de cette mémoire.

Nous adressons notre plus vive gratitude aux membres de nos jurys :

À Madame **F. MEZIANI**, Enseignante à l'Université de Tlemcen, qui nous a accueilli dans son laboratoire dans des conditions plus que favorables à une recherche fructueuse et qui a su, pendant ces deux ans, conseiller et orienter habilement nos travaux vers leur aboutissement,

À Madame **ZIANI CHERIF** ; Enseignante à l'Université de Tlemcen et Monsieur **R.MERZOUGH** ; Enseignant à l'Université de Tlemcen, qui ont eu la gentillesse d'accepter la lourde tâche de rapporteurs auprès du jury ; nous les remercions tout particulièrement pour l'attention et le temps qu'ils y ont consacrés pour lire ce manuscrit. Merci également à toutes les personnes dont l'amitié nous a apportée des moments de réconfort et distraction nécessaires lors du déroulement d'un tel projet, notamment. Nous remercions également nos parents, nos enseignants, nos frères et nos amis(es) qui nous ont prouvé une fois de plus leur présence et leur amour au cours de ces cinq années d'une vie. Que ceux que nous avons oubliés dans cette longue litanie nous pardonnent. Enfin nous adressons nos remerciements les plus sincères à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce travail.

Dédicace

À sidi boumediene boukhatem ;

À mes parents ;

Mes frères, et sœurs;

Tous mes amis(es).

Et qu'ils trouvent ici l'expression

De toute ma reconnaissance.

M. ALLAOUI MOKHTAR

ملخص

ويجب أن يأخذ التطبيب عن بعد في الحسبان توفير الرعاية في المنطقة المعنية وأن يدعو المهنيين الصحيين المدربين تدريباً منتظماً والذين يتمتعون بمهارات معترف بها.

في هذا العمل سوف ندرك التطبيق الذي يسمح لنا لإدارة العلاقة بين الطبيب والمريض بغض النظر عن المسافة بينهما وهذا الأخير، من ناحية، يدرك التطبيب عن بعد في الوقت الحقيقي من المعالجة الرقمية للبيانات الطبية تحت ماتلاب، ومن ناحية أخرى يرسل ملفات أي تمديد على أساس البصرية الأساسية.

إن العمل الذي قمنا بإعداده في إطار مشروع نهاية الدراسة هذا يمثل تطوراً تكنولوجياً يهدف إلى تنفيذ شبكة طبية عن بعد مخصصة للاستشارات الطبية، لضمان استشارة طبية أفضل و خدمة جيدة للمريض.

الكلمة الرئيسية: التطبيب عن بعد، يغ، البصرية الأساسية، خادم العميل.

Résumé

La télémedecine doit tenir compte de l'offre de soins dans le territoire considéré et faire appel à des professionnels de santé exerçant régulièrement et dont les compétences sont reconnues.

Dans ce travail, on va réaliser une application qui permet de gérer la relation médecin-patient quel que soit la distance qui les sépare, Cette dernière d'une part réalise la télémedecine en temps réel ; à partir du traitement numérique des données médicales sous Matlab, et d'autre part envoie les fichiers de toute extension à base du visuel basic.

Le travail que nous avons élaboré dans le cadre de ce projet de fin d'étude représente un développement technologique ayant pour but la mise en œuvre d'un réseau télé médical dédié à la consultation médicale, et ça pour garantir une meilleure consultation médicale et un bon service pour le patient.

Mot clé : télémedecine, PCG, visuel basic, client serveur.

Abstract

Telemedicine must take into account the provision of care in the area concerned and call on regularly trained health professionals with recognized skills. In this work, we will realize an application that allows us to manage the physician-patient relationship regardless of the distance between them. The latter, on the one hand, realizes telemedicine in real time; from the digital processing of medical data under Matlab, and on the other hand sends the files of any extension based on the basic visual.

The work we have elaborated in the framework of this end-of-study project represents a technological development aiming at the implementation of a medical tele-medical network dedicated to medical consultation, to ensure better medical consultation and good service for the patient.

Keyword: telemedicine, PCG, visual basic, client server.

Table de matière

Remerciement.....	1
Dédicace.....	2
Résumé.....	3
Abstract.....	4
Table de matière.....	5
Tables des figures.....	6
Introduction générale.....	8

Chapitre 01 : Télémédecine

I.1. Introduction.....	13
I.2. Télémédecine.....	13
I.3. Les différents types d'application de la télémédecine.....	14
I. 3.1 La téléconsultation.....	14
I. 3.2. La télé assistance.....	14
I. 3.3. La télé expertise.....	15
I. 3.4. La télésurveillance.....	16
I.4. les droits des patients dans le cadre de la télémédecine.....	16
I.5. les obligations des médecins pratiquant la télémédecine.....	17
I.6. Le statut technique de la Télémédecine.....	17
I.7. Evaluation de la télémédecine.....	18
I.8.Conclusion.....	18

Chapitre 02 : Notions de phonocardiographie

II.1. Introduction.....	20
II.2. Enregistrement du PCG.....	21
II.3. Anatomie du cœur et fonctionnement.....	23
II.3.1. Cycle cardiaque.....	24
II.3.2. Phases du cycle cardiaque.....	26
II.4. Phonocardiographie.....	27
II.4.1. Techniques.....	27
II.5. Les bruits du cœur.....	28
II.5.1 Définition et caractéristiques.....	28
II.5.1.a. Le premier bruit (B1).....	28
II.5.1.b. Le deuxième bruit (B2).....	28
II.5.1.c. Le troisième bruit du cœur (B3).....	29
II.5.1d. Le quatrième bruit (B4).....	29
II.6. Conclusion.....	29

Chapitre 03 : Application

III.1.Introduction.....	31
III.2. Le traitement de signal PCG.....	31
III.2.1 Principe de la segmentation.....	31
b. Détection des bruits cardiaques : B1et B2 : Dans notre analyse la fréquence d'échantillonnage des signaux PCGs choisie, est de 8KHz.....	34
III.3. Le stockage des données.....	38
III.4. Le transfert des données.....	38
III.5. Description de l'application.....	38
III.6. Conclusion.....	44
Conclusion générale.....	46
Références	48

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Télémédecine.....	13
Figure I.2 : Téléconsultation d'un patient.....	14
Figure I.3 : la téléassistance du patient (comment ça marche).....	15
Figure I.4 : exemple de télé-expertise.....	15
Figure 1.5 : Télésurveillance.....	16
Figure II.1 : Les ondes B1 et B2 du PCG d'un sujet normal.....	20
Figure II.2 : La lecture médicale d'un enregistrement cardiaque.....	21
Figure II.3 : Cas de sténose aortique avec des oscillations supplémentaires.....	22
Figure II.4 : L'analyse du PCG indique la présence de clicks systoliques et diastoliques....	23
Figure II.5 : Chambres, valves et vaisseaux du cœur.....	24
Figure II.6 : Relaxation ventriculaire (la diastole).....	25
Figure II.7 : Contraction ventriculaire (la systole).....	25
Figure II.8 : Cycle cardiaque.....	26
Figure II.9: Phonocardiographie cardiosim IV.....	27
Figure III.1 : Algorithme de détection des bruits cardiaques.....	33
Figure III.2 : Détection de l'enveloppe et l'identification des bruits B1et B2.....	34
Figure.III.3 :a) : Enveloppe du signal PCG.....	35
Figure III.4: Séparation des bruits cardiaque B1et B2 du signal PCG sans souffle(N).....	36
Figure.III..5 : Séparation des bruits cardiaque B1et B2 du signal PCG sans souffle (IM).....	37
Figure.III.6 : Interface d'identification.....	38
Figure.III.7 : Interface principale : (a) : côté patient et (b) : côté médecin.....	39
Figure.III.8 : La connexion entre le patient et le médecin.....	40

Figure.III.9: L'envoi de fichier coté patient.....	41
Figure.III.10 : (a) : recevoir de fichier, (b) : enregistrement de fichier côté médecin.....	41
Figure.III.11 : Accusé de réception.....	42
Figure.III.12 : Chat côté patient.....	43
Figure.III.13 : Chat côté médecin.....	43

Introduction générale

Introduction générale

Nous présentons dans ce mémoire de fin d'étude l'obtention du diplôme master en télémedecine ; Cette courte introduction expose la démarche générale que nous avons suivie, qui sous-tend l'organisation de ce document.

La communication entre le médecin et son patient dans les hôpitaux est un fait relativement rare.

L'apparition de la télémedecine facilite le contact médecin-patient. Elle permet au médecin de pratiquer la médecine à distance au moyen des technologies de l'information et de la communication.

La télémedecine doit tenir compte de l'offre de soins dans le territoire considéré et faire appel à des professionnels de santé exerçant régulièrement et dont les compétences sont reconnues.

Dans ce travail, nous avons réaliser une application qui permet de gérer la relation médecin-patient quel que soit la distance qui les sépare, Cette dernière d'une part réalise la télémedecine en temps réel ; à partir du traitement numérique des données médicales sous Matlab, et d'autre part envoie les fichiers de tous extension à base du visuel basic.

Les travaux menés dans le cadre de ce mémoire et les résultats sont structurés en trois chapitres.

Dans le premier chapitre nous entamons l'empreinte de la télémedecine.

Le second chapitre est consacré aux notions de Phonocardiographie.

Au niveau du troisième chapitre, d'une part nous discutons le traitement du signal PCG et d'autre part une description détaillée sur notre application.

En fin, une conclusion générale synthétise le contenu de cette mémoire et présente les perspectives de ce projet de fin d'études.

Chapitre 01

Télémédecine

I.1. Introduction :

Les autorités de santé fondent actuellement beaucoup d'espoirs dans la télémédecine, et les médias s'en font régulièrement l'écho : « la télémédecine peut être un bras de levier puissant pour conduire la restructuration de l'organisation des soins voulue par le législateur dans la loi HPST (Hôpital, Patients, Santé, Territoires).

Pour cela on va présenter dans ce chapitre une description détaillée sur la télémédecine dans son ensemble.

I.2. Télémédecine :

La télémédecine est une pratique de la médecine à distance à l'aide des technologies de l'information et de la communication. Elle autorise une relation médecin-malade en ligne ainsi qu'un dialogue entre professionnels de la santé par un échange de sons, d'images et de données dans le monde entier. [1]

La télémédecine pourrait être une opportunité extraordinaire d'économies par réduction des hospitalisations et des consultations, par un retour des généralistes dans des territoires qu'ils ont déserté, en leur donnant un accès à distance à des spécialistes. Par ailleurs, elle ouvre la voie aux soins à distance de populations isolées en cas de désastre majeur. Elle offre aussi la possibilité au sein de pays émergents de recourir à des centres de diagnostics ou de traitements dans le monde entier. Partout, elle permet de « passer la main » là où la médecine est limitée, ce qui augmente la qualité des soins et autorise un accès plus équitable aux meilleurs soins. [2]



Figure I.1 : Télémédecine. [2]

I.3. Les différents types d'application de la télémédecine : [3]

Selon l'objectif visé, on peut distinguer plusieurs types d'application de télémédecine.

I 3.1 La téléconsultation :

La téléconsultation s'effectue naturellement en relation avec le patient. Ce dernier prend contact, par téléphone, avec un centre où le médecin établit le diagnostic de gravité et prend la décision d'orientation du patient.



Figure I.2 : Téléconsultation d'un patient. [4]

I. 3.2. La télé assistance :

La télé assistance peut être un acte médical lorsqu'un médecin assiste, à distance, un autre médecin en train de réaliser un acte médical ou chirurgical, voir, dans le cadre de l'urgence, aide un secouriste ou toute personne portant assistance à une personne en danger en attendant l'arrivée d'un médecin.

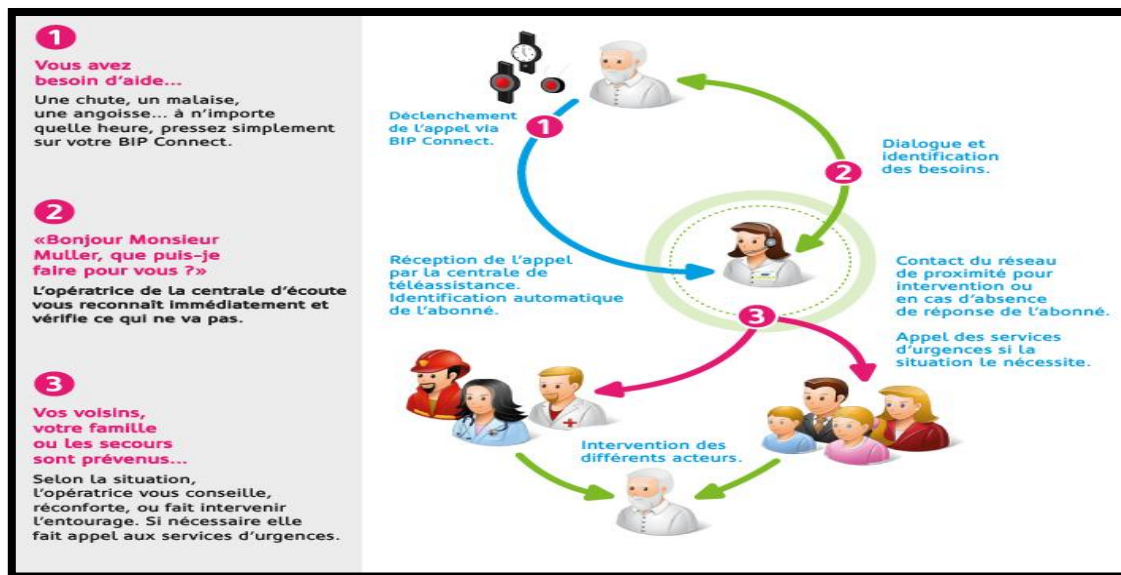


Figure I.3 : la téléassistance du patient (comment ça marche). [4]

I. 3.3. La télé expertise :

La télé expertise a souvent été limitée, dans sa définition, aux échanges entre spécialistes pour obtenir un deuxième avis. Nous pouvons élargir cette définition à tout acte diagnostic qui se réalise en dehors de la présence du patient. L'acte médical de télé expertise se décrit comme un échange entre deux ou plusieurs médecins qui arrêtent ensemble un diagnostic.



Figure I.4 : exemple de télé-expertise. [5]

I. 3.4. La télésurveillance :

La télésurveillance exploite les techniques de transmission et des traitements pour la collecte de données cliniques d'un patient situé à un endroit éloigné. A la réception on procède à un examen clinique des données transférées et apporte une réponse relative à ces données.



Figure I.5 : Télésurveillance. [5]

I.4. les droits des patients dans le cadre de la télémédecine : [6]

- Toute personne prend, avec le professionnel de santé et compte tenu des informations et des préconisations qu'il lui fournit, les décisions concernant sa santé. Le médecin doit respecter la volonté de la personne après l'avoir informée des conséquences de ces choix. Si la volonté de la personne de refuser ou d'interrompre le traitement met sa vie en danger, le médecin doit tout mettre en œuvre pour la convaincre d'accepter les soins indispensables.

- Toute personne prend, avec le professionnel de santé et compte tenu des informations et des préconisations qu'il fournit les décisions concernant sa santé (...). Aucun acte médical ni aucun traitement ne peut être pratiqué sans le consentement libre et éclairé de la personne et ce consentement peut être retiré à tout moment.

- Les professionnels de santé ou les établissements de santé ou la personne concernée peuvent déposer des données de santé à caractère personnel, recueillies ou produites à l'occasion des activités de prévention, de diagnostic ou de soins, auprès de personnes physiques ou morales agréées à cet effet. Cet hébergement de données, quel qu'en soit le support, papier ou informatique, ne peut avoir lieu qu'avec le consentement exprès de la personne concernée.

I.5. les obligations des médecins pratiquant la télémedecine :

Les droits des patients s'imposent de la même manière dans les situations de télémedecine que dans le cadre aujourd'hui habituel des soins.

Les obligations des médecins dans la pratique de la télémedecine résultent de l'application des règles communes de la déontologie médicale, qui repose sur le consentement des patients, le secret professionnel, une relation directe et personnelle, une identification réciproque et une connaissance du dossier médical.

D'autre part, il faut garantir la mise en œuvre de bonnes pratiques dans la communication à distance, tant pour ce qui est du recueil des données personnelles de santé du patient, leur transmission et leur traitement, que pour ce qui concerne les dispositifs technologiques. [7]

I.6. Le statut technique de la Télémedecine :

Les matériels auxquels recourt la télémedecine correspondent à des dispositifs médicaux, soumis de ce fait à une exigence de conformité et de déclaration des incidents ou des risques d'incidents. Les médecins ont l'obligation déontologique de s'assurer de leur fiabilité. Ils peuvent agir en recours contre les tiers technologiques fournisseurs de ces matériels en cas de défaillance du système.

Les prestataires techniques susceptibles d'intervenir dans une application de télémedecine sont nombreux : fabricants de matériels, mais aussi fournisseurs de solutions logicielles, opérateurs de télécommunications, sociétés de maintenance. Il apparaît indispensable de définir, par contrat, la nature précise de leurs engagements respectifs ainsi que les garanties attachées à

l'exécution de cette prestation (délai d'intervention en cas de panne, modalités de mise à jour, etc.).[8]

I.7. Evaluation de la télémédecine :

- Evaluation technique et validation clinique ;
- Evaluation économique : Coût de la télémédecine vs le transport des patients ou le spécialiste, la durée de séjour, la réduction des transferts inutiles ; études économiques insuffisantes en nombre et en qualité (minimisation de coûts).
- Evaluation organisationnelle : peu d'études.

Trop d'études s'attachent, encore aujourd'hui, à démontrer la seule faisabilité technologique de la télémédecine, sans apporter la preuve de l'amélioration de la qualité des soins, sans préciser si l'adhésion des patients et des professionnels de santé est obtenue et sans évaluer les conséquences médico-économiques des nouvelles organisations.[9]

I.8. Conclusion :

La télémédecine offre une possibilité unique d'obtenir une meilleure équité dans les soins. Il faut que les médecins et les patients comprennent la possibilité de cette télémédecine et font confiance aux progrès technologiques sous contrôle.

La télémédecine est un outil d'amélioration de la qualité des soins :

- elle peut rendre de précieux services aux malades
- elle favorise l'accès à des ressources professionnelles spécialisées ou ultra spécialisées en région éloignée.

Dans le chapitre suivant, nous présentons quelques notions d'Electromyographie et de Phonocardiographie.

Chapitre02

Notions de Phonocardiographie

II.1. Introduction :

L'activité cardiaque fait l'objet, depuis longtemps, de différentes études, notamment

Le premier test effectué par les cardiologues envers leurs patients et l'auscultation des battements cardiaques par l'intermédiaire d'un stéthoscope ordinaire. Par conséquent le traitement des bruits cardiaques en termes d'enregistrements s'avère très important pour le diagnostic de différentes pathologies cardiaques. Le signal enregistré est connu sous le nom de Phono cardiogramme (PCG). Le signal PCG confirme, et surtout, affine les données de l'auscultation et apporte des renseignements complémentaires des activités sonores quant à la chronologie des signes pathologiques dans la révolution cardiaque, en les situant par rapport aux bruits normaux du cœur.

En conditions normales le cœur produit quatre bruits pendant chaque cycle de battements mais le plus souvent seulement deux bruits essentiels apparaissent (B1 et B2) comme le montrent la figure II.1 Les deux autres bruits (B3 et B4) ont des amplitudes nettement moins importantes que les deux premiers ce qui fait qu'ils ne peuvent apparaître que dans des conditions bien précises (enfance, vieillesse ou comme signes précurseurs d'une quelconque pathologie). [10]

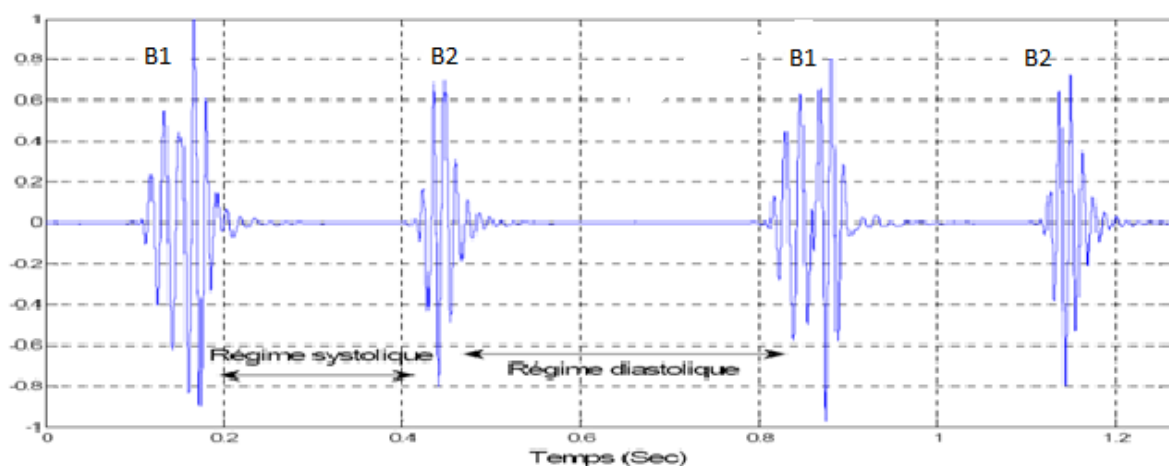
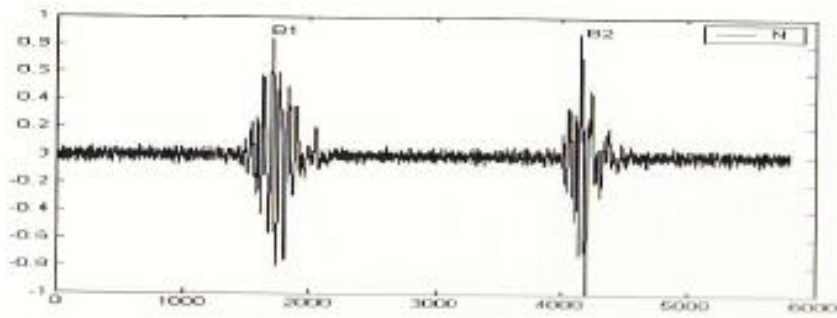


Figure II.1 : Les ondes B1 et B2 du PCG d'un sujet normal. [11]

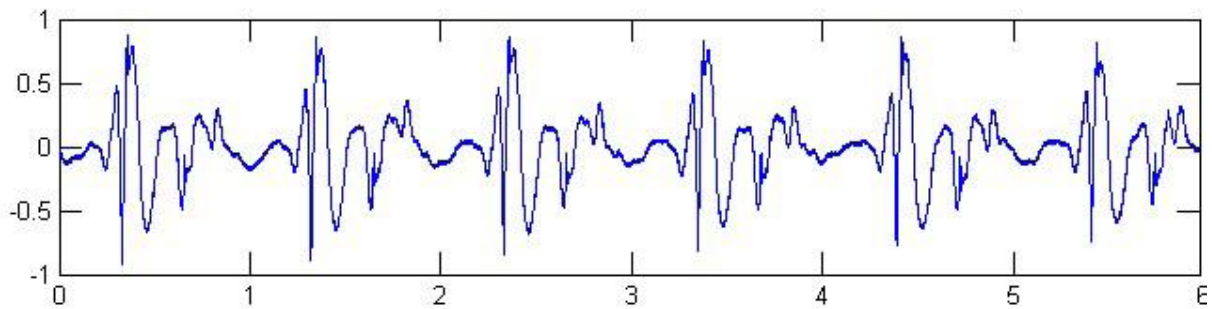
II.2. Enregistrement du PCG : [12], [13]

La lecture médicale de l'enregistrement du PCG filtré (difficile d'interpréter un PCG brut (figure II.2.b)) se fait en plusieurs étapes :

- Le PCG est normal si seuls les bruits cardiaques B1 et B2 (figure II.2.a) sont visibles et s'il n'y a pas d'autres oscillations sur le tracé : dans ce cas le sujet est sain.



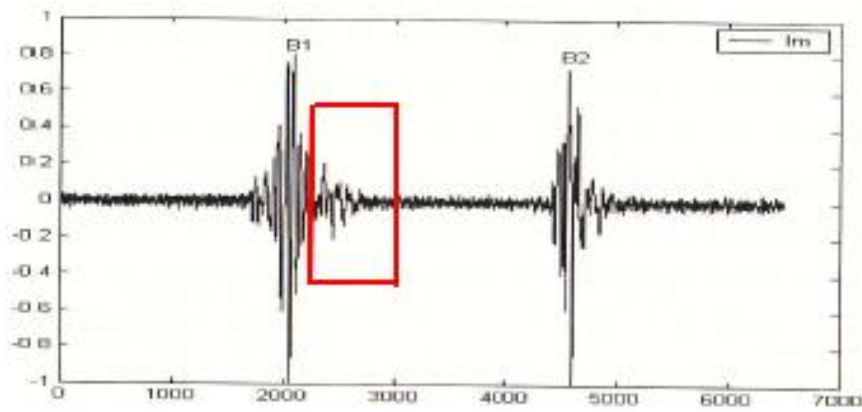
(a) Portion d'un PCG filtré.



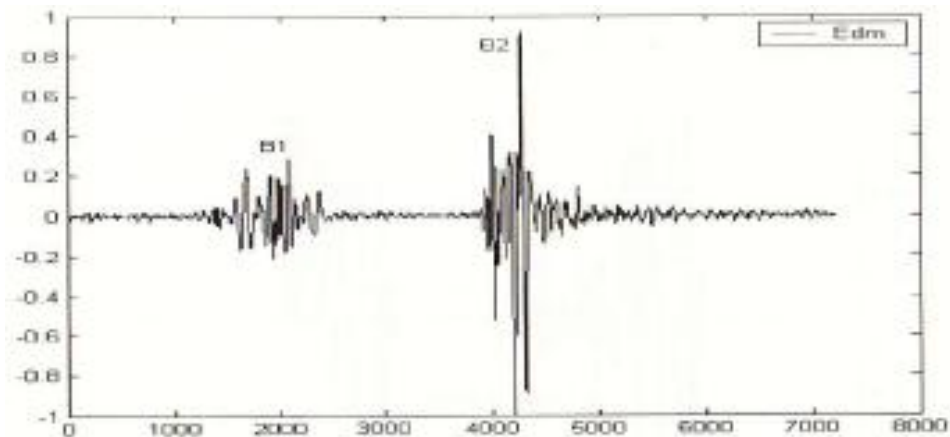
(b) portion d'un PCG brut.

Figure II.2 : La lecture médicale d'un enregistrement cardiaque. [12]

- S'il y a des oscillations à la fin du son B1 (figure II.2.a), le patient souffre d'une « sténose aortique » liée à un rétrécissement de l'aorte qui provoque une hypertension artérielle avec une diminution des pouls. Les composantes internes aortique A2 et pulmonaire P2 du son B2 sont confondues : on ne pourra plus mesurer le décalage temporel t . Si ces oscillations prennent naissance au début du son B2 (figure II.2.b) alors le patient souffre d'une insuffisance mitrale qui traduit le reflux du sang du ventricule gauche vers l'oreillette gauche.



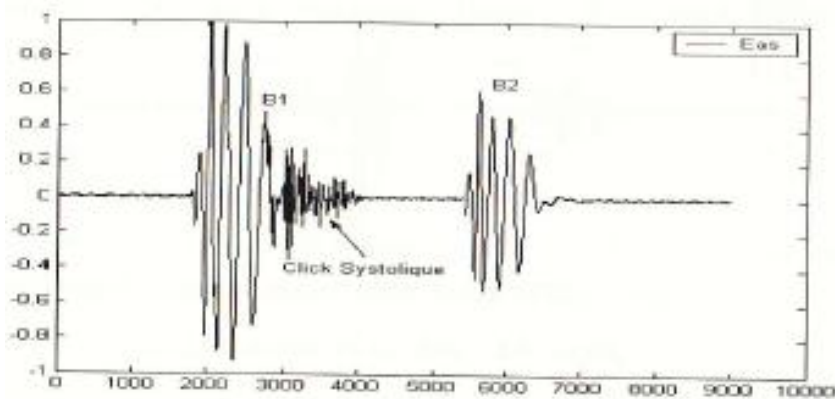
(a) Sténose aortique



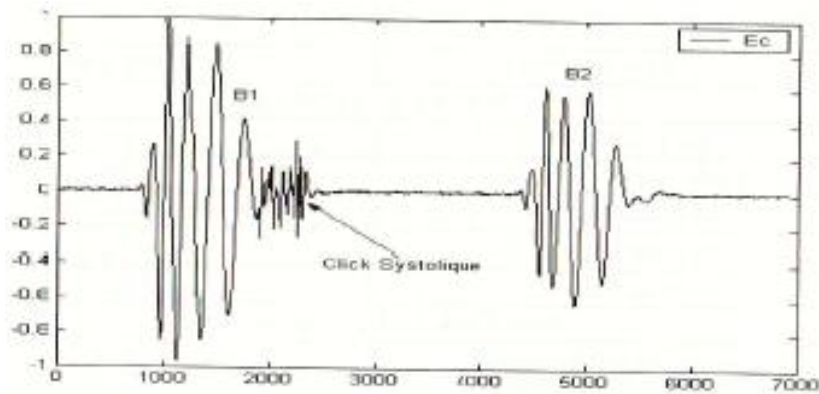
(b) Insuffisance mitrale

Figure II.3 : Cas de sténose aortique avec des oscillations supplémentaires. [12]

- S'il y a des oscillations d'allure losangique entre B1 et B2, on a un clic systolique (figures : II.4.a et II.4.b). S'il y a des oscillations qui surviennent 0; 01s à 0; 12s après le B2, le patient souffre d'un claquement d'ouverture mitral, c'est un bruit d'origine pathologique.



(a) Détection d'un clic systolique



(b) Click systolique

Figure II.4 : L'analyse du PCG indique la présence de clicks systoliques et diastoliques. [13]

II.3. Anatomie du cœur et fonctionnement :

Si le cœur est souvent associé aux sentiments, la charité, le bien ou le mal par des expressions du style «il n'a pas de cœur» ou «il faut écouter votre cœur», scientifiquement, c'est un organe musculaire assurant le rôle de pompe du système sanguin. Son activité à la fois électrique et mécanique assure la pompe de 8000 litres de sang avec 100 000 battements quotidiens en moyenne. [14]

Il existe fonctionnellement et anatomiquement un cœur droit et un cœur gauche, que sépare complètement la cloison auriculo-ventriculaire [15]. Chacun comprend une oreillette et un ventricule qui communique par un orifice auriculo-ventriculaire, muni d'une valve : Tricuspide à droite et Mitral à gauche. Chaque ventricule communique par un orifice muni de valves Sigmoïdes avec une volumineuse artère, dans laquelle il éjecte le sang à chaque systole: à droite (artère pulmonaire) et à gauche (artère aortique) (Figure II.5.).

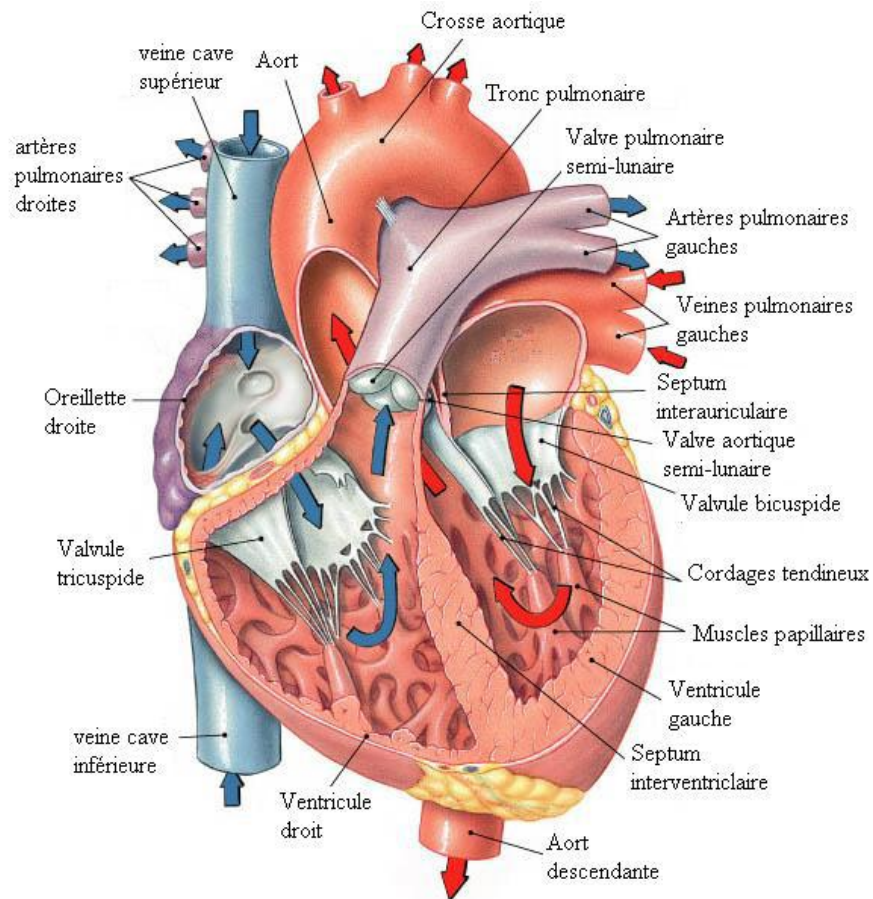


Figure II.5 : Chambres, valves et vaisseaux du cœur. [14]

II.3.1. Cycle cardiaque : [16]

Le cycle cardiaque complet comprend deux phases : la systole (contraction) et la diastole (décontraction). Pour cela la systole c'est la phase du cycle cardiaque pendant laquelle les fibres du myocarde se contractent entraînant une diminution du volume des oreillettes ou des ventricules et comportant le phénomène d'éjection du sang qu'ils contiennent. La diastole c'est la période de relâchement du myocarde pendant laquelle les ventricules ou les oreillettes se remplissent de sang.

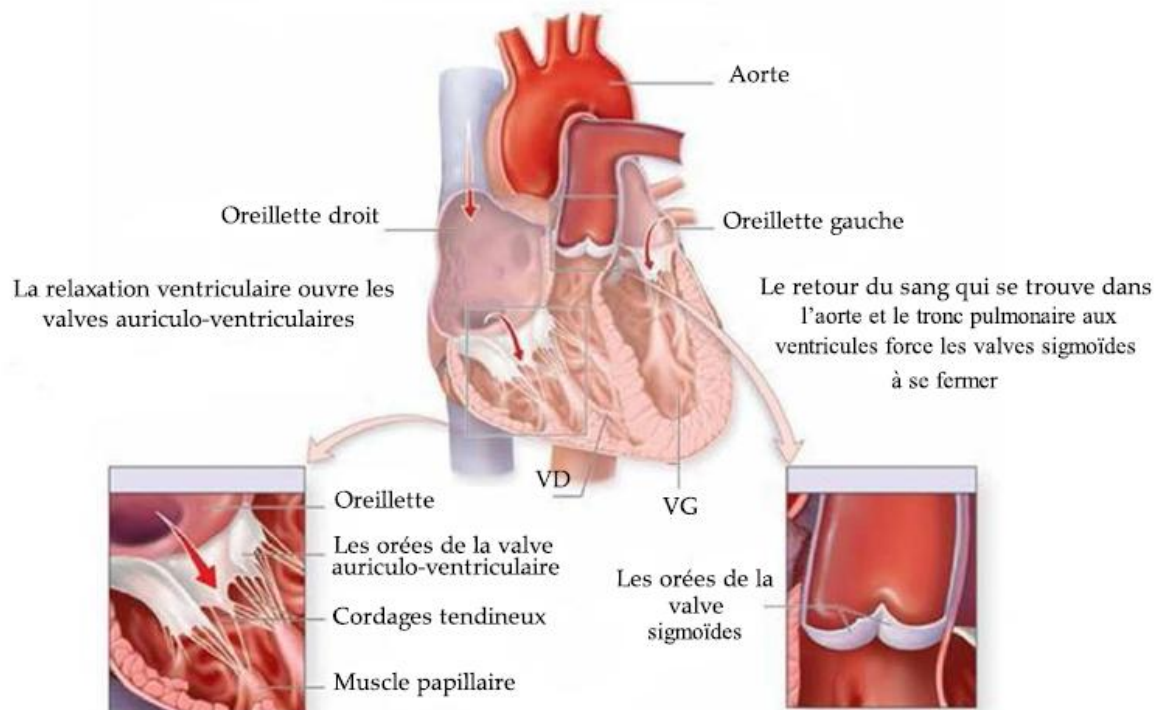


Figure II.6 : Relaxation ventriculaire (la diastole) [17]

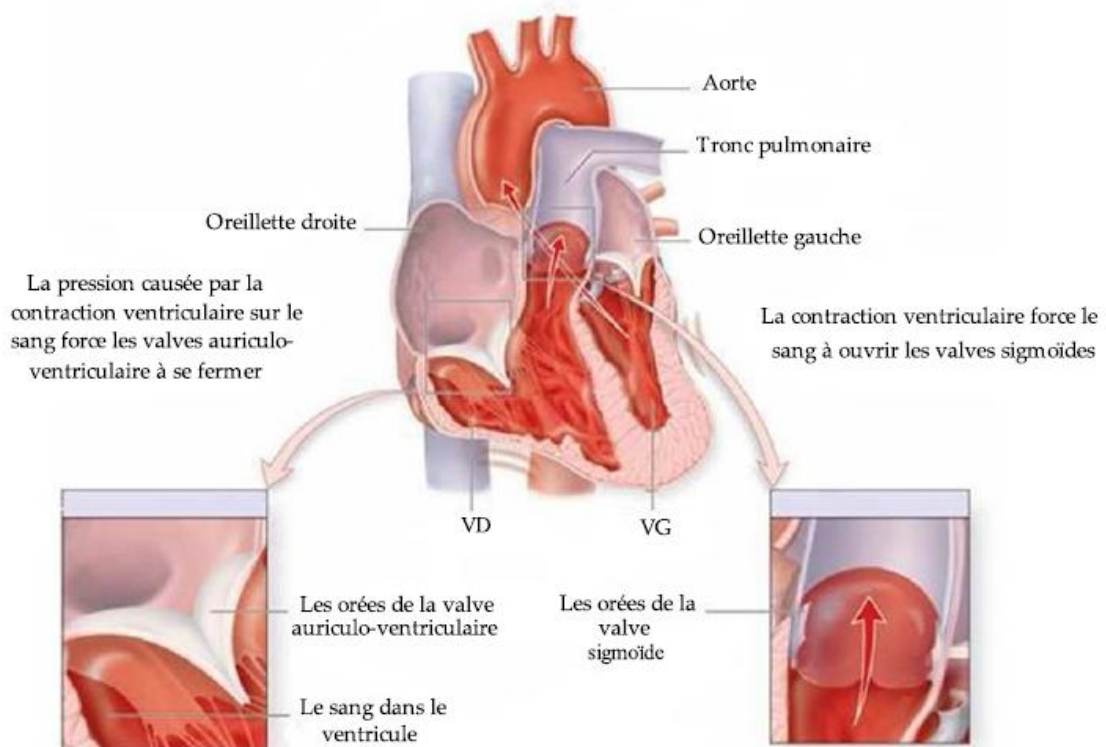


Figure II.7 : Contraction ventriculaire (la systole) [17]

Comme la fréquence des battements est en moyenne de 70 à 80 battements par seconde, la durée d'un cycle complet est d'environ 0.8 seconde. Cette durée varie selon le rythme cardiaque : si le rythme est plus élevé, la durée d'un cycle sera un peu plus courte.

II.3.2. Phases du cycle cardiaque : [18]

Le cycle cardiaque (Figure II.8) comporte les phases suivantes :

Le myocarde étant dans sa phase de décontraction, la pression sanguine est plus élevée dans les artères que dans le cœur en diastole, de sorte que les valvules sigmoïdes sont fermées; entre-temps les oreillettes se remplissent de sang provenant des veines;

Le sang se trouvant dans les oreillettes ouvre les valvules tricuspide et mitrale et pénètre dans les ventricules.

- La stimulation produite par le nœud sino auriculaire provoque la contraction des oreillettes: de ce fait, les ventricules reçoivent encore plus de sang;
- La stimulation contractile atteint le nœud auriculo-ventriculaire, ce qui provoque la contraction des ventricules: cette systole ferme les valvules tricuspide et mitrale;
- La pression dans les ventricules devient tellement élevée que les valvules sigmoïdes s'ouvrent: le sang afflue dans les artères.

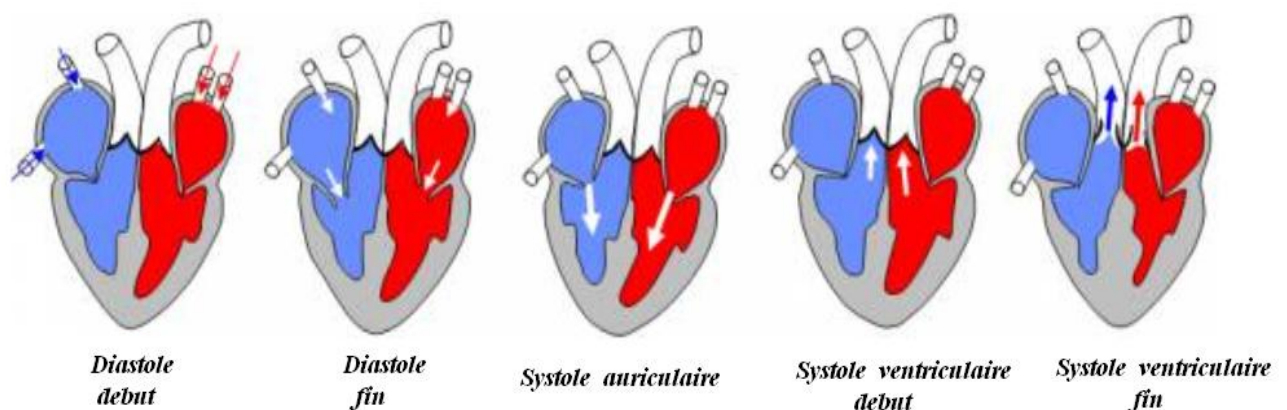


Figure II.8 : Cycle Cardiaque [19]

II.4. Phonocardiographie :

La Phonocardiographie (PCG) est un appareil qui obtient des enregistrements de sons Cardio-vasculaire, grâce à une technique de traçage des bruits du cœur au moyen de stéthoscope (un microphone qui se place sur la partie cardiaque et serve à l'auscultation des sons produits par le cœur et les poumons). Les enregistrements de sons sont évalués, sur l'écran de papier (PCG) ou d'un ordinateur (simulation). [20]



Figure II.9 : Phonocardiographie cardiosim IV.[20]

II.4.1. Techniques :

La phonocardiographie consiste à placer sur la poitrine du patient, à la hauteur du cœur, un petit microphone qui amplifie les sons et les transforme en courant électrique dont les variations sont enregistrées. On peut simultanément pratiquer une électrocardiographie et comparer les résultats pour établir un diagnostic plus précis.

D'autres examens apportent des précisions complémentaires. [21]

II.5. Les bruits du cœur : [22]

Durant chaque cycle cardiaque, quatre bruits du cœur sont émis; toutefois, dans un cœur normal, seul le premier et le deuxième bruit (B1 et B2) sont clairement audibles au stéthoscope. Entre B1 et B2 : petit silence correspondant à la systole, et entre B2 et le B1 suivant : grand silence correspondant à la diastole.

II.5.1 Définition et caractéristiques :

II.5.1.a. Le premier bruit (B1) :

Il correspond à la contraction du myocarde au début de la systole ventriculaire et à la fermeture des valves auriculo-ventriculaire (mitrale tricuspidale). Il marque le début de la systole qui est contemporaine du pouls carotidien. [7]

Le bruit B1 s'inscrit en basse fréquence allant de 91 à 179 Hz et dure approximativement 100ms. Il est constitué par deux composantes principales M1 et T1 respectivement les composantes mitrale et tricuspidale telle que la composante mitrale M1 précède la composante tricuspidale T1. Le délai temporel séparant M1 et T1, ne peut dépasser 30 ms pour un sujet sain.

II.5.1.b. Le deuxième bruit (B2) :

Situé à la fin de la systole ventriculaire Ce deuxième bruit se dédouble à l'inspiration chez le sujet normal [8].

Le bruit B2 s'inscrit en fréquence plus grande, allant de 145 à 200 Hz, il dure environ 70 à 100 ms. Il est constitué par deux composantes principales A2 et P2 respectivement les composantes aortiques et pulmonaire. La durée entre A2 et P2 dans les conditions normales est inférieure à 30 ms pour un sujet sain. Cette durée est très importante pour les spécialistes pour le dépistage de certaines pathologies cardiaques lorsqu'elle est supérieure à 30 ms. Chacune des deux composantes A2 et P2 dure environs 50 ms.

II.5.1.c. Le troisième bruit du cœur (B3) :

Il s'enregistre fréquemment chez le sujet jeune. Son foyer d'enregistrement se situe à la pointe du cœur. Le 3ème bruit physiologique disparaît en position debout. Ce bruit est distension brutale du muscle ventriculaire sous l'effet de l'afflux du sang auriculaire.

Le bruit B3 s'inscrit en basse fréquence (< 80 Hz) et dure de 60 à 80 ms. Il correspond à la fin du remplissage rapide du ventricule. Généralement ce bruit n'apparaît pas sur le tracé phonocardiographique, il est d'une importance clinique très limitée. [22]

II.5.1d. Le quatrième bruit (B4) :

Il est exceptionnellement enregistré chez le sujet normal. Il s'enregistre à la pointe du cœur et souvent entre la pointe et le sternum. Ce bruit est la traduction de la contraction des oreillettes.

Ce bruit s'inscrit en basse fréquence ($= 80$ Hz), il est inaudible, sa durée équivalente correspond à celle de B3. [22]

II.6. Conclusion :

Le recueil des signaux Physiologiques permet de diagnostiquer l'état critique de patient pour mieux apporter les indications thérapeutiques. Pour cela La numérisation des signaux joue un rôle important afin

- D'améliore la qualité par les traitements qu'elle permet
- De facilite la transmission sur longues distances
- De facilite l'interprétation (analyse automatique, tendance)
- D'apporte une aide à la décision
- De permettre la surveillance automatique

Dans le chapitre suivant, nous présentons notre application.

Chapitre03

Application

III.1.Introduction :

L'objectif principal de notre projet de fin d'étude est de réaliser une application dédiée à la télésurveillance des patients ayant des pathologies cardiovasculaires.

Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord, commencer par le traitement numérique du signal phono cardiogramme (PCG) qui représente une étape primordiale avant le transfert de différents paramètres qui peuvent être un indicateur efficace sur la pathologie concernée.

Ces différentes données nécessitent un espace de stockage : implémentations d'une base de donnée ; un dossier médical, qui sera accédée par le médecin à travers des applications d'accès automatique. Deux différents environnements ont été exploité : le premier dénommé « Le traitement de signal PCG sous Matlab » et Le deuxième dénommé « Le transfert sous visuel basic » pour le transfert de fichier.

III.2. Le traitement de signal PCG :

III.2.1 Principe de la segmentation :

Le tracé phono cardiographique est composé essentiellement des bruits B1 et B2, qui apparaissent respectivement au début des phases systolique et diastolique de chaque cycle cardiaque. Avec une analyse judicieuse par des techniques de traitement du signal, ce signal (PCG) peut alors constituer un outil efficace pour un bon diagnostic de différentes pathologies cardiaques.

L'énergie du signal **PCG** peut donc s'avérer très importante dans l'étude du cycle cardiaque. Dans le domaine temporel, une telle représentation permet d'apprécier la durée de chaque bruit cardiaque, des phases systoliques et diastoliques ainsi que du cycle cardiaque.

Avant de procéder à tout traitement, il est indispensable de commencer par une étude énergétique. [23] Cette étude qui est basée sur l'extraction d'enveloppe $E(t)$, à partir du calcul de l'énergie de Shannon (Equation (1)), est la plus adéquate pour le traitement du signal phono cardiogramme puisqu'elle permet de mieux représenter les oscillations de faibles amplitudes en évitant leurs exténuations au profit de celles de valeurs plus élevées. [23].

- Energie de Shannon : $E = -S(t)^2 * \log S(t)^2$ (1)

Algorithme de segmentation ou bien de localisation de différents évènements constituant le signal PCG, basé sur la détection de l'enveloppe d'énergie de Shannon [23]. Ainsi que le débruitage par ondelette [23]. Ce dernier présente une étape indispensable pour résoudre le problème de faible amplitude. En effet, le contenu fréquentiel des souffles est plus important que celui des bruits cardiaques, la transformée d'ondelette discrète **T.O.D** [23], peut être facilement séparés par la technique de débruitage par ondelette (wavelet denoising).

Le choix de type d'ondelette le plus adaptée pour analyser le signal phonocardiogramme (PCG), présente une étape primordiale pour cette analyse. Les travaux de Mr Debbal et Mr Bereksi [23] sur le choix de l'ondelette analysante, montrent que l'ondelette Daubechies du 7ème niveau (db7) est la plus appropriée pour analyser les signaux PCGs, puisqu'elle présente la plus faible erreur de reconstruction.

A base de cette clarification, les différentes étapes de notre algorithme d'identification sont :

1. Prétraitement : détection de l'enveloppe d'énergie de Shannon.
2. Identification des bruits cardiaques ;
3. Localisation des bruits cardiaques ;
4. Extraction de bruits ;

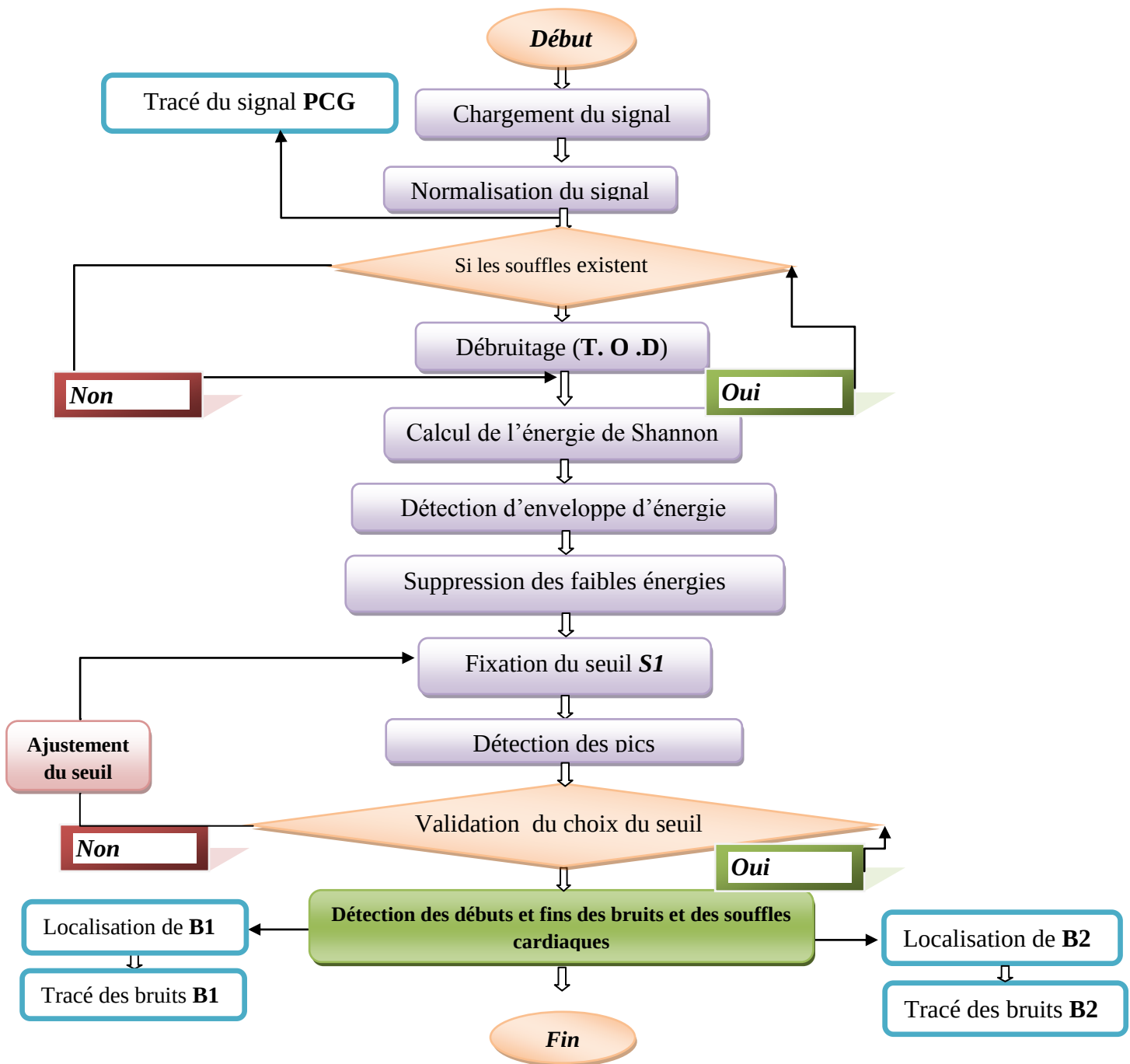


Figure III.1 : Algorithme de détection des bruits cardiaques. [23]

➤ **Procédure :**

a. Après la **normalisation du signal PCG**, il est nécessaire d'appliquer un **filtrage** pour annuler les composantes de haute fréquence dans le cas où les souffles présents sont de haute intensité, et que le contenu fréquentiel de ces derniers est plus important que ceux des sons [23].

b. Détection des bruits cardiaques : B1et B2 : Dans notre analyse la fréquence d'échantillonnage des signaux PCGs choisie, est de 8KHz [24].

À travers cette dernière, le débruitage optimal devenu visible dans le cinquième niveau de la décomposition. Le signal reconstitué dans ce niveau est utilisé dans la détection et l'identification des différents bruits.

c. Extraction de l'enveloppe d'énergie de Shannon par une simple opération du filtrage passe-bas (le filtre utilisé est de type **FIR, FC=20 Hz**). Ce filtrage est affermi par un algorithme pour négliger les faibles énergies « **inférieures à 90% du maximum** » (un premier seuil (**S1**) est fixé). [23]

d. La séparation des bruits cardiaques se base particulièrement sur la détection des minimas latéraux de chaque pic de l'enveloppe énergétique. Cette opération est effectuée par **l'application d'un seuil fixé manuellement**, puis détecter les instants de ces positions et par conséquent le positionnement des bruits et des souffles cardiaques selon les conditions suivantes :

$$\text{Si } t(i+1) - t(i) < t(i+2) - t(i+1) \text{ alors } B1=P(i) \text{ et } B2=P(i+1)$$

Exemple1 : un signal PCG normal

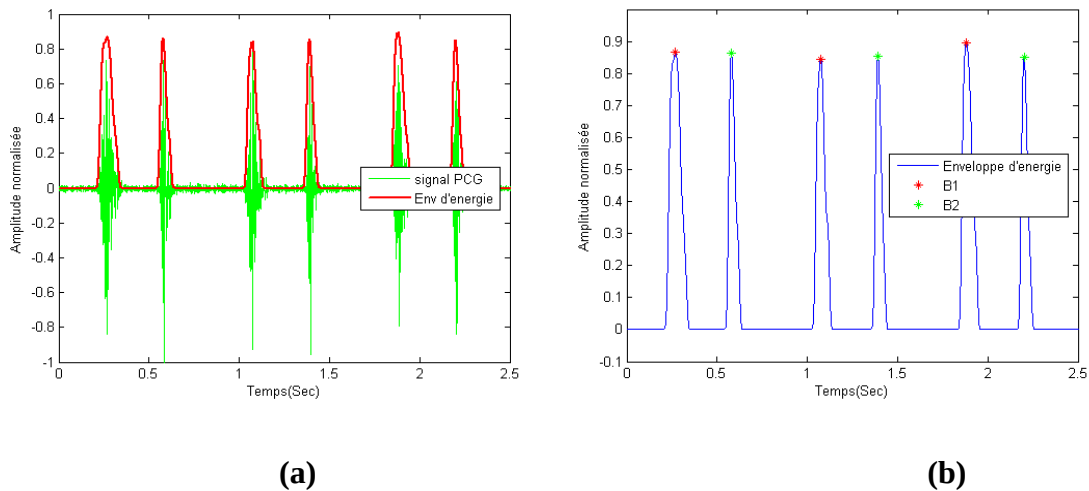
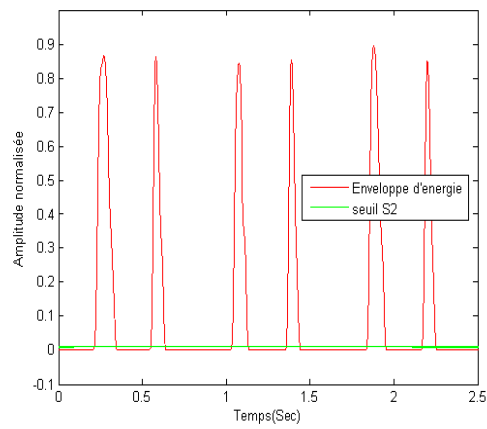
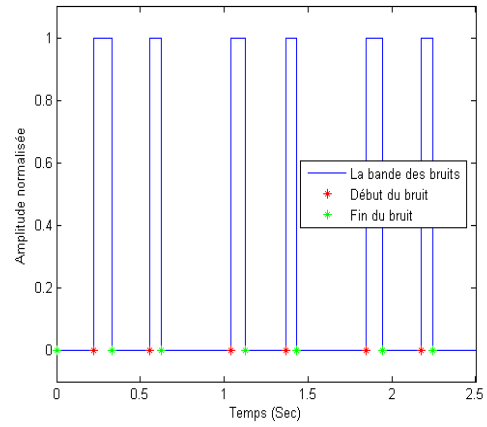


Figure III.2 : Détection de l'enveloppe et l'identification des bruits B1et B2. [23]



(a)



(b)

Figure.III.3 :a) : Enveloppe du signal PCG,

(b) : La bande des bruits détectés avec le début et la fin du bruit. [23]

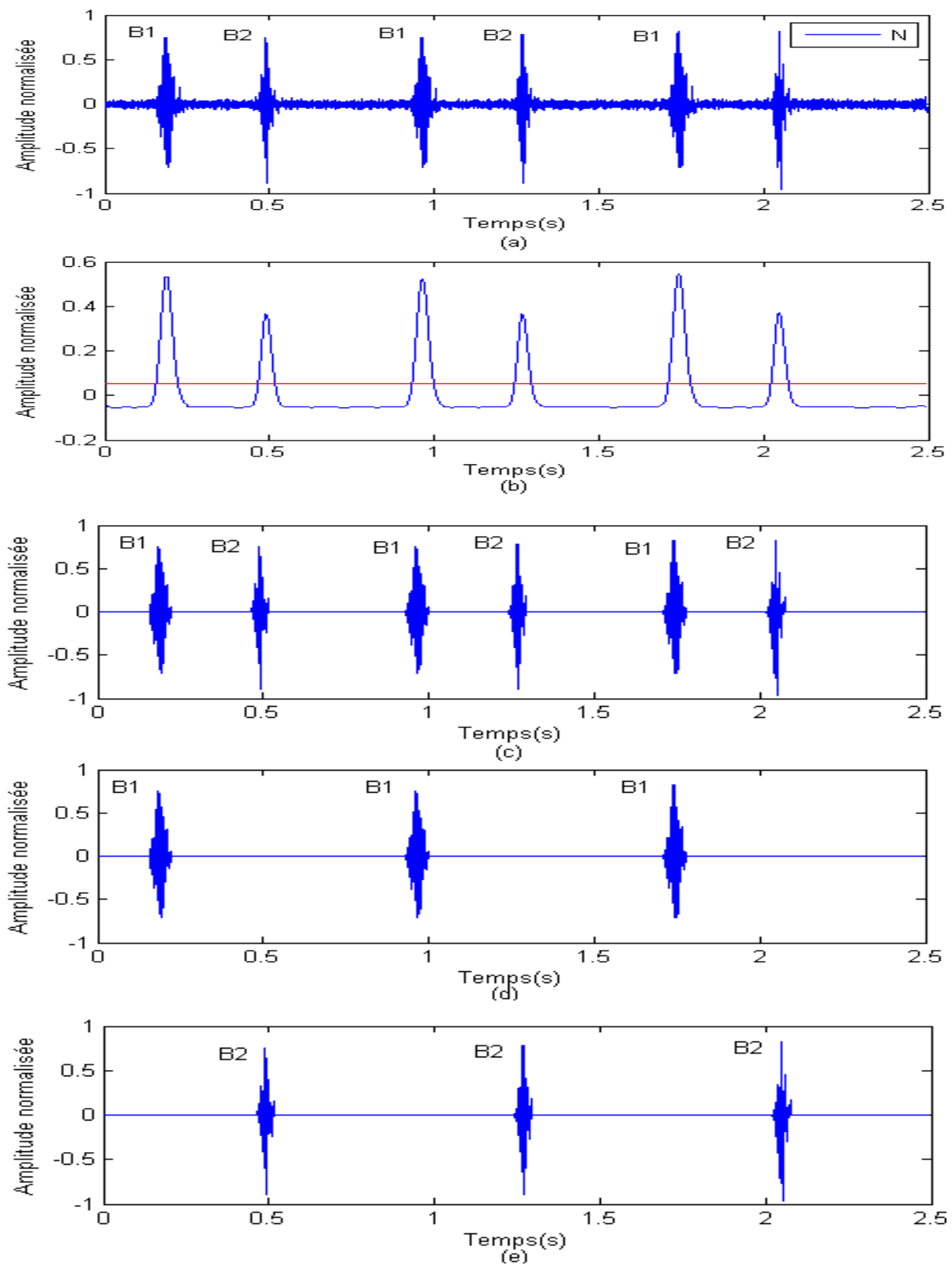


Figure III.4: Séparation des bruits cardiaque B1et B2 du signal PCG sans souffle(N).[23]

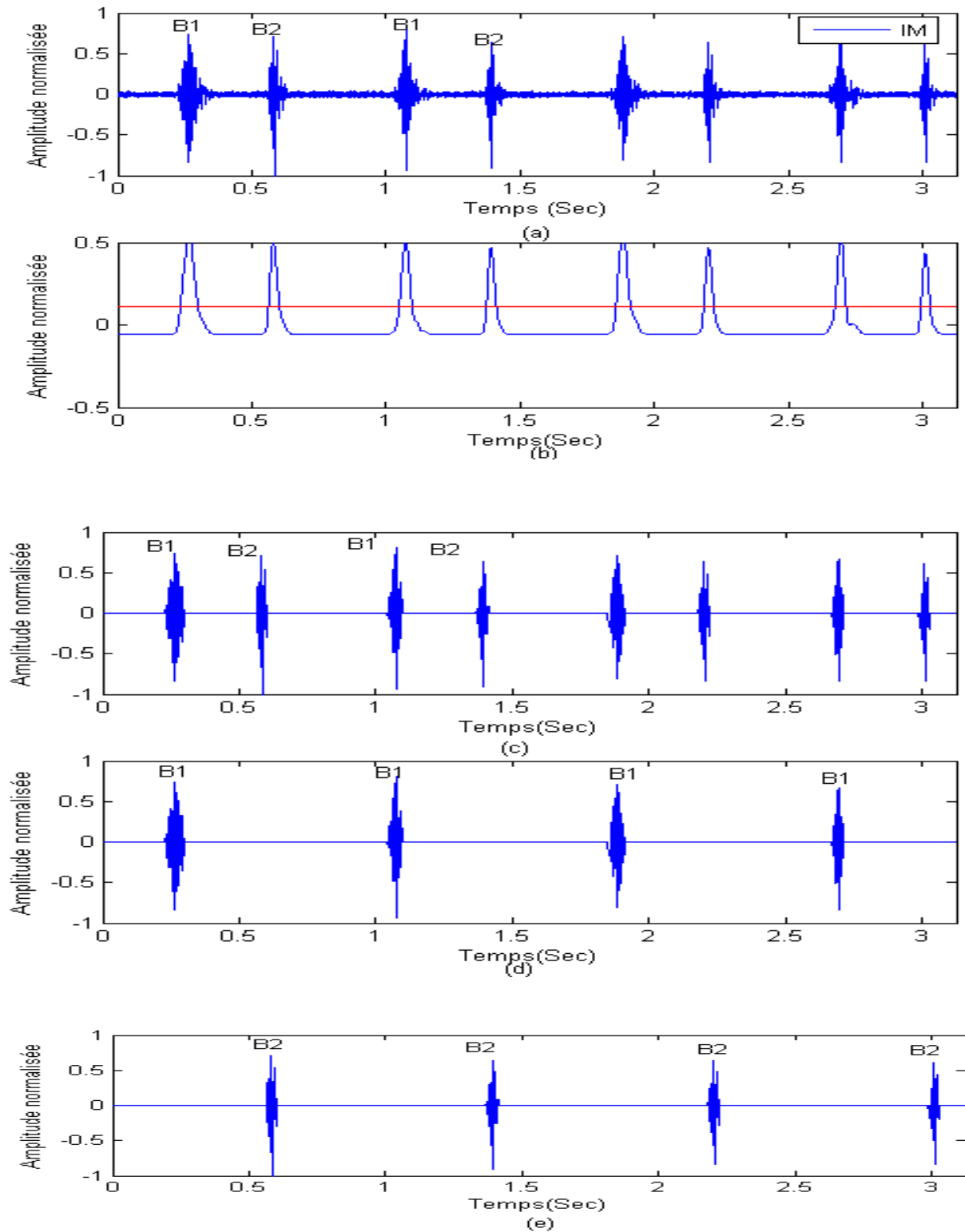


Figure.III.5 :Séparation des bruits cardiaque B1et B2 du signal PCG sans souffle (IM). [23]

A partir de cette représentation la durée des bruits cardiaques (ΔT (ms)), peut être facilement calculée.

Le tableau suivant montre la durée de trois cas de signaux PCGs utilisés.

Sujet	ΔT_{B1} (sec)	ΔT_{B2} (sec)
Normale	0.09	0.07
Insuffisance Mitrale	0.13	0.09

Table1 : les paramètres temporels.

ΔT_{B1} (sec) : la somme des temps tB1 divisé par le nombre des tB1.

ΔT_{B2} (sec) : la somme des temps tB2 divisé par le nombre des tB2.

Ces différents résultats nécessitent un espace de stockage avant de les transférer.

III.3. Le stockage des données :

Après un traitement numérique du signal PCG, toutes les données xxx nécessitent un espace de stockage, avant de les transférer. Cette espace, s'agit d'un emplacement sous le Microsoft Access 2007.

III.4. Le transfert des données :

Le transfert des données médicales est étape primordiale de la télémédecine, elle est basée sur le Visual Basic. [25]

Le Visuel basic a été conçu pour être facile à apprendre et à utiliser, il permet de créer une architecture client/ serveurs.

L'architecture client/serveur est la suite logique de la programmation modulaire. La programmation modulaire suppose qu'un gros programme est plus efficace s'il est décomposé en modules ; il est plus facile à développer et à maintenir. Donc, si on décompose un logiciel en modules, on réalise qu'il n'est pas nécessaire d'exécuter tous les modules dans le même espace mémoire.

On peut créer une interface client qui demande un service et une autre interface serveur qui fournit le service. En plus, les modules n'ont pas à être sur la même machine ni sur la même plateforme.

III.5. Description de l'application :

Notre application c'est une simple interface client/serveur dédiée à transférer au temps réel, toutes les données nécessaires extraites à partir du traitement numérique des signaux PCGs.

Cette étape nécessite une connexion sécurisée via un mot de passe, afin d'accéder à l'interface principale.

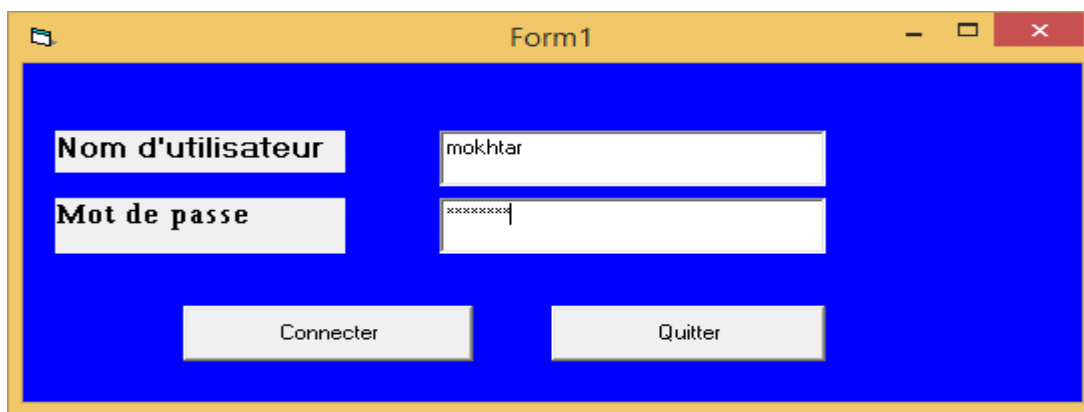
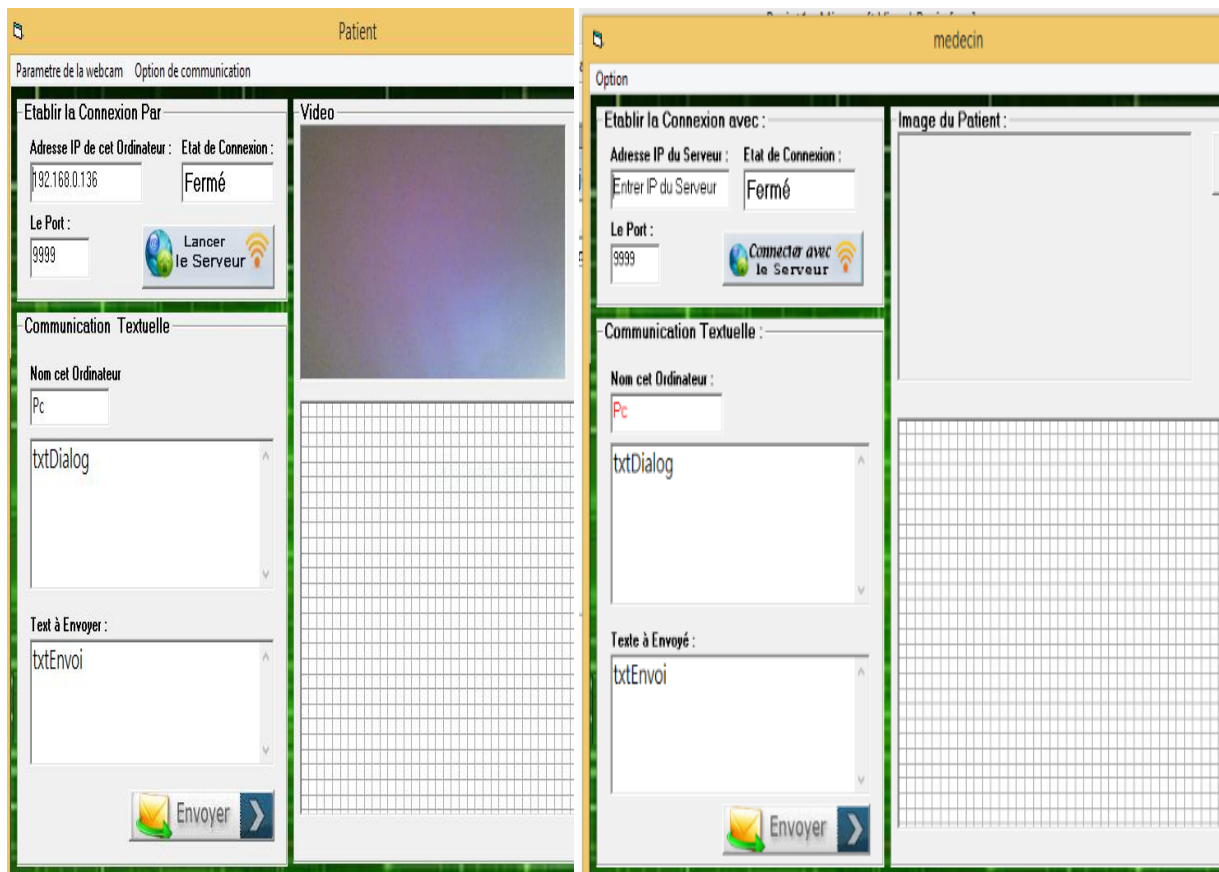
The image shows a Windows-style window titled "Form1" with a yellow title bar and standard minimize, maximize, and close buttons. The main area of the window has a solid blue background. On the left side, there are two labels in white text: "Nom d'utilisateur" and "Mot de passe". To the right of each label is a white rectangular input field. The first input field contains the text "mokhtar". The second input field contains seven "x" characters, indicating a password. Below these input fields, there are two white rectangular buttons with black text: "Connecter" on the left and "Quitter" on the right.

Figure.III.6 : Interface d'identification.

L'accès à l'interface principale, permet d'ouvrir deux autres interfaces : interface côté médecine et interface coté patient [Figure.III.7].

L'interface cotée patient illustrée par la figure ci-dessous, contienne un espace d'adresse IP source (patient), un espace qui montre l'état de la connexion, le numéro du port qui est par défaut 9999, une zone pour émission et de la réception des messages ainsi que la vidéo. Pareil pour le côté médecine à la différence que l'adresse IP change.



(a)

(b)

Figure.III.7 : Interface principale : (a) : côté patient et (b) : côté médecin.

Afin établir une connexion patient/médecine ou l'inverse, il faut toujours mettre les deux PC à l'état connectée comme montre la figure suivante :

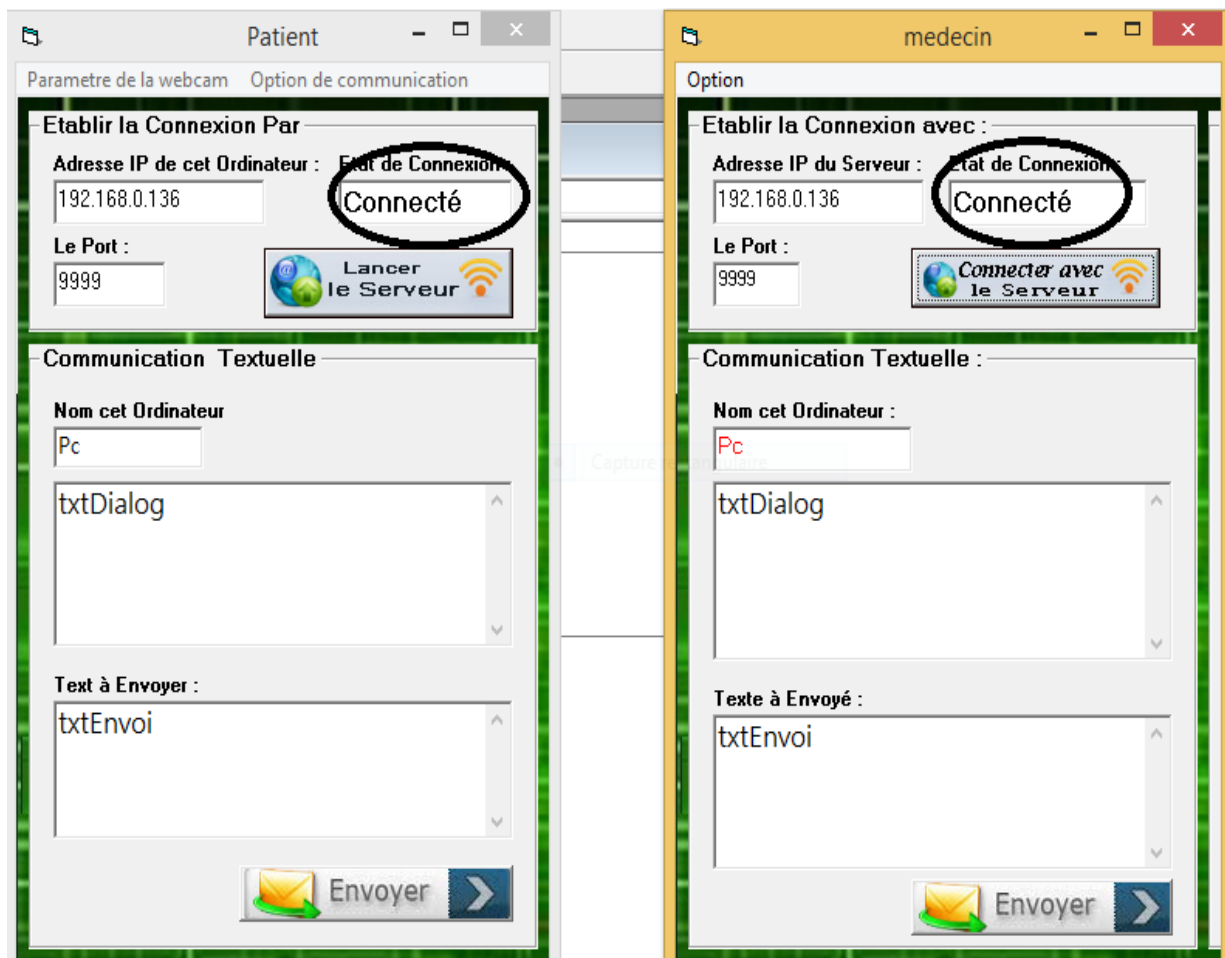


Figure.III.8 : La connexion entre le patient et le médecin.

Avant d'envoyer le dossier médical, il faut le télécharger. La figure suivante montre les étapes d'envoi.

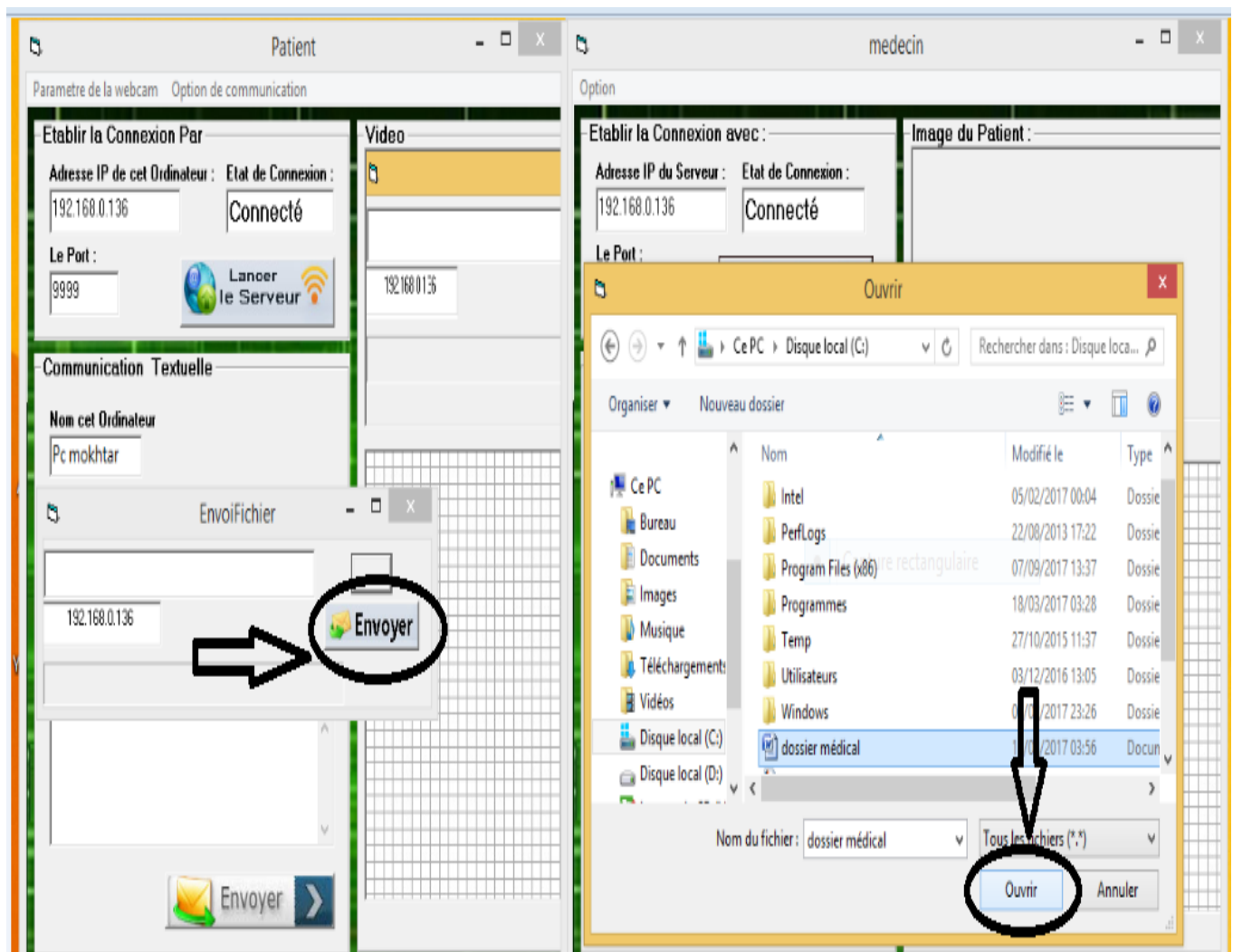
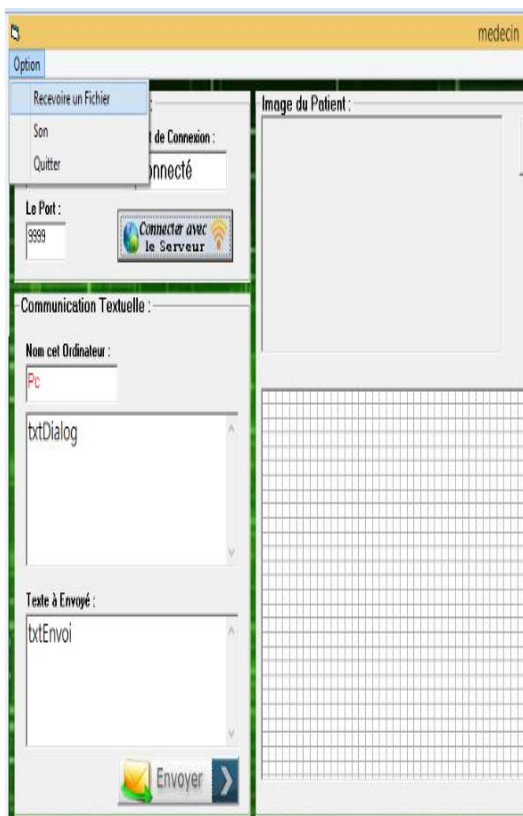
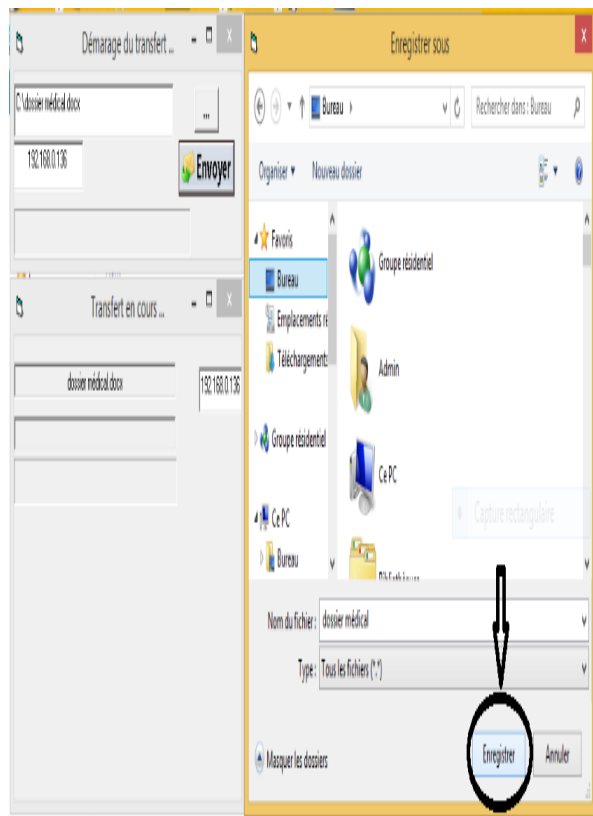


Figure.III.9: L'envoi de fichier coté patient.

A la réception le médecin click sur le bouton fichier puis recevoir un fichier afin de l'enregistrer, comme montre **la figure.III.10**. Cette tâche nécessite un accusé de réception pour confirmer la réception du fichier. **[Figure.III.11]**



(a)



(b)

Figure.III.10 : (a) : recevoir de fichier, (b) : enregistrement de fichier côté médecin.

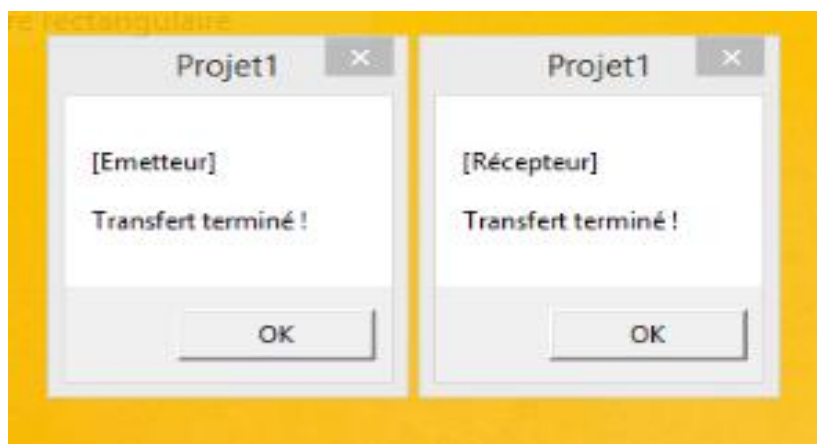


Figure.III.11 : Accusé de réception.

La discussion entre le médecin et le patient est nécessaire elle se fait grâce à l'application chat, comme montre les figures ci-dessous. L'historique de la discussion doit être toujours sauvegardé, ce qui favorise le médecin à évaluer le cas pathologique du patient.



Figure.III.12 : Chat côté patient.

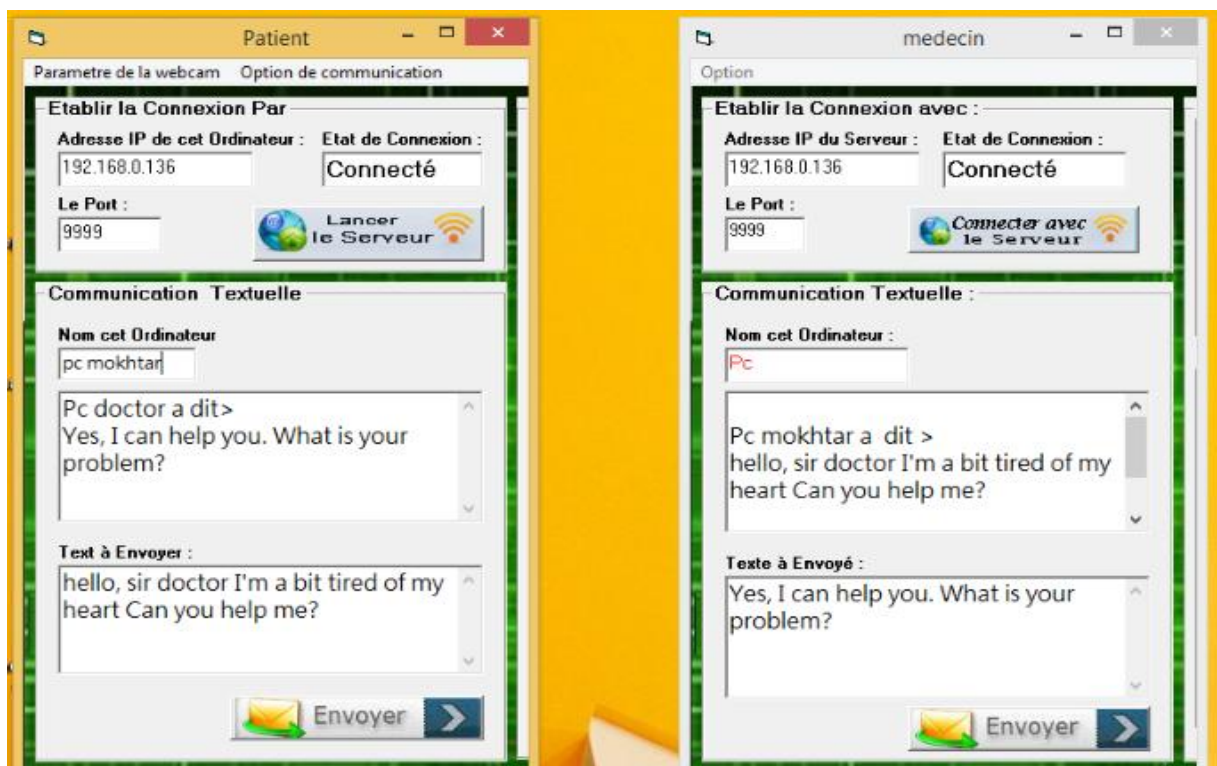


Figure.III.13 : Chat côté médecin.

III.6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons représenté les différentes étapes dans lesquelles nous aidons le médecin à établir un diagnostic rapide, facile et fiable.

En effet, un traitement du signal PCG a été réalisé selon un certain nombre de critères tel : le traitement numérique du signal, le stockage de l'information et la manipulation des données.

Ces différentes données transférées via réseau au temps réel, mettre à la disposition du médecin tous les moyens pour établir un diagnostic fiable.

Conclusion générale

Conclusion générale :

La télémédecine représente un enjeu considérable pour l'amélioration des conditions de soins et de vie de beaucoup de personnes.

Elle permet de mieux gérer les pénuries de personnels médicaux et d'apporter à la population un accès à un service public de qualité indépendamment de la localisation géographique.

Or, le besoin de la transmission des données médicales entre les différents acteurs médicaux nécessite, d'une part, un traitement numérique et d'autre part une sécurisation afin de garder le secret professionnel Médecin/Patient.

Dans ce sens, nous avons développé une plateforme télémédicale dédiée au traitement du signal Phonocardiogramme, cette dernière, permettant d'extraire les données pertinentes qui seront stockées dans un espace sécurisé afin de les envoyer via un réseau.

Enfin, nous pouvons dire que la télémédecine reste toute indiquée pour un dépistage précoce et par suite un diagnostic fiable, rapide et facile.

REFERENCE

REFERENCE

REFERENCE

[1] : JM Croels, Le droit des obligations à l'épreuve de la télémédecine PU d'Aix-Marseille, 2006, p.38

[2] : Shortliffe E, Perreault L, Wiederhold G, and Fagan L, eds. Medical Informatics — Computer

Applications in Health Care and Biomedicine. Health Informatics. Springer, 2001.

[3] : I. ZARROUKI et S. MEGHRAOUI LABBADI « la télé-expertise mobile entre les acteurs médicaux », Master aux signaux et image en médecine, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie, Juin 2013.

[4] : Rapport La place de la télémédecine dans l'organisation des soins .Etabli par : Pierre Simon et Dominique Acker Conseillers généraux des établissements de santé. Novembre 2008.

[5] : [https://encrypted-](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQf7XntTWjltI3BY_ZewikwEpB0mOgkIviPuxvY3TwE6z_t0bjMKw)

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQf7XntTWjltI3BY_ZewikwEpB0mOgkIviPuxvY3TwE6z_t0bjMKw](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQf7XntTWjltI3BY_ZewikwEpB0mOgkIviPuxvY3TwE6z_t0bjMKw)

[6] : [http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=A65269867E1DCB25829E95A3B6CEA9CF.tpdjo14v_1?](http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=A65269867E1DCB25829E95A3B6CEA9CF.tpdjo14v_1?IdArticle=LEGIARTI000006685767&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20110619&categorieLien=id)

[IdArticle=LEGIARTI000006685767&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20110619&categorieLien=id](http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=A65269867E1DCB25829E95A3B6CEA9CF.tpdjo14v_1?IdArticle=LEGIARTI000006685767&cidTexte=LEGITEXT000006072665&dateTexte=20110619&categorieLien=id)

[7] : http://scolarite.fmp-usmba.ac.ma/cdim/mediatheque/memoires/e_memoires/57-12.pdf

[Visual basic] : visual basic 6: how to program, H.M. Deitel, P.J. Deitel, T.R. Nieto, prentice Hall Upper SaddleRiver, New Jersey 07458, 1015 pages, www.prenhall.com/dietel

[8] : Field M.J. et coll. Telemedicine: a Guide to assessing Telecommunications in Health Care. 2è ed., ed. US Institute of Medicine. 1997, National Academy Press: Washington DC. 288.

[9] : Garcia E, Evaluation du projet télémédecine, Lyon, Rapport d'étude, GRAPHOS UMR CNRS 5823, Université Jean Moulin-Lyon III, 2000.

[10] : A.Donant, J.Bourneuf. Nouveau Larousse Médicale, Edition Larousse, 1981.

REFERENCE

- [11] : C. Ahlstrom. Processing of the Phonocardiographic Signal –Methods for the Intelligent Stethoscope, Department of Biomedical Engineering Linköpings universitet, SE-58185 Linköping, Sweden, 2006.
- [12] : Debbal, S.M. and Bereksi-Reguig, F., “Spectral analysis of PCG signals”, the Internet Journal of Medical Technology, volume 4, number 1, (2007).
- [13] : www.infovisua.info. Date de consultation. 20/04/2014.
- [14] : Encyclopedie medicale, p22, édition 2005.
- [15] : Mme GRENET, Anatomie cardio –vasculaire, APP, p188, 2004.
- [16] : www.cardiologie.info/anatomie/donnees_physiologiques/le_cycle_cardiaque.shm
- [17]: P. Brendan. The human heart, A Basic Guide to Heart Disease, 2nd Edition, Lippincott Williams &Wilkins, 2007
- [18] : [www-sante.ujf-grenoble. fr/SANTE/CardioCD/ cardio/ chapitre/103.htm](http://www-sante.ujf-grenoble.fr/SANTE/CardioCD/cardio/chapitre/103.htm)
- [19] :F.Briksi-Reguig. Techniques et instrumentation d’explorations fonctionnelles : chapitre4 : d’explorations fonctionnelles vasculaires, cours deuxième année MASTERE électronique Biomédicale-M2-MEM018, université de Tlemcen, pp 32-33.2009.
- [20] : <http://www.larousse.fr/encyclopedie/medical/phonocardiographie/15342>., Date de consultation. 20/04/2014.
- [21] : Christian, J.L. and Demars, “Représentations bidimensionnelles d’un signal de parole – Représentations temps fréquence et paramétrisations”,(2001).
- [22] : Pr Hervé Le Breton, CHU Rennes, Cours sémiologie PCEM, 2Vendredi 17
- [23] : Thèse de Doctorat ; Spécialité : ELECTRONIQUE BIOMEDICALE ; présentée par MEZIANI Fadia

REFERENCE

- [24] : M.S Obaidat and M.M .Matalgah. Performance of the Short Time Fourier Transform and Wavelet Transform to Phonocardiogram signal analysis: proceeding of the ACM 1992 Symposium an Applied computing, March, pp 856-862, 1992.
- [25] : Visual Basic 6 : How to program, H.M. Deitel, P.J. Deitel, T.R. Nieto, Prentice Hll, Upper SaddleRiver, New Jersey 07458, 1015 pages, www.prenhall.com/deitel