

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : de TECHNOLOGIE

Département : Electronique

Domaine : Sciences et Techniques

Filière : ELECTRONIQUE

Spécialité : INSTRUMENTATION

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

**MISE EN OUVRE D'UN PATCH ELECTRONIQUE POUR LA
SERVEILLANCE PYSIOLOGIQUE DU RYTHME CARDIAQUE**

Présenté par : – NEZZAR AMAR
– GOURI ISSAM

Encadrant : *HAMDI RACHID* Grade: *PROF* Université : *Badji Mokhtar Annaba*

Jury de Soutenance :

Nom et prénom	BENSAOULA	SALAH	Président
Nom et prénom	HAMDI	RACHID	Encadrant
Nom et prénom	BOUGAZI	MOUHAMMED	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Résumé

Résumé:

Ces dernières années, de nouvelles technologies ont fait leur apparition dans les réseaux électroniques et informatiques. Création de systèmes de réseaux informatiques. Cette technologie est (Internet des objets). Cependant, les services médicaux font partie de ces systèmes. Dans ce projet, nous concevons un système de surveillance à distance léger et peu coûteux pour les patients cardiaques qui peut être utilisé avec des appareils ambiants tels que les smartphones et les ordinateurs via Wi-Fi et avec les données des médecins traitants. La transmission maintient un contact constant. Munis de SMS, les situations critiques peuvent intervenir rapidement en temps réel et critiquer la vie.

Mots clés : télémédecine, internet des objets, capteurs, ESP32 NODEMCU.

Abstract:

In recent years, new technologies have appeared in electronic and computer networks. Creation of computer network systems. This technology is (Internet of Things). However, medical services are part of these systems. In this project, we will design a lightweight and inexpensive remote monitoring system for cardiac patients that can be used with ambient devices such as smartphones and computers via Wi-Fi and with data from referring physicians. The transmission maintains constant contact. Equipped with SMS, critical situations can quickly intervene in real time and criticize life.

Keywords: Telemedicine, Internet of Things, Sensor, ESP32 NODEMCU.

ملخص:

في السنوات الأخيرة، ظهرت تكنولوجيات جديدة في مجال الإلكترونيات وشبكات الحاسوب. إنشاء أنظمة شبكة حاسوبية. هذه التكنولوجيا هي إنترنت الأشياء. ومع ذلك، فإن الخدمات الطبية جزء من تلك الأنظمة. في هذا المشروع، سنقوم بتصميم نظام مراقبة عن بُعد خفيف الوزن وغير مكلف لمرضى القلب يمكن استخدامه مع الأجهزة المحيطة (مثل الهواتف الذكية وأجهزة الكمبيوتر) عبر Wi-Fi، ونقل البيانات إلى الطبيب المعالج لهم بحيث يظلون على اتصال دائم. مزود برسائل قصيرة SMS عند الحالات الحرجة للتدخل الفوري في الوقت الفعلي وانقد حياتهم.

الكلمات الرئيسية: التطبيب عن بعد، إنترنت الأشياء، الاستشعار، ESP32 NODEMCU.

Remerciements

En premier lieu nous tiens à remercier le grand dieu, pour nous avoir donnée la force, le courage, et la patience pour termine nos études et pour ellébore ce Modeste travail.

Nous adressons nos sincères remerciement à nos chers parent pour nous avoir donnée leur soutien et leur encouragement pour termine ce travail.

Nous exprimons tous nos remerciements à notre encadreur HAMDI Rachid pour ses judicieux conseils, sa confiance et sa disponibilité.

Enfin, merci á toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réussite de ce travail.

Dédicace

Je dédié ce modeste travail à
A mes chers parents,
Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur
Tendresse, leur soutien et leurs prières
Tout au long de mes études,
À mes chers frères et surtout ma grande sœur
Pour leurs encouragements permanents, et leur
Soutien moral, A toute ma famille pour leur soutien
,tout au long de mon parcours universitaire
A tous mes amis et mes collègues
A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce projet
A trois chats, Mina, Lusho et Tama
A binôme Issam

NEZZAR AMAR

Dédicace

Je dédié ce modeste travail à
A mes chers parents,
Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur
Tendresse, leur soutien et leurs prières
Tout au long de mes études,
Pour leurs encouragements permanents, et leur
Soutien moral, A toute ma famille pour leur soutien
,tout au long de mon parcours universitaire
A tous mes amis et mes collègues
A tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce projet
A binôme Amar

GOURI ISSAM

Sommaire

Remerciements.....	I
Dédicaces	II
Liste des figures.....	III
Liste des Tableaux.....	IV
Liste des abréviations.....	V
Introduction Générale.....	VI

Chapitre(I) : Généralité sur le rythme cardiaque.

I.1 Introduction.....	4
I.2 Le rythme et la fréquence cardiaque.....	4
I.3 Troubles du rythme cardiaque.....	4
I.3.1 Causes.....	5
I.3.2 Valeur Normal.....	5
I.4 Méthodes de mesure.....	6
I.4.1 L'électrocardiogramme.....	6
I.4.2 La photo pléthysmographie(PPG).....	6
I.4.3 La mesure du pouls.....	7
I.4.4 La phonocardiographie.....	7
I.5 Traitements.....	8
I.5.1 Traitement médicamenteux anti arythmique.....	8
I.5.2 Autres traitements	8
I.6 Conclusion.....	8

Chapitre(II) : Fonctionné de la carte ESP32.

II.1 Introduction	10
II.2 La carte ESP32 module Wi-Fi.....	10
II.2.1 Description.....	10
II.2.2 Définition.....	10
II.2.3 Les caractéristiques techniques.....	11

Sommaire

II.2.4. Exemple sur les cartes ESP32.....	11
II.3. La liaison de la carte ESP32 sans fil avec le Wi-Fi	12
II.4. La différence entre ESP 32 et ESP 8266.....	13
II.5 La programmation.....	14
II.5.1 Arduino IDE.....	14
II.5.2 L'ESP32 et Arduino IDE.....	14
II.5.3 Télé-verser un programme.....	17
II.6. Conclusion	17

Chapitre III : Internet des objets (IoT)

III.1 Introduction.....	19
III.2 Présentation de l'Internet des objets.....	19
III.3 Les domaines d'application.....	20
III.3.1 Les Villes Intelligentes.....	20
III.3.2 Le Smart Grid	21
III.3.3 Le Système De Santé Electronique	22
III.3.4 LeTransport.....	22
III.3.5 L'énergie.....	23
III.3.6 Le bien-être et le confort.....	23
III.4 Les composants de L'IOT.....	23
III.4.1 Plateformes.....	23
III.4.2 Le réseau (connectivité).....	24
III.5 Conclusion.....	25

Chapitre IV: Utilisation ESP32 pour détection le rythme cardiaque à distance.

IV.1 Introduction	26
IV.2 Matériel utilisées.....	26
IV.2.1 Le capteur.....	26

Sommaire

IV.2.2 La classification de capteur	27
IV.2.3 Le capteur médical.....	27
IV.2.4 Capteur de poule.....	28
IV.2.5 Mode Wi-Fi de l'Esp32.....	29
IV.2.6 plaque d'essai	30
IV.2.7 Câble USB	30
IV.2.8 Les fils électronique	31
IV.3. Partie Software	31
IV.3.1 Présentation de la plateforme ThingSpeak.....	31
IV.3.2 Collecte des données.....	32
IV.3.3 Recevoir SMS par de la plateforme ThingSpeak.....	33
IV.4 Partie pratique du travail	36
IV.4.1 Préambule.....	36
IV.4.2 Résultats expérimentaux.....	37
IV.4.3 Principe de fonctionnement du système.....	38
IV.4.4 Réalisation le schéma électronique et organigramme général de ce système..	40
IV.5 Conclusion	41
Conclusion Général	
Bibliographie	
Annexe	

Liste Des Figures

Chapitre (I) :

FIGURE I.1: Dérivations frontales pour la mesure de l'électrocardiogramme.

FIGURE I.2: Oxymètre de pouls.

FIGURE I.3: Exemple d'un signal phonocardiographie.

Chapitre (II) :

Figure II.1: Modèle ESP32 NodeMCU-32S.

Figure II.2: Carte ESP32 Bright Dot.

Figure II.3: Carte ESP32 NodeMCU.

Figure II.4: Carte ESP32 Format Arduino.

Figure II.5: Carte ESP32 avec caméra 2PM et carte SD.

Figure II.8 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 étape 1.

Figure II.9 : Configuration de l'IDE arduino pour esp 32 étape 2.

Figure II.10 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 étape 3.

Figure II.11 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 étape 4.

Figure II.12: Choix du module esp 32 étape 5.

Figure II.13 : Télé-versement du programme.

Chapitre (III) :

Figure III.1: Les domaines d'application de l'Internet des objets.

Figure III.2: Une figure qui représente les constituants d'une ville intelligente.

Figure III.3: Une figure qui représente les constituants d'une smart Grid.

Figure III.4: Représentation d'un système de santé électronique.

Chapitre (IV) :

Figure IV.1 : principe de fonctionnement d'un capteur.

Liste Des Figures

Figure IV.2 : Capteur de poule.

Figure IV.3 : Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 1.

Figure IV.4: Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 2.

Figure IV.5: Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 3.

Figure IV.6: la plaque d'essai.

Figure IV.7: câble USB.

Figure IV.8: Les fils électronique.

Figure IV.9: Plateforme ThingSpeak.

Figure IV.10: Création d'une Chaîne sur ThingSpeak étape 1.

Figure IV.11: Création d'une Chaîne sur ThingSpeak étape 2.

Figure IV.12: Configurer Thingspeak ThingHTTP.

Figure IV.13: Schéma électronique général de ce système.

FIGURE IV.14: ThingSpeak affiché le résultat sur série Arduino.

FIGURE IV.15: ThingSpeak met à jour la valeur BPM avec la date et l'heure.

Figure IV.16: le schéma fonction de ce système SMS.

Figure IV.17: Organigramme générale du ce système.

Figure IV.18: Montage de capteur PULSESENSOR avec ESP32.

Liste Des Tableaux

Tableau II.7 : Différence entre ESP 8266 et ESP 32.

Liste Des Abréviations

HRM : Haret Rate Moniting.

Ido : Internet d'objet (en Franc).

ECG : ElectroCardioGramme.

BPM : Battement Par Minute.

IDE : Environnement Développement intégré

CPU: Central Processing Unit

ERDF : Electricité Réseau Distribution

LAN : Local Area Network

HRV: Heart Rate Variability

IFTTT: If this then that (protocol)

API: Application Programming Interface

ADC: Analog Digital Converting

GPIO: General Purpose Input / Output

Introduction générale

Les avancées technologiques récentes (lignes téléphoniques fixes et mobiles, Internet, satellite, etc.) ont permis de prodiguer des soins médicaux et d'échanger à distance des informations médicales pertinentes. La technologie permet le développement des technologies de l'information et de la communication liées à la santé, à la prise en charge médicale et sociale des personnes âgées, des personnes handicapées et des maladies cardiaques, pour s'adapter à leur environnement local et pallier leur handicap, tout en garantissant efficacité, économies de coûts et diagnostic en temps réel .

La fréquence cardiaque indique l'intégrité de notre cœur et aide à évaluer l'état du système vasculaire [1]. Dans le cadre clinique, le pouls est mesuré dans des conditions contrôlées telles que l'hydrométrie, l'échocardiographie et l'ECG [4]. Il charge notre cœur de pomper du sang riche en oxygène vers nos muscles et d'éliminer les déchets cellulaires. Plus nous utilisons nos muscles, plus notre cœur doit travailler dur pour accomplir ces tâches, ce qui indique qu'il doit battre plus vite pour délivrer plus de sang. Un moniteur de fréquence n'est qu'un outil qui prend un échantillon de du pouls et calcule les battements par minute (battements par minute), de sorte que l'information est facilement utilisée pour suivre les maladies cardiovasculaires.

Un pouls au repos typique est d'environ 70 BPM pour un homme et 75 BPM pour une femme. Le taux varie considérablement d'un individu à l'autre en fonction du bien-être, de l'âge et de la génétique. Le signe vital des athlètes qui pratiquent un sport est généralement très bas. Le pouls sera mesuré en mesurant votre fréquence cardiaque. La fréquence cardiaque est mesurée à l'aide d'appareils médicaux spécialisés ou simplement en appliquant une pression avec un doigt humain sur une artère (généralement au poignet ou au cou). Il est généralement admis que prêter attention à la fréquence cardiaque avec un stéthoscope, un processus appelé auscultation, peut être une méthode plus précise de mesure des signes vitaux [3]. Il existe deux approches pour développer des moniteurs cardiaques - les méthodes

Introduction générale

électriques et celle optique. La méthode électrique est plus coûteuse et plus difficile que la méthode optique. De nombreuses autres méthodes d'oxymétrie de pouls sont utilisées telles que la PCG, l'ECG, l'onde BP [5] et l'oxymétrie de pouls [6], mais ces méthodes sont cliniques et coûteuses. Il existe d'autres méthodes rentables qui sont mises en œuvre à l'aide de capteurs comme suggéré dans [7] et [8], mais elles sont sujettes au bruit, aux mouvements du corps et aux artérioles. L'apparition et le développement d'un dispositif HRM à faible puissance qui a une lecture précise de la fréquence du pouls à l'aide de la technologie optique sont présentés. Cet appareil est pratique, portable, durable et économique. L'appareil est programmé pour compter la fréquence cardiaque. Le pouls est affiché numériquement sur l'écran de la plateforme ThingSpeak.

L'organisation de notre travail est la suivante. Dans le premier, nous discutons de la fréquence cardiaque et de ses fluctuations, de ses causes, de son mécanisme d'action et des méthodes de traitement. Tandis que le deuxième chapitre décrivent les fonctionnements de la carte ESP32. La troisième chapitre présente l'internet des objets et le principe de son fonctionnement au cours de notre projet. Le quatrième chapitre nous présentons les composants nécessaires pour la réalisation d'un système de surveillance médicale. Finalement la conclusion générale et annexe.

Chapitre (I) :
Généralités sur le rythme cardiaque.

I.1. Introduction:

L'apprentissage automatique pour l'ECG est un domaine qui a particulièrement évolué ces dernières années. Il a réalisé un développement important dans les résultats de diagnostic des artéfacts, non seulement grâce à une meilleure connaissance du mécanisme physiopathologique, mais surtout par le développement de nouveaux moyens diagnostiques et thérapeutiques. Il convient de mentionner que l'application dans le monde réel manque d'appareils intelligents simples qu'il est utilisable par toutes les personnes, où qu'elles se trouvent, comme un téléphone portable, en termes de résultats et de prix élevés. Nous présentons dans ce chapitre les notions de base en relation avec les maladies cardiovasculaires associées à une arythmie, qui dépend du fonctionnement général du système cardiovasculaire.

I.2. Le rythme et la fréquence cardiaque:

La fréquence cardiaque est le nombre de battements cœur par unité de temps ou pulsations généralement par minute. C'est un concept quantitatif et peut également être défini en cycles par seconde par l'inverse du cycle. La fréquence cardiaque est souvent confondue avec la fréquence cardiaque ou le pouls en raison d'une mauvaise utilisation du langage. La fréquence cardiaque est un concept qualitatif qui précise la façon dont se produisent les révolutions cardiaques, la façon dont les cycles s'enchaînent. Le rythme cardiaque est le mécanisme qui provoque la contraction des ventricules. Le pouls désigne quant à lui la perception au toucher de l'artère battante, permettant, certes d'évaluer les battements cardiaques, mais d'apporter également d'autres renseignements [1]. La fréquence cardiaque est très inégale. Chez l'homme, elle est d'environ 70 battements par minute, elle est comprise entre 60 et 100 battements par minute.

I.3. Troubles du rythme cardiaque :

Ces anomalies peuvent être quantitatives (trop lentes ou trop rapides) ou qualitatives (pauses, battements irréguliers, etc.). Les électrocardiogrammes sont essentiels pour une analyse précise de ces maladies. Voir :

Tachycardie : pouls rapide de plus de 100 battements par minute chez les adultes au repos (un pouls « normal » chez un nourrisson est d'environ 120 battements par minute).

Bradycardie : Le pouls est trop lent, moins de 60 battements par minute chez les adultes non sportifs. Lorsque le pouls est trop lent par rapport à l'activité physique, on parle parfois d'insuffisance chronotrope. ·

Arythmies cardiaque : Une fréquence cardiaque élevée au repos était associée à un risque plus élevé de décès par maladie cardiovasculaire chez les sujets sains [2] et les sujets ayant une maladie cardiovasculaire préexistante [3]. Ce facteur de risque semble être indépendant des autres facteurs connus (tabagisme, diabète, âge, etc.).

Certains médicaments (bêta-bloquants [4] ou iva-bradine [5]) peuvent abaisser artificiellement la fréquence cardiaque, ce qui semble améliorer le pronostic des événements d'insuffisance cardiaque après infarctus du myocarde [10].

I.3.1. Causes:

Les anomalies de la repolarisation cardiaque responsables de l'arythmie peuvent être provisoires (cause toxicologique ou médicamenteuse [6,7] plus ou moins provisoire) ou durables (arythmies réfractaires d'origine génétique ou congénitale [8], accidentelles ou inexplicables). Elles sont généralement liées à une dégradation du système réflexe, à un défaut fonctionnel du cœur (ex : rétrécissement mitral [9]) ou font suite à une perturbation du système hormonal (thyroïdien notamment [10]) et/ou à un dysfonctionnement du système nerveux (local [11] ou central, avec par exemple un accident ischémique cérébral comme origine[12]. L'exposition à la pollution de

l'air est aussi une source possible d'arythmie cardiaque [13]. L'altération de certains gènes induit des « arythmies cardiaques familiales » (cause de syncope et de mort subite chez de jeunes sujets ; la biologie moléculaire[14] et la génétique devraient permettre d'éclaircir la « génétique moléculaire des arythmies cardiaques » en identifiant les groupes de gènes et les types de mutations[15] en cause puis en comprenant mieux les mécanismes complexes en cause[16,17].

I.3.2. Valeur Normal :

La fréquence cardiaque au repos varie selon l'âge [1] :

- Nouveau-né : 140 $\pm$ 50
- 1–2 ans : 110 $\pm$ 40
- 3–5 ans : 105 $\pm$ 35
- 6–12 ans : 95 $\pm$ 30
- adolescent ou adulte : 70 $\pm$ 10
- personne âgée : 65 $\pm$ 5

Chez l'adulte en bonne santé, au repos, la fréquence cardiaque se situe entre 60 (sportif pratiquant l'endurance) et 100 pulsations par minute. A l'effort, la fréquence cardiaque maximale théorique est de 220 moins l'âge (ex : 220 - 40 ans = 180). La fréquence cardiaque au repos n'est pas constante sur 24 heures en raison de différents cycles biologiques. Il culmine vers midi. La digestion, la chaleur ou le froid peuvent augmenter votre fréquence cardiaque. Les facteurs de stress affectent la fréquence cardiaque à travers trois mécanismes : neurologique, chimique et physique. Les humains ont un système nerveux autonome composé des systèmes nerveux sympathique et parasympathique. Le premier a pour fonction d'augmenter le rythme cardiaque, le second de le réduire.

I.4. Méthodes de mesure :

La mesure de la fréquence cardiaque a été largement étudiée car elle constitue un paramètre vital. Divers types de mesures ont été implémentés afin de rendre la mesure de ce paramètre la plus confortable possible. La fréquence cardiaque peut être mesurée à partir de différentes méthodes :

I.4.1. L'électrocardiogramme :

La fréquence cardiaque est calculée à partir de la détection d'un complexe QRS. Le temps écoulé entre les pics R-R constitue la durée du battement. Une des solutions les plus ergonomiques est le système Polar. Ce système est composé par une bande qui se fixe autour de la poitrine ainsi que d'une montre pour la réception et la visualisation de l'information. La bande contient deux électrodes sèches qui permettent la mesure en local de la fréquence cardiaque pour ensuite envoyer cette information vers la montre.

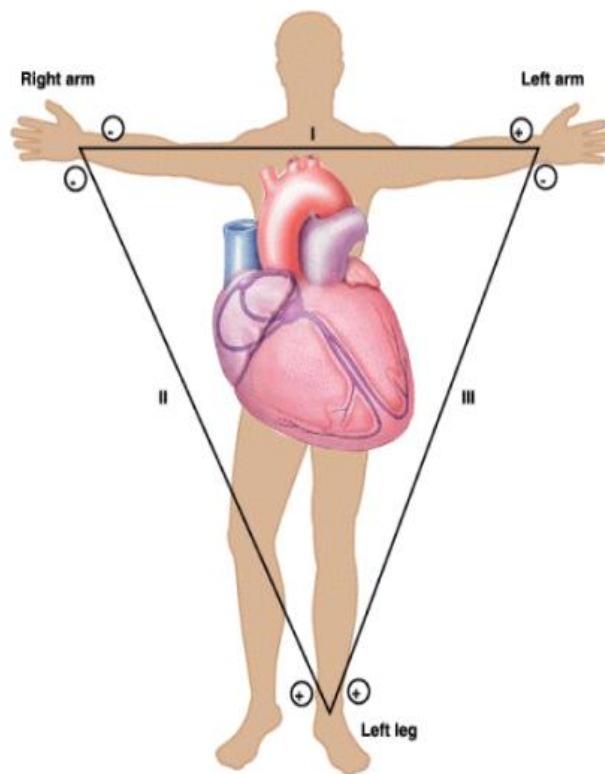


FIGURE I.1 : Dérivations frontales pour la mesure de l'électrocardiogramme

I.4.2 Photo pléthysmographie (PPG) :

Est une technique non invasive de surveillance de la saturation en oxygène. Il s'agit d'une technologie optoélectronique qui mesure les changements d'intensité de la lumière traversant le sang. Le capteur se compose d'une source lumineuse (LED) et d'une photodiode. La source lumineuse éclaire ainsi une zone spécifique, de sorte que les changements dans le sang produisent des changements dans l'intensité lumineuse mesurée avec les photodiodes. Ce capteur est typiquement utilisé dans diverses régions telles que le front, les doigts ou les oreilles, où la vascularisation est importante [18]. L'un des appareils les plus couramment utilisés pour effectuer ce type de mesure est un oxymètre de pouls (Figure 2).

I.4.3. La mesure du pouls :

La fréquence cardiaque peut être aussi mesurée avec des capteurs ORIGINES
PHYSIOLOGIQUES



FIGURE I.2 : Oxymètre de pouls

Du type piézoélectrique. Ce type de capteurs possède la propriété de se polariser électriquement sous l'action d'une contrainte mécanique. Karki et Lekkala ont développé un dispositif qui permet la mesure de la fréquence cardiaque au repos avec des capteurs piézoélectriques [19]. La fréquence cardiaque fournie par le capteur piézoélectrique est corrélée avec celle qui est calculée à partir de l'ECG, donnant de bons résultats.

I.4.4. La phonocardiographie :

Cette méthode détecte la fréquence cardiaque à partir du si général sonore produit par les valves du cœur lors des phases systoliques et diastoliques. Ce signal acoustique est composé de deux ondes (Fig.3), l'onde S1 correspond au battement systolique et l'onde S2 au battement diastolique [26]. Une fois le signal acquis, plusieurs techniques de traitement du signal sont utilisées, comme par exemple la transformée en ondelettes [20] ou les chaînes de Markov [19], afin de détecter la fréquence cardiaque instantanée. La phonocardiographie est une méthode de mesure non-invasive qui permet un monitoring à long terme. Cependant, la robustesse de la mesure est mise en cause par les signaux acoustiques parasites qui vont s'ajouter au signal de base et ainsi compromettre la détection de la fréquence cardiaque.

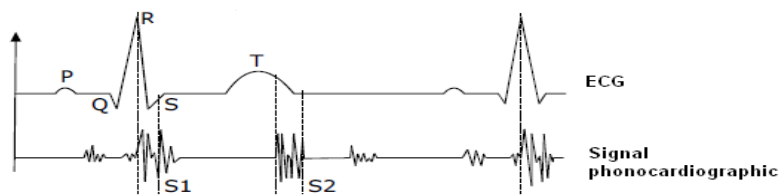


FIGURE I.3 : Exemple d'un signal phonocardiographie

I.5. Traitements:

I.5.1 Traitement médicamenteux anti-arythmique :

La plupart des arythmies ne nécessitent pas de traitement médical sauf si elles sont associées à une détérioration marquée de la fonction circulatoire et/ou si l'arythmie est symptomatique. L'utilisation de divers médicaments anti-arythmiques a en effet été observée pour augmenter la mortalité chez les patients coronariens dans des études à long terme [18]. Le traitement peut permettre de rétablir un rythme normal (on dit alors "cardioversion pharmacologique" comme l'amiodarone ou la flécaïne est utilisé pour réduire la fibrillation auriculaire) et prévenir la récurrence des crises d'arythmie. Cependant, l'objectif principal n'est pas de faire disparaître l'arythmie, mais d'empêcher l'apparition de complications graves. Par conséquent, un suivi

précoce des patients cardiaques à l'aide du dispositif médical proposé dans notre travail pourrait réduire la mortalité [1].

I.5.2 Autres traitements :

- Anticoagulation en cas de fibrillation auriculaire, flutter ou tachysystolie pour éviter les accidents emboliques.
- Ablation par radiofréquence, réalisée uniquement dans des centres spécialisés : Dans des conditions chirurgicales, une ou plusieurs sondes sont installées dans une veine, à proximité de la partie du cœur qui provoque le trouble du rythme. La concentration responsable ou sa connexion avec le reste du cœur peut alors être perturbée.
- Cardioversion ou choc externe.
- Stimulateur cardiaque implanté.
- Défibrillateurs automatisés implantables (également appelés DAI ou DIA) pour prévenir le risque de mort subite [1].

I.6. Conclusion:

La détection précoce des anomalies cardiaques est un domaine intéressant, qui est devenu le centre d'attention pour beaucoup de chercheurs en raison de la gravité de ses conséquences telles que les morts subites ou les séquelles physiques ou psychologiques postérieures. La détection précoce des anomalies cardiaque est une tâche complexe et a besoin de grandes connaissances dans domaine biomédicale. Dans l'optique de traiter cette problématique dans ce projet, nous avons présenté les anomalies cardiaques qui concernent l'arythmie en plus de quelques travaux visant la classification des signaux ECG pour la détection précoce des problèmes du rythme cardiaque. Nous avons constaté que le taux de classification donné par ces travaux était modéré et que la sauvegarde permanente de l'ECG est à projeter. De plus, il est nécessaire de penser à la démocratisation des dispositifs de suivi du rythme cardiaque par une production à bas prix.

Chapitre (II) :

Le fonctionnement de la carte ESP32

II.1. Introduction :

Avec le développement de la technologie électronique, la création de systèmes basés sur des circuits électroniques est devenue très simple et facile, grâce aux cartes de développement et aux modules programmables, qui permettent d'effectuer plusieurs fonctions dans le même système. Dans ce chapitre, nous parlerons spécifiquement de la carte ESP32 NODEMCU en mentionnant ses fonctionnalités et en donnant un schéma bloc de la carte.

II.2. La carte ESP32 module Wi-Fi :**II.2.1. Description :**

Il s'agit d'une petite carte de développement compatible et programmable Arduino IDE. Le plus gros avantage de cette carte est qu'elle offre à la fois une connectivité Bluetooth et une connectivité Wifi embarquée. Ainsi, qu'il s'agisse de créer un serveur pour héberger un site web, de communiquer avec une application smartphone via Bluetooth, ou de communiquer avec un autre microcontrôleur via Wifi, il est idéal pour développer des objets connectés [21].

II.2.2. Définition :

L'ESP32 est une famille de microcontrôleurs sur puce à faible coût et à faible consommation d'énergie avec Wi-Fi intégré et Bluetooth bimode. La famille ESP32 utilise le microprocesseur Tensilica Xtensa LX6 dans des variantes double cœur et mono cœur, y compris des commutateurs d'antenne intégrés, des baluns RF, des amplificateurs de puissance, des amplificateurs récepteurs à faible bruit, des filtres et la gestion de l'alimentation du module. L'ESP32 a été créé et développé par Espressif Systems et fabriqué par TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) en utilisant son procédé 40 nm [22].

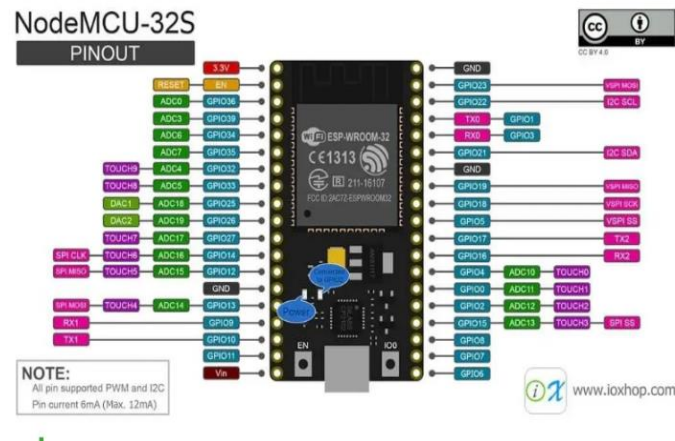


Figure II.1 : Modèle ESP32 NodeMCU-32S

II.2.3. Les caractéristiques techniques:

- Microcontrôleur: Espressif ESP32 (monté sur puce ESP-WROOM-32)
- Microprocesseur: TensilicaXtensa Dual-Core 32-bit LX6
- Fréquence d'horloge: 80 à 240 MHz (réglable)
- Mémoire Flash: 4MB
- ROM: 448 kB
- SRAM: 520 kB
- Bluetooth 4.0 (BLE/Bluetooth Smart) and Bluetooth Classic (BT)
- 802.11b/g/n HT40 Wi-Fi transceiver
- Alimentation: 5 à 9V
- Entrées/sorties digitales: 48 GPIO pins
- Courant par broche E/S: 40 mA
- Courant par broche 3.3V: 50 mA
- Pilote: CP2102
- Dimensions 55 x 28 x 13 mm [21]

II.2.4. Exemple sur les cartes ESP32:



Figure II.2: Carte ESP32 Bright Dot [21]



Figure II.3: Carte ESP32 NodeMCU [21]



Figure II.4: Carte ESP32 Format Arduino [21]



Figure II.5: Carte ESP32 avec caméra 2PM et carte SD [21].

II.3. La liaison de la carte ESP32 sans fil avec le Wi-Fi :

La station de base peut communiquer sans fil avec le Wi-Fi. Cette communication se fait via le module ESP32, qui vous permet de vous connecter et de communiquer avec n'importe quel appareil utilisant également le protocole de communication Wi-Fi. L'ESP32 peut répondre aux commandes qui lui sont envoyées. Envoyé par le microcontrôleur (NODEMCU) auquel il est connecté [21].

II.4. La différence entre ESP 32 et ESP 8266:

ESP32 et ESP8266 sont des modules Wi-Fi bon marché parfaitement adaptés aux projets liés à l'Internet des objets (Ido).

Les deux puces sont équipées d'un processeur 32-bit. L'ESP32 est un processeur double cœur 160MHz à 240MHz alors que l'ESP8266 est un processeur simple cœur qui fonctionne à 80MHz.

L'ESP32 est le successeur de l'ESP8266. Il ajoute un noyau CPU supplémentaire, un Wi-Fi plus rapide, plus de GPIOs, et supporte Bluetooth 4.2 et Bluetooth basse énergie. De plus, l'ESP32 est livré avec des broches sensibles au toucher qui peuvent être utilisées pour réveiller l'ESP32, un capteur à effet Hall intégré et un capteur de température intégré [23].

spécifications	ESP8266	ESP32
MCU	Xtensa Single-Core 32-bit L106	XtensaDual-Core 32-bit LX6 600 DMIPS
802.11 b/g/n Wifi	Oui ,HT20	Oui ,HT40
Bluetooth	Non	Bluetooth 4.2 et en dessous
Typicalfrequency	80 MHz	160 MHz
SRAM	160 kBytes	512kBytes
Flash	SPI flash jusqu'à 16MBytes	SPI flash jusqu'à 16MBytes
GPIO	17	36
Hardware / Software PWM	Aucun / 8 Channels	1 / 16Channels
SPI /I2C/I2S /UART	2/1/2/2	4/2/2/2
ADC	10-bit	12-bit
CAN	aucun	1
interface Ethernet MAC	aucun	1
Capteur tactile	aucun	Oui
Capteur de température	aucun	Oui
température de fonctionnement	~ 40°C ~ 125°C	~ 40°C ~ 125°C

Tableau II.7 : Différence entre ESP 8266 et ESP 32 [24]

II.5 La programmation :

II.5.1 Arduino IDE :

L'environnement de développement Arduino IDE est un outil permettant d'écrire du code dans le langage Arduino C, puis de le convertir en une forme exécutable pouvant être placée sur un microcontrôleur. L'environnement de développement est simple et facile à utiliser, l'apparence générale est presque simple, il ne contient que ce dont le programmeur a besoin pour démarrer le développement et le code est chargé directement dans le microcontrôleur. On veut utiliser notre module ESP32 (ESP Wroom 32) avec notre langage de programmation IDE Arduino, voici quelques explications qui devraient nous permettre d'effectuer cette manipulation.

II.5.2 L'ESP32 et Arduino IDE :

Dans notre projet, on a programmé l'ESP32 WROVER avec l'Arduino IDE, et pour faire ça il faut suivre les étapes suivantes:

- En ouvre le programme Arduino IDE et dans la barre des menus on choisit "File" après "Préférences".

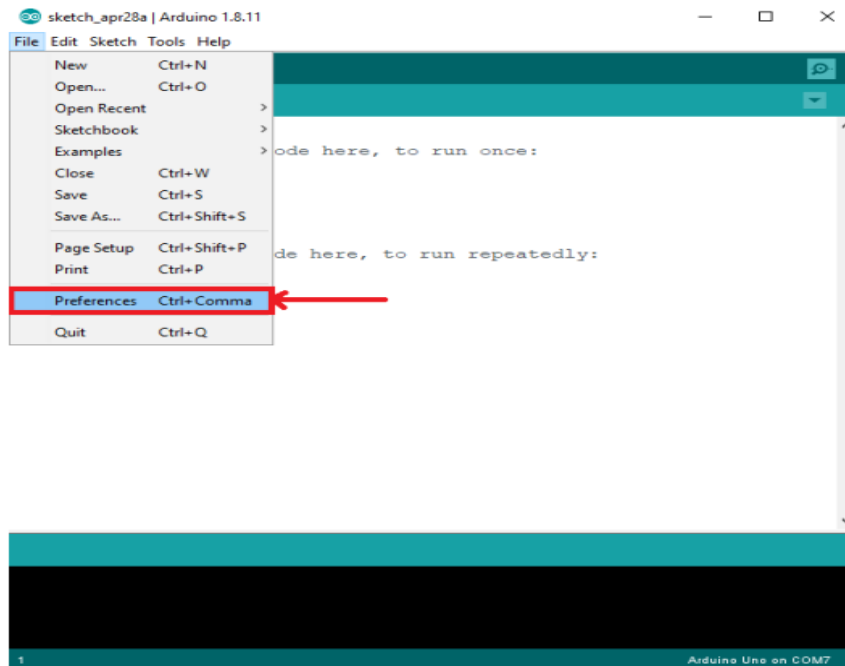


Figure II.8 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 **étape 1**

- Après la fenêtre de "Préférences" s'ouvre, et dans l'espace de "AdditionalBoards Manager URL" on copie ce lien qui suit et on click "OK" :

"https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json,http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json".

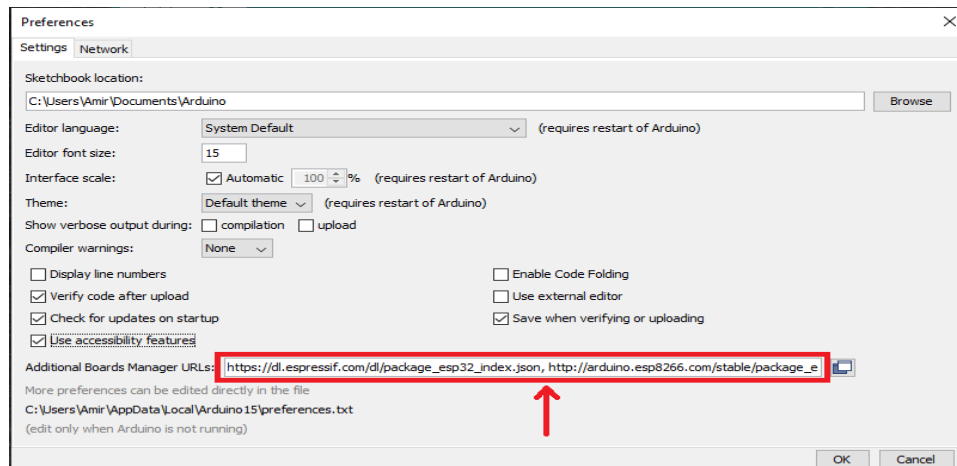


Figure II.9 : Configuration de l'IDE arduino pour esp 32 étape 2

- Dans la deuxième étape on ouvre la liste de "Tools" et choisit "Board" après "Boards Manager..." :

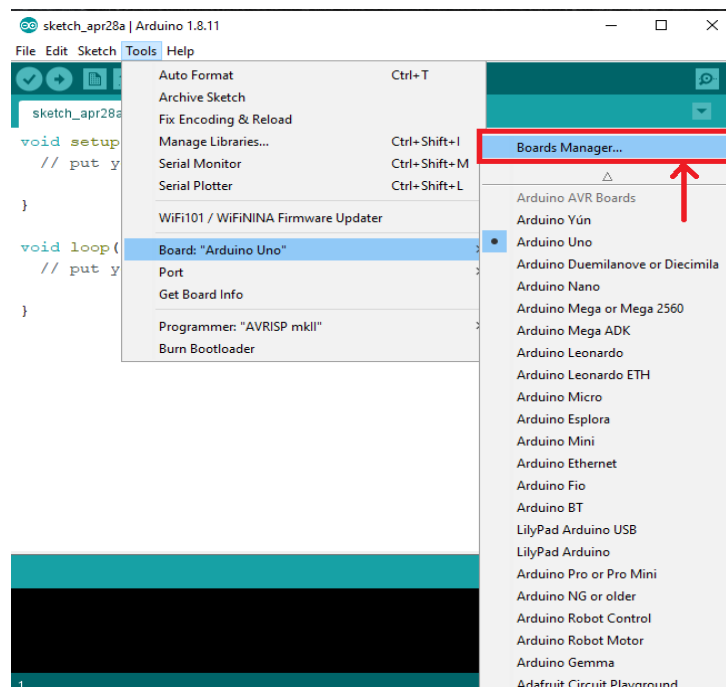


Figure II.10 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 étape 3

- Dans la fenêtre de "Boards Manager" on recherche le mot "ESP32", un résultat est affiché de "EspressifSystems" qu'il contient le software des cartes ESP32, on click "Install" et on attend quelques minutes.

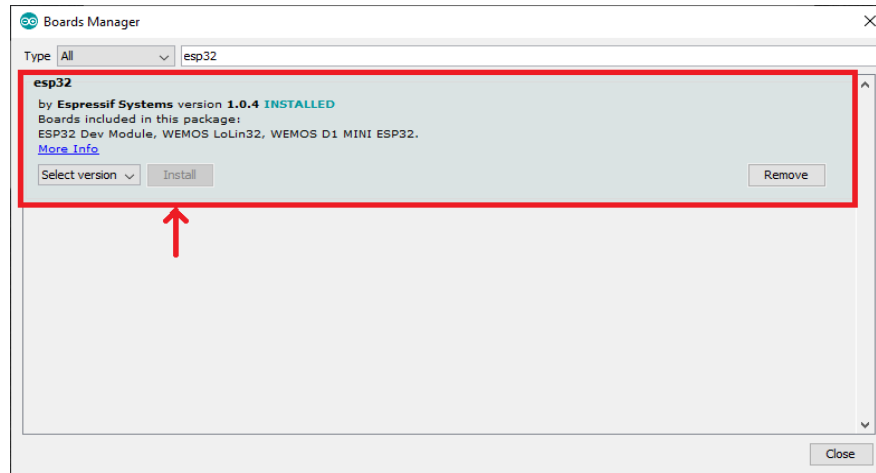


Figure II.11 : Configuration de l'IDE Arduino pour esp 32 étape 4.

- À la fin d'installation on retourne à la liste de "Tools" après "Board" et maintenant on peut programmer n'importe quelle carte ESP32.

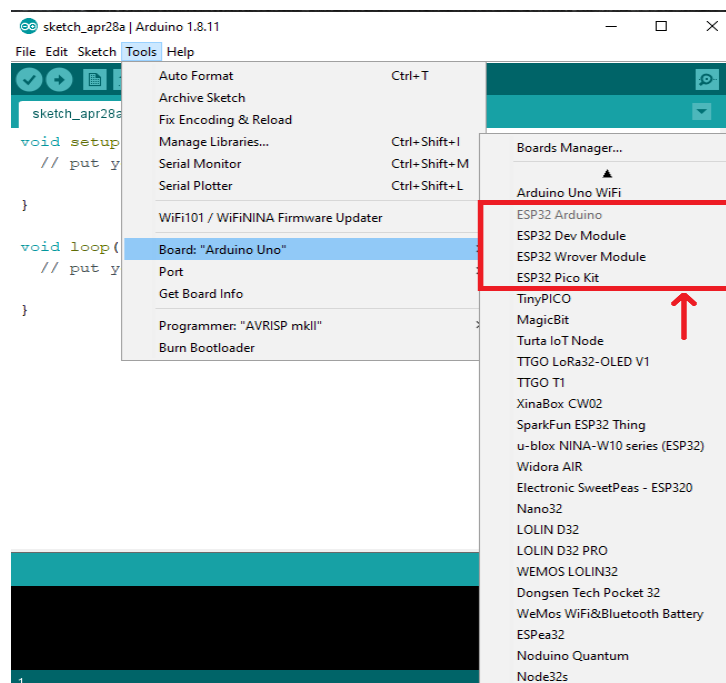


Figure II.12: Choix du module esp 32 étape 5.

II.5.3 Télé-verser un programme :

Le télé-versement (upload) du programme (Annexe 1) dans ESP32 est réalisé comme suit:

Après apparition du message « Connecting » en bas de l'interface de l'Arduino IDE, on doit maintenir 2 à 3 secondes le bouton [BOOT] de l'ESP32 (voir la figure 4-18).

Une fois le programme est téléchargé, il faut appuyer le bouton [EN] pour lancer l'exécution sur la carte ESP32.

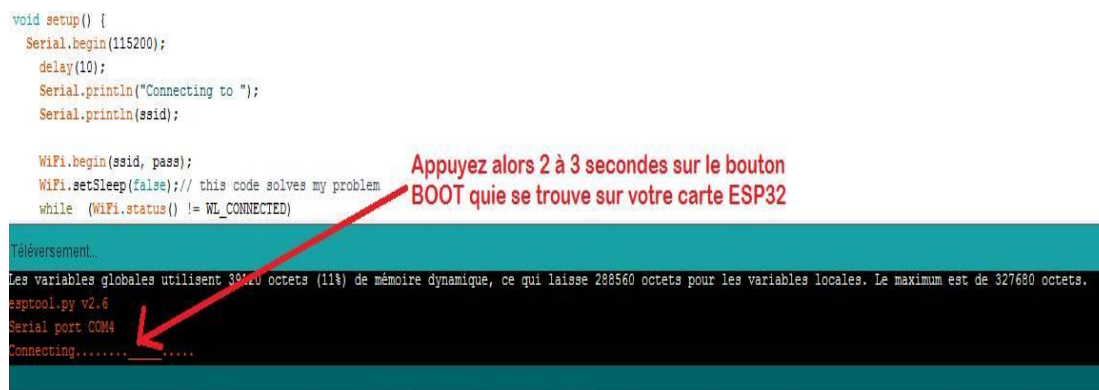


Figure II.13 : Télé-versement du programme

II.6. Conclusion :

Lors de la conception de la carte ESP32, l'un des principaux objectifs de conception était d'être facile à utiliser pour toutes les catégories de personnes et de permettre à quiconque de réaliser de nombreux types de projets électroniques sans avoir besoin de connaître la grande technologie. À cet égard, nous avons vu l'utilisation de cette carte, associée à un capteur de fréquence cardiaque, pour créer un patch électronique qui lit les données à distance via Internet Wi-Fi, et nous discuterons des aspects pratiques du projet.

Chapitre III

Internet des objets (Ido)

III.1 Introduction :

Des systèmes de capteurs intelligents, hautement développés, diversifiés et évolutifs ont eu une réponse positive sur Internet, et un nouveau paradigme a émergé, à savoir "l'Internet de tout". Internet des objets (Ido) L'Internet des objets est la prochaine révolution numérique. D'ici 2025, des milliards d'objets du quotidien seront connectés à Internet. Les objets connectés ont le potentiel de simplifier la vie quotidienne et d'améliorer le bien-être des individus, que ce soit à la maison, dans le jardin privé, au bureau, à la maison ou dans toute autre collectivité [25]. Les objets connectés peuvent être des personnes avec des implants cardiaques qui transmettent des données, des objets intelligents pour un contrôle automatique et intelligent de l'environnement pour économiser l'eau, des animaux avec des puces intelligentes, des voitures avec des capteurs qui indiquent la pression des pneus, ou toute distribution d'autres objets qui ont une adresse IP et peut transmettre des informations. De plus, l'Ido a la possibilité de s'intégrer au réseau Internet, ce qui permettra à tout le monde, n'importe quand, n'importe où, idéalement depuis n'importe quelle plateforme de se connecter [26].

III.2 Présentation de l'Internet des objets:

Pour l'Internet des objets, nous n'avons pas trouvé de définition précise de ce concept, cependant, il est utilisé pour décrire la mise en œuvre de systèmes et de solutions techniques qui impliquent la mise en réseau d'objets physiques avec différentes capacités qui partagent un mode de communication pour permettre la la collecte, l'échange et la transmission de données provenant de différents capteurs, permettant une interaction avec l'environnement extérieur [27]. Ces données, caractérisées par le volume, la variété et la vitesse, sont utilisées pour améliorer les processus en les automatisant ou en extrayant des informations constructives et utiles qui peuvent être la base d'actions en temps réel ou futures pour fournir des niveaux de service avancés, donc en effet changé la façon les choses sont faites.

Les participants à de tels systèmes peuvent être physiques, tels que l'électronique et les capteurs, ou virtuels, tels que les protocoles et les technologies de signalisation qui permettent la génération et la transmission de données en tant que référentiel. Cette collecte, ce traitement et ce stockage de données, qui sont ensuite utilisés pour la surveillance et le contrôle dans différents cas d'utilisation, entraîneront des avancées dans divers domaines tels que la médecine, l'énergie, l'agriculture, les villes intelligentes et les maisons intelligentes [28].

III.3 Les domaines d'application:

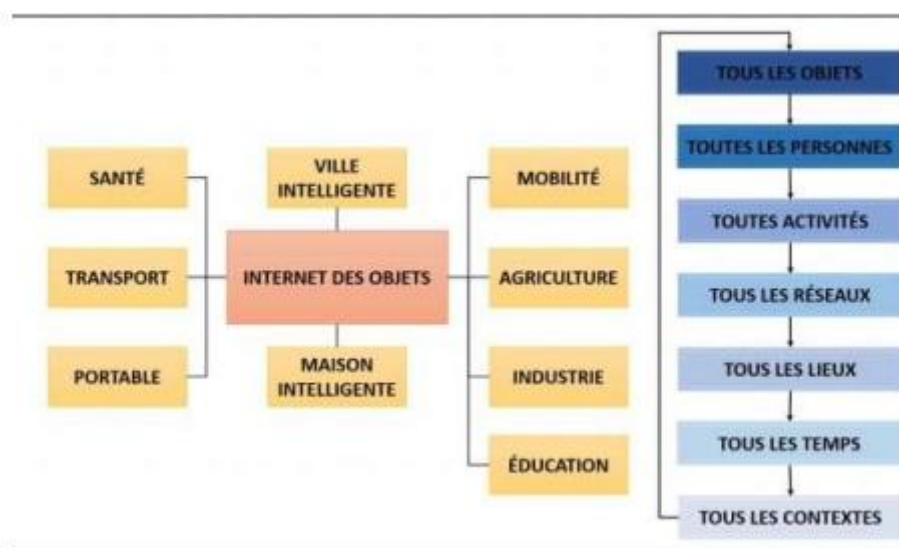


Figure III.1. Les domaines d'application de l'Internet des objets

L'internet a plusieurs applications. Par exemple

III.3.1 Les Villes Intelligentes:

De nombreuses grandes villes sont soutenues par des projets intelligents, comme Séoul, New York, Tokyo, Shanghai, Singapour, Amsterdam et Dubaï. Les villes intelligentes (voir Figure 1) peuvent toujours être considérées comme des villes du futur et une vie intelligente, et avec la vitesse d'innovation créée par les villes intelligentes d'aujourd'hui, l'intégration de la technologie Ido au développement urbain deviendra tout à fait faisable. Les exigences doivent être soigneusement planifiées à chaque étape et avec le consentement du gouvernement et des citoyens, la technologie Ido sera mise en œuvre dans tous ses aspects. Grâce à l'Internet des

objets, les villes peuvent être améliorées à plusieurs niveaux, infrastructures, transports... [29].



Figure III.2 : Une figure qui représente les constituants d'une ville intelligente.

III.3.2 Le Smart Grid:

L'un des domaines d'application de l'Internet des objets est le domaine de la distribution électrique intelligente, appelée « réseau intelligent ». En France, ERDF est très actif dans le développement de ce domaine, et il y a clairement un besoin de récupération d'informations à différents points. Les réseaux sont devenus une nécessité pour une meilleure intégration des différentes sources d'énergie et une meilleure gestion de la distribution d'électricité aux utilisateurs finaux [29].



Figure III.3. : Une figure qui représente les constituants d'une smart Grid.

III.3.3 Le Système De Santé Electronique:

L'Internet des objets modifie rapidement la façon dont les services de santé sont fournis. Les appareils et capteurs deviennent de plus en plus "intelligents" et génèrent de plus en plus de données dont les équipements médicaux, les professionnels ont besoin pour faire bénéficier les patients, réduire les coûts et augmenter la satisfaction. Les données ainsi collectées aident, ajustent, améliorent, prédisent ou restructurent la prise en charge des patients. Dans le contexte de l'omniprésence de l'e-santé, l'Internet des Objets en est le fondement. En effet, la conception d'un système intelligent d'aide à la décision clinique, rendu possible par le stockage des données patient collectées et son accessibilité universelle, apportera un excellent support aux médecins lors de la phase de traitement. Par conséquent, l'Ido peut également favoriser le développement de ce dernier dans le domaine médical [28].

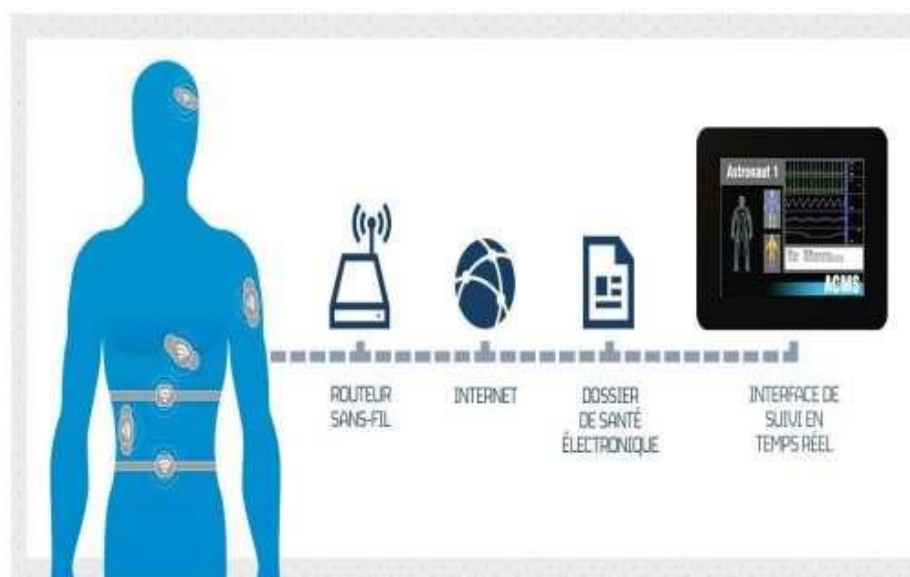


Figure III.4. : Représentation d'un système de santé électronique.

III.3.4 Le Transport:

Des voitures connectées ou autonomes aux systèmes de transport/logistique intelligents, l'Ido peut sauver des vies, réduire le trafic et minimiser l'impact des véhicules sur l'environnement [30] .

III.3.5 L'énergie:

L'Ido permet à la myriade d'appareils qui composent le réseau de partager des informations en temps réel pour une distribution et une gestion plus efficaces de l'énergie [31].

III.3.6 Le bien-être et le confort: [31]

La domotique ou smart home est un classique. Imaginez que votre thermostat s'allume automatiquement en fonction de l'emplacement de votre voiture, vous permettant de vous réchauffer lorsque vous rentrez chez vous. Imaginez également que votre réfrigérateur vous avertisse lorsque vous devez acheter du lait ou qu'il crée une liste de courses personnalisée en fonction des articles que vous achetez le plus. Ou même vous dire quand votre nourriture expire.

III.4 Les composants de l'Ido:

L'Internet des Objets est un très vaste réseau d'objets connectés et de personnes qui collectent et partagent leurs données sur son fonctionnement dans leur environnement.

III.4.1. Plateformes:

Connecter des composants Ido (objets, personnes, services, etc...) à l'environnement Ido est un middleware qui offre de nombreuses fonctionnalités :

- Accès aux appareils pour s'assurer qu'ils sont correctement installés / comportement correct de l'appareil
- Évaluer la communication de données qui est interopérable avec LAN, Cloud ou d'autres appareils [30].

III.4.2. Le réseau (connectivité) :

Les connexions dans les réseaux Ido permettent de connecter les informations de différents capteurs et couvrent les domaines d'utilisation d'objets tels que les maisons intelligentes, les campus universitaires, les villes intelligentes, la terre, etc. Les systèmes Ido doivent être basés sur des protocoles de communication pour assurer un fonctionnement efficace. En fait, il existe différents protocoles de communication, qui diffèrent selon la consommation d'énergie, la sécurité et la distance de couverture. Les objets connectés doivent fonctionner en continu et sans interruption, ils doivent donc être connectés en permanence à une source d'énergie. Cependant, ils doivent consommer le moins d'énergie car ils sont généralement alimentés par des batteries ou des panneaux photovoltaïques. C'est pourquoi ces protocoles de communication qui permettent de connecter des capteurs doivent être les moins énergivores possibles [33].

III.5 Conclusion:

Dans ce chapitre, nous présentons les recherches sur l'Internet des objets. Il définit leurs domaines d'application puis les principaux composants de l'Ido. Dans les grands domaines de la santé, l'Ido permettra le déploiement de réseaux personnels pour contrôler et surveiller les symptômes cliniques, notamment chez les personnes âgées, où les objets connectés pourront surveiller la tension artérielle, le rythme cardiaque, la qualité respiratoire ou encore la masse grasse. Cela facilitera donc le suivi à distance des patients à domicile et apportera des solutions pour l'autonomie des personnes à mobilité réduite. Par conséquent, nous présentons la conception de notre système proposé dans le chapitre suivant, en espérant aider à résoudre ces problèmes.

Chapitre IV : Utilisation ESP32 pour détection le rythme cardiaque à distance.

IV.1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une méthode de surveillance de la fréquence cardiaque utilisant la technologie Ido (Internet d'objets). Les données collectées par le dispositif de surveillance portable sont transmises au Cloud via une connexion sans fil Wi-Fi, et le système peut être déployé sur n'importe quel appareil intelligent avec un navigateur Web compatible. Cela permettra l'affichage des données ECG de manière simplifiée sans l'utilisation d'outils multiplateformes. Nous ferons la démonstration d'un prototype facile à utiliser pour rendre le système proposé réalisable. La configuration du système détermine si les valeurs critiques des paramètres (fréquence cardiaque (FC), variabilité de la fréquence cardiaque (HRV)) sont dépassées. Si tel est le cas, les valeurs des paramètres et le temps de surveillance réel du patient sont transmis aux médecins et à la famille membres sous forme de messages SMS pour une réponse rapide. Le système offre aux patients l'intervention d'un professionnel de la santé ou d'un proche du patient pour se déplacer rapidement dans leur environnement pour une vie meilleure.

IV.2 Matériel utilisées :

IV.2.1 Le capteur:

Un capteur est un dispositif d'échantillonnage d'informations qui produit une image d'une grandeur physique (généralement électrique) de nature différente d'une grandeur physique à des fins d'indication de mesure. [34] Le but d'un capteur est de convertir les propriétés physiques d'entrée et de les convertir en signaux électriques compatibles avec les circuits électroniques.

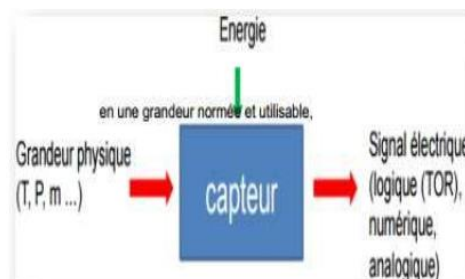


Figure IV.1: principe de fonctionnement d'un capteur

IV.2.1.2 La classification de capteur :

Les capteurs jouent un rôle crucial dans le domaine de l'Ido et ils peuvent être classés selon deux critères, à savoir [35] :

- **Mesures** : On différencie les capteurs tels que la température, la position, l'humidité, la vitesse, la force, la pression...etc.
- **Les signaux transmis** : Par exemple, on trouve des capteurs logiques (également appelés capteurs TOR) tout ou rien, des capteurs analogiques et numériques.
- **Capteur logique** : La sortie est un état logique représenté par 1 ou 0. Les sorties peuvent prendre ces deux valeurs, par exemple les fins de course.
- **Capteur analogique** : La sortie est une quantité d'électricité dont la valeur est fonction de la grandeur physique mesurée par le capteur.
- **Capteur numérique** : La sortie est une série d'états logiques qui se succèdent pour former un nombre. La sortie peut prendre un nombre infini de valeurs discrètes. Les signaux des capteurs numériques peuvent être des types suivants : codes numériques binaires, trains d'impulsions, etc.

IV.2.1.3 Le capteur médical :

Un capteur est un appareil dont la tâche est de convertir des mesures physiques observées en mesures électriques, elles-mêmes converties en données binaires exploitables et compréhensibles par les systèmes d'information. Les capteurs et les instruments médicaux permettent d'acquérir des signaux physiologiques généraux (poids, tension artérielle, fréquence cardiaque, etc.) ou des signaux spécifiques à des pathologies spécifiques (taux de glycémie, taux d'oxygène dans le sang, etc.). Ils permettent une meilleure prise en charge de l'environnement du patient, de ses déplacements et de ses mouvements, et améliorent son suivi médical [36].

IV.2.1.4 Capteur de pouls :

Comme la fréquence cardiaque est l'une des caractéristiques importantes pour estimer l'état de santé d'une personne, il est nécessaire de la mesurer. Ici, dans cette recherche, nous présentons un capteur de pouls qui mesure le pouls d'une personne. Dans les appareils portables d'aujourd'hui, des capteurs de fréquence cardiaque sont intégrés pour mesurer la fréquence cardiaque. Ce capteur pourrait également être utilisé pour déterminer si une personne se sent anxieuse. Il suit le rythme cardiaque durant le sommeil d'un individu qui pour détecter la maladie d'une personne dans certaines situations. Le capteur de pouls utilisé peut être référer à partir de la figure 3. Il se compose de 3 broches à savoir Vcc 3.3 volt, Gnd pour fournir l'alimentation à l'appareil et une broche de signal qui donne la fréquence cardiaque d'une personne qui est connectée à n'importe quelle broche analogique. La fréquence cardiaque peut être affichée sur n'importe quel appareil d'affichage directement stockée sur la plateforme cloud "ThingSpeak" [www.PulseSensor.com].



Figure IV.2: Capteur de pouls [37].

Pour utiliser ce capteur dans notre travail, nous devons télécharger une bibliothèque qui lui est propre sur le programme ARDUIN IDE, comme le montre la figure suivante :

1. Sketch > Include Library > Manage Libraries:

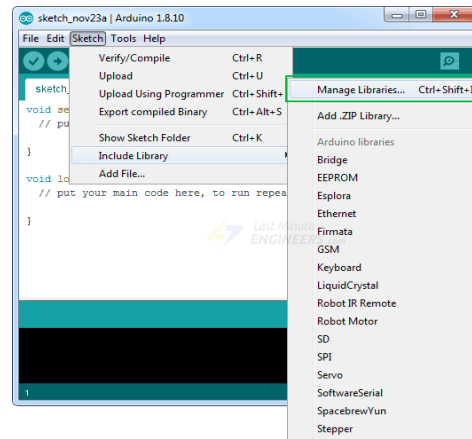


Figure IV.3 : Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 1 [37].

2. Recherche en tapant 'capteur de pouls'. Il ne devrait y avoir qu'une seule entrée. Cliquez dessus, puis sélectionnez et Installer.

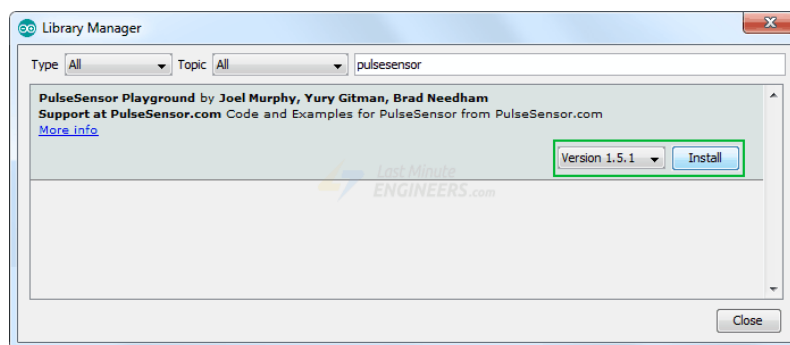


Figure IV.4 : Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 2[37].

3. File > Examples > PulseSensor Playground : Choisissez ensuite le type de programme dans votre projet.

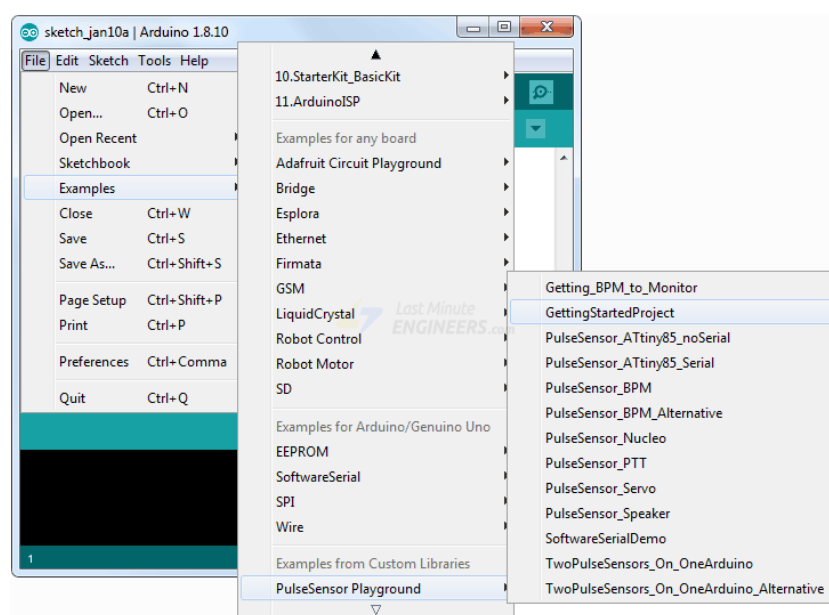


Figure IV.5 : Configuration de l'IDE arduino PulseSensor étape 3[37].

IV.2.1.5 Mode Wi-Fi de l'Esp32 :

Lorsque ESP32 est configuré en tant que borne Wi-Fi, nous pouvons nous connecter à d'autres réseaux (comme notre routeur). Dans ce projet, le routeur attribue une adresse IP unique à notre carte ESP. Nous pouvons nous connecter à l'ESP en utilisant d'autres appareils (stations) également connectés au même réseau. Cela se fait en référant l'adresse IP unique de l'ESP [38].

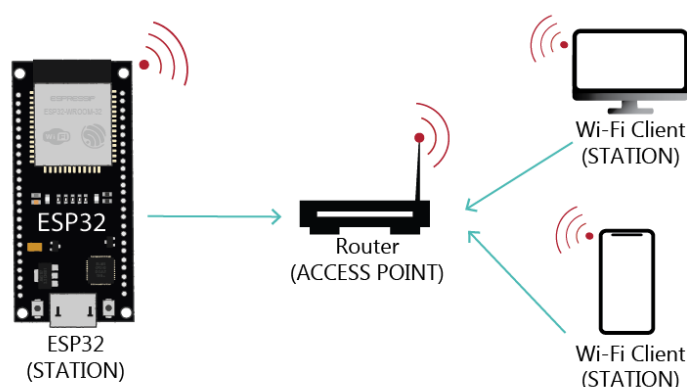


Figure IV.8 : le mode de connectivité l'Esp32.

L'interface esp32 joue le rôle de transmettre les données du capteur et de les envoyer à la plate-forme ou au Cloud pour afficher les résultats à des fins de surveillance et d'analyse.

IV.2.1.6 plaque d'essai :

Une plaque d'essai est d'une très grande utilité pour réaliser des montages électroniques sans soudure, en association notamment avec une carte à microcontrôleur telle que les cartes Arduino. Il est donc capital de bien savoir les utiliser et de comprendre les principes d'utilisation. Rien de très compliqué, mais il faut bien comprendre. La plaque d'essai s'utilise avec des stras, bouts de fils en cuivre. Monobrin (c'est important) de taille et de longueurs différentes. Les extrémités des stras doivent dénudés sur 1 cm environ.

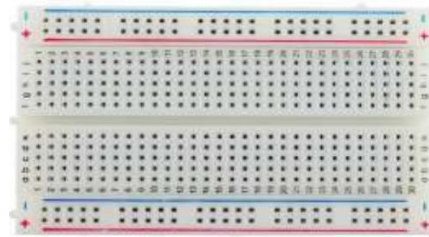


Figure IV.6: la plaque d'essai

IV.2.1.7 Câble USB :

Ces câbles USB Sont nécessaire pour connecter facilement en USB les cartes ESP32. Il existe plusieurs types de câble selon le matérielle que nous avons utilisé. Par exemple USB « 2.0 câble type A/B » .Utiliser pour connecter ESPxx, ou toute carte avec le port USB femelle A de votre ordinateur.



Figure IV.7: câble USB

IV.2.1.8 Les fils électronique :

Les fils électriques sont des composants servant à transmettre des signaux ou de l'énergie électrique [39].



Figure IV.8: Les fils électronique.

IV.3. Partie Software:

IV.3.1 Présentation de la plateforme ThingSpeak :

« ThingSpeak » est un service de plate-forme d'analyse de l'IdO qui nous permet d'agréger, de visualiser et d'analyser des flux de données en direct dans le Cloud. ThingSpeak fournit des visualisations instantanées des données postées par vos appareils. Avec la possibilité d'exécuter des codes MATLAB dans ThingSpeak, on peut effectuer une analyse et un traitement en ligne des données au fur et à mesure de leur arrivée. ThingSpeak est souvent utilisé pour le prototypage et la preuve de concept des systèmes d'IdO qui nécessitent des opérations d'analyse [40].

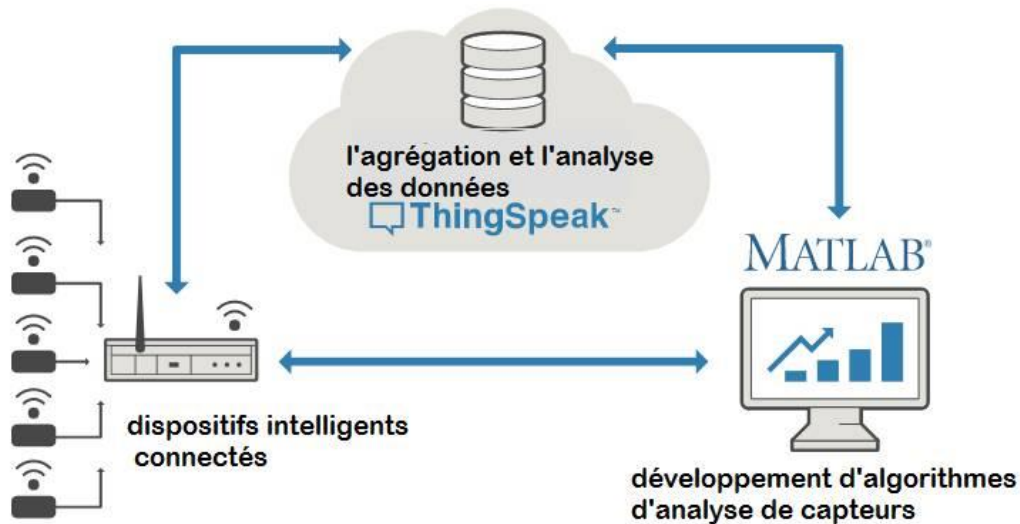


Figure IV.9 : Plateforme ThingSpeak [40]

IV.3.2 Collecte des données :

Les données des capteurs sont envoyées par le biais des ondes électromagnétiques. Il y a des capteurs partout dans nos maisons, nos téléphones intelligents, nos automobiles, notre infrastructure urbaine et notre équipement industriel. Les capteurs détectent et mesurent des informations sur toutes sortes de choses comme la température, l'humidité et la pression et le rythme cardiaque ect. Et ils communiquent ces données sous forme d'une valeur numérique ou un signal électrique à exploiter [40]. Les capteurs, ou choses, détectent les données et agissent généralement d'une

manière locale. ThingSpeak permet aux capteurs, aux instruments et aux sites Web d'envoyer des données vers l'endroit où elles sont stockées dans un canal privé ou public. Par défaut, ThingSpeak stocke les données dans des canaux privés, mais les canaux publics peuvent être utilisés pour partager des données avec d'autres. Une fois que les données sont dans un canal, ThingSpeak, nous permet d'analyser, visualiser, et calculer de nouvelles données ou interagir avec les médias sociaux, les services Web et autres dispositifs [40].

La partie suivante montre comment créer un nouveau canal pour collecter les données analysées.

1. Tout d'abord, il faut s'enregistrer au ThingSpeak à l'aide d'un compte MathWorks qui existe déjà.
2. On clique sur « Channel » puis « Mychannel » (voir la figure suivante).

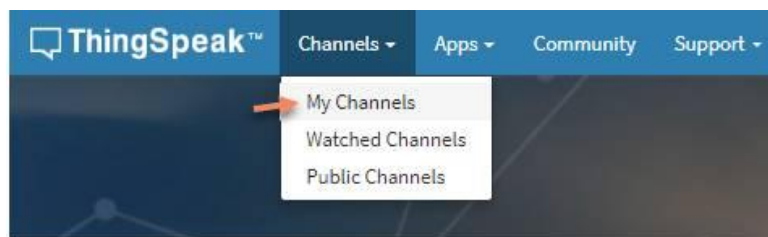
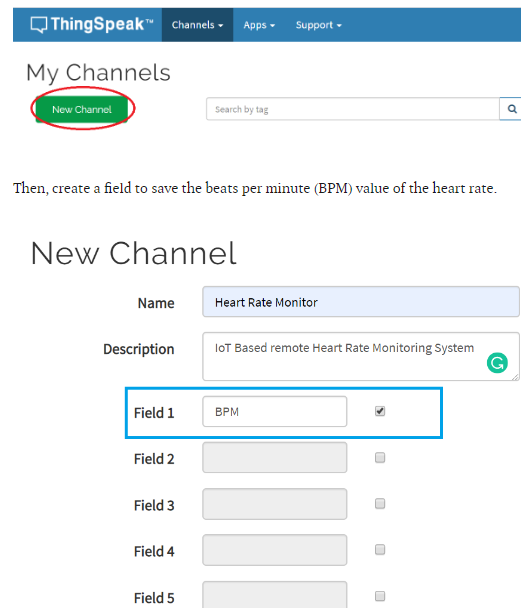


Figure IV.10 : Création d'une Chaîne sur ThingSpeak étape 1.

3. Sur la page "Chaînes", cliquez sur "Nouvelle chaîne"
4. Cochez les cases en regard de Champs 1 et entrez les valeurs de paramètres de canal suivantes :

Name: Heart Rate Monitor.

Field: BPM.



ThingSpeak™ Channels Apps Support

My Channels

New Channel Search by tag

Then, create a field to save the beats per minute (BPM) value of the heart rate.

New Channel

Name Heart Rate Monitor

Description IoT Based remote Heart Rate Monitoring System

Field 1 BPM ☒

Field 2 ☐

Field 3 ☐

Field 4 ☐

Field 5 ☐

Figure IV.11 : Création d'une Chaîne sur ThingSpeak étape 2

Certaines fonctionnalités clés de ThingSpeak incluent la capacité de faire:

- Configurer facilement les périphériques pour envoyer des données à ThingSpeak en utilisant les protocoles IdO courants.
- Surveillez et capturez les données des capteurs en temps réel.
- Collectez des données à la demande à partir de sources externes.
- Utiliser la puissance de MATLAB pour donner un sens à vos données IdO.
- Exécuter vos analyses d'IdO automatiquement en fonction de programmes ou d'événements.
- Prototyper et construire des systèmes d'IdO sans installer de serveurs ni développer de logiciels Web.
- Agisser automatiquement sur vos données et communiquer en utilisant des services tiers comme « Twilio » ou « IFTTT ».

IV.3.3 Recevoir SMS par de la plateforme ThingSpeak :

A récemment développé une solution qui permet à ses clients d'envoyer de petits fichiers audio/vidéo et autres en plus d'un message texte via "Twilio". Ils ont utilisé une requête HTTPS et l'action de script Insérer depuis URL dans "FileMaker". Avec l'intégration croissante des services Web et des API, des solutions comme celle-ci

peuvent être davantage automatisées grâce à l'intégration de capteurs intégrés. Pour ce projet, nous avons besoin d'un appareil qui détectait le rythme cardiaque et envoyait un message texte nous informant du trouble de rythme cardiaque. En utilisant "Twilio" Blog Post comme exemple, nous avons intégré les API "Twilio" et "ThingSpeak" avec un microcontrôleur compatible Wi-Fi et un capteur rythme cardiaque.



Twilio : est une plate-forme de communication cloud qui peut envoyer et recevoir des messages SMS, MMS et IP mondiaux à partir de n'importe quelle application, avec une API simple et puissante.

- Sommaire du programme:

Pour ce projet, nous avons écrit un diagramme schématique, le nom du code du programme a été écrit et chargé sur la carte ESP32. Arduino Sketch a été téléchargé sur le NodeMCU qui utilise les API Twilio et Thingspeak pour envoyer des notifications par SMS lorsqu'une arythmie cardiaque est détectée.

- 1- Nous créons un compte Twilio (twilio.com) et obtenons nos identifiants API. Cela inclura [AccountSID] et [AuthToken].
- 2- Créez un compte gratuit sur ThingSpeak (Thingspeak.com). Nous définirons les requêtes HTTP à l'aide de l'application ThingHTTP. ThingHTTP vise à simplifier la connexion de l'appareil aux services Web, aux API et aux capteurs intégrés.
- 3- Configurez une requête ThingSpeak ThingHTTP :
 - Connectez-vous à ThingSpeak.
 - Nous cliquons sur Applications.
 - Nous définissons ThingHTTP.
 - Nous cliquons sur Créer une nouvelle commande.

- Entrez un nom pour votre nouvelle requête : Twilio.
- Saisissez l'URL de l'API Twilio Rest:

`https://api.twilio.com/2010-04-01/Accounts/{AccountSid}/Messages, json.`

- Entrez notre AccountSid sous HTTP Authentication Username.
- Nous entrons notre code d'authentification sous Mot de passe d'authentification HTTP.
- Nous définissons la méthode POST.
- Nous entrons dans le type de contenu : application / x-www-form-urlencoded
- Sous le texte, nous saisissons les paramètres "De", "À" et "URL" requis : To = + {phonenummer} & From = + {TwilioVerified_Number} & Body = {Message}.
- Nous cliquons sur Register ThingHTTP et nous recevrons la clé API utilisée dans la requête http.

Vous pouvez désormais envoyer votre requête HTTP Thing et afficher la réponse à l'aide de l'URL suivante :

```
GET https://api.thingspeak.com/apps/thinghttp/send_request?api_key=thisisyourkey
```

The screenshot shows the Thingspeak web interface for configuring a ThingHTTP app. The top navigation bar includes 'Channels', 'Apps', 'Plugins', and 'Account'. The breadcrumb trail is 'Apps / ThingHTTP / Twilio Send SMS / Edit'. The configuration form contains the following fields:

- Name:** Twilio Send SMS
- API Key:** [Redacted]
- URL:** https://api.twilio.com/2010-04-01/Accounts/SID/SMS/Mes
- HTTP Auth Username:** YOUR TWILIO ACCOUNT SID
- HTTP Auth Password:** YOUR TWILIO AUTH TOKEN
- Method:** POST (dropdown menu)
- Content Type:** application/x-www-form-urlencoded
- HTTP Version:** 1.1 (dropdown menu)
- Host:** [Empty field]
- Headers:** add new header (link)
- Body:** From=YOUR TWILIO NUMBER&To=%number%&Body=%message% (text area)
- Parse String:** [Empty field]

A blue 'Save ThingHTTP' button is located at the bottom of the form.

Figure IV.12: Configurer Thingspeak ThingHTTP.

IV.4 Partie pratique du travail :

IV.4.1 Préambule :

Avant de commencer notre projet, nous avons parlé de faire une expérience simple pour nous assurer que notre équipement fonctionne correctement et sans erreur. En utilisant un potentiomètre avec notre carte esp32 résultats étaient vrais et précis en termes de valeurs et de constantes analogiques. Et nous avons pu savoir que chaque panneau a son propre code selon son type. De plus, GPIO36 (ADC0) sont utilisés comme entrée (INPUT) pour lire les valeurs analogiques du capteur. De plus, esp32 contient 12 bits, c'est-à-dire que le seuil est de 4096. Après nous être assurés de l'exactitude de notre équipement et de la connaissance de son mécanisme de fonctionnement, nous avons procédé à la réalisation de notre travail, qui consiste à fabriquer un moniteur de fréquence cardiaque à distance pour les personnes âgées et cardiaques en utilisant l'Internet des objets (Ido) et ESP32 NODEMCU. Que nous énumérerons comme suit:

IV.4.2 Résultats expérimentaux :

Ici, nous présentons les résultats expérimentaux obtenus à partir d'un prototype de dispositif de mise en œuvre. Le capteur de fréquence cardiaque transmet les données au module Wifi ESP32, puis elles sont transmises à la plate-forme ThingSpeak (Ido) via une connexion Wi-Fi établie. Pour accéder aux données de fréquence cardiaque, nous devons simplement nous connecter à notre compte ThingSpeak.com et afficher nos données visualisées et affichées graphiquement. De même, les données peuvent être affichées sous forme de tableau avec la date et l'heure horodatées sur les données.

La **Figure IV.13** illustre le diagramme schématique de l'architecture système proposée utilisant les outils de conception Frizing et l'environnement de conception intégré ESP32. Afin de démontrer les concepts de la méthodologie de simulation proposée, un modèle simple de surveillance et de contrôle du rythme cardiaque a été

construit, comme illustré à la figure. Ce modèle comprend l'alimentation électrique ; le capteur de pouls cardiaque ; le microcontrôleur, ESP32 Wifi. Ces composants sont interconnectés pour assurer le bon fonctionnement et la fonctionnalité de l'ensemble du système.

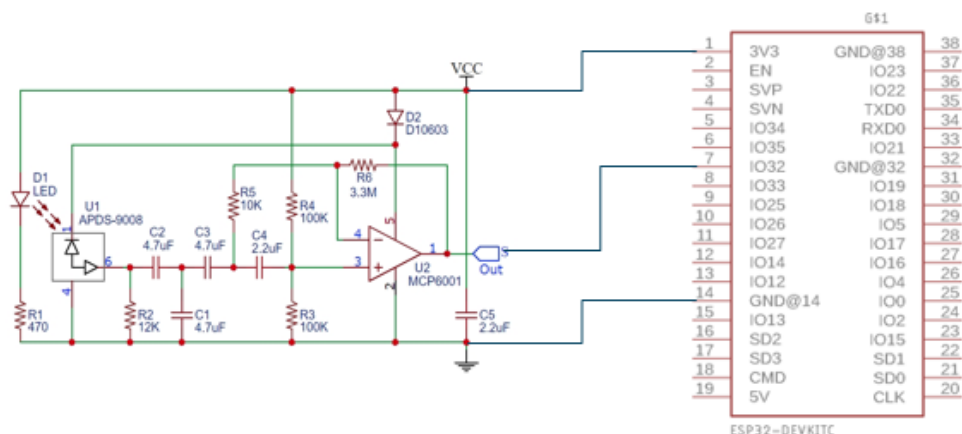


Figure IV.13 : Schéma électronique général de ce système.

Lorsque le capteur de pulse sensor et le module wifi ESP 32 sont connectés comme indiqué sur la figure précédente et en utilisant la plateforme Ido « ThingSpeak » qui vous permet de visualiser et de tracer la courbe qui du BPM la variation.

La version gratuite de ThingSpeak permet aux utilisateurs d'écrire sur un canal spécifique toutes les 15 secondes, et il existe une version payante qui permet une visualisation toutes la 1 seconde.

Le but de notre travail n'est pas seulement d'afficher un résultat instantané mais aussi d'avoir un historique des données sur une période, ce qui est avec cette possible plateforme qui joue aussi le rôle de cloud.

Nous affichons le résultat obtenu via l'afficheur série Arduino, et présentons les différentes mesures prises dans la figure suivante.



FIGURE IV.14 ThingSpeak affiché le résultat sur série Arduino.

Téléchargez et installez l'application ThingSpeak Viewer pour surveiller le graphique depuis votre appareil mobile. Pour une installation réussie, assurez-vous d'avoir votre ID de chaîne et l'API de lecture à portée de main.

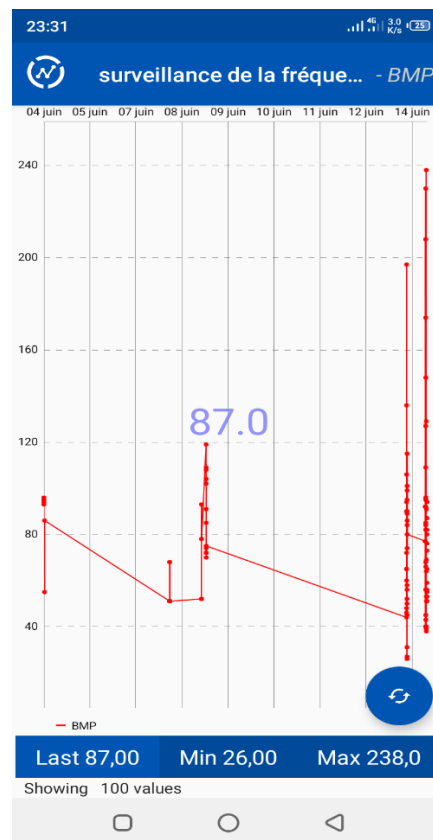


FIGURE IV.15 ThingSpeak met à jour la valeur BPM avec la date et l'heure.

D'après les résultats obtenus, il a été constaté que le rythme cardiaque au repos des enfants de moins de 17 ans se situe entre 65 et 115 BPM et que le rythme cardiaque au repos d'un adulte âgé de 17 à 60 ans est de 60 à 100 BPM. Ces résultats sont en accord avec l'état de l'art dans le domaine médical. De plus, ce chapitre de recherche présente une approche flexible, fiable et confidentielle pour un système de surveillance et de contrôle du rythme cardiaque utilisant un réseau de capteurs et la technologie Ido.

IV.4.3 Principe de fonctionnement du système:

La **figure IV.16** montre l'organigramme du système. L'organigramme décrit les étapes logiques suivies par l'algorithme utilisé pour déterminer la fréquence cardiaque du système. Si l'impulsion de lecture est supérieure à zéro et inférieure à 60 BPM, le système affiche un message indiquant que la fréquence cardiaque de l'utilisateur est faible. De plus, si la fréquence cardiaque de l'utilisateur est supérieure à 100 BPM, le système affiche le message d'état indiquant la fréquence cardiaque élevée de l'utilisateur. Le système reviendra plusieurs fois pour capturer la fréquence cardiaque de l'utilisateur à partir du bout de son doigt qui a été entré sur le prototype de l'appareil.

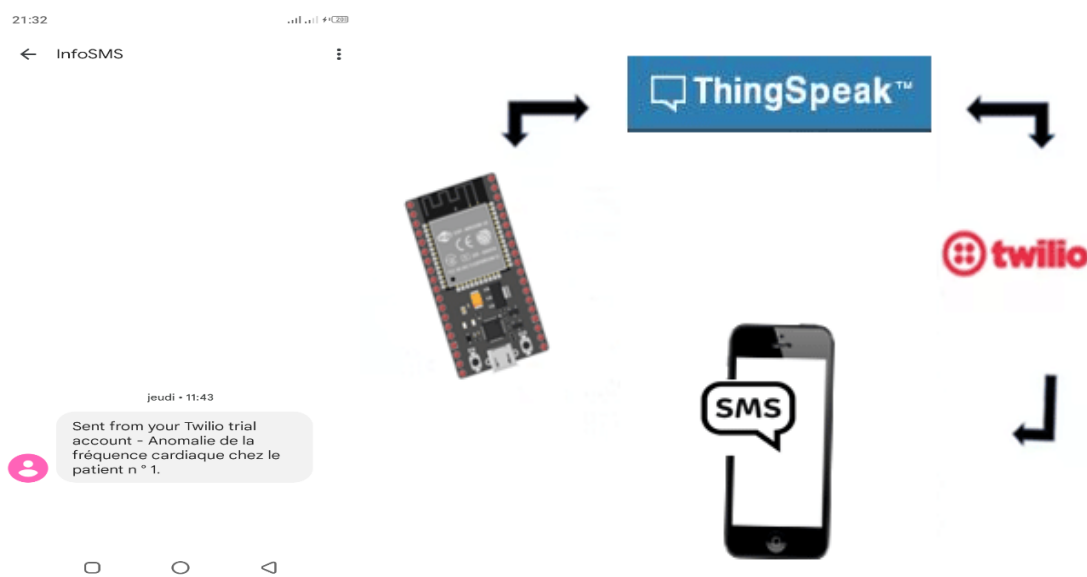


Figure IV.16 : le schéma fonction de ce système SMS.

IV.4.4 Réalisation le schéma électronique et organigramme général de ce système:

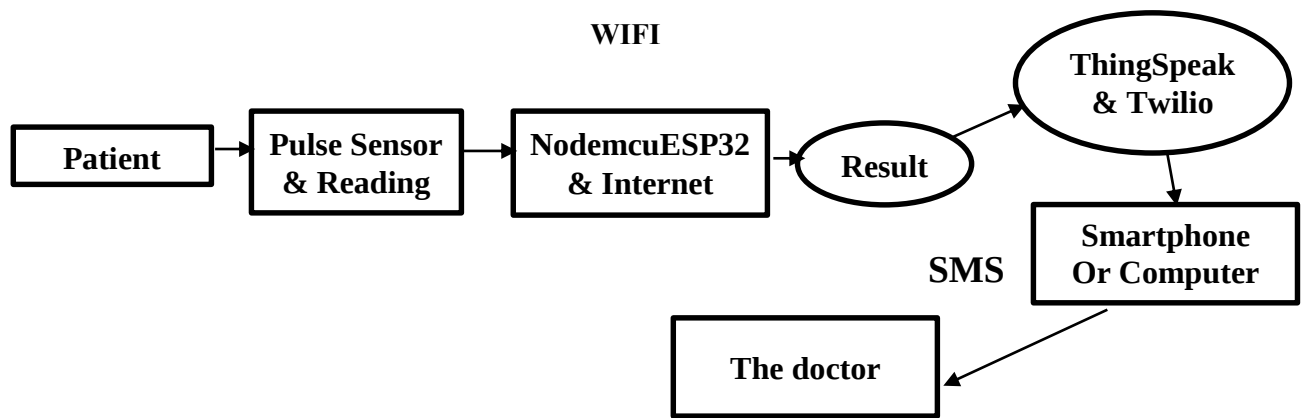


Figure IV.17 : Organigramme générale du ce système.

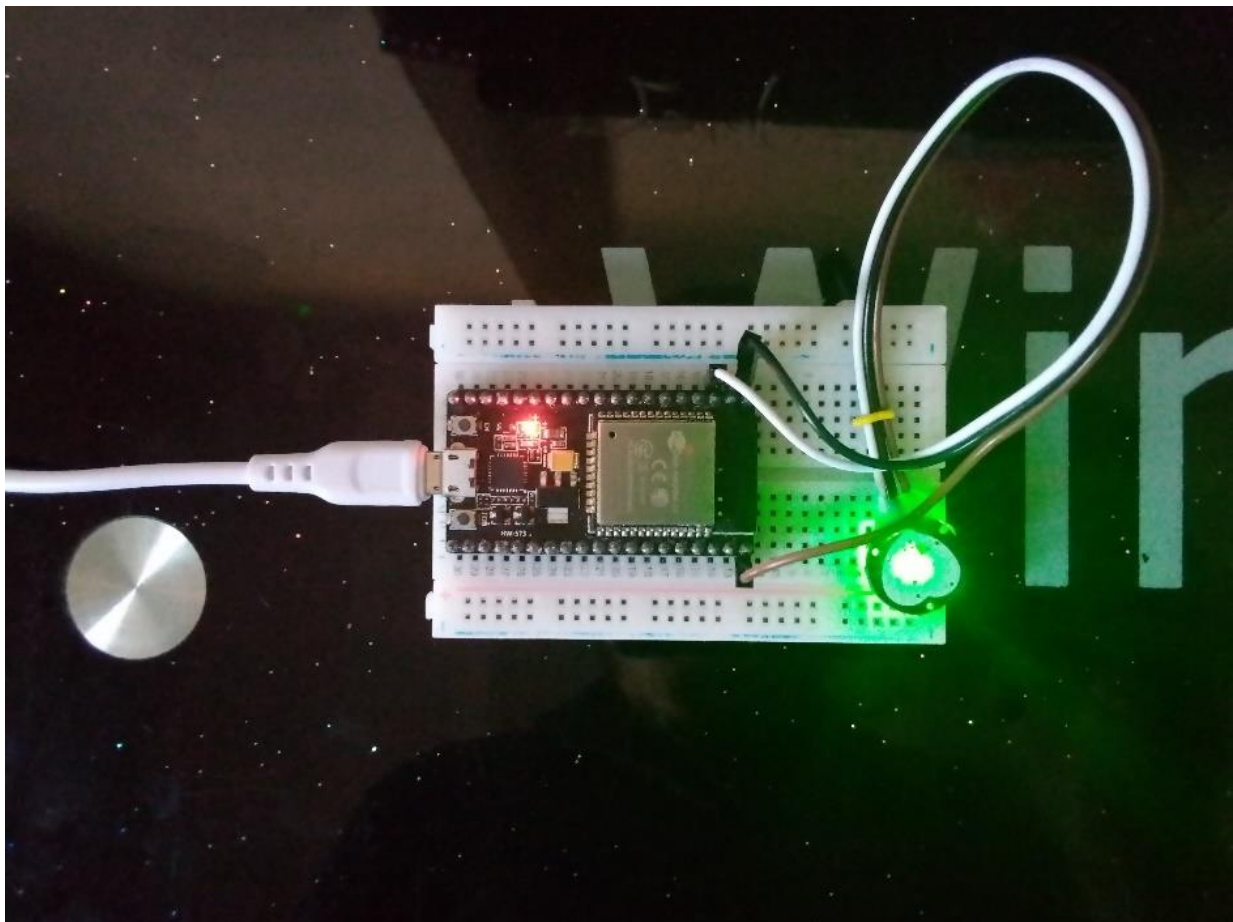


Figure IV.18 Montage de capteur PULSESENSOR avec ESP32.

IV.5 Conclusion :

Ce chapitre résume tout le travail pratique que nous avons effectué. Nous considérons qu'une grande partie de notre projet est terminée. Les grandes lignes de notre système basé sur l'Ido pour le suivi médical à distance.

L'approche que nous avons choisie pour atteindre l'objectif du projet est de tester un composant (capteur) démontrant le principe de fonctionnement de l'équipement utilisé (carte Ep32, capteurs médicaux, lampe LED, etc.). Ensuite, c'est la réalisation complète du système montré dans le schéma de principe présenté précédemment, nous avons pu évaluer l'ensemble du système de surveillance RPM du fait des difficultés rencontrées au niveau de la librairie du capteur de pouls et de la plateforme ThingSpeak pour lui transmettre les données.

Au cours de nos travaux, nous avons constaté que l'ESP32 est un bon choix pour la mise en œuvre d'applications Ido grâce à ses caractéristiques.

Il existe de nombreuses plates-formes et applications qui aident à stocker, traiter et visualiser les données envoyées sur Internet, dans notre travail, nous avons introduit l'une de leurs plates-formes : ThingSpeak.

Conclusion Générale

Notre projet est mis en œuvre dans le cadre de la technologie des Objets Connectés, une technologie qui apporte un confort supplémentaire aux personnes et facilite plus que jamais son quotidien, grâce aux nombreuses applications et protocoles de communication sur Internet. La technologie fait ses débuts et se distingue clairement dans de nombreuses applications liées à la santé, au sport, à la surveillance et à la gestion de la circulation...

Le marché de la santé mobile évoluera considérablement au cours des prochaines années pour fournir une plate-forme pour soutenir les professionnels de la santé plutôt que de remplacer le rôle des médecins. Les applications de santé mobiles deviennent de plus en plus importantes chaque jour dans le domaine de la santé.

Le but de cette étude est de développer des services de télémédecine qui répondent aux buts et aux besoins de la surveillance mobile à distance des patients cardiaques. L'objectif est de fournir une plateforme permettant aux médecins de gérer à distance des cas critiques.

Le signal de fréquence cardiaque est un test largement utilisé dans le domaine de la cardiologie. Ce signal représente l'activité électrique du cœur et a une grande valeur clinique dans le diagnostic d'un certain nombre d'arythmies. Ces maladies se traduisent généralement par des perturbations de l'activité électrique du cœur.

Dans ce cadre, le travail réalisé, constitue un premier pas dans ce domaine. Il s'agit de développer un service d'acquisition des fréquences cardiaque et l'envoyer à la plateforme "ThingSpeak" pour le suivi des patients à distance destiné aux experts de la santé.

On peut considérer que les "IoT" liés au système du "Cloud Computing" constituent une révolution dans la technologie Internet. Cette nouvelle technique simple et révolutionnaire devra être appliquée dans de multiples domaines touchant la vie des individus afin d'améliorer leurs bien être.

Conclusion Générale

Cette solution, peu coûteuse et facile à réaliser, est adaptée aux appareils mobiles pour assurer une surveillance constante et la sécurité des patients à tout moment et en tout lieu.

La première perspective Le développement d'applications futures peut réduire encore plus les erreurs en produisant un taux d'erreur relativement plus faible. L'application peut être développée plus avant pour pouvoir fonctionner sur des plates-formes autres qu'ESP32, telles que Raspberry Pi, et peut ajouter des fonctions d'autres dispositifs médicaux, telles que la pression artérielle, la température corporelle et la respiration.

La deuxième perspective consiste à transmettre les données biomédicales du patient en temps réel et en combinant l'utilisation des réseaux GSM/GPRS/UMTS, GPS et WPAN.

Les References

- [1] R.G. Landaeta, O. Casas, and R.P. Areny, "Heart rate detection from plantar bioimpedance measurements", 28th IEEE EMBS Annual International Conference, USA, 2006, pp. 5113-5116.
- [2] P. F. Binkley, "Predicting the potential of wearable technology", IEEE Eng. Med. Biol. Mag., Vol. 22, 2003, pp. 23-27.
- [3] Wikipedia, "Heart rate", Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Heart_rate [December 27, 2009]
- [4] H. Shim, J.H. Lee, S.O. Hwang, H.R. Yoon, and Y.R. Yoon, "Development of heart rate monitoring for mobile telemedicine using smartphone", 13th International Conference on Biomedical Engineering (ICBME 2008), Singapore, 2008, pp. 1116-1119.
- [5] C. C. Tai and J.R.C. Chien, "An improved peak quantification algorithm for automatic heart rate measurements", IEEE 27th Annual Conference on Engineering in Medicine and Biology, China, 2005, pp. 6623-6626.
- [6] Y. Chen, "Wireless heart rate monitor with infrared detecting module", US2005075577-A1, 2005.
- [7] T. Usui, A. Matsubara, and S. Tanaka, "Unconstrained and noninvasive measurement of heartbeat and respiration using an acoustic sensor enclosed in an air pillow," SICE 2004 Annual Conference, 2004, vol. 3, pp 2648-2651.
- [8] S. Rhee, B.-H. Yang, and H. H. Asada, "Modeling of finge photoplethysmography for wearable sensors," 21st Annual Conference and the 1999 Annual Fall Meeting of the Biomedical Engineering Soc. BMES/EMBS Conference, 1999.
- [8] Introduction biologique à la psychologie. Jean-Claude Orsini, Jean Pellet. Éditions Bréal, 2005, 552 pages (ISBN 274950354X et 9782749503547).Page 252 : Fréquence cardiaque et espérance de vie.
- [9] (en) Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ et al. « Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death » [archive] N Engl J Med. 2005; 352:1951–8.
- [10] (en) Diaz A, Bourassa MG, Guertin MC, Tardif JC, « Long-term prognostic value of resting heart rate in patients with suspected or proven coronary artery disease » [archive] Eur Heart J. 2005; 26:967–74.
- [11] (En) the CAPRICORN investigators, « Effect of carvedilol on outcome after myocardial infarction in patients with left-ventricular dysfunction: the CAPRICORN randomised trial » [archive] Lancet 2001; 357:1385-90.
- [12] (en) Fox K, Ford I, Steg PG, Tendera M, Ferrari Ron behalf of the BEAUTIFUL investigators. « Ivabradine for patients with stable coronary artery disease and left-ventricular systolic dysfunction (BEAUTIFUL): a randomised, double-blind, placebo-controlled trial » [archive] Lancet 2008; 72:807-16.
- [13] (En) Fox K, Borer JS, Camm AJ, « Resting heart rate in cardiovascular disease »
- [14] D.M. Roden (2001) Pharmacogenetics and drug-induced arrhythmias; Cardiovasc Res, 50, pp. 224–231

Les References

- [15] F. Sesti, G.W. Abbott, J.Y. Wei, et al. (2000) A common polymorphism associated with antibiotic-induced cardiac arrhythmia; *Proc Natl Acad Sci USA*, 97, pp. 10613–10618
- [16] ex : Baruteau, A. E., Baruteau, J., Baruteau, R., Schleich, J. M., Roussey, M., Daubert, J. C., & Mabo, P. (2009). Le syndrome du QT long congénital: une cause sous-estimée de la mort subite inexpliquée du nourrisson. *Archives de pédiatrie*, 16(4), 373-380.
- [17] Naupliotou, I. (1896). Sur quelques causes d'arythmie dans le rétrécissement mitral (Doctoral dissertation)
- [18] Lorcy Y & Klein M (2005) *Troubles cardiovasculaires d'origine thyroïdienne* [archive]. *EMC-Cardiologie-Angéiologie*, 2(2), 127-135.
- [19] ex : I. Splawski, K.W. Timothy, M. Tateyama, et al. (2002) Variant of SCN5A sodium channel implicated in risk of cardiac arrhythmia; *Science*, 297, pp. 1333–1336
- [20] Somody, E. (1999). Indications de l'exploration électrophysiologique auriculaire dans le bilan des accidents ischémiques cérébraux de cause inexpliquée. *Sang Thrombose Vaisseaux*, 11(6), 423-27.
- [21] Peters, A., Liu, E., Verrier, R. L., Schwartz, J., Gold, D. R., Mittleman, M., & Dockery, D. W. (2000). Air pollution and incidence of cardiac arrhythmia. *Epidemiology*, 11(1), 11-17 (résumé [archive])
- [22] M.T. Keating, M.C. Sanguinetti (2001) Molecular and cellular mechanisms of cardiac arrhythmias; *Cell*, 104, pp. 569–580
- [23] ex : P.J. Mohler, J.J. Schott, A.O. Gramolini, et al. (2003) Ankyrin-B mutation causes type 4 long-QT cardiac arrhythmia and sudden cardiac death; *Nature*, 421, pp. 634–639
- [24] Thomas, C., Guicheney, P., & Lunardi, J. (2006). Génétique moléculaire des arythmies cardiaques. *La Revue de médecine interne*, 27(3), 236-239.(résumé [archive])
- [25] Robert Roberts (2006), *Cardiovascular Genomic Medicine Genomics and Cardiac Arrhythmias* [archive] ; *Journal of the American College of Cardiology* ; Volume 47, Issue 1, 2006-01-03, Pages 9–21 ; doi:10.1016/j.jacc.2005.08.059
- [26] Greg C. Flaker, Joseph L. Blackshear, Ruth McBride, Richard A. Kronmal, Jonathan L. Halperin, Robert G. Hart, « Antiarrhythmic drug therapy and cardiac mortality in atrial fibrillation », *Journal of the American College of Cardiology*, vol. 20, n° 3, septembre 1992, p. 527-532 (ISSN 0735-1097, PMID 1512329, DOI 10.1016/0735-1097(92)90003-6, lire en ligne [archive], consulté le 13 juin 2012)
- [27] W. Boucsein, *Electrodermal Activity*. Plenum Press, 1992.
- [28] N. Noury, A. Fleury, P. Rumeau, A. K. Bourke, G. O. Laighin, V. Rialle, and J. E. Lundy, "Fall detection - principles and methods," in *Proc. 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society EMBS 2007*, 22–26 Aug. 2007, pp. 1663–1666.
- [23] J. A. Healey and R. W. Picard, "Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors," *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.*, vol. 6, no. 2, pp. 156–166, June 2005.

Les References

- [24] <https://randomnerdtutorials.com/esp32-useful-wi-fi-functions-arduino/>
- [25] <https://www.aranacorp.com/fr/product/nodemcu-esp32/>
- [26] <https://projetsdiy.fr/quelle-carte-esp32-choisir-developper-projets-diy>
- [27] https://docs.ai-thinker.com/_media/esp32/esp32_datasheet_en.pdf
- [28] www.espressif.com.
- [29] www.esp32.net.
- [30] Espressif Systems. 2019. ESP32-Wrover-B Datasheet Version 1.3
- [31]: pmboitel.free.fr/pdf/init-arduino-class06.pdf. Accede 28/06/2019
- [32]: **Farahani, Bahar, et al.** "Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare." *Future Generation Computer Systems* 78 (2018): 659-676.
- [33] DAVE, Evans. L'Internet des objets Comment l'évolution actuelle d'Internet transforme-t-elle le monde ?. Avril 2011, 12 p. (Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)).
- [34] E. Dobin et all. Analyse et perspectives de l'Internet des Objets. Juillet 2011, 132 p. (Les Cahiers de la RFID - Collection CITC) .
- [35] Jayavardhana Gubbi, Rajkumar Buyya, Slaven Marusic et Marimuthu Palaniswami (2013), Internet of Things (IoT): A Vision, Architectural Elements, and Future Directions, *Future Generation Computer Systems* (Vol.29), Pages 1645-1870, [doi :10.1016/j.future.2013.01.010]
- [36] Keyur K Patel et Sunil M Patel (2016), Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges, *International Journal of Engineering Science and Computing (IJESC)*(Vol.6), [doi : 10.4010/2016.1482].
- [37] Hadjadj Walid , L'utilisation de N-Version de programmation pour la prise en charge des fautes dans un environnement IoT: étude de cas sur un système médicale domotique contrôlé par un SMA, Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, [2017/ 2018].
- [38] HIDOUCI FARID, Réalisation et implémentation d'une application a base de protocole MQTT dans IoT, Université Mohamed Khider – BISKRA, [juillet 2019],
- [39] AUTOMATION&PLC KNOWLEDGE CENTER. Les domaines d'application de l'IoT et du machine to machine. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.automation-sense.com/blog/blog-objets-connectes/les-domaines-d-application-de-l-iot-et-du-machine-omachine.html>.

Annexe

Programme Pulse Sensor et Esp32 et ThingSpeak

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <WiFiServer.h>
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS false
#include <PulseSensorPlayground.h>
#include "ThingSpeak.h"

// parametre wifi
const char WIFI_SSID[] = ""; //mettre nom de ton réseau ici
const char WIFI_PSK[] = ""; // mot de pass de ton wifi ici
unsigned long CHANNEL_ID = ; // id de la chaine Thingspeak
const char * WRITE_API_KEY = ""; //API d'écriture ici

// declaration des pins
const int PulseWire = 36;
const int LED_PIN = 2;

// Global variables
WiFiClient client;
PulseSensorPlayground pulseSensor;
int Threshold = 4010;
void setup() {

    Serial.begin(115200);
    Serial.println("début de setup");
```

Annexe

```
pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
```

```
// Connect to WiFi
```

```
connectWiFi();
```

```
// Initialisation de connection au thingspeak
```

```
ThingSpeak.begin(client);
```

```
pulseSensor.analogInput(PulseWire);
```

```
pulseSensor.blinkOnPulse(LED_PIN);
```

```
pulseSensor.setThreshold(Threshold);
```

```
if (pulseSensor.begin()) {
```

```
    Serial.println("on a creer un objet pulse sensor !"); //This prints one time at  
    Arduino power-up, or on Arduino reset.
```

```
}
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
    pulseSensor.sawNewSample();
```

Annexe

```
// Testez constamment pour voir si "un battement s'est produit".
if (pulseSensor.sawStartOfBeat()) {

    int myBPM = pulseSensor.getBeatsPerMinute();

    // Write the values to our ThingSpeak channel
    ThingSpeak.setField(1, myBPM);
    Serial.println((String)"valeur BPM :" +myBPM );

    ThingSpeak.writeFields(CHANNEL_ID, WRITE_API_KEY);
}

// ThingSpeak will only accept updates every 15 seconds
delay(20);
//Serial.println((String)"myBPM END BOOCLE :" +myBPM);

}

// tentation de connecter a wifi
void connectWiFi() {
    Serial.println("début de connect wifi");
    byte led_status = 0;
    WiFi.mode(WIFI_STA) ;
    // commencer la connexion ver le wifi
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PSK);

    // cligonger la led pendant la connexion
```

Annexe

```
while ( WiFi.status() != WL_CONNECTED ) {  
    Serial.println("dans la boucle while");  
    digitalWrite(LED_PIN, led_status);  
    led_status ^= 0x01;  
    delay(100);  
}  
Serial.println("Connectée");  
}  
  
Programme Envoyer SMS With Twilio  
  
/*  
 * Rapid Systems Engineering  
 * rapidsystemsengineering.com  
 * Sketch uses Twilio and Thingspeak APIs to get be notified by text message  
when  
motion  
 * is detected.  
 */  
  
#include <Arduino.h>  
#include <WiFi.h>  
#include <WiFiMulti.h>  
#include <HTTPClient.h>  
  
#define USE_SERIAL Serial  
ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;  
  
int led = 2; // the pin that the LED is attached to  
int sensor = 36; // the pin that the sensor is attached to  
int state = LOW; // by default, no motion detected  
int val = 0; // variable to store the sensor status (value)
```

```
void setup() {
  pinMode(led, OUTPUT); // initialize LED as an output
  pinMode(sensor, INPUT); // initialize sensor as an input
  USE_SERIAL.begin(115200);
  USE_SERIAL.println();
  USE_SERIAL.println();
  USE_SERIAL.println();
  for (uint8_t t = 4; t > 0; t--) {
    USE_SERIAL.printf("[SETUP] WAIT %d...\n", t);
    USE_SERIAL.flush();
    delay(1000);
  }
  WiFiMulti.addAP("WIFI_SSID", "WIFI_PASSWORD");
}

void loop() {
  val = digitalRead(sensor); // read sensor value
  if (val == HIGH) { // check if the sensor is HIGH
    digitalWrite(led, HIGH); // turn LED ON
    delay(100); // delay 100 milliseconds
    if (state == LOW) {
      Serial.println("Motion detected!");
      HTTPClient http;
      USE_SERIAL.print("[HTTP] begin...\n");
      // configure traged server and url
      urlhttp.begin ("https://api.thingspeak.com/apps/thinghttp/send_request?api_key=[apikey]");
      USE_SERIAL.print("[HTTP] GET...\n");
      // start connection and send HTTP header
```

Annexe

```
int httpCode = http.GET();
// httpCode will be negative on error
if (httpCode > 0) {
  // HTTP header has been send and Server response header has been handled
  USE_SERIAL.printf("[HTTP] GET... code: %d\n", httpCode);
  // file found at server
  if (httpCode == HTTP_CODE_OK) {
    String payload = http.getString();
    USE_SERIAL.println(payload);
  }
}
state = HIGH; // update variable state to HIGH
}
else {
  digitalWrite(led, LOW); // turn LED OFF
  delay(200); // delay 200 milliseconds
  if (state == HIGH) {
    Serial.println("Motion stopped!");
    state = LOW; // update variable state to LOW
  }
}
```