REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE Dr.YAHIA FARES DE MEDEA



Faculté de **T**echnologie

Mémoire de fin d'études de Master

Filière : Electronique.
Spécialité : Instrumentation.

Etude et mise en œuvre d'un système IOT basé sur l'ESP8266.

Présenté par :
BEN BACHA Soumia
DEHEMI Aicha

Proposé et Dirigé par :
Dr. TOUBAL Abdelmoughni

Promotion 2021

الملخص:

لقد شهد الطب عن بعد تطورًا مهمًا للغاية ، لا سيما في الطب عن بعد لأمراض القلب الذي يحتل مكانة متزايدة الأهمية. كانت هذه الممارسة الطبية موضوع العديد من الدراسات التي أثبتت فعاليتها في المراقبة والتدخل السريع للتكفل بالمرضى.

يقدم هذا المشروع نظامًا محمولًا لمراقبة صحة المريض في المنزل ، وهو مفيد بشكل خاص لكبار السن أو الأشخاص المصابين بأمراض القلب أوالجهاز التنفسي. يقوم هذا النظام بجمع معلومات دورية عن مستوى التأكسج (spo2) ومعدل ضربات القلب، كما يسمح بتوفير هذه البيانات الطبية في أي وقت وفي أي مكان. يعتمد هذا النظام على لوحة ESP8266ومستشعر قياس التأكسج .MAX30100 يتم نقل البيانات الملتقطة إلى منصة إنترنت الأشياء عبر الإنترنت انطلاقا من رابطة واي فاي ، بحيث يمكن معالجت هذه المعطيات من قبل المتخصصين في الرعاية الصحية. هذا النظام قادر على اكتشاف الاختلالات في العلامات الحيوية عندما تنحرف عن القيم الطبيعية وإرسال التنبيهات إلى المعنيين.

The abstract:

Telemedicine has witnessed a very important development, especially in telemedicine for cardiology which has been occupying an increasingly important position. This medical practice has been the subject of many studies that have proven its effectiveness in monitoring and rapid intervention for the care of patients.

This project introduces a portable patient health monitoring system at home, which is especially useful for the elderly or people with heart or respiratory disease. This system collects periodic information on the level of oxygen (spo2) and the heart rate, and allows the provision of this medical data anytime and anywhere. This system is based on the ESP8266 board and the MAX30100 oximeter sensor. The captured data is transmitted to the Internet of Things platform over the Internet from the Wi-Fi connection, so that the data can be processed by healthcare professionals. This system is able to detect imbalances in vital signs when they deviate from normal values and send alerts to those concerned.

Le résumé :

La Télémédecine a connu un développement très important spécialement en Télé-cardiologie qui prend une place de plus en plus importante. Cette pratique médicale a fait l'objet de nombreuses études qui ont prouvé son efficacité de la surveillance et la prise en charge rapide des patients.

Ce projet propose un système portable de suivi de santé des patients à domicile, particulièrement utile pour les personnes âgées ou les personnes souffrant de maladies cardiaques et respiratoires. Ce système collecte périodiquement des informations sur la teneur en oxymétrie (spo2) et le rythme cardiaque. Il permette la fourniture de ces données médicales, à tout moment, et à n'importe où. Cette solution base sur la carte ESP8266 et le capteur d'oxymétrie MAX30100. Les données capturées transmis à une plateforme IoT via Internet, pour qu'ils puissent être traitées par les professionnels de la sante. Ce système est capable de détecter les anomalies des signes vitaux quand ils s'écarter aux valeurs normales et d'envoyer des alertes a ceux qui concerne.

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce Modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur M. TOUBAL Abdelmoughni pour son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail, pour ses orientations, sa patience et sa disponibilité.

Veuillez trouver ici l'expression de nos respectueux, considération et nos profondes admirations pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury M LACHNANI.A; et RABIE .M Pour l'intérêt qu'elles ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Louange à Dieu, le miséricordieux, sans lui rien de tout cela n'aurait pu être.

Je dédie ce précieux travail aux êtres les plus chers à mon cœur, mon très cher père Mohamed pour son soutien, et ma très chère maman Fatima qui n'a jamais cessé de m'encourager dans les moments les plus difficiles et pour leurs incomparables sacrifices.

Et pour mon deuxième père Abderrahmane qui ma aidé sur tous mon chemin d'étude.

A toutes mes soeurs, frères, famille et amis

A ma binôme Soumia et toute sa chère famille.

Les mots ne suffisent pas pour exprimer

L'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A tous les enseignants qui m'ont enseigné depuis mon enfance.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Aícha

Dédicace

A Allah, Tout puissant Qui m'a inspiré, Qui m'a guidé dans le bon Chemin. Louanges et remerciements pour votre clémence et miséricorde.

À MES CHERS PARENTS

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentie pour mon instruction et mon bien être.

Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.

Puisse Dieu, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

À mon frère Mouhamed et mes adorable sœurs Sarah, Safia et Hadjer.

À mes oncles : Amine, Mahmoud, Kamel, Mouhamed, Mahmoud.et toute la famille kalache

A mes tantes et à la femme de mon oncle Mouna

Je remercie tout particulièrement mes cousines, Amel et Djamila, qui m'ont accompagnée tout au long de Mon parcours scolaire. Que Dieu vous bénisse de santé et de bonheur et vous garde pour moi.

À mon fiancé Merouane et ma deuxième famille.

A mon binôme Aicha, et mes cheres amies Ibtissam, Yassmine et Amina les mots ne suffisent pour exprimer

L'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous.

A tous mes amies, vous êtes pour moi des sœurs : Amira et Mariam.

A tous les enseignants qui m'ont enseigné depuis mon enfance.

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

Soumia

Sommaire :

LE RÉSUMÉ

REMERCIEMENTS

DÉDICACE

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ SUR L'INTERNET DES OBJETS :

1. Introduction : **3**
2. Les origines de l'Internet des Objets : **3**
3. L'histoire de l'Internet des Objets : **4**
4. Définition de L'internet des objets : **4**
5. Un objet connecté : **5**
   5.1 Quelques objets connectés : **5**
   5.2 Objet communicant vs objet connecté : **6**
6. les principales technologies pour connecter les objets : **7**
7. la différence entre Internet des objets et M2M : **8**
8. Jonction entre le monde physique et le monde numérique : **8**
9. Environnement de l'Internet des Objets : **9**
10. Les Composants de l'Internet des Objets : **9**
11. Interactions entre le « monde numérique » et le « monde physique » : **10**
12. Infrastructure d'une solution connectée : **11**
13. Caractéristiques générales d'une plateforme pour l'IoT : **12**
14. Services de plateforme Internet des objets : **13**
    14.1 Plateformes et outils Open Source pour l'Internet des objets (IoT) : **13**
    14.2 Composants d'une Plateforme IoT moderne : **14**
    14.3 Comparaison de quelques plateformes IoT : **14**
15. les applications de l'Internet des Objets : **15**
16. L'avenir pour l'Internet des Objets : **17**
17. Conclusion : **18**

CHAPITRE II : L'OXYMÈTRE DE POULS : MATÉRIELLES ET LOGICIELLES UTILISÉS

1. Introduction : **19**
2. L'oxymètre de pouls : **19**
   2. 1 L'intérêt de l'oxymètre de pouls : **20**
   2.2 Résultats de l'examen d'oxymétrie : **20**
   2.3 Principe de fonctionnement de l'oxymètre de pouls : **20**
3. matérielles et logicielles utilisés : **22**
   3.1 La carte ESP8266 : **22**
   3. 2 Le max30100 : **26**
   3.3 La programmation de l'esp8266 par l'éditeur de l'Adriano IDE : **31**
4. Définition la plateforme Ubidots : **33**

4.1 Les composants de base : **34**
4.2 Table des matières : **34**
4.3 Types d'événements : **35**
5. Conclusion **35**

CHAPITRE III CONCEPTION ET RÉALISATION DE L'OXYMÈTRE DE POULS CONNECTÉ À INTERNET.

1. Introduction : **36**
2. Le principe de fonctionnement de notre système : **36**
3. Schéma synoptique de notre système : **36**
4. Câblage du capteur max30100 avec ESP8266 : **38**
4.1 Protocol I2C : **40**
4.2 Exemple de connections de plusieurs périphériques I2C : **40**
4.3 Quelques exemples d'esclaves : **41**
5. La plateforme Ubidots : **42**
5. 1 Configuration des Ubidots STEM : **43**
5.2 Le protocole MQTT : **49**
6. Explication le programme par l'organigramme : **50**
6.1 sous-programmes de la fonction reconnecte : **50**
6.2 Le programme principale : **51**
7. Tests et Résultats : **53**
8. La réalisation pratique : **56**
9. Conclusion : **57**

CONCLUSION GENERALE **58**

Références bibliographiques .....

ANNEXE .....

LISTE DES TABLEAUX :

TABLEAU I. 1: LES COMPOSANTS DE BASE D'UN SYSTÈME IOT.....9
TABLEAU I. 2: COMPARAISON DE QUELQUES PLATEFORMES …… 15
TABLEAU II. 1: CARACTÉRISTIQUES DE L'ESP8266…… 23
TABLEAU II. 2: BROCHE DESCRIPTION …… 28

Liste des figures

FIGURE I.1 : LES OBJETS CONNECTÉS TRADITIONNELS....5
FIGURE I.2 : LES NOUVEAUX OBJETS CONNECTÉS....6
FIGURE I.3 : UN OBJET COMMUNICANT NON CONNECTÉ....6
FIGURE I.4 : UN OBJET COMMUNICANT CONNECTÉ....7
FIGURE I.5 : LE MONDE PHYSIQUE ET LE MONDE NUMÉRIQUE AVANT ET AVEC L'IOT....8
FIGUREI.6 : INTERAGIRATION ENTRE LE MONDE NUMÉRIQUE ET LE MONDE PHYSIQUE....11
FIGURE I.7 : L'INFRASTRUCTURE D'UNE SOLUTION CONNECTÉE DE L'OBJET À VERS LES APPLICATIONS (MOBILE, GADGET, WEB, ...)....11
FIGURE I.8 : L'INFRASTRUCTURE D'UNE SOLUTION CONNECTÉE DE L'OBJET À VERS LE CLOUD. (WIFI, GSM...)....12
FIGURE I.9 CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES D'UNE PLATEFORME POUR L'IOT....12
FIGURE I.10 : NOMBRE D'APPAREILS CONNECTÉS IOT DANS LE MONDE 2019-2030 18
FIGURE II.1 : UN APPAREIL D'OXYMÉTRIE....20
FIGURE II.2 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'OXYMÈTRE....21
FIGURE II.3 : DISPOSITION DES BROCHES (VUE DE DESSUS). 22
FIGURE II. 4 : LE MODULE ESP8266_LOLIN D1 MINI....24
FIGURE II.5 : LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE DE L'ESP8266 WEMOS D1 MINI....25
FIGURE II.6 : SCHÉMA FONCTIONNEL DU SYSTÈME 27
FIGURE II.7 : BROCHES D'ENTRÉES/SORTIES DU CAPTEUR MAX30100....28
FIGURE II.8 : SCHÉMA FONCTIONNEL....29
FIGURE II.9 : LE MODULE CAPTEUR MAX30100....30
FIGURE II.10 : PLATEFORME UBIDOTS....33
FIGUREIII.1 : SCHÉMA SYNOPTIQUE DE NOTRE SYSTÈME 37
FIGURE III.2 : LE SCHÉMA ÉLECTRIQUE DU MODULE MAX30100....38
FIGURE III.3 : MONTAGE DU CAPTEUR MAX30100 AVEC ESP8266. 39
FIGUREIII.4 : EXEMPLE DE CONNEXIONS I2C....40
FIGUREIII.5 : EXEMPLE DE TRAME UTILISÉE PAR LE BUS I2C....42
FIGUREIII.6 : LE PROTOCOLE MQTT 49

FIGURE III.7 : ORGANIGRAMME DE FONCTION RECONNECTE..... 50
FIGURE III.8: ORGANIGRAMME DE PROGRAMME COMPLET. 52
FIGURE III.9 : BIBLIOTHÈQUES ET VARIABLES. 53
FIGUREIII.10 : CODE POUR L'ENVOI DE DONNÉES À UBIDOTS..... 53
FIGURE III .11 : LES VALEURS VISUALISÉES SUR LE MONITEUR SÉRIE ET ENVOYÉES À UBIDOTS 54
FIGUREIII.12 : AFFICHAGE DES VALEURS ENVOYÉES AU UBIDOTS. 54
FIGUREIII.13 : REPRÉSENTATION DES DONNÉES DANS L'INTERFACE UBIDOTS..... 54
FIGUREIII.14 : ALERTE PAR APPEL TÉLÉPHONIQUE ENVOYÉ PAR LA PLATE-FORME UBIDOTS. 55
FIGUREIII.15 : SMS D'ALERTE ENVOYÉ PAR LA PLATE-FORME UBIDOTS..... 55
FIGUREIII.16 : EMAIL D'ALERTE ENVOYÉ PAR LA PLATE-FORME UBIDOTS CONCERNE LE NIVEAU D'OXYMETRIE. 56
FIGUREIII.17 : EMAIL D'ALERTE ENVOYÉ PAR LA PLATE-FORME UBIDOTS CONCERNE LA FRÉQUENCE CARDIAQUE..... 56
FIGUREIII.18 : LA FORME FINALE DE L'OXYMÈTRE..... 56
FIGUREIII.19 : REPRÉSENTATION DES DONNÉES EN GRAPHE DANS L'INTERFACE UBIDOTS. 57

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

Face au manque des infrastructures d'accueil ainsi que de personnel qualifié et spécialisés et afin mettre en place une surveillance efficace à distance des personnes exposées à des risques probables, les recherches en télémédecine à domicile ont fait des progrès remarquables en profitant de l'avènement de l'Internet des objets (IOT) et les réseaux de communication 5G qui offrent des débits de communication très élevés.

La télémédecine progresse depuis des décennies et est plus que jamais indispensable en cette période sans précédent de la pandémie du COVID-19. La télémédecine semble être efficace pour la gestion de routine des maladies chroniques qui nécessitent des interactions étendues et répétées avec les professionnels de la santé, ainsi que pour le diagnostic et la surveillance des symptômes. Toutefois, il reste beaucoup à faire pour réduire les couts et atténuer les inégalités numériques qui empêchent de rendre les avantages de la télémédecine accessibles à tous.[1]

L'objectif principal est de permettre une prise en charge à distance avec la prise en compte de plusieurs paramètres. Et afin de le faire, les enjeux de la mise en place de tels systèmes sont nombreux, et chaque chercheur essaye de prendre un angle de recherches complémentaires à d'autres initiatives, tant pour les patients, le personnel médical et la société en général.

Il s'agit de détecter et de suivre à court et long terme l'évolution de l'état de santé des patients pour prédire à l'avance les situations critiques et même la vigilance à certaines maladies, tout cela afin de faire un meilleur diagnostic et prendre des décisions par les professionnels de la santé en temps opportun.

Le système de santé activé par l'Internet des objets (IoT) est utile pour une surveillance appropriée des patients, en utilisant un réseau interconnecté. Cette technologie contribue à augmenter la satisfaction des patients et réduit le taux de réadmission à l'hôpital.[2]

A notre tour, on se place dans cette famille, notre axe de recherche s'articule autour de la conception d'un prototype de surveillance à distance de la fréquence cardiaque du patient et de l'oxymétrie (SPO2).

Dans ce projet, nous avons créé un système de surveillance de la santé basé sur la carte ESP8266 et le capteur MAX30100 dont le but est de capturer, en continu, la fréquence cardiaque et l'oxymétrie (SPO_2) du patient et envoi ces valeurs à une plateforme IOT

Ubidots. Chaque fois que ces lectures vont au-delà des valeurs critiques préconfigurées, La plateforme est capable d'envoyer des alertes par E-mail, SMS et mêmes des appels vocaux pour avoir une assistance médicale dans les plus brefs délais. De cette façon, les lectures de la fréquence du pouls et de l'oxymétrie (SPO_2) du patient peuvent être surveillées de n'importe où dans le monde via un explorateur Internet.

Ce mémoire est élaboré principalement en trois chapitres, dans le premier chapitre nous donnons des généralités sur l'internet des objets. Dans le deuxième chapitre, nous donnons des définitions, des notions et des statistiques sur la fréquence cardiaque du patient et l'oxymétrie (SPO2), nous citent aussi tous les caractéristiques et les troubles que peuvent avoir les personnes âgées qui sont les personnes cible durant ce mémoire. Les principaux éléments électroniques de ce projet sont la carte ESP8266 et le capteur MAX30100, nous verrons donc en détail leurs schémas électriques, leurs caractéristiques et leurs modèles actuels.

Chapitre I : Généralité sur l'internet des objets :

1. Introduction :

La quête des êtres humains pour rendre la vie confortable est due à leur curiosité à propos de l'arène technique. Au cours des dernières décennies, l'humanité a connu un voyage de transformation technique avec les inventions des nouvelles frontières technologiques. Ces frontières ont interagi avec les êtres humains et effectué tous les travaux possibles en un laps de temps plus court et avec une précision beaucoup plus grande. Avec l'avènement des « Smart Concepts », le monde est de plus en plus connecté. Précisément appelé monde hyperconnecté. Les concepts intelligents comprennent les téléphones intelligents, les appareils intelligents, les applications intelligentes et les villes intelligentes. Ces concepts plus intelligents forment un écosystème d'appareils dont le travail de base consiste à connecter divers appareils pour envoyer et recevoir des données.

Les scientifiques affirment que le bénéfice potentiel tiré de cette technologie donnera naissance à un avenir prévisible où les objets intelligents ressentent, pensent et agissent. Ce chapitre présente des informations complètes sur l'évolution de l'Internet des objets, ses développements actuels jusqu'à ses applications futuristes.

2. Les origines de l'Internet des Objets :

L'arrivée des objets sur le réseau IP, le protocole de base d'Internet, est un peu plus tardive. Celle-ci a débuté du côté du grand public. Pour la petite histoire, parmi les premiers objets connectés figure un distributeur de Coca-Cola situé à l'Université Carnegie Mellon. Au début des années 80, des ingénieurs l'ont relié au réseau pour vérifier à distance si des boissons fraîches étaient en stock. Toujours aux USA, John Romkey a présenté en 1990 un grille-pain connecté à Internet. En France, la société Violet, connue pour ses lapins Nabaztag, a fait figure de pionnière avec une lampe connectée présentée en 1994.

En 1997, le prospectiviste Paul Saffo fait paraître un article visionnaire sur les capteurs, qui selon lui seront à l'origine de la prochaine grande vague d'innovation du secteur informatique. « Que se passe-t-il quand nous donnons des yeux, des oreilles et d'autres organes de perceptions aux machines », s'interroge-t-il. « Inévitablement, nous allons demander à ces machines de répondre à ce qu'elles perçoivent, de manipuler le monde autour d'elles. »

Enfin, c'est en 1999 que le concept d'IoT apparaît pour la première fois, utilisé par Kevin Ashton, directeur du centre Auto-ID au MIT (Massachusetts Institute of Technologie). [3]

3. L'histoire de l'Internet des Objets :

C'est lors d'une présentation faite à Procter & Gamble, en 1999, que Kevin Ashton, co-fondateur de l'Auto-ID Center au MIT, a mentionné pour la première fois l'Internet des Objets. Il souhaitait attirer l'attention des directeurs de P&G sur les puces RFID (identification par radiofréquence). Cependant, il a nommé sa présentation « Internet des objets » pour intégrer la nouvelle tendance de l'année : Internet. Toutefois, l'idée d'appareils connectés existe depuis les années 1970.

Via le Web, les développeurs pouvaient vérifier l'état de la machine, et déterminer si une boisson froide était disponible pour eux. L'IoT a ensuite évolué avec des technologies sans fil (Wifi par exemple), des MEMS (systèmes micro électromécaniques), des micro services et d'Internet. Ainsi, la technologie opérationnelle (OT – Opérationnel Technologie) et la technologie de l'information (IT) se sont rapprochées. Ceci a permis d'analyser des données non structurées, générées par des machines, pour en tirer des axes d'amélioration.

L'Internet des Objets utilise comme base la connectivité M2M (Machine to Machine). C'est-à-dire que des machines se connectent entre elles, via un réseau, sans interaction humaine. L'IoT est donc un réseau de milliards de nœuds (capteurs ici), qui connectent des personnes, des systèmes et d'autres applications pour collecter et partager des données. Néanmoins, le concept d'écosystème de l'Internet des objets ne s'est concrétisé qu'au milieu des années 2010. Une avancée que l'on doit au gouvernement chinois, qui a déclaré qu'il ferait de l'IoT une priorité stratégique, notamment dans sa stratégie de reconnaissance faciale et de fichage du peuple chinois.[4]

4. Définition de L'internet des objets :

Selon l'Union internationale des télécommunications, l'Internet des objets (IoT) est une « infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérables existantes ou en évolution ». En réalité, la définition de ce qu'est l'Internet des objets n'est pas figée. Elle recoupe des dimensions d'ordres conceptuel et technique.

D'un point de vue conceptuel : l'Internet des objets caractérise des objets physiques connectés ayant leur propre identité numérique et capables de communiquer les uns avec les autres. Ce réseau crée en quelque sorte une passerelle entre le monde physique et le monde virtuel.

D'un point de vue technique : l'IoT consiste en l'identification numérique directe et normalisée (adresse IP, protocoles SMTP, http...) d'un objet physique grâce à un système de communication sans fil qui peut être une puce RFID, Bluetooth ou Wi- Fi.[5]

5. Un objet connecté :

Un objet connecté est un objet électronique capable de communiquer avec un autre objet (souvent un smartphone, une tablette ou un ordinateur). Cette communication permet à l'objet d'envoyer ou de recevoir des informations via une connexion Internet. L'intérêt de cette interactivité est de pouvoir récupérer des informations, d'en tirer des statistiques, de créer des règles, etc. Un exemple courant est la montre intelligente connectée. Elle relève des informations (nombre de pas, rythme cardiaque, etc.) pour les envoyer à votre smartphone. Ce dernier vous montre ensuite les résultats sous forme de statistiques et vous donne des conseils personnalisés en fonction de vos performances. [6]

5.1 Quelques objets connectés :

- **Objets « traditionnels » :** ordinateurs, tablettes, smartphones, etc.

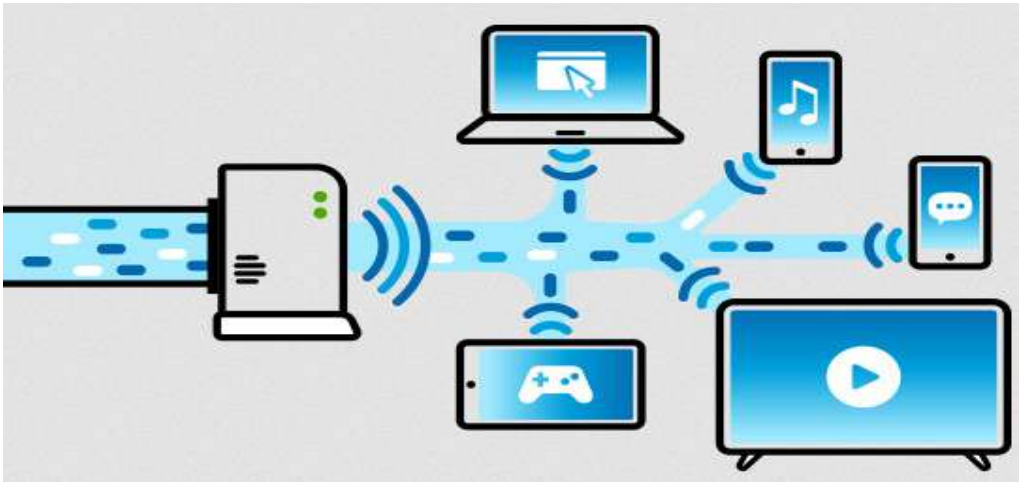


Figure I.1 : les Objets connectés traditionnels

- **Nouveaux objets connectés :** appareils électroménagers, instruments de mesure, robots, serrures, machines-outils, bennes à ordures, drones, jouets, montres, véhicules, etc.



Figure I.2 : Les nouveaux objets connectés

5.2 Objet communicant vs objet connecté :

5.2.1 Objet communicant non connecté :

L'échange d'information ne s'effectue qu'avec l'utilisateur propriétaire de l'objet via un terminal (Tablette, smartphone, ordinateur ...) munie d'une application/logiciel Le terminal et son application constituent une IHM (Interface Homme Machine).

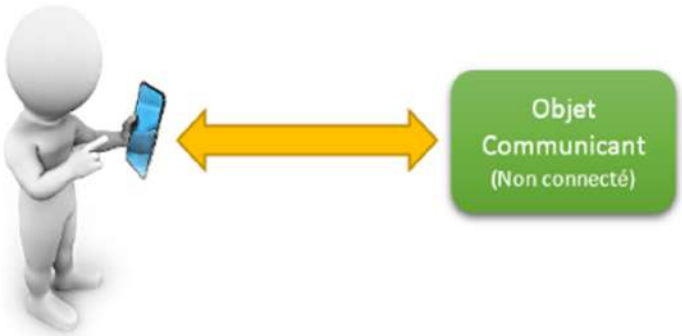


Figure I.3 : un Objet communicant non connecté

5.2.2 Objet communicant connecté (ou simplement objet connecté) :

L'échange d'information s'effectue par connexion à un réseau de communication à grande échelle (en général Internet), avec d'autres objets, des personnes, des serveurs de stockage et de traitement à distance (data centers).

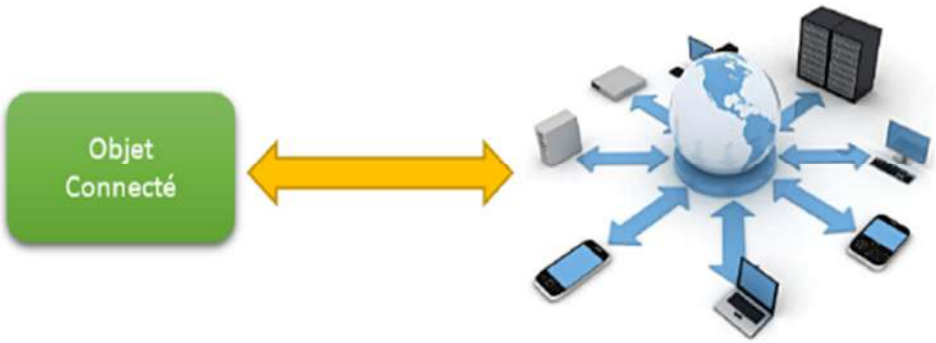


Figure I.4 : Un Objet communicant connecté

6. les principales technologies pour connecter les objets :

Les technologies pour connecter les objets sont nombreuses. Tour d'horizon des services IoT classées selon la portée de chaque réseau IoT (de courte distance à longue distance) :

- **Par RFID :** la technologie RFID est en effet un moyen comme un autre de connecter un objet. On trouve généralement cette dernière sous forme de puce. Elle peut être disposée sur un produit, sous-cutanée pour les animaux ou le bétail, sur des cartes de transport et passeports, ou servir à l'étiquetage de produits dans certains points de vente.
- **Par Bluetooth :** en toute logique, le Bluetooth est, lui-aussi, un élément de connexion pour les objets généralement utilisé par les smartphones, les imprimantes, les montres ou bracelets connectés et même, les baby-phone.
- **Par WIFI :** la connexion WIFI est utilisée pour la domotique, les ordinateurs, les tablettes ainsi que les ampoules connectées.
- **Par basse fréquence :** on parle souvent de basse fréquence lorsque l'on aborde la connexion des compteurs intelligents, des bornes de recharges de véhicules électriques, de transmetteurs et d'émetteurs.
- **Par carte SIM :** la carte Sim est évidemment un élément de connexion pour certains objets, qu'ils soient connectés à internet ou par un APN privé (via des adresses IP privés fixes). Cette dernière est principalement utilisée dans les alarmes professionnelles, les boîtiers de téléassistance, les bornes de recharge électrique ou encore la géolocalisation.

- **Par satellite :** On utilise cette technologie pour des objets du quotidien comme la télévision, le téléphone ou encore la radiocommunication des vers les transports (navires et avions) et enfin, Internet [6].

7. la différence entre Internet des objets et M2M :

- L'Internet des Objets est un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant.
- M2M : machine to machine, échange d'informations entre deux machines sans intervention humaine.[7]

8. Jonction entre le monde physique et le monde numérique :

De manière générale, l'IoT met en œuvre deux types d'éléments pour interagir avec le monde physique : Les capteurs et les actionneurs.

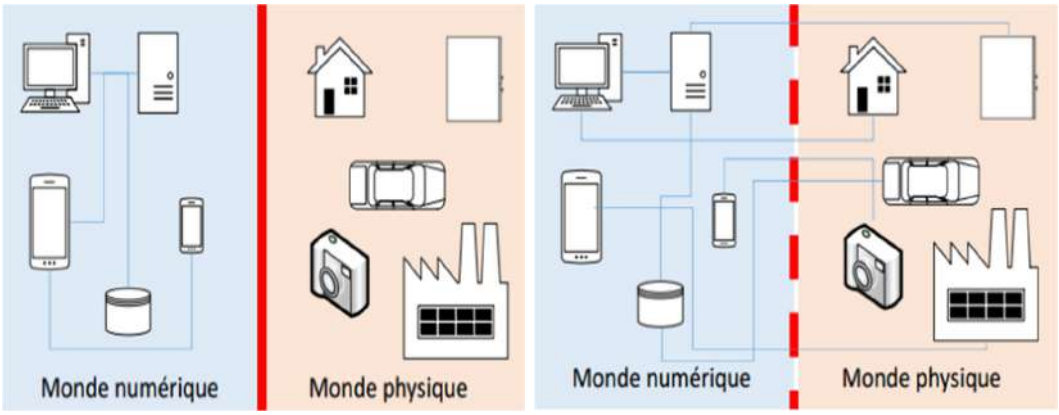


Figure I.5 : le monde physique et le monde numérique avant et avec l'IoT

Les capteurs : Permettent de recueillir des informations depuis le monde physique et de les transmettre vers le système informatique, et ils permettent de traduire une grandeur physique en un signal électrique. Ce dernier est ensuite numérisé pour être transmis au système informatique.

- Exemple : un capteur de température permet de traduire l'amplitude de la température en une tension électrique. Cette dernière est numérisée puis transmise.

Les actionneurs : Permettent au système informatique d'agir sur le monde physique en modifiant son état.

- Exemple : un actionneur peut allumer un appareil à distance.

9. Environnement de l'Internet des Objets :

L'environnement d'internet des se compose de trois éléments :

- **L'objet :** là où la donnée est captée.
- **La couche de transmission de l'information :** constituée du réseau sur lequel sont envoyées les données.
- **La couche de traitement de l'information :** le plus souvent située dans une plateforme cloud comme AWS, Microsoft Azure ou Google Cloud. Celle-ci reçoit les données envoyées par les objets, les traite et les exploite dans des applications, afin d'offrir des services basés sur l'IoT. [3]

10. Les Composants de l'Internet des Objets :

Nous avons entendu parler de l'Internet des objets, l'IoT qui permet la connexion de nos appareils intelligents et des objets au réseau pour fonctionner efficacement et à distance. Le tableau suivant présente les composants principaux de l'IOT :

Tableau I. 1: Les composants de base d'un système IOT

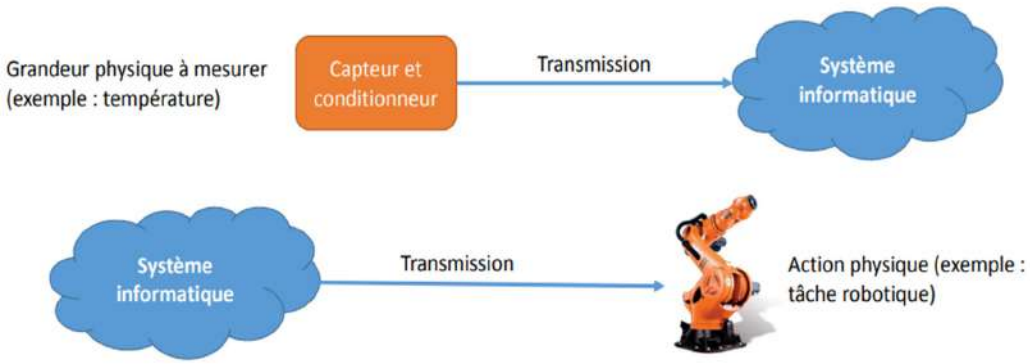
Composants IoT	La description
Objets physiques	Un objet connecté est un objet physique équipé de capteurs ou d'une puce qui lui permettent de transcender son usage initial pour proposer de nouveaux services. Il s'agit d'un matériel électronique capable de communiquer avec un ordinateur, un smartphone ou une tablette via un réseau sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, réseaux de téléphonie mobile, Réseau radio à longue portée de type Sigfox ou LoRa, etc.), qui le relie à Internet ou à un réseau local.
Capteurs	Ils sont installés sur les es objets connectés, ils sont plus ou moins intelligents, selon qu'ils intègrent ou non eux-mêmes des algorithmes d'analyse de données, et qu'ils soient pour certains auto-adaptatifs. Les capteurs connus sont : Capteurs de température et thermostats, Capteurs de pression, Humidité / niveau d'humidité, Détecteurs d'intensité lumineuse, Détection de proximité.

Gens	Exemple : Les humains peuvent contrôler l'environnement via des applications mobiles
Prestations de service	Exemple : Services Cloud - peuvent être utilisés pour : • Traiter les Big Data et les transformer en informations précieuses • Construire et exécuter des applications innovantes • Optimiser les processus métier en intégrant les données de l'appareil.
Plateformes	Elle est considérée comme un type d'intergiciel utilisé pour connecter les composants IoT (objets, personnes, services, etc.) à l'environnement l'IoT. Elle fournit de nombreuses fonctions Accès aux appareils : • Accès aux appareils • Assurer une installation / un comportement correct de l'appareil • Analyse des données • Connexion interopérable avec le réseau local, le cloud ou d'autres périphériques.
Réseaux	Les composants IoT sont liés entre eux par des réseaux, utilisant diverses technologies, normes et protocoles sans fil et filaire.

11. Interactions entre le « monde numérique » et le « monde physique » :

- On désignera par **« monde numérique »** tous les systèmes manipulant des données numériques ainsi que les réseaux permettant l'échange des données (calculateurs, microcontrôleurs, serveurs informatiques, bases de données, réseaux informatiques, protocoles de communication filaires ou sans fil, etc.).
- On désignera par **« monde physique »** tous les systèmes vivants ou artificiels que nous côtoyons et qui interagissent entre eux par divers effets physiques (êtres humains, animaux, végétaux, véhicules, objets du quotidien, outils, machines diverses, outils de production, etc.). Ces systèmes interagissent entre eux aux moyens de grandeurs physiques (forces, déplacements, variation de température ou de pression, voix, son, lumière, etc.).[5]

Pour faire interagir ces deux mondes, il convient de mettre en œuvre des moyens permettant à une grandeur physique de renseigner un système informatique et, inversement, des moyens permettant à un système informatique d'agir sur le monde physique (c'est-à-dire : changer son état).[7]



FigureI.6 : Interagiration entre le monde numérique et le monde physique

12. Infrastructure d'une solution connectée :

L'infrastructure d'une solution connectée peut être perçue comme l'ensemble des ressources nécessaires au fonctionnement du service associé à l'objet connecté. Elle comprend en général l'objet connecté, disposant d'une interface de communication courte ou longue distance, une passerelle de communication, (fréquemment un smartphone ou une passerelle d'un opérateur de communication), un service d'appui (tel qu'un serveur hébergé dans un Cloud), et souvent une application dédiée pour l'utilisateur (de type application mobile, portail Web, etc.).

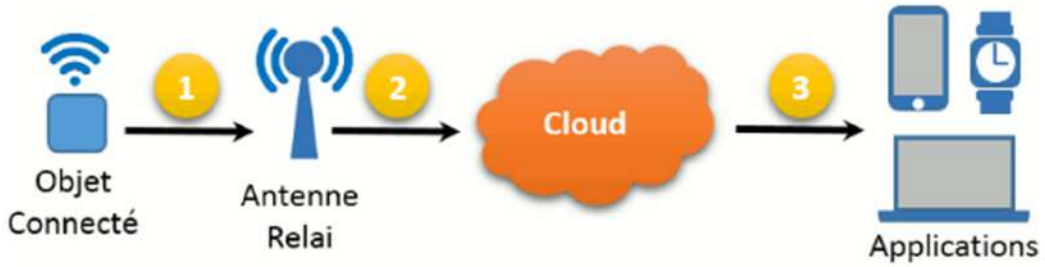


Figure I.7 : L'infrastructure d'une solution connectée de l'objet à vers les applications (mobile, gadget, web, ...).

1. Envoi des données recueillies de l'objet à une antenne relai (LoRa, Sigfox, GSM, ...).
2. Relai de données de l'antenne vers le cloud.
3. Retransmission des données vers les applications (mobile, gadget, web, ...).



Figure I.8 : L'infrastructure d'une solution connectée de l'objet à vers le cloud. (Wifi, GSM...).

1. Envoi des données recueillies de l'objet au smartphone de l'utilisateur (Wi-Fi, Bluetooth, NFC...).
2. Envoi des données du smartphone au serveur du constructeur (Wifi, GSM...).[7]

13. Caractéristiques générales d'une plateforme pour l'IoT :

La figure suivante représente les éléments d'une plateforme Internet des Objets.



Figure I.9 Les éléments d'une plateforme pour l'IoT.

- **Capteur :** Traduction d'une grandeur physique en un signal électrique.
- **Actionneurs :** Modification de l'état de l'environnement.
- **Intelligence :** Traitement local des données (simple ou complexe).
- **Energie :** Alimentation de la plateforme en énergie électrique. Doit être adaptée à l'application.
- **Communication :** Codage et transmission des données, protocoles standards ou dédiés, communication filaire ou sans fil.[7]

14. Services de plateforme Internet des objets :

Les plateformes IoT permettent aux développeurs mettre en place des projets IoT facilement et rapidement. En général, elles offrent.

- **Des SDKs API :** pour faciliter les développements.
- **Des services de stockage de données :** permet le stockage des données envoyées de plusieurs cartes par exemple le stockage des données reçues d'un capteur. Du fait de la très forte volumétrie des données mise à disposition par ces objets connectés, le lien avec les solutions Big Data est évident. Les plateformes pallient des problèmes perceptibles dans le 'data mining' en apportant de nouvelles méthodes pour la collecte, l'analyse et l'utilisation efficace de ces données.
- **La gestion d'événements :** permet de dire quelle action faire lorsqu'un événement arrive. Ainsi, le workflow des messages d'évènements et des notifications doit fonctionner de façon fluide dans l'internet des objets, donc les plateformes IoT intègrent un ensemble de règles pour prendre en charge les flux de données.
- **L'intégration de services et plateformes** : plusieurs plateformes sont capables d'interagir avec d'autres systèmes ou plateformes.

Il existe d'autres services offerts par les plateformes IoT tels que la visualisation de données, la gestion des utilisateurs…etc.

Il est clair que les plateformes IoT n'offrent donc pas les mêmes services. Très souvent lorsqu'on veut développer un projet IoT, on compare les plateformes entre elles pour choisir celle qui correspond le plus à nos besoins. Ce qui nous ramène à la question de savoir comment choisir la plateforme IoT appropriée ?[8]

14.1 Plateformes et outils Open Source pour l'Internet des objets (IoT) :

Les plateformes et outils IoT sont considérés comme le composant le plus important de l'écosystème IoT. Tout appareil IoT permet de se connecter à d'autres appareils et applications IoT pour transmettre des informations à l'aide de protocoles Internet standard. Les plates-formes IoT comblent le vide entre les capteurs des appareils et les réseaux de données. Il connecte les données au système de capteurs et donne des informations en utilisant applications dorsales pour donner une idée de l'abondance de données développées par les nombreux capteurs.

Le Internet des Objets est l'avenir de la technologie qui aide l'intelligence artificielle (IA) à réguler et à comprendre les choses d'une manière considérablement plus forte. [8]

14.2 Composants d'une Plateforme IoT moderne :

Les plateformes IoT sont en effet la clé pour développer des applications IoT scalables qui connectent les mondes réel et virtuel entre les objets, les hommes et les systèmes. Donc avoir une application IoT de qualité dépendrait fortement de la plateforme utilisée.

On distingue 8 composants dans une plateforme IoT moderne :

1) **Connectivité et normalisation :** apporte différents protocoles et différents formats de données en un seul "software" interface assurant ainsi la transmission correcte des données et l'interaction avec tous les appareils.
2) **Gestion du matériel :** assure que les objets « connectés » marchent correctement en gérant la mise à jour des logiciels et applications tournant sur l'appareil ou sur les passerelles.
3) **Base de données :** stockage scalable des données du matériel et prise en compte des exigences pour des bases de données basées sur le cloud.
4) **Gestion des actions et processus :** exploitation des données avec des règles, événements et actions permettant ainsi l'exécution d'actions "smart" actions selon les données des capteurs.
5) **Analytics :** analyse des données allant du clustering de données au machine Learning et analyse prédictive pour sélectionner les valeurs les plus pertinentes du flux de données.
6) **Visualisation :** permettre à l'homme de voir des patterns et observer des tendances et facilement interpréter les données grâce à des diagrammes et modèles.
7) **Outils additionnels :** facilite le prototypage et le test pour les développeurs IoT, fournit aussi des IoT use cases pour créer des applications adaptées à la plateforme.
8) **Interfaces externes :** intégration avec des systèmes tiers et d'autres plateformes IoT via des API, SDK et passerelles. [9]

14.3 Comparaison de quelques plateformes IoT :

Aujourd'hui le marché des plateformes IoT est énorme. Il existe en effet plus de 300 plateformes IoT dans le marché dont les plus célèbres :

- ✓ Amazon Web Services IoT Platform.
- ✓ IBM WATSON
- ✓ IBM BLUEMIX
- ✓ Microsoft Azure
- ✓ Cisco IoT Cloud Connect
- ✓ Oracle Integrated Cloud
- ✓ Kaa
- ✓ Ubidots
- ✓ Thing Worx ...

Le tableau suivant compare quelques plateformes.[9]

Tableau I. 2: comparaison de quelques plateformes.

Plateforme	Stockage de données	Intégration de services	Visualisation De Données	SDK, API	Gestion D'événement	Tarification
Temboo	✗	√	✗	√	√	49$ par mois par app
Carriots	√	√	✗	√	√	2€par mois par divice (11min)
Ubidots	√	√	√	√	√	Gratuit pour moins de 5 divice
AWS IOT	√	√	**Non mais un recherch e flexible**	√	√	Gratuit 1an puis 5$ par million de messages
Microsoft Azure IOT	√	√	√	√	√	Essais gratuit - cout par service
IBM IOT watson	√	√	√	√	√	Essai 1 mois gratuit

15. les applications de l'Internet des Objets :

Les domaines d'application des objets connectés sont nombreux puisque tout objet électronique est susceptible de devenir un objet connecté.

- ***L'IoT dans le domaine de la santé :***

Machines à rayons X et imagerie, moniteurs connectés, compteurs d'énergie… 60 % des hôpitaux mondiaux utilisent déjà l'Internet des Objets pour augmenter leur productivité et améliorer les soins apportés aux patients. L'étude d'Aruba networks montre que presque 90 % des services de santé auront intégré des objets connectés dans leur matériel médical. Les objets connectés sont utilisés au quotidien pour :

- La surveillance au sein des établissements médicaux et la maintenance.
- Les opérations chirurgicales et le contrôle à distance.
- Les services de géolocalisation.

La normalisation de l'Internet des Objets dans le domaine de la Santé va permettre de créer de nouveaux modèles de fonctionnement qui augmenteront la productivité des employés, mais aussi la collaboration entre soignants ainsi que la communication avec les patients.

- ***L'IoT dans le secteur énergétique :***

  L'IoT, dans le cadre de l'énergie, répond à des problématiques majeures : La révolution numérique est entrée dans le débat des secteurs énergétiques par la gestion des ressources : compteurs énergétiques, réseau intelligent mais aussi l'Internet des Objets à domicile, avec la maison intelligente.

- ***La domotique ou maison connectée :***

Appelée également domotique, la maison intelligente est en train de se normaliser. Une étude du cabinet Juniper Research prévoit d'ailleurs un accroissement de 200 % du nombre d'objets connectés à l'intérieur des habitations d'ici fin 2021.

Outre les objets de divertissement comme les télévisions intelligentes ou les enceintes connectées, la domotique a pensé également la sécurité et l'économie d'énergie au sein de l'habitat :

- Centrale domotique : contrôle et programmation de différentes interventions à l'intérieur du foyer.
- Capteurs d'informations (système d'alarme, variations de température, etc.).
- Actionneurs, qui permettent la programmation et le contrôle des différents appareils. Électroniques du foyer, même à distance.

- ***L'Internet des objets dans l'agriculture :***

La croissance rapide de la population mondiale, les changements d'habitudes alimentaires, les perturbations climatiques sont trois grands facteurs, parmi d'autres, qui font de l'agriculture moderne un défi au quotidien.

D'ici 2050, la productivité agricole devra avoir augmenté de 70 % pour répondre à la demande mondiale. Plus qu'un défi technologique, il s'agit d'un enjeu humanitaire. Les céréaliers et maraîchers ont d'ores et déjà mis à profit les drones afin de de récolter en temps réel des informations essentielles à la gestion de l'exploitation :

- Humidité de la terre.
- État des plantations.
- Climat, etc.

Les données récoltées sont transférées aux tracteurs connectés (parfois autonomes). Cela permet de doser finement le niveau d'engrais et d'arrosage sur telle ou telle parcelle et de réduire les coûts, tant financiers qu'énergétiques.

- ***L'Internet des Objets au service de la sécurité routière :***

Particulièrement populaire depuis ces dernières années, la voiture connectée participe grandement au renforcement de la sécurité routière. La révolution numérique a offert à l'industrie automobile des perspectives jusqu'alors jamais vues.

- Boitier d'appel d'urgence autonome.
- Tableau de bord synchronisé avec le smartphone.
- Développement d'applications sur les plateformes dédiées.

La voiture d'aujourd'hui se transforme en véritable ordinateur qui conduit peu à peu à la voiture autonome, comme celle actuellement en essai chez Google. Si nos véhicules ne sont pas encore capables de se conduire tout seuls, ils n'en deviennent pas moins de plus en plus autonomes grâce à un système d'automatisation de certaines tâches de conduite (allumage des phares, Park assist, freinage automatique).[10]

16. L'avenir pour l'Internet des Objets :

Selon de nombreux cabinets de conseil, l'avenir du marché de l'IoT reste florissant, malgré les préoccupations qu'il soulève. Le nombre d'appareils Internet des objets (IoT) dans le monde devrait presque tripler, passant de 8,74 milliards en 2020 à plus de 25,4 milliards d'appareils IoT en 2030. En 2020, le plus grand nombre d'appareils IoT se trouve en Chine avec 3,17 milliards d'appareils.

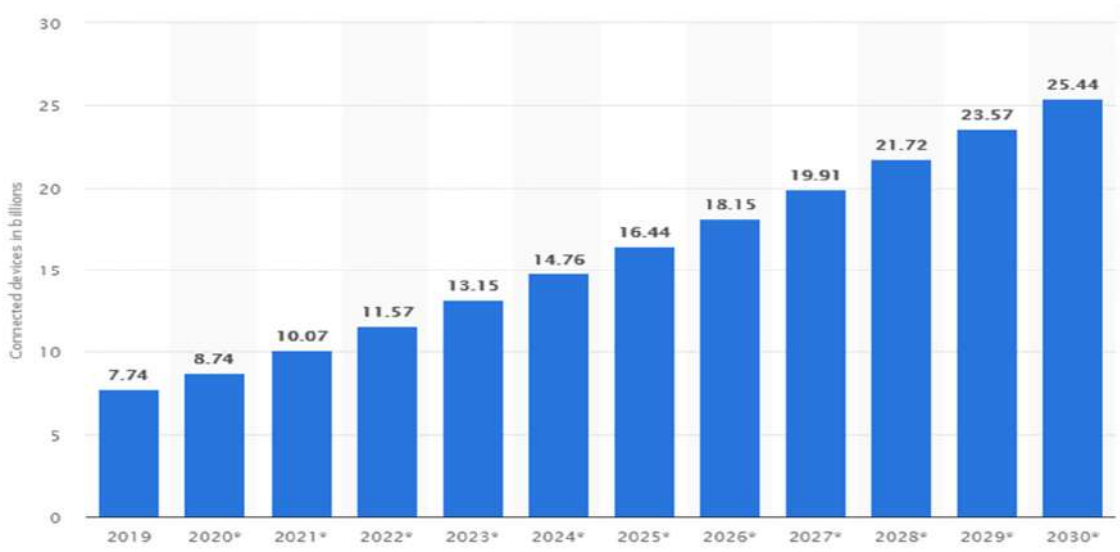


Figure I.10 : Nombre d'appareils connectés IoT dans le monde 2019-2030

Les appareils IoT sont utilisés dans tous les types de secteurs verticaux de l'industrie et de marchés grand public, le segment grand public représentant environ 60% de tous les appareils connectés IoT en 2020. Cette part devrait rester à ce niveau au cours des dix prochaines années.[11]

17. Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté une étude détaillée sur l'internet des objets, sa définition leur domaines d'application. Puis les principaux composant de IoT, et ses défis. Parmi les défis majeurs de l'IOT c'est la tolérance aux fautes qui est l'une des techniques assurant la sûreté de fonctionnement.

Chapitre II : L’oxymètre de pouls : matérielles et logicielles utilisés

1. Introduction :

La surveillance des patients à l'aide d'un oxymètre de pouls est une mesure de précaution importante, en particulier pour les patients sous sédatifs ou sous ventilation artificielle come les victimes d'accidents ou les patients qui ont des difficultés respiratoires come les victimes de la pandémie du COVIDE-19. Une baisse de la saturation artérielle en oxygène (SpO2) dans le sang peut entraîner des lésions cérébrales et, dans le pire des cas, la mort du patient.

Nous présentons dans ce chapitre, brièvement, les concepts de base des oxymètres, le matérielle utilisé pour notre oxymètre (le max30100, l'esp8266...), la méthode de programmation de l'esp8266 par l'éditeur de l'Adriano, et enfin aperçu sur la plateforme « Ubidots » qu'on a utilisée.

2. L'oxymètre de pouls :

Un oxymètre de pouls (ou saturomètre SpO2) est un dispositif médical non-invasif qui permet de mesurer en continu deux paramètres vitaux : le rythme cardiaque et le taux de saturation pulsée en oxygène de l'hémoglobine dans les capillaires sanguins.
L'oxymètre possède la forme d'un doigtier ou d'un pince-doigt et se place au niveau des doigts, des oreilles et des ailes du nez chez l'adulte ou au niveau des orteils et du pied pour les modèles pédiatriques.

Ce test a une fenêtre d'erreur de 2%. Cela signifie que la lecture peut être jusqu'à 2% plus élevée ou plus basse que votre niveau réel d'oxygène dans le sang. Ce test peut être légèrement moins précis, mais il est très facile à réaliser pour les médecins. Les médecins s'y fient donc pour des lectures rapides.[12]



Figure II.1 : Un appareil d'oxymétrie

2. 1 L'intérêt de l'oxymètre de pouls :

Simple à utiliser, non-invasif donc non-traumatisant pour le patient et permettant un suivi en continu de paramètres vitaux, cet appareil a de nombreuses applications dans des domaines médicaux variés. Il est largement employé par le personnel médical dans les services de soins ou lors d'une anesthésie générale. Il est de plus en plus utilisé par les particuliers souffrant de maladies respiratoires (asthme, BPCO ...), pour réaliser, sous contrôle d'un médecin, une auto surveillance à domicile. De manière générale, un oxymètre de pouls est recommandé quand une hypoxie est suspectée, car il permet de détecter rapidement les carences en oxygène.

2.2 Résultats de l'examen d'oxymétrie :

- Entre 94 et 98 % : la saturation en oxygène est bonne.
- Entre 90 et 93 % : elle est dite « assez bien ».
- En dessous de 90 % : elle est insuffisante. On parle de désaturation.[13]

2.3 Principe de fonctionnement de l'oxymètre de pouls :

Le principe d'absorbance va permettre de déterminer le taux de saturation en oxygène d'un milieu. En effet, selon la loi de Beer-Lambert, la quantité de lumière absorbée par un

milieu est proportionnelle à sa concentration en une espèce chimique donnée. Le capteur qui se place à l'extrémité du doigt est équipé d'un émetteur et d'un récepteur de lumière.
L'émetteur permet l'émission d'une lumière infrarouge et d'une lumière rouge grâce à deux Led. La lumière rouge a une longueur d'onde de 660 nm, la lumière infrarouge a une longueur d'onde de 950 nm. Ces deux lumières vont traverser la peau et vont être captées par un récepteur, constitué une photodiode, qui va les quantifier.[14]

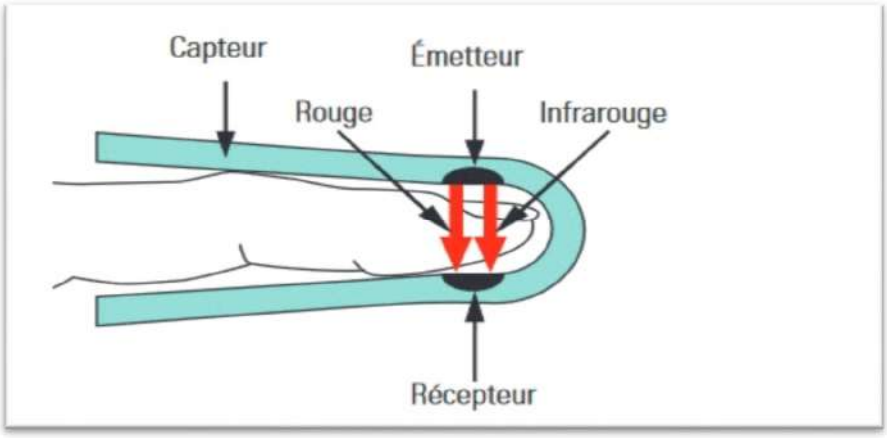


Figure II.2 : Principe de fonctionnement de l'oxymètre

3. matérielles et logicielles utilisés :

3.1 La carte ESP8266 :

La carte ESP8266EX fournit une solution SoC Wi-Fi hautement intégrée pour répondre aux demandes continues des utilisateurs en matière d'utilisation efficace de l'énergie, de conception compacte et de performances fiables dans l'industrie de l'Internet des objets. Avec les capacités de mise en réseau Wi-Fi complètes et autonomes, l'ESP8266EX peut fonctionner soit en tant qu'application autonome, soit en tant qu'esclave d'un MCU hôte. Lorsque ESP8266EX héberge l'application, il démarre rapidement à partir du flash. Le cache haute vitesse intégré permet d'augmenter les performances du système et d'optimiser la mémoire système. En outre, ESP8266EX peut être appliqué à n'importe quelle conception de microcontrôleur en tant qu'adaptateur Wi-Fi via des interfaces SPI/SDIO ou UART.

L'ESP8266EX intègre des commutateurs d'antenne, un amplificateur de puissance, un amplificateur de réception à faible bruit, des filtres et des modules de gestion de l'alimentation. La conception compacte minimise la taille du PCB et nécessite un minimum de circuits externes.

Outre les fonctionnalités Wi-Fi, l'ESP8266EX intègre également une version améliorée du processeur ***32 bits*** de la série *L106 Diamond* de *Tensilica* et de la SRAM sur puce. Il peut être interfacé avec des capteurs externes et d'autres appareils via les GPIO. [15]

3.1.1 Définitions des broches :

La figure suivante représente Disposition des broches de la carte ESP8266.

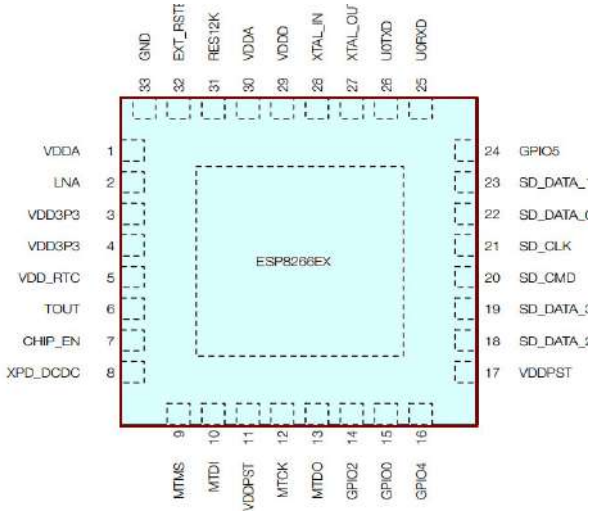


Figure II.3 : Disposition des broches (vue de dessus).

Tableau II. 1 : Caractéristiques de L'**ESP8266**

Categories	Items	Parameters
Wi-Fi	Certification	Wi-Fi Alliance
	Protocols	802.11 b/g/n (HT20)
	Frequency Range	2.4 GHz ~ 2.5 GHz (2400 MHz ~ 2483.5 MHz)
	TX Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: –91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: –75 dbm (54 Mbps)
		802.11 n: –72 dbm (MCS7)
	Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip
Hardware	CPU	Tensilica L106 32-bit processor
	Peripheral Interface	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/ADC/PWM/LED Light & Button
	Operating Voltage	2.5 V ~ 3.6 V
	Operating Current	Average value: 80 mA
	Operating Temperature Range	–40 °C ~ 125 °C
	Package Size	QFN32-pin (5 mm x 5 mm)
	External Interface	-
Software	Wi-Fi Mode	Station/SoftAP/SoftAP+Station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Software Development	Supports Cloud Server Development / Firmware and SDK for fast on-chip programming
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP
	User Configuration	AT Instruction Set, Cloud Server, Android/iOS App

3.1.2 La carte ESP8266 WeMos Lolin D1 Mini :

La carte WeMos lolin D1 Mini est basé sur le contrôleur ESP8266, conçu et produit par Espressif Systems à Shanghai. L'ESP8266 dispose d'un programme bootloader intégré, ce qui facilite le flashage de la carte avec le code de programme que nous créez.

Les points forts techniques et les points notables de la fiche technique ESP8266 WeMos D1 Mini sont :

- Facile à utiliser pour les projets IoT avec connexion micro-USB et WiFi intégré (IEEE 802.11 b/g/n)
- Faible consommation d'énergie en mode veille profonde (0,17 mA) et donc très bien adapté aux projets alimentés par batterie.
- Puissance de traitement rapide jusqu'à 160 MHz par rapport à 16 MHz pour l'ATmega328p (Arduino)
- Consommation électrique en veille < 1,0 mW

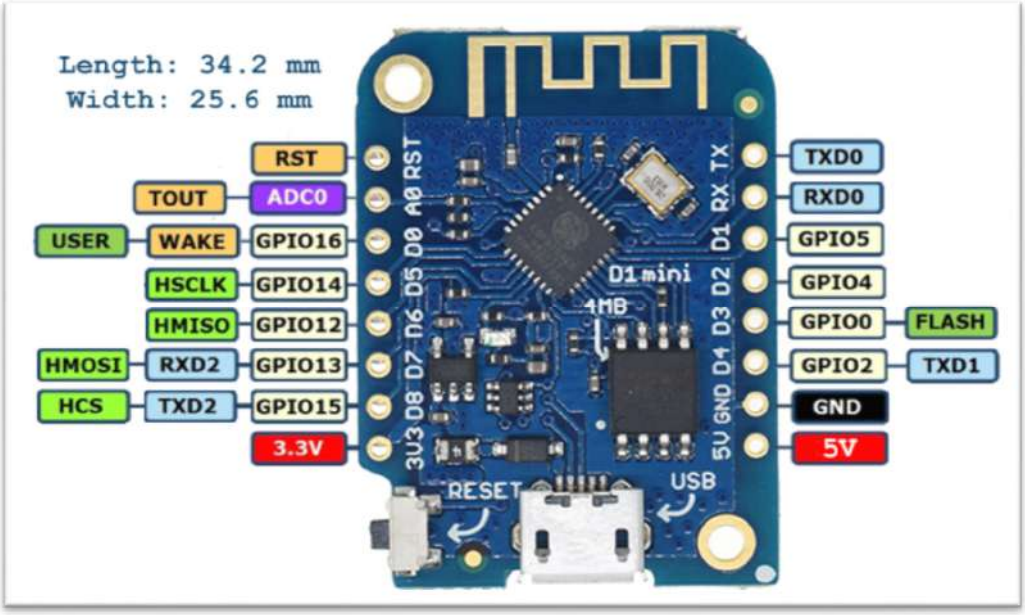


Figure II. 4 : le module ESP8266_LOLIN D1 mini

L'ESP8266 WeMos D1 Mini n'a qu'une seule broche de sortie 3,3 V et une seule broche de masse pour alimenter un circuit externe.

La broche 5V a soit la fonction d'alimentation pour l'ESP8266 avec des tensions comprises entre 4V et 6, soit peut-être utilisée comme sortie 4,67V lorsque l'ESP8266 WeMos D1 Mini est alimenté via USB. Par conséquent, vous pouvez également fournir des composants

électroniques nécessitant une tension d'alimentation de 5 V, car ces composants doivent également fonctionner avec une tension d'alimentation de 4,67 V. L'ESP8266 WeMos D1 Mini possède au total 9 broches d'entrée/sortie numériques. Toutes ces 9 broches peuvent créer des signaux PWM et avoir un courant de sortie maximum de 12mA. On peut également utiliser les deux broches UART qui ne sont pas étiquetées comme des broches numériques pour obtenir même 12 broches numériques. Malheureusement, l'ESP8266 n'a qu'une seule entrée analogique A0 qui est connectée en interne avec un convertisseur analogique-numérique (ADC) 10 bits pour convertir la tension analogique en 1024 valeurs numériques entre 0 et 1023.

3.1.3 ESP8266 WeMos D1 Mini et la Consommation d'énergie :

La consommation électrique de l'ESP8266 WeMos D1 Mini dépend évidemment des appareils électriques connectés et de la tâche qui est effectuée. Mais lorsque nous nous intéressons à la consommation d'énergie, la plupart du temps, nous voulons savoir comment réduire la consommation d'énergie électrique.

La figure suivante montre la consommation électrique de l'ESP8266 WeMos D1 Mini dans différentes configurations.

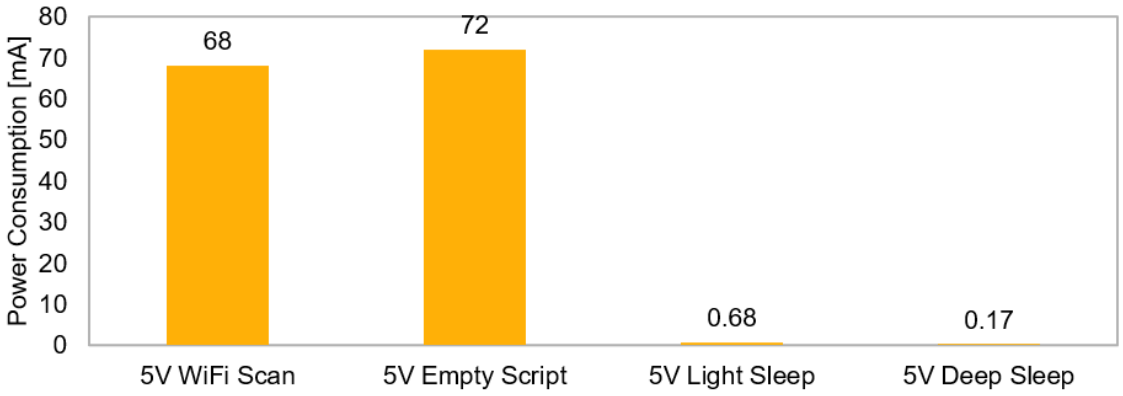


Figure II.5 : la consommation électrique de l'ESP8266 WeMos D1 Mini.

Lors d'un scan WiFi avec une alimentation 5V, la consommation de courant de l'ESP8266 WeMos D1 Mini est de 68mA. Malheureusement, nous pouvons mesurer une consommation électrique plus élevée de 72mA avec un script Arduino vide et une alimentation 5V.

L'ESP8266 dispose de plusieurs modes d'économie d'énergie que nous pouvons utiliser pour réduire davantage la consommation d'énergie. En mode d'alimentation LIGHT SLEEP, la consommation de courant n'est que de 0,68mA car le module WiFi et l'horloge système sont

désactivés et en mode DEEP SLEEP, la consommation de courant peut être réduite à 0,17mA afin que le CPU soit également désactivé.[16]

3.1.4 Les applications de l'ESP8266

L'ESP8266 a plusieurs applications, dont les quelles nous citons :

- Appareils ménagers.
- Automatisation de la maison.
- Prises et lumières intelligentes.
- Contrôle sans fil industriel.
- Des moniteurs pour bébé.
- Caméras IP.
- Réseaux de capteurs.
- Appareils électroniques portables.
- Appareils de localisation Wi-Fi.
- Étiquettes d'identification de sécurité.
- Balises du système de positionnement Wi-Fi

3. 2 Le max30100 :

Le MAX30100 est une solution complète de système d'oxymétrie de pouls et de capture de fréquence cardiaque conçue pour les exigences élevées des appareils portables.
Le MAX30100 offre une solution de taille totale très petite sans sacrifier les performances optiques ou électriques. Des composants matériels externes minimaux sont nécessaires pour l'intégration dans un appareil portable. Le MAX30100 est entièrement configurable via des registres et les données de sortie numériques sont stockées dans une FIFO de 16 valeurs.
Le FIFO permet au MAX30100 d'être connecté à un microcontrôleur ou un microprocesseur sur un bus partagé, où les données ne sont pas lues en continu à partir des registres du capteur.

3.2.1 Sous-système SpO2 :

Le sous-système SpO2 du MAX30100 est composé d'une annulation de la lumière ambiante (ALC), d'un CAN sigma delta 16 bits et d'un filtre à temps discret propriétaire. Le SpO2 ADC est un convertisseur sigma delta à sur échantillonnage en temps continu avec une résolution jusqu'à 16 bits.

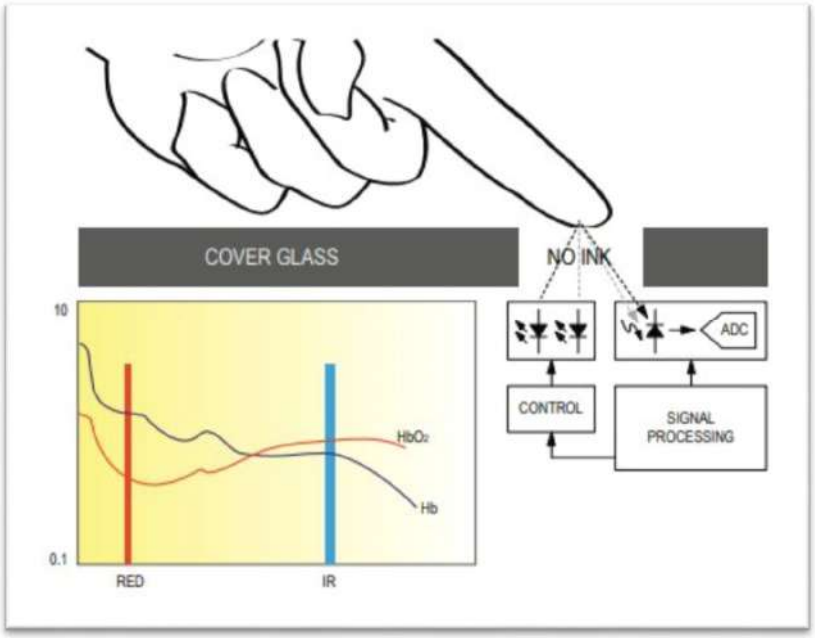


Figure II.6 : Schéma fonctionnel du système

3.2.2 Capteur de température

Le MAX30100 dispose d'un capteur de température sur puce pour (éventuellement) l'étalonnage de la dépendance à la température du sous-système SpO2.

L'algorithme SpO2 est relativement insensible à la longueur d'onde de la LED IR, mais la longueur d'onde de la LED rouge est indispensable pour une interprétation correcte des données.

La température les données du capteur peuvent être utilisées pour compenser l'erreur SpO2 Avec des changements de température ambiante.

3.2.3 Pilote de LED :

Le MAX30100 intègre des pilotes LED rouges et IR pour piloter LED à impulsions pour les mesures SpO2 et la fréquence cardiaque. Le courant de la LED peut être programmé de 0mA à 50mA avec une tension d'alimentation appropriée. La largeur d'impulsion LED peut être programmé de 200µs à 1.6ms pour optimiser la précision des mesures et la consommation d'énergie basées sur les cas d'utilisation.[17]

3.2.4 Broche Description :

La figure représente les broches d'E/S du capteur MAX30100.

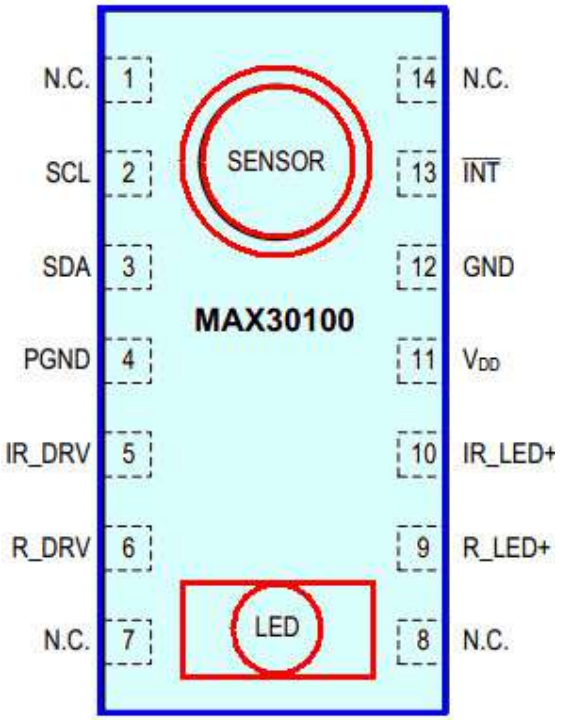


Figure II.7 : broches d'entrées/sorties du capteur MAX30100

Tableau II. 2 : Broche Description

Broche	NOM	FONCTION
1, 7, 8, 14	P.C	Pas de connexion. Connectez-vous à PCB Pad pour la stabilité mécanique
2	SCL	Entrée d'horloge I2C.
3	SDA	Données d'horloge I2C, bidirectionnelles (drain ouvert).
4	PGND	Mise à la terre d'alimentation des blocs de commande de LED.
5	IR_DRV	Cathode LED IR et point de connexion du pilote LED. Laisser flotter dans le circuit.
6	R_DRV	Cathode LED rouge et point de connexion du pilote LED. Laisser flotter dans le circuit.

9	R_LED+	Alimentation (connexion d'anode) pour LED rouge. Contournez le PGND pour de meilleures performances. Connecté à IR_LED+ en interne.
10	IR_LED+	Alimentation (connexion d'anode) pour LED IR. Contournez le PGND pour de meilleures performances. Connecté à R_LED+ en interne.
11	VDD	Entrée d'alimentation analogique. Dérivation vers GND pour de meilleures performances.
12	GND	Terre analogique
12	INT	Interruption active-faible (drain ouvert)

3.2.5 Schéma fonctionnel :

La figure suivante représente le schéma fonctionnel du capteur MAX30100

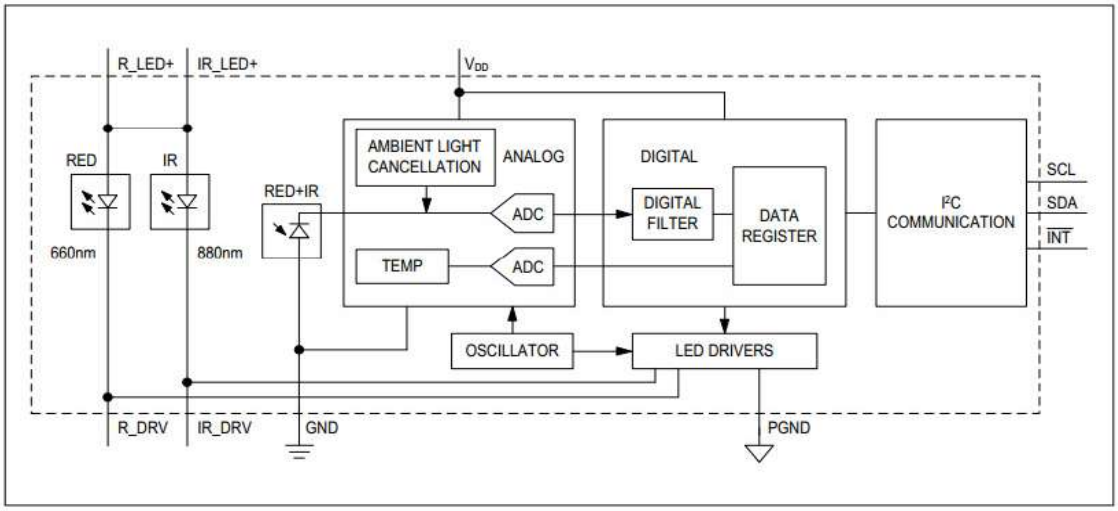


Figure II.8 : Schéma fonctionnel

3.2.6 Application principale :

Il existe plusieurs applications pour ce capteur, notamment :

- Dispositifs de surveillance médicale.
- Appareils portables (Smartphone, Smart Watch…).
- Appareils d'aide à la conditionnement physique.

3.2.7 Avantages et fonctionnalités :

Nous mentionnons les avantages suivants du capteur :

- Oxymètre de pouls complet et capteur de fréquence cardiaque La solution simplifie la conception.
- LED intégrées, capteur photo et Front-end analogique hautes performances.
- Minuscule 5,6 mm x 2,8 mm x 1,2 mm 14 broches optiquement Système dans le package améliorer.
- Le fonctionnement à très faible consommation augmente la durée de vie de la batterie pour Appareils portables.
- Taux d'échantillonnage et courant de LED programmables pour économies d'énergie.
- Courant d'arrêt ultra-faible (Shutdown Current) (0,7 µA, type).
- Annulation de la lumière ambiante intégrée.



Figure II.9 : Le module capteur MAX30100.

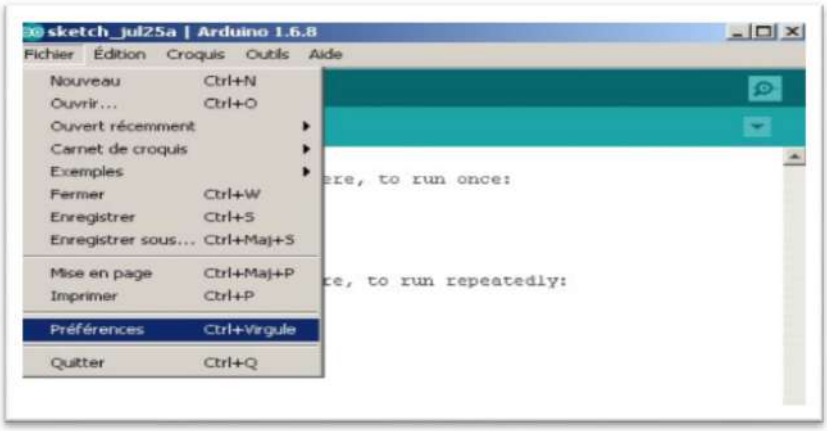
3.3 La programmation de l'esp8266 par l'éditeur de l'Adriano IDE :

Dans notre travail nous avons optés pour l'environnement de développement intégré Arduino (Arduino IDE) qui est une application multiplateforme (pour Windows, macOS, Linux) écrite dans des fonctions de C et C ++. Il est utilisé pour écrire et télécharger des programmes sur des cartes compatibles Arduino et autres.

Afin de programmer l'ESP8266, Des modules supplémentaires doivent être ajoutés à l'IDE Arduino en suivant les etapes suivants :

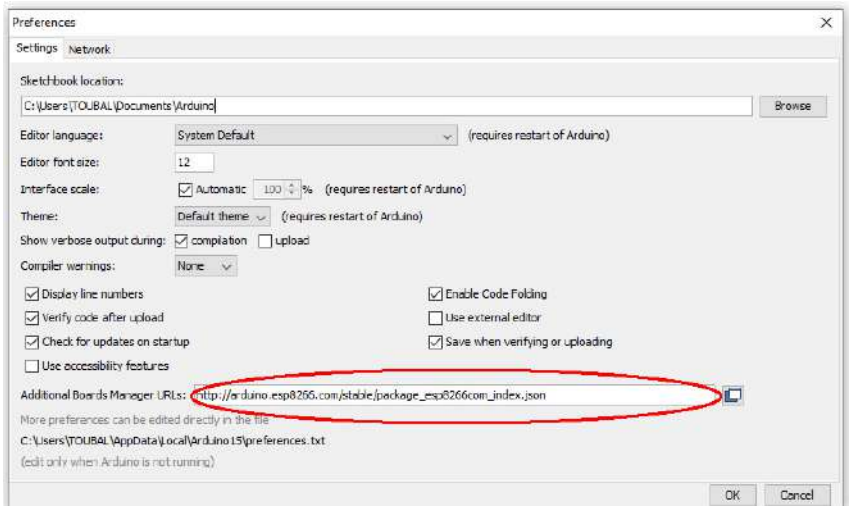
- **Étape n°1:** L'ajout de la carte ESP8266 sur l'IDE de L'Arduino.

- On ouvre l'IDE Arduino, Ensuite on clique sur : Fichier → Préférences



Dans la boite de dialogue des préférences, au champ intitulé "URL de gestionnaire de cartes supplémentaires", nous collons l'adresse suivant :

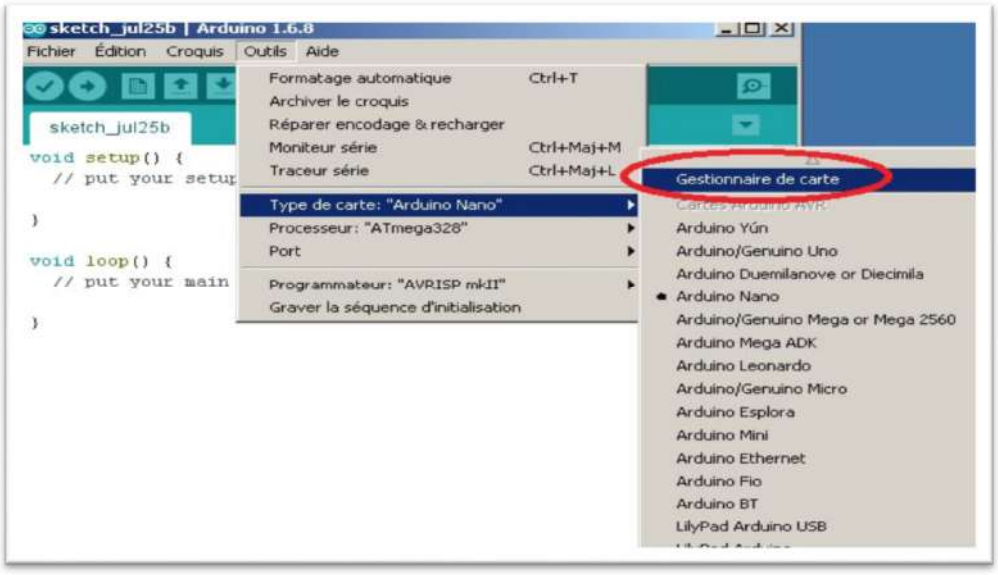
{ http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json }



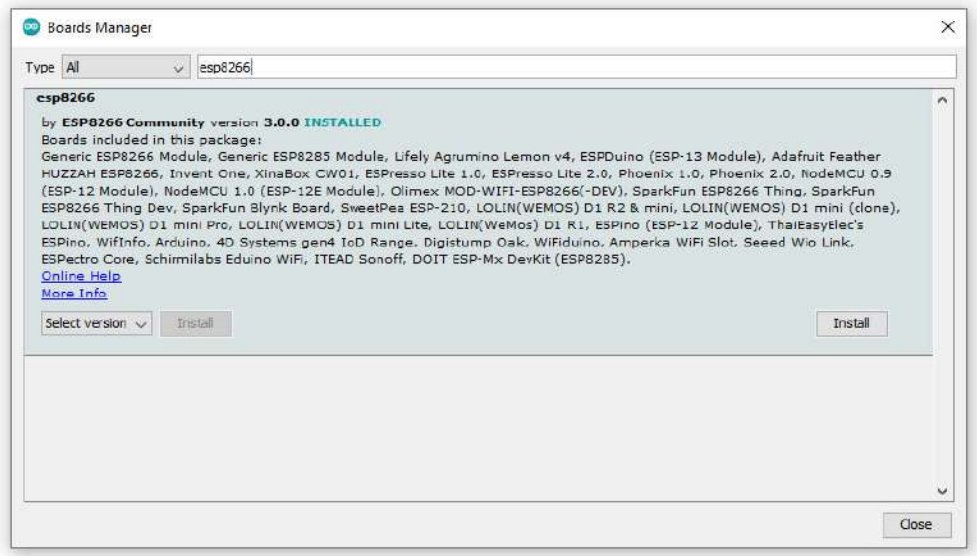
- Puis on valide cette étape en cliquant sur le bouton OK.

- **Étape n°2:** installation de la carte ESP8266 sur l'IDE de L'Arduino

- Pour installer la carte ESP8266 sur l'IDE de l'Arduino on clique sur : Outils →Type de carte → Gestionnaire de cartes :

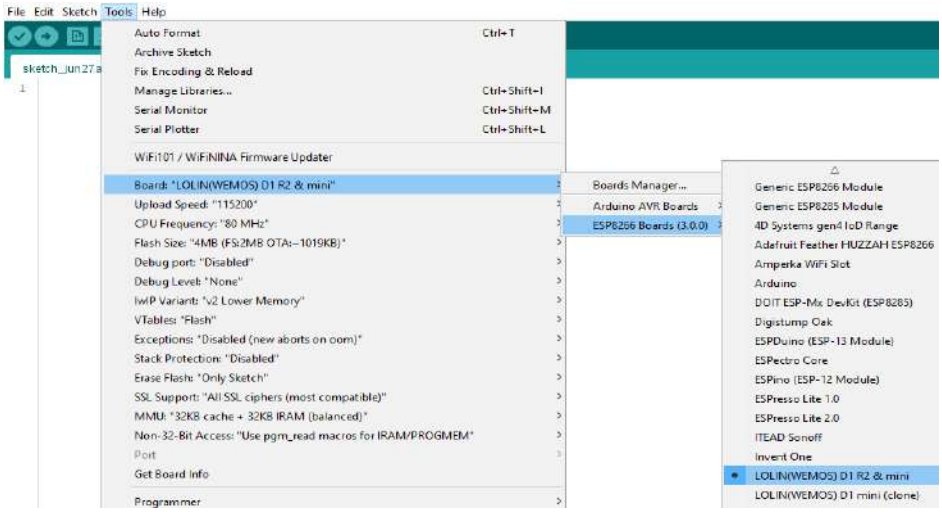


- Ensuite, dans le champ de recherche, on écrire "esp8266" et on installe la carte.



- **Étape n°3:** test

Après l'installation de la carte, nous pouvons la sélectionner via : Outils →Type de carte



A cette étape, nous pouvons écrire notre programme et le tester sur ESP8266.[18]

4. Définition la plateforme Ubidots :

La plateforme Ubidots permet le développement d'applications IoT pour les industriels et les particuliers dans les domaines de la santé, l'agriculture, les smart-cités ..etc. Elle est dotée de nombreuses fonctionnalités qui permettent par exemple de collecter des données issues de capteurs et de les visualiser via un Dashboard. Avec Ubidots, nous pouvons accéder aux historiques des données de production en temps réel sur une période pouvant s'étaler sur 2 ans. En outre, nous pourrons configurer et activer des événements et alertes conditionnels par SMS, e-mail etc...

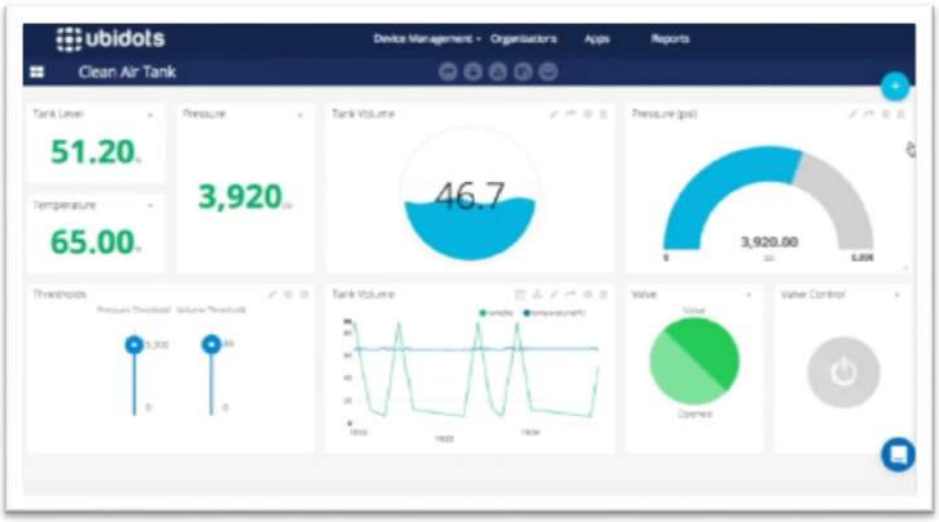


Figure II.10 : plateforme ubidots

Des API accessibles via les protocoles HTTP / MQTT / TCP / UDP, Ubidots fournit une connexion simple et sécurisée pour l'envoi et la récupération de données vers et depuis le service cloud en temps réel. Les développeurs peuvent intégrer leur propre code HTML/JavaScript afin de personnaliser l'interface de visualisation de données.[19]

4.1 Les composants de base :

Les composants de base de toute application Internet des objets alimentée par Ubidots sont: les appareils, les variables, le moteur de variables synthétiques, les tableaux de bord et les événements.

Une fois que vos appareils, vos variables et votre application générale sont assemblés, donnez à votre application quelques couches avec Ubidots Devise Management.[20]

4.2 Table des matières :

1. Appareils.
2. Variables
3. Moteur de variables synthétiques
4. Tableau de bord et visualisations
5. Événements.

A. Appareils

Un appareil Ubidots *(Ubidots Device)* est une représentation virtuelle d'une source de données ou simplement, un actif prenant des données de capteur et transmettant ces données via un protocole de connexion au cloud d'Ubidots.

B. Variables

Une fois qu'un appareil est créé et reçoit des données de votre matériel ou d'une autre source de données tierce, les données seront présentées sous leur forme brute ou calculée en tant que variable.

Les types de variables qui existent sont :

- Par défaut : données brutes provenant d'appareils (personnes comptées).
- Synthétique : correspondent aux opérations statistiques ou arithmétiques des variables par défaut dans un laps de temps déterminé (par exemple, trafic quotidien moyen ce mois-ci).

C. Moteur de variables synthétiques

Le moteur de variables synthétiques Ubidots (SV) est un moyen simple et efficace de créer des informations à partir des données brutes stockées dans le cloud d'Ubidots. En utilisant Ubidots SV Engine, les utilisateurs peuvent créer des variables synthétiques qui calculent et améliorent les données pour donner une décision basée sur les données à l'utilisateur d'une application alimentée par Ubidots.

D. Tableau de bord et visualisations :

Les tableaux de bord sont les interfaces homme-machine où les données sont facilement visualisées. Votre compte Ubidots vous permettra de créer autant de tableaux de bord que nécessaire, contenant des widgets et des visualisations de données pour comprendre vos données en un coup d'œil.

E. Événements :

Dans Ubidots, les événements sont des messages déclenchés et livrés par e-mail, SMS, télégrammes, appel vocal ou messages basés sur une règle de conception personnalisée créée dans l'application.

4.3 Types d'événements :

- Lorsque les lectures du capteur atteignent une valeur spécifique.
- La variable est inactive pendant un laps de temps spécifique.
- Lorsqu'un appareil entre ou sort d'une zone spécifique (geofence).

5. Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté une étude détaille sur l'oxymètre de pouls, et afin de développer un moniteur du taux d'oxygène dans le sang comme un objet IOT, pour ce faire, nous avons utilisé L'ESP8266, le max30100 ainsi que la plate-forme Ubidots. Dans ce chapitre, nous avons mis en évidence la carte Esp8266, le capteur d'oxymétrie et de rythme cardiaque max30100, la plateforme Ubidots et la méthode de programmation de la carte Esp8266 par l'éditeur de l'Arduino.

Chapitre III

Conception et réalisation de l'oxymètre de pouls connecté à Internet.

1. Introduction :

Après avoir mentionné dans le chapitre précédent les composants électroniques utilises, la méthode de programmation de l'esp8266 via l'éditeur Arduino IDE ainsi qu'un aperçu sur la plateforme IoT utilisée, on va consacrer ce chapitre à la conception et la réalisation de notre propre oxymètre de pouls connecté à l'internet, nous allons présenter, en détaille, les étapes de réalisation de notre oxymètre. On va commencer par le schéma de câblage du max30100 avec l'esp8266, ensuite une explication détaillée de la partie programmation avec des organigrammes, la configuration et la communication avec la plateforme Ubidots, et on termine par des tests et des résultats.

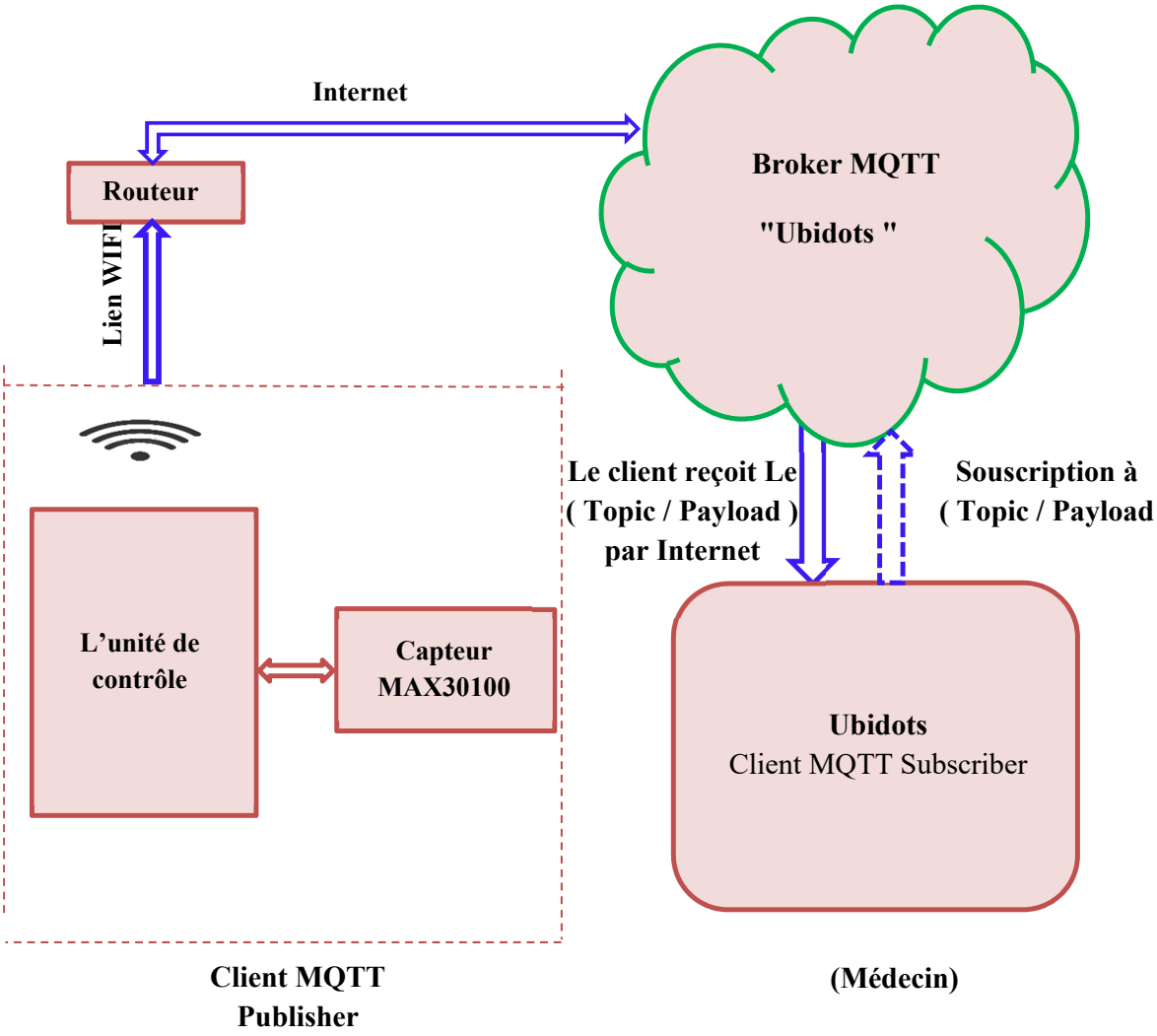
2. Le principe de fonctionnement de notre système :

Pour une bonne surveillance médicale, notre projet consiste à créer un système de télésurveillance à base de l'ESP8266 avec capteur MAX30100 pour collecter, en permanence, le taux d'oxymétrie (Spo2) et la fréquence cardiaque du patient. Ces données transmis vers la platform Ubidots pour que le personnel de santé puisse les consulter et recevoir des alertes via des SMS, des E-mails et même des appels téléphoniques automatique chaque fois que les valeurs lus vont au-delà des valeurs critiques préconfigurées.

Ce système contribuera à réduire le nombre de patients hospitalisés, et de libérer le personnel de la sante pour se concentrer sur les cas critiques et de réduire le contact du staff médical avec les patients qui ont des maladies infectieuses comme le covid19.

3. Schéma synoptique de notre système :

Un synoptique désigne une présentation, en général graphique, qui permet de saisir d'un simple coup d'œil un ensemble d'information liées ou un système complexe. L'objectif de notre synoptique est d'évoque l'idée de voir les liens entre les blocs hard et soft de notre réalisation.



FigureIII.1 : Schéma synoptique de notre système

- **L'unité de contrôle**

Ce bloc est le cœur de notre réalisation il contient la carte ESP8266. Cette dernière est programmée par l'éditeur de l'Adriano, elle est chargée d'initialiser, de configurer et de communiquer avec le capteur d'oxymétrie Max30100 via le bus I2C, d'arranger les données reçues dans un paquet et les communiquer avec la plateforme Ubidots par internet en utilisant le module WIFI intégré dans cette carte.

- **Le capteur max30100**

Ce bloc est chargé de fournir, en continu, les données sur le taux d'oxymétrie (Spo2) et la fréquence cardiaque du patient.

- **L'interface de la Plateforme Ubidots**

Cette interface est utilisée pour enregistrer les donnes reçus de l'oxymètre sur le cloud et de rendre ces données accessibles, par ceux qui concerne, de n'importe où dans le monde. On a aussi utilisé cette interface pour générer des alertes en cas d'anomalies sous formes des Emails, des SMS et même des appels téléphoniques automatiques.

4. Câblage du capteur max30100 avec ESP8266 :

Le schéma électrique du module max30100 est illustré dans la figure suivante. Comme nous pouvons le voir ici, il existe deux régulateurs de tension, le premier donnera une sortie constante de 3,3 V, où l'entrée peut être comprise entre 1,8 et 5,5 V. le deuxième régulateur donnera une sortie constante de 1,8 V lorsque l'entrée est de 3,3 V. Ce régulateur est utilisé pour alimenter le module de détection max30100 qui ne nécessitait que 1,8 V.

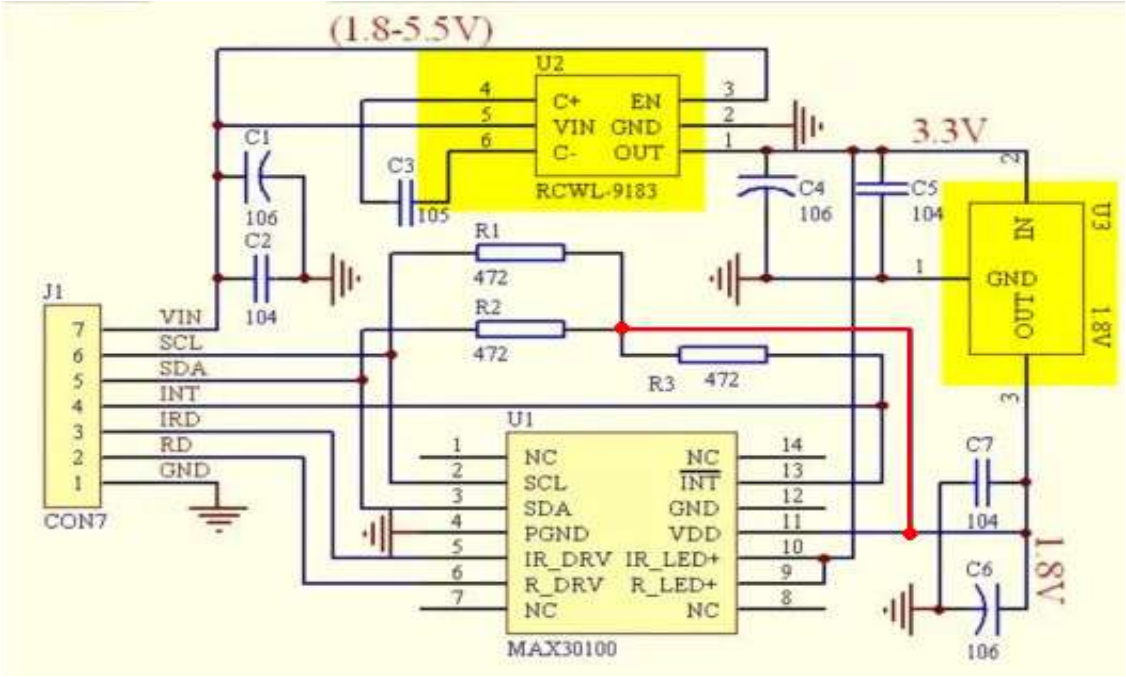


Figure III.2 : Le schéma électrique du module max30100.

Comme nous pouvons le voir ici, il existe deux régulateurs de tension U2 et U3, le régulateur U2 donnera une sortie constante de 3,3 V, où l'entrée peut être comprise entre 1,8 et 5,5 V. le deuxième régulateur (U3) donnera une sortie constante de 1,8 V lorsque l'entrée est de 3,3 V. Ce régulateur est utilisé pour alimenter le capteur max30100 qui ne nécessitait que 1,8 V.

Le problème principal c'est la line de connexion en rouge, comme on peut le voir, il y a trois résistances pull-up, mais ils sont connectés à 1.8v. Notre microcontrôleur est basé sur 3.3v, ainsi, ces résistances de pull up ne font les lignes de données SDA et SCL tirées ni vers 3.3v ni vers GND.

À cause de cette connexion, les données envoyées du capteur au microcontrôleur sont corrompues et nous obtenons des réponses d'erreur telles que « Initializing pulse oximeter…FAILED ». En plus, le capteur devient incapable de communiquer avec le microcontrôleur, celui-ci ne recevra jamais de commande pour lire le rythme cardiaque et le niveau d'oxygène, donc la LED rouge, qui indique que le module est initialisé, ne s'allumera jamais.

La solution est de connecter ces trois résistances pull-up au réseau 3.3v. mais comment le connecter ou où le connecter.

Il y a deux façons de le faire.

- 1ere méthode : Nous coupons cette ligne, en rouge, dans le circuit imprimé du module, et nous connectons ces résistances de rappel avec la broche 3.3v du régulateur.
- 2eme méthode : Nous enlevons ces 3 résistances et nous connectons des résistances externes de 4,7 kilo ohms entre les lignes de données du capteur (SDA et SCL) et le pin de 3.3V. [21] . Nous avons opté cette méthode comme illustré dans la figure suivante

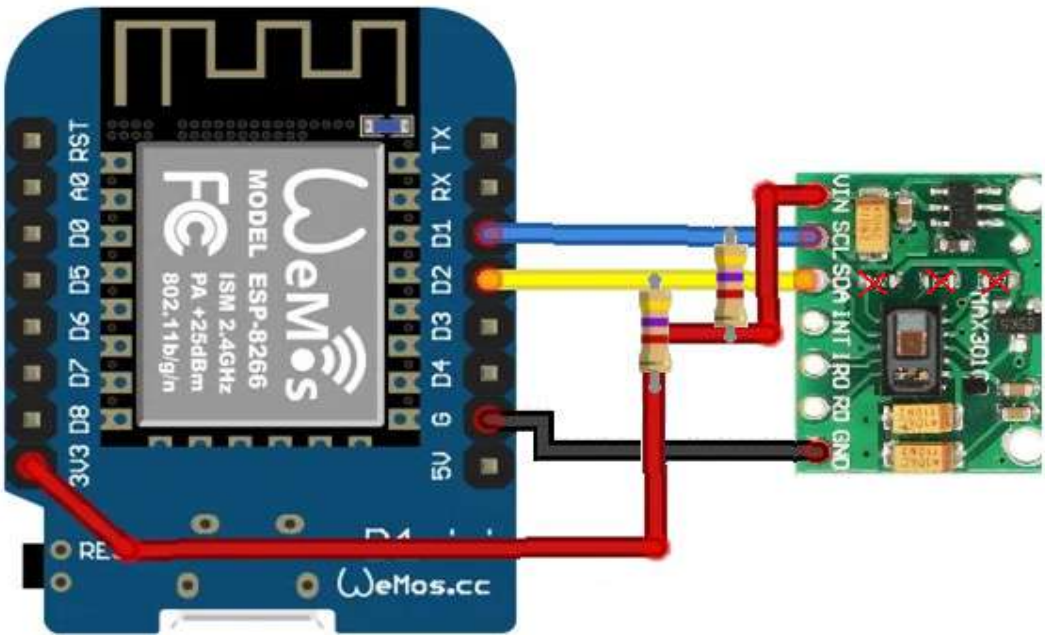


Figure III.3 : Montage du capteur max30100 avec ESP8266.

Le fil bleu c'est le SCL (horloge série) tandis que fil jaune est le SCL (données série) du bus I2C. Le module MAX30100 communique via le bus I2C. Nous connectons ses broches SCL et SDA au broches D1 et D2, respectivement, de la carte ESP8266. L'alimentation requise par le MAX30100 est de 3,3V. donc nous connectons sa borne Vin au 3,3V de l'ESP8266.

4.1 Protocol I2C :

Le bus I2C (IIC : Inter-Integrated Circuit) permet les connexions de circuit intégrés à proximité (1m). Les caractéristiques électriques et le protocole de communication ont été déposés par Philips, l'I2C est devenu un standard industriel utilisé par de très nombreux constructeurs. C'est un bus de communication séries synchrones. La fréquence de transfert est comprise entre 100KHz et 400KHz.

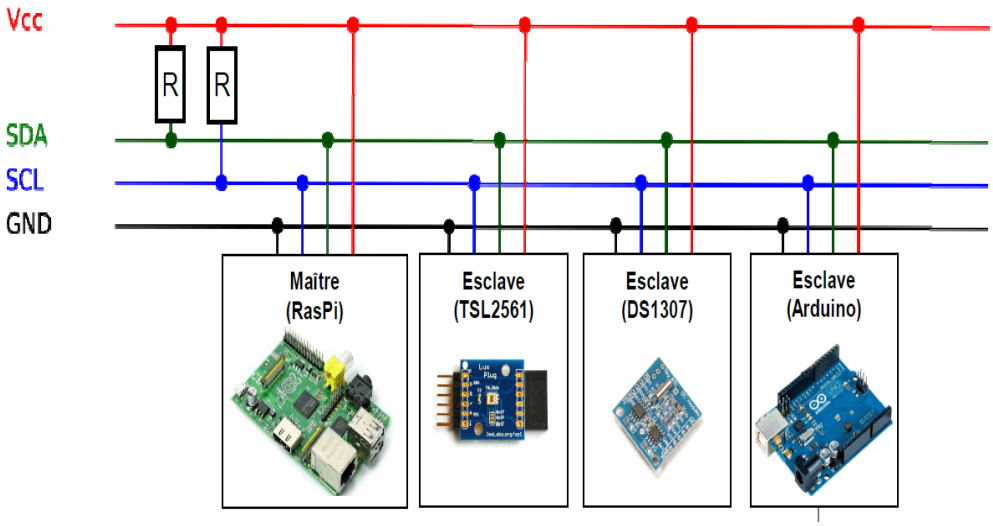
Le bus est piloté par un maitre (MASTER) qui génère l'horloge de communication et tous les autres circuits sont esclaves (SALVES), ils reçoivent tous la même horloge issue du maitre, par conséquent, Le dialogue est toujours initié par le maître (**condition Start**) et terminé par le maître (**condition Stop**).

Le bus I2C est constitué de deux fils de communication, qui doivent se connecter à des résistances PULL_UP, plus une référence de tension qui est la masse :

- **SDA** (Serial Data Line) : ligne de données bidirectionnelle, half-duplex
- **SCL** (Serial Clock Line): horloge de synchronisation bidirectionnelle

4.2 Exemple de connections de plusieurs périphériques I2C :

La figure montre un exemple de connections de plusieurs périphériques I2C



FigureIII.4 : Exemple de connexions I2C

4.3 Quelques exemples d'esclaves :

- **DS1307:** horloge temps réel (Real Time Clock)
  - Adresse 7 bits (1 1 0 1 0 0 0)
- **MAX517** / **MAX 518** : convertisseur numérique analogique (DAC) de résolution 8 bits
  - Adresse 7 bits (0 1 0 1 1 A1 A0)
  - A1 et A0 correspondent aux niveaux logiques appliqués à ces 2 entrées
  - On peut donc connecter jusqu'à 4 boîtiers MAX517 / MAX518 sur un bus I2C
- **DS1631** / **DS1731**: thermomètre numérique
  - Adresse 7 bits (1 0 0 1 A2 A1 A0)
  - A2, A1 et A0 correspondent aux niveaux logiques appliqués à ces 3 entrées
  - On peut donc connecter jusqu'à 8 boîtiers DS1631 / DS1731 sur un bus I2C
- **24xx64**: EEPROM série 64 kbits
  - Adresse 7 bits (1 0 1 0 A2 A1 A0)
  - A2, A1 et A0 correspondent aux niveaux logiques appliqués à ces 3 entrées
  - On peut donc connecter jusqu'à 8 boîtiers 24xx64 sur un bus I2C (soit 512 kbits)

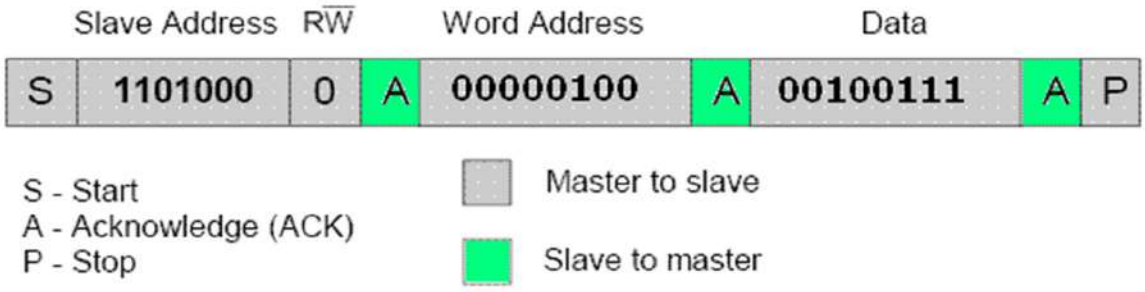
La plupart du temps, le nombre maximum d'esclaves pouvant être connectés au BUS I2C dépend de l'adresse de l'esclave. Si l'adresse de l'esclave est de 7 bits, le nombre d'esclaves pouvant être connectés au BUS I2C est de $\mathbf{2^7} = 128$. Chaque esclave est doté d'une adresse unique pour communiquer avec le maitre, donc c'est le maitre qui va décider avec qui voudra communiquer tout en précisant l'adresse de l'esclave. L'étape suivante montre comment est établit la communication entre le maitre et ses esclaves :

1. Tout d'abord, le maître émet une condition de démarrage pour informer tous les esclaves afin qu'ils écoutent la ligne de données série.
2. Le maître envoie l'adresse de l'esclave cible qui est comparée à toutes les adresses des esclaves connectés aux lignes SCL et SDL. L'esclave concerné est sélectionné et tous les esclaves restants sont déconnectés des lignes SCL et SDL.
3. Le maitre envoie ensuite une commande d'écriture à l'esclave cible.

4. L'esclave sélectionné répond par un accusé de réception au maître, après quoi la communication est établie entre le maître et l'esclave sur le bus de données.

5. Le maître et l'esclave reçoivent et transmettent les données selon que la communication est en lecture ou en écriture. [23]

Exemple de trame utilisée par le bus I2C :



FigureIII.5 : Exemple de trame utilisée par le bus I2C**.**

5. La plateforme Ubidots :

La plateforme Ubidots permet le développement d'applications IoT pour les industriels et les particuliers dans les différents domaines. Ils existent deux types d'usage cette plateforme, l'Ubidots et Ubidots STEM :

A. Ubidots STEM : ce type d'utilisation est gratuit et limité à un usage non commercial uniquement (éducation personnelle, recherche IoT ou projets de bricolage).

Capacité :

- Appareils : 3 appareils gratuits.
- Variables : jusqu'à 10 variables par appareil.
- Débit de données : 1 requête par seconde, sur tous vos appareils.
- Conservation des données : 1 mois.
- Tableaux de bord : jusqu'à 3 tableaux de bord, avec jusqu'à 10 widgets chacun.
- SMS & appels vocaux : 10 SMS et 1 appel vocal gratuits par mois.
- E-mails : 100 e-mails gratuits par mois.

B. Utiliser les Ubidots :

✓ Les passionnés d'IoT dont les connaissances leur permettent de résoudre des problèmes commerciaux à l'aide des technologies IoT et souhaitent créer une entreprise IoT autour de cela.

✓ Entrepreneurs IoT cherchant à accélérer la mise sur le marché sans avoir à embaucher une équipe logicielle pour développer une application IoT complète.

- ✓ Ingénieurs IoT au sein d'organisations existantes, cherchant à accélérer leurs initiatives IoT internes.

Capacité :

- Appareils : de 1 à des milliers d'appareils (varie selon le plan).
- Variables : jusqu'à 20 variables par appareil.
- Extraction de données : à partir de 20 millions de points par mois (varie selon le plan).
- Débit de données : 4 requêtes par seconde, sur tous vos appareils.
- Conservation des données : 2 ans.
- Tableaux de bord : tableaux de bord et widgets illimités.

- SMS et appels vocaux : alertes illimitées. Prix basés sur le pays de réception. [24]

5. 1 Configuration des Ubidots STEM :

Etap1 : configuration la plate-forme Ubidots

Avant de passer à la partie programmation, configurons la plate-forme Ubidots pour notre solution.

- Visitez ubidots.com.



- Appuyez sur « sign up »

click sur « TAKE ME TO UBIDOTS STEM ».



Entre : le nom d'ubidots, Votre email et Mot de passe.



- Choisir « My IoT project is for personal, non-commercial use. »
- Puis click sur « sign up forn free ».

Etap2 : Création d'un appareil dans Ubidots :

Accédez à mon compte, cliquez sur les appareils, créez un nouvel appareil, sélectionnez un appareil vide, entrez le nom de l'appareil puis cliquez sur cette coche verte pour créer l'appareil. L'appareil est créé avec succès.



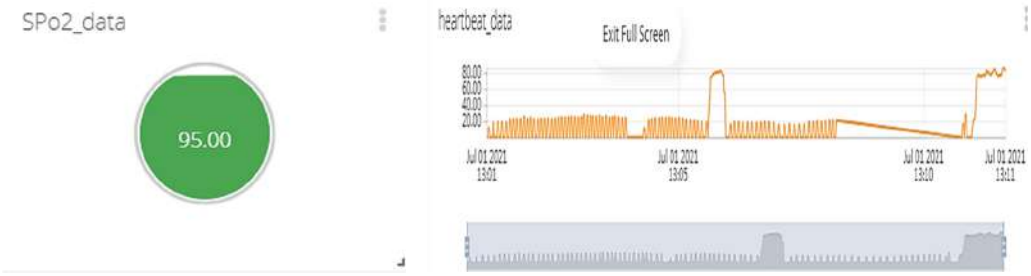
- Cliquez sur l'appareil fraîchement créé,

- Cliquez sur ajouter une variable, puis choisissez l'option Raw, renommez maintenant cette variable avec un nom. C'est tout, variable également créée avec succès.



Pour créer un tableau de bord, allez dans « Données » -> « Tableaux de bord », Cliquez sur l'icône « Tableau de bord » en haut à gauche de l'interface utilisateur, Conservez tous les champs par défaut puis créez-le.

Choisissez sur ajouter un nouveau widget, vous serez invité avec un tas d'options de visualisation de données, choisissez-en une.



Etap3 : Création d'événements et d'alertes conditionnels.

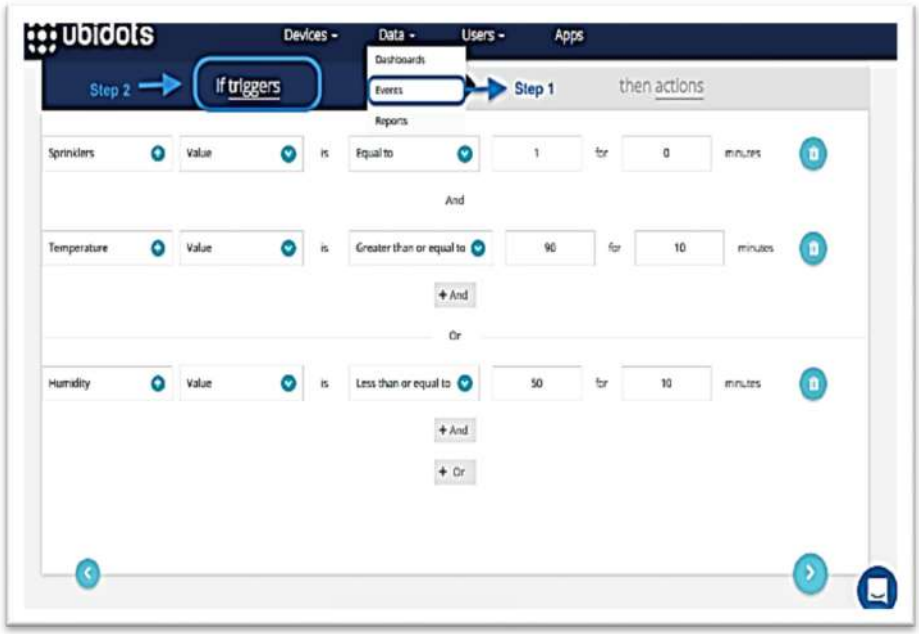
Ubidots prend déjà en charge les événements intégrés pour nous permettre d'envoyer des alertes et des notifications à ceux qui ont besoin de savoir, quand ils ont besoin de savoir.

Les intégrations prédéfinies d'Ubidots incluent :

- Notifications par email
- Notifications SMS
- Événements de webhook
- Notifications de télégramme
- Notifications Slack
- Notifications d'appels vocaux

- Retour à la notification normale
- Notifications de clôture géographique

Création d'un événement conditionnel

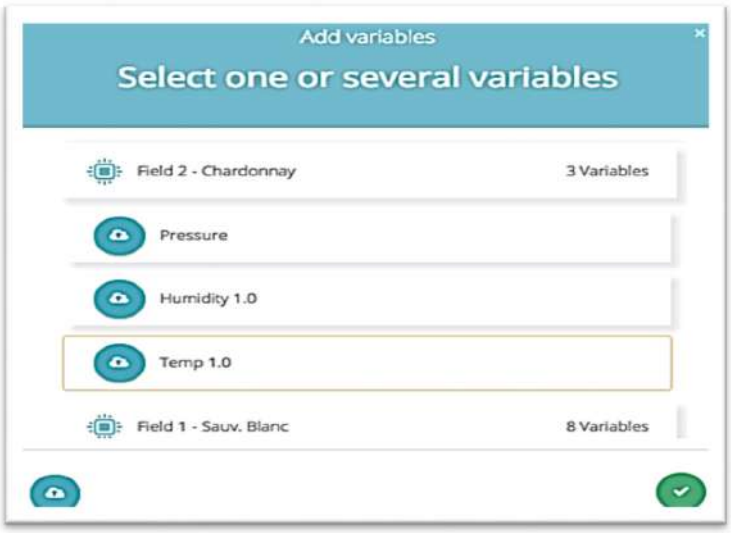


Étape 1 : sélectionnez Événements (dans la liste déroulante Données).

Étape 2 : Cliquez sur le bouton Ajouter en haut à droite.

Sélectionnez un appareil : APPAREIL A (un appareil par expression conditionnelle ; plusieurs appareils peuvent être ajoutés à l'aide des conditions AND/OR)

Élection d'une variable : température (une variable par appareil peut être sélectionnée à la fois.



Établir une logique d'événement, vous pouvez choisir soit :

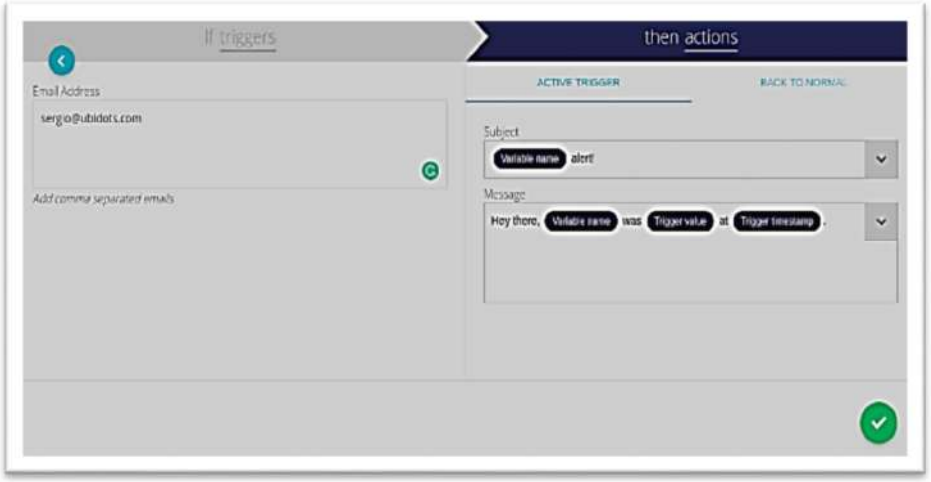
- Si la valeur est supérieure à 90, pendant 60 minutes.
- Si la variable n'a pas été mise à jour depuis 10 minutes.
- Si la position de l'appareil entre/sort d'une barrière géographique pendant 1 minute.
- (FACULTATIF) : ajoutez des déclencheurs de périphérique et de variable

(FACULTATIF) : ajoutez des déclencheurs de périphérique et de variable supplémentaires en ajoutant des instructions AND ou OR supplémentaires. Cliquez sur le bouton +Et ou +Ou pour ajouter une expression de déclenchement If supplémentaire. Sélectionnez l'onglet Actions Puis pour exécuter l'événement ou l'alerte planifié (SMS, e-mail, télégramme, Slack et/ou Webhook)

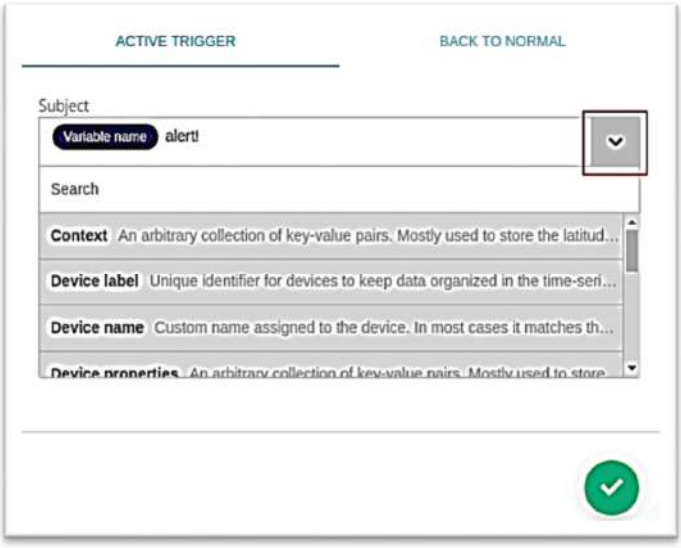


REMARQUE IMPORTANTE Les alertes SMS prennent en charge jusqu'à 140 caractères. En cas de dépassement, le corps du message sera coupé à cette longueur.

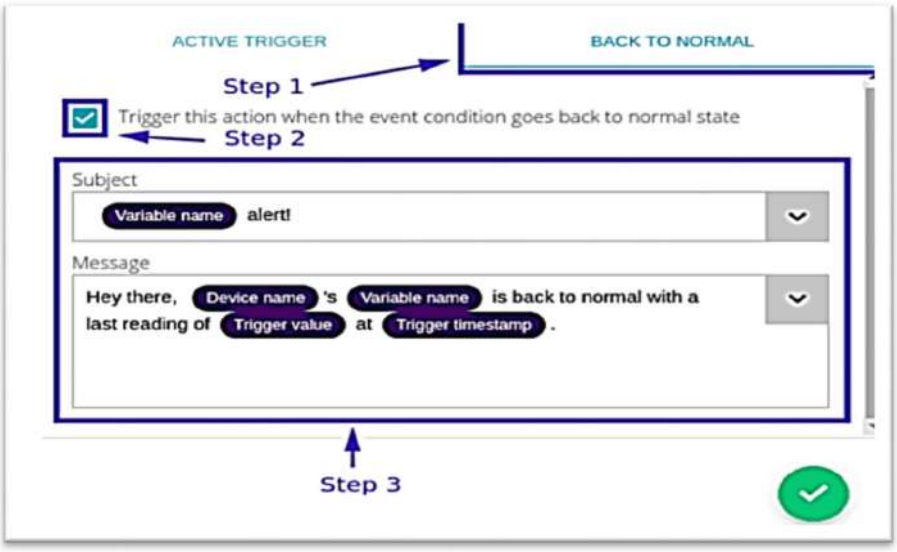
Configurez l'avis d'événement :



- Écrivez un message au médecin



Créer une notification "Retour à la normale"

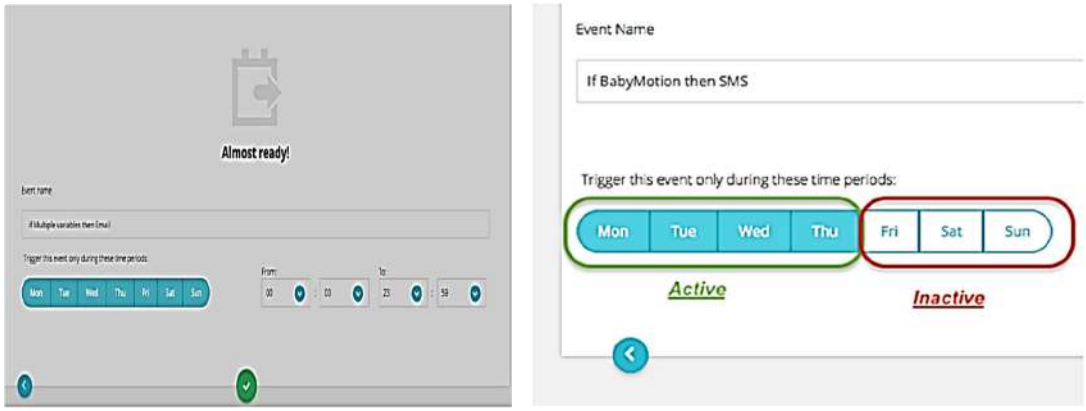


Step1 : Sélectionnez l'onglet « RETOUR À LA NORMALE » dans l'onglet Actions de l'événement.

Step e 2 : Cochez la case « Déclencher cette action » pour vérifier que vous souhaitez recevoir une notification de « retour à la normale ».

Step 3 : Ajoutez le texte de notification personnalisé comme bon vous semble.

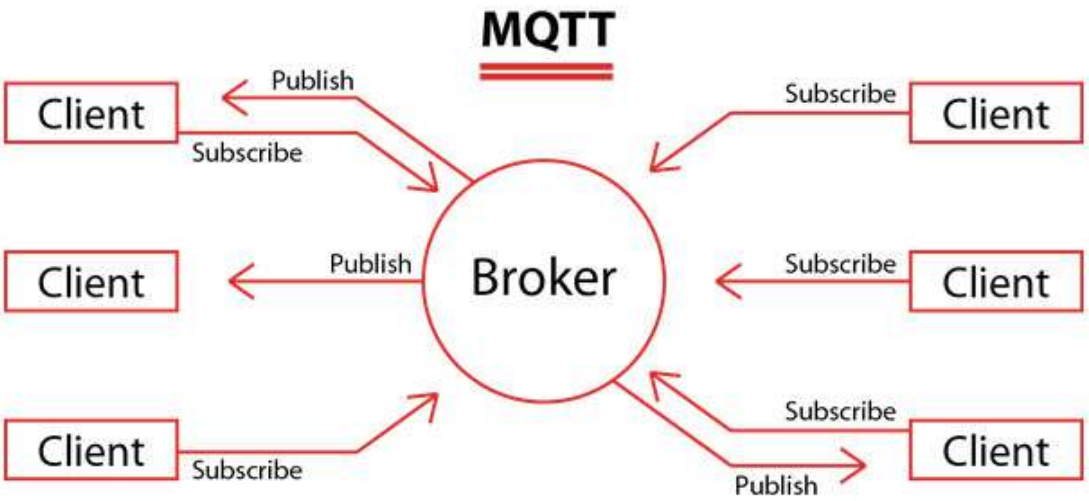
Déterminez la fenêtre d'activité dans laquelle les événements peuvent/ne peuvent pas être exécutés. [25]



- Confirmez vos événements

5.2 Le protocole MQTT :

La communication entre l'oxymètre et la plateforme Ubidots utilise le protocole MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) qui est un protocole réseau léger de publication-abonnement qui transporte les messages entre les appareils. Le protocole s'exécute généralement sur TCP / IP ; cependant, tout protocole réseau qui fournit des connexions ordonnées, sans perte et bidirectionnelles peut prendre en charge MQTT. Il est conçu pour les connexions avec des emplacements distants où une "petite empreinte de code" est requise ou la bande passante réseau est limitée.



FigureIII.6 : Le protocole MQTT

La figure reprend des sources publiant des données/messages vers un broker. Ce dernier agit comme un distributeur et renvoie ces données/messages vers les clients ayant demandé à être notifiés par souscription. [26]

6. Explication le programme par l'organigramme :

6.1 sous-programmes de la fonction reconnecte :

Cette fonction est exécutée en continu dans l'esp8266 pour assurer qu'il est toujours connecté à internet.

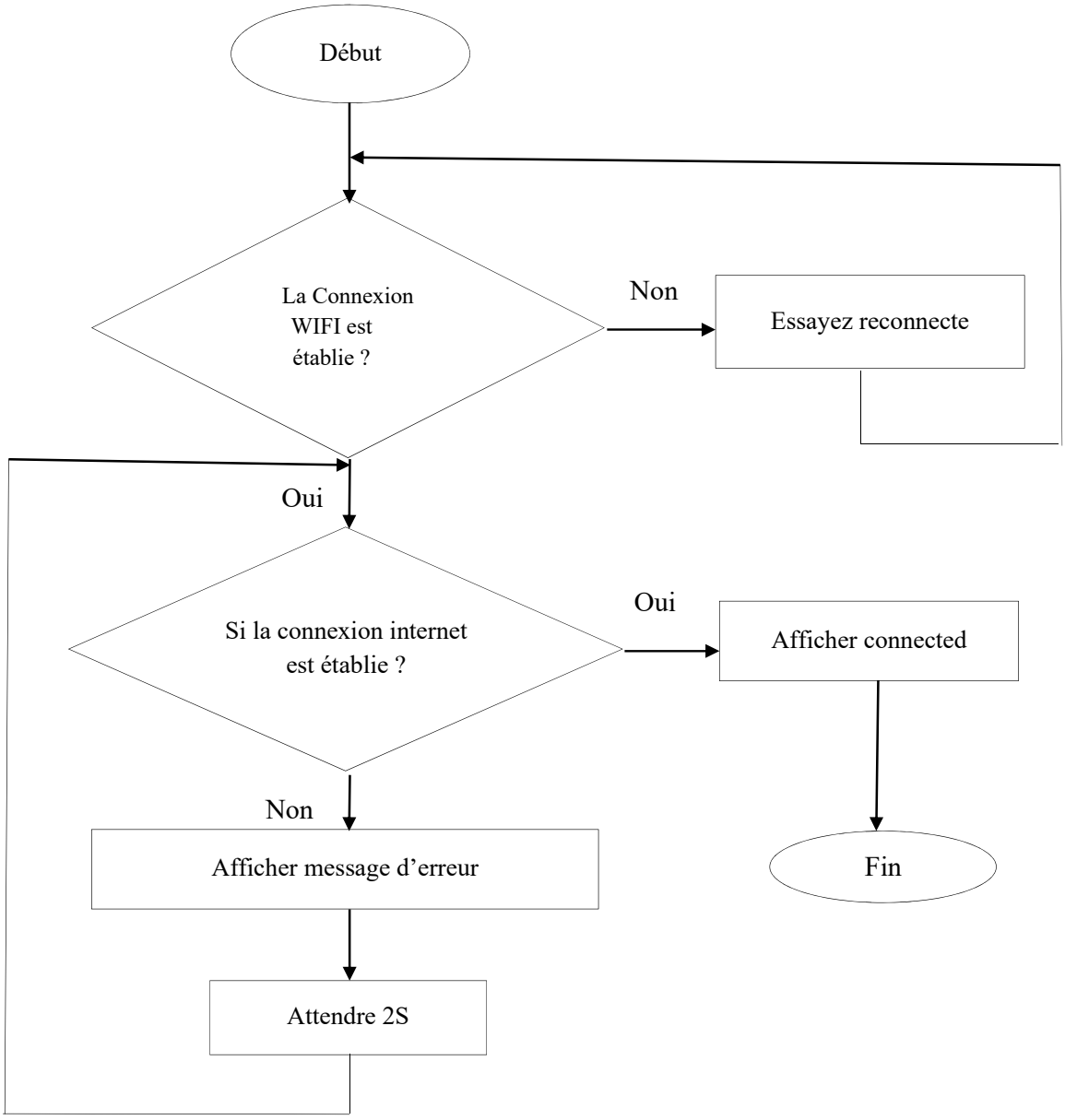
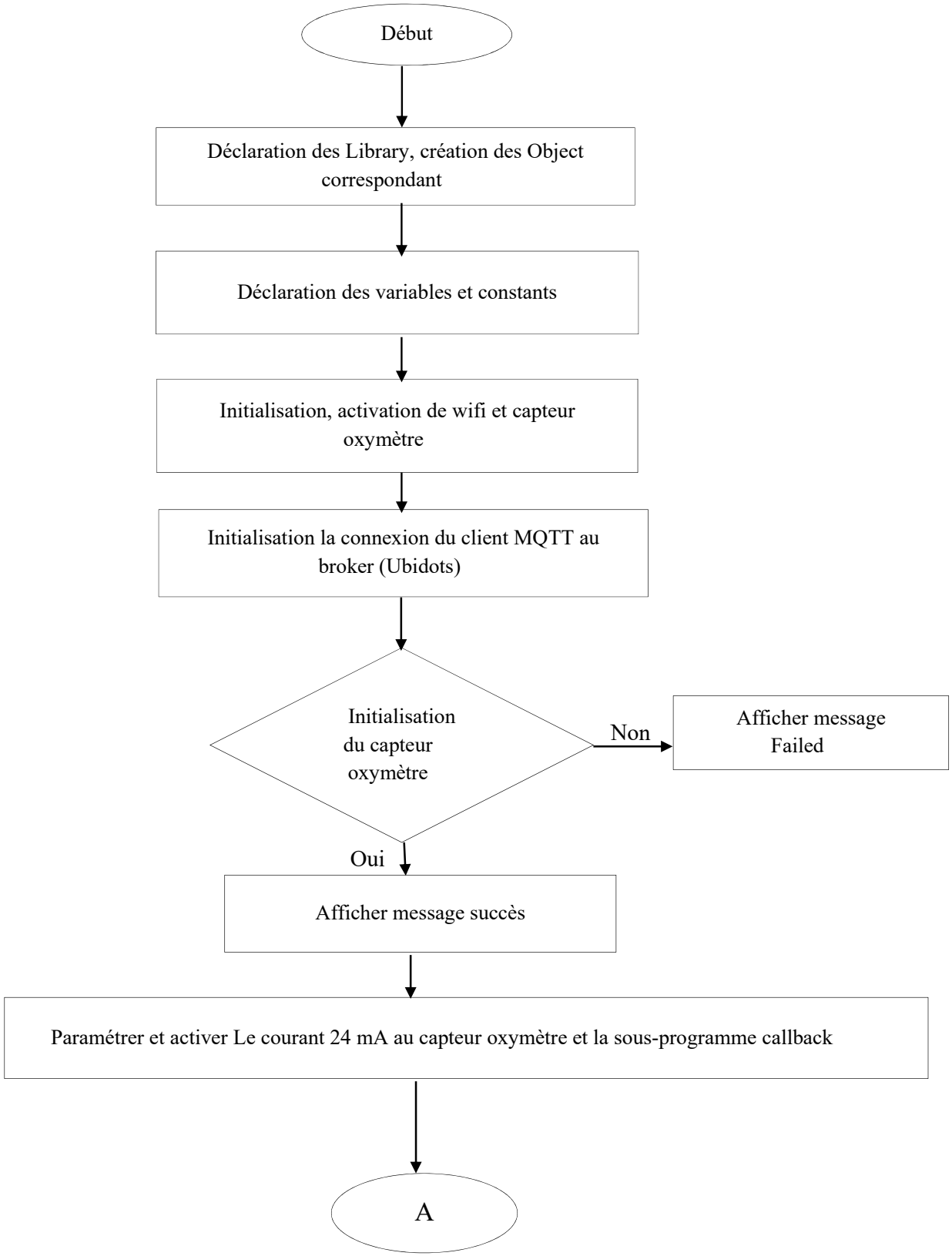


Figure III.7 : Organigramme de fonction reconnecte.

6.2 Le programme principale :

L'esp8266 exécute en continu la boucle expliquée par l'organigramme suivant :



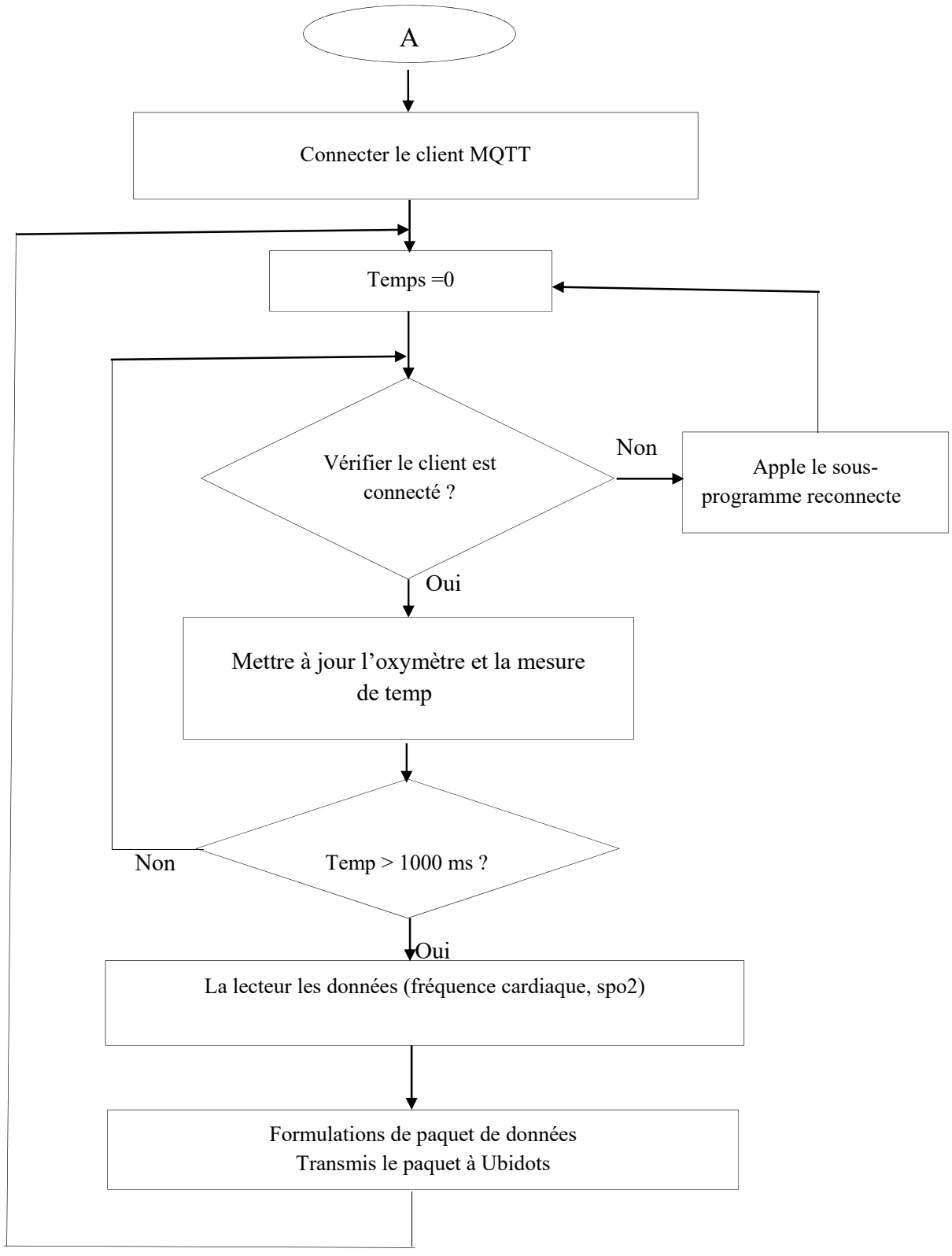


Figure III.8: Organigramme de programme complet.

7. Tests et Résultats :

Comme le montre la Figure 9 : il est indispensable de déclarer quelques bibliothèques et variables nécessaires ainsi que le nom du reseau wifi et sa cle pour permettre à l'oxymètre d'établir une connexion Wi-Fi et accéder au l'Internet.

```
#include <PubSubClient.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WiFiMulti.h>
#include <stdio.h>
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS     1000

#define WIFISSID "Nom_reseau_WIFI" // Enter WifiSSID here
#define PASSWORD "Mot_de_pass_WIFI" // Enter password here

#define TOKEN "BBFF-EIUvu3SpWnUleON8kAWwwObyDj4aWA" // Ubidots' TOKEN
#define MQTT_CLIENT_NAME "Ubidotsmqttclient" // MQTT client Name
#define DEVICE_LABEL "Heartbeat" // ubidots device label
#define VARIABLE_LABEL_1 "heartbeat_data" // ubidots variable label
#define VARIABLE_LABEL_2 "SPo2_data" // Put the variable label
```

Figure III.9 : Bibliothèques et variables.

La Figure10 montre quelques opérations, établies dans la boucle infinie, nécessaire à la structuration des données lus du capteur et l'envoi de cette Payload à la plateforme Ubidots,

```
    dtostrf(pox.getHeartRate(), 4, 2, str_val_1);
    dtostrf(pox.getSpO2(), 4, 2, str_val_2);
    sprintf(topic, "%s", ""); // Cleans the topic content
    sprintf(topic, "%s%s", "/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL);
    sprintf(payload, "%s", ""); // Cleans the payload content
    sprintf(payload, "{\"%s\":", VARIABLE_LABEL_1); // Adds the variable label
    sprintf(payload, "%s {\"value\": %s}", payload, str_val_1); // Adds the value
    sprintf(payload, "%s, \"%s\":", payload, VARIABLE_LABEL_2); // Adds the variable label
    sprintf(payload, "%s {\"value\": %s}", payload, str_val_2); // Adds the value
    sprintf(payload, "%s}", payload); // Closes the dictionary brackets
    Serial.println(payload);
    Serial.println(topic);
    client.publish(topic, payload);
    client.loop();
```

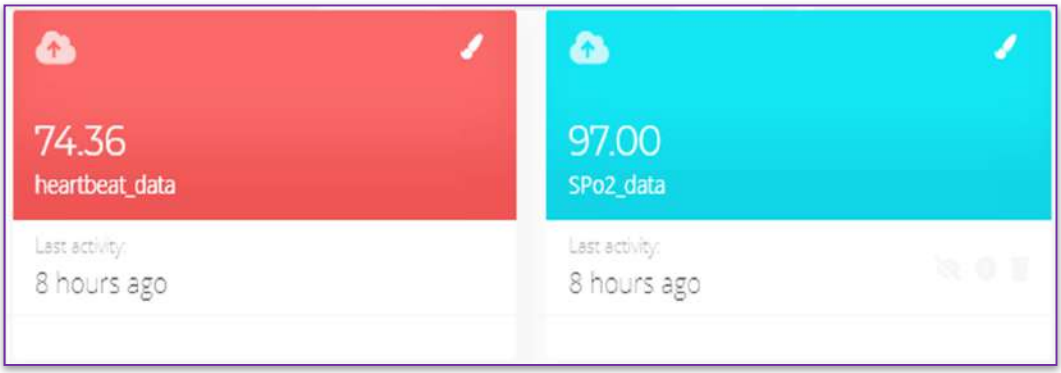
FigureIII.10 : Code pour l'envoi de données à Ubidots.

Les valeurs du la fréquence cardiaque et le taux d'oxymétrie reçu du capteur est visualisées sur le moniteur série avant de les envoyer au plateforme Iot. La Figure11 montre les données imprimées sur le moniteur série,

```
{"heartbeat_data": {"value": 83.91}, "SPo2_data": {"value": 97.00}}
/v1.6/devices/Heartbeat
BPM: 82.06    SpO2: 97%
```

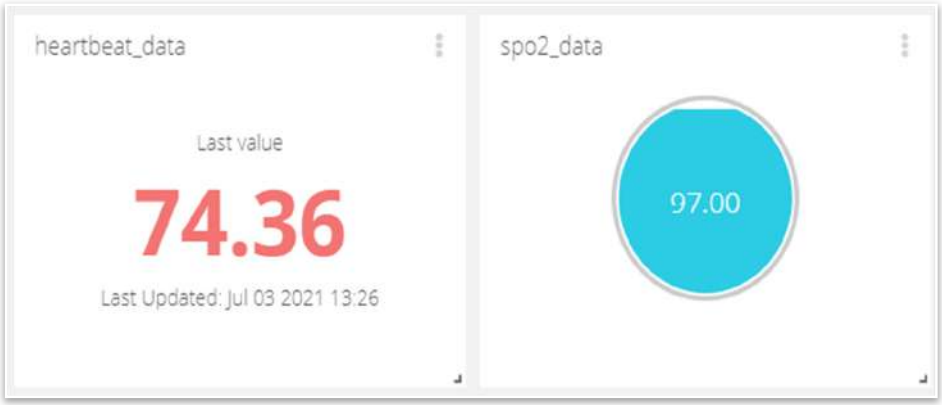
Figure III .11 : Les valeurs visualisées sur le moniteur série et envoyées à Ubidots

L'interface Ubidots qu'on a créée visualise les données reçus de la fréquence cardiaque et l'oxymétrie comme le montre la figure12.



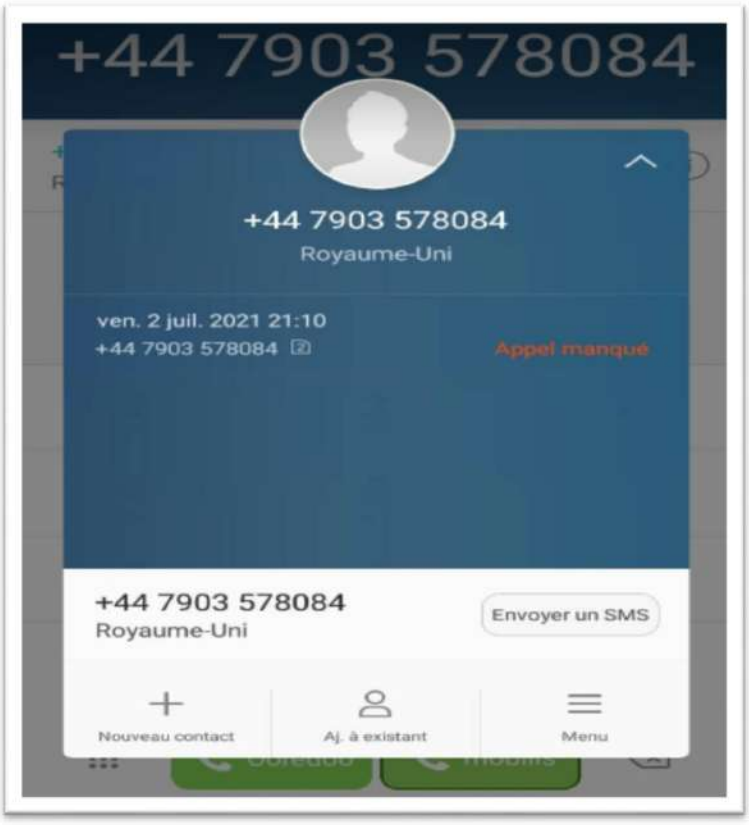
FigureIII.12 : Affichage des valeurs envoyées au Ubidots.

Les données du patient peuvent également être visualisées sous une autre forme comme le montre la Figure13.

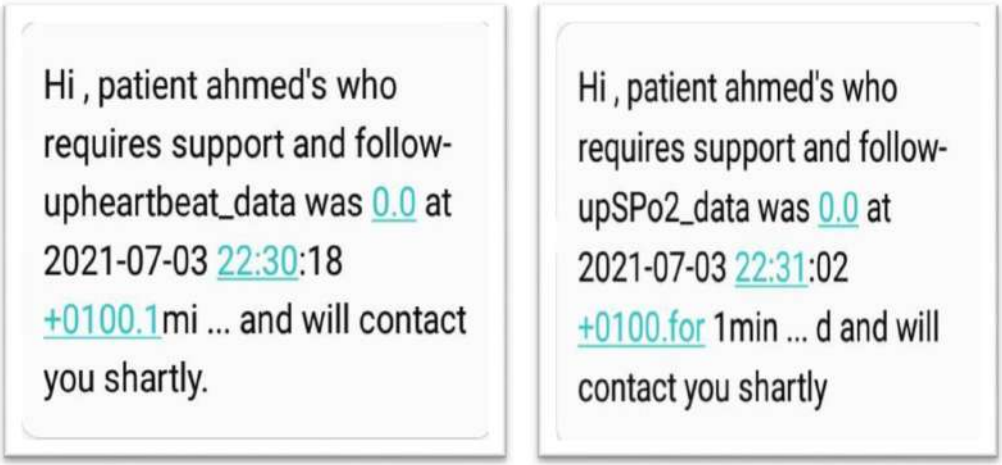


FigureIII.13 : Représentation des données dans l'interface Ubidots.

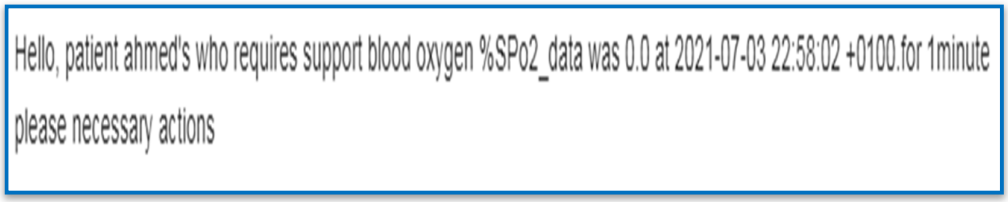
L'interface créée sur la plateforme Ubidots reçoit les valeurs des signes vitaux du patient et dans le cas où les valeurs sont anormales, l'interface est configurée pour envoyer des alertes à n'importe qui a n'importe où dans le monde. Ces alertes peuvent être par email, SMS et appel téléphonique, comme le montre les figures suivantes.



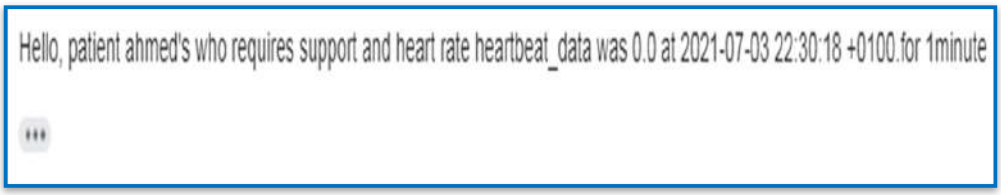
FigureIII.14 : Alerte par appel téléphonique envoyé par la plate-forme ubidots.



FigureIII.15 : SMS d'alerte envoyé par la plate-forme ubidots.

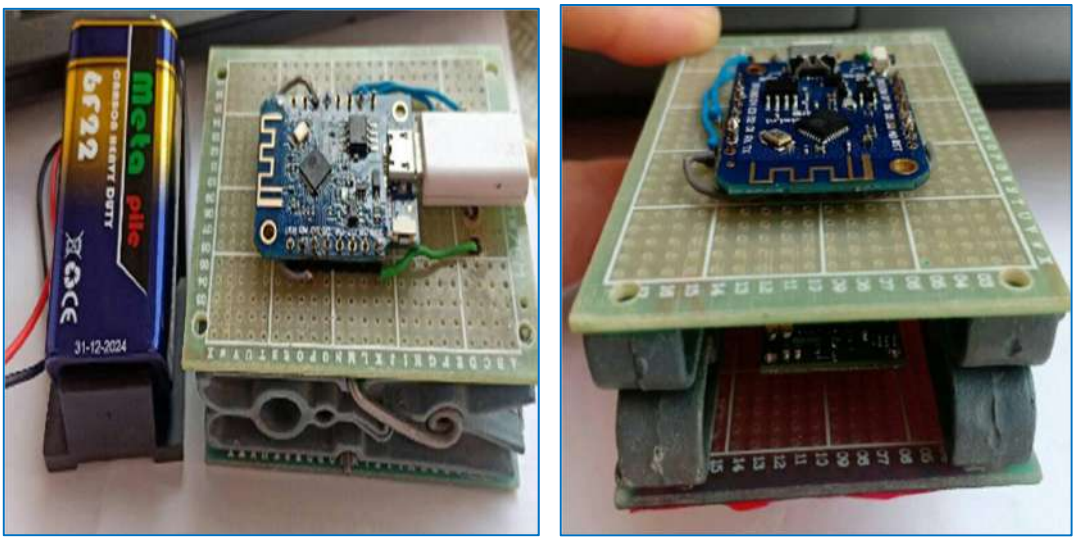


FigureIII.16 : Email d'alerte envoyé par la plate-forme ubidots concerne le niveau d'oxymetrie.

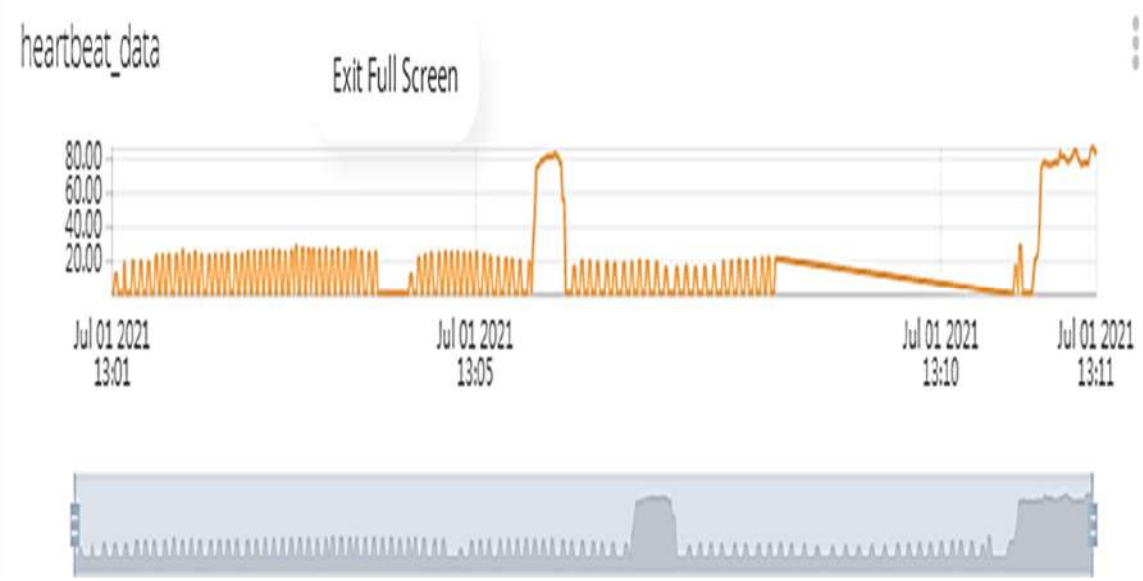


FigureIII.17 : email d'alerte envoyé par la plate-forme ubidots concerne la fréquence cardiaque.

8. La réalisation pratique :



FigureIII.18 : la forme finale de l'oxymètre



FigureIII.19 : Représentation des données sous forme d'un graphe dans l'interface Ubidots.

9. Conclusion :

Ce chapitre résume tous le travail pratique que nous avons fait. Nous avons présenté le principe de fonctionnement de notre prototype en analysant tous les résultats obtenus, nous avons pu récolter et envoyer les paramètres essentiels pour le suivi du malade ; avec ces procédés le soignant pourra intervenir dans les meilleurs délais pour aider le patient ou la personne âgée même s'il n'est pas hospitalisé.

Notre projet est une initiation estimable dans notre pays pour le développement et l'amélioration de la qualité de vie chez les personnes âgées et établir un accès rapide pour la santé du patient.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

Les dispositifs de surveillance de la santé à distance sont l'une des applications les plus prometteuses de l'IoT dans le domaine médical. Bien qu'il existe de nombreux appareils pour mesurer les paramètres vitaux des personnes postopératoire ou des personnes âgés, il n'y a actuellement pas beaucoup d'appareils qui peuvent surveiller en continu les signes vitaux d'un patient sans attacher de câbles du moniteur de chevet. Dans la plupart des systèmes actuels, des capteurs câblés connectés à de gros appareils à l'autre extrémité sont connectés à un patient qui a besoin d'une surveillance constante.

La solution proposée dans ce travail est un système qui pourrait mesurer les paramètres vitaux, (fréquence cardiaque et oxymétrie), et les transmis à une plateforme IOT qui s'appelle Ubidots afin de rendre ces valeurs accessibles aux soignants à tout moment et de n'importe où dans le monde. La solution proposée est également capable de signaler, automatiquement, les anomalies via des alertes par e-mail / SMS et par appel téléphoniques chaque fois que ces lectures vont au-delà des valeurs critiques. Ainsi, l'historique des données et ces valeurs en temps réel seront en permanence disponibles aux médecins.

Il constitue l'une des applications les plus prometteuses qui intègre la technologie de l'informatique mobile, les réseaux sans fils et l'internet. Un tel système offre certains avantages, particulièrement :

- ✓ Diminution des coûts d'hospitalisation.
- ✓ Augmentation du degré d'accessibilité à l'aide de réseaux de communications mobiles et d'Internet.
- ✓ Réduction du nombre de personnes hospitalisés.

Ce mémoire a été entamé par des généralités sur l'internet des objets, ensuite nous avons cité tous le hardware et le software utilisé lors de ce projet dans le deuxième chapitre. Le troisième chapitre concentre sur la solution proposée avec des tests réels qui ont été effectués pour tirer des résultats et confirmer le bon fonctionnement du système.

Ce projet nous a permis de faire le lien entre le domaine médical et le domaine de l'électronique embarqué et l'internet des objets. Par conséquent, dans afin de mettre en œuvre le dispositif proposé, plus de recherche et des tests sont nécessaires à l'avenir.

Ce travail nous a donné la chance d'avoir un contact direct avec les composants électroniques comme la carte Esp8266 et le Max30100, il nous a donné aussi la chance de pratiquer la programmation en langage C, de maîtriser et d'utiliser le logiciel de programmation Arduino IDE, d'utiliser quelques protocoles come le I2C et le MQTT et de se mise en contact avec la plateforme IoT.

Nous espérons que les travaux que nous avons réalisés seront utiles pour le domaine médical en Algérie et les utilisés, après quelques améliorations, pour améliorer la qualité de vie des personnes.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

[1]"La pandémie de COVID-19 : nouvelles préoccupations et liens entre e-santé et inégalités numériques." *Aneka Khilnani,Jeremy Schulz,Laura Robinson* (2020). 12 mai 2021. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JICES-04-2020-0052/full/html>.

[2]*ScienceDirect*.2020.30mai2021.<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871402120301065>.

[3] *IoT valley*. 2019. 14 juin 2021. <https://blog.iot-valley.fr/fr/definition-internet-des-objets>.

[4] *Actualité Informatique*. n.d. 19 juin 2021. <https://actualiteinformatique.fr/internet-of-things-iot/quest-ce-que-iot-internet-of-things-internet-des-objets>.

[5] *Futura*.n.d. 23 juin 2021. <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-internet-objets-15158/>.

[6] "Internet des objets." n.d. *Algo.tn.* 20 juil 2021. <http://algo.tn/iot/introduction/>.

IoT valley. 2019. 14 juin 2021. <https://blog.iot-valley.fr/fr/definition-internet-des-objets>.

[7] "Introduction à l'internet des objets (IdO – IoT." Ed. Yassine HADDAB. n.d. 1-83. <http://www.lirmm.fr/~seriai/uploads/Enseignement/iot.pdf>.

[8]AIR.25november2016.18juin2021.<https://air.imag.fr/index.php/VT2016_IoT_cloud_platforms#Installation_et_cr.C3.A9ation_de_l.27application_qui_va_nous_permettre_de_faire_la_simulation>.

[9]*AIR*.n.d.1juin2021.<https://air.imag.fr/index.php/VT2016_IoT_cloud_platforms#Composants_d.27une_Plateforme_IoT_moderne>.

[10] *lesjeudis*. 3 juil 2018. 30 juin 2021. <https://blog.lesjeudis.com/10-applications-de-l-internet-des-objets-qui-revolutionnent-la-societe>.

[11]*Statista*.20Janvier2021.1Juillet2021.<https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>.

[12] "healthline." n.d. 20 juin 2021. <https://www.healthline.com/health/normal-blood-oxygen-level>.

[13] "Oxymètre de pouls - Saturomètres." n.d. 10 juin 2021. <https://www.ld-medical.fr/39-oxymetre-de-pouls-saturometres>.

[14] *Mediprostore*. n.d. 12 juin 2021. <https://www.mediprostore.com/fonctionnement-oxymetre>.

[15] Datasheet

https://www.alldatasheet.com/datasheetpdf/pdf/1148030/ESPRESSIF/ESP8266EX.html:10/20

[16]"DiyI0t." n.d. *ESP8266 WeMos D1 Mini Tutorial.* 15 juin 2021. <https://diyi0t.com/esp8266-wemos-d1-mini-tutorial/>.

[17] Datasheet

https**://www.**alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/879178/MAXIM/MAX30100.html *consulté le:2014*

[18] *Programmer le microcontrôleur esp8266 avec l'IDE Arduino*. n.d. 12 juin 2021. <https://fr.macerobotics.com/developpeur/tutoriels/programmer-le-microcontroleur-esp8266-avec-lide-arduino/>

[19] "Ubidots : la plateforme IoT d'analyse et de visualisation de données industrielles." (2019).17 juin 2021. <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/ubidots-la-plateforme-iot-d-analyse-et-de-visualisation-de-donnees-industrielles.html>.

[20] *help.ubidots.n.d.* 23 juin 2021. <https://help.ubidots.com/en/articles/854333-ubidots-basics-devices-variables-dashboards-and-alerts>.

[21] *MAX30100 Pulse Oximeter with ESP8266 on Blynk IoT App*. n.d. 23 juin 2021. <https://how2electronics.com/max30100-pulse-oximeter-with-esp8266/>.

[22] *MAX30100 Pulse Oximeter with ESP8266 on Blynk IoT App*. n.d. 23 juin 2021. <https://how2electronics.com/max30100-pulse-oximeter-with-esp8266/>.

[23] *Fabrice Sincère*. n.d. 26 juin 2021. <http://fabrice.sincere.pagesperso-orange.fr/cm_electronique/projet_pic/aidememoire/16F876A_bus_I2C/bus_I2C_16F876A.htm>.

[24]

"la-différence-entre-ubidots-et-ubidots-stem." (n.d.). 12 juin 2021. <https://help.ubidots.com/en/articles/639806-what-is-the-difference-between-ubidots-and-ubidots-stem>.

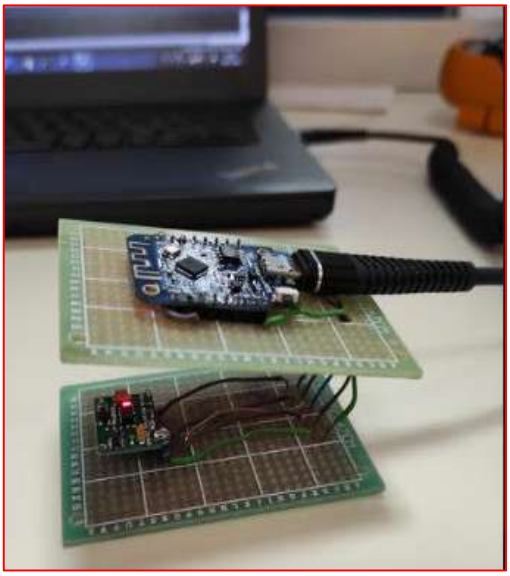
[25] *Events: Creating Conditional Events and Alerts*. n.d. 12 juin 2021. <https://help.ubidots.com/en/articles/1445537-events-creating-conditional-events-and-alerts>.

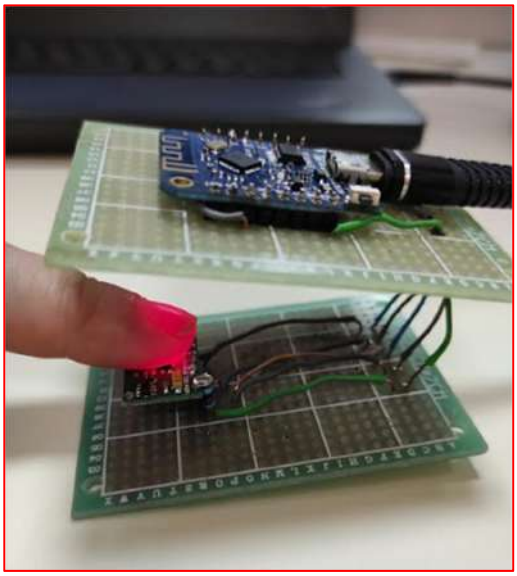
[26]*editions*.n.d.12juin2021.<https://www.editions-eni.fr/open/mediabook.aspx?idR=92333171f8b0aefa63c482d02e943e84>.

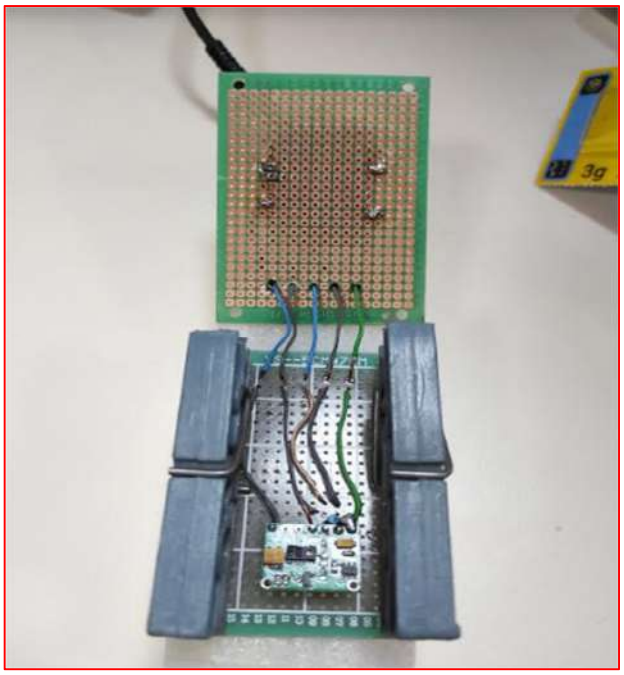
ANNEXE

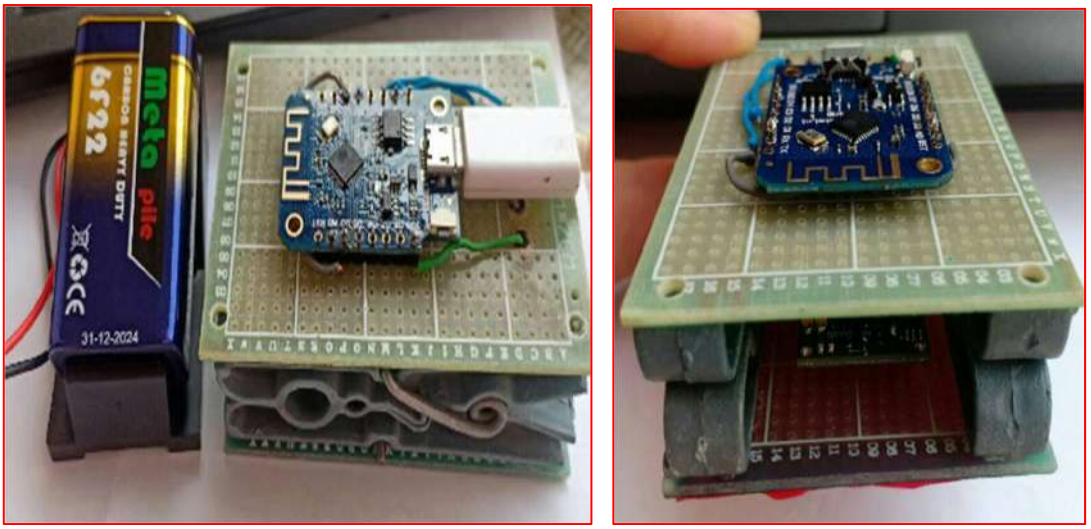
Annexe

Annexe A : fabrication de L'oxymètre de pouls









Annexe B : La forme finale de l'oxymètre de pouls.

```
#include <PubSubClient.h>
//#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266WiFiMulti.h>
#include <stdio.h>
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#define REPORTING_PERIOD_MS     1000
#define WIFISSID "BHp8-U01HNjEwRg" // Enter WifiSSID here
#define PASSWORD "192419**" // Enter password here
#define TOKEN "BBFF-dsBHhb5vRiuidt8hh4nzg3lWiF6pdp" // Ubidots' TOKEN
#define MQTT_CLIENT_NAME "ubidotsmqttclient" // MQTT client Name
#define DEVICE_LABEL "Heartbeat" // ubidots device label
#define VARIABLE_LABEL_1 "heartbeat_data" // ubidots variable label
#define VARIABLE_LABEL_2 "SPo2_data" // Put the variable label
PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;
char mqttBroker[] = "industrial.api.ubidots.com";
char payload[700];
char topic[150];
char str_val_1[6];
char str_val_2[6];
int flag = 0;
ESP8266WiFiMulti WiFiMulti;
WiFiClient ubidots;
PubSubClient client(ubidots);
void onBeatDetected()
{
}
void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
  Serial.print("Message arrived [");
  Serial.print(topic);
  Serial.print("] ");
  for (int i = 0; i < length; i++) {
    Serial.print((char)payload[i]);
  }
  Serial.println();
}
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {

    Serial.println("                          Attempting MQTT connection...");
    // Attempt to connect
    if (client.connect(MQTT_CLIENT_NAME, TOKEN, "")) {
      Serial.println("connected");
      pox.update();
    } else {

      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 2 seconds");
      // Wait 2 seconds before retrying

      delay(2000);
    }
  }
}
```

```
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  WiFiMulti.addAP(WIFISSID, PASSWORD);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Wait for WiFi... ");
  while (WiFiMulti.run() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
  client.setServer(mqttBroker, 1883);
  client.setCallback(callback);
  Serial.print("Initializing pulse oximeter..");
  // Initialize the PulseOximeter instance
  // Failures are generally due to an improper I2C wiring, missing power supply
  // or wrong target chip
  if (!pox.begin()) {
                    Serial.println("FAILED");
                    for (;;);
                     }
              else {
                    Serial.println("SUCCESS");
                    digitalWrite(1, HIGH);
                    }
  pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_24MA);
  pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}
void loop(){


if (flag == 0)
{

  client.connect(MQTT_CLIENT_NAME, TOKEN, "");
   Serial.println("MQTT connected again");
   flag = 1;
     if (!pox.begin()) {
                      Serial.println("FAILED");
                      for (;;);
                       }
                else {
                      Serial.println("SUCCESS");
                      digitalWrite(1, HIGH);
                      }
  }

   if (!client.connected()) {

     Serial.print("Reconnecting ... ");
     reconnect();
       if (!pox.begin()) {
                      Serial.println("FAILED");
                      for (;;);
                       }
                else {
                      Serial.println("SUCCESS");
                      digitalWrite(1, HIGH);
                      }

  }
```

```
  pox.update();

  // Make sure to call update as fast as possible

  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    // to computer Serial Monitor
    Serial.print("BPM: ");
    Serial.print(pox.getHeartRate());
    //blue.println("\n");
    Serial.print("    SpO2: ");
    Serial.print(pox.getSpO2());
    Serial.print("%");
    Serial.println("\n");
    dtostrf(pox.getHeartRate(), 4, 2, str_val_1);
    dtostrf(pox.getSpO2(), 4, 2, str_val_2);
    sprintf(topic, "%s", ""); // Cleans the topic content
    sprintf(topic, "%s%s", "/v1.6/devices/", DEVICE_LABEL);
    sprintf(payload, "%s", ""); // Cleans the payload content
    sprintf(payload, "{\"%s\":", VARIABLE_LABEL_1); // Adds the variable label
    sprintf(payload, "%s {\"value\": %s}", payload, str_val_1); // Adds the value
    sprintf(payload, "%s, \"%s\":", payload, VARIABLE_LABEL_2); // Adds the variable label
    sprintf(payload, "%s {\"value\": %s}", payload, str_val_2); // Adds the value
    sprintf(payload, "%s}", payload); // Closes the dictionary brackets
    Serial.println(payload);
    Serial.println(topic);
    client.publish(topic, payload);
    client.loop();
    tsLastReport = millis();
//    cpt++;
  }
}
```