



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



Projet de Fin d'Étude

Université Echahid Hamma Lakhdar d'El Oued

Faculté de Technologie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : technologie

Filière : Télécommunication

Spécialité : Systèmes de Télécommunication

Thème

**Commande vocale à distance de divers appareils
électriques à proximité via la technologie
Bluetooth**

Présenté par :

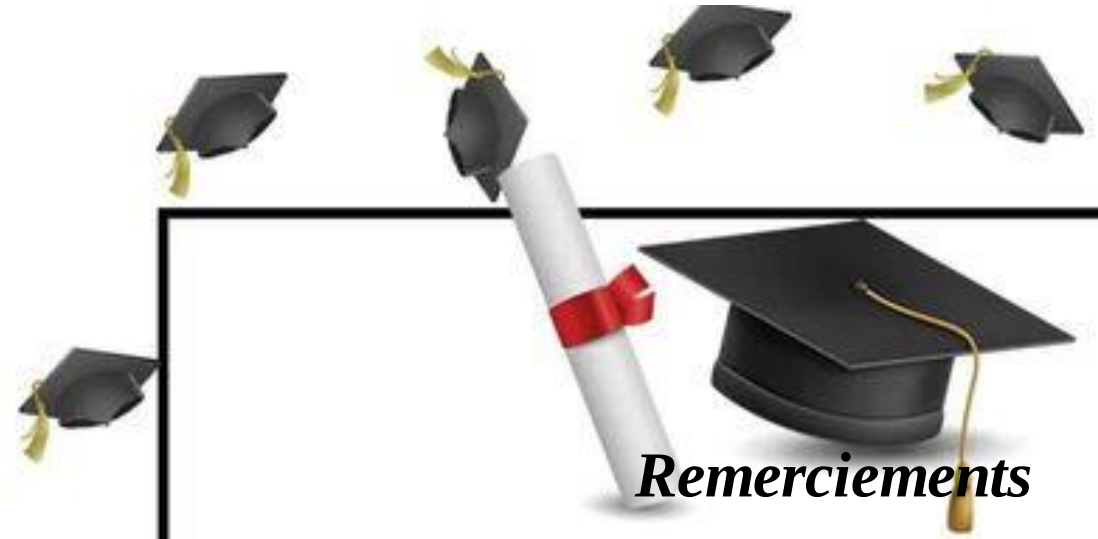
- BEN AOUN Salah eddine
- DERKI Chihab eddine
- HAMMA AID Taha

A été débattu en : juin 2023 devant le comité d'examen composé de :

- ❖ Président : Dr.Khelil Abdelatif
- ❖ Examineur : Dr.Ajgou Riadh
- ❖ Encadreur : Dr. HIMA Abdelkader MCA
- ❖ Co-Encadreur : Dr. TEDJANI Amina MCB
- ❖ Co-Encadreur : Pr. ABDELLAOUI Moufid professor

Année universitaire : 2022/2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciements

نشكر الله العليّ القدير الذي أنعم علينا بنعمة العقل والدين .

القائل في محكم التنزيل ﴿ وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ ﴾ سورة يوسف آية 76 . . . صدق الله العظيم .
وقال رسول الله ﷺ : ﴿ من صنع إليكم معروفا فكافئوه ، فإن لم تجدوا ما تكافئونه به فادعوا له حتى
تروا أنكم كافئتموه ﴾ . (رواه أبو داود) .

تتقدم بجزيل الشكر للدكتور: هيممة عبد القادر على مجهوداته المبذولة طوال فترة إنجاز هذا البحث
وأياضا "وفاء" و"تقديرا" و"إعترافا" منا بالجميل تتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا
جهدا في مساعدتنا في مجال بحثنا ،
ونخص بالذكر الدكتوراة الفاضلة: تجاني أمينة صاحبة الفضل في توجيهنا ومساعدتنا ، فجزاها الله كل
خير .

ولا ننسى أن تتقدم بجزيل الشكر لكل الاساتذة الذين قاموا بتوجيهنا طيلة هذه المدة من
الدراسة .

وأخيرا ، تتقدم بجزيل الشكر إلى كل من مد لنا يد العون والمساعدة في إخراج هذا البحث
على أكمل وجه .

فجزاهم الله كل خير



إهداء

بدانا بأكثر من يد وقاسينا أكثر من هم وعانينا الكثير من الصعوبات وها نحن اليوم والحمد لله نطوي سهر الليالي وتعب الأيام وخلاصة مشوارنا بين دفتي هذا العمل المتواضع.

إلى منارة العلم والامام المصطفي إلى الأمامي الذي علم المعلمين إلى سيد الخلق إلى رسولنا الكريم سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى النبي الذي لا يمل العطاء إلى من حاكت سعادتي بخيوط منسوجة من قلبها إلى والدتي العزيزة. إلى من سعى وشقى لأتعم بالراحة والهناء الذي لم يخل بشيء من أجل دفعي في طريق النجاح الذي علمني أن أرتقي سلم الحياة بحكمة وصبر إلى والدي العزيز.

إلى من حبهم يحري في عروقي ويلهج بذكرهم فؤادي إلى أخواتي.

إلى من سرنا سويًا ونحن نشق الطريق معًا نحو النجاح والإبداع إلى من تكاتفنا يدا بيد ونحن نقطف نزهة وتعلمنا إلى اصدقائي وزملائي.

إلى من علمونا حروفا من ذهب وكلمات من درر وعبارات من أسمى وأجلى عبارات في العلم إلى من صاغوا لنا علمهم حروفا ومن فكرهم منارة تنير لنا سيرة العلم والنجاح إلى أساتذتنا الكرام.

صلاح الدين



إهداء

اهدي هذا الإنجاز الى امي الحبيبة وأبي الغالي وهذا الانجاز صغير بحقيهما على كل ما قدماه لي
من دعم معنوي ومادي ووقوفهما بجاني وتقديمهما ما يستطيعان من صغير وكبير حتى انهي هذا
المشوار الصعب وكان له عقبات كثيرة.

وأود ان اهدي هذا الانجاز الى اخوتي وأخواني أصدقائي الذين وقفوا بجاني سواء بتشجيع او بدعوه
في وجهي او في غيابي اشكركم من اعماق قلبي.

فرحة التخرج ذلك الحلم الذي اتعبني وسقت عمري في سبيل ان احققه.
ها هو قد تحقق واختلطت الدموع مع فرحة كنت انتظرها لعمرى الذي مضى اليوم ينتهي
المشوار الذي كابدنا فيه وبعد فتره ستقول يا لها من ذكريات جمعتنا بأشخاص لم نكن
لنعرفهم لولا مسيرتنا العلمية شكرا لكل من ساندني.

شهاب الدين



إهداء

إلى من أفضّلها على نفسي، ولم أفلق ضحت من أجلي

ولم تدخر جهداً في سبيل إسعادي على الدوام

(أمي الحبيبة).

نسير في دروب الحياة، ويبقى من يسيطر على أذهاننا في كل مسلك نسلكه

صاحب الوجه الطيب، والأفعال الحسنة.

فلم يخل علي طيلة حياته

(والدي العزيز).

إلى أصدقائي، وجميع من وقفوا بجواري وساعدوني بكل ما يملكون، وفي أصعدة كثيرة

أقدم لكم هذا البحث، وأتمنى أن يحوز على رضاكم

طه

ملخص:

تحتل أتمتة المنزل (الذكاء المنزلي) مكاناً مهماً في حياتنا اليومية، وقد تم تصميم تطبيقات اليوم لتسهيل الوصول إلى الأجهزة المختلفة. من الأدوات المهمة التي تدخل في نطاق هذا التطبيق أردوينو. يتضمن هذا المشروع التحكم الصوتي عن بُعد في مختلف الأجهزة الكهربائية القريبة عبر تقنية البلوتوث، مثل المصباح والتلفزيون ومكيف الهواء، باستخدام لوحة اردوينو. لقد أجرينا اتصالاً عن بُعد عبر تقنية البلوتوث لأداء نوعين من الأوامر. أولاً، يمكنك التحكم في الأجهزة المنزلية الذكية من خلال تطبيق اندرويد المثبت على الهاتف الذكي وثانياً التحكم في الأجهزة الذكية عن طريق التعرف على الصوت. **الكلمات المفتاحية:** أتمتة المنزل ، اردوينو ، التحكم عن بعد، بلوتوث . الذكاء المنزلي .

Résumé :

La domotique (intelligence domestique) occupe une place importante dans notre quotidien, et les applications d'aujourd'hui sont conçues pour faciliter l'accès aux différents appareils.

Un outil important qui entre dans le cadre de cette application est Arduino.

Ce projet implique la télécommande vocale de divers appareils électriques à proximité via Bluetooth, tels qu'une lampe, un téléviseur et un climatiseur, à l'aide d'une carte Arduino.

Nous nous sommes connectés à distance via Bluetooth pour effectuer deux types de commandes. Premièrement, vous pouvez contrôler les appareils domestiques intelligents via l'application Android installée sur le smartphone et deuxièmement, contrôler les appareils intelligents par reconnaissance vocale.

Mots clés : domotique, arduino, télécommande, bluetooth, intelligence domestique.

Abstract:

Home automation (home intelligence) occupies an important place in our daily lives, and today's applications are designed to make it easier to access various devices.

An important tool that comes within the scope of this application is Arduino.

This project involves voice remote control of various nearby electrical appliances via Bluetooth, such as lamp, TV, and air conditioner, using an Arduino board.

We have remotely connected via bluetooth to perform two kinds of commands. Firstly, you can control the smart home devices through the Android application installed on the smartphone and secondly, control the smart devices by voice recognition.

Keywords: home automation, arduino, remote control, Bluetooth, household intelligence.



Sommaire

Sommaire

Remerciements	i
إهداء	ii
إهداء	iii
إهداء	iv
Sommaire	vii
Liste des figures.....	ix
Liste des tableaux.....	xi
Introduction générale	1

Chapitre I : Le principe de la reconnaissance vocale

I.1.Introduction :	4
I.2. la reconnaissance vocale :	4
I.2.1.Les systèmes de commandes vocales:	4
I.2.2. Les systèmes de dictée :	5
I.2.3.Applications de la reconnaissance de la parole	6
I.3.L'appareil phonatoire :	6
I.4. Composants d'un système de reconnaissance vocale :	8
I.5.La synthèse vocale :	9
I.6 Schéma général d'un système de reconnaissance de parole :	9
I.7.Transformée de Fourier :	12
I.7.1.Transformée de Fourier :	12
I.7.2.Transformée de Fourier discrète :	13
I.7.3. Transformée de Fourier et convolution :	14
I.7.4.Problème du fenêtrage :	14
I.8.Conclusion :	15

Chapitre II : Le Principe du Bluetooth

II.1. Introduction :	17
II.2.Utilisations de Bluetooth :	17
II.3. protocole de la bluetooth(BLE):	18
II.4. La technologie Bluetooth dans les réseaux :	19
II.5.La Sécurité dans Bluetooth :	20
II.5.1.Les mécanismes de sécurité :	20
II.5.2. Les paramètres de base pour la sécurité :	20
II.5.3. Les modes de sécurité :	21

II.5.4. Les niveaux de sécurité des dispositifs et des services :	21
II.5.5. Le contrôleur de sécurité :	22
II.5.6. La gestion des clés dans Bluetooth :	23
II.5.7. Procédures d'authentification :	25
II.5.8. Procédures de chiffrement et de confidentialité:	26
II.6. Conclusion :	28
Chapitre III : Matériel et logiciel requis	
III.1. Introduction :	30
III.2. Partie programme :	31
III.2.1. L'environnement de programmation :	31
III.2.2. Structure générale du programme (IDE Arduino) :	31
III.2.3. Injection du programme :	32
III.2.4. Structure d'un programme en Arduino :	32
III.2.5. Les étapes de téléchargement du programme :	33
III.3. Matérielle et logiciel requis :	34
III.3.1. esp8266 mod :	34
III.3.2. Bluetooth HC-05 :	38
III.3.3. relay wifi esp8266 :	41
III.3.4. Des câbles métalliques:	45
III.3.5. Smartphone Xiaomi Mi 8T :	45
III.3.6. transformateur électrique (5v) :	46
III.4. Contrôle intelligente :	46
III.4.1. Application Androïde :	46
III.4.2. Description of Arduino Bluetooth Control :	46
III.5. Implémentation de circuit :	48
III.6. Configuration du software :	49
III.6.1. Configuration d'application androïde :	49
III.7. Conclusion :	51
Conclusion générale	52
Conclusion générale	53
Référence Bibliographiques :	55

Liste des figures

Chapitre I : Le principe de la reconnaissance vocale

Figure (I.1): Reconnaissance vocale pour augmenter la productivité.	4
Figure (I.2): Coupe de l'appareil phonatoire humain.	7
Figure (I.3): Modèle de production de la parole.	8
Figure (I.4): Schéma Composants d'un système de reconnaissance vocale.	8
Figure (I.5): Schéma d'une interface homme-machine vocale.	10
Figure (I.6): Système classique de reconnaissance automatique de parole.	11
Figure (I.7): Représentation temporelle du signal acoustique de la parole	12

Chapitre II : Le Principe du Bluetooth

Figure (II.1) : application et utilisation de bluetooth.	17
Figure (II.2) : Pile protocolaire de la BLE.	18
Figure (II.3): Scatternet est formé en connectant un piconet à un autre.	19
Figure (II.4): Architecture générale de sécurité dans Bluetooth.	23
Figure (II.5) : Processus général d'authentification et de chiffrement.	25
Figure (II.6) : Processus d'authentification.....	26
Figure(II.7) : Processus de chiffrement.....	26

Chapitre III : Matériel et logiciel requis

Figure (III.1): Interface IDE Arduino	31
Figure (III.2): Paramétrage de la carte.	32
Figure (III.3) : Structure d'un programme en Arduino.....	32
Figure (III.4): Les étapes de téléchargement du code.....	33
Figure (III.5): Le module NodeMCU ESP8266	34
Figure (III.6): Définitions des broches ou disposition de la carte de développement ESP8266 NodeMCU de première génération.....	36
Figure (III.7): Programmation NodeMCU ESP8266 avec Arduino IDE.	38
Figure (III.8): Type de modules Bluetooth HC-05.....	39
Figure (III.9): Les broches du module Bluetooth HC-05.	40
Figure (III.10): Programmation Bluetooth HC-05 avec Arduino IDE ,	41
Figure (III.11): Type relay wifi esp8266	42
Figure (III.12): Les broches du module esp8266 wifi relay.	43
Figure (III.13): Programmation module esp8266 wifi relay avec Arduino IDE.	44
Figure (III.14) : Câbles métalliques.	45

Figure (III.15) : Smartphone Xiaomi Mi 8 T.....	45
Figure (III.16) : transformateur électrique (5v).	46
Figure (III.17): Arduino Bluetooth Control.	48
Figure (III.18) : Réalisation de notre circuit (créée avec le logiciel Fritzing).	48
Figure (III.19) : Création de nouveau projet avec Arduino BlueControl.	49
Figure (III.20) : Configuration des paramètres de vocal commande.	50
Figure (III.21) : Réalisation réel de notre projet.	50

Liste des tableaux

Chapitre I : Le principe de la reconnaissance vocale

Tableau (I.1) : Exemples d'applications de la reconnaissance de la parole.	6
--	---

Chapitre III : Matériel et logiciel requis

Tableau (III.1): Comparaison technique entre NodeMCU ESP8266 et Arduino	36
---	----

.

Introduction générale

Introduction générale

L'objectif principal de la technologie est de faciliter notre vie et d'optimiser nos efforts. L'automatisation de la maison contrôlée par la voix vise à simplifier l'interaction entre les humains et la technologie, en rendant les tâches quotidiennes plus faciles et plus efficaces.

L'homme primitif a compris que la voix était un moyen efficace de communication. Avec peu d'efforts, les idées pouvaient être exprimées facilement. Lorsque les premiers ordinateurs sont apparus, l'idée de donner des commandes vocales à une machine n'était encore que de la science-fiction. Cependant, grâce aux avancées majeures dans ce domaine, nous sommes désormais sur le point d'utiliser réellement la voix pour interagir avec les appareils.

En utilisant cette forme de communication efficace mais ancrée, nous humaniserons la technologie dans une grande mesure. Le système d'automatisation résidentielle contrôlé par la voix déploie l'utilisation de la voix pour contrôler les appareils.

Les avantages d'utiliser la voix comme moyen d'interaction sont multiples. Tout d'abord, cela élimine ou réduit considérablement le besoin de former les utilisateurs à la technologie. Deuxièmement, la simplification des services favorisera une adoption plus large de la technologie existante et facilitera l'accès à cette technologie pour les personnes ayant divers handicaps. Nous avons choisi de développer une application Android comme interface utilisateur principalement en raison de sa facilité d'utilisation pour des technologies complexes. Android est utilisé comme système d'exploitation par plus de 80% des smartphones.

Le système d'automatisation résidentielle contrôlé par la voix exploite la puissance d'Arduino pour fournir un système d'automatisation résidentielle holistique contrôlé par la voix. En utilisant le traitement du langage naturel et le matériel disponible dans la plupart des smartphones, il traduit la voix pour être utilisée dans le contrôle des appareils électriques.

Notre mémoire est composée de trois chapitres :

Le chapitre 1 Reconnaissance vocale présente le principe de la reconnaissance vocale et son utilisation dans notre système,

Le deuxième chapitre contient le principe du bluetooth et son rôle dans notre système. Nous allons vous expliquer comment utiliser la technologie bluetooth pour communiquer entre un smartphone et un contrôleur d'appareil électrique.

Dans le dernier chapitre, nous présenterons notre système qui permet de contrôler des appareils électriques via Bluetooth. Nous expliquerons la conception du circuit électronique utilisé et montrerons son fonctionnement. Nous nous intéresserons également à la partie

logicielle nécessaire à la communication entre le smartphone et le circuit électronique.

Nous terminons notre travail par une conclusion.

Chapitre I : Le principe de la reconnaissance vocale

I.1.Introduction :

La reconnaissance vocale est une nouvelle technologie qui permet aux appareils d'interagir avec nous d'une manière similaire à l'interaction humaine. Le processus consiste à enregistrer de l'audio, à le convertir en harmonies numériques, à l'analyser et à en extraire des informations importantes. Cette technologie a été grandement améliorée au fil des ans et est devenue plus précise et efficace. La reconnaissance vocale est utilisée dans divers domaines tels que le contrôle vocal, les applications mobiles, la traduction vocale et l'analyse vocale à des fins de recherche et d'enquête médico-légale. Cette technologie ouvre une nouvelle ère d'interaction avec les appareils de manière innovante et pratique.

I.2. la reconnaissance vocale :

Le principe fondamental de la reconnaissance vocale repose sur le fait que la parole ou les mots prononcés par un être humain génèrent des vibrations dans l'air, connues sous le nom d'ondes sonores. Ces ondes continues ou analogiques sont numérisées, traitées, puis décodées en mots appropriés et en phrases appropriées. [1]



Figure (I.1): Reconnaissance vocale pour augmenter la productivité. [1]

I.2.1.Les systèmes de commandes vocales:.

Les systèmes de commandes vocales Les applications de ce type permettent notamment à l'utilisateur de contrôler verbalement des équipements. Par complexité croissante, on peut classer ces systèmes en trois groupes :

I.2.1.1. Les systèmes à reconnaissance discrète :

Ce sont les applications où soit un nombre limité de mots soit de courtes phrases peuvent être utilisés pour commander le système. On y retrouve par exemple les applications téléphoniques

où l'on peut choisir vocalement un point de menu (navigation interactive), le contrôle vocal des commandes de menus dans les logiciels ("fermer fichier, sortir"), certains logiciels de saisie automatique de données où les valeurs sont à choisir dans une liste limitée connue.

I.2.1.2. Les systèmes à reconnaissance "à la volée":

Ces systèmes permettent à l'utilisateur de s'exprimer par des phrases mais sont entraînés à repérer certains mots de la phrase, mots qui se trouvent dans son dictionnaire interne et sur lesquels ils basent leur action. La consultation d'un horaire de chemin de fer est un exemple de ce type de système : sur base de la phrase "je voudrais me rendre de Bruxelles à Paris lundi prochain", le système repérera "Bruxelles", "Paris" et "lundi" pour proposer l'horaire correspondant.

I.2.1.3. Les systèmes à reconnaissance continue:

On trouvera ici les applications les plus avancées de commande vocale où l'on peut s'adresser au système en langage naturel. On trouvera des exemples dans les systèmes évolués de dictée où l'on pourra inclure des commandes vocales évoluées comme "souligner et mettre en gras le troisième mot de ce paragraphe". [1]

I.2.2. Les systèmes de dictée :

Les systèmes de dictée constituent le problème le plus difficile à résoudre dans le domaine de la reconnaissance vocale. Comme pour les systèmes de commande vocale, les applications de dictée peuvent être divisées en plusieurs catégories en fonction de leur complexité :

I.2.2.1. Les systèmes de reconnaissance discrète :

Sont classés comme des systèmes où l'utilisateur doit faire des pauses courtes entre chaque mot prononcé. Ils ont été parmi les premiers systèmes de dictée développés dans les années quatre-vingts. Cependant, ces systèmes sont moins populaires de nos jours en raison des avancées réalisées dans la dictée continue.

I.2.2.2. Les systèmes de reconnaissance continue :

Représentent la "quête du Graal" des chercheurs en reconnaissance vocale. Leur objectif est de permettre à un utilisateur de dicter son texte à l'ordinateur de manière continue, avec un vocabulaire étendu, à une vitesse de parole normale et avec un taux de reconnaissance proche de 100%. C'est vers ce type de système que nous concentrons notre attention pour la suite de nos travaux.

La reconnaissance continue présente des défis majeurs, notamment la prise en compte de l'intelligibilité du discours, la variabilité des accents et des prononciations, ainsi que la gestion des erreurs de reconnaissance. De plus, la diversité des langues et des domaines d'application rend la tâche encore plus complexe.

Cependant, grâce aux avancées technologiques telles que les réseaux de neurones profonds et l'apprentissage automatique, d'importants progrès ont été réalisés dans le domaine de la reconnaissance

vocale. La dictée vocale est désormais couramment utilisée dans divers domaines, tels que la transcription de documents et l'entrée de texte sur les smartphones. [1]

I.2.3.Applications de la reconnaissance de la parole

Les applications de la reconnaissance automatique de parole sont nombreuses. Elles existent là où la parole peut remplacer ou compléter une interface existante pour communiquer avec une machine, par exemple, pour accéder à un service ou contrôler une fonctionnalité d'un équipement. La parole s'impose parfois comme le seul mode de communication, par exemple dans les applications mains-libres où l'utilisateur ne touche pas l'équipement. [2]

Le tableau (I.1) présente quelques exemples d'applications démontrant l'intérêt de la reconnaissance automatique de parole

Tableau (I.1) : Exemples d'applications de la reconnaissance de la parole. [2]

Domaine	Applications
Téléphonie	Automatisation de transactions téléphoniques (ex : opérations bancaires), self- service téléphonique pour l'accès à des services d'information (ex : consultation des bulletins météorologiques), etc.
Automobile	Contrôle mains-libres des équipements tels que la radio, le conditionnement dans le système de navigation, le téléphone sans fil (ex : Voice dialing), les systèmes télématiques, etc.
Multimédia	Logiciels de dictée vocale, interaction vocale dans les logiciels pédagogiques (ex : apprentissage des langues) et ludiques (ex : jeux vidéo), etc.
Médical	Aide aux personnes handicapées.
Industriel	Contrôle vocal de machines, application pour la gestion de stocks, etc.

I.3.L'appareil phonatoire :

La reconnaissance approfondie du mécanisme de production de la parole chez l'homme contribue à faciliter la compréhension des caractéristiques du signal vocal et d'identifier la forme de la source d'excitation pour bien analyser le signal produit. Une coupe de l'appareil phonatoire humain est fournie en figure (I.2) :

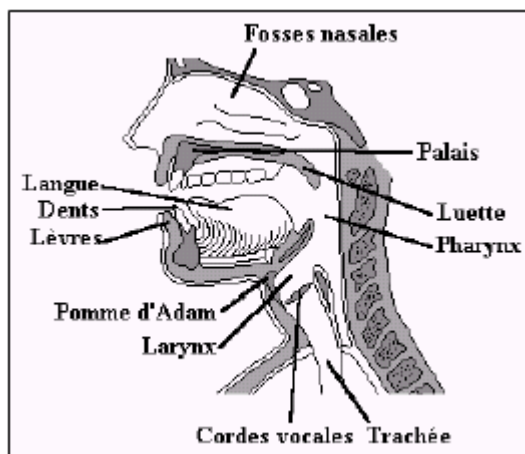


Figure (I.2): Coupe de l'appareil phonatoire humain. [2]

La parole est distinguée des autres sons par ses caractéristiques acoustiques, qui sont produites par les mécanismes de production vocale. Le signal de parole est un signal acoustique résultant des vibrations des couches d'air. Les variations de pression de l'air génèrent des fluctuations dans ce signal au fil du temps, qui peuvent être enregistrées de manière analogique ou numérique. Cela constitue une représentation basique du signal de parole.

Le processus de production de la parole est illustré dans la figure (I.3). L'air est expulsé des poumons par le diaphragme, fournissant ainsi l'énergie nécessaire pour parler. L'air passe par la trachée et l'arbre bronchique jusqu'au larynx, où se trouvent les cordes vocales. Si le son à produire est non voisé ou chuchoté, les cordes vocales forment une ouverture triangulaire symétrique appelée glotte, permettant à l'air de circuler librement. En revanche, si le son est voisé, les cordes vocales vibrent de manière périodique (ouverture brusque suivie d'une fermeture plus progressive), modulant ainsi le son en impulsions périodiques de pression. La fréquence de ces impulsions est appelée fréquence fondamentale ou pitch, et elle varie de 80 à 600 Hz. [2]

Pharyngienne, puis en parallèle la cavité buccale et la cavité nasale. Cette dernière peut être utilisée ou non grâce au voile du palais qui permet une isolation totale de la cavité nasale.

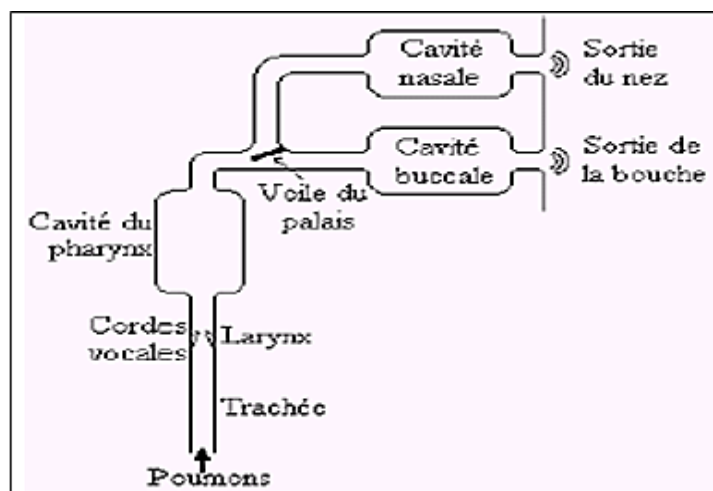


Figure (I.3): Modèle de production de la parole. [2]

I.4. Composants d'un système de reconnaissance vocale :

Alors, en quoi consiste un système de reconnaissance vocale de base Figure (I.4):

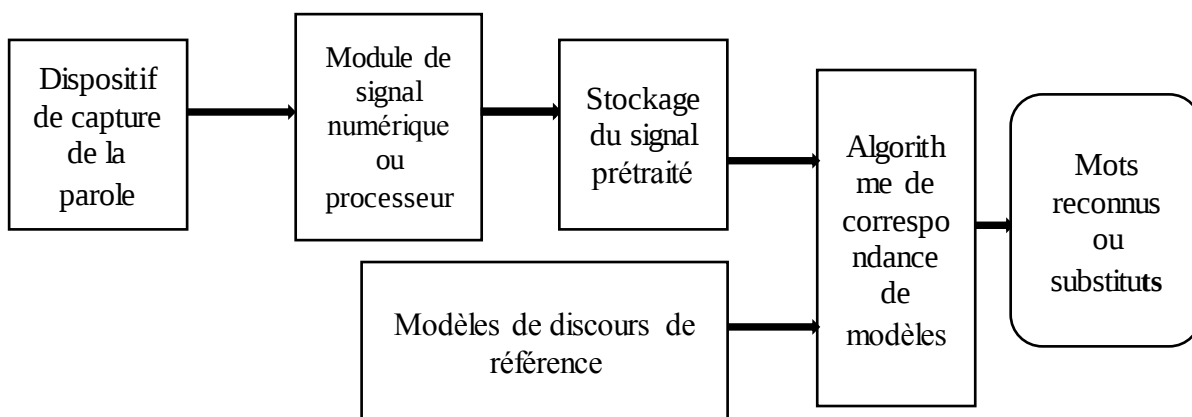


Figure (I.4): Schéma Composants d'un système de reconnaissance vocale. [3]

Dispositif de capture de la parole :

Il se compose d'un microphone, qui convertit les signaux d'ondes sonores en signaux électriques et d'un convertisseur analogique-numérique qui échantillonne et numérise les signaux analogiques pour obtenir les données discrètes que l'ordinateur peut comprendre

Module de signal numérique ou processeur :

Il effectue un traitement sur le signal vocal brut, comme la conversion dans le domaine fréquentiel, en restaurant uniquement les informations requises, etc

Stockage du signal prétraité :

La parole prétraitée est stockée dans la mémoire pour effectuer d'autres tâches de reconnaissance vocale

Modèles de discours de référence :

L'ordinateur ou le système se compose de modèles de parole prédéfinis ou de modèles déjà stockés dans la mémoire, à utiliser comme référence pour l'appariement

Algorithme de correspondance de modèle :

Le signal vocal inconnu est comparé au modèle vocal de référence pour déterminer les mots réels ou le modèle de mots. [3]

I.5.La synthèse vocale :

La synthèse vocale permet à une machine de communiquer avec l'homme en transformant un texte en paroles. Pour cela, le texte doit être découpé en morceaux correspondant à des unités sonores uniques. Généralement, cette découpe se fait au niveau des phonèmes, ce qui permet de "traduire" le texte de manière phonétique. Des synthétiseurs sonores peuvent ensuite "lire" le texte en se basant sur cette analyse. La prononciation des mots est bien maîtrisée grâce à cette technologie, mais il reste encore des développements à réaliser pour obtenir une prosodie correcte au niveau des phrases. Cela implique d'interpréter les phrases avec le ton, le timbre, le phrasé, le rythme et l'accentuation propres au langage humain. Ces améliorations nécessitent l'utilisation de dictionnaires et d'analyses grammaticales et sémantiques similaires à celles utilisées en reconnaissance vocale. [4]

- l'aide aux personnes handicapées : une personne privée de la parole peut par exemple communiquer par téléphone avec un tiers en tapant son message sur PC qui peut le lire pour son correspondant, ou encore un malvoyant peut avoir un ordinateur qui lui lit des textes ;
- l'interaction par téléphone avec une base de données de produits pour en obtenir une description ou avec une centrale d'aide en ligne ;
- les bornes interactives à vocation touristique par exemple
- la possibilité de consulter son courrier électronique à distance via une communication téléphonique
- la possibilité d'inclure des messages vocaux dans des applications de bureautique ou dans des pages Internet.

I.6 Schéma général d'un système de reconnaissance de parole :

La parole est devenue le moyen de communication privilégié entre les individus. De nos jours, elle est également utilisée comme interface pour la communication entre l'homme et la

machine. Le défi de la reconnaissance automatique de la parole (RAP) consiste à extraire les informations d'un signal de parole à l'aide d'un ordinateur. Depuis plus de deux décennies, de nombreux laboratoires internationaux ont mené des recherches intensives dans ce domaine. Bien que des progrès importants aient été réalisés grâce au développement d'algorithmes puissants et aux avancées dans le traitement du signal, nous n'avons pas encore vu l'émergence d'une machine capable de comprendre n'importe quel interlocuteur humain s'exprimant de manière courante. Bien qu'il existe quelques systèmes tels que Dragon System (reconnaissance de vocabulaire étendu) et SPHINX (reconnaissance continue de la parole), ils ne permettent pas une véritable interaction homme-machine. Pour atteindre cette capacité de dialogue, il est nécessaire non seulement de reconnaître les formes acoustiques du discours, mais aussi de les interpréter. Ainsi, les aspects cognitifs et perceptifs sont étroitement liés dans ce domaine.

Dans la suite, nous vous proposons une description générale du fonctionnement d'un système de reconnaissance automatique de la parole. La figure (I.5) ci-dessous illustre les différentes étapes du processus de reconnaissance.

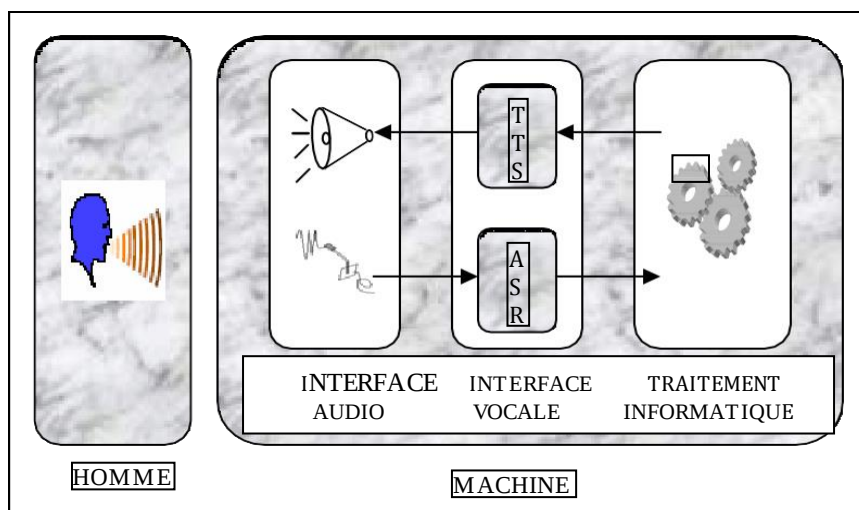


Figure (I.5): Schéma d'une interface homme-machine vocale. [2]

Lorsque le locuteur souhaite communiquer avec la machine, il transforme l'information en parole, c'est-à-dire en une séquence de sons structurés formant des mots et des phrases. Cette parole se propage sous forme d'ondes acoustiques jusqu'à un microphone, qui sert d'entrée au système de Reconnaissance Automatique de Parole (ASR). Le signal capté par le microphone est ensuite décodé, c'est-à-dire que l'information linguistique encodée par le locuteur dans le signal de parole est extraite, que ce soit un mot ou une séquence de mots. Cette information peut ensuite être interprétée par la machine et l'action appropriée peut être entreprise. Par exemple, la machine peut générer un message vocal à l'aide d'un système de Synthèse Automatique de Parole (TTS) et le

diffuser via un haut-parleur pour être entendu par le locuteur.

Les systèmes de reconnaissance de parole modernes adoptent une architecture séquentielle et modulaire (voir figure I.6). Ils fonctionnent en mesurant et en analysant une onde acoustique de parole afin d'extraire son contenu linguistique, qu'il s'agisse d'un mot isolé ou d'une séquence de mots.

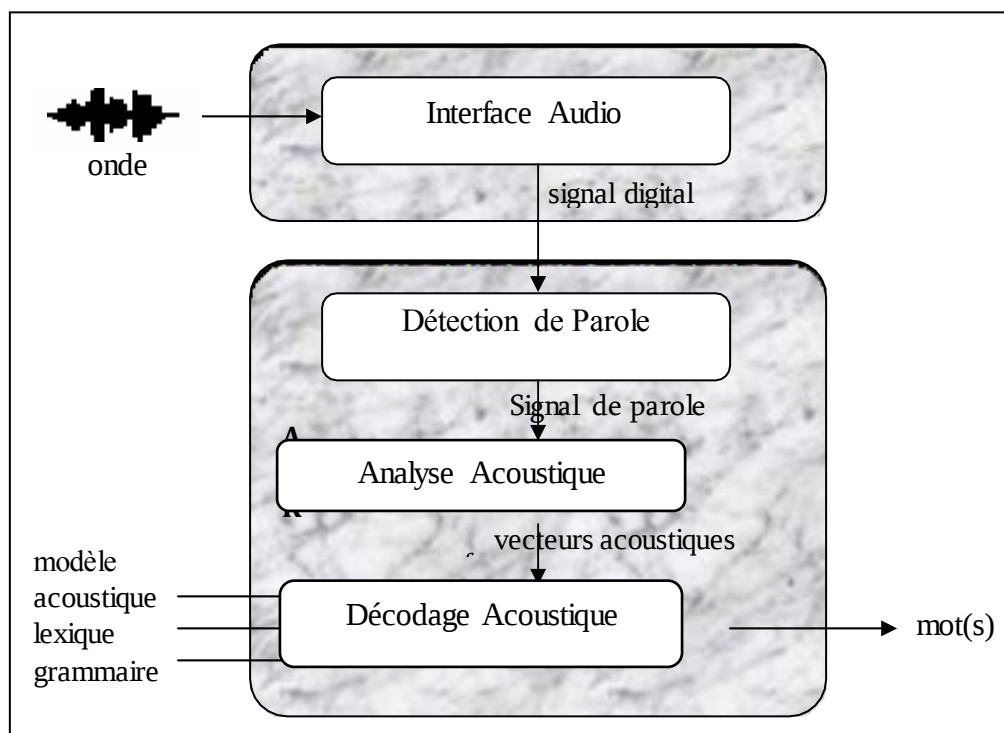


Figure (I.6): Système classique de reconnaissance automatique de parole. [2]

Le signal de parole est initialement un signal sonore, une onde matérielle de faible puissance qui se propage dans l'air. Il porte un message acoustique qui réside dans les variations de pression de l'air générées par l'appareil phonatoire et émises sous forme de fluctuations de la pression. Ces fluctuations constituent le signal vocal. Cependant, avant d'être détectées par l'oreille et subir une analyse, elles peuvent être perturbées par des facteurs tels que le bruit ambiant, les résonances et les échos. Les résultats de cette analyse sont ensuite transmis au cerveau pour interprétation.

Le signal vocal est composé de combinaisons d'éléments simples et courts appelés phonèmes, qui permettent de distinguer les différents mots. La parole est un signal réel, continu, d'énergie finie et non stationnaire. Sa structure est complexe et varie dans le temps.

Sa composition est la suivante (figure I.7) :

- Pseudo-périodique (D) → sons voisés ;

- Aléatoire (A) → sons fricatifs ;
- Impulsionnel (C) → phase explosive des sons occlusifs. (B est un bruit).

En acoustique, le son se définit classiquement au moyen de son *intensité*, sa *hauteur* qui est fixé par la fréquence de vibration des cordes vocales, appelée fréquence du fondamental ou pitch en anglais (F_0). Elle est de :

- 80 à 200 Hz pour une voie masculine ;
- 50 à 450 Hz pour une voie féminine ;
- 200 à 600 Hz pour une voie d'enfant.

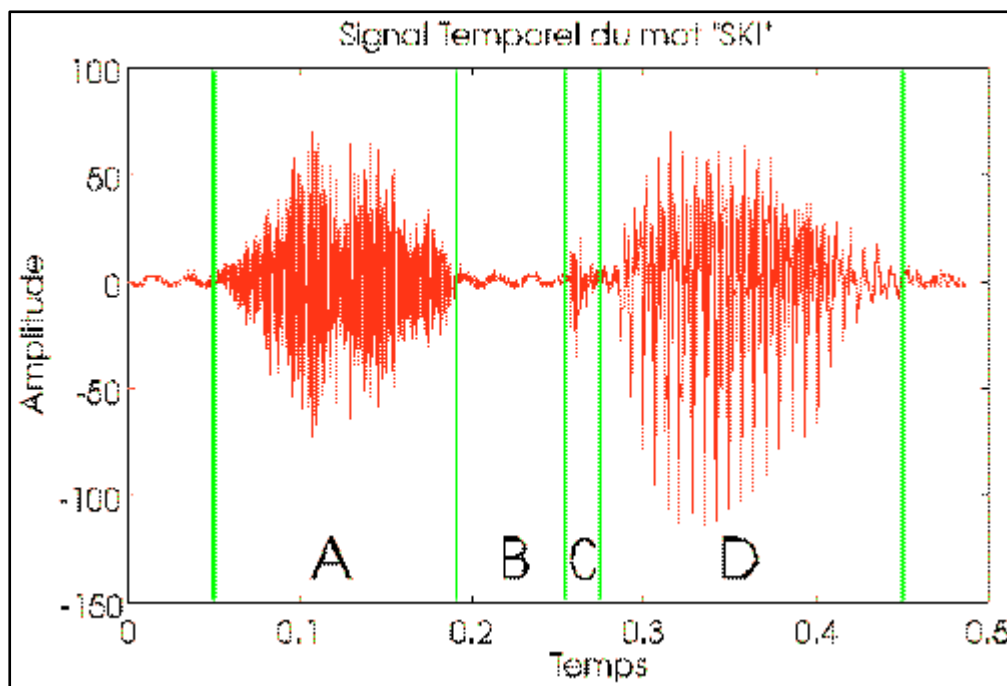


Figure (I.7): Représentation temporelle du signal acoustique de la parole [4]

I.7.Transformée de Fourier :

La transformée de Fourier permet de réaliser une analyse temps-fréquence avec une résolution suffisante pour le signal vocal, quasi-stationnaire sur des intervalles de l'ordre de 10 à 100 ms.

I.7.1.Transformée de Fourier :

On se place dans l'ensemble des fonctions de carré intégrable $L^2(\mathbb{R})$ qui est un préhilbertien, et, on considère la famille orthogonale des sinusoid $\{e_\omega = t \rightarrow e^{i\omega t} / \omega \in \mathbb{R}\}$ en sûr, physiquement, on se limite aux

pulsations positives). La transformée de Fourier F (ou $TF(f)$) d'une fonction f permet de réaliser une projection sur l'espace vectoriel engendré par les sinusoides, en calculant tout d'abord la composante de la projection sur chaque sinusoides, donnée par le produit scalaire, et en n'oubliant pas la conjugaison complexe par rapport à la seconde place:

$$F(\omega) = \langle f | e_{\omega} \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$$

Dans notre étude, cette transformée ne nous servira jamais à reconstruire le signal, mais de manière plus qualitative à examiner les contributions de chaque plage de fréquence dans le signal vocal en étudiant le spectrogramme, qui est en fait une représentation tridimensionnelle indiquant la magnitude (module de $F(\omega)$) dans le plan temps-fréquence. (D'après la loi d'Ohm, l'oreille n'est pas sensible à la phase du signal auditif.)

Toutefois, il faut adapter cette représentation continue au cas discret, qui est celui du calcul numérique. [5]

I.7.2. Transformée de Fourier discrète :

Le signal est représenté par des échantillons prélevés uniformément dans le temps:

$$\{ f(n) / n \in [0, N-1] \}$$

On en fait un signal de période N afin d'éviter les effets de bord. La transformée de Fourier discrète est alors donnée par:

$$F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{\frac{-2i\pi kn}{N}}$$

La fréquence d'observation est proportionnelle au facteur $\frac{k}{N}$, pour $k \in [0, \frac{N}{2}]$: si f_e est fréquence d'échantillonnage, alors $f = f_e \cdot \frac{k}{N}$. Il faut noter que cette transformée est redondante,

car l'information obtenue est concentrée dans la moitié de l'intervalle $[0, N-1]$. En effet :

$$\forall k \in \mathbb{Z}, F(N-k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{\frac{2i\pi kn}{N}} e^{-2i\pi n} = \sum_{n=0}^{N-1} f(n) e^{\frac{2i\pi kn}{N}} = \overline{F(k)}$$

Et donc le module est le même, la phase étant simplement de signe opposé. Si l'on veut analyser le signal sur une plage de 10 kHz, il faut donc prendre une fréquence d'échantillonnage de 20 kHz.

Dans la pratique, on implémente la transformée de Fourier rapide (FFT, pour Fast Fourier Transform) qui a une complexité en $O(N \log_2(N))$ au lieu de $O(N^2)$ par calcul direct et qui tire parti

de cette redondance pour optimiser le calcul. [5]

I.7.3. Transformée de Fourier et convolution :

En représentation continue, la convolution entre deux fonctions est définie par:

$$\forall x \in \mathbb{R}, (f * g)(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) g(x-t) dt$$

Par changement de variable en $u=x-t$, l'opérateur de convolution est commutatif. Il est de plus associatif :

$$\begin{aligned} ((f * g) * h)(x) &= \int_{-\infty}^{+\infty} f * g(x-y) h(y) dy \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x-y-t) g(t) h(y) dt dy \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) \left(\int_{-\infty}^{+\infty} f(x-t-y) h(y) dy \right) dt \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} g(t) (f * h)(x-t) dt \\ &= (g * (f * h))(x) \end{aligned}$$

et donc par commutativité on a $(f * g) * h = (f * h) * g$.

On va prouver que la transformée de Fourier de la convolée de deux fonctions est le produit usuel des transformées de Fourier. De la définition découle l'égalité: $F(\omega) = (f * e_\omega)(0)$. De plus, on a: $\forall x \in \mathbb{R}, (f * e_\omega)(x) = F(\omega) \times e_\omega(x)$ car:

$$(f * e_\omega)(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{i\omega(x-t)} dt = e^{i\omega x} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt = F(\omega) e_\omega(x)$$

Finalement, la transformée de Fourier de $h = f * g$ est donc, en utilisant successivement la première propriété, l'associativité puis la seconde propriété:

$$H = (e_\omega * f * g)(0) = ((e_\omega * f) * g)(0) = F(\omega) \times (e_\omega * g)(0) = F(\omega) \times G(\omega), \text{ soit:}$$

$$TF(f * g) = F \times G \quad (1)$$

Ce résultat est également valable en représentation discrète. Il nous servira en analyse formantique du fait de la modélisation adoptée pour le signal de voix. [5]

I.7.4. Problème du fenêtrage :

En pratique, non seulement le signal s est discret, mais de plus le temps d'observation 2τ est fini. On observe donc la convolée du signal par la fonction porte:

$$p : t \rightarrow 1 \text{ si } t \in [-\tau, \tau]$$

$$0 \text{ sinon}$$

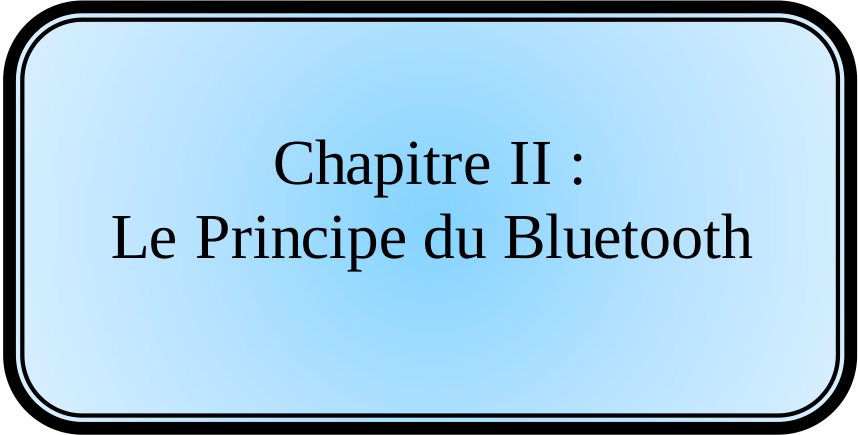
D'après (1), la transformée de Fourier de $s * \Pi$ est le produit des transformées, celle de la fonction porte étant:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \Pi(t) e^{-i\omega t} dt = \int_{-\tau}^{\tau} e^{-i\omega t} dt = 2\tau \operatorname{sinc}(\omega\tau)$$

Le lobe central de ce sinus cardinal a une largeur de $2/\tau$. En conséquence, lorsque le temps d'observation tend vers zéro, le spectre s'élargit. Pour résoudre ce problème, on utilise des fenêtres dont l'énergie est concentrée en zéro, ce qui limite ce phénomène. Dans nos travaux, nous avons utilisé la fenêtre de Hamming.

I.8.Conclusion :

La reconnaissance vocale est une technologie qui permet aux appareils d'interagir avec les humains de manière similaire à l'interaction humaine. Elle enregistre l'audio, le convertit en données numériques, l'analyse et en extrait des informations importantes. Elle est utilisée dans des domaines tels que le contrôle vocal, les applications mobiles, la traduction vocale et l'analyse vocale. Les systèmes de commandes vocales sont classés en trois groupes : reconnaissance discrète, reconnaissance "à la volée" et reconnaissance continue. Les systèmes de dictée convertissent la parole en texte, avec des systèmes de dictée discrète nécessitant des pauses entre chaque mot et des systèmes de dictée continue permettant une dictée fluide. Les composants d'un système de reconnaissance vocale comprennent un dispositif de capture de la parole, un module de signal numérique, le stockage du signal prétraité, des modèles de discours de référence et un algorithme de correspondance de modèle. La synthèse vocale transforme le texte en parole en analysant le texte en unités sonores et en utilisant des synthétiseurs sonores. Les applications de la reconnaissance vocale sont nombreuses, allant de l'automatisation des transactions téléphoniques à l'aide aux personnes handicapées et au contrôle vocal des équipements. Le processus de production de la parole chez l'homme implique l'expulsion de l'air des poumons, les cordes vocales vibrantes et la modulation des sons en impulsions périodiques de pression. Un système de reconnaissance vocale extrait l'information linguistique d'un signal de parole capté par un microphone pour permettre une interaction homme-machine. En résumé, la reconnaissance vocale est une technologie en évolution offrant une interaction innovante et pratique entre les humains et les appareils, utilisant la capture, la conversion et l'analyse des signaux de parole pour extraire des informations utiles.



Chapitre II : Le Principe du Bluetooth

II.1. Introduction :

La technologie Bluetooth est une technologie sans fil qui permet le transfert de données entre différents appareils sans utiliser de câbles. Elle repose sur l'utilisation d'ondes radio dans une plage de fréquence spécifique et fonctionne en appariant les appareils pour établir une connexion sécurisée. La technologie Bluetooth est facile à utiliser et compatible avec divers appareils et plateformes. Elle est largement utilisée dans les smartphones, les tablettes, les écouteurs sans fil et les appareils domestiques intelligents. Elle offre une méthode pratique pour la communication sans fil et le transfert rapide et fluide des données entre les différents appareils.

II.2.Utilisations de Bluetooth :

À l'ère actuelle, nous vivons dans un monde technique en évolution rapide, et les appareils et applications sont presque dépourvus de capacités de communication sans fil. Parmi ces technologies innovantes et largement utilisées, Bluetooth est une technologie sans fil à courte portée qui permet une communication facile et fiable entre différents appareils, et a conquis le cœur des utilisateurs. Et sa présence est devenue incontournable dans de nombreux secteurs, et voici quelques exemples :

- Périphériques informatiques sans fil : imprimante, clavier, souris, casque audio, enceinte.
- Téléphonie mobile : connexion internet pour un ordinateur portable via un téléphone GSM avec fonction de modem, kits main libre Bluetooth (oreillette).
- Synchronisation de périphérique : synchronisation des contacts, des fichiers multimédias pour les différents appareils portables.
- Automobile : kits mains libres, récepteurs GPS bluetooth.
- Domotique : gestion du chauffage électrique, de l'éclairage, des appareils électroménagers, de l'arrosage automatique.

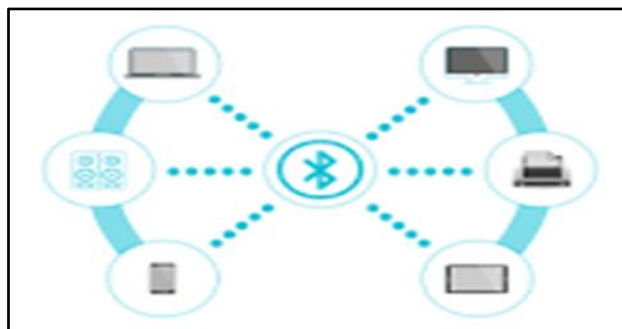


Figure (II.1) : application et utilisation de bluetooth. [6]

II.3. protocole de la bluetooth(BLE):

La pile de protocoles BLE se compose de deux parties principales : la partie contrôleur et la partie hôte (Figure II.2). La partie contrôleur est constituée d'une couche physique et d'une couche liaison. Il se présente sous forme de puce avec un système de système sur puce (SOC) radiocommandé. Partie hôte sur le processeur d'application et comprend des fonctions de niveau supérieur, à savoir la couche

Protocole de contrôle et d'adaptation de liaison logique (L2CAP), la couche Attribute Protocol (ATT), le Generic Attribute Profile "GATT" et le Generic Access Profile du Security Manager Protocole (SMP) "CAP". La communication entre la partie hôte et la partie contrôleur est normalisée via l'interface de contrôleur hôte (HCI). Certains profils non essentiels, tels que B. la couche application n'est pas définie par la norme Bluetooth. Ils peuvent être utilisés sur la partie hôte.

Bien que certaines fonctions de la manette BLE aient été héritées de la manette Bluetooth classique, les deux types de manettes sont actuellement incompatibles. Par conséquent, un appareil qui implémente uniquement un contrôleur BLE (appareil dit monomode) ne peut pas communiquer avec un appareil qui dispose d'un contrôleur Bluetooth classique. Par conséquent, on s'attendait à ce que les nouveaux appareils contiennent deux types de contrôleurs. Ces appareils sont appelés appareils bimodes. [7]

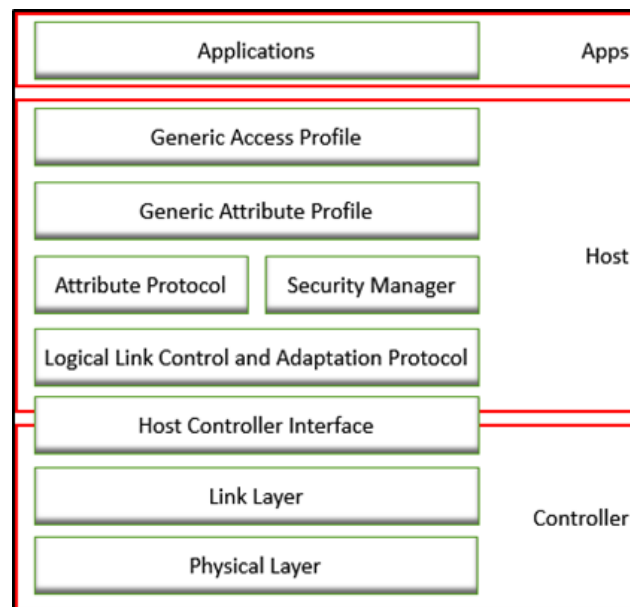


Figure (II.2) : Pile protocolaire de la BLE. [7]

II.4. La technologie Bluetooth dans les réseaux :

L'un des principaux avantages de la diversité de conception de la technologie Bluetooth est la facilité de création et d'organisation de réseaux entre différents appareils utilisant la technologie Bluetooth. Bluetooth est conçu pour être utilisé dans un environnement multi-utilisateurs. Il montre deux types de configurations possibles qui peuvent être étendues à un nombre important d'éléments, englobant ainsi des réseaux et sous-réseaux.

La structure sous-jacente de cette technologie, dans sa forme la plus élémentaire, consiste en ce que l'on appelle le piconet et une structure légèrement plus complexe appelée le scatternet. Jusqu'à huit utilisateurs ou appareils peuvent former un "piconet" ; et jusqu'à dix « piconets » peuvent coexister dans la même zone de couverture. Étant donné que chaque connexion est cryptée et protégée contre les interférences et les déconnexions, Bluetooth peut être considéré comme un réseau sans fil à courte portée très sécurisé.

piconets sont plusieurs appareils qui se trouvent dans la même portée radio et partagent le même canal. Ils se composent de deux à huit de ces unités. Chaque appareil a une seule direction de 48 bits, basée sur la norme IEEE 802.11 pour le WiFi, tandis que le scatternet est créé en connectant un piconet à un autre avec jusqu'à dix connexions piconet. Dans la figure ci-dessous, ces deux configurations s'observent et se comprennent très facilement.

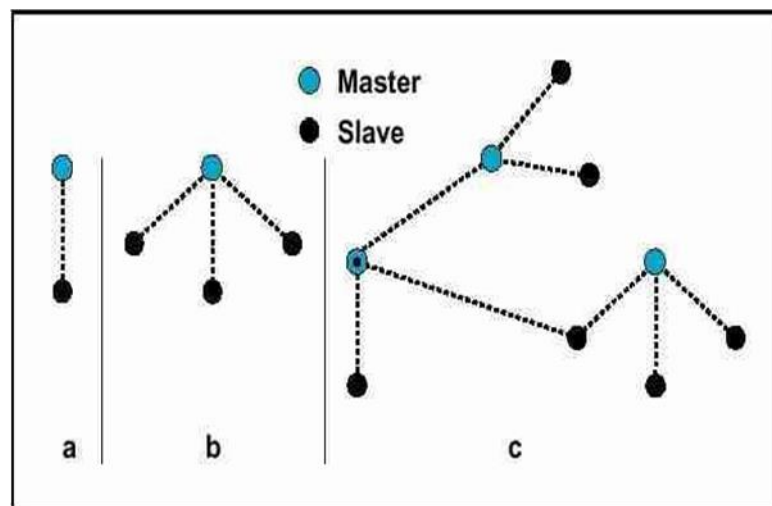


Figure (II.3): Scatternet est formé en connectant un piconet à un autre. [8]

Sur la figure "a", nous pouvons observer le Piconet le plus simple qui est constitué de deux appareils. Dans la figure "b", nous avons un Piconet constitué de quatre de ces dispositifs. Le chiffre "c" est un exemple d'un Scatternet qui possède trois Piconet, l'un constitué pour quatre unités, l'autre pour deux et le dernier pour 3 unités respectivement.

Les équipements qui partagent le même canal vont se partager les ressources et la

capacité de celui-ci. Bien que les canaux aient une bande passante d'un 1Mhz, à mesure que de plus en plus d'utilisateurs se joignent au Piconet, ils auront des ressources mineures pour chaque utilisateur.

C'est la raison pour laquelle le Scatternet a été introduit pour résoudre le problème de la faible bande passante dont dispose chaque utilisateur d'un Piconet s'il trouve une grande quantité d'unités connectées. La performance, dans son ensemble et individuellement des utilisateurs d'un Scatternet est plus importante que celle qu'a chaque utilisateur lorsqu'il participe au même canal de 1 MHz. [8]

II.5.La Sécurité dans Bluetooth :

La sécurité est une priorité dans un réseau normal, mais ce type de réseau est encore plus vulnérable dans un réseau sans fil qui permet aux utilisateurs de rester connectés et facilement accessibles. Les développeurs Bluetooth ont implémenté un certain nombre de fonctionnalités liées à la sécurité pour faire de ce protocole la référence. Ici, nous énumérerons les fonctionnalités générales et les niveaux de sécurité inclus dans la spécification Bluetooth. [9]

II.5.1.Les mécanismes de sécurité :

Les appareils Bluetooth utilisent la bande 2,45 GHz couramment utilisée. Pour sécuriser les transmissions au niveau de la couche physique, Bluetooth utilise le saut de fréquence, une technique qui saute à travers la bande radio 1 600 fois par seconde. Cela améliore la transparence et réduit également les "écoutes clandestines accidentelles". Seuls les appareils synchronisés sont autorisés à communiquer.

La spécification Bluetooth inclut des mécanismes de sécurité au niveau de la liaison de données. Il prend en charge l'authentification (unidirectionnelle ou mutuelle) et le cryptage. Ces mécanismes reposent sur une clé de connexion secrète partagée entre deux appareils communicants. Pour générer cette clé, un processus appelé "appairage" est utilisé lorsque les deux appareils communiquent pour la première fois. [10]

II.5.2. Les paramètres de base pour la sécurité :

La sécurité du protocole Bluetooth (couche liaison de données) repose sur l'utilisation des trois paramètres suivants.

RAND Random Number : utilisé pour simuler un caractère aléatoire de 128 bits. Il change fréquemment et est généré par le périphérique Bluetooth.

Adresse dépendante du périphérique physique BD-ADDR (Bluetooth Device ADDResse) : Chaque adaptateur Bluetooth se voit attribuer une adresse permanente et unique

de 48 bits lors de sa création. Cette adresse permet aux autres utilisateurs de faire confiance à la personne à l'autre bout de la communication.

PIN d'identification personnel : est un code personnel attribué à l'utilisateur. Ce code PIN peut être stocké entre 1 et 16 octets. Le code PIN peut être stocké dans la mémoire non volatile de l'appareil.

Ces paramètres permettent de créer des clés d'authentification et de chiffrement des transferts de données afin de les protéger. [9]

II.5.3. Les modes de sécurité :

Selon la spécification Bluetooth, les appareils peuvent fonctionner dans l'un des trois modes de sécurité :

- * Mode 1 : Il s'agit du mode de sécurité le moins sécurisé dans lequel l'appareil Bluetooth n'initie pas de processus de sécurité. Le périphérique Bluetooth est en mode découverte de réseau dans ce mode.

- * Mode 2 : Ce mode applique la sécurité une fois les périphériques connectés au niveau L2CAP. Dans ce mode, vous pouvez définir des politiques de sécurité flexibles à l'aide de commandes au niveau de l'application qui fonctionnent avec des protocoles de niveau inférieur.

- * Mode 3 : Ce mode applique des contrôles de sécurité tels que l'authentification et le cryptage au niveau de la bande de base. Il est identique au mode 2 mais fournit des fonctionnalités de cryptage et d'authentification supplémentaires avant la connexion. [9]

II.5.4. Les niveaux de sécurité des dispositifs et des services :

Bluetooth définit les niveaux de sécurité des appareils et des services.

- * Il existe deux niveaux de sécurité possibles pour les appareils. L'appareil distant pourrait être :

- Appareil de confiance : Il aurait accès à tout service pour lequel une relation de confiance a été établie.

- Appareil non fiable : aurait un accès limité aux services.

- * Trois niveaux de sécurité **sont définis pour les services :**

- 1) Services nécessitant une autorisation et une authentification : L'accès automatique n'est autorisé qu'aux appareils de confiance. D'autres appareils nécessitent une autorisation manuelle.

- 2) Services d'authentification uniquement : Aucune autorisation requise. ce qui signifie. Avant de pouvoir utiliser ces services, l'appareil doit être authentifié.

- 3) Services ouverts : Aucune authentification requise, aucune approbation d'accès requise avant d'accorder l'accès au service.

Il est important de comprendre que certains protocoles Bluetooth ne peuvent authentifier que les appareils et non les utilisateurs. Cela ne signifie pas que le contrôle d'accès basé sur l'utilisateur n'est pas possible. L'architecture de sécurité Bluetooth permet aux applications d'appliquer leurs propres politiques de sécurité. La couche de liaison, sur laquelle fonctionnent les mécanismes de sécurité spécifiques à Bluetooth, est transparente pour les mécanismes de sécurité appliqués par les couches supérieures. Cela permet d'appliquer un contrôle d'accès granulaire basé sur l'authentification de l'utilisateur dans le cadre de la sécurité Bluetooth.

II.5.5.Le contrôleur de sécurité :

Les mécanismes et politiques de sécurité susmentionnés qui peuvent être gérés via Bluetooth sont rendus possibles par un composant appelé (Security Manager). Le contrôleur de sécurité est l'entité qui décide des politiques à appliquer lorsqu'une demande de connexion est envoyée. Selon le service, le type d'appareil et le niveau de confiance, le contrôleur de sécurité peut appliquer l'authentification au niveau de l'application, le chiffrement de session et d'autres politiques d'accès spécifiques.

Le responsable de la sécurité a besoin d'informations sur les appareils tels que les services avant de prendre une décision. Ces informations sont stockées notamment dans deux bases de données, la base de données des appareils et la base de données des services.

1- La base de données de l'appareil stocke des informations sur le type d'appareil, son niveau de confiance et la longueur de la clé de connexion utilisée pour le cryptage.

2- La base de données des services stocke des informations sur les exigences d'authentification, d'autorisation et de cryptage pour les services.

* Le processus typique suivi par un contrôleur de sécurité lorsqu'il accorde l'accès à un périphérique pour un service particulier est le suivant :

1 - Le périphérique distant demande l'accès

2 - La demande de connexion atteint L2CAP

3 - L2CAP demande l'accès au contrôleur de sécurité sur

4 - Le contrôleur interroge les bases de données des appareils et des services.

5 - Si le dispositif est de confiance, le contrôleur de sécurité peut exiger ou non une authentification ou une autorisation.

6 - Si le dispositif n'est pas autorisé, le contrôleur de sécurité peut mettre fin à la connexion ou forcer l'autorisation. L'authentification de niveau Bluetooth se produit pendant l'échange de clé de liaison. Selon la politique de sécurité régissant l'accès, le contrôleur de

sécurité peut avoir besoin d'un protocole d'application pour appliquer la sécurité au niveau de l'application, par ex. B. Définissez un nom d'utilisateur/mot de passe pour l'authentification

La prise en charge d'autres schémas d'authentification a également été introduite via l'interface de contrôle de sécurité.

7- Le contrôleur de sécurité décide alors si le chiffrement de la connexion est nécessaire pour accéder au service. Dans ce cas, les clés sont négociées et échangées au niveau L2CAP et la connexion continue.

Alternativement, si l'appareil est en mode de sécurité 3, le contrôleur de sécurité demande au LMP d'authentifier et de crypter la communication avant d'établir une connexion. L'architecture de sécurité générale dans Bluetooth est illustrée dans la figure ci-dessous :

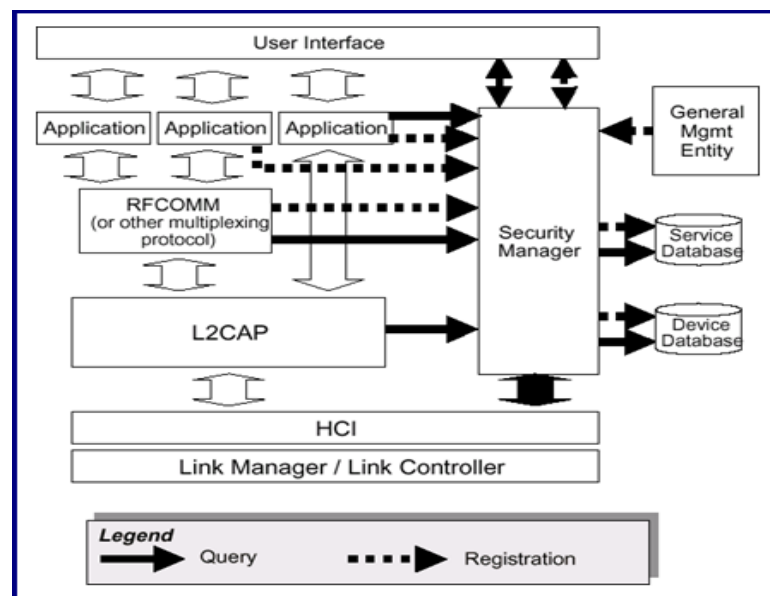


Figure (II.4): Architecture générale de sécurité dans Bluetooth. [9]

Nous voyons ainsi que le contrôleur de sécurité est l'entité centrale qui contrôle et impose la politique de sécurité dans l'architecture de sécurité de Bluetooth.

II.5.6 .La gestion des clés dans Bluetooth :

Assurer une transmission sécurisée avec le protocole Bluetooth, implique l'utilisation de plusieurs genres de clés et de contrôles.

II.5.6.1.Le code PIN :

Le code PIN lui-même joue un rôle dans l'authentification pour identifier de manière unique les appareils. Il est utilisé pour se connecter à un appareil Bluetooth, similaire au code utilisé pour se connecter à la carte SIM d'un appareil mobile.

Le code PIN est un nombre fixe stocké dans l'appareil ou un code défini par l'utilisateur. Dans le cas de codes PIN définis par l'utilisateur, il peut les modifier à tout

moment, augmentant ainsi la sécurité de l'authentification dans le système. Le code PIN se compose généralement de 4 chiffres, mais peut être compris entre 1 et 16 octets. [9]

II.5.6.2.Les clés de lien :

Les clés de connexion sont utilisées dans le processus d'authentification et également comme paramètre pour obtenir la clé de chiffrement. Ils peuvent être temporaires ou semi-permanents.

La clé temporaire n'est valable que jusqu'à la fin de la session en cours et ne peut plus être utilisée.

Vous pouvez utiliser la clé semi-permanente après la fin de la session en cours. Authentifie généralement les appareils Bluetooth partageant une session.

Il existe également quatre principaux types de clés de jointure, qui sont toutes des nombres aléatoires de 128 bits. Clé d'unité

: Clé d'unité KA

KA est la clé d'unité de l'appareil Bluetooth A obtenue lors de l'installation de l'appareil. Clé d'initialisation

: Kinit La clé d'initialisation

Kinit, comme son nom l'indique, est utilisée dans le processus d'initialisation. Clé de combinaison

: La clé de combinaison

-KAB est adoptée par deux appareils Bluetooth, A et B. Il est généré pour chaque paire d'appareils et utilisé lorsqu'une sécurité accrue est requise.

Kmaster Master Key

Kmaster est utilisé lorsqu'un maître piconet veut diffuser vers plusieurs appareils une fois pour toutes. Remplace la clé de connexion actuelle pour cette session principale uniquement.

II.5.6.3.La clé de chiffrement :

La clé de chiffrement peut avoir une longueur comprise entre 8 et 128 bits et assure la transmission sécurisée de chaque paquet envoyé entre les appareils pendant la session de transmission. Cette clé est dérivée de la clé de liaison actuelle et est régénérée chaque fois qu'un chiffrement est requis.

II.5.6.4.Initialisation et génération des clés :

Chacun des appareils Bluetooth demande l'échange de clés après authentification de l'utilisateur par le système de contrôle PIN. Cet échange de clés a lieu pendant la phase d'initialisation, que les deux appareils doivent terminer.

Remarque : Les algorithmes E22 et E21 sont combinés en un seul algorithme, qui est simplement appelé E2 et donne la clé de liaison.

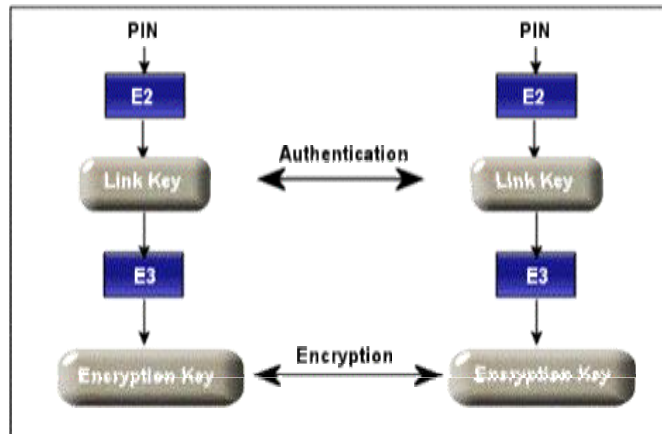


Figure (II.5) : Processus général d'authentification et de chiffrement. [9]

Toutes les procédures d'initialisation comprennent les étapes suivantes :

- 1- Générer une clé d'initialisation à l'aide de l'algorithme E22 à l'aide du code PIN de l'appareil.
- 2- Génération d'une clé de connexion à l'aide de l'algorithme E21.
- 3- L'authentification a lieu (voir paragraphe suivant). Au cours de ce processus, une valeur ACO (Authentication Cipher Offset) est générée.
- 4- Echange des clés de connexion.
- 5- Génération de la clé de cryptage dans chaque unité à l'aide de l'algorithme E3. Cette clé est calculée à partir de la clé de liaison, d'un nombre aléatoire et de la valeur de décalage de chiffrement (COF) basée sur la valeur ACO du processus d'authentification.

Après cette opération, la connexion fonctionne ou ne fonctionne pas, il y a des timeouts et des échecs d'initialisation.

II.5.7. Procédures d'authentification :

Le schéma d'authentification Bluetooth est essentiellement une stratégie de défi-réponse qui utilise un protocole en deux étapes pour vérifier que l'autre partie connaît une clé secrète spécifique.

L'authentification réussit lorsque le protocole vérifie que les deux appareils ont la même clé. Au cours du processus d'authentification, une valeur ACO est générée et stockée dans les deux appareils. La valeur ACO est utilisée pour déterminer le numéro COF 96 bits utilisé pour générer la clé de chiffrement et est l'un des paramètres de l'algorithme E3 ci-dessus dans la phase d'initialisation.

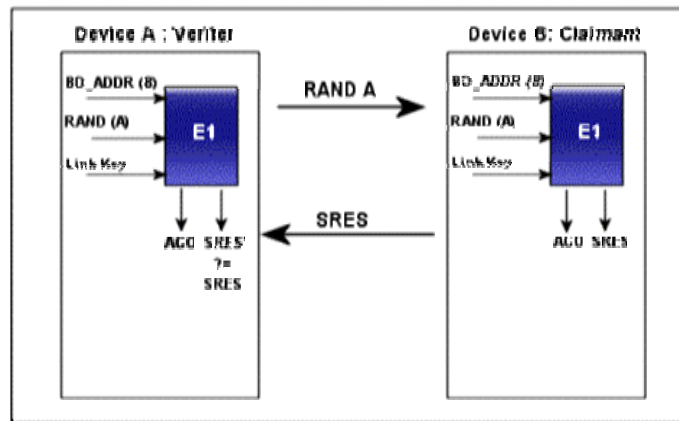


Figure (II.6) : Processus d'authentification. [9]

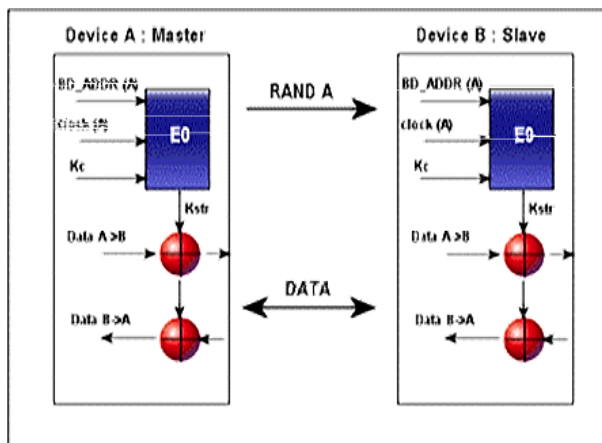
Étape 1 : Le vérificateur (A) envoie au demandeur (B) un nombre aléatoire (RAND A) pour l'authentification.

Phase 2 : Le valideur et le demandeur utilisent la fonction d'authentification E1 avec un nombre aléatoire (RAND A), l'adresse BD_ADDR du demandeur et la clé de connexion courante pour obtenir une réponse.

Étape 3 : Le demandeur envoie la réponse au valideur, qui vérifie ensuite la validité de la réponse. De même, les deux calculent la valeur ACO, qui est ensuite utilisée pour déterminer la valeur COF, qui est utilisée pour générer la clé de chiffrement, comme mentionné ci-dessus.

II.5.8. Procédures de chiffrement et de confidentialité:

Une fois la clé de connexion établie et authentifiée avec succès, la clé de cryptage est générée par l'algorithme E3 et le système de cryptage Bluetooth est prêt à crypter systématiquement la charge utile à transmettre. La méthode de chiffrement 6 inclut la graine binaire E0 utilisée pour chiffrer les données.



Figure(II.7) : Processus de chiffrement. [9]

La valeur de départ binaire E0 se compose de 3 éléments ; générateur de clé principale, générateur de clé de charge utile et composant de chiffrement/déchiffrement. Le registre maître de flux binaire contient quatre registres appelés LSFR (Linear Feedback Shift Registers). Ces registres ont des longueurs de 25, 31, 33 et 39, pour une longueur totale de 128.

Le générateur de clé de données combine les bits d'entrée en subdivisions appropriées et les décale dans les quatre registres maîtres du générateur de clé binaire. dans les paramètres Kc, la clé de chiffrement générée par E3, un nombre aléatoire, l'adresse du dispositif BD_ADDR et l'horloge du dispositif A. Sur la base de la sortie de l'algorithme E0, de Kstr et des données à transmettre, le texte chiffré est formulé pour être transmis dans des paquets de données. [9]

II.6. Conclusion :

La communication sans fil est la transmission d'informations à distance sans l'utilisation de conducteurs ou de câbles électriques. Basé sur les directives et les exigences WPAN, Bluetooth est mieux adapté aux réseaux à courte portée. Son utilisation continue dans les déploiements WPAN apportera de grands avantages aux consommateurs, aux organisations, aux entreprises et aux chercheurs avec des mois d'autonomie de la batterie et une capacité de saut de fréquence, ce qui le rendra plus sûr que les autres PAN. La caractéristique la plus spectaculaire du Bluetooth est qu'il ne nécessite aucune mesure particulière pour fonctionner. Pas de synchronisation par câble. Les appareils se trouvent et démarrent une conversation sans intervention de l'utilisateur. La technologie sans fil Bluetooth a fait ses preuves en raison de ses faibles coûts et représente un pont vers les réseaux de données existants.



Chapitre III : Matériel et logiciel requis

III.1.Introduction :

Au cours des dernières années, la technologie a pris le dessus sur le monde et s'est infiltrée dans tous les aspects de notre vie quotidienne, jour après jour. Elle contrôle nos vies. Son développement fulgurant a donné naissance à des maisons intelligentes, des téléphones intelligents et des voitures intelligentes, entre autres.

Ce qui distingue ces objets intelligents, c'est leur capacité à communiquer entre eux via Internet. Cela nous permet de les utiliser à tout moment et n'importe où, ce que l'on appelle l'Internet des objets.

Une maison intelligente repose sur la mise en œuvre de la technologie dans les différents appareils électriques de la maison, qui sont contrôlés par une "intelligence" centralisée. Cette intelligence peut être assurée par un système programmable central, des modules intelligents décentralisés ou une interface micro-informatique telle qu'un serveur.

Ce chapitre a pour objectif de présenter notre perception des appareils électriques de proximité à commande vocale utilisant un smartphone Android via la technologie Bluetooth.

III.2.Partie programme :

Une telle carte d'acquisition qui se base sur sa construction sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

III.2.1.L'environnement de programmation :

Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++ 3, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La mise en place de ce langage standard rend aisé le développement de programmes sur les plates-formes Arduino, à toute personne maîtrisant le C ou le C++.

Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE Arduino

III.2.2.Structure générale du programme (IDE Arduino) :

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C. [11]

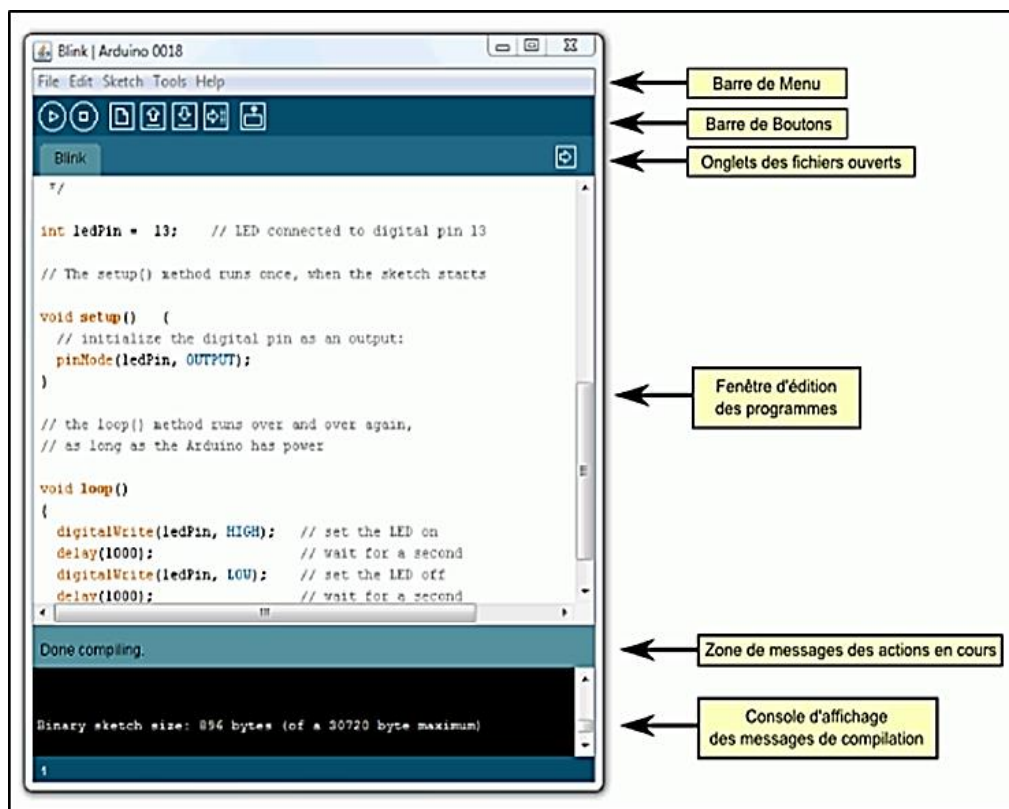


Figure (III.1): Interface IDE Arduino . [12]

III.2.3. Injection du programme :

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM 3) comme à titre d'exemple cette figure suivant :

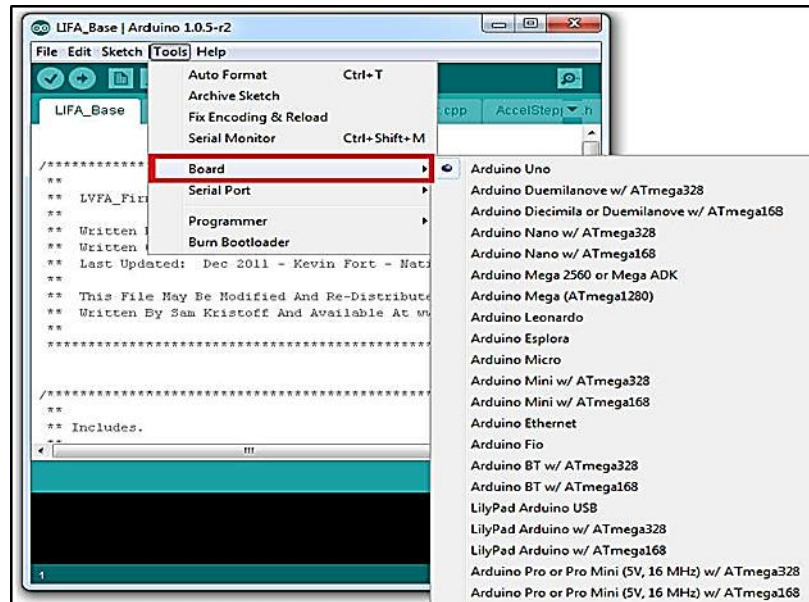


Figure (III.2): Paramétrage de la carte. [12]

III.2.4. Structure d'un programme en Arduino :

Un programme utilisateur Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle, ligne par ligne. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code. La structure d'écriture d'un programme sous Arduino est de la forme suivante :

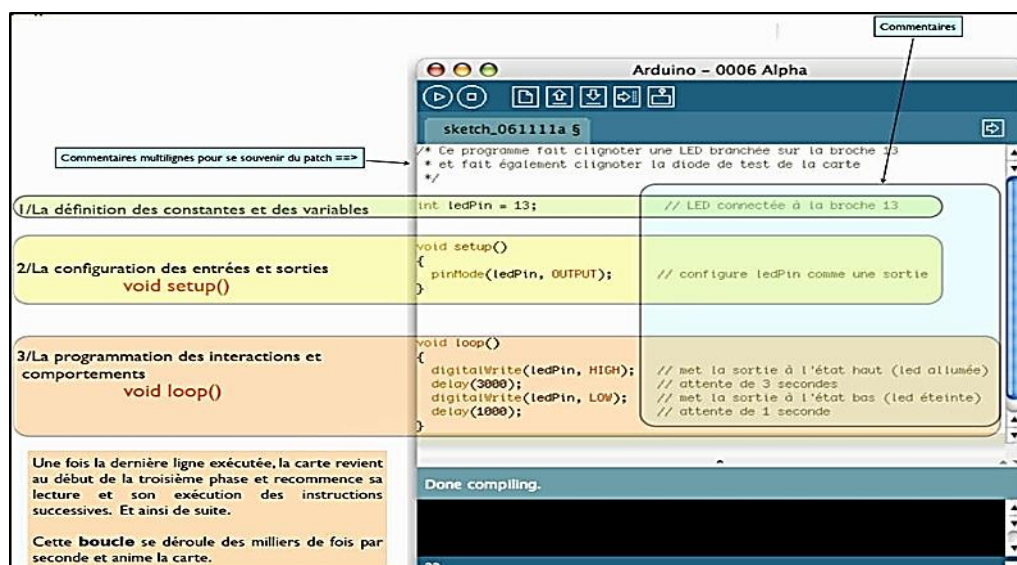


Figure (III.3) : Structure d'un programme en Arduino. [12]

III.2.5. Les étapes de téléchargement du programme :

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte Arduino via le port USB.

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).
8. On vérifie que notre montage fonction.

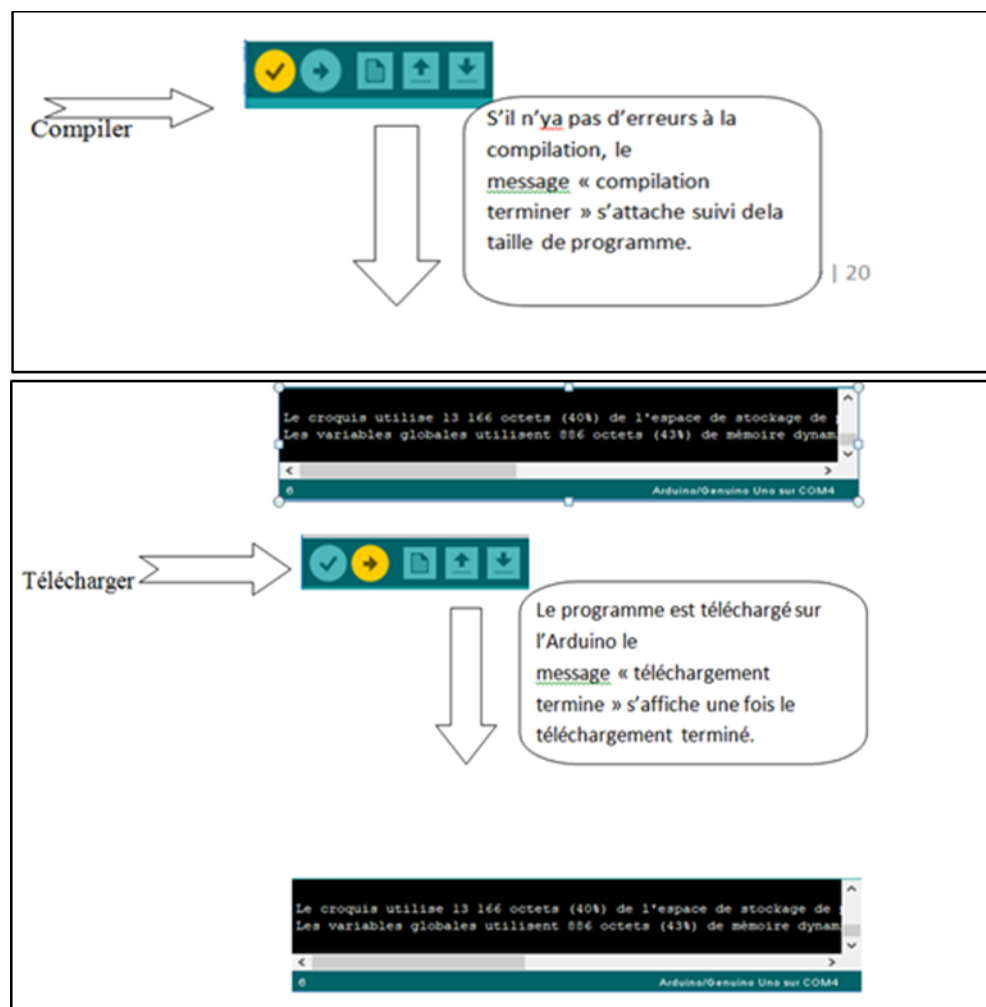


Figure (III.4): Les étapes de téléchargement du code. [12]

III.3. Matérielle et logiciel requis :

Pour mettre en œuvre notre projet, les équipements et logiciels suivants :

- NodeMCU ESP 8266
- Bluetooth HC-05
- relay wifi esp8266 (4v)
- Des câbles métalliques
- Un Smartphone
- transformateur électrique (5v)

III.3.1. esp8266 mod :

III.3.1.1. Présentation esp8266 mod :

The NodeMCU ESP8266 development board comes with the ESP-12E module containing the ESP8266 chip having Tensilica Xtensa 32-bit LX106 RISC microprocessor. This microprocessor supports RTOS and operates at 80MHz to 160 MHz adjustable clock frequency. NodeMCU has 128 KB RAM and 4MB of Flash memory to store data and programs. Its high processing power with in-built Wi-Fi / Bluetooth and Deep Sleep Operating features make it ideal for IoT projects.

NodeMCU can be powered using a Micro USB jack and VIN pin (External Supply Pin). It supports UART, SPI, and I2C interface.

L'ESP8266 a été créé en 2014 par une société chinoise (Espressif). Elle a été surtout utilisée au début pour ajouter des fonctionnalités WIFI à des projets Arduino via des commandes AT. Très vite, devant la puissance de la puce et avec la publication d'un SDK par Espressif, une belle communauté a développé des outils et firmware pour pouvoir la programmer [13].

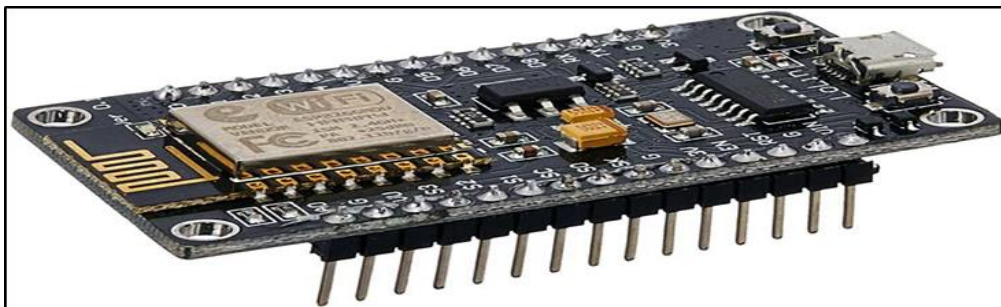


Figure (III.5): Le module NodeMCU ESP8266 . [13]

III.3.1.2. Caractéristiques de NodeMCU ESP8266 :

Cette carte dispose :

- Microcontrôleur : Tensilica 32-bit RISC CPU Xtensa LX106
- Operating Voltage : 3.3V
- Input Voltage : 7-12V
- Digital I/O Pins (DIO): 16
- Analog Input Pins (ADC): 1
- UARTs: 1
- SPIs: 1
- I2Cs: 1
- Flash Memory: 4 MB
- SRAM: 64 KB
- Clock Speed: 80 MHz
- USB-TTL based on CP2102 is included onboard, Enabling Plug n Play
- PCB Antenna
- Small Sized module to fit smartly inside your IoT projects

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le bon fonctionnement du microcontrôleur. Ainsi, pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable, l'alimentation étant fournie par le port USB). [13]

III.3.1.3. Comparaison technique entre NodeMCU ESP8266 et Arduino:

La carte qui se rapproche le plus d'un Arduino est la NodeMCU. Elle a été créée pour pouvoir utiliser l'ESP8266 avec le firmware du même nom, NodeMCU, qui permet d'interpréter des scripts Lua. Aujourd'hui cette carte peut être programmée comme un Arduino avec l'IDE d'Arduino.

NodeMCU est à l'ESP8266 ce que l'Arduino est à l'ATmega 328. Il existe aujourd'hui 14 versions de l'ESP8266. NodeMCU utilise la version 12 (ESP12E) de l'esp8266. Tableau (III.1):

Tableau (III.1): Comparaison technique entre NodeMCU ESP8266 et Arduino . [13]

	Arduino UNO R3	NodeMCU ESP8266
Power	5V	3,3V
Fréquence	16MHz	80MHz
Microcontrôleur	ATmega328	ESP8266
Flash Memory	32KB	4MB
SRAM	KB	64 KB SRAM / 96KB DRAM
EEPROM	1 KB	Non, utiliser Flash
USB	Oui	Oui
External Power Port	Oui	Non
Pins	32	22
GPIO	14	16 (11 Digital I/O)
Analog I/O	6	1
WiFi	Non	Oui!
PWM	6	9
SPI / I2C	Oui	Oui

III.3.1.4. Les broches du NodeMCU ESP8266 :

Le NodeMCU est une plateforme de développement basée sur le module ESP8266, qui offre une connectivité Wi-Fi intégrée. Voici les broches principales du NodeMCU: [14]

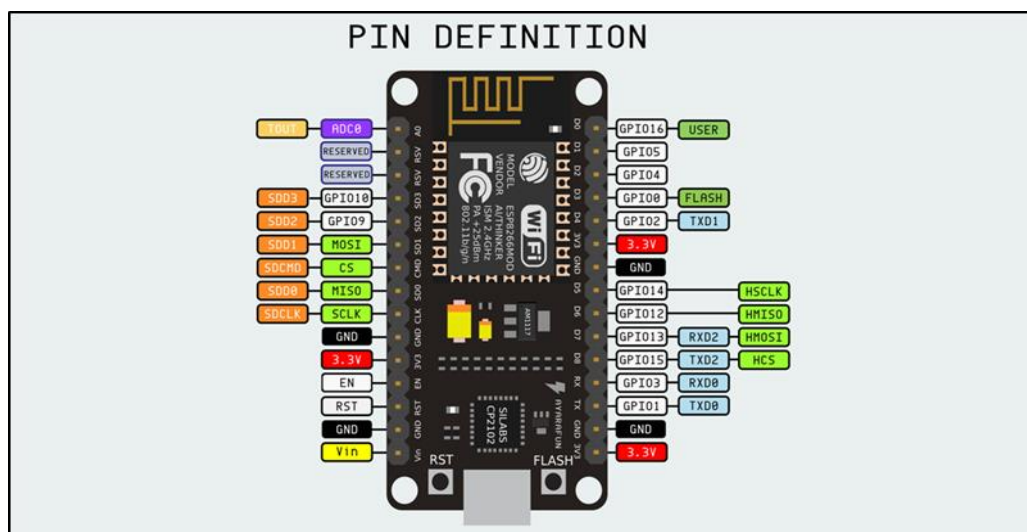
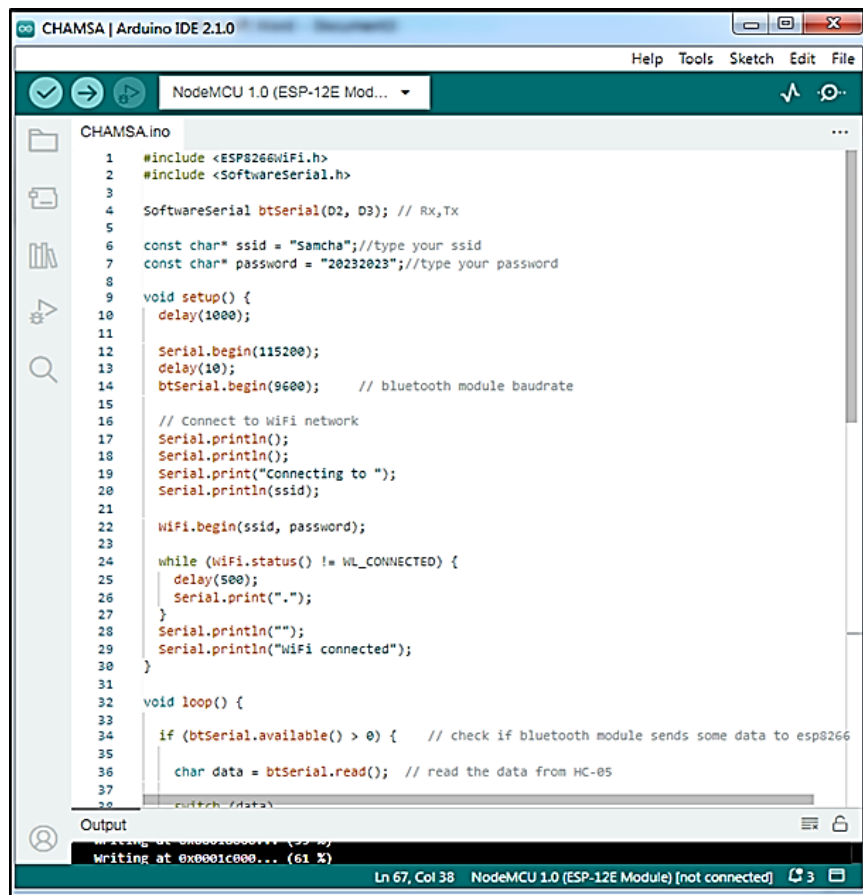


Figure (III.6): Définitions des broches ou disposition de la carte de développement ESP8266 NodeMCU de première génération.. [14]

III.3.1.5. Programmation NodeMCU ESP8266 avec Arduino IDE :

La carte de développement NodeMCU peut être facilement programmée avec Arduino IDE car elle est facile à utiliser.

La programmation de NodeMCU avec l'IDE Arduino prendra à peine 5 à 10 minutes. Tout ce dont vous avez besoin est l'IDE Arduino, un câble USB et la carte NodeMCU elle-même. Vous pouvez consulter ce didacticiel de démarrage pour NodeMCU pour préparer votre IDE Arduino pour NodeMCU.



```
CHAMSA | Arduino IDE 2.1.0
NodeMCU 1.0 (ESP-12E Mod...)

CHAMSA.ino
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <SoftwareSerial.h>
3
4 SoftwareSerial btSerial(D2, D3); // RX,Tx
5
6 const char* ssid = "samcha";//type your ssid
7 const char* password = "20232023";//type your password
8
9 void setup() {
10   delay(1000);
11
12   Serial.begin(115200);
13   delay(10);
14   btSerial.begin(9600); // bluetooth module baudrate
15
16   // Connect to WiFi network
17   Serial.println();
18   Serial.println();
19   Serial.print("Connecting to ");
20   Serial.println(ssid);
21
22   WiFi.begin(ssid, password);
23
24   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
25     delay(500);
26     Serial.print(".");
27   }
28   Serial.println("");
29   Serial.println("WiFi connected");
30 }
31
32 void loop() {
33
34   if (btSerial.available() > 0) { // check if bluetooth module sends some data to esp8266
35
36     char data = btSerial.read(); // read the data from HC-05
37
38     Serial.print(data);
39   }
40 }
```

Output

Writing at 0x00000000... (55 %)

Writing at 0x00001000... (61 %)

Ln 67, Col 38 NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) [not connected]

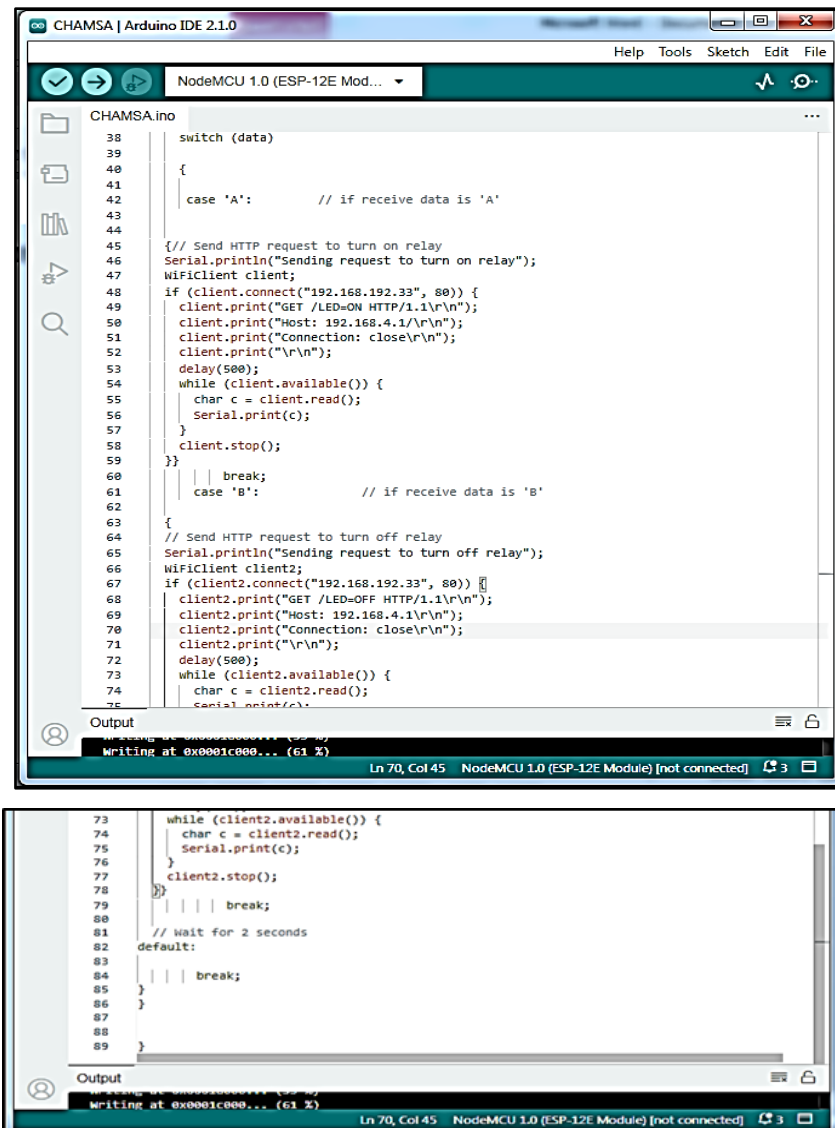


Figure (III.7): Programmation NodeMCU ESP8266 avec Arduino IDE.

III.3.2. Bluetooth HC-05 :

III.3.2.1. Présentation Bluetooth HC-05 :

Le HC-05 est un module de communication Bluetooth de base utilisé pour la communication sans fil entre des appareils électroniques. Ils sont utilisés pour transmettre à distance des données telles que des commandes, des lectures de capteurs et d'autres informations. Ils peuvent être utilisés pour connecter des appareils tels que des téléphones portables, des ordinateurs, des microcontrôleurs et d'autres appareils électroniques compatibles Bluetooth.

L'unité HC-05 est connue pour sa facilité d'utilisation et son prix abordable. Ils sont largement utilisés dans les projets de robotique, la domotique et le développement de l'électronique grand public en raison de leur facilité d'intégration et de leur compatibilité avec une variété de périphériques. [15]

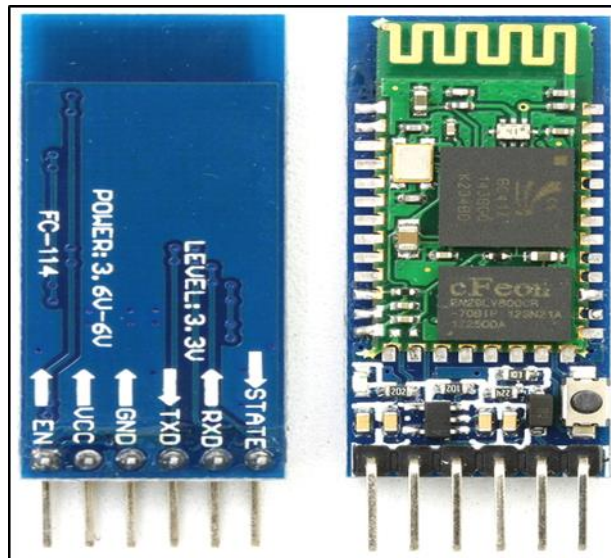


Figure (III.8): Type de modules Bluetooth HC-05. [15]

III.3.2.2.Caractéristiques du module Bluetooth HC-05 :

- Interface série transparente (TTL) pour la communication
- HC-05 prise en charge de la communication à deux voies (full-duplex)
- Plage de fréquences de 2,4 GHz
- Distance de communication maximale de 10 mètres (pour HC-05)
- Tension d'alimentation : 3,3 à 6V DC

III.3.2.3.Les broches du module HC-05 :

- Vcc : entrée d'alimentation pour le module
- GND : masse pour le module
- TxD : sortie série pour la transmission de données
- RxD : entrée série pour la réception de données
- State : sortie pour indiquer l'état du module (en attente, connecté, etc.)
- EN/KEY : entrée pour activer ou désactiver le module

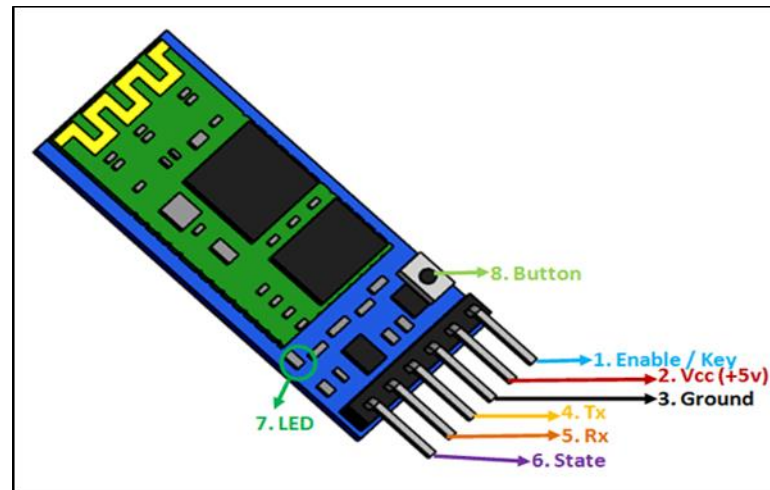


Figure (III.9): Les broches du module Bluetooth HC-05. [15]

III.3.2.4. Programmation Bluetooth HC-05 avec Arduino IDE :

```

sketch_may2a.ino
1  /* HC-05 interfacing with NodeMCU ESP8266
2
3  | Author: Circuit Digest(circuitdigest.com)
4
5  */
6
7  #include <SoftwareSerial.h>
8
9
10 SoftwareSerial btSerial(D2, D3); // Rx,Tx
11
12 int led = D5; // led also the internal led of NodeMCU
13
14 int ledState = LOW; // led state to toggle
15
16 String ledB = "";
17
18 unsigned long previousMillis = 0; // millis instead of delay
19
20 const long interval = 2000; // blink after every 500ms
21
22
23
24 void setup() {
25
26   delay(1000);
27
28   Serial.begin(9600);
29
30   btSerial.begin(9600); // bluetooth module baudrate
31
32   pinMode(D5, OUTPUT);
33
34   Serial.println("Started...");

```

Output

Ln 3, Col 47 NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) [not connected]

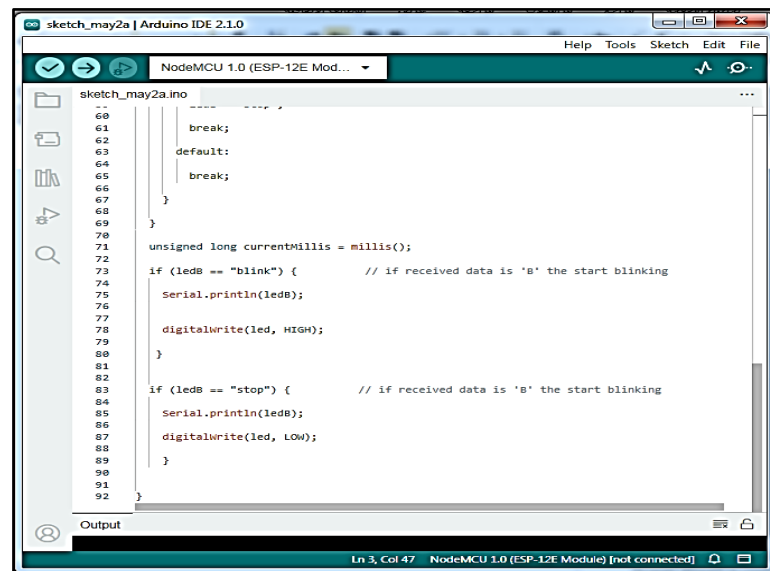
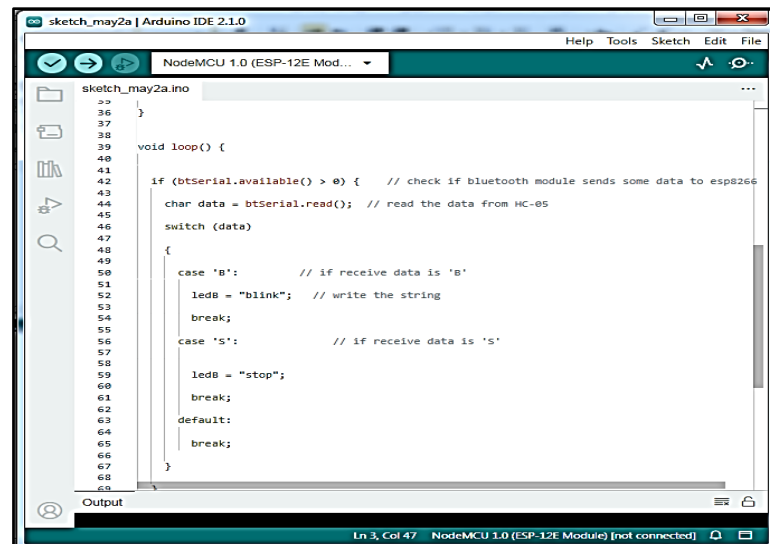


Figure (III.10): Programmation Bluetooth HC-05 avec Arduino IDE ,

III.3.3.relay wifi esp8266 :

III.3.3.1. Présentation relay wifi esp8266:

Le module Wi-Fi Relay ESP8266 est un module électronique basé sur le microcontrôleur ESP8266, qui intègre à la fois une connectivité Wi-Fi et la fonctionnalité de relais. Il permet de contrôler des appareils électriques ou des circuits à distance via une connexion sans fil.

Le module ESP8266 Wi-Fi Relay est très polyvalent et peut être utilisé dans une variété d'applications. Il est souvent utilisé dans les projets IoT (Internet des objets) pour créer des systèmes de domotique, des solutions de contrôle à distance, des automatisations, des

systèmes de sécurité, etc. [16]

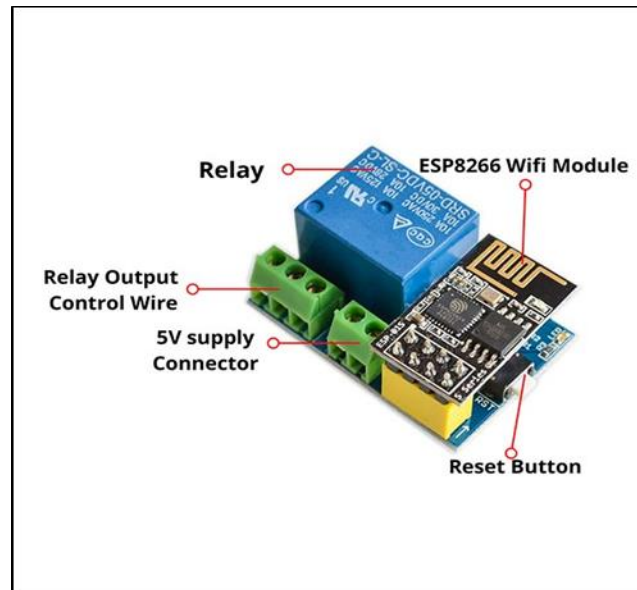


Figure (III.11): Type relay wifi esp8266 . [16]

III.3.3.2.Caractéristiques relay wifi esp8266 :

Le module Relay WiFi ESP8266 offre plusieurs caractéristiques importantes. Voici les principales caractéristiques du module Relay WiFi ESP8266 :

- Connectivité Wi-Fi intégrée pour une connexion sans fil à un réseau existant.
- Relais électromécaniques pour commuter des circuits électriques et allumer/éteindre des appareils.
- Programmable pour créer des fonctionnalités personnalisées et contrôler les relais selon des conditions spécifiques.
- Tension de fonctionnement généralement à 3,3 V.
- Interfaces de communication série (UART, SPI, I2C) pour la connectivité avec d'autres périphériques ou microcontrôleurs.
- Taille compacte pour une intégration facile dans les projets électroniques.

III.3.3.3.Les broches du module esp8266 wifi relay :

Instruction

1. Onboard the ESP8266 WiFi module has three work modes: STA (client), AP (hot), STA + AP (hot +client). According to the work mode of WiFi relay module to choose the

corresponding mode of ESP8266 WiFi module.

2. Module needs configuration by serial debugging software and the USB to TTL module sends serial command. TX, RX & GND pins of USB to TTL module connect to RX, TX & GND pins of ESP8266 relay module, and IN+ & IN- connect to DC5V power.

3. The default Baud rate of the WiFi module is maybe 115200 or 9600. You can send AT commands to change it, such as: AT+CIOBAUD=115200. I recommend you use 115200 in general conditions, but you should change it to 9600 when you use a cell phone to control the relay (because the Baud rate of the onboard MCU STC15F104W is 9600). [16]

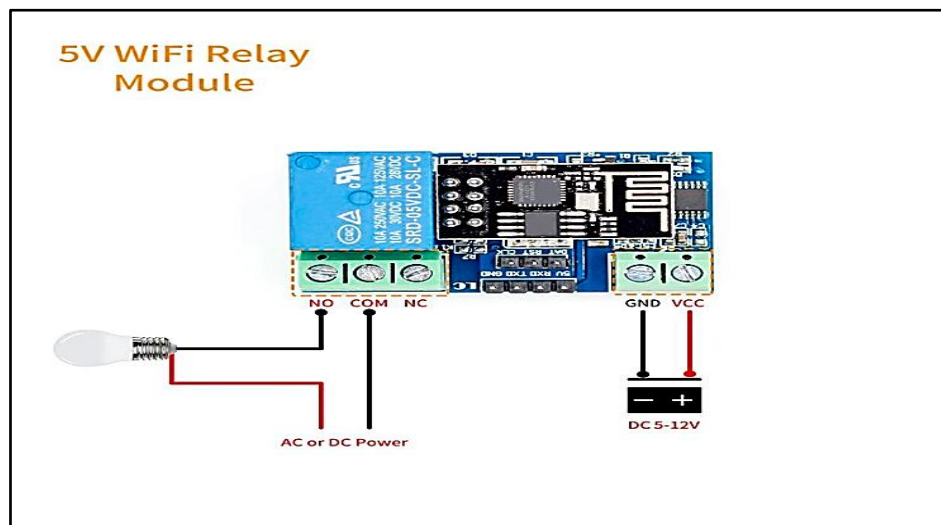
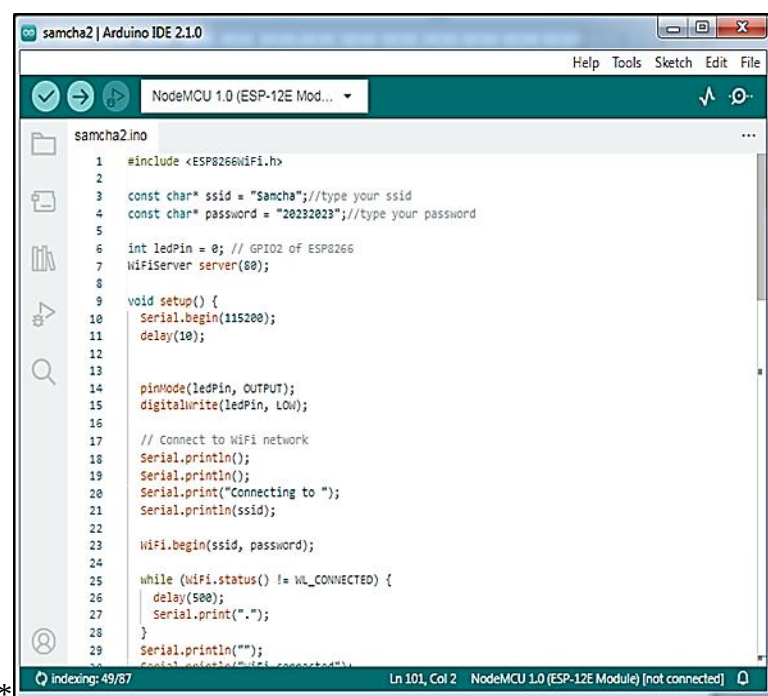


Figure (III.12): Les broches du module esp8266 wifi relay. [16]

III.3.3.4. Programmation module esp8266 wifi relay avec Arduino IDE :



```

42 // Start the server
43 server.begin();
44 Serial.println("Server started");
45
46 // Print the IP address
47 Serial.print("Use this URL to connect: ");
48 Serial.print("http://");
49 Serial.print(wifi.localIP());
50 Serial.println("");
51
52 }
53
54 void loop() {
55 // Check if a client has connected
56 WiFiClient client = server.available();
57 if (!client) {
58   return;
59 }
60
61 // Wait until the client sends some data
62 Serial.println("new client");
63 while(!client.available()){
64   delay(1);
65 }
66
67 // Read the first line of the request
68 String request = client.readStringUntil('\r');
69 Serial.println(request);
70 client.flush();
71
72 // Match the request
73
74 int value = LOW;
75 if (request.indexOf("/LED=ON") != -1) {
76   digitalWrite(ledPin, HIGH);
77   value = HIGH;
78 }
79 if (request.indexOf("/LED=OFF") != -1){
80   digitalWrite(ledPin, LOW);
81   value = LOW;
82 }

```

```

69 if (request.indexOf("/LED=OFF") != -1){
70   digitalWrite(ledPin, LOW);
71   value = LOW;
72 }
73
74 // Set ledPin according to the request
75 digitalWrite(ledPin, value);
76
77 // Return the response
78 client.println("HTTP/1.1 200 OK");
79 client.println("Content-Type: text/html");
80 client.println(""); // do not forget this one
81 client.println("<DOCTYPE HTML>");
82 client.println("<html>");
83
84 client.print("Led pin is now: ");
85
86 if(value == HIGH) {
87   client.print("On");
88 } else {
89   client.print("Off");
90 }
91
92 client.println("<br><br>");
93 client.println("Click <a href=\"/LED=ON\">here</a> turn the LED on pin 2 ON<br>");
94 client.println("Click <a href=\"/LED=OFF\">here</a> turn the LED on pin 2 OFF<br>");
95 client.println("</html>");
96
97 delay(1);
98 Serial.println("Client disconnected");
99 Serial.println("");
100
101
102

```

Figure (III.13): Programmation module esp8266 wifi relay avec Arduino IDE.

III.3.4.Des câbles métalliques:

Pour brancher les différents capteurs vers le microcontrôleur on s'est servis de différents câbles, très pratiques et faciles à brancher. [17]



Figure (III.14) : Câbles métalliques. [17]

III.3.5. Smartphone Xiaomi Mi 8T :

Ce Smartphone est utilisé pour le test de l'application (interface) développée pour commander le Rover. [18]

Ces caractéristiques techniques :

Système : Android 11

Fréquence processeur : 2.2 GHz

Taille (diagonal) (pouces) : 5.10



Figure (III.15) : Smartphone Xiaomi Mi 8 T. [18]

III.3.6.transformateur électrique (5v) :

Un transformateur électrique 5V est un dispositif utilisé pour convertir une tension électrique alternative en une tension continue de 5 volts. Il est couramment utilisé pour alimenter et charger des appareils électroniques tels que les smartphones, les tablettes, les écouteurs sans fil les montres intelligentes, etc.



Figure (III.16) : transformateur électrique (5v). [12]

III.4.Contrôle intelligente :

III.4.1.Application Androïde :

Notre Smartphone dans lequel nous exécutons notre application Androïde est connecté au même point d'accès que le box domotique (La carte NodeMCU), l'utilisateur fait appel aux actions en cliquant sur des boutons qui sont des liens exécutant des fonctions spécifiques. On va utiliser l'application (Arduino BlueControl) qui a été conçu pour l'Internet des Objets. Il peut contrôler un hardware à distance, il peut afficher des données de capteur, il peut stocker des données, les visualiser et faire beaucoup d'autres trucs cools. La figure IV.3. Donne une vue globale de fonctionnement de l'application Androïde. [12]

III.4.2.Description of Arduino Bluetooth Control :

Arduino Bluetooth Control est une application qui vous permet de contrôler votre carte Arduino (et des cartes similaires) via Bluetooth, et ainsi de créer des projets impressionnants et entièrement personnalisés, avec les nouvelles fonctionnalités disponibles dans l'application.

La section des paramètres vous permet d'adapter l'application à vos besoins, à travers une interface très simple et intuitive

L'application se souvient également intelligemment de votre module Bluetooth et essaie de se connecter automatiquement au dernier que vous avez utilisé, vous n'aurez donc pas à le sélectionner à chaque fois que vous l'utilisez.

Vous pouvez également utiliser l'application sur votre appareil portable si vous en avez.

1. Outil de métrique :

Cet outil a été optimisé pour recevoir des données via la fonction `println` d'arduino, qui permet un traitement particulier des données reçues, comme dans l'outil "Metrics". Il vous permet de ne recevoir que des chiffres et de fixer des alarmes pour être averti des variations de la valeur reçue. Une fois l'alarme déclenchée, un bouton d'arrêt apparaît, vous permettant de l'arrêter. De plus, vous pouvez activer le mode secouage, qui vous permettra pour envoyer des données simplement en secouant votre téléphone. [12]

2. Touches fléchées :

Cet outil propose des boutons de direction entièrement personnalisables avec les données à envoyer, et la sensibilité, qui permet d'envoyer en continu des données à la carte en maintenant un appui long dessus.

3. Borne :

Cet outil n'est qu'un terminal classique qui reçoit et envoie des données à la carte, affichées avec l'horodatage correspondant à chaque action.

4. Boutons et curseur :

En orientation portrait, cet outil fournit 6 boutons entièrement personnalisés, qui vous permettront d'envoyer des données spécifiques lorsque vous appuyez dessus. Lorsque vous faites pivoter votre appareil, une vue de curseur s'affiche, à laquelle vous pouvez définir la plage des données à envoyer.

5. Accéléromètre :

Cet outil vous permet d'interpréter les commandes gestuelles de votre téléphone, et d'envoyer les données correspondantes à votre carte, et ainsi, votre téléphone peut être le volant de votre robot. Vous pouvez bien sûr paramétrer la sensibilité de celui-ci via l'interface de paramétrage.

6. Commande vocale :

Avez-vous déjà rêvé de parler à vos robots ? Eh bien maintenant, votre rêve devient réalité ! Avec Arduino Bluetooth Control, vous pouvez personnaliser vos propres commandes vocales et les utiliser pour contrôler toutes vos cartes à base de microcontrôleur !



Figure (III.17): Arduino Bluetooth Control.

III.5.Implémentation de circuit :

Une fois les parties Hardware et Software développées, nous avons réalisé notre circuit, qui est le suivant :

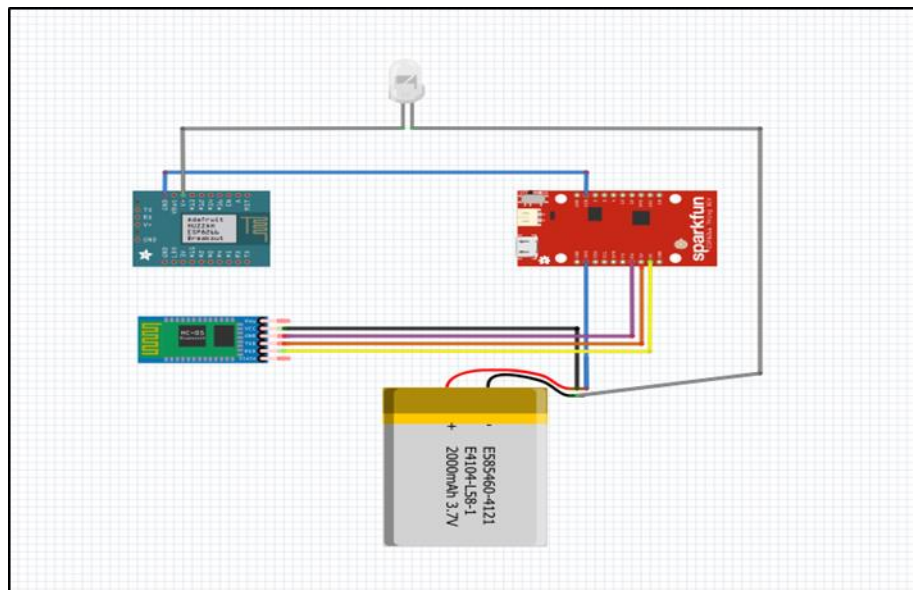


Figure (III.18) : Réalisation de notre circuit (créée avec le logiciel Fritzing).

Connecter les composants à la plaque d'essai. Ensuite relier notre carte NodeMCU à la plaque d'essai comme le montre la figure (III.18):

Les connexions de la carte NodeMCU au Bluetooth HC-05 au relay wifi esp8266 sont les suivantes :

- GND → GND(de la batterie)
- D1 → IN1
- 5V → VCC (5V de la batterie)
- D2 → TXD
- D3 → RXD

III.6.Configuration du software :

III.6.1.Configuration d'application android :

Installons d'abord l'application Arduino BlueControl à partir de Google Play Store, puis connectons-nous. Ensuite, cliquons sur Nouveau projet et nous obtiendrons un écran (voir la figure III.19) : [19]

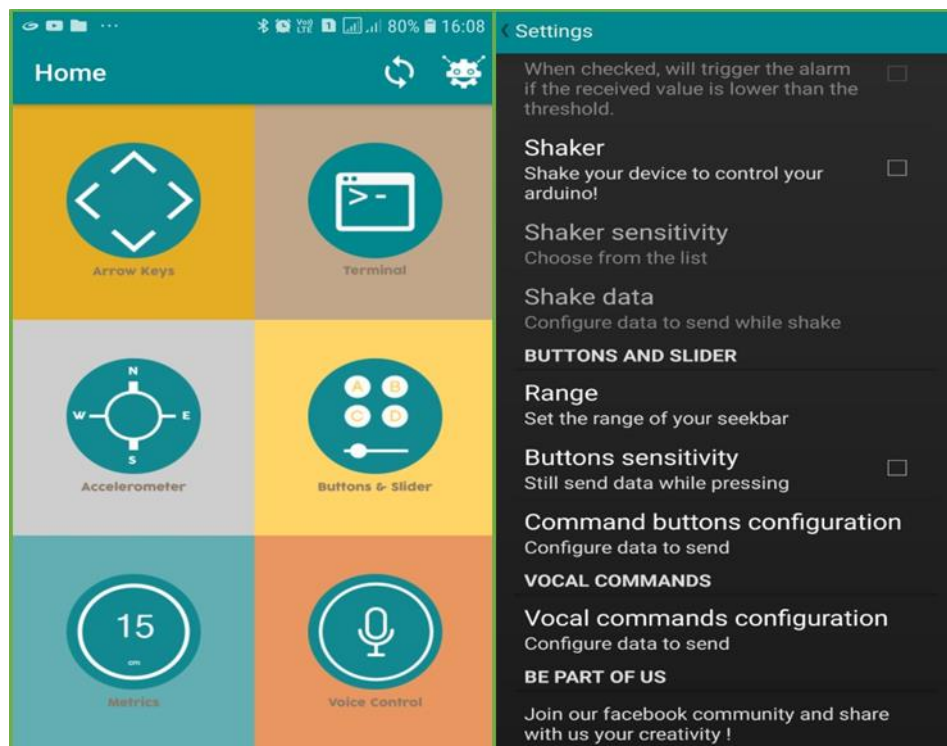


Figure (III.19) : Création de nouveau projet avec Arduino BlueControl.

Maintenant, nous aurons notre écran de tableau de bord. Cliquons simplement sur le bouton le plus en haut « + » dans le coin droit pour ajouter des widgets à notre projet.

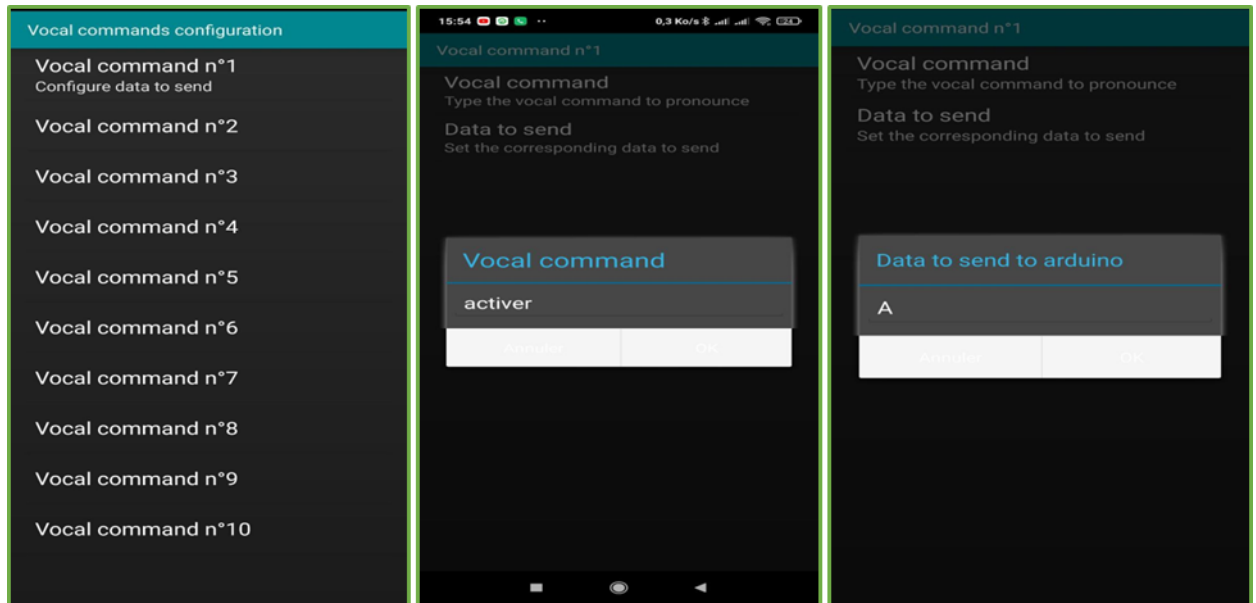


Figure (III.20) : Configuration des paramètres de vocal commande.

III.6.2.Exécution finale :

Après avoir téléchargé le code, nous ouvrons l'application Arduino BlueControl dans le smartphone qui se connecte à Internet. Ensuite, nous verrons notre tableau de bord avec un bouton. Et donnons la commande vocalement à l'application, et nous verrons la lampe s'allumer.



Figure (III.21) : Réalisation réel de notre projet.

III.7.Conclusion :

Grâce à l'utilisation de la programmation, nous avons pu mettre en œuvre avec succès notre projet intelligent. Nous avons développé de multiples applications pour les téléphones portables et les appareils audio, nous permettant de contrôler à distance les appareils électriques environnants à l'aide de commandes vocales. Cette avancée dans la technologie utilisée dans notre projet nous permet de tirer le meilleur parti des appareils intelligents et de les transformer en un système intégré qui interagit facilement avec l'environnement environnant.

Conclusion générale

Conclusion générale

En conclusion de ce sujet passionnant sur la commande vocale à distance de divers appareils électriques à proximité via la technologie Bluetooth, nous pouvons conclure que cette technologie est une énorme évolution dans le monde de la domotique, elle nous permet de contrôler nos appareils électriques avec une grande facilité et un grand confort, car il nous suffit d'émettre des commandes vocales simples pour mettre en œuvre diverses tâches.

La technologie Bluetooth nous permet de contrôler de nombreux appareils tels que les téléviseurs, les appareils électroménagers intelligents, les haut-parleurs et même les voitures. Nous pouvons changer de chaîne, régler le volume du téléviseur, allumer et éteindre les appareils électroménagers, contrôler la lecture de la musique dans les haut-parleurs, même ouvrir et fermer les portes de la voiture et démarrer le moteur via des commandes.

Cette technologie se caractérise par la facilité et la rapidité, car les commandes sont exécutées instantanément et avec précision. C'est aussi une technologie pratique et sûre, car elle peut être utilisée sans avoir besoin de toucher des appareils ou d'utiliser des boutons de commande traditionnels. Nous pouvons simplement contrôler tous les aspects de notre vie à la maison et notre compagnie avec seulement quelques mots de n'importe où dans la maison.

Avec l'avancement de la technologie et son développement continu, on peut s'attendre à ce que la technologie de commande vocale via la technologie Bluetooth inclue à l'avenir une plus large gamme d'appareils et d'applications. Nous pourrions assister à une augmentation des utilisations intelligentes des appareils ménagers, avec l'ajout de fonctions audio plus avancées et intégration entre différents appareils.

En bref, la commande vocale à distance via la technologie Bluetooth est une avancée révolutionnaire dans le domaine de la domotique, car elle nous offre une facilité et un confort pour contrôler les appareils électriques qui nous entourent.

Référence
Bibliographiques

Référence Bibliographiques :

- [1] Poder, Thomas, and Christian Bellemare. "Émergence d'une nouvelle technologie au service de la gestion des hôpitaux: les systèmes de reconnaissance vocale." *Journal de gestion et d'économie médicales* 27.6 (2009): 329-339.
- [2] Amiar, Lotfi. Un système hybride AG/PMC pour la reconnaissance de la parole Arabe. Diss. Annaba, 2005.
- [3] Zaabi, Khaled. *Implémentation d'une méthode de reconnaissance de la parole sur le processeur de traitement numérique du signal TMS320C6711*. Diss. École de technologie supérieure, 2004.
- [4] Moudenc, Thierry, and Françoise Emerard. "Synthèse vocale et handicap." *Annals of Telecommunications* 58.5 (2003): 928-934.
- [5] Assain, Fatma Zohra, Hakima Bouras, and Mohamed Rebiai. "Etude comparative de méthodes d'analyse Spectrale de signaux nonstationnaires: Application aux signaux multi composantes." (2020).
- [6] <https://cutt.us/iBpUZ>.
- [7] Fofana, N. I. (2017). Contribution aux architectures protocolaires pour systèmes de localisation des nœuds dans un réseau de capteurs sans fil (Doctoral dissertation, Université Toulouse Jean Jaurès).
- [8] PUY, Inigo; HEINDL, Eduard. Bluetooth. Hochschule Furtwangen University, 2008, 1-20.
- [9] CHENDEB, Nada; EL HASSAN, Bachar. Etude de la sécurité dans la technologie Bluetooth.
- [10] An overview of Bluetooth security, Nikhil Anand, http://www.giac.org/practical/gsec/Nikhil_Anand_GSEC.pdf
- [11] KRAMA, Abdelbasset, and Abdelmoumen GOUGUI. Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde. Diss. 2015.
- [12] BENACHOURA, Chouaib, and Belkhir TAHRI. Contrôle à distance d'appareils électrique d'une maison communicante. Diss. 2023
- [13] Ceja, José, et al. "Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas." *Revista de Ingeniería eléctrica* 1.2 (2017): 24-36.
- [14] Parihar, Yogendra Singh. "Internet of things and nodemcu." *journal of emerging technologies and innovative research* 6.6 (2019): 1085.
- [15] Jayantila, Sutariya Hardik. "Interfacing of AT command based HC-05 serial Bluetooth module with minicom in Linux." *International Journal for Scientific Research &*

Development 2.3 (2014): 329-332.

[16] Kusuma, Nurul Aditya Ayu. *Rancang bangun smart home menggunakan wemos d1 r2 arduino compatible berbasis esp8266 esp-12f*. BS thesis. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2018.

[17] Durville, Damien. "Modélisation du comportement mécanique de câbles métalliques." *Revue europeenne des elements finis* 7.1-3 (1998): 9-22.

[18] Chen, Bo, et al. "Real-time precise point positioning with a Xiaomi MI 8 android smartphone." *Sensors* 19.12 (2019): 2835.

[19] <https://www.instructables.com/id/Control-Home-Appliances-Using-NodeMCU-and-Blynk-Ap>] (consulter le 2023).