

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



Université Mouloud MAMMERRI de Tizi-Ouzou
Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Informatique



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en informatique

**Option :
Réseaux, mobilité et systèmes embarqués**

**Thème :
Contrôleur d'accès à base de technologie RFID**

Proposé et dirigé par :

M.Daoui

Réalisé par :

Mlle. Cherief Dabhia

Promotion : 2017/2018

Dédicaces

Je dédie ce travail

A ma mère

A la mémoire de mon père

A la mémoire de mon grand père

A mes sœurs et à mon frère

A son épouse et à leurs maris

Et leurs adorables enfants

Remerciements

Je remercie mon promoteur Monsieur Daoui de me proposer ce travail dont j'ai appris énormément, comme je tiens à le remercier pour son encadrement fructueux et encourageant.

Je remercie aussi les membres de jury de nous avoir honorés pour avoir accepté à juger notre modeste travail.

Je remercie Monsieur Ravi de m'avoir permise de passer le stage dans son laboratoire.

Et comme je remercie toute personne qui m'a encouragé de près ou de loin pour réaliser ce travail.

Sommaire

Introduction

Introduction	1
Objectif du travail.....	2

Chapitre 1

Introduction.....	4
I- Étiquettes RFID.....	4
I-1 Caractéristiques des étiquettes RFID.....	5
I-2 Principe de fonctionnement.....	6
I-3 Normalisation/standardisation.....	7
I-3-1 Normes ISO pour RFID.....	7
I-3-2 Normes EPCglobal La couche communication	7
I-4 Différents types d'étiquettes.....	8
I-4-1-Les étiquettes passives.....	8
I-4-2-Les étiquettes semi-passives	9
I-4-3-Les étiquettes semi-actives	9
I-4-4 Les étiquettes actives	9
I-5 Avantages et inconvénients des étiquettes RFID.....	9
I-5-1 Avantages des étiquettes RFID.....	9
• La mise à jour.....	10
• Le stockage.....	10
▪ Exemple.....	10
• La vitesse d'enregistrement.....	11
• La Sécurité d'accès.....	11
• Le positionnement d'une étiquette.....	11
• Durée de vie	11

• Conditions environnementales	12
I-5-2 Inconvénients des étiquettes RFID.....	12
• Lecoût est fluctuant	12
• Perturbation par l'environnement physique.....	12
• Non imprimables	12
• Les contraintes réglementaires liées à l'impact sur la santé.....	13
I-6 Description des usages des RFID	13
I-7 Exemples d'applications.....	13
I-8 RFID Dans le contrôle d'accès	14
• Accès à un endroit.....	14
• Transports.....	14
• Événements.....	14
1-9 Structure interne d'un Tag RFID.....	14
Conclusion.....	16

Chapitre II

Introduction.....	18
II-1 Microcontrôleur.....	18
II-1-1 Caractéristiques d'un microcontrôleur.....	19
II-1-2 Structure d'un microcontrôleur.....	19
II-1-3 Microcontrôleur vs Microprocesseur.....	20
II-1-4 Avantages d'un microcontrôleur.....	20
II-2 ESP32.....	21
II-2-1 Caractéristiques de l'ESP-WROOM-32.....	22
II-3 Environnement de développement Intégré d'Arduino IDE.....	24
II-4 RFID RC522	25
II-3-1 Détails sur la plaquette RFID.....	26
Conclusion.....	27

Introduction:

IV-1 Partie Matériel.....	30
IV-2 Partie logicielle.....	36
IV-2-1 Module de L'ESP32.....	39
IV-2-2 Module du serveur Web.....	45
IV-3 Test de fonctionnement du système.....	46
Conclusion	46
Conclusion générale.....	47

Introduction

L'identification par radiofréquence a vu le jour en 1940. Elle consiste à faire communiquer par onde radio un microcircuit électronique en silicium et un appareil de lecture, les informations sont transmises du premier vers le second par l'intermédiaire d'une antenne sous forme de bobine qui permet de reconnaître des objets, des personnes même des animaux sans contact physique ni visuel. Cette technologie est utile dans plusieurs domaines sous contraintes de sécurité et de respect de la vie privée, L'essor de cette technologie dans le domaine public est lié à la mondialisation de l'économie.

Comparée à d'autres techniques d'identification telle que la lecture optique des codes-barres, la 'RFID' (Radio Frequency Identification) crée une révolution culturelle et économique qui présente de nombreux avantages car elle permet de reconnaître instantanément un grand nombre d'objets sans nécessité de placer chacun d'entre eux devant un faisceau optique, Alors qu'un code-barres identifie un lots d'objets, une étiquette électronique les identifie un à un.

Dans tous les jours, les gens utilisent la carte à puce sans contact navigo, monéo et les systèmes de péages d'autoroute sans arrêt (liber-t)...etc. Ces puces sont généralement téléalimentées par des champs électromagnétiques.

La télé alimentation repose sur le phénomène d'induction électromagnétique, en appliquant un courant électrique sur une bobine de cuivre. Un champ magnétique se génère, par réciprocité lorsqu'une bobine de cuivre est parcourue par un champ magnétique un courant électrique est généré à ses bornes. C'est ce que l'on appelle **induction magnétique**. La communication en RFID repose sur ce principe.

Les RFID facilitent, par exemple, la traçabilité et évitent les pertes. En approchant un objet du lecteur, on pourra lire les informations qui se trouvent à l'intérieur (celle du propriétaire): nom, prénom, date de naissance, toutes les propriétés qui permettent d'identifier le propriétaire.

Objectif du travail

Notre objectif est de réaliser un contrôleur d'accès qui permet les tâches suivantes :

- Un opérateur enregistre la carte qui contient l'identificateur d'une carte RFID (UID), le nom, le prénom de la personne qui ouvre droit à un accès, ces informations sont enregistrées sur un serveur de base de données. Il réalise l'association entre une carte RFID et un utilisateur. Cette carte deviendra le passe de cet utilisateur.
- Un utilisateur, muni de son passe RFID qui souhaite accéder au site, rapproche son passe du contrôleur d'accès pour s'authentifier.
- Le contrôleur d'accès envoie les informations (l'identifiant) figurant sur le passe vers le serveur pour vérifier que l'utilisateur dispose des droits d'accès.
- Si l'utilisateur est autorisé, la porte s'ouvre sinon une indication sonore d'erreur (bips) et une LED indique que la personne en question n'est pas autorisée.
- dans le cas où l'utilisateur est autorisé, Le serveur enregistre la date et l'heure d'accès pour des besoins de traçabilité et de sécurité.
- Il sera possible au responsable de consulter la liste des utilisateurs ayant accédé à l'emplacement et les horaires d'accès.
- la connexion entre le contrôleur d'accès et le serveur sera réalisée par une liaison sans fil.

Notre mémoire est structuré en 4 chapitres. Dans le chapitre 1, nous allons voir les technologies d'identification sans contact, le lecteur RFID, son principe de fonctionnement, ses avantages et ses inconvénients et les normes utilisées dans ce type de contrôleur d'accès et aussi la structure d'un tag RFID.

Le chapitre 2 présente les circuits et équipement utilisés dans le cadre de notre projet. Le chapitre 3 présente la conception de notre circuit et le chapitre 4 présente sa réalisation.

Chapitre I

CHAPITRE I

Introduction

De nos jours, l'identification et le suivi d'objets se développent de plus en plus. Au début les codes-barres permettaient cette identification mais pas le stockage de certaines données. Voilà pourquoi les **étiquettes RFID** se sont développées. L'étiquette RFID est une technologie déjà largement utilisée pour reconnaître ou identifier à plus ou moins grande distance et dans un minimum de temps, un objet, un animal ou une personne porteuse d'une étiquette capable d'émettre des données en utilisant des ondes radio. On peut citer par exemple, la carte à puce sans contact, les systèmes de péage d'autoroute sans arrêt, les contrôles d'accès de parking, etc...

Les étiquettes RFID se rangent dans la catégorie des technologies d'identification automatique, au même titre que les **codes à barres**.

I- Étiquettes RFID

La technologie code-barres est une technologie précurseur dans le domaine de l'identification mais elle pose l'inconvénient d'être limitée dans le domaine de stockage de données d'où l'émergence de nouvelle technologie: les étiquettes RFID, la radio identification qui est souvent désignée par le sigle RFID est une technologie pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés 'radio-étiquette' ou RFID tag ou RFID transpondeur.

Les RFID se présentent sous la forme de petits objets qui peuvent être sous forme d'étiquettes autoadhésive, collées dans des objets ou des produits et même implantées dans des organismes vivants (animaux, humains).

Les RFID possèdent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis un émetteur-récepteur. Cette technologie de reconnaissance peut être utilisée pour identifier :

- Les objets comme avec la technologie code-barres, on parle d'étiquette électronique.
 - Les personnes, lorsqu'un RFID est intégrée dans un passeport, dans une carte de transport, dans une carte de paiement, ceci correspond aux cartes sans contact.

I-1 Caractéristiques des étiquettes RFID

Les RFID sont appelées étiquettes: étiquettes intelligentes, étiquettes à puce, tag, transpondeur (équipement destinée à recevoir un signal radio et à renvoyer immédiatement en réponse un signal radio différent et contenant une information pertinente. Il est à noter que les étiquettes RFID et les codes-barres sont semblables conceptuellement. Ils sont tous les deux prévus pour fournir une identification rapide et fiable d'éléments. La différence essentielle entre ces deux technologies est que le code-barres se lit avec un laser optique, alors qu'une étiquette RFID est scannée par un lecteur qui récupère des signaux de fréquence radio émise par cette étiquette. Quelques principales caractéristiques d'un RFID sont citées ci-dessous:

- Une grande capacité de stockage (nombres de caractères pouvant être encodés) : 1 à plusieurs Kilo-octets(Ko),
 - Les informations peuvent être lues par un scanner à une distance qui peut aller de quelques centimètres à environ 200 mètres,
 - Pour fonctionner, un RFID ne requiert aucun contact ni champ de vision particulier,

- Un RFID peut fonctionner dans de multiples environnements (eau, obscurité),
- Selon le type de RFID, il est possible de lire mais pas forcément d'écrire sur le RFID, les lectures/écritures sont réalisées en mode sans contact. Sur certains RFID, il est également possible de réinscrire des informations, donc de recycler l'étiquette,
- Facile à utiliser et tout à fait adaptés aux traitements automatiques.

I-2 Principe de fonctionnement

La technologie RFID utilise des fréquences radio comprises entre 50 kHz et 2.5 GHz. Un système RFID est composé des éléments suivants:

Un circuit intégré (une puce électronique), qui contient les données de l'élément à identifier.

- Une antenne, utilisée pour transmettre le signal entre le lecteur et le RFID.
- Un lecteur qui reçoit le signal émis par le RFID et qui se charge de traitement. La taille de la puce peut désormais être réduite à celle d'un point (1mm). Cela pose problèmes de packaging (le sciage est effectué à l'aide d'un laser et non plus de manière mécanique). L'antenne composée de cuivre est déposée sur l'étiquette grâce à des ultrasons (système de vibrations). L'antenne va permettre l'émission ou la réception de signaux RF (radio fréquence). Dans certains systèmes une seule antenne effectue les deux opérations, dans d'autres une antenne envoie les signaux et l'autre les réceptionne. Il est à noter que l'antenne est un élément fondamental dans un système radioélectrique et ses caractéristiques de rendement, gain, diagramme de rayonnement influencent directement sur les performances de qualité et de portée du

ystème. Une donnée importante à prendre en compte est l'interaction qui existe entre le lecteur et le RFID. (Figure I-1)

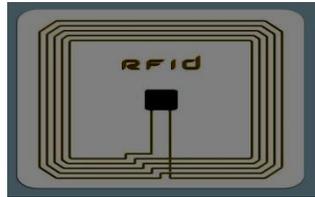


Figure I-1 : Antenne RFID

I-3 Normalisation/standardisation

La standardisation est un enjeu majeur pour que la technologie RFID soit un véritable succès. Elle a envahi tous les domaines. La standardisation de ce qui est matériel est irréversible pour permettre l'identification d'un produit tout au long de sa chaîne logistique. La communication par fréquence radio entre l'étiquette et le lecteur est définie par le protocole normalisé par l'ISO. On a aussi les normes ISO 18000.

Le protocole de communication est le langage utilisé par les lecteurs et les étiquettes pour se comprendre comme c'est le cas de tous les langages.

I-3-1 Normes ISO pour RFID

Les premières normes utilisées sont la série de protocoles ISO 18000 qui présentent comme solution au problème d'interopérabilité (utiliser un protocole commun de communication entre lecteur et étiquette et cette série ISO 18000 permet d'organiser de façon unique la structure des données contenues dans les puces. Les principales normes ISO en mode sans contact sont les normes ISO 14443 (mode contactless « sans contact » 10 cm). Il existe aussi des normes ISO pour la partie **intergiciel** [4] pour gérer les échanges.

I-3-2 Normes EPCglobal (le réseau EPCglobal est le réseau de la traçabilité)

Les solutions proposées par les différents fabricants rendaient la traçabilité universelle difficile à réaliser. EPCglobal est une organisation qui travaille dans ce sens pour normaliser les utilisations techniques des RFID comme pour le code-barres, il y a plus de 30 ans une solution standardisée pour l'identification et pour le RFID, EPCglobal définit un modèle de gestion des étiquettes de bout en bout en s'appuyant sur le réseau Internet et la spécification ONS(Objet Name Service) inspiré du modèle DNS(Domain Name Service)), et elles ont posés les bases du futur « Internet des objets »

La couche communication : le dialogue entre étiquette et lecteur à des contraintes liés à la technologie RFID, la couche de communication permet de définir les règles utilisées pour garantir l'efficacité.

I-4 Différents types d'étiquettes

Les étiquettes sont composées des éléments suivants :

- Une antenne
- Une puce de silicium,
- Un substrat et/ou une encapsulation.

Il est à noter qu'une étiquette est extrêmement fine. Sa taille réduite à quelques millimètres et sa masse est négligeable. Son coût est devenu minime, d'ailleurs on peut la rendre jetable, bien que sa réutilisation soit plus écologiquement correcte.

Les étiquettes sont réparties en quatre (04) groupes :

- Les étiquettes passives
- Les étiquettes semi-passives
- Les étiquettes semi-actives
- Les étiquettes actives.

Les étiquettes semi-passives », « actives » et semi-actives », sont appelés BAP, Battery-Assisted Passive Tags) possèdent une batterie.

I-4-1- Les étiquettes passives

Ce type d'étiquette n'a pas besoin de source d'énergie sauf de celle fournie par le lecteur au moment de leur interrogation. Avant, les puces passives étaient limitées à une distance de 10 mètres, grâce à la technologie utilisées dans les systèmes de communication, cette distance peut s'étendre à 200 mètres, ces étiquettes sont

programmées avec des données non modifiables pour une capacité de 32 à 128 bits, elles sont fournies vierges à l'utilisateur sauf que le fournisseur l'a déjà muni d'une identification lors de sa pose sur l'objet à tracer, l'utilisateur va écrire les données qui lui seront utiles par la suite, Lors de la vie ultérieure de l'étiquette, cette information pourra être lu mais non modifiable et non complété, les étiquettes passives sont bon marché et ont une durée de vie quasi-illimitée.

I-4-2- Les étiquettes semi-passives

Ces dernières possèdent une batterie (rechargeable ou non) pour effectuer des calculs internes ou utiliser un capteur et c'est le lecteur qui fournira l'énergie nécessaires pour les communications avec ces étiquettes.

I-4-3-Les étiquettes semi-actives

Ces dernières n'utilisent pas leur batterie pour émettre des signaux, elles agissent comme des étiquettes passives au niveau communication, par contre leur batterie permet d'enregistrer des données lors du transport. Elles sont utilisées par exemple, dans les envois de produit sous température appropriées et enregistrent la température à intervalle régulier pour vérifier que la chaîne de froid est respectée. Ces étiquettes restent en mode veille tant qu'elles n'ont pas reçu un message d'activation de la part du lecteur,

I-4-4 Les étiquettes actives

Elles sont composées d'un processeur, d'une mémoire et d'une batterie (rechargeable ou non) leur permettant d'émettre un signal.

Les étiquettes actives peuvent être lues à longue distance contrairement aux étiquettes passives. Une émission active d'informations signale à **tous** la présence d'étiquettes et pose des questions par rapport à la sécurité, elles sont alimentées par une pile interne extra plate et permettent autant la lecture que l'écriture de données avec une mémoire allant à 10Kilobits.

I-5 Avantages et inconvénients des étiquettes RFID

I-5-1 Avantages des étiquettes RFID

Les techniques d'identification automatique sont souvent traitées par le code-barres dans les chaînes d'approvisionnement. Dans cette section nous allons comparer ces technologies aux étiquettes radiofréquence RFID par rapport aux fonctions suivantes :

possibilité de mettre à jour les informations contenues dans les RFID,

- capacité de stockage d'informations,
- vitesse d'enregistrement des données,
- sécurité pour l'accès aux données,
- souplesse de positionnement de l'étiquette,
- durée de vie en termes d'évolutivité,
- protection aux conditions environnementales.

○ La mise à jour

Contrairement au code-barres pour lesquelles les données sont figées une fois imprimés, les données dans une étiquette radiofréquence vont pouvoir être modifiées (la quantité d'informations stocké sur l'étiquette va être augmentée ou

diminuée), évidemment par des personnes autorisées, ces dernières vont être accessible en lecture et en écriture.

○ Le stockage

Avec le développement de la technologie a permis l'apparition des codes-barres à deux dimensions susceptibles de stocker des quantités importantes de données mais cette dernière technologie de code-barres se limitent à des contenus de données inférieures à une cinquantaine de caractères et nécessitent dans le cas extrême une étiquette de grande taille (dans l'ordre d'une grande feuille de papier A4 ou A5) par contre dans une étiquette radiofréquence, le stockage de 1000 caractères se fait facilement sur une surface de 1 mm² et pouvant facilement atteindre 10000 caractères,

Exemple : une étiquette logistique apposée sur une palette peut contenir les différents éléments de cette dernière et leurs quantités respectives. Le déploiement de cette technologie permet la suppression des inventaires physiques (suivi et localisation précises des produits).

On peut constater une diminution des erreurs de saisies ou de transmissions et aussi la diminution du temps de réaction devant une information nouvelle, par exemple, le déclenchement du réapprovisionnement lorsque le nombre de produits en rayon descend en dessous d'un certain seuil.

○ La vitesse d'enregistrement

Les codes-barres nécessitent le plus souvent l'impression du support papier, ainsi que la manipulation et la pose des étiquettes restent des opérations manuelles ou mécaniques. Par contre les étiquettes radiofréquence peuvent être incluses dans le produit lui-même car les données concernant les objets contenues ou transportés sont écrites en une fraction de seconde au moment de la constitution de l'unité ou de son transport, sans aucune manipulation supplémentaire.

○ La sécurité d'accès

L'étiquette radiofréquence peut être protégée par mot de passe en lecture ou en écriture. Les données peuvent être chiffrées. Dans une même étiquette une partie de l'information peut être en accès libre et l'autre protégée ceci permettra à l'étiquette d'être une bonne réponse à la lutte contre le vol et/ou la contrefaçon comme il est possible de différencier plusieurs objets simultanément grâce à un système d'anticollision ce qui a pour avantage de traiter un plus grand nombre d'objets en un minimum de temps.

○ Le positionnement d'une étiquette

Afin de permettre l'automatisation de la lecture des étiquettes code-barres, les organismes de standardisation ont défini des règles de positionnement sur les unités logistiques. Par contre avec les étiquettes radiofréquence, il est possible de s'abstraire des contraintes liées à la lecture optique comme elle n'a pas besoin d'être vues, l'étiquette peut se trouver sous l'emballage et même à l'intérieur du produit. Il lui suffit de rentrer dans son champ de lecture pour que sa présence soit détectée. L'étiquette a une grande souplesse de positionnement car la lecture/écriture des données sont faites à la volée. En plus cette étiquette a une dimension réduite.

○ Durée de vie

Ces étiquettes peuvent avoir une durée de vie, elles sont fournies vierges et peuvent être modifiées plusieurs fois ainsi qu'effacées et lues. Ce qui est sublime est que le nombre de répétitions de ces opérations peut dépasser les 500 000 ou 1 million de fois, c'est ce qui leur attribue une grande fiabilité et induit un rapport qualité-prix très intéressant.

○ Conditions environnementales

Les étiquettes RFID peuvent être mieux protégées des agressions extérieures liées au stockage car elles n'ont pas besoin d'être positionnées à l'extérieur

puisqu'elles peuvent être recouvertes d'un emballage sous réserve que ce dernier ne soit pas un obstacle à la lecture/écriture de l'étiquette.

I-5-2 Inconvénients des étiquettes RFID :

Il existe également des contraintes liées aux étiquettes radiofréquences qui sont les suivants :

- **Le coût est fluctuant** : le prix reste supérieur à ceux de code-barres

- **Perturbation par l'environnement physique**

La lecture des étiquettes radiofréquence est perturbée par la présence des métaux, comme le cas des bouteilles à gaz. Toutefois, des solutions permettent de minimiser ces perturbations.

- **Perturbation induite par les étiquettes entre elles**

Plusieurs étiquettes radiofréquences peuvent se présenter en même temps. Il est difficile de lire le contenu de plusieurs étiquettes dans un champ sans en oublier une partie (au moment de passage à la caisse). Pour remédier à ce problème les lecteurs utilisent des algorithmes ou techniques d'anticollision,

- **Sensibilité aux ondes magnétiques parasites et électriques**

Dans certaines circonstances, les systèmes de lecture RFID sont sensibles aux parasites émis par les ondes électromagnétiques dans des équipements informatiques, comme exemple les écrans d'ordinateurs ou les systèmes d'éclairages,

- **Non imprimables**

La technologie des codes-barres permet d'imprimer le code-barres d'un article sur une facture ou sur la garantie du produit, avec la technologie RFID ce n'est pas possible du fait que les informations sont contenues dans le RFID et ne peuvent pas être transmises.

○ Les contraintes réglementaires liées à l'impact sur la santé

Jusqu'à l'heure actuelle des interrogations se portent sur l'impact de la radiofréquence sur la santé, en particulier les portiques antivol et les téléphones portables, les étiquettes passives ne présentent aucun risque car elles n'émettent pas d'ondes, l'autre point est le respect des libertés individuelles.

I-6 Description des usages des RFID

Les étiquettes sont envisagées pour remplacer et améliorer le code-barres de la norme UPC/EAN. Les identifiants sont suffisamment longs et dénombrable pour envisager de donner à chaque objet un numéro unique ; par contre **les codes UPC[5]** ne permettent que de donner un numéro pour une classe de produits. Cette propriété des RFID permet de tracer le déplacement des objets d'un endroit à un autre depuis la chaîne de production jusqu'au consommateur final.

I- 7 Exemples d'applications

Le réfrigérateur va être capable de reconnaître automatiquement les produits qu'il contient ainsi que les dates limites d'utilisation optimales des produits périssables.

- Le pull indique au lave-linge sa température de lavage.
- Le yaourt vérifie lui-même le respect de la chaîne de froid.

- L'identification des animaux grâce à l'implantation d'une étiquette (obligatoire dans certains pays exemple les chats et les chiens en Belgique).
- La protection contre l'enlèvement des nouveau nées dans les maternités en utilisant des bracelets équipés d'étiquettes RFID.
- L'identification des produits pour un passage plus rapide en caisse dans les magasins, en particulier les supermarchés.
- Dans les documents à caractère officiel des étiquettes peuvent être implémentées pour valider les passeports et les visas et aussi les permis de conduire (nombre de points restants).

I-8 RFID Dans le contrôle d'accès

Le contrôle d'accès permet de vérifier si une personne ou une entité désirant accéder à une ressource ou à un endroit, a le droit de le faire. Plusieurs exemples sont cités dans ce qui suit :

○ Accès à un endroit

La gestion des accès est très important, une personne ayant les autorisations d'accès porte une étiquette RFID qui lui permet de rentrer, le lecteur vérifie les droits de cette personne en lisant l'étiquette et ouvre le portique.

○ Transports

Le contrôle dans les transports en commun, comme par exemple, le pass navigo des transports parisiens autorise ces usagers à passer les portiques de sécurité rapidement, ces dernières vérifient les informations de la carte porteur, zone de trajets autorisés, date de fin de validité et accordent l'accès aux transports si les droits sont suffisants.

○ Événements

Dans la gestion des événements, manifestations culturelles, concerts etc., plusieurs cas de contrefaçon de tickets se sont produits. Surtout pour le cas des tickets imprimés sur papier et l'authentification demande du temps. L'utilisation de tickets RFID permet de vérifier rapidement les billets et limitent les risques de création de faux billets. Cette solution a été retenue pour la coupe du monde de football 2006 et les jeux olympiques de Beijing 2008.

1-9 Structure interne d'un Tag RFID :

Pour lire le contenu d'un TAG RFID on peut utiliser une application dite DumpInfo implémentée sur Arduino.

On utilise la plaquette MFRC522 interfaçable facilement avec un Arduino Uno ou un ESP32.

La lecture de la carte retourne un certain nombre d'informations qu'on peut analyser comme suit:

La mémoire est divisée en 16 secteurs de 0 à 15. Chaque secteur est constitué de 04 blocs d'informations et chaque bloc est à 16 octets. Au total 1ko de mémoire est disponible. Certaines zones de la mémoire n'est pas utilisables comme le secteur 0 et le bloc 0 qui contient le numéro de série unique. Figure I-2

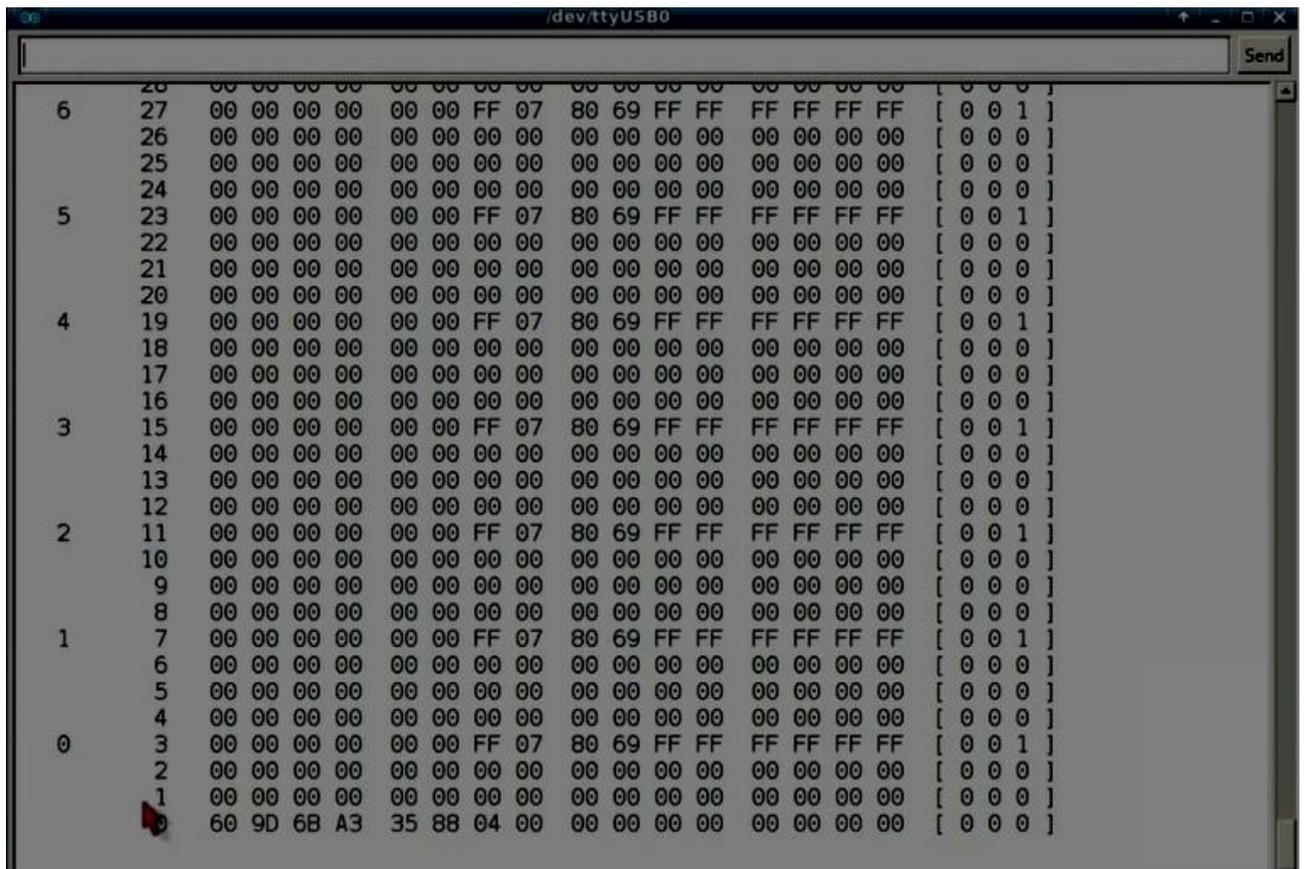
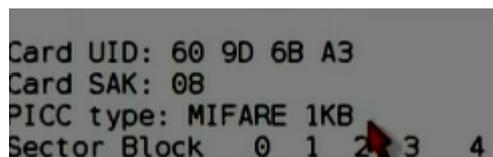


Figure I-2: lecture du contenu de la carte à puce



Théoriquement chaque carte à puce devait avoir un numéro différent mais ce n'est pas tout à fait le cas.

Figure I-3: Numéro de série de la carte

Chaque bloc contient 02 clés : clé A et clé B. la clé B est visible car elle est configurée pour être ainsi, la valeur par défaut est 255.255.255.255 sur toute les cartes donc FF FF FF FF FF en Hexadécimal. Quand on lit la clé A, on voit que des zéros, cela veut dire qu'elle n'est jamais visible, on peut écrire une

nouvelle valeur clé mais on ne peut la lire, on peut juste la comparer à une valeur qu'on introduit. C'est justement une caractéristique de sécurité. Lorsqu'une comparaison se fait, on envoie une valeur clé et l'authentification se fait, en comparant la clé cachée avec la clé qu'on a envoyée.

Par ailleurs on peut écrire sur la clé B pour enregistrer des informations utiles ou pertinentes sur le client, sur la tarification, sur le nombre de fois que l'abonné s'est manifesté, c'est l'espace disponible pour l'utilisateur.

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté la technologie RFID, les étiquettes RFID, leurs caractéristiques et les différents types de ces dernières, l'avantage qu'elles présentent dans notre vie, ainsi que les normes utilisées par ces dernières.

Chapitre II

Introduction

Toute conception pour systèmes embarqués nécessite une partie matérielle et une partie logicielle, Un système embarqué est un système électronique et informatique autonome ne possédant pas des entrées/sorties standards comme un ordinateur. Il est piloté par un logiciel, qui est complètement intégré au système qu'il contrôle.

Ce chapitre introduit les composants matériels utilisés dans notre système.

II-1 Microcontrôleur

Les microcontrôleurs sont apparus lorsque les technologies d'intégrations et de miniaturisations ont suffisamment progressé. L'avènement des transistors en 1958, des circuits intégrés en 1968, des circuits intégrés à haute densité en 1978 a permis de construire des ordinateurs de plus en plus petits et puissants.

Les applications domestiques ou industrielles avaient besoin de systèmes « Intelligents » comme la machine à laver qui doit commander différents organes avec des cycles bien définis mais variable en fonction du programme choisi. Figure II-1

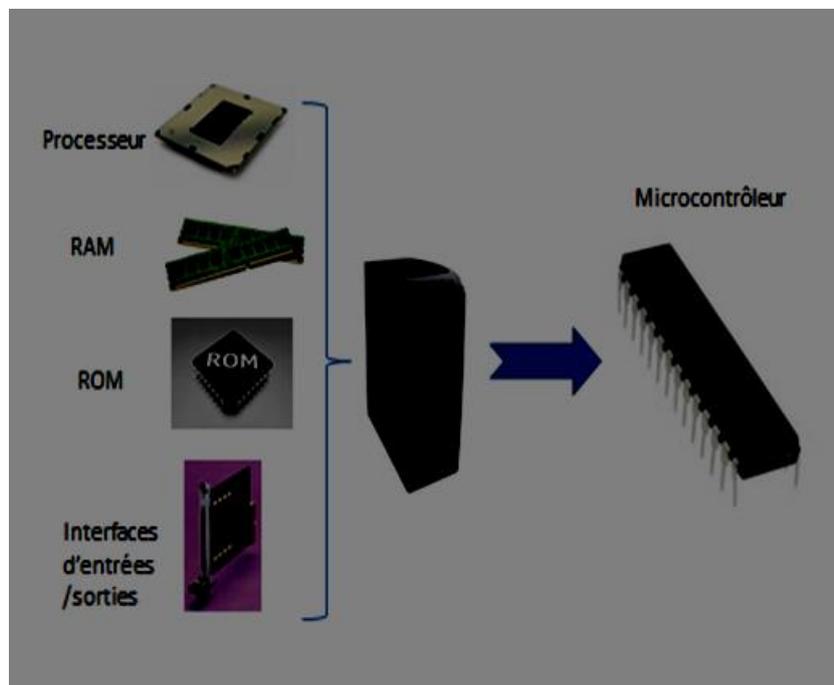


Figure II-1 : Composants d'un microcontrôleur

Un microcontrôleur est un circuit intégré qui rassemble dans la même surface plusieurs éléments physiques complexes qu'on trouve généralement dans un ordinateur comme:

- Le processeur
- La Mémoire
- Ports d'entrées/sorties
- Timers
- Convertisseurs Analogiques/Numériques(ADC)
- Convertisseurs Numériques/Analogiques(DAC)etc.

Un microcontrôleur est un système complet qui a une architecture d'ordinateur dédié au contrôle. Il embarque un certain nombre de périphériques des domaines ciblés (bus série, interfaces parallèle, convertisseur analogiques numériques....).

Il est beaucoup moins cher que le microprocesseur de l'ordinateur mais moins performant, ce dernier est utilisé pour réaliser des systèmes embarqués dans plusieurs domaines:

Industrie : commande de processus.

Domestique : chauffage, climatisation, allumage automatique des lampes...etc.

Robotiques : montage d'automobiles Drones,...etc.

Aérospatial : satellites, sondes spatiales.

II-1-1 Caractéristiques d'un microcontrôleur :

Les microcontrôleurs diffèrent en fonction de plusieurs caractéristiques :

Taille de données manipulées.

- 1- Taille de la mémoire : RAM et ROM.
- 2- Nombre de ports d'entrées et de sorties :
- 3- Périphériques internes présents : contrôleurs vidéo, DMA, réseau...etc.

Un microcontrôleur manque toutefois d'éléments essentiels pour son fonctionnement comme l'alimentation et les interfaces et de commande de milieu extérieur (relais, capteurs, ...)

II-1-2 Structure d'un microcontrôleur: le microcontrôleur est composé d'éléments suivants. Figure II-2

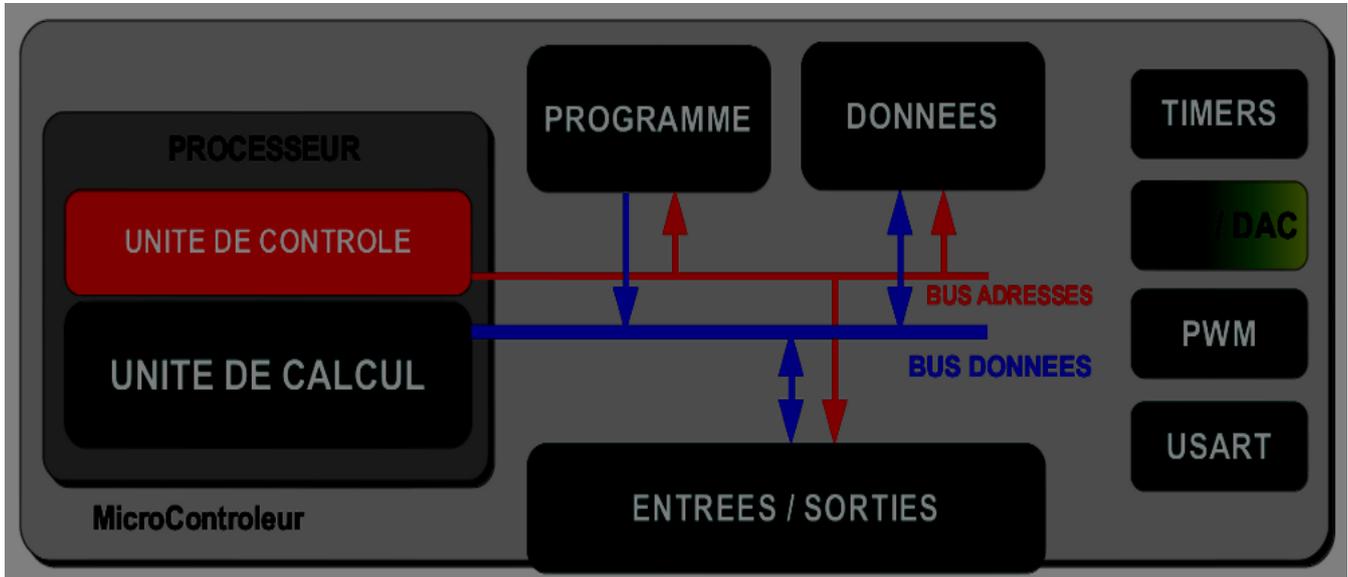


Figure II-2 : structure d'un microcontrôleur

II-1-3 Microcontrôleur vs Microprocesseur

Les microcontrôleurs sont dédiés aux applications qui ne nécessitent pas une grande quantité de calculs complexes mais qui demandent beaucoup de manipulations d'entrées/sorties.

Les systèmes de microprocesseurs sont plutôt réservés pour les applications demandant beaucoup de traitements de l'information et assez peu de gestion d'entrées/sorties, les ordinateurs sont réalisés avec des systèmes microprocesseurs,

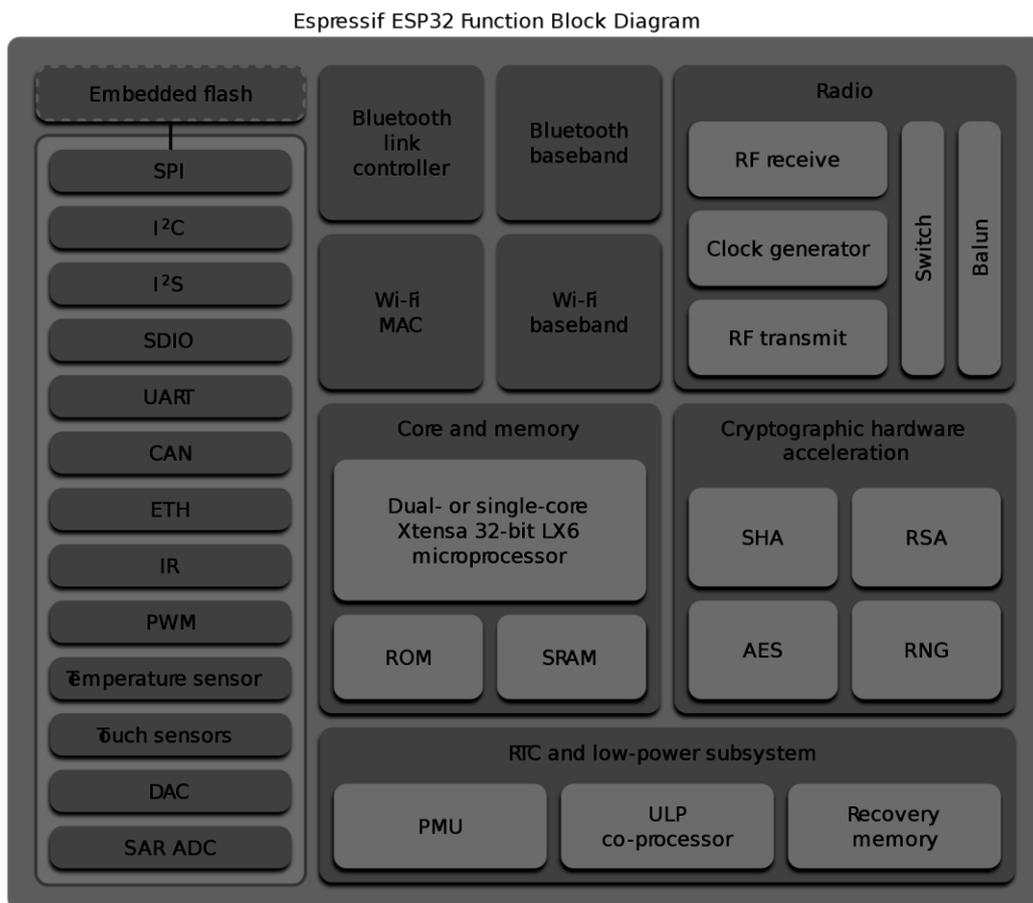
Contrairement aux microprocesseurs, les microcontrôleurs n'ont souvent pas de pipeline d'instructions (ou très peu) et de mémoire cache.

II-1-4 Avantages d'un microcontrôleur :

- Les microcontrôleurs améliorent l'intégration d'un système à base de microprocesseur en rassemblant ses éléments essentiels dans un seul circuit intégré, on parle alors d'un système sur une puce 'System on chip'.
- Diminution de l'encombrement du matériel et du circuit imprimé 'économise l'espace' contrairement à un système à microprocesseur où les composants sont intégrés dans des circuits distincts ce qui nécessite de prévoir l'interconnexion de ces composants et qui augmente la place occupée physiquement par ces différents composants et les moyens d'interconnexion.
- Coût réduit: Le microcontrôleur contribue à réduire les coûts à plusieurs niveaux: les coûts de fabrication et les temps de développement.
- Environnement de programmation et de simulation évolués.
- Consommation énergétique plus faible.

II-2 ESP32 :

L'ESP32 est un microcontrôleur 32 bits qui contient des périphériques: Wifi, Bluetooth, SPI, I2C, UART, SDIO, CAN, ETH (Ethernet), IR (infrarouge), PWM (modulateur par largeur d'impulsions), temperature sensor (sonde de température), Touch temperature (sonde de toucher), DAC, ADC, et un ensemble de ports GPIO multiplexés avec ces périphériques. Figure II-3



Son point fort est qu'il contient ce qu'il faut pour utiliser le Bluetooth standard et la Wi-Fi baseband. Il contient les mécanismes cryptographiques pour faire de la Wifi sécurisée, Il utilise un microcontrôleur qui est un dual core. Il intègre une mémoire de type SRAM et ROM en plus d'une mémoire flash ainsi qu'une horloge temps réel, ce qui fait de lui un microcontrôleur assez complet.

La compagnie Espressif a aussi fabriqué des mini-modules ESP-wroom-32 qui contient un microcontrôleur ESP32 mais aussi l'antenne Wifi pour interfacer directement avec le monde extérieur en plus de la puce ESP32. Dans le cadre de notre projet, nous allons utiliser ESP-wroom-32, Figure II-4.

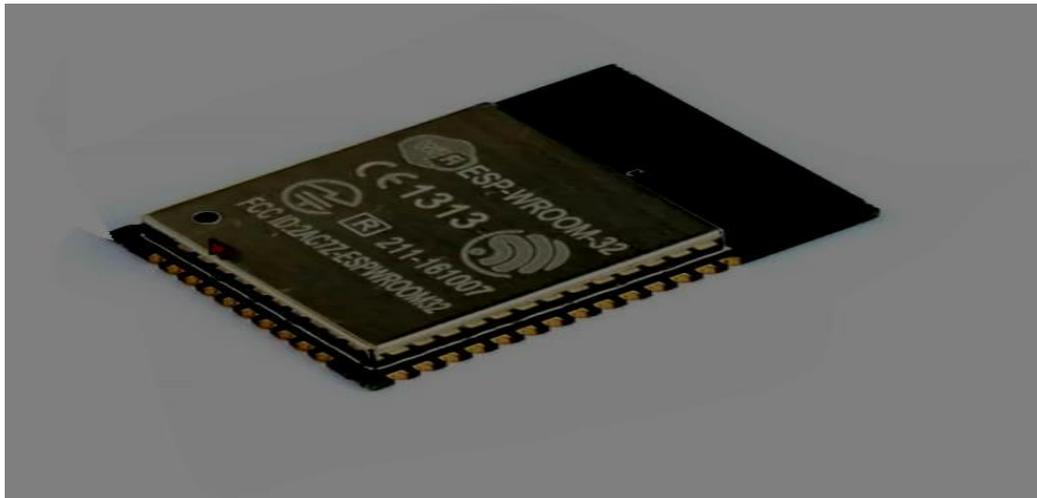


Figure II-4 : ESP-WROOM-32

II-2-1 Caractéristiques de l'ESP-WROOM-32 :

Le dispositif utilise la norme de 802,11b/g/n permettant un débit allant jusqu'à 150 Mbps, pour le Bluetooth, la norme utilisé est 4.2. Il dispose d'un capteur Hall et un capteur de température. L'alimentation doit être entre 2,7 et 3,6 Volt. Le courant moyen est de 80 mA, et il supporte la pile de protocole TCP/IPv4, v6 avec SSL.

Il dispose 520 Kb de RAM dont 8Kb réservée pour le module RTC et 8Ko de mémoire EEPROM pour stocker des données durant le fonctionnement.

Le module ESP32-WROOM contient 4Mo de mémoire flash pour le programme accessible par le code. Il existe différents modèles. Figure II-5.

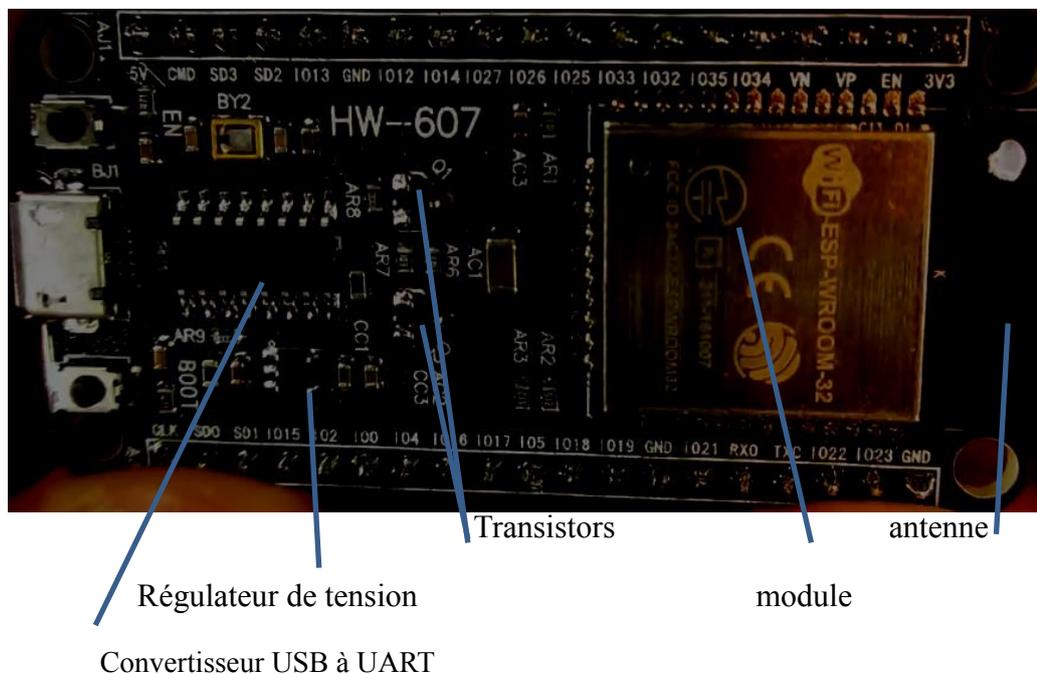


Figure II-5 : ESP32-WROOM

Le module ESP32WROOM est soudé sur la plaquette de développement. On appelle ce que l'on voit sur les côté castellation c'est essentiellement la bordure de la plaquette de PCB du module qui est faite des demi trous plaqués et on soude chacun de ces petites trous par la plaquette principale, on nomme ça des castellations (Figure II-6).

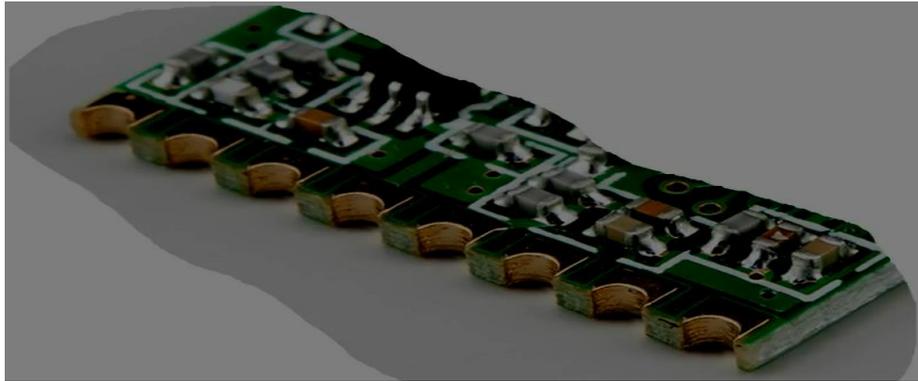


Figure II-6: Castellation

C'est le module avec son antenne wifi. Il n'y a aucun cuivre sur l'endroit de la plaquette (l'autre face de la plaquette) pour ne pas interférer avec l'antenne Wifi. Pour communiquer

avec l'ordinateur de développement, la carte est équipée d'un convertisseur USB à UART. Un régulateur de tension convertit le 5 volt venant de l'USB en 3,3 allant vers le module. La carte dispose de deux boutons ; **EN** (enable) permet de réinitialiser le module et **boot** pour flasher le microcontrôleur. La plaquette est livrée avec 2 bandelettes de broches soudées sur la plaquette et un micro USB. Pour plus renseignements sur l'ESP32 consulter le site www.doit.am

Il est possible de faire du développement pour l'ESP32 avec l'environnement Arduino IDE, il y a plusieurs sketches (codes) utilisant la Wifi et le Bluetooth.

II-3 Environnement de développement Intégré d'Arduino IDE

Pour programmer avec les cartes ESP32 et Arduino bien sûr, on utilise l'environnement Arduino IDE, Arduino Integrated Development Environment.

Cet environnement permet :

1. d'écrire un programme,
2. de le compiler (vérifier les erreurs).
3. le charger vers la mémoire flash du microcontrôleur,
4. interagir avec la carte.

Le langage de programmation est le C/C++. Le programme écrit est appelé croquis, sketch en anglais. Pour télécharger IDE Arduino voir le site <https://www.arduino.cc/>

Par défaut l'ESP32 n'est pas supporté dans l'Arduino IDE mais en suivant les instructions disponibles sur le Web il est facile d'ajouter le support de cette carte.

La procédure est résumée dans ce qui suit :

- On commence par installer le pilote pour la puce CP2102 pour que l'ordinateur de développement reconnaisse le port série de l'ESP32 via le port USB.
- Télécharger le kit de développement d'Espressif intégré à l'Arduino en allant dans outils → type de cartes → gestionnaire de cartes.

Il existe plusieurs projets pour esp32. Pour les consulter, on commence à sélectionner notre carte de développement, dans notre cas la Doit ESP32 DEVKIT V1 puis choisir Espressif ESP32 Dev Module dans la liste. Pour ajouter cette carte à une configuration existante, on sélectionne sinon on clique sur **other** puis on indique le dossier dans lequel PIO doit créer l'arborescence du projet.

II-4 RFID RC522

La Mini-Plaquette RFID RC522 (Radio Frequency identification) et la carte à puce qui l'accompagne sont de petites plaquettes, modules à bon marché s'interfaçant avec des microcontrôleurs comme Arduino, STM32 et autres, les exemples d'utilisation tournent aux tours de problèmes d'identification et de traçabilité.

Il s'agit d'un dispositif permettant la lecture mais aussi de l'écriture à courte distance d'une puce électronique contenant des informations sécurisées. La plaquette proposée contient en fait le circuit intégré MIFARE RC 522, très populaire.

Le circuit intégré MFRC522, fait tous le travail d'échange que ce soit le protocole de communication avec la carte à puce, la partie radio fréquence ou l'interface avec le microcontrôleur, on lui envoie des commandes par protocole SPI ou I2C et il s'occupe du reste, le MFRC522 est compatible avec le protocole ISO 14443A [1].

Cette plaquette est accompagnée de deux (02) unités différentes passives :

- ✓ Une carte à puce : il y a une puce et une antenne qui fait le tour de la puce mais on ne la voit pas.
- ✓ Un porte-clés : qui contient la même chose que la carte à puce.

Lorsqu'on s'approche de l'antenne (de la Mini-plaquette RFID), il y a lecture et évidemment écriture qui est possible soit sur la carte à puce ou le porte-clés, Figure II-7.



Figure II-7 : Mini-Plaquette RFID MIFARE RC522, carte puce et porte-clés

II-4-1 Détails sur la plaquette RFID :

La plaquette dispose d'un quartz qui fonctionne à 13.56 MHz, En pratique ce dernier n'est pas trop précis, la puce transmet toujours à 13.56 MHz mais l'antenne est moins efficace. Le transfert se fait par champ magnétique parce que l'antenne est beaucoup trop petite par rapport à la fréquence de 13.56 MHz. Si on présente la carte à angle droit, le transfert ne se fait pas.

La communication se fait en utilisant le protocole SPI selon le schéma Maître-esclave. Le bus SPI est composé de quatre (04) signaux : » Figure II-6

- **SCLK ou SCK :** qui est le signal d'horloge généré par le maître.
- **MOSI :** master output slave input, c'est-à-dire la sortie maître et l'entrée esclave.
- **MISO :** master input slave output, c'est-à-dire l'entrée maître et sortie esclave.

- **SS** : slave select correspond au pin SDA sur notre module.

La plaquette RFID s'alimente avec 3.3 volt, La modulation utilisée est ASK, c'est une modulation par changement d'amplitude numérique, modulation numérique qui est envoyé sur le lien radio.

La puce prend son alimentation du champ magnétique engendré par la plaquette, fait un redressement pour avoir une alimentation continue. Le lecteur est le circuit actif. La puce à l'intérieur est l'élément passif. C'est pour cela que la proximité doit être assez grande pour qu'il se développe assez de tension pour alimenter la puce à l'intérieur. Bien que la plaquette s'interface au microcontrôleur par port SPI, la puce elle-même le MIFAIRE RC522 peut supporter SPI, I2C, UART.

La carte à puce accompagnant le module est de marque Mifaire classic qui dispose d'une mémoire de 1 Ko. On peut écrire des données qui vont se conserver grâce à sa mémoire EEPROM

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons décrit les microcontrôleurs et leurs caractéristiques, nous avons parlé du microcontrôleur utilisé pour notre application qui est l'ESP32, nous avons aussi présenté le lecteur de carte RFID et l'environnement dans lequel on a développé qui l'Arduino IDE.

Chapitre III

Chapitre III : Conception

III- 1 Introduction:

Notre projet consiste à réaliser un contrôleur d'accès pour une structure sécurisée, La méthode d'authentification est réalisée par Tag RFID. Chaque

personne accédant à la structure sera identifiée et enregistrée dans une base de données avec la date et l'heure de l'accès. Pour cela on utilise une serrure électrique qui va s'ouvrir en passant le bon badj (tag RFID) sur le lecteur. Par définition, un bon badj est celui pour qui son UID est préalablement enregistré dans la base de données. La serrure joue le rôle d'un client Web qui envoie l'UID du Badge à un serveur Web qui vérifie sa validité. Une fois vérifiée, la date et l'heure d'accès est enregistrée et la porte est ouverte. Sinon l'accès est refusé et la porte reste fermée.

III- 2 Description fonctionnelle

Notre système est conçu autour des éléments suivants

- Utilisateurs : ce sont toutes les personnes autorisées à accéder à cette structure
- Identification : Tag RFID attribué à chaque utilisateur lui permettant d'accéder à cette structure
- Contrôleur d'accès : c'est tous les équipements qu'on installe sur la porte d'accès. On peut citer le lecteur de TAG, le microcontrôleur l'interfaçant ainsi que la serrure électrique
- La base de données : elle contient les informations nécessaires à l'identification des utilisateurs ainsi qu'à l'enregistrement des accès.
- Le protocole de communication : c'est le moyen de communication entre le contrôleur et la base de données. Dans notre cas, nous avons utilisé le http au niveau application et le Wifi au niveau physique.

III-3 Architecture générale du système. Figure III-1



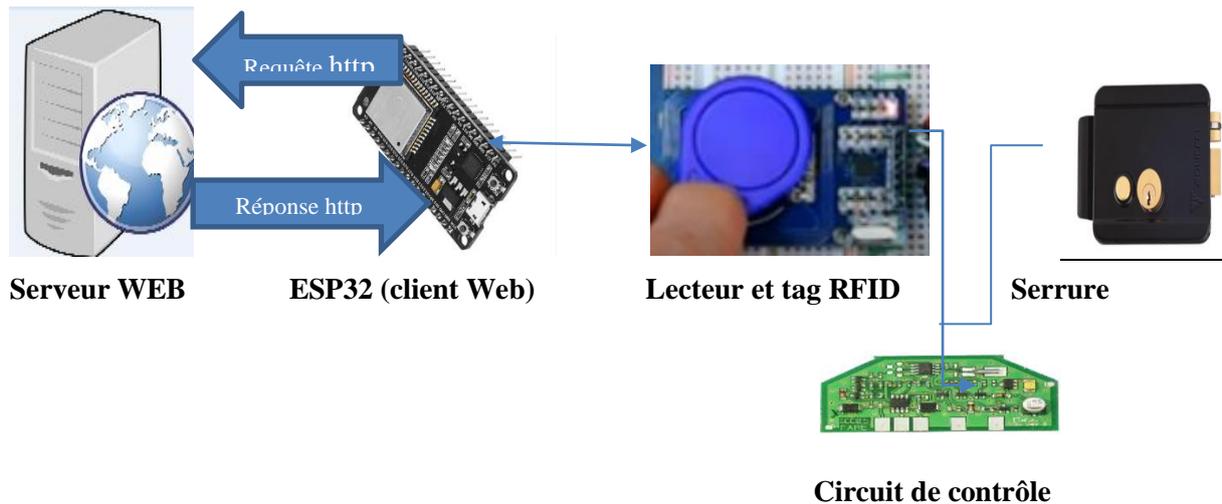


Figure III-1 : architecture générale du système

III-4 Description des éléments de l'architecture:

Pour la réalisation de notre projet nous avons utilisé les éléments suivants :

- **La serrure électrique** : la serrure électrique est de référence 258-MD double bobinage, son installation nécessite 12 v, sa spécification est : double bobinage, Réversible, Cylindre en laiton double entrée, le type

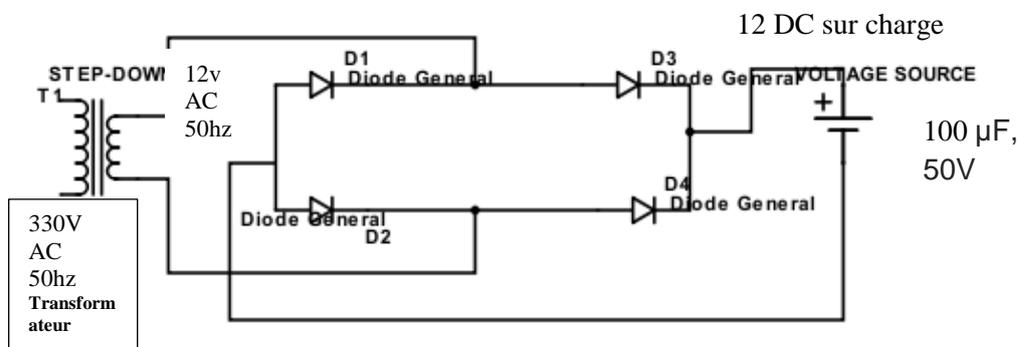
de clé est plate et contient 05 clés. Pour plus d'informations voir le site : www.soficlef.com. Figure III-2.



Figure III-2: serrure électrique 258 MD

Cette dernière contient 02 fils qui sont liés à la bobine, elle exige une alimentation de 12 v. Au repos la serrure est verrouillée (porte fermée), en l'alimentant, on déverrouille la serrure ce qui implique l'ouverture de la porte, en appuyant sur le bouton poussoir situé à gauche de la clef, la porte s'ouvre. Sans oublier que la serrure se ferme et s'ouvre à clef.

Pour alimenter la serrure, nous avons utilisé un transformateur 230v vers 12v. Nous avons redressé la tension par un pont de diodes et une capacité de 1000 μ F. La figure xx donne le schéma de redressement. Figure III-3



D=Pont de diode 250v AC

Figure III-3 : pont de diode

➤ Le circuit de d'interface de la serrure électrique et son fonctionnement

Le circuit d'interface de la serrure électrique est constitué d'un optocoupleur de référence 4N27 qui est par définition un composant électronique capable de transmettre un signal d'un circuit électrique à un autre, sans qu'il y ait de contact électrique entre eux.

Ce dernier nous a fait l'économie d'utiliser plusieurs transistors et autres composants. On met une diode D1 en série avec la résistance R1 pour limiter le courant sur broche 1. La diode D1 est reliée au signal qui vient

du microcontrôleur ESP32 pour fournir un courant d'environ 10 milliampère à la diode de l'optocoupleur. Elle protège l'optocoupleur en cas d'inversion de polarité. La broche 4 de l'optocoupleur est reliée à la Gâchette de transistor mosfet T1 (BUZ 11) en série avec résistance R2 et R3. La bobine de la serrure est lie` avec le drain de T1. La diode D1 est en parallèle avec la bobine pour protéger le transistor T1 contre les surtensions sur tension. Figure III-4

Figure III-4 : circuit d'interface de la serrure électrique

➤ **Le circuit de contrôle**

Le circuit de contrôle est composé de l'ESP32 et du lecteur de Tags RFID. Le Lecteur TAG étant interfaçable par liaison SPI, nous l'avons câblé à la première interface SPI de l'ESP32 la figure III-5 donne le schéma de câblage

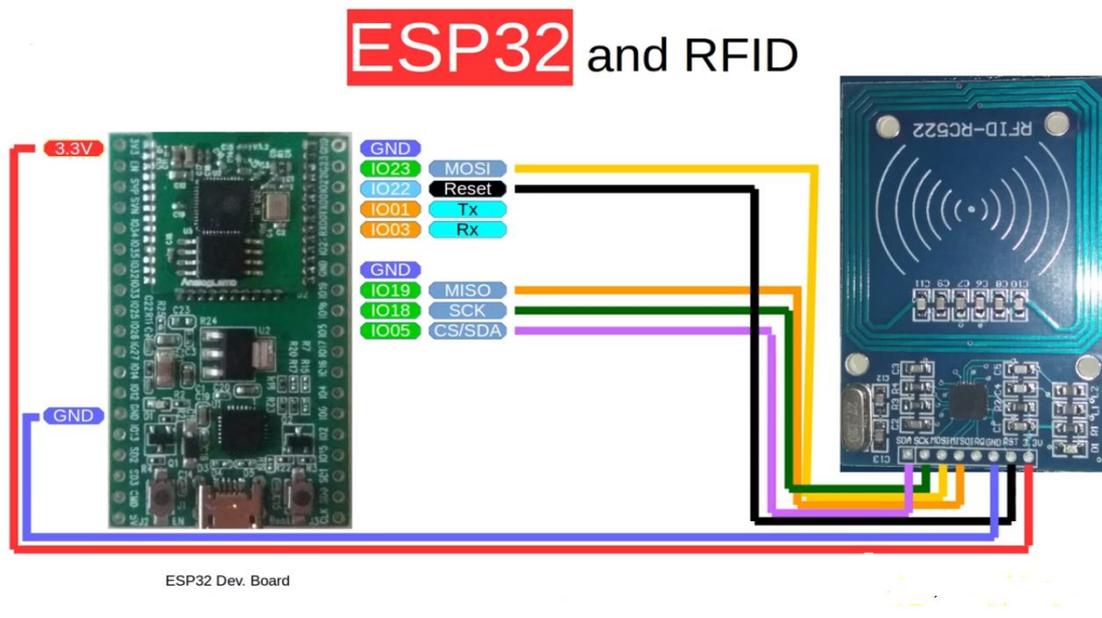


Figure III-5 : Branchement entre l'ESP32 et le lecteur RFID

Pour assurer plus de confort d'utilisation. Nous avons rajouté des indications visuelles et sonores (pour les non-voyants).

Les indications visuelles sont assurées par 2 Leds reliées à 2 ports de l'ESP32. Une Led verte qui s'allume si le Tag introduit est valide et une Led rouge qui s'allume si le Tag Introduit n'est pas reconnu. La figure III-6 donne le schéma de câblage de ces deux Leds.

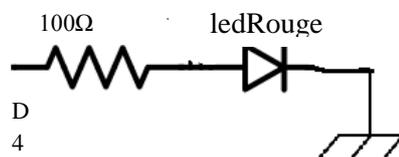


Figure III-6: Interface visuelle

Les indications sonores sont assurées par un Buzzer qui émet des sons appropriés lors du processus d'authentification. Quand la carte est introduite, un bip unique retentit. Ensuite si la carte est valide, deux bips courts retentissent. Par contre si la carte n'est pas reconnue, trois longs bips retentissent. La figure III-7 donne le schéma de câblage du Buzzer.

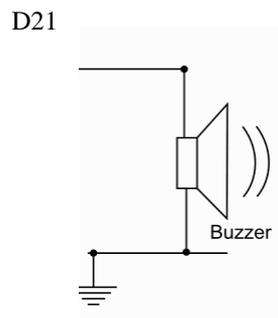


Figure III-7 : Interface sonore

III-5 Partie données

Pour la partie donnée, on a utilisé le serveur de base de données MySQL accessible via un serveur Web Apache. Ces deux modules sont intégrés dans le logiciel WampServer 2.5 qui est une plateforme de développement Web sous Windows. L'acronyme veut dire Windows Apache MySQL PHP. Ce dernier permet de développer des applications Web dynamiques sous Windows. Il possède également l'interface PHPMyAdmin qui permet de gérer facilement la base de données. Son installation et sa configuration (WampServer) sont très faciles et ceci sans toucher aux fichiers de configuration.

➤ Fonctionnalités de WampServer

Les fonctionnalités de WampServer sont très complètes et très intuitives.

Via un clic gauche sur l'icône de WampServer, NOUS pouvons :

- gérer les services d'Apache et MySQL
- passer en mode online/offline (accessible à tous ou limité à localhost).
- installer et changer de version d'Apache, MySQL et PHP.
- gérer les paramètres de configuration de nos serveurs.

- accéder aux logs.
- accéder aux fichiers de configuration.
- créer des alias.

Via un clic droit : nous pouvons

- changer la langue du menu de WampServer

Une fois WampServer installé, un répertoire « www » est automatiquement créé (c:\wamp\www). A l'intérieur du dossier www contient les fichiers html et les scripts Php à diffuser.

En ouvrant notre navigateur préféré et en écrivant l'adresse <http://localhost/>, nous aurons la page présentée dans la Figure III-8

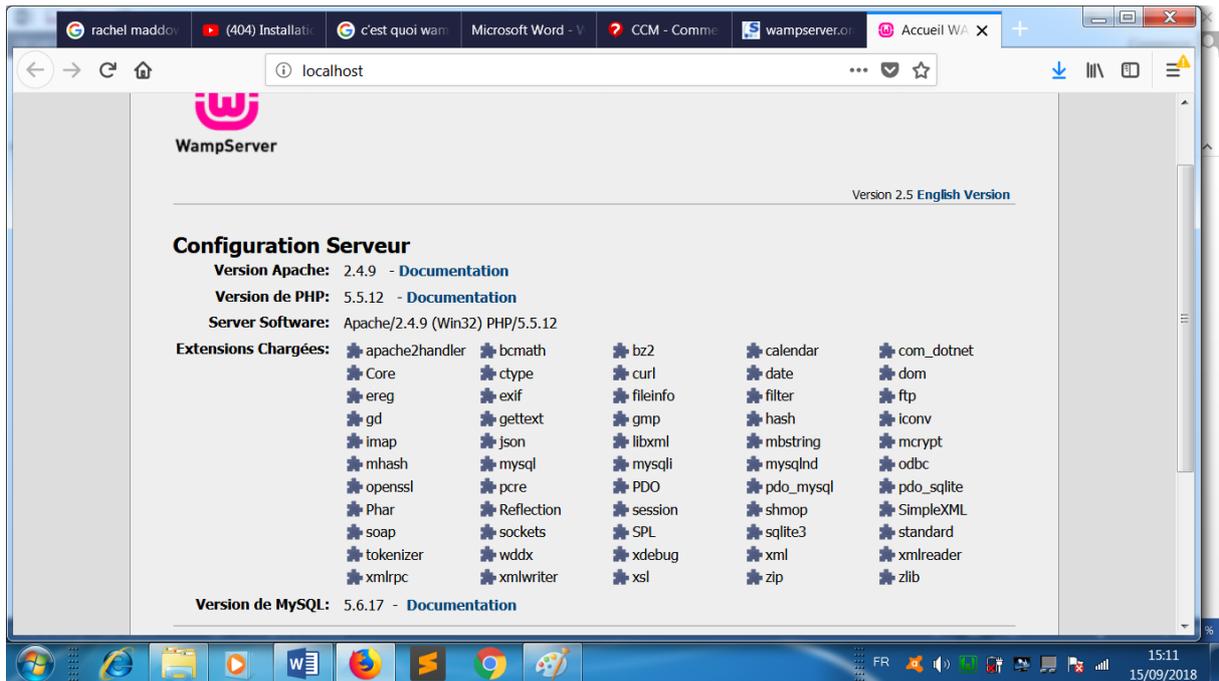


Figure III-8: interface de localhost

L'outil qui permet de créer la base de données de WampServer est phpMyAdmin. Figure III-9.

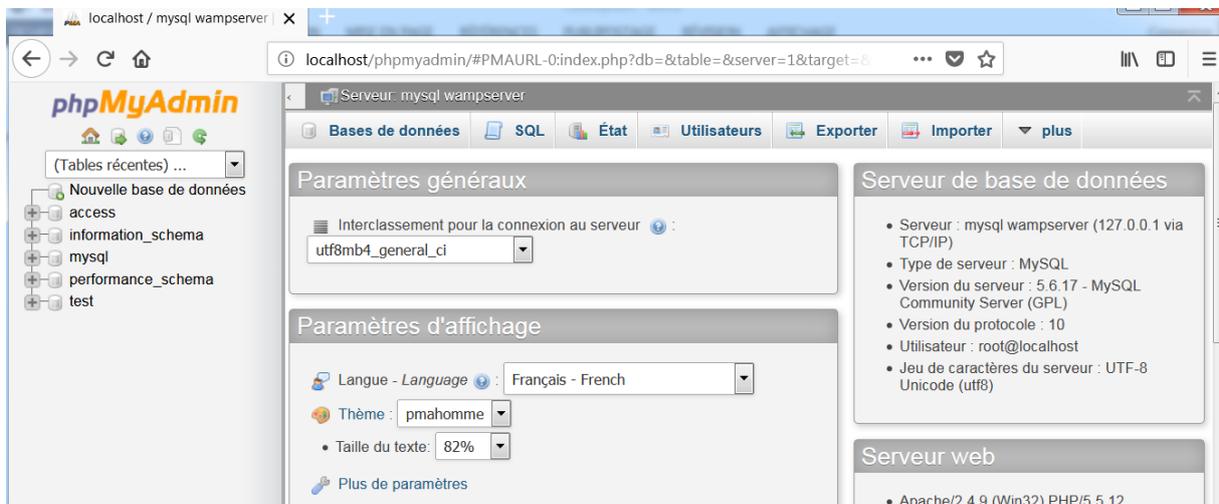


Figure III-9: phpMyAdmin

Conclusion :

Les outils utilisés dans notre application peuvent être utilisés dans plusieurs domaines d'applications différentes, notamment l'ESP 32, un microcontrôleur -très puissant et peu cher. Notre motivation à la réalisation de ce projet s'est multipliée en découvrant tous les avantages sublimes de ce microcontrôleur. Il se suffit à lui-même. Simple d'utilisation flexible et conviviale, s'adapte à toutes les applications embarquées. Il est appelé IoT (Internet of things) module dans la plupart des publications internet car il s'adapte fortement aux applications IoT.

Chapitre IV

Chapitre IV : Réalisation

Introduction:

Ce chapitre sera consacré à la réalisation de notre système, On présentera la partie matérielle et les codes de la partie logicielle.

IV-1 Partie Matérielle

Le prototype du circuit de contrôle est réalisé sur une plaquette à trous métallisés. Nous avons soudé les différents composants (diodes, résistances, Leds, Buzzer...) directement sur la plaquette. Par contre nous avons préféré ne pas souder les modules ESP32 et le lecteur RFID pour ne pas les abimer. Nous avons également rajouté sur la plaquette un redresseur de tension venant d'un transformateur AC 12v à l'aide d'un pont de diodes et d'une capacité. La figure IV-1 donne une image du montage ; Figure IV-1

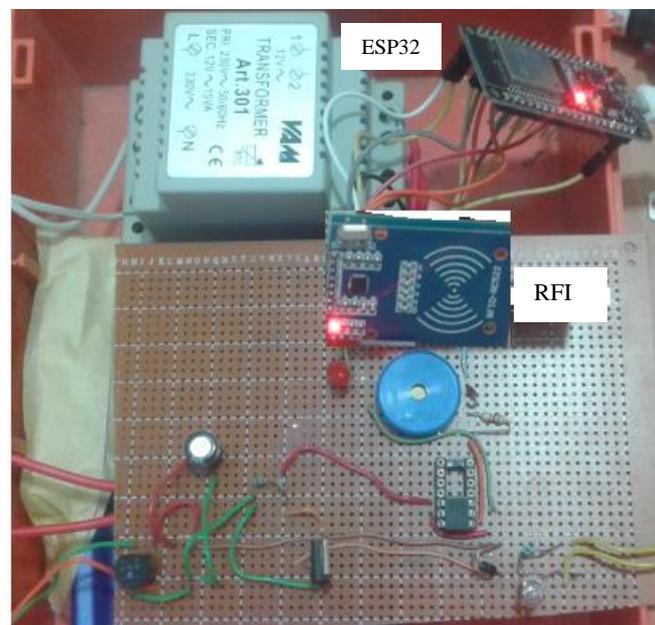


Figure IV-1 : montage du circuit

IV-2 Partie logicielle :

Notre application est structurée autour de deux modules. Un module implémenté sur l'ESP 32, et un deuxième développé sur le serveur Web.

IV-2-1 Module de L'ESP32

Ce module est un client http et qui s'occupe de toutes les fonctionnalités relatives à la lecture des tags RFID et au dialogue avec le serveur Web.

Le code suivant décrit ces fonctionnalités

```
#include <WiFi.h> //librairie utilisé  
  
void loop() { // boucle infinie en attente qu'une carte soit présentée au Lecteur  
  
    if ( mfr522.PICC_IsNewCardPresent()) { // Si une nouvelle carte Rfid est présente
```

IV-2-2 Module du serveur Web

Ce module est composé de deux scripts PHP s'exécutant sur le serveur Apache.

Le premier script nommé recherche.php est lancé à la demande du client web (ESP32). Son rôle est de récupérer un identifiant du client (l'uid de la carte RFID) et de vérifier son existence. Le cas échéant, la date et l'heure d'accès sont enregistrées dans la base de données du serveur et une confirmation au serveur est envoyée.

Le code suivant donne le script du fichier recherche.php.

Le deuxième script correspond à une page auto rafraichissante indiquant la liste des utilisateurs ayant accédé à la structure. Le code suivant donne le contenu du fichier acces.php

<

IV-3 Test de fonctionnement du système

Nous avons réalisé un ensemble de tests pour valider le fonctionnement de notre système. Pour cela nous avons utilisé quatre tags RFID ; trois sont enregistrés dans notre base de données et un non enregistré.

Dès qu'un tag est rapproché du lecteur, une indication sonore nous informe que le tag a été lu. Si le tag est valide, la porte s'ouvre accompagnée d'une Led verte qui s'allume et de l'enregistrement de cet accès dans la base de données. Ceci s'accompagne de la mise à jour de la page acces.php cet accès accordé est également affiché sur le port série de l'ESP32. La figure IV-2 montre ce cas

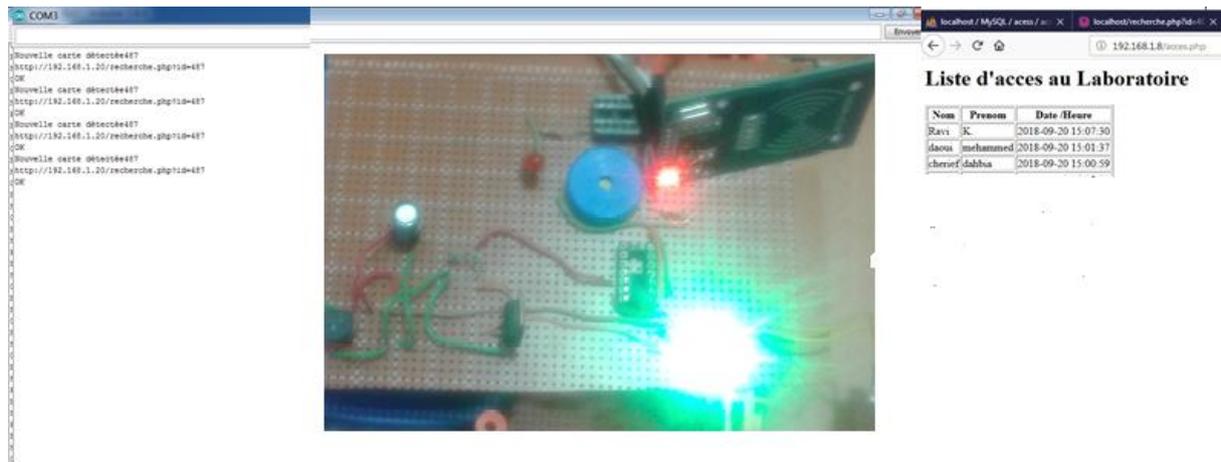


Figure IV-2 : lecture sur le port série et accès réussi

Dans le cas où la carte n'est pas validée la porte reste fermée et une Led rouge s'affiche accompagnée d'un message (KO) sur le port série. La figure IV-3 montre ce cas.



Figure IV-3 Lecture sur le port série et accès non réussi

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons abordé l'aspect réalisation de notre contrôleur d'accès basé la technologie RFID en utilisant les technologies Web pour la communication. Notre application assure une identification des utilisateurs et garde une traçabilité des accès.

Conclusion générale :

Grâce à ce travail nous avons pu faire un état de l'art de la technologie RFID et des différents types de tags utilisés, de même que nous avons aussi cité les normes associées à la RFID. Nous avons abordé en détail l'architecture d'un lecteur RFID, ainsi que la structure mémoire d'un tag en mettant l'accent sur les

différents blocs sans oublier l'aspect codage. Nous avons consacré un chapitre pour les domaines d'applications de la RFID que nous jugeons essentiel vu que le but de notre mémoire est d'utiliser cette technologie dans de multiples applications. L'utilisation de l'ESP32 a grandement facilité la réalisation de notre système vu sa facilité d'utilisation et l'intégration de divers technologies de communication sans fil dont le Wifi. Dans le dernier chapitre, nous avons démontré la faisabilité mais surtout l'intérêt d'un tel système, axé à la fois sur l'identification et la gestion des accès.

Néanmoins par faute de temps, certaines fonctions essentielles ne sont pas encore réalisés telle que la sécurité du système.