

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البليدة

Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا

Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك

Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière : Électronique

Spécialité : Instrumentation

Présenté par

Hamaimi Billel

&

Benkercha Mohamed

---

# Etude et réalisation d'un système de surveillance et de contrôle d'accès à base de technologie RFID

---

Proposé par : Mme ZERROUK Djamila

Année Universitaire 2023-2024

# Remerciements

Nous reconnaissons humblement que sans la grâce de Dieu, nous n'aurions pas pu accomplir ce que nous avons réalisé jusqu'à présent. Sa bénédiction incessante nous a donné l'énergie spirituelle et l'inspiration nécessaires pour poursuivre nos études avec passion et dévouement. Sa présence bienveillante nous a guidés dans les moments de doute et nous a apporté un soutien inconditionnel lorsque nous avons rencontré des difficultés.

Nous souhaitons exprimer notre gratitude envers nos professeurs, sans lesquels nous n'aurions pas pu atteindre ce jour.

Nous tenons à remercier en particulier notre promotrice, Mme ZERROUK Djamila, pour son soutien précieux tout au long de notre mémoire, ainsi que tout au long de notre spécialité.

Nous remercions les membres du jury qui ont accepté d'examiner et d'évaluer notre travail :

Mr AISSAT Abdelkadar, Mr BOUNEMRI Ammar.

Nous souhaitons exprimer notre profonde reconnaissance envers nos parents et nos familles pour leur précieux soutien, à la fois sur le plan émotionnel et financier, ainsi que pour les sacrifices qu'ils ont consentis en notre faveur. Nous leur adressons un sincère remerciement pour leur constante présence à nos côtés, leurs encouragements infaillibles et leur dévouement indéfectible envers notre réussite.

# *Dédicaces*

Chers parents, frères, sœurs et chers amis Ali, Safa, Chrif, Moumen, Raof et Abdel Rahman, Zarrouk

Je tiens à vous dédier ces mots empreints de gratitude et d'amour. Vous êtes les piliers de ma vie, ceux qui m'ont soutenu inconditionnellement dans tous les moments, qu'ils soient joyeux ou difficiles.

À mes parents, vous êtes mes guides, mes modèles et mes plus grands soutiens. Votre amour, votre dévouement et votre soutien inébranlable m'ont donné la force de persévérer et de réaliser mes rêves. Votre présence constante dans ma vie est une bénédiction que je chéris chaque jour.

À mes frères et sœurs, vous êtes mes compagnons de vie, mes confident(e)s et mes amis les plus proches. Nos liens sont indéfectibles, et chaque moment partagé avec vous est une source de bonheur et de réconfort. Ensemble, nous avons traversé tant d'épreuves et célébré tant de réussites, et je sais que nous serons toujours là les uns pour les autres.

À mes chers amis Ali, Safa, Chrif, Moumen, Zarrouk, Raof et Abdel Rahman, Imad, vous êtes ma famille choisie. Votre amitié précieuse a illuminé ma vie de mille façons. Votre soutien, vos encouragements et votre présence constante ont été une source d'inspiration et de réconfort. Les moments que nous avons partagés resteront à jamais gravés dans mon cœur.

Que notre amitié et nos liens familiaux continuent de grandir et de prospérer, et que nous puissions toujours nous soutenir mutuellement dans toutes nos entreprises. Merci d'être là pour moi, merci d'être ceux qui illuminent ma vie de votre présence.

Avec tout mon amour et ma reconnaissance, *Hamaimi Billel*

# *Dédicaces*

Cher ma mère mon père mes sœur et mon frère et mes proches

En ce moment de conclusion et de réalisation, je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce travail de mémoire. Leurs encouragements et leur soutien ont été essentiels tout au long de ce parcours académique.

À ma famille, je souhaite exprimer ma gratitude pour leur amour inconditionnel et leur soutien constant. Leur présence et leur confiance en moi m'ont donné la force de persévérer malgré les défis rencontrés.

À mes amis et mes proches, je tiens à dire merci pour leur présence, leur écoute et leurs encouragements. Leur amitié a été une source de réconfort et de motivation.

À mes enseignants et encadrants, je suis reconnaissant(e) pour leurs enseignements, leur expertise et leur disponibilité. Leur passion pour l'apprentissage a été une source d'inspiration.

Enfin, je souhaite remercier tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail.

Ce mémoire leur est dédié avec toute ma gratitude.

Cordialement, *Benkercha Mohamed*

## Liste des symboles et abréviation

**RFID** : Identification par Radio Fréquence

**Pin** : numéro d'identification personnel

**QR** : quick response (réponse rapide)

**NFC** : near-field communication (communication en champ proche)

**IFF**: Identification Friend and Foes

**EAS**: Electronic Article Surveillance

**RF**: l'énergie radiofréquence

**LF**: Low Frequency

**HF**: Haute Fréquence ou High Frequency

**UHF**: Ultra Haute Fréquence ou Ultra-High Frequency

**SHF**: Super-high Frequency

**ISO** : International Organization for Standardization

**LED** : Diode d'émission de lumière

**LCD** : Liquid Crystal Display

**I2C**: L'Inter-Integrated Circuit

**ID**: identifiant unique

**SDA**: Serial Data Line

**SCK**: Serial Clock Line

**MOSI**: Master Out Slave In

**MISO**: Master In Slave Out

**GND**: Ground (masse)

**RST**: Reset

**3V3**: 3.3V power supply

**VCC**: Power supply (Voltage Common Collector)

**SDA** : Serial Data Line (utilisé pour la communication I2C)

**SCL** : Serial Clock Line (utilisé pour la communication I2C)

---

## ملخص

تحديد الترددات اللاسلكية) هي طريقة لنقل وتخزين البيانات باستخدام موجات الراديو عالية التردد) RFID لتحديد الأشياء أو الحيوانات أو الأشخاص بشكل فريد RFID يتمثل مشروعنا في دراسة وتنفيذ نظام وصول يعتمد على تقنية. وجزء التحكم في الوصول RFID لإدارة الاتصال بين قارئ Arduino: لهذا الغرض، تم استخدام برنامجين برمجيين، لنسخ البيانات الاحتياطية Excel، لإنشاء واجهة مع Python تم استخدام البرنامج الثاني، هدفنا هو تطوير نظام آمن للتحكم في الوصول يسمح بالوصول إلى بعض الأشخاص وحرمانهم من ذلك للآخرين. **الكلمات الرئيسية:**؛ العلامات السلبية UHF RFID؛ قارئ UHF RFID العلامات النشطة؛

---

## Résumé

La RFID (Identification par Radio Fréquence) est une méthode permettant de transmettre et de mémoriser des données en utilisant des ondes radio HF. Notre projet consiste à étudier et à réaliser un système d'accès à base de technologie RFID afin s'identifier de manière unique les objets, les animaux ou les personnes. Pour cela, deux logiciels ont été utilisés : Arduino afin de gérer la communication entre le lecteur RFID et la partie contrôle d'accès. Le second logiciel, Python, a été utilisé afin de créer une interface avec Excel pour la sauvegarde des données. Notre objectif est de développer un système de contrôle d'accès sécurisé autorisant l'accès à certaines personnes et la refusant à d'autres.

**Mots clés :** tags actif ; RFID UHF ; lecteur RFID UHF ; tags passifs.

---

## Abstract

RFID (Radio Frequency Identification) is a method for transmitting and storing data using HF radio waves.

Our project consists in studying and implementing an access system based on RFID technology to uniquely identify objects, animals or people.

For this, two software were used: Arduino to manage the communication between the RFID reader and the access control part.

The second software, Python, was used to create an interface with Excel for data backup.

Our goal is to develop a secure access control system allowing access to some people and denying it to others.

**Keywords:** active tags; UHF RFID; UHF RFID reader; passive tags.

---

## Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction générale</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>chapitre 1 : Généralités sur les systèmes de contrôle d'accès</b> .....   | <b>3</b>  |
| 1.1. Introduction .....  | 4         |
| 1.2. Objectif d'un système de contrôle d'accès .....                         | 4         |
| 1.3. Définition d'un système de contrôle d'accès .....                       | 4         |
| 1.4. Système de contrôle d'accès RFID .....                                  | 4         |
| 1.5. Systèmes de contrôle biométrique .....                                  | 6         |
| 1.5.1. Empreintes digitales .....  | 6         |
| 1.5.2. Collecte des empreintes digitales .....                               | 6         |
| 1.6. Fonctionnement d'un système de reconnaissance faciale .....             | 7         |
| 1.7. Système de fonctionnement d'un système à reconnaissance signature ..... | 9         |
| 1.8. Fonctionnement d'un système de reconnaissance vocale .....              | 10        |
| 1.9. Fonctionnement d'un système de contrôle d'accès par code PIN .....      | 11        |
| 1.10. Systèmes de reconnaissance à code QR .....                             | 12        |
| 1.10.1. Qu'est-ce qu'un code QR ? .....                                      | 12        |
| 1.10.2. Fonctionnement d'un système à code QR .....                          | 13        |
| 1.11. Domaines d'applications des systèmes de contrôle d'accès .....         | 14        |
| 1.12. Conclusion .....   | 15        |
| <b>chapitre 2: Technologie RFID</b> .....                                    | <b>16</b> |
| 2.1. Introduction .....  | 17        |
| 2.2. Technologie RFID .....  | 17        |
| 2.2.1. Historique .....  | 17        |
| 2.2.2. Principe de fonctionnement RFID .....                                 | 19        |
| 2.2.3. Description .....   | 21        |
| 2.3. Domaines de fréquences de la RFID .....                                 | 21        |
| 2.3.1. Basses fréquences (Low Frequency ou LF) .....                         | 21        |
| 2.3.2. Hautes fréquences (High Frequency ou HF) .....                        | 22        |
| 2.3.3. Ultra Hautes fréquences (Ultra-high Frequency ou UHF) .....           | 22        |
| 2.3.4. Super-high Frequency, SHF (micro-ondes) .....                         | 22        |



|   |           |
|---|-----------|
| 2.4. La technologie RFID au quotidien .....                                     | 23        |
| 2.4.1. Logistique .....   | 24        |
| 2.4.2. Gestion des stocks et des articles .....                                 | 24        |
| 2.4.3. Sécurisation de la marchandise .....                                     | 25        |
| 2.4.4. Identification des animaux .....   | 25        |
| 2.4.5. La contrefaçon et le piratage commercial .....                           | 25        |
| 2.5. Eléments constituant un système RFID .....                                 | 26        |
| 2.5.1. Le lecteur .....   | 26        |
| 2.5.2. Le système de traitement des données .....                               | 27        |
| 2.5.3. Le tag .....   | 27        |
| 2.6. Différents types de tags .....   | 28        |
| 2.6.1. Le tag sans puce .....   | 28        |
| 2.6.2. Le tag avec puce .....   | 28        |
| 2.6.3. Le tag actif .....   | 28        |
| 2.6.4. Le tag passif (sans batterie) .....                                      | 29        |
| 2.6.5. Le tag semi-passif .....   | 29        |
| 2.7. Conclusion : .....   | 29        |
| <b>chapitre 3 : Etude, simulation et résultats .....</b>                        | <b>31</b> |
| 3.1. Introduction .....   | 32        |
| 3.2. Langages et outils utilisés .....  | 32        |
| 3.2.1. L'Arduino .....  | 32        |
| 3.2.2. Le Python .....  | 34        |
| 3.2.3. L'Excel .....  | 36        |
| 3.3. Description et présentation des composants matériels de notre projet ..... | 37        |
| 3.3.1. Lecteur RFID RC522 Mini .....  | 37        |
| 3.3.2. Arduino Nano .....   | 38        |
| 3.3.3. Le Servomoteur .....   | 40        |
| 3.3.4. Plaquette Hitchman ou breadboard .....                                   | 40        |
| 3.3.5. Led vert et rouge .....  | 41        |
| 3.3.6. Le Buzzer .....  | 42        |
| 3.3.7. Tag RFID .....   | 43        |
| 3.3.8. Ecran LCD 20x4 .....   | 44        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3.9. L'I2C à 4 fils .....                            | 45        |
| 3.3.10. Les carte RFID .....                           | 46        |
| 3.3.11. Les câbles (male /femelle) .....               | 47        |
| 3.3.12. Résistance 220 ohm.....                        | 47        |
| 3.4. Réalisation d'objets branchés.....                | 48        |
| 3.4.1. Lecteur rfid-rc522 mini avec Arduino nano ..... | 48        |
| 3.4.2. Afficheur LCD avec I2C.....                     | 50        |
| 3.4.3. Le Servomoteur .....                            | 51        |
| 3.5. Schéma électrique global .....                    | 52        |
| 3.6. Résultats et simulation .....                     | 53        |
| 3.6.1. Simulation Arduino.....                         | 55        |
| a) Arduino avec LCD .....                              | 55        |
| b) Arduino avec RFID rc522 mini .....                  | 56        |
| c) Arduino avec servomoteur .....                      | 56        |
| 3.6.2. Simulation python .....                         | 57        |
| 3.6.3. Résultats obtenus.....                          | 58        |
| 3.7. Programme utilisé .....                           | 60        |
| 3.8. Principe de fonctionnement du système.....        | 62        |
| 3.9. Les Avantages .....                               | 66        |
| 3.10. Inconvénients de notre projet.....               | 67        |
| 3.11. Conclusion .....                                 | 67        |
| <b>Conclusion générale.....</b>                        | <b>69</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>               | <b>70</b> |

## Liste des figures

|   |    |
|---|----|
| Figure 1. 1 Système de contrôle d'accès par carte RFID.....                                   | 5  |
| Figure 1. 2 Lecteur d'empreinte digitale[4] .....   | 7  |
| Figure 1. 3 Système de reconnaissance facial [6] .....  | 8  |
| Figure 1. 4 Exemple d'un kit de signature[7] .....  | 9  |
| Figure 1. 5 Projet d'un système de reconnaissance vocale [10] .....                           | 11 |
| Figure 1. 6 Système de code pin [11] .....  | 11 |
| Figure 1. 7 Exemple d'un code QR[12] .....  | 13 |
|   |    |
| Figure 2. 1 Histoire de la technologie RFID.....  | 19 |
| Figure 2. 2 Principe de fonctionnement RFID.....  | 20 |
| Figure 2. 3 Fonctionnement d'un système RFID.....   | 26 |
| Figure 2. 4 Exemple d'un lecteur RFID.....  | 27 |
| Figure 2. 5 Tag RFID avec puce. ....  | 27 |
|   |    |
| Figure 3. 1 Interface de l'environnement Arduino .....  | 33 |
| Figure 3. 2 Capture d'écran de l'environnement de développement python.....                   | 35 |
| Figure 3. 3 l'environnement de développement Excel .....                                      | 36 |
| Figure 3. 4 Lecteur RFID RC522 .....  | 37 |
| Figure 3. 5 Arduino Nano .....  | 39 |
| Figure 3. 6 Un Servomoteur .....  | 40 |
| Figure 3. 7 Mini plaquette Breadboard .....   | 41 |
| Figure 3. 8 led 5mm vert et rouge .....   | 41 |
| Figure 3. 9 Buzzer 5V .....   | 42 |
| Figure 3. 10 Tag RFID.....  | 43 |
| Figure 3. 11 Ecran LCD 20*4.....  | 44 |
| Figure 3. 12 Module I2C .....   | 45 |
| Figure 3. 13 Carte RFID.....  | 46 |
| Figure 3. 14 Résistance 220 ohm.....  | 47 |
| Figure 3. 15 Schéma de branchement rfid-rc522 mini et Arduino nano .....                      | 49 |
| Figure 3. 16 Schéma de branchement LCD avec Arduino .....                                     | 50 |
| Figure 3. 17 schéma de branchement .....  | 52 |
| Figure 3. 18 Illustre le schéma électrique complet de notre système de contrôle d'accès. .... | 53 |
| Figure 3. 19 Réalisation concrète du schéma électrique. ....                                  | 54 |

|   |    |
|---|----|
| Figure 3. 20 Base de données Excel des personnes ayant accès au laboratoire ..... | 59 |
| Figure 3. 21 Base de données python des personnes ayant accès au laboratoire..... | 60 |
| Figure 3. 22 Code python .....  | 62 |
| Figure 3. 23 Vue d'ensemble de notre projet réalisé .....                         | 63 |
| Figure 3. 24 Autorisation acceptée : la led verte s'allume.....                   | 64 |
| Figure 3. 25 Autorisation refusée : la led rouge s'allume .....                   | 65 |

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| Tableau 2.1 Applications de la RFID selon la fréquence .....           | 23 |
| Tableau 3. 1 Branchement RFID et Arduino .....                         | 49 |
| Tableau 3. 2 Branchement LCD avec Arduino .....                        | 50 |
| Tableau 3. 3 Branchement d'un servomoteur avec Arduino et buzzer ..... | 51 |



# Introduction générale

Tous les jours, nous utilisons des produits RFID sans le savoir : à travers des cartes de transports, des étiquettes antivols de magasins, des badges de sécurité ou plus récemment, des clés sans contact de voitures. Cette technologie a pour avantage de faire gagner du temps aux usagers et de permettre une lecture rapide des données et un échange d'informations au moyen d'un identifiant et d'un lecteur.

Notre travail est divisé en trois grandes parties afin de faire une analyse approfondie de différents aspects liés à la surveillance et au contrôle d'accès.

Dans le premier chapitre, nous porterons une attention particulière à l'étude détaillée des divers systèmes existants dans ce domaine. Nous verrons les différentes technologies utilisées, telles que la reconnaissance des empreintes digitales, la reconnaissance par signature, les systèmes de reconnaissance faciale et vocale, ainsi que les dispositifs de contrôle d'accès comme les cartes d'identification et les codes PIN.

Dans le deuxième chapitre, nous ferons l'étude d'un système d'accès bien spécifique que nous avons choisi afin d'intégrer notre projet. Ce système d'accès repose sur la technologie RFID (Identification par Radio Fréquence). Il a été choisi pour répondre aux besoins et aux objectifs spécifiques de notre projet. Nous procéderons à une analyse détaillée des différents composants de notre système, ainsi que de ses fonctionnalités et de ses avantages. De plus, nous explorerons les diverses applications de la technologie RFID et étudierons en détail son mode de fonctionnement. Cette étude approfondie du système d'accès RFID nous permettra de mieux appréhender ses capacités, ses performances et son intégration optimale dans le cadre de notre projet.

Enfin, le dernier chapitre de notre projet sera consacré à l'explication du fonctionnement de notre système de sécurité et à sa mise en pratique dans un environnement de laboratoire spécifique

que nous avons choisi. Nous présenterons en détail les principes fondamentaux sur lesquels repose notre système, en mettant l'accent sur sa conception De plus, nous partagerons les résultats obtenus lors de la mise en œuvre de notre système dans le contexte du laboratoire, en mettant en évidence ses performances, son efficacité et sa capacité à répondre aux exigences de sécurité établies. Cette section clôturera notre projet en mettant en avant les réalisations concrètes et les contributions apportées par le système de sécurité que nous avons développé. [1]

**Chapitre 1 :**  
**Généralités sur les systèmes**  
**de contrôle d'accès**



## **1.1. Introduction**

Un système de contrôle d'accès joue un rôle essentiel dans de nombreux environnements, qu'il s'agisse de résidences, de locaux commerciaux ou d'édifices gouvernementaux. Son objectif principal est de restreindre l'accès à des zones spécifiques en autorisant uniquement certaines personnes. Pour ce faire, différentes méthodes peuvent être utilisées, telles que les cartes d'accès, les codes PIN, les empreintes digitales, la reconnaissance faciale ou d'autres formes de biométrie.

## **1.2. Objectif d'un système de contrôle d'accès**

Un système de contrôle d'accès a pour objectif principal de limiter l'accès à certaines ressources (zones, matériels ou informations) à un ensemble de personnes bien définies durant des périodes bien définies et de garder la trace des demandes, d'accès autorisés ou refusés.

## **1.3. Définition d'un système de contrôle d'accès**

Un système de contrôle d'accès est constitué d'un ensemble complexe de dispositifs, de procédures et de technologies conçus pour gérer et protéger l'accès à des ressources spécifiques, telles que des zones, des bâtiments, des installations, des réseaux informatiques ou encore des informations confidentielles.

Il existe plusieurs types de systèmes de contrôle d'accès utilisés dans divers contextes :

## **1.4. Système de contrôle d'accès RFID**

Un système de contrôle d'accès basé sur la technologie RFID (Identification par Radio Fréquence) utilise des lecteurs RFID pour identifier les utilisateurs et leur permettre l'accès. Cette méthode repose sur la communication sans fil entre le lecteur RFID et les étiquettes ou les cartes RFID. [2]



Figure 1. 1 Système de contrôle d'accès par carte RFID

Un système RFID (Radio Frequency Identification) est composé de trois éléments principaux : une antenne de balayage, un émetteur-récepteur et un transpondeur (aussi appelé puce RFID).

L'antenne de balayage et l'émetteur-récepteur sont combinés pour former ce qu'on appelle un lecteur RFID ou un interrogateur RFID. Ce lecteur peut être fixe, installé à un endroit spécifique, ou mobile, permettant ainsi une lecture à distance. Le lecteur est généralement connecté à un réseau de communication pour transmettre les données collectées.

Le transpondeur, également connu sous le nom d'étiquette ou de tag RFID, est doté d'une puce intégrée contenant les informations à transmettre. Lorsqu'il est exposé aux ondes radio émises par le lecteur RFID, le transpondeur s'active et renvoie les données demandées. L'énergie nécessaire pour alimenter le transpondeur est généralement fournie par les ondes radio du lecteur, éliminant ainsi le besoin d'une source d'alimentation externe pour le transpondeur.

En résumé, le lecteur RFID envoie des signaux radio pour interroger et collecter des données à partir des transpondeurs RFID, qui sont des puces activées par ces signaux et qui renvoient les informations demandées au lecteur. Cela permet une identification et une traçabilité automatisées des objets ou des produits équipés de puces RFID.

## **1.5. Systèmes de contrôle biométrique**

Un système de contrôle d'accès biométrique est un système qui utilise des caractéristiques physiques ou comportementales uniques d'une personne pour vérifier son identité et autoriser l'accès à des zones restreintes. Les systèmes de contrôle d'accès biométrique s'appuient sur des caractéristiques biométriques uniques et difficilement falsifiables pour l'identification des individus.

Voici certaines des caractéristiques biométriques fréquemment utilisées dans les systèmes de contrôle d'accès biométriques :

### **1.5.1. Empreintes digitales**

Il s'agit de la configuration résultant des lignes présentes sur la surface de la peau des doigts. Ces lignes sont distinctes et permanentes, elles ne subissent pas de modifications et conservent leur forme tout au long de la vie (à moins d'incident comme une brûlure, par exemple). Même les jumeaux issus de la même cellule auront des empreintes digitales très similaires mais jamais identiques. [3]

### **1.5.2. Collecte des empreintes digitales**

Les systèmes de contrôle d'accès biométrique utilisent des dispositifs spéciaux tels que des scanners d'empreintes digitales optiques ou capacitifs pour recueillir les empreintes digitales des individus. L'utilisateur place son doigt sur le capteur, qui illumine l'empreinte et capture une image détaillée de sa surface. Les scanners capacitifs détectent les variations de charge électrique causées par les crêtes et les vallées des empreintes digitales, tandis que les scanners optiques utilisent la réflexion de la lumière pour créer une image.



Figure 1. 2 Lecteur d'empreinte digitale[4]

## 1.6. Fonctionnement d'un système de reconnaissance faciale

La reconnaissance faciale est une technologie avancée qui joue un rôle croissant dans notre société moderne. Elle repose sur la capacité des systèmes informatiques à cartographier, identifier et vérifier la structure faciale d'une personne. En utilisant des algorithmes sophistiqués, la reconnaissance faciale crée un code numérique unique, connu sous le nom d'empreinte faciale, à partir des caractéristiques uniques d'un visage. Ces empreintes faciales sont ensuite stockées dans une vaste base de données de reconnaissance faciale. [5]

Il existe 3 méthodes de reconnaissance faciale :

- a) **Système traditionnel** : identification d'une personne à partir d'une photo.

Le système traditionnel repose sur 2 méthodes :

- b) **La méthode holistique** analyse tout le visage d'une personne pour identifier les traits qui correspondent à une cible.
- c) **La méthode basée sur les traits du visage** sépare les données pertinentes du visage, puis les applique à un modèle qui est comparé à des correspondances potentielles.

- d) **Système 3D** : utilisation d'un scanner 3D pour capturer la ressemblance d'un visage en temps réel. La méthode de reconnaissance faciale 3D repose sur des capteurs qui capturent la forme du visage avec plus de précision.
- e) **Système biométrique** : analyse des contours du visage, des caractéristiques et des mesures, pour déterminer l'identité d'une personne.

Dans le domaine de la reconnaissance faciale, la biométrie de la peau et du visage constitue un domaine en développement et peut augmenter considérablement le niveau de précision. L'analyse de la texture de la peau se concentre sur une section de la peau, en utilisant un algorithme pour effectuer des mesures très minutieuses des lignes, des textures et des pores.

L'analyse biométrique de la reconnaissance faciale est si précise qu'elle peut faire la différence entre des vrais jumeaux.

La figure ci-dessous est un exemple de système de reconnaissance facial

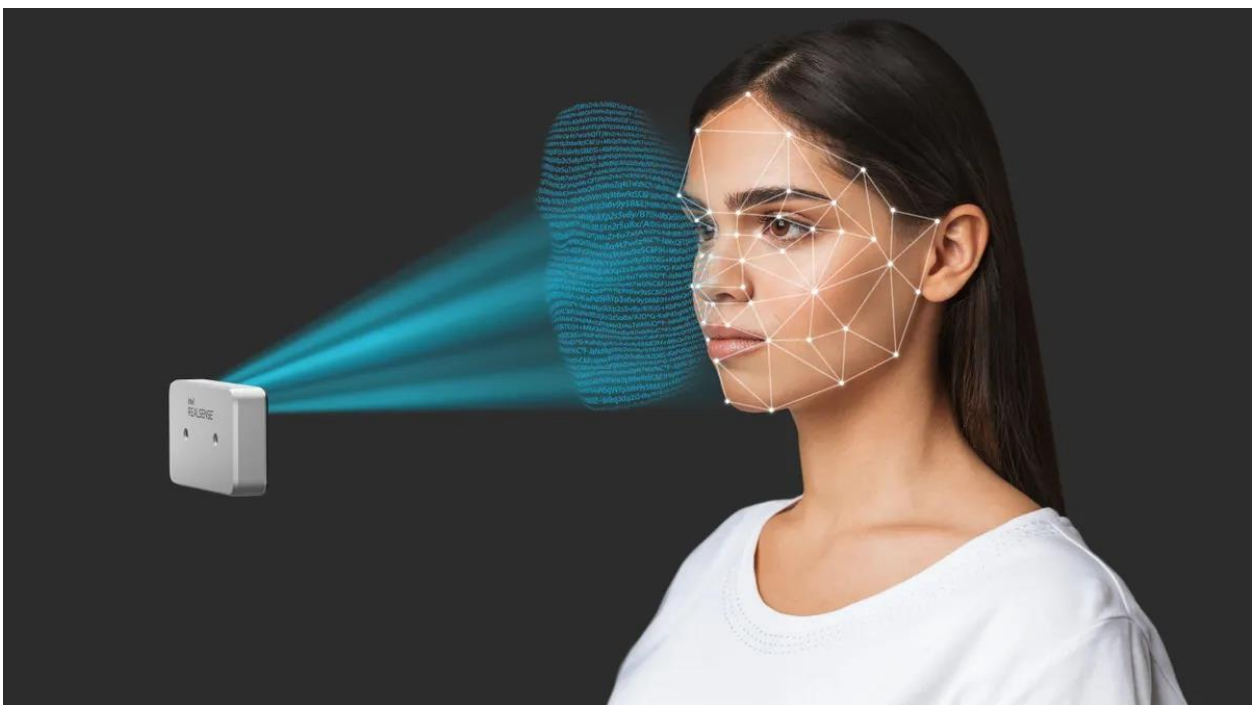


Figure 1. 3 Système de reconnaissance facial [6]

## 1.7. Système de fonctionnement d'un système à reconnaissance signature

La signature électronique est largement reconnue comme l'un des systèmes d'authentification les plus populaires, offrant l'avantage d'être utilisée dans divers types de transactions, que ce soit avec des entreprises privées ou lors de démarches auprès des administrations publiques. Elle fournit aux utilisateurs un mécanisme d'identification équivalent à une vérification en personne, leur permettant également de signer des contrats ou de passer des commandes.

Le système de contrôle d'accès par signature est un système de sécurité qui utilise la reconnaissance biométrique de la signature d'une personne pour permettre l'accès à des zones sécurisées.



Figure 1. 4 Exemple d'un kit de signature[7]

Le processus commence par l'enregistrement des utilisateurs autorisés, qui doivent enregistrer leur signature à l'aide d'un périphérique de capture électronique. Les caractéristiques uniques de la signature, telles que la pression, la vitesse et la direction du tracé, sont enregistrées dans une base de données.

Lorsqu'une personne souhaite accéder à une zone sécurisée, elle doit fournir sa signature pour vérification. La signature est capturée à nouveau et comparée aux signatures enregistrées.

Le système analyse la signature en comparant les caractéristiques biométriques enregistrées avec celles de la signature soumise. Des algorithmes sophistiqués évaluent la similitude et génèrent un score de correspondance.

En fonction du score obtenu, le système prend une décision quant à l'authenticité de la signature. Si le score dépasse un seuil préétabli, l'accès est accordé. Dans le cas contraire, l'accès est refusé.

Par conséquent, la signature électronique offre aux utilisateurs une solution pratique et sécurisée pour authentifier leur identité et effectuer des transactions en ligne, qu'il s'agisse de transactions commerciales ou d'interactions avec les administrations publiques.[8]

## **1.8. Fonctionnement d'un système de reconnaissance vocale**

La reconnaissance vocale repose sur l'identification de l'empreinte vocale, qui est distincte pour chaque individu. En effet, les caractéristiques physiologiques des personnes, telles que la longueur des cordes vocales, la forme de la cavité bucco-nasale et la position des dents, créent un ensemble unique qui génère une onde sonore spécifique et identifiable.

La biométrie vocale se révèle extrêmement utile lorsqu'elle est utilisée dans un environnement calme et clos. Parmi les systèmes d'authentification disponibles, elle est considérée comme très sécurisée. Cependant, la reconnaissance peut être affectée par les bruits de fond ou d'éventuels problèmes d'élocution. La reconnaissance de la parole comprend trois phases distinctes :

L'analyse acoustique, qui consiste à diviser le message vocal en vecteurs acoustiques pour que la machine puisse les traiter de manière appropriée. L'apprentissage automatique (machine learning) est ensuite utilisé pour associer les fréquences sonores aux mots correspondants. Cela permet à la machine de reconnaître et de comprendre les mots prononcés.

L'analyse de la parole combine trois modèles, à savoir un modèle de langage, un modèle de prononciation et un modèle acoustico-phonétique. Ces modèles sont utilisés pour identifier les séquences de mots les plus probables prononcées par le locuteur, en prenant en compte la structure de la langue, la prononciation des mots et les caractéristiques acoustiques spécifiques.

En résumé, la reconnaissance de la parole implique un processus d'analyse acoustique, suivi d'une phase d'apprentissage automatique pour associer les fréquences sonores aux mots, et enfin une analyse de la parole utilisant des modèles linguistiques, de prononciation et acoustico-phonétiques pour identifier les suites de mots prononcées par le locuteur de manière la plus probable. [9]

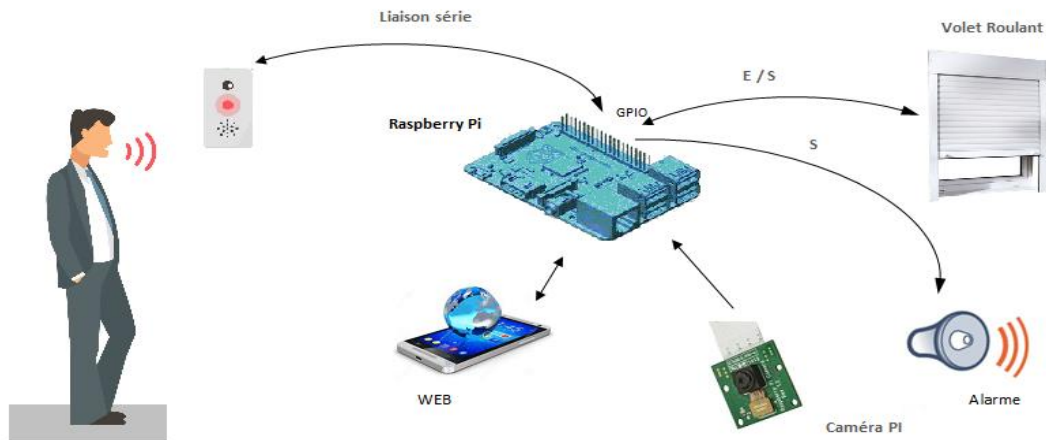


Figure 1. 5 Projet d'un système de reconnaissance vocale [10]

## 1.9. Fonctionnement d'un système de contrôle d'accès par code PIN

Les codes PIN sont une méthode couramment utilisée où un code numérique personnel (quelque chose que vous connaissez) est assigné à un utilisateur pour accéder à un espace spécifique. L'utilisateur se rend à un clavier ou à un dispositif de saisie et entre ce code PIN afin de s'authentifier et de bénéficier de l'accès à cet espace. Toutefois, les codes PIN comportent également certains inconvénients. Ils peuvent être partagés entre plusieurs utilisateurs, ce qui crée un risque pour la sécurité



Figure 1. 6 Système de code pin [11]



Le système de contrôle d'accès avec code PIN fonctionne de la manière suivante :

- Affectation du NIP : Chaque utilisateur autorisé reçoit un NIP unique, habituellement composé de numéros. Ce code est personnel et confidentiel.
- Identification de l'utilisateur : Lorsqu'un utilisateur souhaite accéder à une zone réglementée, il apparaît devant l'appareil de contrôle d'accès, habituellement un clavier ou un clavier. Ou un pavé numérique.
- Saisie du code PIN : L'utilisateur saisit son code PIN en utilisant les touches du clavier ou du pavé numérique. Il doit entrer le code correctement pour être authentifié.
- Vérification du code PIN : Le système de contrôle d'accès compare le code PIN saisi par l'utilisateur avec le code PIN enregistré dans la base de données. Si les codes correspondent, l'utilisateur est considéré comme authentifié et est autorisé à accéder à la zone restreinte.
- Accès autorisé ou refusé : En fonction du résultat de la vérification du code PIN, le système de contrôle d'accès prend une décision pour autoriser ou refuser l'accès à l'utilisateur. Si le code PIN est valide, l'accès est autorisé et la porte ou le dispositif de sécurité s'ouvre. En revanche, si le code PIN est incorrect, l'accès est refusé et l'utilisateur ne peut pas entrer.
- Gestion des codes PIN : Les codes PIN peuvent être gérés et mis à jour par le responsable du système de contrôle d'accès. Cela peut inclure l'ajout, la suppression ou la modification des codes PIN pour les utilisateurs autorisés.

Le contrôle d'accès par code PIN est largement utilisé dans de nombreux contextes, tels que les distributeurs automatiques de billets, les terminaux de paiement, les portes sécurisées ou les systèmes de sécurité résidentiels. Il offre une méthode relativement simple et pratique pour sécuriser les espaces et restreindre l'accès aux personnes autorisées.

## **1.10. Systèmes de reconnaissance à code QR**

### **1.10.1. Qu'est-ce qu'un code QR ?**

Un code QR, ou code à réponse rapide, est un type de code-barres matriciel qui peut être rapidement scanné par un téléphone portable. Ce code est capable de stocker et de transmettre une grande quantité d'informations en utilisant une combinaison d'espacements.

L'exemple présenté dans l'image ci-dessus est un code QR.



Figure 1. 7 Exemple d'un code QR[12]

### 1.10.2. Fonctionnement d'un système à code QR

Le système de reconnaissance de codes QR fonctionne selon les étapes suivantes :

- 1) **Acquisition d'image** : Pour commencer, l'appareil de lecture (comme un téléphone intelligent ou un scanner QR) capture l'image du code QR en utilisant sa caméra intégrée.
- 2) **Détection de code QR** : Le logiciel intégré de reconnaissance d'image analyse l'image capturée pour les modèles caractéristiques des codes QR. Il détecte que l'image contient un code QR.
- 3) **Extraction des données** : Une fois le code QR détecté, le logiciel procède à l'extraction des données encodées dans le code QR. Ces données peuvent prendre la forme d'un texte, d'une URL, d'un numéro de téléphone, d'une carte de visite électronique, etc.

- 4) **Décodage du code QR** : Le logiciel décode les informations contenues dans le code QR en utilisant un algorithme spécifique. Il interprète les motifs et les arrangements des éléments du code QR pour récupérer les données encodées.
- 5) **Traitement des données** : Une fois les données extraites et décodées, le logiciel peut les traiter selon l'application spécifique. Par exemple, il peut ouvrir une URL dans le navigateur web, afficher le texte sur l'écran de l'appareil, effectuer une action liée au contenu du code QR, etc.
- 6) **Réponse ou action** : Le système peut alors fournir une réponse à l'utilisateur en fonction du contenu du code QR. Cela peut inclure l'affichage d'informations supplémentaires, la redirection vers un site web, l'exécution d'une action spécifique, etc.

À la fin, il existe de nombreux systèmes de contrôle d'accès qui sont utilisés pour sécuriser diverses installations et zones restreintes. Parmi ces systèmes, on peut citer :

- Systèmes de reconnaissance de mouvement
- Systèmes de reconnaissance de cartes à puce sans contact (NFC)
- Systèmes de reconnaissance de cartes magnétiques
- Systèmes de reconnaissance de codes-barres
- Systèmes de reconnaissance de badges ou d'étiquettes d'identification
- Systèmes de reconnaissance de plaques d'immatriculation

### 1.11. Domaines d'applications des systèmes de contrôle d'accès

Les systèmes de contrôle d'accès sont utilisés dans divers secteurs pour sécuriser l'accès à différents types de bâtiments et d'installations. Dans les immeubles résidentiels, les résidents peuvent utiliser des cartes d'accès, des codes PIN ou des dispositifs biométriques pour entrer dans le bâtiment. Dans les entreprises et les bureaux, ces systèmes permettent de restreindre l'accès à des zones sensibles telles que les salles de serveurs, les bureaux exécutifs ou les laboratoires de recherche. Dans les établissements de santé, ils sécurisent les zones restreintes comme les salles d'opération, les pharmacies et les archives médicales. Les institutions éducatives utilisent également ces systèmes pour gérer l'accès aux bâtiments, aux dortoirs et à d'autres installations sensibles. Les centres commerciaux et les commerces de détail les utilisent pour réguler l'accès aux espaces commerciaux et surveiller les entrées et sorties. Dans les installations sportives et de

divertissement, ils garantissent la sécurité des spectateurs et gèrent l'accès aux zones réservées. Les systèmes de contrôle d'accès sont également utilisés dans les transports publics pour réguler l'accès aux plates-formes et aux zones de transit. Ils sont déployés dans les parkings pour gérer l'accès des véhicules et collecter les frais de stationnement. Dans les zones industrielles et les entrepôts, ils limitent l'accès aux employés et aux fournisseurs autorisés. Enfin, dans le gouvernement et l'administration publique, ils protègent les informations confidentielles et restreignent l'accès aux zones sensibles des bâtiments gouvernementaux et des bureaux administratifs.

## **1.12. Conclusion**

En conclusion, les systèmes de contrôle d'accès jouent un rôle essentiel dans la protection des installations et des zones réglementées. Ils offrent un moyen efficace pour limiter l'entrée aux personnes autorisées, améliorant ainsi la sécurité et la confidentialité des lieux sensibles. Parmi les différents systèmes disponibles, tels que les cartes d'accès, les claviers à code, les lecteurs d'empreintes digitales et les systèmes de reconnaissance faciale, chaque option a ses avantages spécifiques en fonction des besoins de sécurité particuliers. En outre, ces systèmes évoluent constamment pour offrir des fonctions avancées, comme la connectivité réseau et la gestion à distance. En fin de compte, la mise en œuvre d'un système de contrôle d'accès approprié est essentielle pour assurer la protection adéquate des installations et garantir la sécurité des personnes et des biens qu'elles renferment.

# **Chapitre 2 :**

# **Technologie RFID**

## 2.1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier la technologie RFID (Identification par Radio Fréquence) qui est à la base de notre travail.

Cette méthode d'identification automatique déploie tout son potentiel grâce à sa remarquable intelligence, sa performance inégalée et sa grande flexibilité, en permettant des opérations automatisées d'une grande efficacité. Contrairement aux autres technologies d'identification, telles que les codes à barres, la RFID tire parti des ondes radio pour lire les données stockées dans des dispositifs spécifiques, connus sous le nom d'étiquettes ou de tags RFID. Cette technologie trouve son utilisation principale dans la surveillance, l'identification et le suivi à distance d'objets, d'animaux et de personnes.

À travers ce chapitre, nous explorerons un bref historique de la RFID, puis nous détaillerons ses principaux composants et son principe de fonctionnement, tout en mettant en lumière diverses applications concrètes et en abordant les différentes fréquences utilisées dans le fonctionnement des systèmes RFID. [13]

## 2.2. Technologie RFID

### 2.2.1. Historique

La technologie RFID (Radio Frequency Identification) a une histoire fascinante et remonte à plusieurs décennies. Voici un aperçu de son développement au fil du temps :

**Années 1940-1950 :** Les bases de la technologie RFID ont été posées dans les années 1940 et 1950, lorsque les scientifiques ont commencé à explorer les concepts de communication sans fil. À cette époque, la technologie des micro-ondes était en développement, et des expériences ont été menées pour transmettre et recevoir des signaux à distance.

**Années 1960-1970 :** Dans les années 1960, les premières étapes concrètes vers le développement de la RFID ont été franchies. Plusieurs brevets ont été déposés pour des systèmes de communication sans fil utilisant des fréquences radio. En 1973, un brevet crucial a été accordé à Charles Walton pour un dispositif portable de fréquence radio passive, précurseur de l'étiquette RFID.

**Années 1980-1990 :** Les années 1980 ont été une période de développement intensif pour la technologie RFID. Les progrès dans les domaines de l'électronique et de la miniaturisation ont permis la création d'étiquettes RFID plus petites et plus économiques. Au cours de cette période, l'utilisation de l'RFID s'est principalement limitée aux applications industrielles, telles que le suivi des stocks et la gestion des chaînes d'approvisionnement.

**Années 2000 :** Au début des années 2000, l'utilisation de la technologie RFID s'est généralisée. Les coûts de production ont continué à baisser, ce qui a rendu les étiquettes RFID plus abordables et plus courantes dans diverses industries. Les applications grand public ont également commencé à émerger, notamment dans le domaine des cartes d'accès sans fil et des systèmes de paiement sans contact.

**Années 2010-2020 :** Au cours de la dernière décennie, la technologie RFID a continué de progresser. Des améliorations ont été apportées à la portée, à la vitesse de lecture et à la capacité de stockage des étiquettes RFID. De nouvelles applications ont été développées, telles que le suivi des actifs, la gestion des stocks en temps réel et la sécurité des produits. L'RFID a également trouvé sa place dans des domaines tels que la logistique, la santé, l'agriculture et la sécurité.

**Aujourd'hui :** Aujourd'hui, la technologie RFID est omniprésente. Elle est utilisée dans de nombreux secteurs pour des applications variées. Les étiquettes RFID sont intégrées dans des objets du quotidien, tels que les cartes de transport, les passeports électroniques, les billets d'événements et même les étiquettes de vêtements. La technologie RFID a également évolué avec l'introduction de la technologie NFC (Near Field Communication), qui permet des interactions sans fil à courte portée entre les dispositifs compatibles NFC.

**L'avenir :** L'avenir de la technologie RFID semble prometteur. Les avancées continuent d'être réalisées pour rendre les étiquettes RFID plus intelligentes, plus petites et plus puissantes. L'intégration de la technologie RFID avec d'autres technologies telles que l'Internet des objets (IoT). [14]

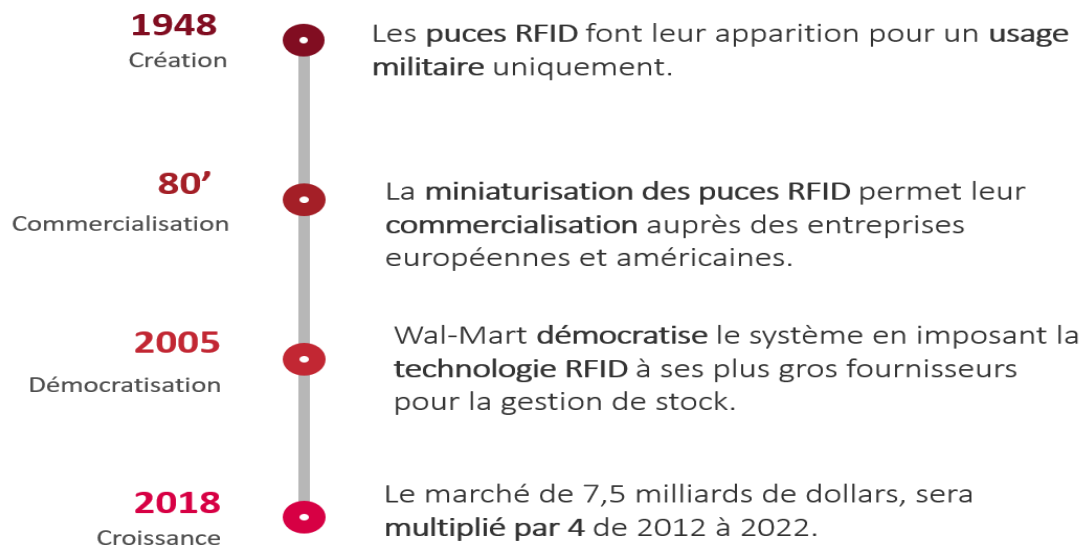


Figure 2. 1 Histoire de la technologie RFID

### 2.2.2. Principe de fonctionnement RFID

La technologie RFID (Radio Fréquence Identification) est un système qui permet d'identifier et de suivre des objets à l'aide d'étiquettes RFID. Ces étiquettes, également appelées transpondeurs RFID, contiennent une puce électronique et une antenne qui leur permet de communiquer avec des lecteurs RFID à l'aide d'ondes radio.

Voici comment fonctionne généralement la technologie RFID :

- 1) **Étiquettes RFID** : Les étiquettes RFID sont attachées aux objets que l'on souhaite suivre ou identifier. Elles peuvent prendre différentes formes, telles que des autocollants, des badges ou des étiquettes intégrées dans des produits. Chaque étiquette contient une puce électronique qui stocke des informations spécifiques sur l'objet.
- 2) **Lecteurs RFID** : Les lecteurs RFID sont des dispositifs qui émettent des ondes radio et reçoivent les réponses des étiquettes RFID. Les lecteurs sont généralement connectés à un système informatique qui traite les données reçues.



- 3) **Communication par ondes radio** : Lorsqu'un lecteur RFID envoie un signal radio, les étiquettes RFID à proximité captent ce signal à l'aide de leur antenne. L'énergie du signal est utilisée par l'étiquette pour alimenter la puce électronique et répondre au lecteur.
- 4) **Transmission des données** : Une fois que l'étiquette RFID reçoit le signal du lecteur, elle transmet les informations stockées dans sa puce électronique. Ces informations peuvent inclure un identifiant unique, des données sur le produit ou d'autres détails spécifiques.
- 5) **Traitement des données** : Le lecteur RFID reçoit les données transmises par l'étiquette et les transmet à un système informatique pour un traitement ultérieur. Ce système peut utiliser les informations pour suivre les objets, gérer les stocks, authentifier des produits, etc.

Il est important de noter que la portée de la technologie RFID peut varier en fonction du type d'étiquette et du lecteur utilisé. Certains systèmes RFID nécessitent une proximité étroite entre l'étiquette et le lecteur, tandis que d'autres peuvent fonctionner à des distances plus longues.

La technologie RFID est utilisée dans de nombreux domaines tels que la logistique, la gestion des stocks, les transports, les paiements sans contact, la sécurité, etc., pour améliorer l'efficacité des opérations et automatiser les processus de collecte de données.

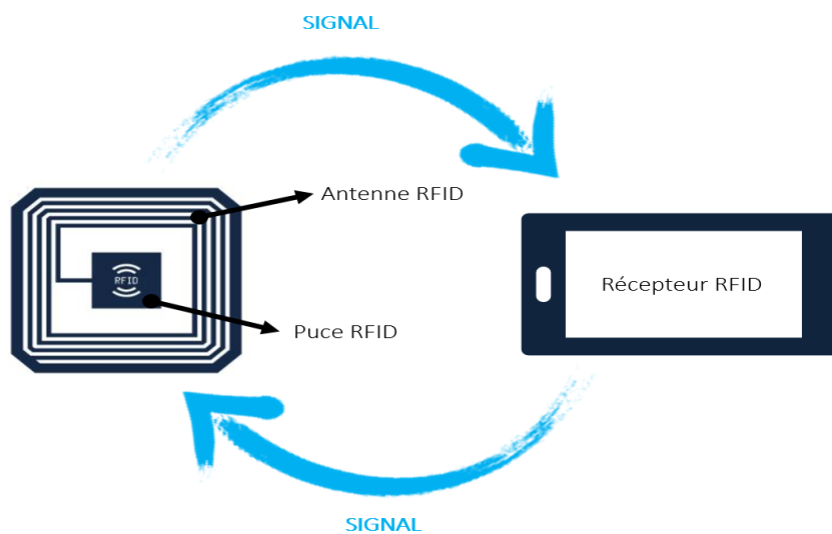


Figure 2. 2 Principe de fonctionnement RFID

### 2.2.3. Description

La technologie RFID (en anglais Radio Frequency Identification, ou encore connue sous le nom d'identification par radiofréquence).

D'une façon générale, un système RFID est composé d'un émetteur et d'un récepteur. L'émetteur a comme rôle de fournir au récepteur à la fois de l'énergie radiofréquence (RF) et des informations et/ou commandes. Le récepteur comporte l'information nécessaire pour l'identification auquel il est attaché. Ainsi, il reçoit l'énergie et la commande transmises par l'émetteur, puis envoie l'« information » (c'est-à-dire son identifiant).

Dans l'univers de la RFID, l'émetteur est appelé la station de base ou plus fréquemment lecteur, et le récepteur est généralement appelé tag, étiquette, ou transpondeur RFID.

## 2.3. Domaines de fréquences de la RFID

Les systèmes RFID sont classés suivant la fréquence utilisée et la technique de communication. Les systèmes RFID les plus courants utilisent des fréquences d'émission issues des bandes de fréquences. On peut les utiliser gratuitement et sans aucune autorisation dans des applications industrielles à hautes fréquences, dans le secteur scientifique et médical, et même dans le domaine domestique.

Les systèmes RFID se distinguent par la plage de fréquences qu'ils exploitent : Basse Fréquence ou Low Frequency (LF), Haute Fréquence ou High Frequency (HF), Ultra Haute Fréquence ou Ultra-high Frequency (UHF) et Super-high Frequency (SHF). Ces différentes plages de fréquences ont des portées et des vitesses de transfert très différentes. Il n'existe pas de standard international RFID permettant de prescrire des fréquences spécifiques. [15]

### 2.3.1. Basses fréquences (Low Frequency ou LF)

Les systèmes RFID à basses fréquences émettent des ondes longues situées dans la gamme de fréquences allant de 125 kHz à 135 kHz. Les distances de lecture sont nettement inférieures à un mètre. Le taux de transfert est relativement faible. Les systèmes RFID avec une fréquence de 125 kHz sont généralement utilisés dans des domaines d'application comme la production, le

montage, les contrôles d'accès et l'identification des animaux. Les transpondeurs RFID passifs, utilisant une gamme de fréquences basses, sont alimentés en énergie par induction.

### **2.3.2. Hautes fréquences (High Frequency ou HF)**

Ces systèmes utilisent des ondes courtes avec une fréquence de 6.78 MHz, 13.56 MHz ou 27.125 MHz et se distinguent par leur taux de transfert élevé. La distance maximale de lecture ou d'écriture est de 3 mètres. Les transpondeurs HF ont des antennes avec moins de spires. Cela permet de réduire la dimension.

Pour les étiquettes de type smart-labels utilisées dans la logistique, on utilise par défaut la fréquence 13,56 MHz, et ce dans le monde entier.

### **2.3.3. Ultra Hautes fréquences (Ultra-high Frequency ou UHF)**

La plage de fréquences UHF permettent également une très bonne portée et une excellente vitesse de transfert. La distance maximale de lecture ou d'écriture est de 10 mètres. Quand on utilise des systèmes avec des transpondeurs actifs, on peut atteindre des portées de 100 mètres. En raison de la faible longueur d'ondes, un simple dipôle suffira en guise d'antenne.

En Europe, la valeur standard utilisée pour la fréquence des transpondeurs UHF est de 868 MHz. La fréquence habituellement utilisée aux États-Unis est de 915 MHz, mais elle n'est pas autorisée dans les systèmes RFID en Europe. Les murs de bâtiments, les objets et autres obstacles contribuent à réduire et à réfléchir de manière significative les ondes UHF.

### **2.3.4. Super-high Frequency, SHF (micro-ondes)**

Dans la technique RFID, on utilise aussi des bandes ISM avec des fréquences de 2,45 GHz et 5,8 GHz dans la plage des micro-ondes. Les systèmes RFID SHF se distinguent par leur taux de transfert très élevé. La portée d'un transpondeur passif SHF peut aller jusqu'à 3 mètres, une distance qui peut atteindre les 300 mètres pour des transpondeurs actifs. Comme pour les ondes UHF, les micro-ondes peuvent être fortement entravées par des obstacles physiques.

|   | Basses fréquences  | Haute fréquences   | Très hautes fréquences (passif/actif)                                   | Micro-ondes (passif/actif)                   |
|---|--|--|---|--|
| Plage de fréquence                              | Inférieure à 135 kHz   | 13,56 MHz  | 868 MHz (UE), 915 MHz (États-Unis)                                      | 2,45 GHz, 5,8 GHz                            |
| Distance de lecture                             | Moins de 1 mètre   | Jusqu'à 3 mètres   | Jusqu'à 10, voire 100 mètres  | Jusqu'à 3, voire 300 mètres                  |
| Type de connexion entre lecteur et transpondeur | Induction (champ proche)   | Induction (champ proche)   | Électromagnétique (champ lointain)                                      | Électromagnétique (champ lointain)           |
| Taux de transfert                               | Faible   | Élevé  | Élevé   | Très élevé                                   |
| Perturbation par les liquides                   | Faible   | Faible   | Très élevée   | Très élevée                                  |
| Perturbation par les métaux                     | Oui  | Oui  | Non   | Non  |
| Orientation nécessaire du transpondeur          | Non  | Non  | Partiellement   | Toujours                                     |
| Normes ISO/IEC                                  | 11784/85 et 14223  | 14443, 15693 et 18000  | 14443, 15693 et 18000   | 18000  |
| Supports de la puce du transpondeur (exemples)  | Injections de verre, Étuis en plastique, Carte à puce, Smart label   | Smart label, Transpondeur industriel   | Smart label, Transpondeur industriel                                    | Transpondeur de grand format                 |
| Domaine d'application                           | Contrôle d'accès et de routage, Anti-démarrage, Blanchisserie, Compteur de gaz, Identification des animaux | Blanchisserie, Billetterie, Suivi & traçabilité, Saisie simultanée de plusieurs tags | Stock, Logistique Enregistrement de palettes, Traçabilité de conteneurs | Identification de véhicules, Péages routiers |
| Acceptation                                     | Monde entier   | Monde entier   | UE/États-Unis   | Non accepté en UE                            |

Tableau 2.1 Applications de la RFID selon la fréquence[16]

## 2.4. La technologie RFID au quotidien

Aujourd'hui on utilise les systèmes RFID avant tout dans la logistique et la vente au détail. Les possibilités d'utilisation concernent aussi la production, la gestion des stocks et des marchandises, l'identification des véhicules, la lutte contre la contrefaçon et le marquage du bétail. Les consommateurs sont également confrontés à la technologie RFID lorsqu'ils utilisent des systèmes de paiement par carte. Il est courant également de trouver des transpondeurs RFID installés dans les systèmes d'enregistrement du temps de travail, et dans les systèmes de fermeture électroniques.

Certaines puces RFID sont aussi intégrées dans les nouvelles cartes d'identité ou les nouveaux passeports et permettent l'identification des personnes. [17]

### **2.4.1. Logistique**

Dans le secteur de la logistique, la technologie RFID peut remplacer les codes-barres. Les transpondeurs RFID permettent une identification claire de la marchandise tout au long de la chaîne de distribution et favorisent ainsi un suivi transparent du flux des marchandises. Les principaux domaines d'application sont la traçabilité, l'identification des objets et la localisation de la marchandise.

Le secteur de l'inventaire a tout à gagner à la mise en œuvre des processus basés sur le RFID. C'est aussi le cas de la gestion des conteneurs et du contrôle de qualité, par exemple dans la surveillance de la chaîne du froid. Les systèmes à couplage distant sont fréquents. On installe dans ce cas les transpondeurs directement sur l'emballage ou sur la palette de transport. La lecture se fait à l'aide de petits « scanners » à main ou de capteurs, placés généralement dans les encadrements de portes ou sur les pointes des fourches des chariots élévateurs.

### **2.4.2. Gestion des stocks et des articles**

Les tags RFID ont trouvé leur place non seulement dans le commerce de détail, mais aussi dans les bibliothèques, où elles jouent un rôle important dans la gestion des produits et des stocks. L'avantage de la technologie RFID, comparée à d'autres systèmes de saisie plus traditionnels, c'est la possibilité de pouvoir recourir à une saisie simultanée de plusieurs tags RFID. On utilise ce système par exemple lors de la restitution de livres dans les bibliothèques. Cette saisie simultanée permet par exemple d'identifier en une fois tous les livres empilés sur une table, sans avoir à scanner chaque livre individuellement. Les supermarchés ont aussi intérêt à miser sur des systèmes RFID, par exemple pour mieux gérer le flux des marchandises, pour le réassort, pour surveiller les produits dont la date de consommation est sur le point d'être dépassée. Ces techniques n'ont pas encore véritablement percé dans le secteur du commerce en détail, notamment pour des raisons de législation et de protection des données.

### **2.4.3. Sécurisation de la marchandise**

Dans la vente au détail, on a recours à des systèmes RFID pour la gestion de la marchandise mais aussi pour la sécurisation des produits. C'est dans l'industrie du textile que la technologie RFID a gagné le plus de terrain. On incorpore par couture ou par autre procédé des transpondeurs RFID dans les vêtements sous la forme d'étiquettes souples. Pour la sécurisation des produits, les étiquettes RFID sont généralement ajoutées aux produits déjà au cours du processus de fabrication. Elles sont donc discrètes, efficaces et plus économiques que d'autres antivol électroniques. Les autorités de protection des données restent cependant critiques à l'égard des systèmes de gestion de marchandises par RFID, entre autres parce que les puces intégrées dans les produits continuent à être lisibles par le client après l'achat du produit.

### **2.4.4. Identification des animaux**

L'identification du bétail est aussi un secteur dans lequel les transpondeurs RFID trouvent toute leur place, notamment sous la forme de puces implantées directement sous la peau, et qui permettent d'identifier du bétail ou des animaux de compagnie. La technologie RFID permet ici de remplacer les colliers ou les boucles auriculaires.

### **2.4.5. La contrefaçon et le piratage commercial**

La technique RFID pourra servir à lutter contre le piratage commercial ou aider à compléter d'autres mesures de sécurité, comme les hologrammes optiques ou les numéros de série. Il existe par exemple un étiquetage consistant à intégrer discrètement des transpondeurs RFID passifs dans les produits au moment de leur production. De telles étiquettes permettent d'identifier sans ambiguïté des produits de marques tout au long de la chaîne de distribution, et de contrôler au besoin l'authenticité d'un article. Si vous avez installé un système RFID capable de lire simultanément un grand nombre d'étiquettes, vous pourrez procéder à une vérification rapide, même dans un lot important de marchandises. Pour empêcher toute falsification des informations enregistrées sur la puce du transpondeur, il est conseillé de recourir à des procédés de cryptage. On peut aussi envisager que le consommateur puisse effectuer lui-même ce contrôle, par exemple avec son smartphone.

## 2.5. Eléments constituant un système RFID

Pour équiper une entreprise avec un système RFID, celle-ci doit donc mettre en place un équipement de base spécifique composé de tags, lecteurs et un système de traitement de données comme indiqué dans la figure 2.3. [18]

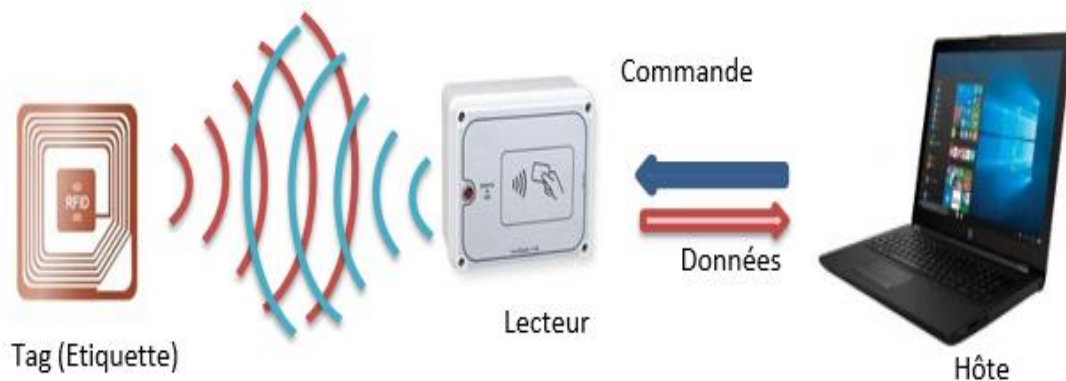


Figure 2. 3 Fonctionnement d'un système RFID.

### 2.5.1. Le lecteur

Un lecteur RFID est un appareil qui est utilisé pour interroger le tag RFID. Le lecteur joue le rôle d'émetteur et de récepteur. Le lecteur comporte une antenne (émetteur) qui émet des ondes radio alors le tag répond en renvoyant ses données. Le lecteur utilise son antenne (récepteur) attachée pour recueillir les données reçues à partir de tag. Il transmet ensuite ces données à un ordinateur pour traitement. La communication de système RFID est basée sur le principe de relation Maître-Esclave, où le lecteur RFID joue le rôle de Maître et le tag celui d'esclave. Le lecteur RFID communique juste avec des tags qui sont dans son champ de lecture. Les lecteurs peuvent prendre plusieurs formes et tailles et fonctionnent sur de nombreuses fréquences différentes, et peuvent offrir une large gamme de fonctionnalités. Un exemple d'un lecteur RFID est illustré par la figure 2.4.



Figure 2. 4 Exemple d'un lecteur RFID.

### 2.5.2. Le système de traitement des données

Les données captées par le lecteur sont transmises et traitées par un système informatique comportant un logiciel, tel qu'un système de contrôle d'inventaire, d'un système de contrôle d'accès ou d'un système de contrôle de production.

### 2.5.3. Le tag

Le tag correspond à une étiquette électronique, appelé également transpondeur (TRANSMETTER-PONDEUR) ou marqueur. Le transpondeur comprend une antenne associée à une puce électronique qui peut répondre aux requêtes émises depuis un émetteur-récepteur (voir figure 2.5).

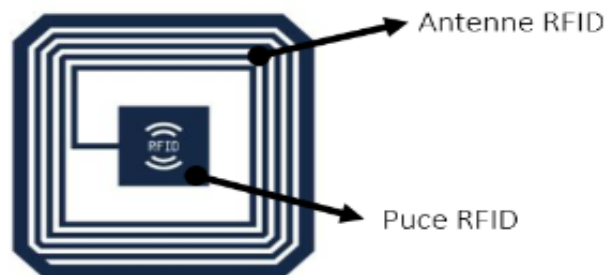


Figure 2. 5 Tag RFID avec puce.



Les tags peuvent être de deux types : Tag RFID avec puce et sans puce. Les tags RFID sans puce, couramment connues sous la dénomination RFID Tag, représente des solutions à très faible coût. Les tags RFID avec puce se divisent en trois catégories : actifs, semi-passifs, passifs. Plus, de détails sur ces différents types de tags seront donnés par la suite.

## **2.6. Différents types de tags**

### **2.6.1. Le tag sans puce**

Ce sont des tags qui ne disposent pas de circuit électrique et qui utilisent des principes physique ou chimiques pour générer un code d'identification. Ce type de tag constitué de réflecteur positionné sur un matériau piézoélectrique et d'une antenne reliée à un transducteur qui transforme les ondes radiofréquences en ondes acoustiques. Cette technique fonctionne très bien à 2.4 GHz. A des fréquences très élevées les pertes sont trop grandes pour que ce principe soit utilisé.

### **2.6.2. Le tag avec puce**

On peut différencier les tags RFID constitués d'une puce en fonction de leur source d'alimentation. On peut distinguer trois catégories : tag actif, tag passifs et tag semi-passif.

### **2.6.3. Le tag actif**

Les étiquettes actives sont les plus chères car elles sont plus complexes à produire et assurent, outre des fonctions de transmission, des fonctions soit de captage soit de traitement de l'information captée, soit les deux. De ce fait, elles ont besoin d'une alimentation embarquée et sont donc caractérisées par la durée de vie de celle-ci. Si le prix est un facteur discriminatif, il faut savoir que ces étiquettes s'avèrent particulièrement bien adaptées à certaines fonctions, dont notamment la création de systèmes d'authentification, de sécurisation, d'antivol, etc.... En général, elles sont idéales pour tout ce qui concerne le déclenchement d'une alerte ou d'une alarme. Elles peuvent émettre à plusieurs centaines de mètres.

#### **2.6.4. Le tag passif (sans batterie)**

Ces tags, ne disposant pas d'alimentation externe, dépendent de l'effet électromagnétique de réception d'un signal émis par le lecteur. C'est ce courant qui leur permet d'alimenter leurs microcircuits. Ils sont peu coûteux à produire et sont généralement réservés à des productions en volume. Ce sont eux que l'on trouve plus particulièrement dans la logistique et le transport. Ils utilisent différentes bandes de fréquences radio selon leur capacité à transmettre à distance plus ou moins importante et au travers de substances différentes (air, eau, métal). La distance de lecture est inférieure à un mètre. Les basses et hautes fréquences sont normalisées au niveau mondial. Ces puces sont collées sur les produits pour un suivi allant jusqu'aux inventaires. Elles sont jetables ou réutilisables suivant les cas.

#### **2.6.5. Le tag semi-passif**

Ces tags constituent un compromis entre les tags passifs et actifs. En effet, de même façon que les tags actifs, ils disposent d'une batterie externe afin d'alimenter le récepteur radio et les circuits intégrés de contrôle. Toutefois, ils ne disposent pas d'émetteur radio et utilisent ainsi une modulation retro-réfléctive pour transmettre les informations aux lecteurs de la même façon que les tags passifs.

### **2.7. Conclusion**

La technologie de l'identification par radiofréquence (RFID) est une méthode d'identification automatique qui utilise des ondes radio pour lire les données stockées dans des étiquettes ou des tags RFID. Elle offre de nombreux avantages tels que la performance, la flexibilité et la possibilité de fonctionner à distance. Remontant à la Seconde Guerre mondiale, la RFID a connu un développement constant depuis les années 1970, trouvant des applications dans des domaines divers tels que la logistique, la vente au détail, la gestion des stocks et l'identification des animaux. Les systèmes RFID utilisent différentes plages de fréquences, chacune offrant des avantages et des performances spécifiques. Dans le domaine de la logistique, la RFID permet un suivi transparent des marchandises, améliorant ainsi la traçabilité et la gestion des stocks. Dans le secteur de la distribution, il facilite la gestion des produits et des stocks, tout en offrant des possibilités pour sécuriser les articles. En outre, l'identification des animaux est considérablement simplifiée grâce à la RFID, qui permet l'implantation de puces sous la peau des animaux. Bref, la technologie RFID a

révolutionné de nombreux secteurs en proposant des solutions d'identification et de suivi automatiques, améliorant ainsi l'efficacité, la sécurité et la gestion des ressources. Avec son évolution constante et ses nombreuses applications potentielles, la RFID continuera d'avoir un impact significatif dans notre quotidien et dans différents domaines d'activité.

# **Chapitre 3 :**

## **Etude, simulation et résultats**

### 3.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons étudier un système d'accès à un laboratoire à base de technologie RFID (Identification par Radio Fréquence).

Pour ce faire, deux logiciels ont été utilisés : l'Arduino et le Python.

L'Arduino permet de gérer toutes les communications entre le lecteur RFID et la partie contrôle d'accès de notre système.

Tandis que le Python permet de créer une interface avec l'Excel pour la sauvegarde d'une base de données. Cette base de données contient les personnes autorisées à accéder à notre laboratoire.

Ainsi, toute personne non enregistrée dans la base de données se verra refuser l'accès au laboratoire.

Seules les personnes répertoriés dans la base de données seront autorisées à pénétrer dans le laboratoire.

### 3.2. Langages et outils utilisés

Le langage de programmation occupe une position centrale dans le processus de création de programmes informatiques. Il constitue un ensemble de règles et de syntaxes qui permettent aux développeurs de communiquer avec les ordinateurs et de concevoir des logiciels opérationnels. Le choix du langage de programmation est d'une importance cruciale, car il détermine la manière dont les instructions seront rédigées et interprétées par la machine. Chaque langage de programmation possède ses propres particularités, avantages et limitations. Certains langages sont spécialement adaptés à des tâches spécifiques, telles que le développement web, la programmation d'applications mobiles, l'analyse de données ou la création de systèmes embarqués. Dans le cadre de notre projet, il est prévu d'utiliser deux langages de programmation essentiels en fonction des besoins spécifiques du projet.

#### 3.2.1. L'Arduino

L'Arduino est une plateforme open-source basée sur une carte de développement matériel et un environnement de programmation logiciel. Elle est conçue pour faciliter la création de projets interactifs et la programmation de microcontrôleurs.

Le langage de programmation utilisé avec Arduino est une version simplifiée de C++, appelée "Arduino programming language" ou "Arduino IDE". Il s'agit essentiellement de C++ avec des bibliothèques spécifiques fournies par Arduino pour simplifier la programmation des microcontrôleurs.

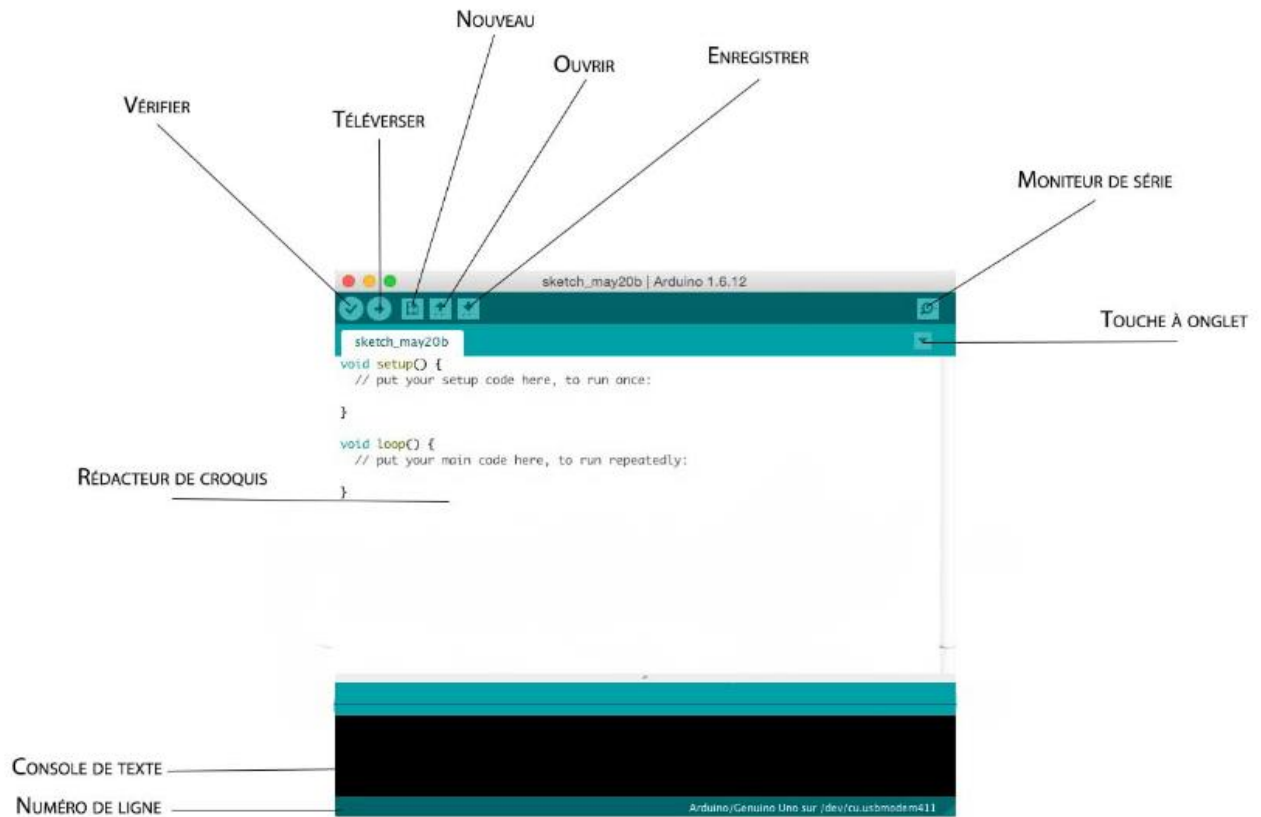


Figure 3. 1 Interface de l'environnement Arduino

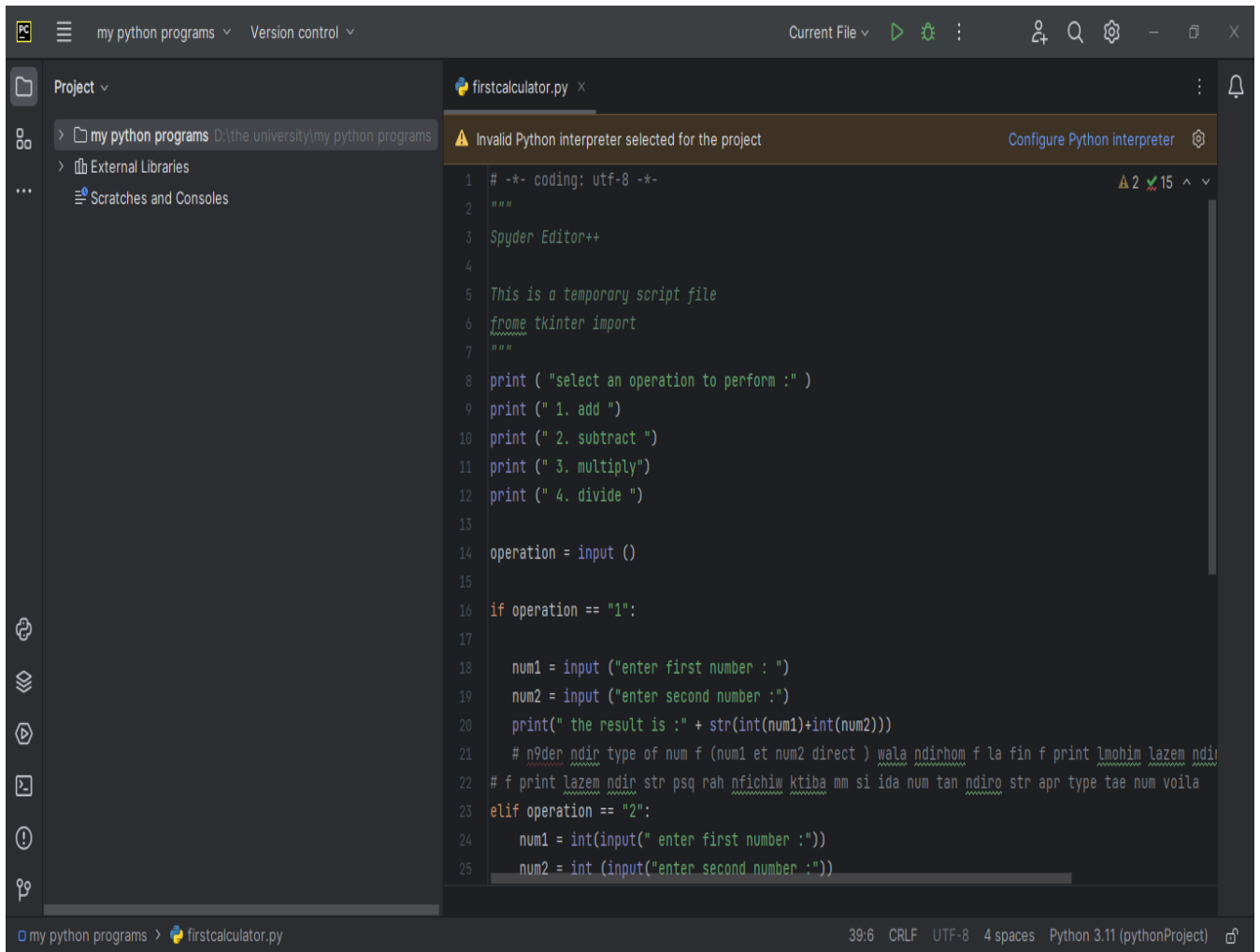
Le langage de programmation Arduino peut être divisé en trois catégories : les fonctions, les valeurs (variables et constantes) et la structure. En combinant ces trois composants les fonctions, les valeurs et la structure, les développeurs Arduino peuvent créer des programmes qui interagissent avec les composants électroniques et réalisent diverses tâches. Comprendre ces éléments est essentiel pour programmer efficacement sur les plates-formes Arduino et exploiter tout leur potentiel en termes de création de projets électroniques.

### 3.2.2. Le Python

Le Python est un langage de programmation polyvalent et populaire qui a gagné en popularité ces dernières années. Il a été créé par Guido van Rossum et est caractérisé par sa syntaxe claire, lisible et expressive. Python est apprécié pour sa simplicité et sa facilité d'apprentissage.

Ce langage de programmation polyvalent peut être utilisé pour une grande variété de tâches, allant du développement web à l'analyse de données, en passant par la création d'interfaces graphiques, l'intelligence artificielle et bien plus encore. Le Python est également connu pour sa vaste bibliothèque standard, qui offre un large éventail de modules et de fonctionnalités prêts à l'emploi, permettant aux développeurs de gagner du temps et d'accélérer le processus de développement.

La popularité croissante du Python peut être attribuée à plusieurs facteurs clés. Son approche axée sur la lisibilité du code encourage et les bonnes pratiques de programmation facilite la collaboration au sein des équipes de développement. De plus, le Python bénéficie d'une communauté active et dynamique qui contribue constamment à son développement, en créant de nouvelles bibliothèques, en partageant des ressources et en offrant un soutien précieux aux utilisateurs.



```
1 # -*- coding: utf-8 -*-
2 """
3 Spyder Editor++
4
5 This is a temporary script file
6 from tkinter import
7 """
8 print ("select an operation to perform :")
9 print (" 1. add ")
10 print (" 2. subtract ")
11 print (" 3. multiply")
12 print (" 4. divide ")
13
14 operation = input ()
15
16 if operation == "1":
17
18     num1 = input ("enter first number :")
19     num2 = input ("enter second number :")
20     print(" the result is : " + str(int(num1)+int(num2)))
21     # n9der ndir type of num f (num1 et num2 direct ) wala ndirhom f la fin f print lmohim lazem ndi
22     # f print lazem ndir str psq rah nfichiw ktiba mm si ida num tan ndiro str apr type tae num voila
23 elif operation == "2":
24     num1 = int(input(" enter first number :"))
25     num2 = int (input("enter second number :"))
```

Figure 3. 2 Capture d'écran de l'environnement de développement python.

le Python est un langage de programmation polyvalent, facile à apprendre et doté d'une riche bibliothèque standard. Sa syntaxe claire et expressive, sa portabilité et sa vaste communauté en font un choix attrayant pour les développeurs de tous niveaux d'expérience. Que ce soit pour le développement web, l'analyse de données, l'intelligence artificielle ou d'autres domaines, Python offre de nombreuses possibilités et reste l'un des langages les plus populaires sur le marché.



### 3.2.3. L'Excel

Microsoft Excel est un logiciel de feuille de calcul largement utilisé dans le monde professionnel et personnel. Il fait partie de la suite Microsoft Office et offre une multitude de fonctionnalités pour organiser, analyser et présenter des données de manière efficace. Excel est reconnu pour sa simplicité d'utilisation, sa puissance de calcul et sa flexibilité, ce qui en fait un outil incontournable pour de nombreux utilisateurs.

L'une des forces d'Excel réside dans sa capacité à traiter des volumes importants de données et à les manipuler de manière rapide et précise. Il offre une grande variété de fonctions intégrées, des opérations mathématiques de base aux fonctions statistiques avancées, ce qui permet aux utilisateurs de réaliser des calculs complexes et d'automatiser des tâches répétitives.

Outre sa capacité à travailler avec des données, Excel propose également des outils de mise en forme et de présentation pour rendre les informations claires et attrayantes. Il permet de créer des graphiques, des tableaux croisés dynamiques, des tableaux de bord et des rapports personnalisés, facilitant ainsi la visualisation et la communication des données.

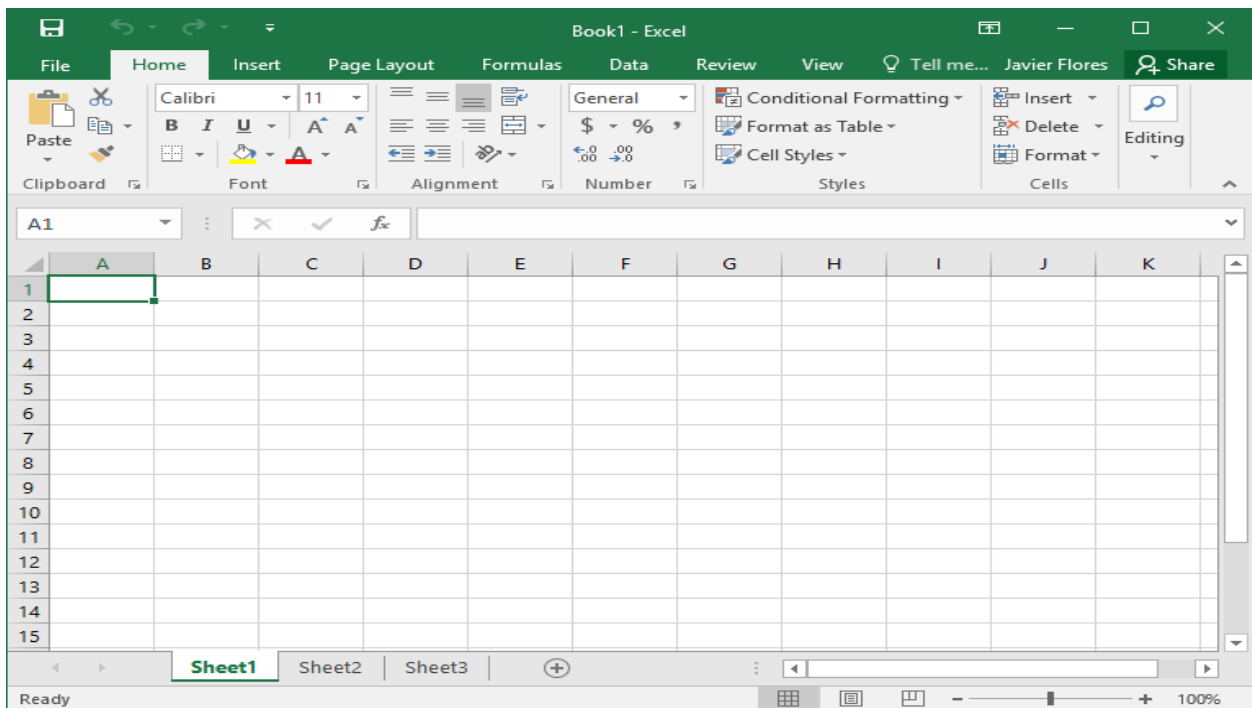


Figure 3. 3 l'environnement de développement Excel

le logiciel Excel est un outil polyvalent et puissant pour la gestion, l'analyse et la présentation des données. Il offre aux utilisateurs une grande flexibilité pour travailler avec des tableaux, effectuer des calculs et créer des visualisations. Que ce soit pour des tâches professionnelles ou personnelles, Excel est un outil précieux pour les utilisateurs souhaitant gérer efficacement leurs données et prendre des décisions éclairées.

### 3.3. Description et présentation des composants matériels de notre projet

Dans le domaine de la technologie, les composants matériels jouent un rôle essentiel dans la construction et le fonctionnement des systèmes informatiques. Ils sont les blocs de construction physiques qui permettent aux ordinateurs, aux appareils électroniques et aux réseaux de fonctionner de manière optimale. Comprendre et connaître les composants matériels utilisés est crucial pour pouvoir concevoir, assembler et maintenir efficacement ces systèmes.

#### 3.3.1. Lecteur RFID RC522 Mini

Le lecteur RFID RC522 Mini est un module électronique compact basé sur la technologie RFID (Radio Frequency Identification). Il est conçu pour lire les cartes ou les tags RFID et communiquer avec eux via une connexion sans fil à courte portée.

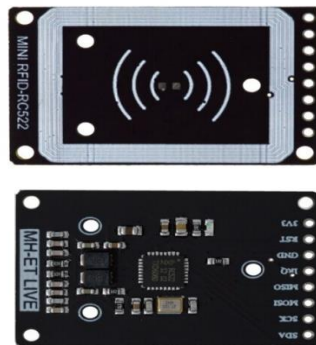


Figure 3. 4 Lecteur RFID RC522

La technologie RFID permet l'identification et la collecte de données à distance à l'aide de signaux radio. Le lecteur RFID RC522 Mini utilise cette technologie pour lire les informations stockées sur les cartes RFID compatibles avec la norme ISO 14443A.

Le module RC522 Mini est généralement composé d'un circuit intégré RC522 qui comprend une antenne intégrée pour la communication sans fil, ainsi que des composants supplémentaires pour faciliter son intégration dans d'autres systèmes électroniques.

### Principales caractéristiques

- Courant de travail : **13-26mA/DC 3.3V**
- Courant de ralenti : **10-13mA/cc 3.3V**
- Courant de sommeil : **<80uA**
- Courant de crête : **<30mA**
- Fréquence fonctionnante : **13.56MHz**
- Types de cartes pris en charge : **mibye 1 S50, mibye 1 S70, mifare ultraléger, mifare Pro, mifare Desfire**
- Caractéristiques physiques du produit : taille : **37.5mm × 33mm**
- Température de travail environnementale : **-20-80 degrés Celsius**
- Température de stockage environnementale : **-40-85 degrés Celsius**
- Humidité Relative : **5%-95% humidité relative**

### 3.3.2. Arduino Nano

L'Arduino Nano est une carte de développement électronique basée sur le microcontrôleur ATmega328P. Il s'agit d'une version compacte de la célèbre carte Arduino Uno, offrant des fonctionnalités similaires dans un format plus petit.

La principale caractéristique de l'Arduino Nano est sa taille réduite, ce qui le rend idéal pour les projets où l'espace est limité ou lorsqu'une solution plus discrète est nécessaire. Malgré sa taille compacte, l'Arduino Nano offre des fonctionnalités puissantes pour le développement de projets électroniques.

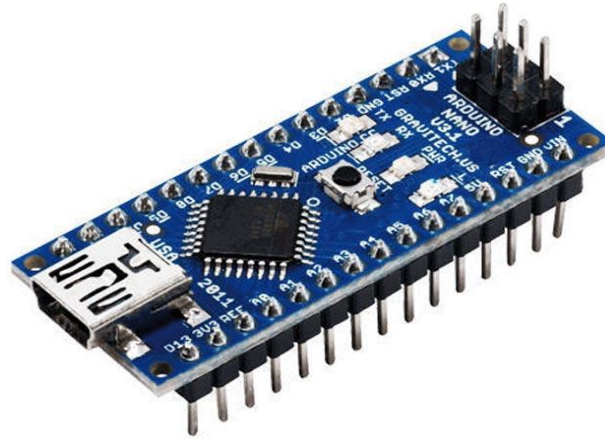


Figure 3. 5 Arduino Nano

### Principales caractéristiques

- Le microcontrôleur ATmega328P est issu de la famille AVR 8 bits
- La tension de fonctionnement est de **5 V**
- La tension d'entrée ( $V_{in}$ ) est de **7 V à 12 V**
- Les broches d'entrée / sortie sont **22**
- Les broches analogiques **i / p** sont **6 de A0 à A5**
- Les broches numériques sont **14**
- La consommation électrique est de **19 mAbbggh**
- Broches d'E / S DC Current est de **40 mA**
- La mémoire flash est de **32 Ko**
- SRAM est de **2 Ko**
- EEPROM est de **1 Ko**
- La vitesse CLK est de **16 MHz**
- Poids-**7g**
- La taille de la carte de circuit imprimé est de **18 X 45 mm**
- Prend en charge trois communications comme SPI, IIC et USART

### 3.3.3. Le Servomoteur

Les servomoteurs sont des moteurs un peu particuliers, qui peuvent tourner avec une liberté d'environ 180° et garder de manière relativement précise l'angle de rotation que l'on souhaite obtenir.



Figure 3. 6 Un Servomoteur

### Caractéristiques

- Modulation : **Analogique**
- Force : **4.8V (1.6 kg-cm)**
- Vitesse : **4.8V 0.1 sec/60°**
- Poids : **9g**
- Dimensions : **23mm x 12.2mm x 29 mm**
- Angle de rotation : **180°**
- Connectique : **Connecteur 3 points**

### 3.3.4. Plaquette Hitchman ou breadboard

Un mini breadboard sans soudure (solderless breadboard en anglais) est un dispositif utilisé pour créer des prototypes de circuits électroniques temporaires sans nécessiter de soudure. Il permet de connecter rapidement et facilement des composants électroniques tels que des résistances, des condensateurs, des LED, des fils, etc., pour tester tous les types de montages.

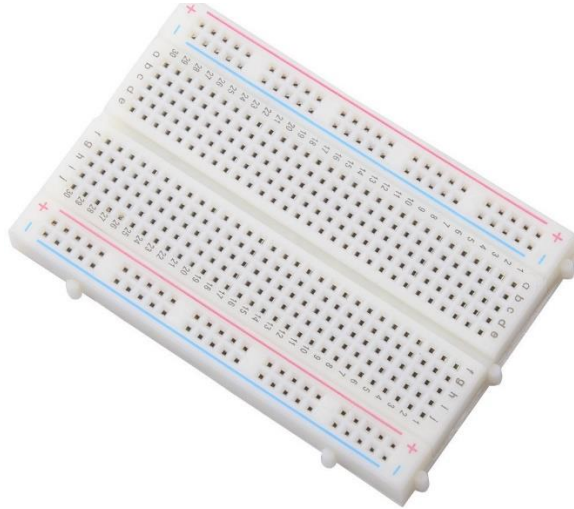


Figure 3. 7 Mini plaquette Breadboard

### 3.3.5. Led vert et rouge

Une LED de 5 mm, également connue sous le nom de diode électroluminescente de 5 mm, est un type de LED courant utilisé dans diverses applications. Le "5 mm" fait référence au diamètre du boîtier LED. Ces LED sont compactes et largement disponibles en différentes couleurs, ce qui les rend populaires pour une gamme de projets et d'applications électroniques.



Figure 3. 8 led 5mm vert et rouge

### Caractéristiques et spécifications :

- Produit : **Diode LED (Diode d'émission de lumière)**
- Couleur claire : **rouge / vert**
- Type de LED : **5 mm**

#### 3.3.6. Le Buzzer

Un buzzer est un composant électronique qui produit un son lorsqu'un courant électrique lui est appliqué. Il est couramment utilisé dans les projets et circuits électroniques pour fournir des alertes ou des notifications sonores. Une planche à pain, d'autre part, est un outil de prototypage utilisé pour construire et tester des circuits électroniques sans avoir besoin de soudure.



Figure 3. 9 Buzzer 5V

### Caractéristiques

- Tension de fonctionnement : **5V DC**
- Fréquence : **3300Hz**
- Courant : **< 15mA**
- SPL : **85dBA / 10cm**
- Couleur : **noir**
- Température de fonctionnement : **- 20 ° à + 60 ° C**

- Polarité : **Broche positive marquée en surface**
- Nombre de broches : **2**

### 3.3.7. Tag RFID

Un tag RFID (Radio Frequency Identification) est un dispositif électronique qui utilise la technologie de communication sans fil pour identifier et suivre des objets à distance. Il est composé d'une puce électronique et d'une antenne qui lui permet de communiquer avec un lecteur RFID.

La puce électronique du tag RFID contient des informations, telles qu'un identifiant unique ou d'autres données spécifiques, qui peuvent être lues et écrites par le lecteur RFID. L'antenne permet d'établir une communication sans fil entre le tag RFID et le lecteur RFID en utilisant des signaux radiofréquences.



Figure 3. 10 Tag RFID

### Caractéristiques

- Fréquence de fonctionnement : **13.56 MHz**
- Dimensions : **3.5cm\*2.8cm**
- Epaisseur : **6.mm**
- Vitesse de transmission : **106 kbs**



### 3.3.8. Ecran LCD 20x4

Un écran LCD (Liquid Crystal Display) est un dispositif d'affichage plat qui utilise la technologie des cristaux liquides pour produire des images et des informations visuelles. Les écrans LCD sont largement utilisés dans de nombreux appareils électroniques tels que les téléviseurs, les ordinateurs portables, les smartphones, les montres, les instruments de mesure, les panneaux d'affichage, etc.

La technologie LCD fonctionne en manipulant la transmission de la lumière à travers les cristaux liquides situés entre deux plaques de verre polarisées. Les cristaux liquides réagissent à un champ électrique appliqué, ce qui permet de contrôler leur alignement et de réguler la quantité de lumière qui passe à travers eux.

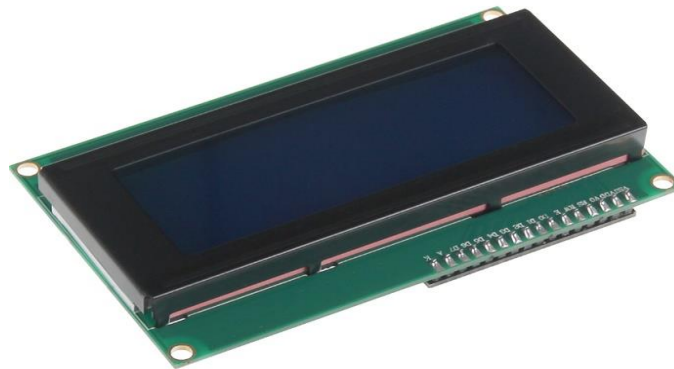


Figure 3. 11 Ecran LCD 20\*4

### Caractéristiques techniques

- Rétro éclairage **bleu**
- Caractères **blancs**
- Tension d'alimentation : **5V**
- Taille de la carte : **60mm-99mm**
- Interface I2C **incluse**

- Ajustement du contraste **possible**
- Ajustement du rétroéclairage possible
- Adresse **0x20 ou 0x24 ou 0x27**
- Pin Definition: **GND, VCC, SDA, SCL**

### 3.3.9. L'I2C à 4 fils

L'Inter-Integrated Circuit (I2C) à 4 fils est une variante du protocole I2C qui utilise quatre fils de communication au lieu des deux fils traditionnels (SDA et SCL). Cette configuration étendue du bus I2C permet d'ajouter des fonctionnalités supplémentaires, telles que le rétroéclairage contrôlable et les broches d'interruption, aux écrans LCD.

Dans un système I2C à 4 fils avec un écran LCD, les fils de communication supplémentaires sont généralement utilisés pour contrôler le rétroéclairage de l'écran LCD et pour fournir des signaux d'interruption ou de notification.

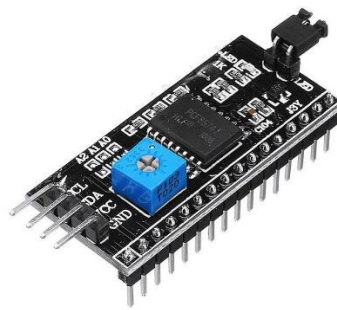


Figure 3. 12 Module I2C

### Caractéristiques

- Compatible pour **16x02 LCD**
- Tension d'alimentation : **5 V**
- Poids : **5 grammes**
- Taille : **5,5 x 2,3 x 1,4 cm**

### 3.3.10. Les carte RFID

Une carte RFID est une carte munie d'une puce électronique et d'une antenne intégrée qui utilise la technologie de radio-identification (RFID). Elle est généralement de la taille d'une carte de crédit et peut être fabriquée en plastique ou en PVC.

La puce électronique embarquée dans la carte RFID contient des données et des informations spécifiques, telles que des numéros d'identification, des données personnelles, des autorisations d'accès, des informations de compte, etc. L'antenne permet à la carte RFID de communiquer sans fil avec des lecteurs RFID compatibles.



Figure 3. 13 Carte RFID

## Caractéristiques

### Puce

- 144 octets de mémoire r/w utilisateur, divisés en **36 pages** (4 octets chacun)
- Identificateur unique de **7 octets** gravé dans la puce
- Fréquence de fonctionnement : **13,56 MHz**

### Carte

- **85,5 mm x 54 mm x 1 mm / 3,36 po x 2,1 po x 0,03 po**
- **5,3 grammes / 0,2 oz**
- Fonctionne à environ 4" du lecteur

### 3.3.11. Les câbles (male /femelle)

- **Câble mâle** : Un câble mâle est doté d'un connecteur mâle à une extrémité. Le connecteur mâle est caractérisé par des broches, des contacts ou des broches saillantes qui s'insèrent dans le connecteur femelle correspondant. Les câbles mâles sont souvent utilisés pour fournir une connexion externe à un appareil ou pour se brancher sur une prise ou un port d'entrée d'un autre appareil.
- **Câble femelle** : Un câble femelle est doté d'un connecteur femelle à une extrémité. Le connecteur femelle est caractérisé par des trous, des fentes ou des broches réceptrices qui accueillent les broches ou les contacts du connecteur mâle. Les câbles femelles sont souvent utilisés pour fournir une connexion interne à un appareil ou pour se brancher sur une prise ou un port de sortie d'un autre appareil.

### 3.3.12. Résistance 220 ohm

La résistance de 220 ohms est une valeur standard pour une résistance employée dans beaucoup de circuits électroniques. Une résistance de 220 ohms signifie que cela offre une résistance de 220 ohms au courant électrique passant à travers elle.

En bref, une résistance de 220 ohms est un composant électronique couramment utilisé pour la régulation du courant et de la tension dans un circuit électrique.



Figure 3. 14 Résistance 220 ohm

## Caractéristiques

- Puissance : **0.33 W**
- Température Maximale : **155°C**
- Température Minimale : **-55°C**
- Montage : **Through Hole**
- Diamètre : **2.5mm**
- Longueur : **6.8mm**
- Technologie : **Carbon Film**
- Coefficient de température : **-1200 → 0ppm/°C**
- Type de raccord : **Axial**
- Tolérance : **5%**

### 3.4. Réalisation d'objets branchés.

Cette section présente le diagramme de connexion des éléments physiques ainsi que la réalisation des objets reliés du système.

#### 3.4.1. Lecteur rfid-rc522 mini avec Arduino nano

Le raccordement d'un module RFID à un Arduino Nano est une procédure assez simple. Le module RFID est doté d'une puce RFID ainsi que de broches qui permettent de le connecter à l'Arduino Nano. Les broches sont reliées conformément aux instructions illustrées dans un Tableau 3.1 et une Figure 3.15 ci-dessous.

| <b>RFID-RC522 mini</b> | <b>Arduino Nano</b> |
|------------------------|---------------------|
| SDA                    | D10                 |
| SCK                    | D13                 |
| MOSI                   | D11                 |

|      |     |
|------|-----|
| MISO | D12 |
| GND  | GND |
| RST  | D9  |
| 3V3  | 3V3 |

Tableau 3. 1 Branchement RFID et Arduino

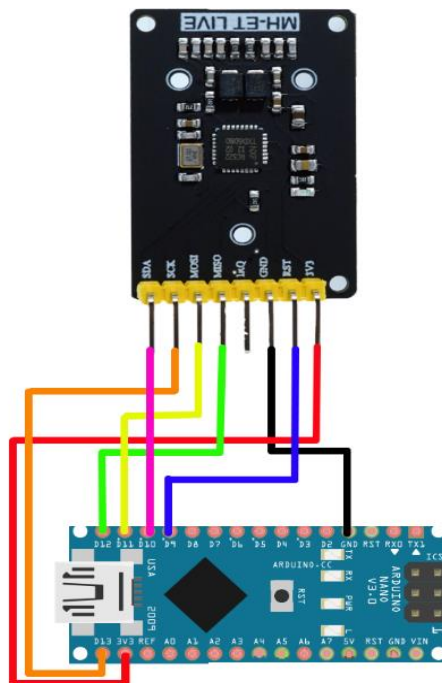


Figure 3. 15 Schéma de branchement rfid-rc522 mini et Arduino nano

Le choix de l'Arduino Nano a été motivé par son coût légèrement inférieur à celui de l'Arduino Uno, en raison de sa taille réduite et de sa conception plus simple.

### 3.4.2. Afficheur LCD avec I2C

La connexion du module LCD (I2C) aux broches de l'Arduino doit être réalisée conformément aux instructions fournies dans le Tableau 3.2 et la Figure 3.16 ci-dessous.

| LCD I2C | Arduino Nano |
|---------|--------------|
| GND     | GND          |
| VCC     | 5V           |
| SDA     | A4           |
| SCL     | A5           |

Tableau 3. 2 Branchement LCD avec Arduino

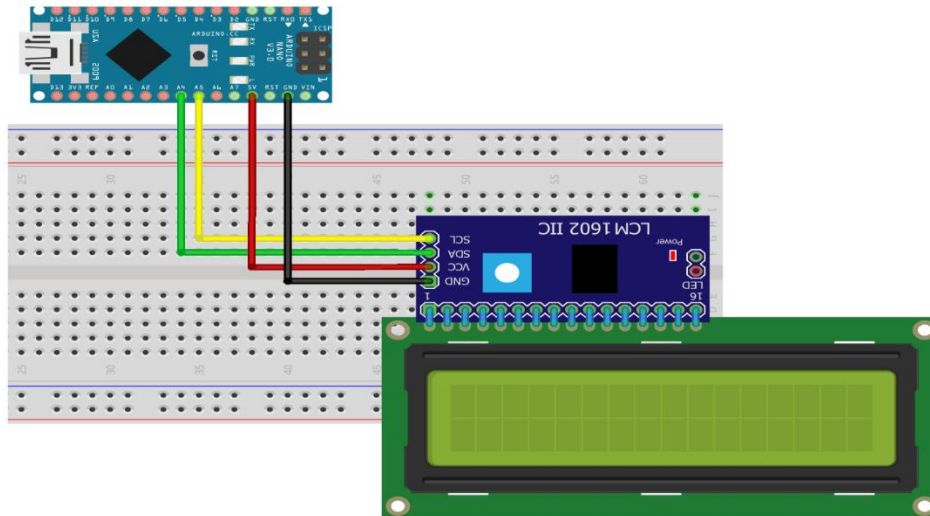


Figure 3. 16 Schéma de branchement LCD avec Arduino

### 3.4.3. Le Servomoteur

La connexion du servomoteur, du buzzer et des LED aux broches de l'Arduino doit être effectuée en suivant les instructions précisées dans le Tableau 3.3 et la Figure 3.17 qui se trouvent ci-dessous.

| <b>Servomoteur</b>       | <b>Arduino nano</b> |
|--------------------------|---------------------|
| OUT Pin ( Orange Color ) | D3 Pin              |
| +5V                      | VCC                 |
| GND                      | GND                 |
| <b>Buzzer</b>            | <b>Arduino nano</b> |
| Buzzer positive broche   | D4                  |
| Buzzer negative broche   | GND                 |

Tableau 3. 3 Branchement d'un servomoteur avec Arduino et buzzer



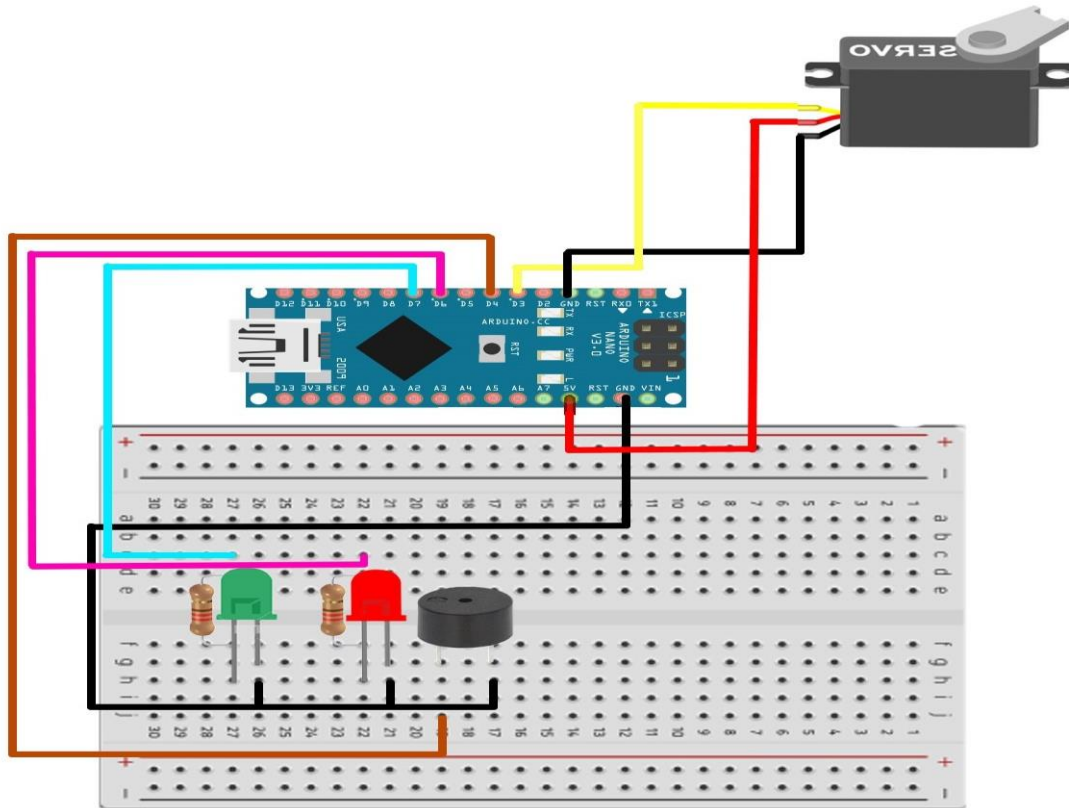


Figure 3. 17 schéma de branchement

### 3.5. Schéma électrique global

Dans cette section, nous présentons l'assemblage de tous les schémas précédemment décrits dans le but de créer un schéma électrique global représentant le système d'accès basé sur la technologie RFID. Ce schéma offre une vue d'ensemble de toutes les connexions et interconnexions entre les différents composants du système, permettant ainsi de visualiser la structure globale et le fonctionnement du système d'accès RFID.

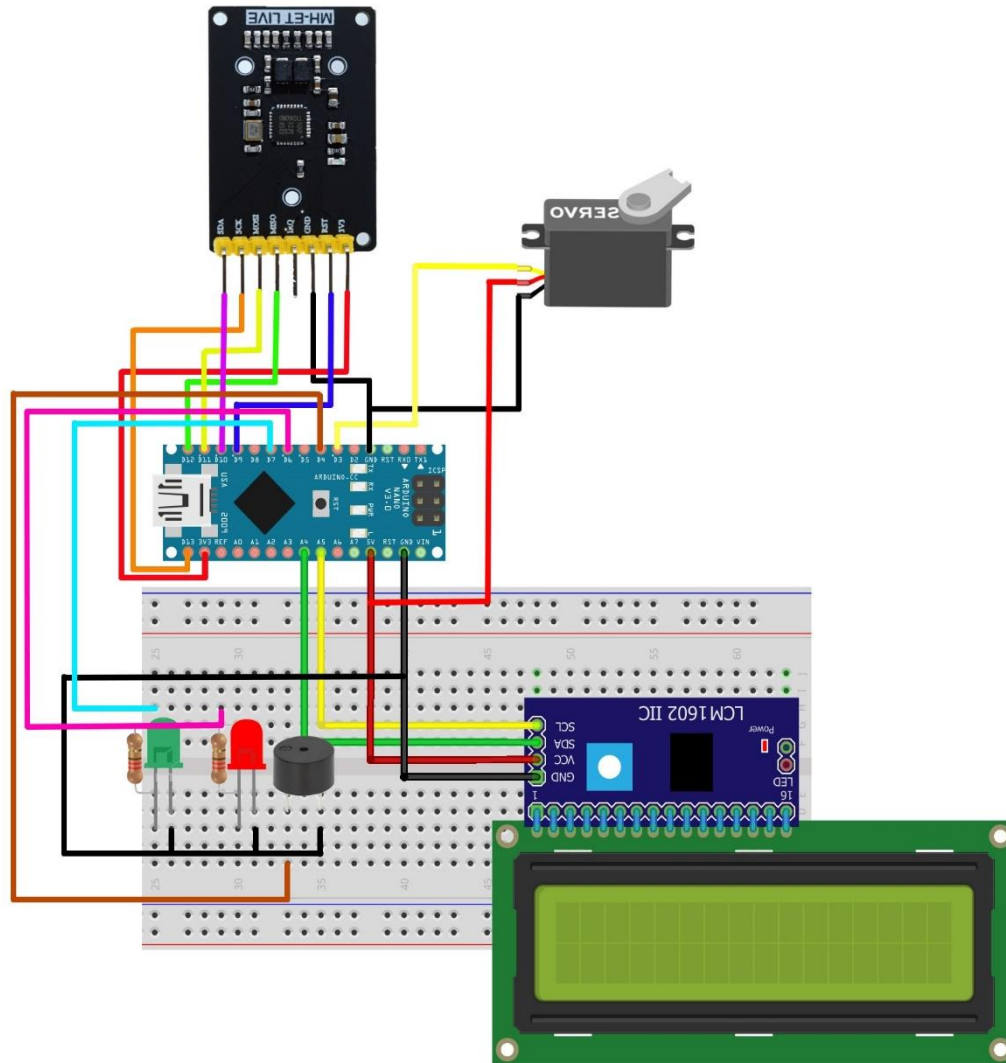


Figure 3. 18 Illustre le schéma électrique complet de notre système de contrôle d'accès.

### 3.6. Résultats et application

Après avoir effectué les connexions matérielles conformément aux instructions, il est possible d'observer le résultat du circuit de contrôle d'accès dans la Figure 3.19 présentée ci-dessous.

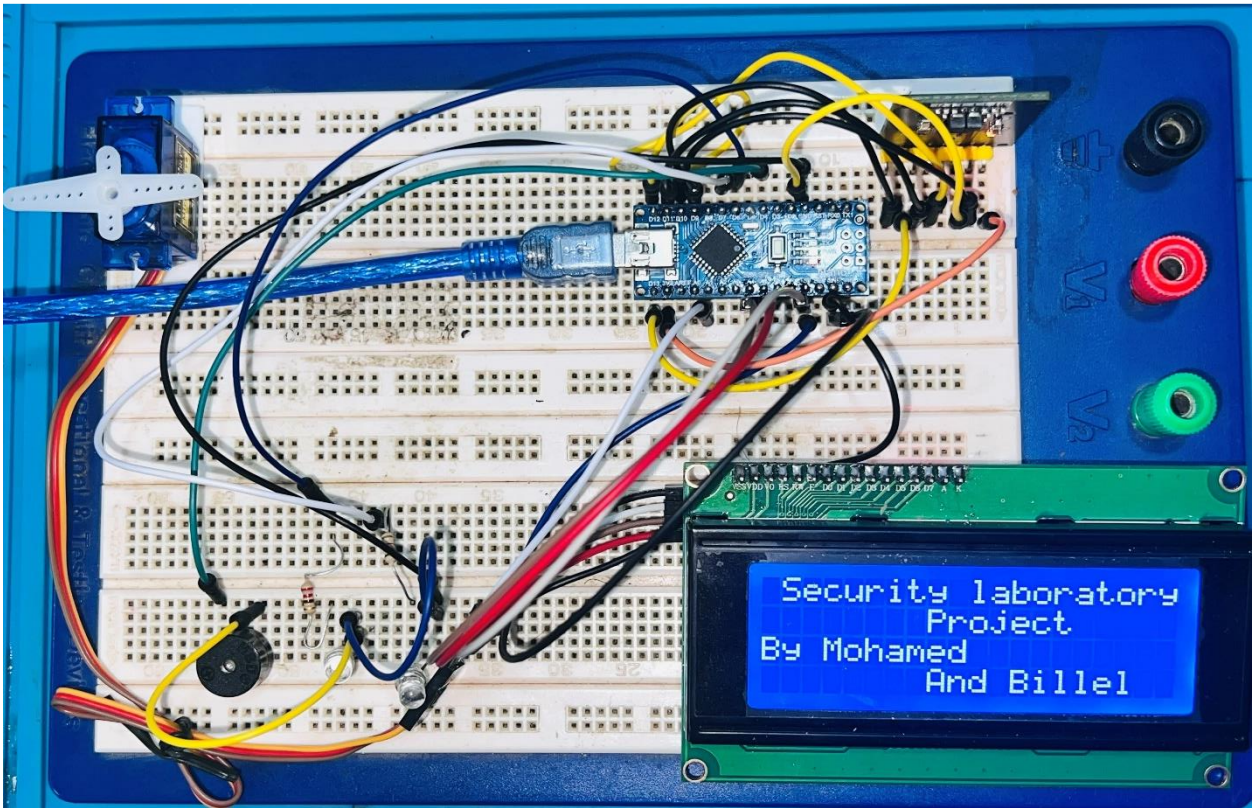


Figure 3. 19 Réalisation concrète du schéma électrique.

Le logiciel de simulation est un programme informatique utilisé pour simuler le fonctionnement d'un système ou d'un circuit électrique de manière virtuelle. Il permet aux concepteurs, aux ingénieurs et aux développeurs de tester et de valider leurs conceptions avant de les mettre en œuvre dans le monde réel.

Il existe différents types de logiciels de simulation, chacun adapté à des domaines spécifiques tels que l'électronique analogique, l'électronique numérique, les circuits intégrés, les systèmes de contrôle, etc.

Dans notre projet, nous avons utilisé trois logiciels de simulation (Arduino, python et Excel), chacun ayant un rôle spécifique. Nous allons expliquer pourquoi nous avons utilisé chaque logiciel et décrire son fonctionnement.

### 3.6.1. Simulation Arduino

Nous avons employé Arduino pour concevoir et programmer les fonctionnalités matérielles de notre projet, telles que la communication avec le RFID et les autres composants du système.

#### a) Arduino avec LCD

Le code pour contrôler un écran LCD avec Arduino consiste généralement en plusieurs étapes. Voici une explication générale du code pour un écran LCD avec Arduino :

- Un objet **LiquidCrystal\_I2C** est créé avec les paramètres de l'adresse I2C de l'écran et les dimensions de l'écran (20 colonnes, 4 lignes).
- La fonction **setup()** est appelée une fois au démarrage de l'Arduino. À l'intérieur de cette fonction, l'écran LCD est initialisé avec la méthode **begin (20, 4)** pour spécifier les dimensions de l'écran (20 colonnes, 4 lignes).
- L'écran LCD a été configuré et son mode (nombre de lignes, colonnes, etc.) a été défini en utilisant la fonction **lcd.begin()**, ce qui permet son initialisation.
- La fonction **lcd.print()** a été utilisée pour afficher du texte sur l'écran LCD, tandis que la fonction **lcd.setCursor** a été employée pour indiquer la position souhaitée (ligne et colonne) du curseur sur l'écran. Par exemple :

```
lcd.print("Security laboratory Project");
```

Affichera " Security laboratory Project " sur l'écran LCD.

- En utilisant la fonction **lcd.setCursor()**, pour déplacé le curseur de l'écran LCD, ce qui nous a permis de définir la position à laquelle le texte suivant serait affiché. Par exemple :
- ```
lcd.setCursor(1, 0);
```
- Afin de supprimer le contenu affiché sur l'écran LCD, nous avons utilisé la fonction **lcd.clear()**. Cela efface l'intégralité du texte présent sur l'écran.

Il est important de noter que l'inclusion de la bibliothèque **LiquidCrystal.h** était indispensable pour accéder aux fonctionnalités relatives à l'écran LCD.

#### b) Arduino avec RFID rc522 mini

Le code destiné à l'utilisation du module RFID RC522 Mini avec Arduino permet de récupérer les identifiants des cartes RFID à proximité. Voici une brève explication du code général pour exploiter le module RFID RC522 Mini avec Arduino :

- Pour commencer, il est primordial d'importer les bibliothèques requises pour établir la communication avec le module RFID RC522 Mini. Pour cela, il suffit d'ajouter les directives d'inclusion appropriées au début du code. Les bibliothèques couramment utilisées sont "**SPI.h**" et "**MFRC522.h**", cependant, dans notre cas, nous avons utilisé exclusivement la bibliothèque "**SPI.h**".
- Nous avons spécifié les broches utilisées pour la communication entre l'Arduino et le module RFID RC522 mini. Les broches MISO, MOSI, SCK, SS et RST sont désignées à cet effet.
- Nous avons procédé à l'initialisation du module RFID RC522 Mini en créant une instance de la classe MFRC522 et en utilisant la fonction **begin()**. Cette fonction configure le module et prépare la communication avec les cartes RFID.
- Pour effectuer la lecture des cartes RFID, nous avons utilisé la fonction **mfrc522.PICC\_ReadCardSerial()**. Cette fonction permet de vérifier la présence d'une carte RFID à proximité et de lire son identifiant. Une fois cet identifiant récupéré, il peut être traité en fonction de vos besoins spécifiques.

#### c) Arduino avec servomoteur

Le code destiné à la commande d'un servomoteur avec Arduino permet de déplacer mécaniquement l'axe du servomoteur selon des angles spécifiques. Voici une brève explication du code général pour utiliser un servomoteur avec Arduino :

- Pour commencer, il est nécessaire d'inclure la bibliothèque requise pour la communication avec le servomoteur. La bibliothèque couramment utilisée est "**Servo.h**". On a ajouté l'instruction d'inclusion correspondante en haut du code.
- Nous avons instancié un objet de la classe **Servo** pour représenter le servomoteur. Par exemple, nous avons déclaré "**Servo pin;**" pour créer une instance nommée "pin" du servomoteur.
- Dans la fonction **setup()**, nous avons utilisé la fonction **attach()** pour lier la broche du servomoteur à l'instance du servomoteur.
- Afin de déplacer l'axe du servomoteur à un angle précis, nous avons utilisé la fonction **write()**. Cette fonction prend en argument l'angle souhaité en degrés. Par exemple, vous pouvez utiliser "**monServo.write(angle) ;**" pour déplacer le servomoteur à l'angle spécifié.

### 3.6.2. Simulation python

Nous avons utilisé Python pour créer une interface de base de données et un fichier Excel permettant de stocker les données relatives aux personnes qui entrent, y compris tout leur historique. Voici une explication générale du code :

- Les bibliothèques requises, telles que **serial**, **pandas**, **datetime** et **date**, sont incluses en tant qu'importations dans le code.
- Une connexion série est établie avec le port spécifié à une vitesse de transmission de **9600** bauds.
- Une liste vide appelée **tag\_data** est créée pour stocker les données.
- Les données existantes sont chargées à partir du fichier Excel spécifié dans un **DataFrame** de pandas (df). Ces données sont ensuite converties en dictionnaire et ajoutées à la liste '**tag\_date**'.
- Une boucle infinie est démarrée pour lire continuellement les données depuis le port série.

- Une ligne de données brute est lue depuis le port série (`'ser.readline()'`). Ces données sont ensuite décodées en utilisant l'encodage par défaut, sans espaces blancs supplémentaires, et stockées dans la variable `'raw_data'`.
- Nous effectuons une vérification pour déterminer si des données brutes sont disponibles (`if raw_data:`).
- Le fichier texte est ouvert en mode ajout (`'a'`) et l'identifiant du tag et l'horodatage sont écrits avec un format lisible.
- Le fichier Excel est ouvert en mode écriture (`'w'`) en utilisant `pd.ExcelWriter`.
- Le DataFrame `df` est écrit dans une feuille nommée `'Tag Data'` du fichier Excel spécifié (`tag_data.xlsx`) sans inclure les index.

En résumé, ce code surveille en continu les données provenant d'un port série (COM5) et les stocke dans une liste appelée `tag_data`. Les données sont ensuite affichées dans la console et enregistrées à la fois dans un fichier texte et un fichier Excel. Si un fichier Excel existant est détecté, les données sont chargées à partir de ce fichier avant d'ajouter les nouvelles données.

### 3.6.3. Résultats obtenus

Le logiciel Excel joue un rôle essentiel en matière de stockage des données des individus après leur association avec la technologie RFID, avec l'aide de Python. Son objectif est de fournir une solution pratique et efficace pour la gestion et l'organisation des informations concernant les utilisateurs du système RFID. En tant que tableur populaire et largement utilisé, Excel permet le stockage, la manipulation et l'analyse structurée des données.

Dans ce contexte, Excel devient une plateforme centrale pour conserver les informations pertinentes relatives aux utilisateurs du système RFID. Il offre une interface conviviale qui permet de créer des feuilles de calcul organisées, avec des colonnes dédiées aux identifiants, aux noms, aux adresses ou à d'autres données spécifiques à chaque personne.

En utilisant Python, un langage de programmation polyvalent, il est possible d'automatiser les interactions entre Excel et le système RFID. Python facilite la communication avec les lecteurs RFID pour récupérer les données associées aux tags. Ces données peuvent ensuite être

traitées, validées et insérées dans les cellules appropriées du fichier Excel en utilisant des bibliothèques telles que openpyxl.

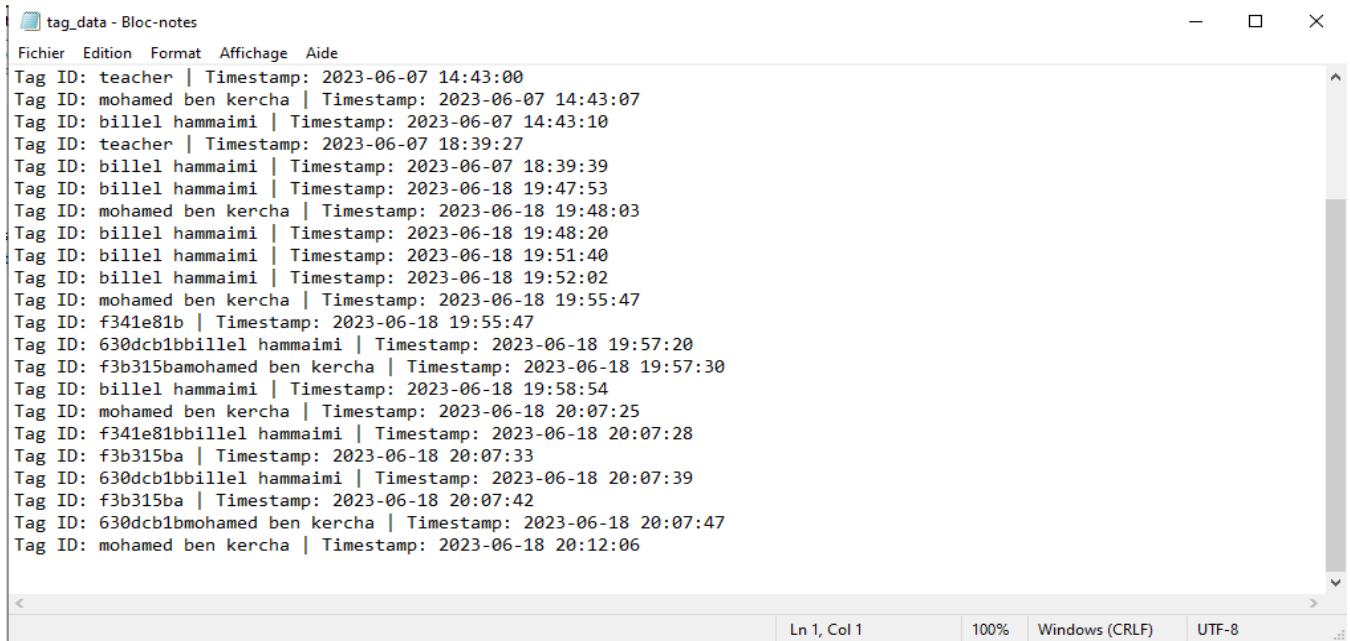
En résumé, grâce à Excel et à l'intégration avec Python, les informations des utilisateurs du système RFID peuvent être stockées de manière organisée et structurée. Excel facilite également la manipulation et l'analyse ultérieure des données, permettant aux utilisateurs de gérer efficacement les informations relatives aux utilisateurs et de prendre des décisions éclairées en se basant sur ces données.

Les illustrations représentées dans la Figure 3.20 et la Figure 3.21 présentent un historique détaillé des accès des individus, en enregistrant la date et l'heure de chaque événement. Ces données sont stockées dans un fichier Excel et un document texte de python.

|    | A                          | B                   | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|----------------------------|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1  | <b>Tag ID</b>              | <b>Timestamp</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2  | mohamed ben kercha         | 2023-06-06 20:30:14 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3  | mohamed ben kercha         | 2023-06-06 20:30:17 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4  | teacher                    | 2023-06-06 20:31:17 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5  | teacher                    | 2023-06-06 20:31:19 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6  | mohamed ben kercha         | 2023-06-06 20:57:43 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | billel hammami             | 2023-06-06 20:57:48 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | teacher                    | 2023-06-06 20:57:52 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | teacher                    | 2023-06-07 14:43:00 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | mohamed ben kercha         | 2023-06-07 14:43:07 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | billel hammami             | 2023-06-07 14:43:10 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | teacher                    | 2023-06-07 18:39:27 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | billel hammami             | 2023-06-07 18:39:39 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | billel hammami             | 2023-06-18 19:47:53 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | mohamed ben kercha         | 2023-06-18 19:48:03 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | billel hammami             | 2023-06-18 19:52:02 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | mohamed ben kercha         | 2023-06-18 19:55:47 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | f341e81b                   | 2023-06-18 19:55:47 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | 630dcb1bbillel hammami     | 2023-06-18 19:57:20 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | f3b315bamohamed ben kercha | 2023-06-18 19:57:30 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | billel hammami             | 2023-06-18 19:58:54 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 | mohamed ben kercha         | 2023-06-18 20:07:25 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 | f341e81bbillel hammami     | 2023-06-18 20:07:28 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 | f3b315ba                   | 2023-06-18 20:07:33 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 | 630dcb1bbillel hammami     | 2023-06-18 20:07:39 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 | f3b315ba                   | 2023-06-18 20:07:42 |   |   |   |   |   |   |   |   |

Figure 3. 20 Base de données Excel des personnes ayant accès au laboratoire





```
tag_data - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage Aide
Tag ID: teacher | Timestamp: 2023-06-07 14:43:00
Tag ID: mohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-07 14:43:07
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-07 14:43:10
Tag ID: teacher | Timestamp: 2023-06-07 18:39:27
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-07 18:39:39
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:47:53
Tag ID: mohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 19:48:03
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:48:20
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:51:40
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:52:02
Tag ID: mohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 19:55:47
Tag ID: f341e81b | Timestamp: 2023-06-18 19:55:47
Tag ID: 630dcb1bbillem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:57:20
Tag ID: f3b315bamohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 19:57:30
Tag ID: billem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 19:58:54
Tag ID: mohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 20:07:25
Tag ID: f341e81bbillem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 20:07:28
Tag ID: f3b315ba | Timestamp: 2023-06-18 20:07:33
Tag ID: 630dcb1bbillem hammaimi | Timestamp: 2023-06-18 20:07:39
Tag ID: f3b315ba | Timestamp: 2023-06-18 20:07:42
Tag ID: 630dcb1bmohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 20:07:47
Tag ID: mohamed ben kercha | Timestamp: 2023-06-18 20:12:06
Ln 1, Col 1 100% Windows (CRLF) UTF-8
```

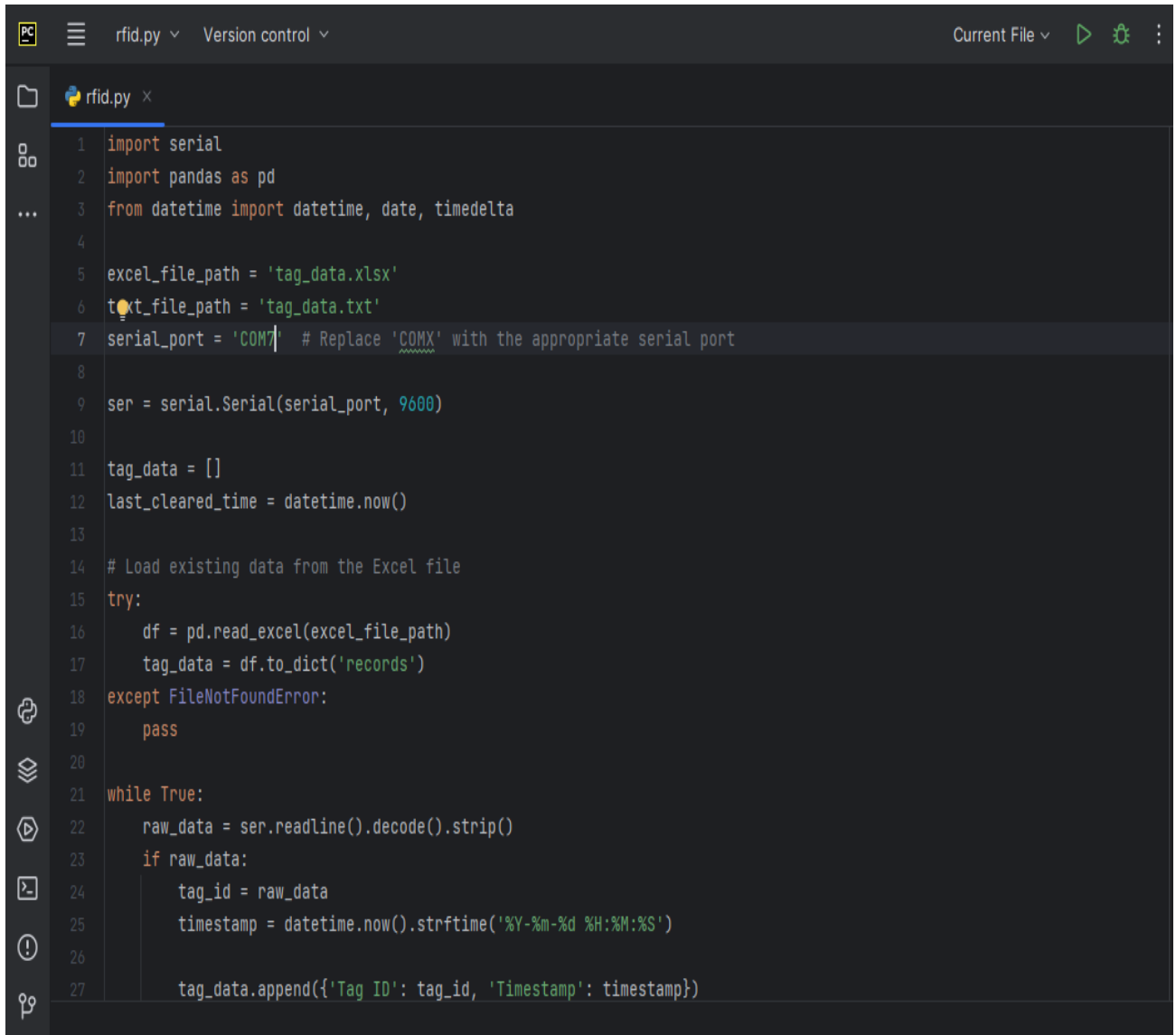
Figure 3. 21 Base de données python des personnes ayant accès au laboratoire

Le fichier Excel contient des informations chronologiques précises sur les moments où les personnes ont accédé au laboratoire ou ont effectué des activités spécifiques. Cette organisation des données permet de suivre et d'analyser l'historique des accès de manière claire et ordonnée.

La figure 3.20 et la figure 3.21 fournissent ainsi une représentation visuelle de ces enregistrements d'accès sur le fichier Excel et document python, permettant aux utilisateurs de consulter rapidement et facilement les informations relatives à chaque événement, y compris la date et l'heure exactes auxquelles ils ont eu lieu.

### 3.7. Programme utilisé

Nous avons développé un document Python pour automatiser la suppression régulière de l'historique dans la base de données toutes les 3 heures. Cependant, il est important de noter que le fichier Excel contenant l'historique ne sera pas affecté par cette opération et restera disponible en tant qu'historique permanent.



```
rfid.py x
1 import serial
2 import pandas as pd
3 from datetime import datetime, date, timedelta
4
5 excel_file_path = 'tag_data.xlsx'
6 txt_file_path = 'tag_data.txt'
7 serial_port = 'COM7' # Replace 'COMX' with the appropriate serial port
8
9 ser = serial.Serial(serial_port, 9600)
10
11 tag_data = []
12 last_cleared_time = datetime.now()
13
14 # Load existing data from the Excel file
15 try:
16     df = pd.read_excel(excel_file_path)
17     tag_data = df.to_dict('records')
18 except FileNotFoundError:
19     pass
20
21 while True:
22     raw_data = ser.readline().decode().strip()
23     if raw_data:
24         tag_id = raw_data
25         timestamp = datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
26
27         tag_data.append({'Tag ID': tag_id, 'Timestamp': timestamp})
```

```
28 print(f"Tag ID: {tag_id} | Timestamp: {timestamp}")
29
30 current_date = date.today().strftime('%Y-%m-%d')
31 with open(text_file_path, 'a') as file:
32     file.write(f"Tag ID: {tag_id} | Timestamp: {timestamp}\n")
33
34 current_time = datetime.now()
35 time_difference = current_time - last_cleared_time
36
37 if time_difference >= timedelta(minutes=180):
38     with open(text_file_path, 'w') as file:
39         pass # Clear the file by opening in write mode
40         last_cleared_time = current_time
41
42 # Save to Excel file
43 df = pd.DataFrame(tag_data)
44 with pd.ExcelWriter(excel_file_path, mode='w') as writer:
45     df.to_excel(writer, sheet_name='Tag Data', index=False)
```

Figure 3. 22 Code python

### 3.8. Principe de fonctionnement du système

Initialement, il est primordial de collecter les informations et les données des personnes autorisées à entrer dans le laboratoire. Ces données sont enregistrées et stockées dans une base de données. Le scanner génère un identifiant unique (ID) personnalisé pour chaque individu, qui est ensuite associé à leur nom dans le code Arduino, assurant ainsi leur identification précise.

Une fois que toutes les informations et les données personnelles des individus autorisés ont été soigneusement enregistrées et sauvegardées dans le système, une fonctionnalité automatisée est activée pour contrôler et limiter strictement l'accès au laboratoire. Ce mécanisme de sécurité sophistiqué permet de restreindre l'entrée uniquement aux personnes dont les informations sont répertoriées dans la base de données. Par conséquent, toute personne non enregistrée se voit systématiquement refuser l'accès au laboratoire, garantissant ainsi un niveau élevé de sécurité

et préservant l'intégrité et la protection du matériel et des équipements présents dans les installations du laboratoire.

En cas d'absence de badge ou de carte scannée, l'écran LCD affiche le message suivant : "insérer votre badge svp". Comme la Figure 3.23 ci-dessous montre.

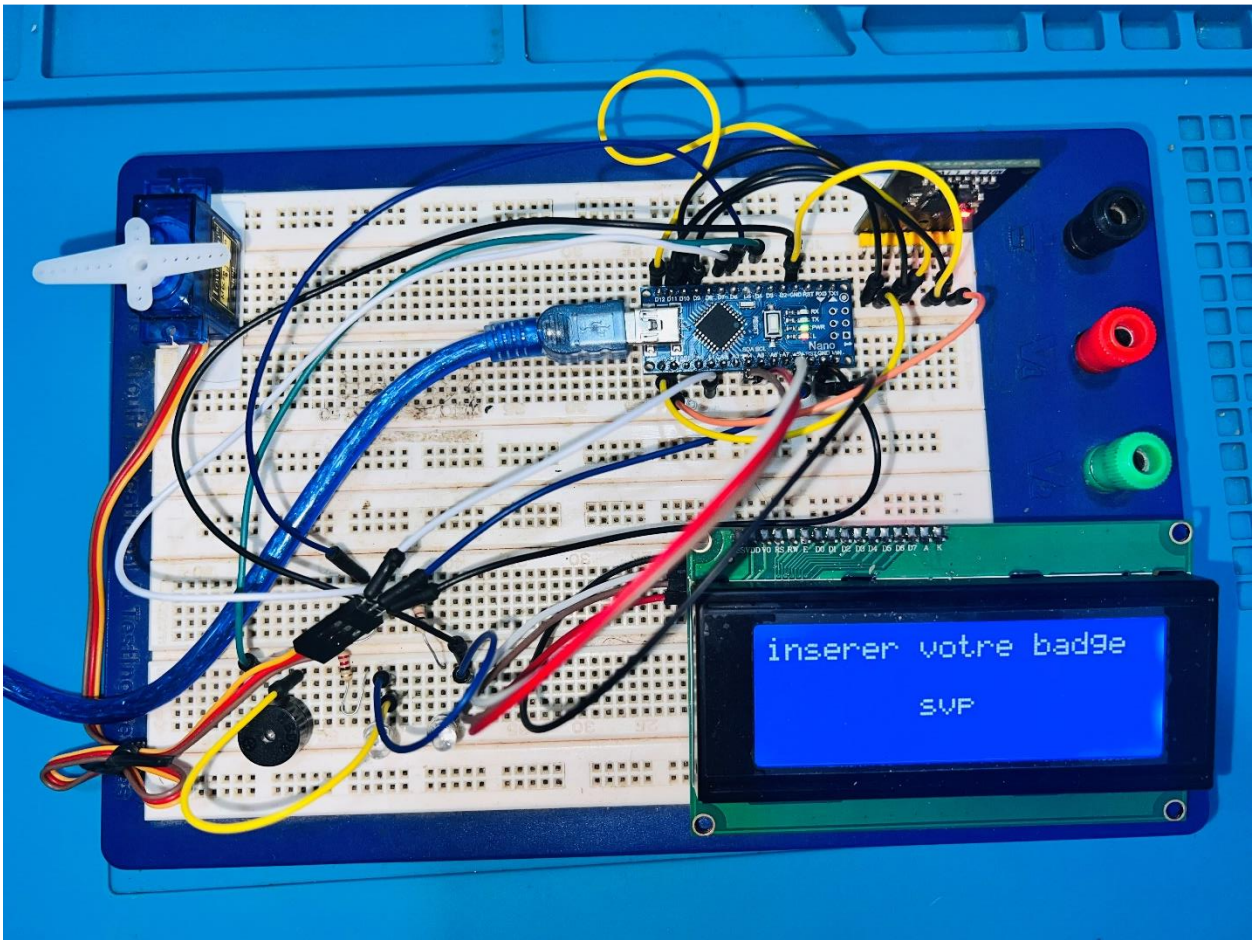


Figure 3. 23 Vue d'ensemble de notre projet réalisé

Pour obtenir l'autorisation d'entrée dans le laboratoire, il est requis d'être en possession d'un badge ou d'une carte RFID portant votre nom de manière spécifique. Après avoir effectué la numérisation de votre carte ou de votre badge, vous êtes confronté à deux options ici :

### Option 1 :

Une fois que votre nom a été vérifié et approuvé dans la base de données autorisée, vous êtes autorisé à accéder au laboratoire et à poursuivre vos activités. Vous avez un accès complet aux ressources et équipements disponibles, en respectant strictement les protocoles et les règles de sécurité en vigueur.

Pratiquement, dès que vous recevez l'autorisation, L'écran LCD affiche "tag id " accompagné de votre nom. En même temps, la porte s'ouvre pour vous permettre d'entrer et la LED passe au vert. Une fois à l'intérieur, la porte se referme automatiquement après quelques secondes. De plus, votre présence est enregistrée dans l'historique, qui est stocké dans un fichier Excel pour référence ultérieure.

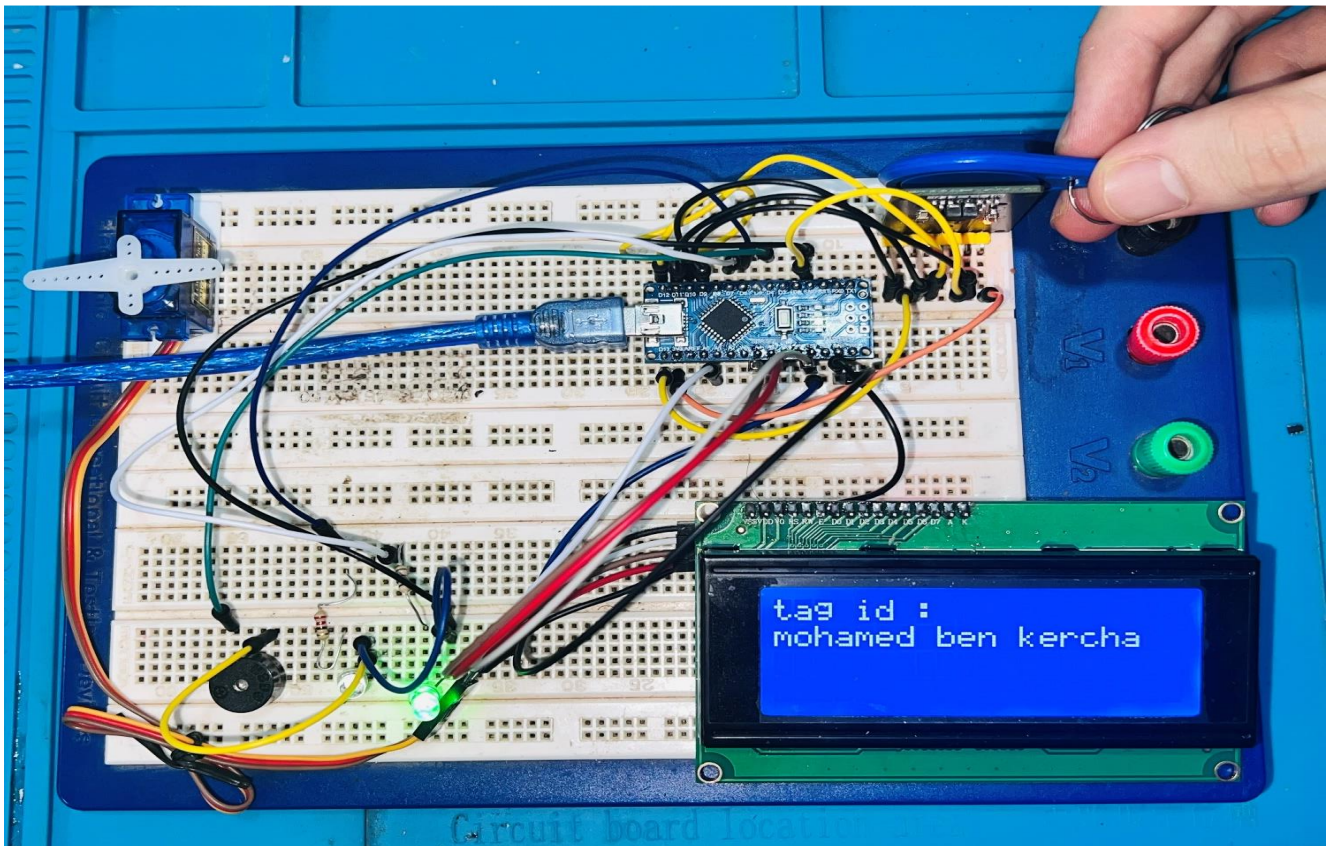


Figure 3. 24 Autorisation acceptée : la led verte s'allume

## Option 2 :

Toutefois, si votre nom n'est pas répertorié dans la base de données comme une entrée valide, votre accès au laboratoire sera refusé. Dans une telle situation, il est essentiel de contacter les responsables compétents pour résoudre ce problème d'autorisation et mettre à jour les informations requises afin de permettre un accès futur au laboratoire.

Sur le plan pratique, si une personne non autorisée tente d'entrer, par mesure de sécurité, l'écran LCD affiche la mention "Inconnu". De plus, le buzzer émet un signal sonore pour alerter les autres agents présents, tandis que la LED s'allume en rouge. Dans ces circonstances, la porte ne s'ouvre pas automatiquement, empêchant ainsi l'accès à la personne non autorisée.

Il est également important de noter que cette tentative d'accès non autorisé ne sera pas enregistrée dans l'historique de l'Excel, assurant ainsi l'intégrité des données de suivi.

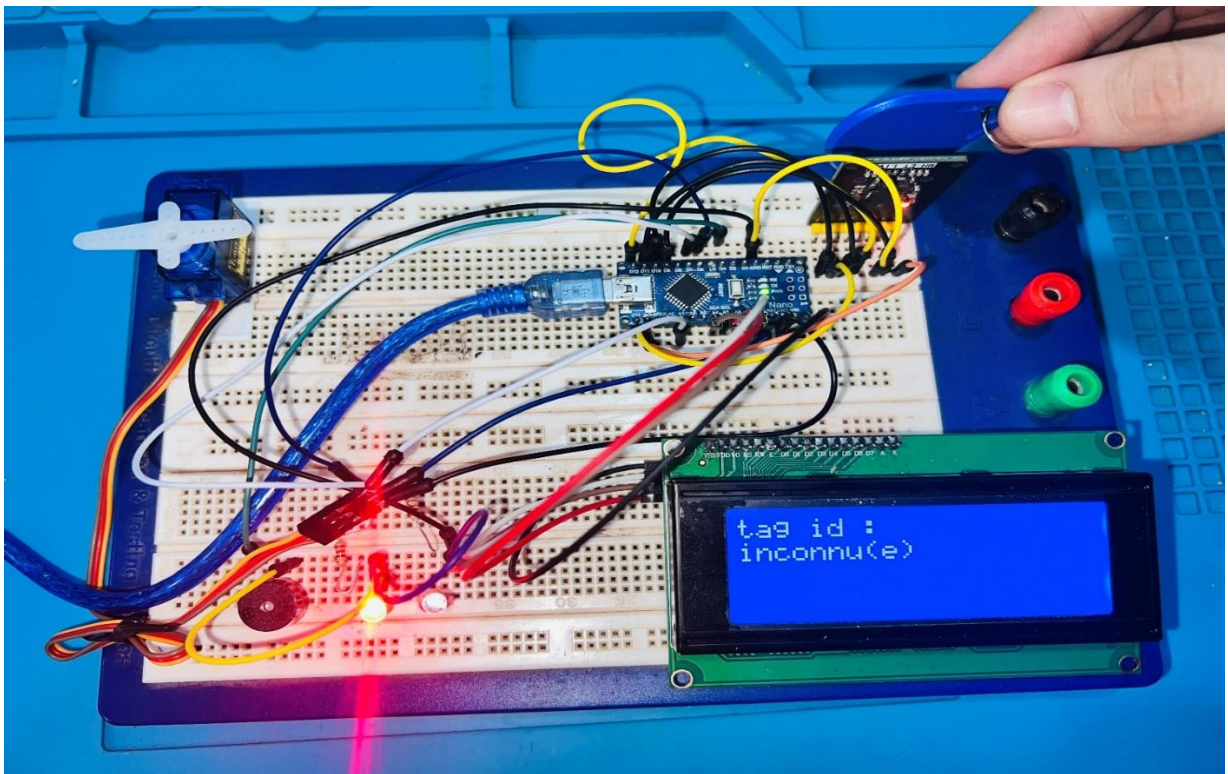


Figure 3. 25 Autorisation refusée : la led rouge s'allume

Le projet de contrôle d'accès de laboratoire avec RFID offre une solution innovante et efficace pour renforcer la sécurité et simplifier la gestion des accès. En utilisant la technologie RFID pour l'identification des utilisateurs et le suivi des mouvements, ce projet promet d'optimiser les opérations quotidiennes des laboratoires et de renforcer la sécurité globale des installations.

### 3.9. Les Avantages

L'adoption d'un laboratoire qui utilise la technologie RFID (Identification par Radio Fréquence) offre plusieurs bénéfices :

- En intégrant des systèmes RFID, il devient possible de garantir une identification précise et fiable des personnes autorisées à accéder au laboratoire, ce qui améliore considérablement la sécurité en restreignant l'accès exclusivement aux individus autorisés.
- Grâce aux systèmes RFID, il est possible d'automatiser diverses tâches, notamment l'ouverture et la fermeture des portes, en fonction des autorisations accordées aux utilisateurs. Cette automatisation contribue à optimiser les processus de travail et à minimiser les erreurs humaines.
- Les systèmes RFID enregistrent de manière précise les informations d'entrée et de sortie de chaque utilisateur, ce qui permet un suivi détaillé des mouvements au sein du laboratoire. Cette fonctionnalité s'avère précieuse à des fins de sécurité, de gestion des ressources et de conformité réglementaire.
- Grâce à l'utilisation de la technologie RFID, l'accès au laboratoire devient rapide et sans contact, ce qui permet aux utilisateurs autorisés de gagner du temps lors de leurs entrées et sorties.
- Les systèmes RFID peuvent être intégrés à d'autres technologies et systèmes de gestion, tels que les bases de données, les systèmes de contrôle d'accès et les systèmes de surveillance. Cette intégration permet une meilleure coordination et une gestion plus efficace du laboratoire en facilitant le partage d'informations et la synchronisation des différents systèmes.

### 3.10. Inconvénients de notre projet

Bien qu'un laboratoire basé sur la technologie RFID (Radio Frequency Identification) présente de nombreux avantages, il existe également quelques inconvénients potentiels :

- La mise en œuvre d'un système RFID peut exiger un investissement financier initial considérable. Cela implique l'acquisition d'équipements RFID, l'installation de lecteurs et d'antennes, ainsi que le développement de logiciels et de systèmes de gestion associés.
- Implémenter un système RFID peut s'avérer difficile, surtout dans un environnement de laboratoire nécessitant la couverture de plusieurs points d'accès. Cela demande une planification méticuleuse, une installation précise des lecteurs et des antennes, ainsi que la configuration et le réglage adéquats.
- Les systèmes RFID nécessitent une maintenance régulière pour garantir un fonctionnement optimal. Cela peut inclure le remplacement des piles dans les tags RFID, la vérification et le remplacement des lecteurs défectueux, ainsi que les mises à jour logicielles pour les systèmes de gestion associés.
- Les systèmes RFID peuvent être exposés à des risques tels que le clonage des étiquettes, l'interception des données ou l'accès non autorisé aux informations stockées. Il est crucial de prendre des mesures de sécurité adéquates afin de protéger les données confidentielles et de prévenir toute intrusion.
- L'utilisation d'un système RFID crée une dépendance envers la technologie. En cas de dysfonctionnement du système RFID, il peut devenir difficile d'accéder au laboratoire ou de gérer les autorisations d'entrée de manière efficace.

### 3.11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous nous pencherons de manière approfondie sur les bénéfices et les caractéristiques du contrôle d'accès de laboratoire basé sur la RFID. Nous explorerons en détail les différents éléments du système, tels que les tags RFID, les lecteurs, les logiciels de gestion et les mécanismes de sécurité. De plus, nous mettrons en évidence les cas d'utilisation, les meilleures pratiques de déploiement et les avantages significatifs résultant de l'adoption de cette technologie pour le contrôle d'accès aux laboratoires.



En récapitulant, le projet de contrôle d'accès au laboratoire basé sur la technologie RFID présente une solution novatrice et efficace pour améliorer la sécurité et simplifier la gestion des accès. En utilisant la RFID pour l'identification des utilisateurs et le suivi des mouvements, ce projet vise à optimiser les opérations quotidiennes des laboratoires tout en renforçant la sécurité globale des installations.

## Conclusion générale

La technologie RFID est une technologie qui utilise les ondes radio haute fréquence pour transmettre et mémoriser des données dans le but d'identifier de manière unique les objets, les animaux ou les personnes.

Gain de temps humain, qualité et sécurité sont les 3 principaux avantages de la technologie RFID.

Cette technologie est présente dans la plupart des secteurs industriels (aéronautique, transport, agroalimentaire, santé, ...) mais aussi, sans le savoir, dans notre quotidien (cartes de transport, étiquettes antivols, clés sans contact, ...).

Le but de notre travail est d'étudier puis de réaliser un système d'accès à un laboratoire à base de technologie RFID.

Notre travail a fait appel à deux logiciels Arduino et Python. Grâce à l'action combinée de ces logiciels, une base de données sous excel a été créé. Cette base de données contient les personnes autorisées à pénétrer dans le laboratoire. Ainsi, toutes les personnes répertoriées pourront accéder au laboratoire à toute heure de la journée.

Toute personne non enregistrée dans la base de données se verra refuser l'accès au laboratoire.

Notre étude pourrait ouvrir la voie à des perspectives fort intéressantes comme la réalisation d'un laboratoire intelligent.

Ces systèmes offrent une sécurité renforcée en limitant l'accès uniquement aux personnes répertoriées dans la base de données, réduisant ainsi les risques d'intrusion non autorisée. De plus, ils permettent une gestion plus efficace des accès en enregistrant les entrées et les sorties, ce qui facilite la traçabilité et l'audit des activités.

Il est important de noter que la technologie RFID peut être combinée avec d'autres mesures de sécurité, telles que des caméras de surveillance ou des systèmes de contrôle biométrique, pour renforcer davantage la sécurité des laboratoires sensibles. [19]

Nous souhaitons que notre travail sera bénéfique à beaucoup de personnes.

## Références bibliographiques

- [1] AFOUF, O . (2019/2020). Développement d'un Système d'IoT (Internet of Things) dans le cadre de Smart University.( MASTER EN INFORMATIQUE). Université Larbi Ben M'hidi , Oum El Bouaghi.
- [2] (2022). <<Que sont les étiquettes RFID et comment sont-elles utilisées ?>>,rfidfuture, <https://www.rfidfuture.com/fr/>
- [3] Abderrazzak MATALLAH, Abdeldjabbar BABAHAJ. (2016/2017). SYSTÈME DE CONTROLE D'ACCES PHYSIQUE.( Master en informatique Option : Systèmes d'Information et Technologie Web). Université Ahmed Draia – Adrar.
- [4] (2022). Lecteur d'empreinte et de carte ZKteco FR1200 . <https://universcarte.com/lecteurs-et-encodeurs/lecteur-rfid-sans-contact>
- [5] Samuel, Kellett, 20 janvier 2021 <<Technologie de reconnaissance faciale : tout ce que vous devez savoir>>.avast, <https://www.avast.com/fr-fr/c-facial-recognition>
- [6] Natalie Gagliordi (08 Janvier 2021), <<Intel lance un système de caméra d'identification RealSense avec la reconnaissance faciale embarquée>>,zdnet , <https://www.zdnet.fr/actualites/intel-lance-un-systeme-de-camera-d-identification-realsense-avec-la-reconnaissance-faciale-embarquee-39915835.htm>
- [7] Wacom for Business, (2018/2019), <<Kit de signature STU-430>>,Wacom . <https://www.wacom.com/fr-fr/for-business/products/signature-set>
- [8] (Oct 28, 2022), <<Systèmes d'authentification : choisir la meilleure solution>> , electronic identification . <https://www.electronicid.eu/fr/blog/post/systemes-dauthentification-numeriques/fr>
- [9] [Antoine Crochet,Damais](#) , (2022), << Reconnaissance vocale : définition, algorithmes et fonctionnement>> ,journaldunet , 31/05/22 15:20

- [10] (2018), <<Projet domotique à reconnaissance vocale sur un raspberry Pi>>,STI2D SIN Lycée Langevin , <http://tsin.langevin-la-seyne.fr/SIN/reconnaissance-vocale-avec-raspberry-pi.html>
- [11] (2022) ,<< Système de code pin>>,123RF, [https://fr.123rf.com/photo\\_64245640\\_main-de-l-homme-appuie-sur-le-bouton-la-saisie-du-code-de-syst%C3%A8me-de-s%C3%A9curit%C3%A9-combinaison-code-pin-sur-.html](https://fr.123rf.com/photo_64245640_main-de-l-homme-appuie-sur-le-bouton-la-saisie-du-code-de-syst%C3%A8me-de-s%C3%A9curit%C3%A9-combinaison-code-pin-sur-.html)
- [12] (2022) , << système de code QR >>, 123RF , [https://fr.123rf.com/photo\\_64245640\\_main-de-l-homme-appuie-sur-le-bouton-la-saisie-du-code-de-syst%C3%A8me-de-s%C3%A9curit%C3%A9-combinaison-code-pin-sur-.html](https://fr.123rf.com/photo_64245640_main-de-l-homme-appuie-sur-le-bouton-la-saisie-du-code-de-syst%C3%A8me-de-s%C3%A9curit%C3%A9-combinaison-code-pin-sur-.html)
- [13] ZERFA Sid Ahmed, BOUMAAZA Kawter, ( 2017/2018) <<Conception, simulation et réalisation d'antennes pour lecteur RFID UHF>>.(Mémoire de Master Filière : Télécommunications) Université SAAD DAHLAB , BLIDA.
- [14] Redsen , Consulting (2 mai 2018), <<Comprendre la technologie RFID en 6 points>> , Rredsen , <https://www.redsen.com/transformation-digitale/technologie-rfid-en-6-points/>
- [15] V. Daniel Hunt, Albert Puglia et Mike Puglia (13 avril 2007) ,<< RFID: A Guide to Radio Frequency Identification>> : Wiley-Interscience
- [16] 26/03/2019. Available: <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/rfid/>.  
[Accès le 29 05 2023].
- [17] (26-03-2019) <<Qu'est-ce que la RFID ?>>. Digital guide ionos , <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/rfid/>
- [18] ZERFA Sid Ahmed, BOUMAAZA Kawter, ( 2017/2018) <<Conception, simulation et réalisation d'antennes pour lecteur RFID UHF>>.(Mémoire de Master Filière : Télécommunications) Université SAAD DAHLAB , BLIDA.
- [19] H. C. HMAIDA, «Système de surveillance et contrôle d'accès à base,» 2019.

