

ETML-ES

**Projet de diplôme**

Technicien ES en génie électrique,  
spécialisation électronique

2312

Système d’accès par badge  
pour place de travail

Réalisé par : Experts :

Miguel Santos xx

Maître de diplôme : xx

Philippe Bovey

Table des matières

[1 Introduction 5](#_Toc145004150)

[1.1 Contexte 5](#_Toc145004151)

[1.2 But du projet 5](#_Toc145004152)

[2 Design 6](#_Toc145004153)

[2.1 Schéma de principe 6](#_Toc145004154)

[2.2 Alimentation 7](#_Toc145004155)

[2.3 RFID 8](#_Toc145004156)

[2.4 Microcontrôleur 9](#_Toc145004157)

[2.5 Module Wi-fi 9](#_Toc145004158)

[2.6 Ethernet 10](#_Toc145004159)

[2.7 Boitier 10](#_Toc145004160)

[2.8 Commutation 230VAC 11](#_Toc145004161)

[2.9 Connecteurs externes 12](#_Toc145004162)

[2.10 Serveur externe 12](#_Toc145004163)

[3 Hardware 12](#_Toc145004164)

[4 Software 13](#_Toc145004165)

[5 Conclusion 14](#_Toc145004166)

[6 Bibliographie 15](#_Toc145004167)

[7 Logiciels 16](#_Toc145004168)

[8 Annexes 17](#_Toc145004169)

[8.1 Cahier des charges 17](#_Toc145004170)

[8.2 Planification 17](#_Toc145004171)

[8.3 Journal de travail 17](#_Toc145004172)

[8.4 Procès-verbaux des séances hebdomadaires 17](#_Toc145004173)

Glossaire

ETML École Technique et des Métiers de Lausanne

ES École Supérieure

CDC Cahier Des Charges

RFID Radio Frequency IDentification

ABS Acrylonitrile Butadiène Styrène

PETG PolyEthylene Terephthalate Glycol

# Introduction

## Contexte

Dans le cadre des formations en École Supérieure, la réalisation d'un projet de diplôme revêt une importance cruciale. Ce projet constitue la validation finale des connaissances et des compétences acquises tout au long de la formation. Il met à l'épreuve la capacité des étudiants à appliquer leurs connaissances théoriques à des défis concrets.

Ce projet est réalisé en fin de formation et possède une durée de 5 semaines. Chaque étudiant est suivi par un enseignant de l’ETML-ES, nommé le Maître de diplôme et évalué par ce dernier ainsi que deux experts externes à l’établissement.

## But du projet

Le but de ce travail de diplôme est de concevoir un dispositif électronique permettant à un étudiant de l’ES, à l’aide d’un badge RFID reçu lors de la première année, de pouvoir activer les appareils se trouvant à sa place de travail (Exemple : alimentation de laboratoire, oscilloscope, générateur), ou d’activer l’appareillage se trouvant au « local de montage » (station de dessoudage, fer à braser, binoculaire,) pour une durée limitée ; ceci doit permettre une meilleure gestion de la consommation électrique des appareils électriques (éviter les oublis d’extinction des appareils), une sécurité concernant les stations brassage (risque minime d’incendie), une gestion des droits d’utilisation et un suivi (log).

Le système électronique doit pouvoir lire un badge RFID, activer ou non un commutateur 230 VAC selon une base donnée qui sera lue via le protocole Ethernet ou via le WiFi (heure d’activation, durée, autre). Le système devra gérer la notion de timeout par une indication lumineuse et/ou sonore. Le dispositif devra avoir une adresse permettant une mise en relation avec la base de donnée (logs d’utilisation) : utilisation de la place de travail par qui, combien de fois, combien de temps, etc.

Le cahier des charges disponible en annexe fournit les exigences détaillées du projet.

Le mandataire du projet est l’École Supérieure.

Le maître de diplôme désigné est Bovey Phillippe, enseignant de l’ES.

# Design

## Schéma de principe

Un schéma de principe a été établis sur base du cahier des charges.

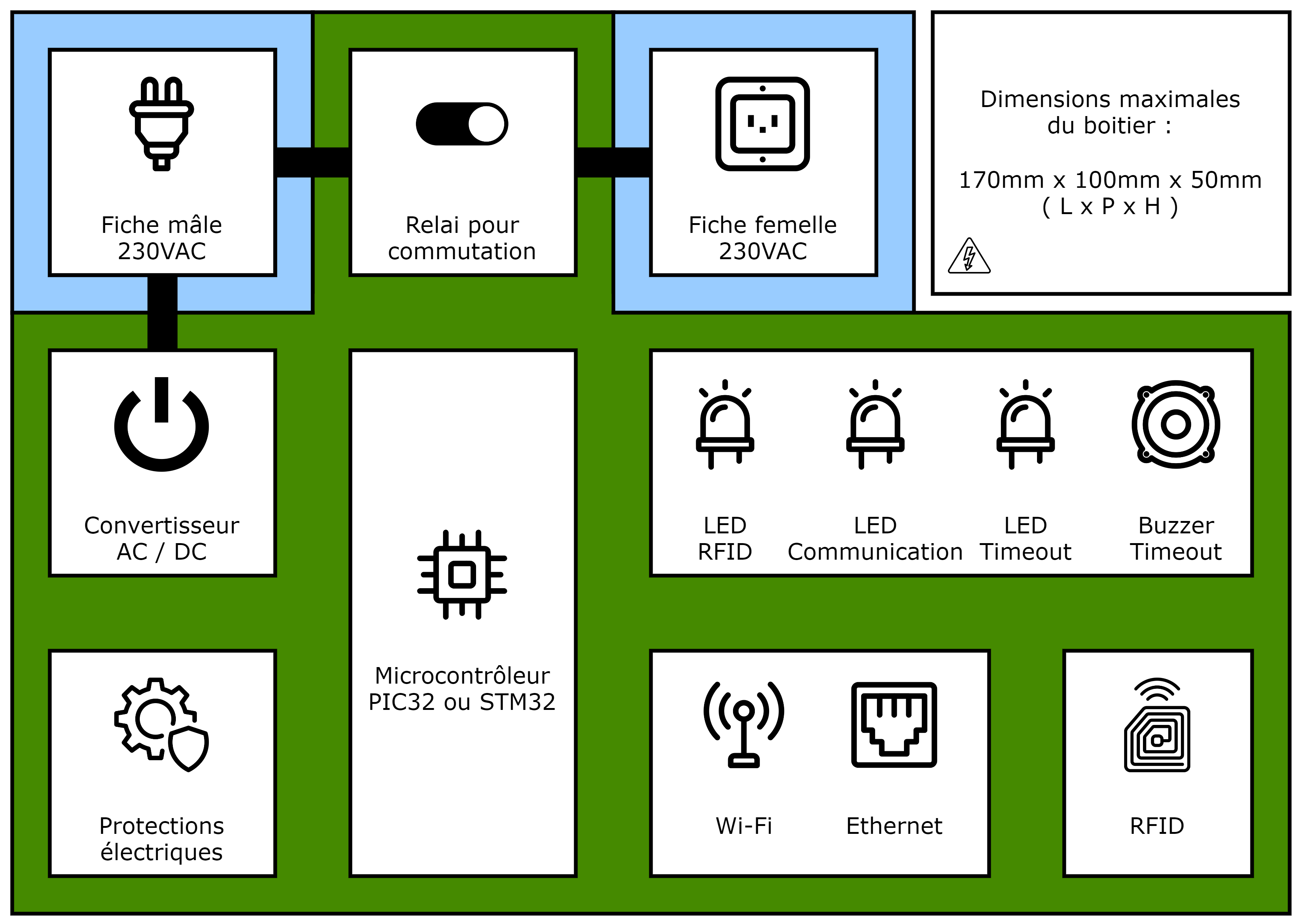


Figure 1 : Schéma de principe basé sur le cahier des charges

## Alimentation

En analysant les tensions nécessaires aux principaux composants (comme par exemple le microcontrôleur ou le module RFID) j’ai pu remarquer qu’ils avaient tous la possibilité d’être alimenté en 3,3VDC. C’est donc à cette tension que l’entièreté du circuit est alimenté, par le biais d’un convertisseur AC/DC depuis le réseau électrique.

Le courant maximal nécessaire a été estimé à l’aide des datasheets des différents composants (détaillés plus loin). Le pire cas a été envisagé, même si irréaliste car il y a peu de chances que, par exemple, deux modules RFID soient utilisées en même temps ou encore que le module Ethernet et Wi-fi soient utilisés simultanément. Une marge de 10% a tout même été prise par sécurité.



Figure 2 : Estimation du courant consommé

Le module sélectionné permet de satisfaire ce courant maximal. Il offre aussi l’avantage d’être un module ne nécessitant pas de composants externes. Des condensateurs de sortie sont tout de même un atout non négligeable, des valeurs standards arbitraire sont utilisées. Le fabricant garantit aussi le respect des normes d’émissions de bruit.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Convertisseur AC/DC | | | |
| N° de fabricant | RAC05-3.3SK | | https://mm.digikey.com/Volume0/opasdata/d220001/medias/images/2167/MFG_RAC05-K.jpg |
| Tension d’entrée | 85 ~ 264 RMS | [VAC] |
| Tension de sortie | 3.3 | [VDC] |
| Courant de sortie | 1515 | [mA] |

Tableau 1 : Caractéristiques principales du convertisseur AC/DC



Figure 3 : Schéma du convertisseur AC/DC

## RFID

Des badges sont mis à disposition des élèves de l'ETML-ES pendant toute la durée de leur formation, notamment pour l'accès au bâtiment et aux imprimantes. Ceux-ci seront utilisés dans ce projet afin d'éviter aux élèves la nécessité de multiples badges.

La technologie du badge a pu être identifiée en utilisant un smartphone (Samsung S23 Ultra) doté de l'application « NFC Tools ». La figure ci-dessous illustre le standard adopté par le badge, en mettant en évidence le fabricant ainsi que le modèle de la puce interne. Des informations techniques plus détaillées sont également disponibles sur le site web du fabricant. [1]

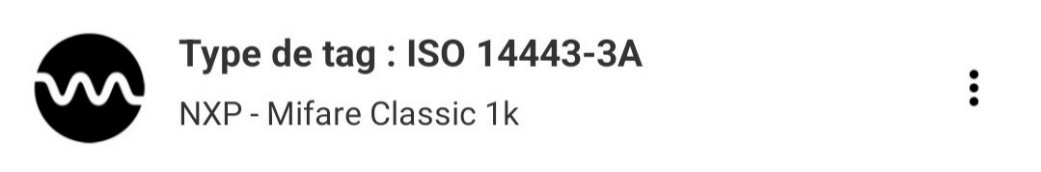


Figure 4 : Technologie du badge RFID de l'ETML-ES

En résumé, le badge communique à l'aide d'une puce RFID à une fréquence de 13,56 MHz et dispose d'une mémoire d'un kilo-octet.

Lors de la recherche d'un lecteur compatible, le choix s'est porté vers un module "tout-en-un" afin de simplifier la conception, notamment en ce qui concerne l'antenne. Deux modules se sont démarqués :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nom | RFID CLICK | CHILLI UART B1 |
| Illustration | https://cdn1-shop.mikroe.com/img/product/rfid-click/rfid-click-large_default-12x.jpg | https://eccel.co.uk/wp-content/uploads/2018/02/UART-B1_1-1.jpg |
| Prix | 25.23 CHF | 34.82 CHF |
| Interface | UART, SPI | UART, GPIO |
| Taille | 57.15 x 25.4 mm | 75 x 50 mm |
| Connecteur | mikroBUS | pins 2.54mm, pins 2mm |
| Avantages | Déjà utilisé au sein de l’ES | Placement physique dans le boitier plus flexible |
| Inconvénients | Antenne a très faible portée  Manque de documentation |  |

Mon choix s’est porté sur le module « CHILLI UART B1 » pour sa possibilité de le placer librement dans le boitier. La portée de l’antenne, déterminé en partie par sa taille, a aussi été un critère décisif pour le choix de ce module. Néanmoins, le mandant a demandé à garder la possibilité de connecter un module « MikroE » en intégrant une empreinte « mikroBUS » sur le PCB.

## Microcontrôleur

Deux possibilités de microcontrôleur sont offertes par le CDC, un STM32 ou un PIC32. Ces deux familles de microcontrôleurs sont étudiées au sein de l’école, respectivement en première et deuxième année. Chacune offre ses avantages et inconvénients, mais j’ai décidé de m’orienter vers celle que j’ai étudié le plus longtemps qui est la famille PIC32. Le modèle exact devra être déterminé par le nombre d’entrées et sorties ainsi que les périphériques nécessaires.

## Module Wi-fi

Pour assurer une connectivité sans fil, un module Wi-fi « ESP32 » est intégré au circuit. Ce dernier a été sélectionné parmi les anciens projets réalisés au sein de l’ES. Cela permet ainsi de bénéficier de l’expérience et de la documentation d’anciens étudiants ou des enseignants. Sa popularité et sa documentation abondante participent aussi à en faire un choix idéal.

La communication avec le module est réalisée à l’aide d’une communication UART. Son contrôle s’effectue par l’envoi d’instructions AT. Le « ESP-AT User Guide » fournit une liste détaillée des commandes à utiliser.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Module Wi-fi | | | |
| N° de fabricant | ESP32-C3-WROOM-02-N4 | |  |
| Tension d’alimentation | 3 ~ 3.6 | [VDC] |
| Courant de réception | 82 ~ 84 | [mA] |
| Courant de transmission | 280 ~ 345 | [mA] |
| Protocoles | 802.11b/g/n, Bluetooth v5.0 | |

Tableau 2 : Caractéristiques principales du module Wi-fi

Le module nécessite d’être programmé avant son utilisation. Pour cette raison, il faut pouvoir commuter le module dans un mode « Boot Download » permettant d’y implémenter son code par le biais du port de programmation. La transition vers ce mode s'effectue en activant certaines broches du module à un état haut au moment de son démarrage, comme décris par la datasheet :

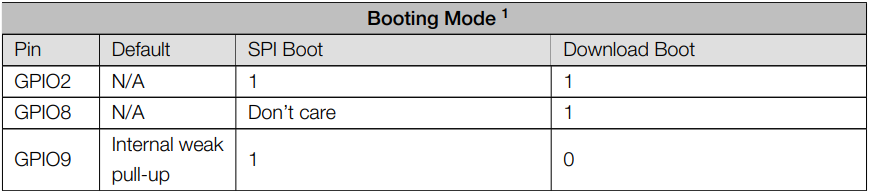


Figure 5 : Modes de démarrage de l'ESP32

Dans le cas de ce circuit, il suffit de maintenir presser le bouton de « BOOT » et d’appuyer sur le bouton de « RESET » pour commuter dans ce mode de programmation.

## Ethernet

L’ES a développé ses propres supports pédagogiques pour ses étudiants. Parmi eux, le « Kit PIC32 » utilisée en deuxième année, se base sur le « Ethernet Start Kit » développé par « Microchip » pour la partie liée à l’Ethernet. Il m’a été recommandé de suivre la même approche en l’actualisant avec la deuxième version plus récente de ce kit. [2]

En me basant sur le

## Boitier

Il était initialement envisagé dans le CDC de se procurer un boitier disponible sur le marché. Après réflexions et négociations avec le mandant du projet, il a été décidé de réaliser un boitier imprimé en 3D. Cette méthode offre l’avantage de réaliser une conception réalisée entièrement sur mesure sans nécessité d’usinage. La charge de travail supplémentaire entrainé par la modélisation 3D sera en grande partie compensé par le gain de temps sur l’usinage d’un boitier standard.

Le matériau utilisé devra offrir une isolation et une résistance à la chaleur suffisamment élevé. Pour cela, des matériaux comme l’ABS ou le PETG semblent les plus adaptés. Le matériel le plus couramment utilisé dans l’impression 3D qu’est le PLA ne convient pas pour cette application. En effet, sa tendance à absorber l’humidité et sa faible résistance à la chaleur représente un risque non négligeable lors de l’utilisation de hautes tensions et de courants élevés.

## Commutation 230VAC

Un relai de puissance permettra de faire commuter la sortie 230 [VAC] en fonction des droits accordés au badge. Il est en mesure de supporter le courant maximal et la tension que peut fournir une prise électrique standard. Il est aussi pilotable par la tension disponible sur le circuit.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Relai de puissance | | | |
| N° de fabricant | ADW1203HLW | |  |
| Tension de contact | 277 RMS | [VAC] |
| Courant de contact | 16 | [A] |
| Tension de bobine | 3 | [V] |
| Courant de bobine | 133.3 | [mA] |
| Type de bobine | Double bobine, à verrouillage | |

Tableau 3 : Caractéristiques principales du relai de puissance

Le courant demandé par les bobines est supérieur à ce que peut fournir le microcontrôleur. Pour cette raison, le contrôle est réalisé par le biais de transistors externes.

DIMENSIONNEMENT TRANSISTORS+SCHEMA

## Connecteurs externes

Les connecteurs externes ont pour rôle de connecter l'entrée du convertisseur AC/DC et de fournir une sortie de 230VAC contrôlée par un relais de puissance. Ils doivent être conçus pour supporter le courant standard d'une prise électrique (10A) ainsi que la tension élevée du réseau.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Connecteurs externes | | | |
| N° de fabricant | 691401700002B 691401700004B | |  |
| Tension de fonctionnement | 300 RMS | [VAC] |
| Courant de fonctionnement | 10 | [A] |
| Ecartements | 5 | [mm] |
| Nombre de positions | 2 & 4 |  |

## Serveur externe

Un serveur externe est essentiel pour prendre en charge deux fonctionnalités principales : la configuration à distance et la gestion d'une base de données.

Cette base de données sera utilisée pour stocker des informations concernant les badges d'accès et les autorisations qui leur sont associées. Un serveur web basique facilitera l'accès à distance afin de configurer le système et administrer les droits d'accès.

Dans cette optique, l'utilisation du Raspberry Pi 3B+ se montre particulièrement appropriée. Le langage de programmation privilégié, Python, bénéficie d’un grand nombre de librairies et d’une documentation abondante.

# Hardware

# Software

# Conclusion

# Bibliographie

[1] « MIFARE Classic EV1 1K - 4K ». https://www.nxp.com/products/rfid-nfc/mifare-hf/mifare-classic/mifare-classic-ev1-1k-4k:MF1S50YYX\_V1 (consulté le 22 août 2023).

[2] « Ethernet Starter Kit II ». https://www.microchip.com/en-us/development-tool/dm320004-2 (consulté le 22 août 2023).

|  |  |
| --- | --- |
| https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/04/ChatGPT_logo.svg/1200px-ChatGPT_logo.svg.png | ChatGPT a été intégré dans ce rapport exclusivement pour la correction orthographique et la rédaction de reformulations. Toutes les informations contenues dans ce document, sauf indication contraire, sont de la responsabilité de l'auteur du rapport*.* |

# Logiciels

|  |  |
| --- | --- |
| Une image contenant Graphique, Police, graphisme, ligne  Description générée automatiquement | |
| Nom | Version |
| MPLAB X | 5.45 |
| Harmony | 2….. |

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Nom | Version |
| NRF Tools | 8.9 |

# Annexes

## Cahier des charges

## Planification

## Journal de travail

## Procès-verbaux des séances hebdomadaires