



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY

جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE
Département : Electronique
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIES
Filière : Electronique
Spécialité : Instrumentation

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Thème:

Conception et implémentation d'un système biométrique

Présenté par : *Ferdi Dorsaf*
Menidjel Zoubir

Encadrant : *Daas Sara* MCB Université Badji mokhtar-Annaba

Jury de Soutenance :

MESSADEG DJEMIL	Prof	UBMA	Président
DAAS SARA	MCB	UBMA	Encadrant
AMARA FETHI	MCB	UBMA	Examineur
TOLBA Cherif	Prof	UBMA	Représentant de l'Incubateur
Abdallah Mouassa		Sider Electronique	Représentant du partenaire socio- économique

Année Universitaire : 2022/2023

R E M E R C I M E N T

Nous remercions avant tout Dieu le tout-puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'Il nous a accordées durant toutes ces longues années d'études, afin que nous puissions arriver là où nous en sommes aujourd'hui.

Tout d'abord, nous remercions nos encadrants pour leur soutien constant et leurs précieux conseils tout au long de ce projet. Leur expertise et leur patience ont été essentielles pour nous guider vers la réussite.

Nous exprimons notre sincère gratitude envers les membres du jury pour leur précieux temps, leur expertise et leur évaluation attentive de notre travail. Leur présence et leurs commentaires ont été d'une grande importance pour notre parcours. Leur soutien et leur contribution ont été inestimables dans notre réussite

Nous adressons également nos remerciements à nos familles pour leur amour, leur encouragement et leur soutien inconditionnels. Leur confiance en nous et leur présence ont été une source de motivation inépuisable.

Nous voulons exprimer notre reconnaissance envers nos amis et camarades de classe, qui ont partagé avec nous des moments de travail acharné, d'échanges d'idées et de soutien mutuel. Leurs encouragements et leurs conseils ont été précieux pour notre progression. Que ces mots sincères témoignent de notre gratitude infinie envers toutes les personnes qui ont contribué à notre réussite. Leur impact restera à jamais gravé dans nos mémoires, et nous sommes bénis de les avoir à nos côtés.

DÉDICACES

Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers,

À mon encadrante bien-aimée, **Mme DAAS SARA**. Ta patience et ta gentillesse ont transcendé ton rôle, et tu es devenue bien plus qu'une simple encadrante pour moi.

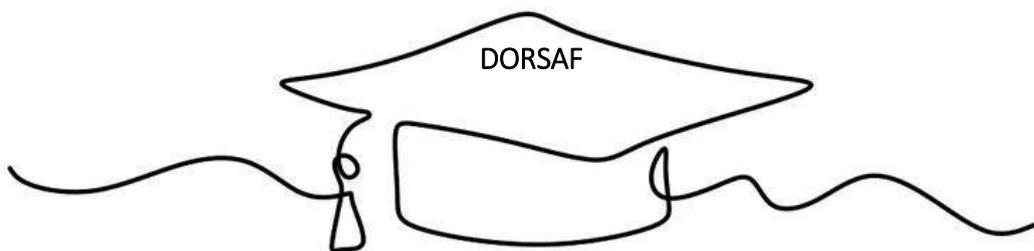
À mes parents Grâce à vous j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais vous remercier pour votre amour, générosité, compréhension... votre soutien fut une lumière dans tout mon parcours. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous.

A mes chères sœurs **Rayene, Maya, loudjaine** et ma cousine **Nachwa** Pour leur soutien moral et leurs précieux conseils tout au long de mon parcours d'études.

A mes frères **Houdaifa et zaid**, Notre lien familial est un trésor inestimable.
À ma nièce **Eline** qui m'a apporté la joie

A mon époux **Hamza** Mon bras droit, Tes encouragements et ton soutien ont été mon ancre dans les moments difficiles.

A mes copines **Wiam, Lina, Dikra** pour chaque mot reçu, chaque geste d'amitié, à chaque main tendue et pour toute attention témoignée.
Mes collègues de l'université **Ikram, Rami, Yahia Ismail** et à tous ce qui m'ont enseigné au long de ma vie scolaire.



Résumé

Ce projet de mémoire propose la conception d'une pointeuse biométrique d'empreintes digitales basée sur le microcontrôleur ESP32, permettant la gestion des présences des étudiants et des enseignants. Grâce à la technologie biométrique, cette solution offre une identification précise et sécurisée, facilitant ainsi la vérification des présences, les empreintes sont enregistrées et comparées avec une base de données pour assurer l'authentification des utilisateurs. Outre la gestion des présences, la pointeuse offre des fonctionnalités supplémentaires telles que la génération de rapports et la facilité d'utilisation. Ce projet apporte une solution moderne et efficace pour une meilleure organisation et une gestion optimisée des présences dans les établissements scolaires.

Mots clé : biométrie, empreinte digitale, système de présence, ESP32, identification

Abstract :

This thesis project proposes the design of a biometric fingerprint-based attendance system using the ESP32 microcontroller, enabling the management of student and teacher attendance. Utilizing biometric technology, this solution offers accurate and secure identification, facilitating attendance verification as fingerprints are recorded and compared against a database to ensure user authentication. In addition to attendance management, the system provides additional features such as report generation and user-friendly interface. This project presents a modern and efficient solution for better organization and optimized attendance management in educational institutions.

Keywords : biometric, fingerprint, attendance system, ESP32, identification

المخلص :

يقترح هذا المشروع للأطروحة تصميم قارئ بصمات الأصابع الحيوي القائم على وحدة المعالجة المركزية لإدارة حضور الطلاب والمدرسين. من خلال تقنية البيومترية، توفر هذه الحلول تحديد هوية دقيقة وأمنة، ESP32 مما يسهل التحقق من الحضور، حيث يتم تسجيل بصمات الأصابع ومقارنتها مع قاعدة بيانات لضمان مصداقية المستخدمين. بالإضافة إلى إدارة الحضور، يوفر القارئ وظائف إضافية مثل إنشاء التقارير وسهولة الاستخدام. يقدم هذا المشروع حلاً حديثاً وفعالاً لتنظيم وإدارة محسنة للحضور في المؤسسات التعليمية.

، التعرف ESP32 بيومتريا، بصمة، نظام الحضور، :الكلمات الرئيسية

Table des matières

Introduction.....	3
I. La biométrie :.....	3
I.1 Histoire de la biométrie :	3
I.2 Définition :.....	4
I.3 Objectif de la biométrie :	4
I.4 Les différents techniques de la biométrie :.....	5
I.4.2 La reconnaissance faciale :	6
I.4.3 La reconnaissance de l'iris :	6
I.5 Caractéristiques de la biométrie.....	6
I.6 Système biométrique :	7
I.6.1 Définition du système biométrique.....	7
I.6.2 Fonctionnement des systèmes biométriques	7
I.6.3 Comparaison des systèmes biométriques :	9
I.7 Empreinte digitale :	10
I.7.1 Historique :	10
I.7.2 Caractéristiques de l'empreinte digitale	11
I.7.3 Les capteurs d'empreintes digitales :	12
a) Les capteurs d'empreintes digitales macroscopiques	12
b) Capteurs d'empreintes digitales optiques :	12
c) Capteurs d'empreintes digitales ultrasoniques :	13
d) Les capteurs intégrés d'empreintes digitales :	14
e) Capteurs intégrés capacitif :.....	15
f) Capteurs intégrés thermiques :	16
g) Capteurs intégrés tactiles :	17
b) Conclusion :.....	18
II. Introduction :	20
II.1 Matériels :	20
II.1.1 ESP32 :	20

a) Les caractéristiques techniques de l'ESP32-WROOM :.....	21
b) Application :	22
c) Alimentation de l'ESP32 sur la carte de développement :	23
d) Interrupteurs et indicateurs LED embarqués :	24
e) Outils de développement :	27
II.1.2 Module de capteur d'empreintes digitales :	28
II.1.4 Module horloge :	35
II.2.1 L'IDE Arduino :	37
II.2.2 Fritzing :	38
II.2.3 VSCode :	39
II.2.4 Technologie utilisée :	40
Conclusion :	41
III Introduction	43
III.1 Connexion matérielle	43
III.2 Boîtier pour le système de présence biométrique.....	44
III.3 Création de Google Sheets	45
III.4 Fichiers HTML et CSS.....	45
III.5 Modèle de base de données SQLite	46
III.6 Programmation :	46
III.7INSCRIPTIONDESUTILISATEURS.....	49
III.8Ledispositifélectronique	51

Liste des tableaux :

Tableau 1 : comparaison entre quelque méthode d'identification biométrique.....	10
--	----

Liste des figures :

Figure I.1 : principe de fonctionnement des systèmes biométrique.....	9
Figure I.2 : Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales optique.....	13
Figure I.3 : Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales ultrasonique à émetteur/récepteur en rotation.....	14
Figure I.4 : Capteur capacitif utilisant des pixels à double électrode.....	15
Figure I.5 : Capteur thermique utilisant une couche de matériau pyroélectrique.....	16
Figure I.6 : Capteur thermique à éléments chauffants.....	17
Figure I.7 : Exemple de capteur d'empreintes digitales tactile.....	18
Figure II.1 : Brochage 1 de la Carte ESP32.....	23
Figure II.2 : Brochage 2 de la Carte ESP32.....	24
Figure II.3 : Brochage 3 de la Carte ESP32.....	24
Figure II.4 : Brochage global de la Carte ESP32.....	25
Figure II.5 : Module de capteur d'empreintes R307.....	28
Figure II.6 : Brochage de capteur R307.....	29
Figure II.7 : Câblage du capteur d'empreinte à ESP32 avec Fritzing.....	30
Figure II.8 : L'oled (SSD1306)	30
Figure II.9 : L'ensemble de la mémoire 1K avec pages.....	32
Figure II.10 : Brochage d'oled.....	33
Figure II.11 : Schéma de câblage du module d'affichage OLED avec ESP32 en fritzing.....	34
Figure II.12 : DS1307 RTC module	34
Figure II.13 : brochage de DS1307 RTC.....	35
Figure II.15 : interface Arduino IDE.....	37
Figure II.16 : interface Fritzing.....	38
Figure II.17 : interface VSCode.....	39
Figure III.1 : Schéma de connexion matérielle illustré dans Fritzing.....	43
Figure III.2 : Conception du boîtier extérieur.....	43
Figure III.3 : création de Google Sheets.....	45
Figure III.4 : Bibliothèques utilisées dans le code.....	46
Figure III.5 : Entrées déclarées dans le code.....	47
Figure III.6 : Extrait du code du projet : Variables et constantes essentielles.....	47
Figure III.7 : l'accès à la base de données.....	48

Figure III.8 : l'enregistrement dans la base de données.....	49
Figure III.9 : Fiche de présence en temps réel.....	49
Figure III.10: Le dispositif électronique du projet.....	50
Figure III.11 : le dispositif électronique du projet.....	50

Introduction Générale

Les avancées technologiques dans le domaine de la biométrie d'empreintes digitales offrent de nouvelles opportunités dans divers environnements, en s'adaptant aux besoins spécifiques de chaque situation et individu. Un critère commun pour toutes les solutions de sécurité est leur facilité d'utilisation et d'installation.

Les progrès réalisés dans la technologie biométrique ont révélé la diversité des applications et des systèmes qu'elle offre, en particulier pour le contrôle d'accès physique à des lieux sécurisés tels que les bureaux et les salles d'examen. Par exemple, la vérification des identités des étudiants par empreintes digitales lors des examens permet d'éliminer les procédures classiques de signature des procès-verbaux de présence et garantit une identification précise des étudiants, même en cas d'oubli de leur carte, tout en optimisant le temps de contrôle, notamment en cas d'un grand nombre de candidats.

Ce mémoire se compose de trois chapitres qui visent à approfondir notre compréhension de la biométrie d'empreintes digitales et à explorer les possibilités de son application dans le domaine de la sécurité et du contrôle d'accès.

Le premier chapitre présente un état de l'art sur la biométrie en général, en mettant l'accent sur les empreintes digitales. Nous y aborderons l'histoire de la biométrie, sa définition, ses objectifs ainsi que les différentes techniques utilisées. Nous examinerons également les caractéristiques des systèmes biométriques et nous nous pencherons plus spécifiquement sur les empreintes digitales, leur historique et leurs caractéristiques, ainsi que les capteurs d'empreintes digitales.

Le deuxième chapitre se concentrera sur les matériels et logiciels utilisés dans notre projet. Nous explorerons les différents types de capteurs d'empreintes digitales et nous expliquerons leurs principes de fonctionnement. Nous présenterons également la carte ESP32, qui sera notre outil principal de développement, offrant une interface conviviale et des fonctionnalités étendues pour la programmation.

Le troisième chapitre de ce mémoire sera consacré à la mise en pratique concrète de notre projet. Nous plongerons dans la programmation des différents composants électroniques utilisés, tels que HTML, CSS et SQLite, afin de mettre en place un système d'enregistrement de présence efficace. De plus, nous mettrons en avant la réalisation d'un boîtier en 3D sur mesure pour abriter notre système biométrique, démontrant ainsi notre capacité à intégrer l'électronique et la conception 3D. Nous explorerons également l'utilisation de Google Sheets pour la gestion et l'analyse des données collectées. Ce chapitre reflètera notre maîtrise des compétences techniques nécessaires pour développer des solutions biométriques avancées et soulignera notre aptitude à combiner différentes disciplines technologiques pour réaliser des projets innovants.

Chapitre I : état de l'art sur la biométrie

Introduction

Dans ce chapitre, nous examinerons l'état de l'art de la biométrie, en mettant l'accent sur l'utilisation des empreintes digitales comme méthode d'identification biométrique. Nous explorerons l'histoire de la biométrie, les différentes techniques biométriques, les caractéristiques des empreintes digitales et les systèmes biométriques. Cette introduction jettera les bases nécessaires pour comprendre les concepts clés abordés dans les chapitres suivants de notre mémoire.

I. La biométrie :

I.1 Histoire de la biométrie :

La biométrie répond au souci très ancien d'utiliser les différences individuelles pour prouver l'identité d'un individu de manière irréfutable. Depuis la préhistoire, les gens ont « signé » avec leurs doigts, croyant qu'ils ne pouvaient être identifiés que par certaines caractéristiques, telles que les empreintes digitales. Deux siècles avant Jésus-Christ, l'empereur Ts-In-She authentifiait certains sceaux avec son empreinte digitale. Au XIXe siècle, Berthillon pose le premier jalon de la police scientifique en France.

Il a utilisé des "lectures métriques" de caractéristiques anatomiques spécifiques pour identifier les récidivistes. Cette technique a souvent réussi. Cette métrique est basée sur 14 mesures dont la taille, la longueur des coudes, les pieds et les oreilles.

En 1894, il fit faire à l'accusé quatre empreintes digitales de la main droite au bas de sa carte d'identité, et en 1904 dix doigts (dix doigts). Il développe également des protocoles rigoureux pour l'identification photographique (visage/profil) et la description de certaines caractéristiques physiques telles que les cicatrices, les brûlures et les tatouages [1].

I.2 Définition :

La biométrie est une technologie qui utilise des caractéristiques physiologiques ou comportementales uniques pour identifier de manière fiable et automatisée un individu. Les caractéristiques physiologiques incluent les empreintes digitales, l'iris, la rétine, la reconnaissance faciale, la reconnaissance de la voix et la forme de la main. Les caractéristiques comportementales incluent la signature, la frappe au clavier, la marche et la saisie de données. [2]

Cette technologie est de plus en plus utilisée dans de nombreux domaines tels que la sécurité, la surveillance, aux bâtiments, les systèmes de paiement, les soins de santé, etc. Elle est considérée comme une méthode d'identification plus sûre et plus pratique que les méthodes traditionnelles de vérification de l'identité telles que les mots de passe ou les codes PIN.

Cependant, il existe des préoccupations quant aux risques pour la vie privée et à la sécurité associés aux systèmes biométriques, car ils nécessitent la collecte et le stockage de données personnelles sensibles. Il est donc important de veiller à ce que les systèmes biométriques soient mis en place de manière responsable et transparente, avec des mesures de protection appropriées pour prévenir toute utilisation abusive des données biométriques des individus [3].

I.3 Objectif de la biométrie :

Le but de la biométrie est d'identifier ou d'authentifier les individus en fonction de leurs caractéristiques uniques, telles que : Les Caractéristiques physiques, comportementales ou biologiques. Les applications biométriques peuvent être classées en trois catégories :

Vérification, identification et recherche des doublons. La biométrie est utilisée pour identifier et authentifier les personnes sur la base de données reconnaissables et vérifiables.

Il est également utilisé pour des raisons de sécurité, notamment pour empêcher les logiciels de décodage de scanner chaque mot d'un dictionnaire. Enfin, les données biométriques peuvent être utilisées pour collecter des données démographiques, mais cela reste une finalité secondaire [4]. [5].

I.4 Les différents techniques de la biométrie :

Il existe de nombreuses modalités biométriques, qui peuvent être divisées en deux catégories principales :

- **L'analyse des traces biologiques :** qui utilise les caractéristiques biologiques des individus (ADN, salive, odeur, etc.) mais qui sont complexes à mettre en œuvre dans un système de reconnaissance
- **L'analyse des traits physiques :** qui est plus facile à mettre en œuvre et se divise en deux grandes classes :
 - **La biométrie physiologique ou morphologique :** basée sur l'identification des traits physiques spécifiques tels que la forme du visage, la rétine, l'empreinte digitale, etc.,
 - **La biométrie comportementale :** qui se base sur l'analyse de certains traits personnels du comportement de l'individu, tels que sa façon de taper sur un clavier, la trajectoire de sa signature, sa démarche, etc.

I.4.1 La reconnaissance des empreintes digitales :

Repose sur le fait qu'une empreinte digitale unique contient environ une centaine de points distinctifs, appelés minuties. En général, seulement une douzaine de minuties concordantes sont nécessaires pour prouver que deux empreintes digitales sont identiques, permettant ainsi d'établir avec certitude l'identité d'une personne.

I.4.2 La reconnaissance faciale :

Implique la conversion d'une image en un modèle 3D, avec des paramètres tels que l'écartement des yeux, qui sont ensuite comparés à une base de données biométriques locale ou distante. L'efficacité de la reconnaissance faciale dépend de la qualité de l'image, de la taille de la base de données et de la puissance des algorithmes de correspondance utilisés pour comparer les caractéristiques.

I.4.3 La reconnaissance de l'iris :

Est basée sur le fait que les iris de chaque individu sont aussi uniques que ceux d'une autre personne, y compris entre des jumeaux homozygotes. Les caractéristiques de l'iris varient très peu au cours de la vie d'une personne et peuvent être identifiées même si elle porte des lunettes ou des lentilles de contact. [6]

I.5 Caractéristiques de la biométrie

De nombreuses fonctions sont utilisées dans diverses applications. Chaque fonctionnalité biométrique a ses forces et ses faiblesses, de sorte que le choix de la technologie pour une application particulière dépend de nombreux aspects en plus de ses performances.

Ont identifié sept facteurs qui déterminent la pertinence des caractéristiques physiques ou comportementales pour une utilisation dans les applications biométriques.

Universalité : Toute personne ayant accès à l'application doit en avoir la propriété.

Unicité : Les caractéristiques doivent être suffisamment différentes d'une personne à l'autre.

Cohérence : Les données biométriques d'un individu doivent être suffisamment stables sur une période de temps.

Mesurabilité : Les données biométriques doivent être enregistrées et numérisées avec un appareil adapté.

Performances : La précision de la détection et les ressources nécessaires pour atteindre la précision requise pour répondre aux contraintes imposées par l'application.

Acceptation : Les personnes souhaitant utiliser cette application doivent accepter de présenter leurs données biométriques au système.

Contournement : Il s'agit de la facilité avec laquelle les objets peuvent être utilisés pour imiter des caractères personnels (par ex.

Les caractéristiques physiques sont de faux doigts, les caractéristiques comportementales sont des expressions faciales. [7]

I.6 Système biométrique :

I.6.1 Définition du système biométrique

Les systèmes biométriques sont un ensemble de technologies informatiques qui reconnaissent automatiquement les personnes en fonction de leurs caractéristiques physiques, biologiques ou comportementales. Les données biométriques sont des données personnelles car elles permettent d'identifier un individu. La biométrie doit être universelle et unique pour que chacun puisse l'utiliser

Pour que les systèmes biométriques fonctionnent efficacement, ils ont besoin de données spécifiques sur des caractéristiques biologiques uniques [7].

I.6.2 Fonctionnement des systèmes biométriques

Le principe de fonctionnement des systèmes biométriques comprend trois modes principaux.

Enregistrer : C'est l'étape qui enregistre la signature biométrique de chaque utilisateur dans la base de données. Chaque utilisateur soumet un ou plusieurs exemples de données biométriques. Ces échantillons sont traités et stockés dans une base de données avec un identifiant. Elle peut également être accompagnée d'une biographie (nom, prénom, adresse,

etc.) correspondant à l'utilisateur. Ces données seront utilisées plus tard dans la phase d'identification.

Attestation : Ou vérification pour confirmer l'authenticité d'un individu. Ce dernier fournit un motif biométrique et un identifiant, avec lesquels le système vérifie que le motif stocké dans la base de données correspond à la signature biométrique fournie par l'utilisateur. Le module de décision génère une réponse oui/non selon la vérification/refus d'identité. Au cours de cette phase, le système biométrique met à jour les modèles pour les types de caractéristiques biométriques (reconnaissance faciale) qui changent légèrement au fil du temps.

Identification : C'est l'étape de la reconnaissance personnelle. Après traitement, les échantillons soumis pour identification sont soumis à un algorithme de comparaison avec différents modèles stockés dans une base de données afin de permettre au module de décision d'établir l'identité des parties concernées [8]

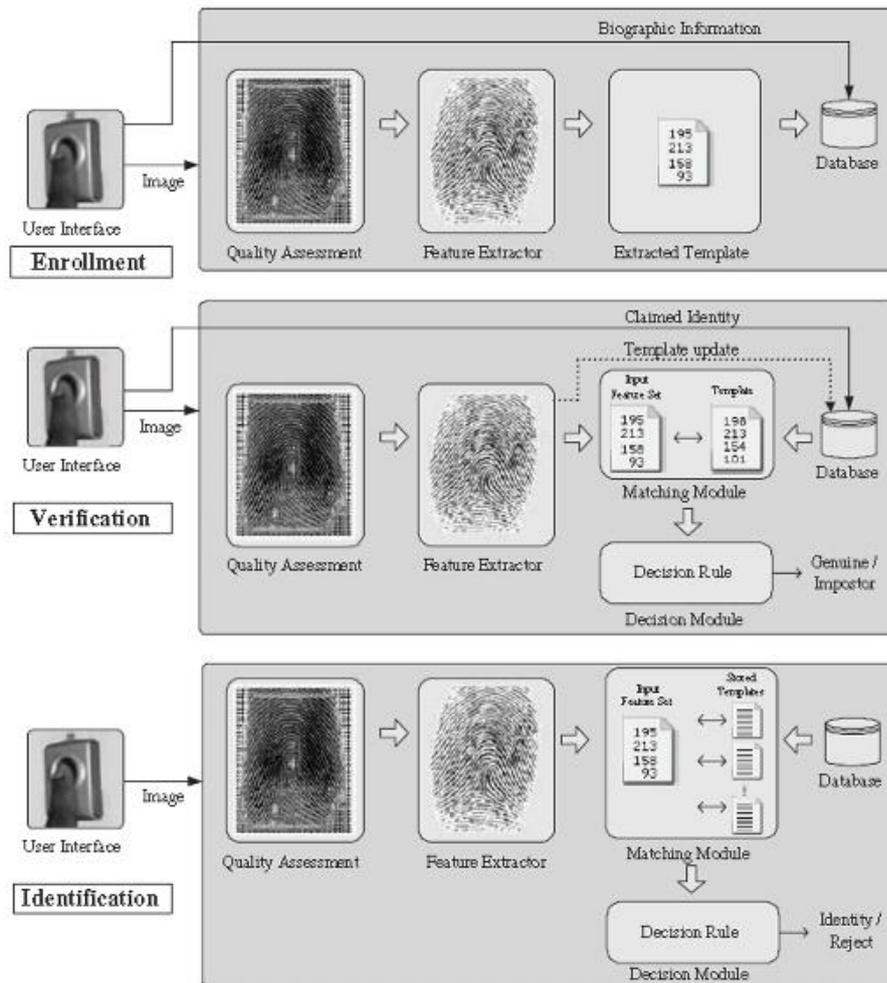


Figure I.1 : principe de fonctionnement des systèmes biométrique

I.6.3 Comparaison des systèmes biométriques :

Voici quelques questions fréquemment posées dans ce domaine :

Quelle est la meilleure méthode biométrique ? Bien sûr, la réponse est qu'il n'y a pas de meilleure technologie biométrique absolue. Tout dépend de la nature exacte de l'application et des raisons de sa mise en œuvre. Néanmoins, vous pouvez analyser les distributions en termes d'usage et comparez-les dans votre propre contexte selon des critères de performance.

Le tableau présente une petite comparaison entre les systèmes biométriques les plus largement utilisés. Nous constatons que l'utilisation des systèmes biométriques rétinien est

rare malgré leur excellente efficacité. Comme mentionné précédemment, le retard de cette technique est principalement dû au caractère invasif de l'acquisition des images rétiniennes [7].

Méthode	Utilisation %	Nombre de points mesurable	Fiabilité
Empreinte digitale	50	80	Assez bonne
Reconnaissance faciale	15	Selon la photo	Variable
Reconnaissance de la main	10	90	Bonne
Iris	6	244	Proche 99%
Signature	<5	Selon la signature	Variable
Voix	Peu utilisé	Fond des bruits de fond	Peu fiable
Rétine	Rare	400	Excellente

Tableau 1 : comparaison entre quelque méthode d'identification biométrique [7].

I.7 Empreinte digitale :

I.7.1 Historique :

Les premières traces d'utilisation des empreintes digitales remontent à l'Égypte ancienne, à l'époque des pyramides il y a plus de 4000 ans. Les Chinois utilisaient également les empreintes digitales dès le troisième siècle avant Jésus-Christ pour signer des documents officiels, bien qu'ils ne connussent probablement pas alors leur caractère unique permettant une identification fiable. Ce n'est qu'en 1856 que l'Anglais William Herschel, après avoir utilisé les empreintes digitales comme signature sur la population indienne qu'il dirigeait, commença à comprendre leur unicité et leur constance dans le temps. En 1888, le Britannique Francis Galton publia une étude sur les empreintes digitales dans laquelle il établit leurs caractéristiques, telles que leur unicité. Par la suite, l'utilisation des empreintes digitales s'est répandue dans les enquêtes criminelles et a permis de résoudre de nombreuses affaires. Aujourd'hui, les empreintes digitales sont toujours largement utilisées et reconnues comme

une méthode d'identification fiable, notamment dans le système judiciaire en Angleterre où elles ont été officiellement adoptées. [10]

I.7.2 Caractéristiques de l'empreinte digitale

Les empreintes digitales sont classées en trois catégories principales qui couvrent 95% des doigts humains : l'arche ou arc, qui inclut le tourbillon (whorl) et la boucle (loop). Chacune de ces catégories possède un grand nombre d'éléments qui nous différencient les uns des autres, tels que les cicatrices, les fourches, les îlots et les espaces, qui confèrent à chaque empreinte latente un caractère unique. Les empreintes en boucle représentent les motifs les plus courants, couvrant 60% des doigts. Dans ce type d'empreinte, les lignes se replient soit vers la droite, soit vers la gauche. Les empreintes en tourbillon représentent 30% des doigts humains, avec des lignes qui s'enroulent autour d'un point pour former un tourbillon vertical. Enfin, les empreintes en arc, regroupant seulement 5% des doigts humains, sont les motifs les moins courants. Dans ce type d'empreinte, les lignes sont disposées les unes au-dessus des autres pour former des A.

Les motifs sont différenciés les uns des autres grâce à des "points singuliers" appelés "minuties" sur les boucles, les tourbillons ou les arcs. Les minuties peuvent être des points singuliers globaux tels que le noyau ou le delta, ou des points singuliers locaux tels que les terminaisons, les bifurcations, les îlots et les lacs. Quelle que soit sa forme, une empreinte digitale possède des points précis différents appelés minuties. On estime qu'il y a plus de cent points de convergence entre deux empreintes identiques relevées. Souvent, ces points de convergence sont des irrégularités sur les lignes papillaires. Les points les plus fréquemment utilisés dans les algorithmes lors de la comparaison sont de quatre types : les lacs, les terminaisons (à droite et à gauche), les bifurcations (à droite et à gauche) et les îles. Plus précisément, une minutie [11].

1.7.3 Les capteurs d'empreintes digitales :

Les capteurs d'empreintes digitales sont largement utilisés en biométrie en raison de leur simplicité et de leur rapidité pour la saisie des empreintes digitales. Les utilisateurs n'ont souvent qu'à poser ou passer leur doigt sur la surface du capteur pour enregistrer leur empreinte. De plus, l'utilisation de l'empreinte digitale comme méthode d'identification est largement acceptée et les algorithmes de traitement et de reconnaissance d'empreintes sont bien établis. Les capteurs d'empreintes digitales peuvent être intégrés dans un seul substrat semiconducteur, ce qui permet leur production à grande échelle à faible coût. Ces capteurs, appelés capteurs intégrés, sont fabriqués en utilisant les technologies microélectroniques et microsystèmes actuelles, offrant ainsi une solution économique et efficace pour la capture des empreintes digitales.

a) Les capteurs d'empreintes digitales macroscopiques

Il existe principalement deux types de capteurs d'empreintes digitales macroscopiques : les capteurs optiques et les capteurs ultrasoniques. Peu importe leur mode de fonctionnement, tous ces systèmes permettent d'acquérir l'image de l'empreinte digitale sans que l'utilisateur ait besoin de déplacer son doigt sur la surface du capteur.

b) Capteurs d'empreintes digitales optiques :

La plupart des capteurs d'empreintes digitales optiques fonctionnent en exploitant les changements d'indice de réflexion de la surface d'un prisme lorsque les reliefs du doigt entrent en contact avec celle-ci. Ces capteurs, commercialisés par des entreprises telles que Identix, utilisent des lentilles et des capteurs optiques intégrés tels que les capteurs matriciels CCD ou APS. Cependant, ils sont généralement encombrants, coûteux (environ 100 € à 1000 €) et fragiles, ce qui rend leur intégration dans un système portable difficile. Les images capturées par ces capteurs ont une résolution d'environ 500 dpi, mais elles souffrent de certains défauts. L'image peut être perturbée par des poussières et des salissures en contact

avec la surface du prisme, ainsi que par la déformation de l'image due à la pression du doigt sur le capteur, ce qui peut poser des problèmes lors de l'appariement des empreintes digitales.

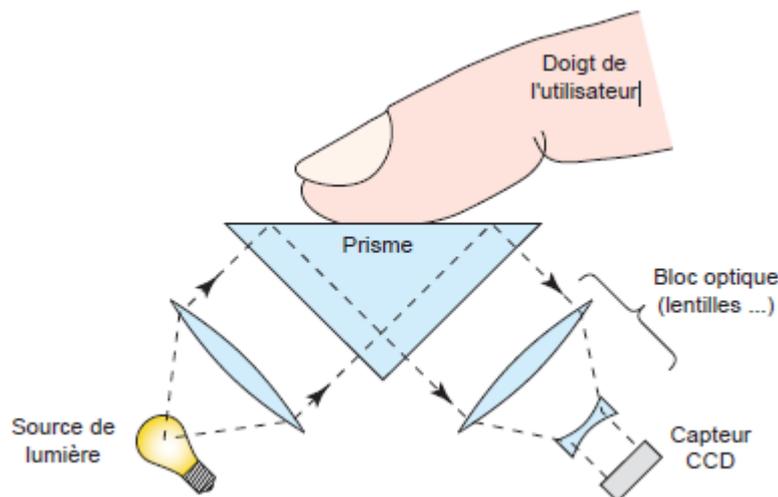


Figure I.2 : Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales optique.

Les capteurs d'empreintes digitales optiques restent les systèmes macroscopiques les plus répandus et les plus avancés, malgré leurs défauts.

c) **Capteurs d'empreintes digitales ultrasoniques :**

En 1986, une méthode utilisant l'échographie ultrasonore pour acquérir les empreintes digitales a été proposée. Ce système repose sur le principe de la réflexion partielle des ondes ultrasonores lorsqu'elles passent d'un milieu physique à un autre. Un émetteur/récepteur d'ultrasons en rotation est utilisé pour obtenir la signature de l'écho sous différents angles, permettant ainsi de reconstruire l'image de l'empreinte digitale grâce à un traitement informatique. Ce type de capteur offre de nombreux avantages, tels qu'une grande résistance aux salissures présentes à la surface du capteur et une résolution élevée pouvant atteindre 1000 dpi. Il permet même l'identification des empreintes digitales composées de sillons très

fins, comme chez les enfants. Des applications telles que la sécurité sociale en Afrique du Sud a adopté ce système pour identifier des enfants de moins de cinq ans.

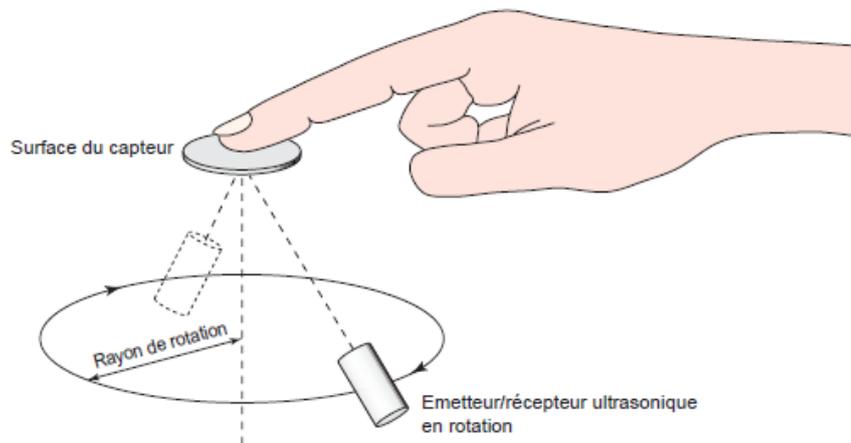


Figure I.3 : Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales ultrasonique à émetteur/récepteur en rotation

d) **Les capteurs intégrés d'empreintes digitales :**

La plupart des capteurs d'empreintes digitales intégrés commercialisés actuellement sont de type capacitif ou thermique. Les capteurs utilisant d'autres méthodes d'acquisition, tels que les capteurs tactiles, sont encore peu répandus en raison des difficultés liées à leur encapsulation. Les capteurs intégrés se distinguent des capteurs macroscopiques par leur principe physique de saisie de l'empreinte digitale et leur géométrie. La surface active du capteur peut prendre trois configurations différentes : ligne (une ou plusieurs), matrice totale ou matrice partielle.

e) Capteurs intégrés capacitif :

Les capteurs intégrés capacitifs sont actuellement les systèmes les plus avancés et économiquement viables, car ils peuvent être facilement réalisés à l'aide de technologies microélectroniques standard. Il existe plusieurs types de capteurs capacitifs qui mesurent les variations locales du champ électrique ou la capacité entre l'électrode de mesure et la peau en contact avec le capteur. Pour mesurer ces variations de capacité, un condensateur est utilisé comme boucle de contre-réaction dans un circuit intégrateur. Cette mesure permet de déterminer la présence ou l'absence du relief du doigt en contact avec le capteur. Il existe différentes architectures de circuits pour mesurer la variation de capacité. Un avantage de ce type de capteur est l'absence de contact électrique direct entre le capteur et le doigt, ce qui facilite son intégration dans un boîtier. Cependant, la qualité des images produites par ces capteurs peut parfois être insatisfaisante en raison des perturbations du champ électrique causées par la partie externe de l'épiderme, qui est souvent endommagée. De plus, ces capteurs peuvent souffrir du phénomène de cross-talk entre pixels adjacents, ce qui réduit la définition effective de l'image obtenue. Le deuxième type de capteurs capacitifs intégrés surmonte ces problèmes en exploitant les couches plus internes de la peau pour acquérir l'empreinte digitale, utilisant une seule électrode de mesure par pixel.

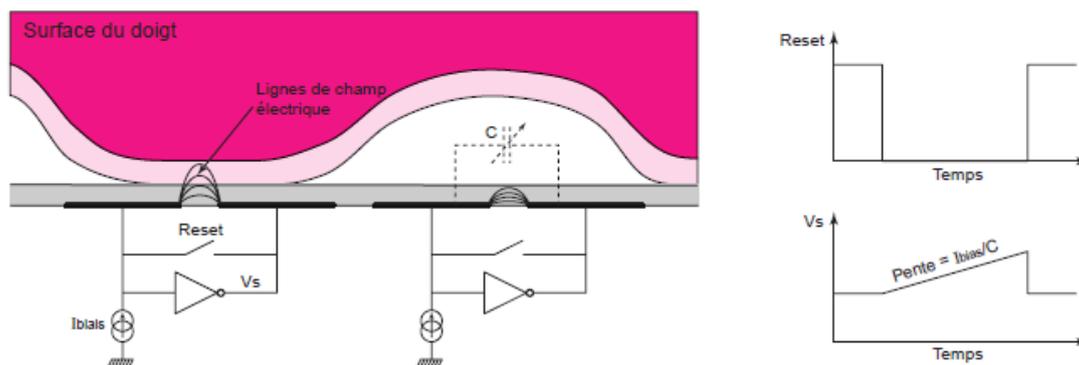


Figure I.4 : Capteur capacitif utilisant des pixels à double électrode

f) Capteurs intégrés thermiques :

La société Atmel propose sur le marché un capteur intégré d'empreintes digitales basé sur le principe de la thermique. Ce capteur fonctionne en détectant les zones de l'empreinte digitale qui chauffent localement la surface du système lorsqu'elles sont en contact. Pour mesurer cette élévation de température, le capteur utilise une couche de matériau pyroélectrique placée entre une électrode de référence et une électrode de mesure (une par pixel). Lorsque le matériau pyroélectrique est chauffé par la présence du doigt, une différence de potentiel électrique apparaît entre les deux électrodes, permettant ainsi la mesure de l'empreinte digitale.

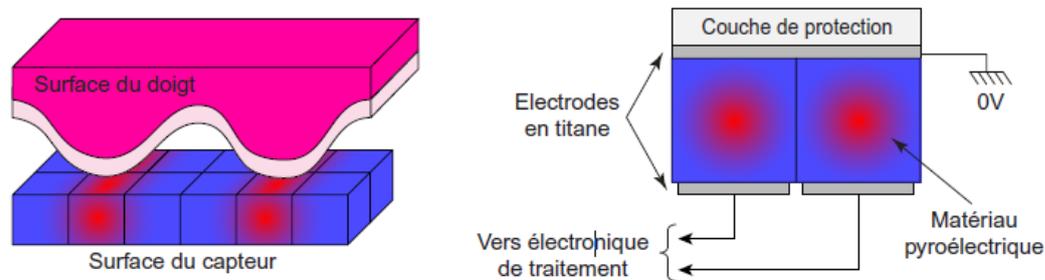


Figure I.5 : Capteur thermique utilisant une couche de matériau pyroélectrique

Les capteurs d'empreintes digitales thermiques présentent plusieurs inconvénients qui affectent la qualité de l'image obtenue. Tout d'abord, ces capteurs nécessitent l'utilisation de technologies non standard, ce qui les rend coûteux. De plus, l'acquisition de l'image doit être effectuée rapidement, en moins d'une seconde, afin d'éviter l'atteinte de l'équilibre thermique à la surface du capteur, ce qui entraînerait une homogénéisation de la température et du signal. En outre, ces capteurs doivent être chauffés si la température ambiante descend en dessous d'un seuil spécifique, ce qui les rend inadaptés aux systèmes à faible consommation d'énergie tels que les applications portables.

Des recherches ont montré qu'il était possible de réaliser des capteurs d'empreintes digitales thermiques en utilisant une matrice d'éléments chauffants. Ces capteurs exploitent le fait que la dissipation de chaleur est plus élevée au niveau des pixels en contact avec la surface du doigt, ce qui entraîne une température moins élevée dans ces zones. Ces capteurs utilisent des résistances électriques en silicium monocristallin suspendues au-dessus du substrat pour limiter les pertes de chaleur indésirables par le biais du substrat. Cependant, aucun capteur utilisant ce principe n'est actuellement commercialisé.

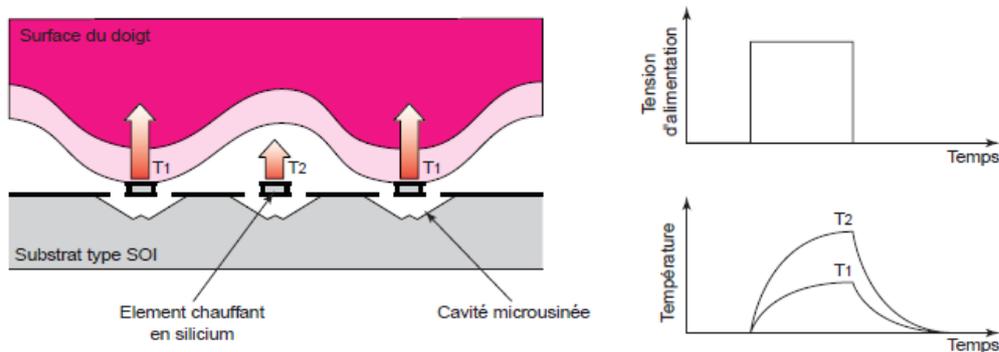


Figure I.6 : Capteur thermique à éléments chauffants.

g) Capteurs intégrés tactiles :

Les capteurs tactiles d'empreintes digitales ont été les premiers à être prototypés, mais aucun d'entre eux n'a encore été commercialisé en raison de leur relative fragilité et des difficultés liées à leur intégration dans un boîtier.

Un exemple de capteur tactile à détection capacitive est illustré dans la Figure VI. Ce capteur est composé d'une matrice de plaques en silicium monocristallin (une par pixel) maintenues au-dessus du substrat par des bras de suspension de type crab-leg. Les plaques suspendues servent d'électrode supérieure d'une structure capacitive qui peut se déformer sous l'effet mécanique du doigt posé sur la surface du capteur. L'électrode inférieure est réalisée par dépôt métallique suivi d'une étape de lithographie. Les pixels actifs sont adressés selon un mode x-y, où les électrodes inférieures et supérieures sont connectées en ligne. Il est important de noter que ce prototype ne comprend pas d'éléments électroniques pour le

conditionnement du signal, car les étapes technologiques requises ne sont pas réalisables sur la base d'un circuit VLSI.

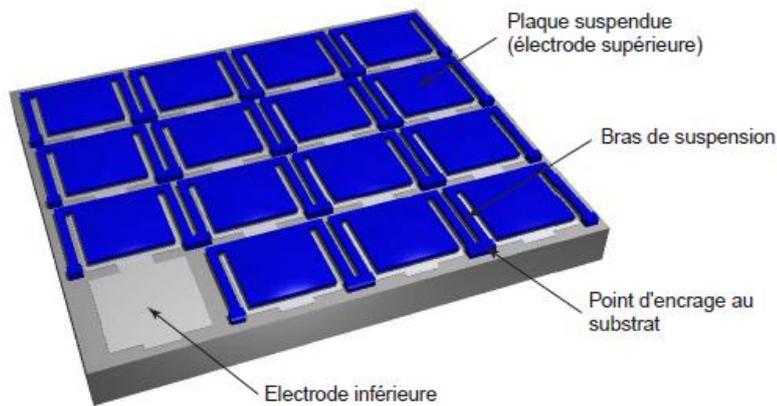


Figure I.7 : Exemple de capteur d'empreintes digitales tactile

Des recherches supplémentaires ont démontré la faisabilité de microstructures capacitives fabriquées à basse température (au maximum 300°C), ce qui permet de réaliser le capteur à partir d'un circuit CMOS. Les pixels ainsi créés ont un pas inférieur à 50 μm (une résolution supérieure à 500 dpi) et sont constitués d'une membrane déformable en nitrure de silicium (Si_3N_4). Cela ouvre la voie à la réalisation de capteurs d'empreintes digitales à haute résolution sur des substrats CMOS [12]

b) Conclusion :

En conclusion de ce chapitre, nous avons exploré en détail la biométrie et les empreintes digitales, en mettant l'accent sur leurs caractéristiques et leur modèle de reconnaissance. Ce chapitre a posé les bases nécessaires pour comprendre le fonctionnement des systèmes de vérification d'empreintes digitales. Dans le prochain chapitre, nous aborderons les aspects matériels utilisés dans ces systèmes, en examinant les différents composants et dispositifs nécessaires à la capture et à l'analyse des empreintes digitales. Nous plongerons ainsi plus en profondeur dans la mise en œuvre pratique de cette technologie fascinant

Chapitre II : MATERIELS ET LOGICIELS UTILISE

II. Introduction :

Ce chapitre se concentre sur les matériels et logiciels essentiels utilisés dans notre projet. Nous utiliserons l'ESP32, un microcontrôleur puissant, associé à l'écran OLED SSD1306 pour des capacités d'affichage avancées. Nous intégrerons également le capteur optique d'empreintes digitales R308 pour une identification biométrique précise, ainsi que le module horloge temps réel DS1307 RTC pour la gestion précise du temps. Le logiciel Arduino sera notre outil de développement principal, offrant une interface conviviale et des fonctionnalités étendues pour la programmation.

II.1 Matériels :

II.1.1 ESP32 :

Le module ESP-WROOM-32 est un composant électronique polyvalent doté de capacités Wifi, Bluetooth et BLE (Bluetooth Low Energy). Il est conçu pour une variété d'applications, allant des réseaux de capteurs basse consommation aux tâches les plus exigeantes telles que le streaming musical et le décodage MP3. Au cœur de ce module se trouve la puce ESP32, qui est évolutive et adaptative. Elle dispose de deux cœurs de processeur, d'une fréquence d'horloge réglable et d'un coprocesseur basse consommation pour surveiller en permanence les périphériques. ESP32 intègre également un large éventail de périphériques tels que des capteurs tactiles capacitifs, des capteurs à effet Hall, des amplificateurs de détection à faible bruit, une interface de carte SD, Ethernet, SDIO/SPI haute vitesse, UART, I2S et I2C. Avec le Wifi et le Bluetooth intégrés, il offre une large portée physique et permet une connexion directe à Internet via un routeur Wifi. Il permet également une connexion facile aux téléphones et une diffusion à faible consommation d'énergie de balises pour leur détection. La puce ESP32 offre des performances optimisées pour l'intégration électronique, avec une

prise en charge de débits de données allant jusqu'à 150 Mbps et un courant de veille inférieur à 5A. [13]

a) Les caractéristiques techniques de l'ESP32-WROOM :

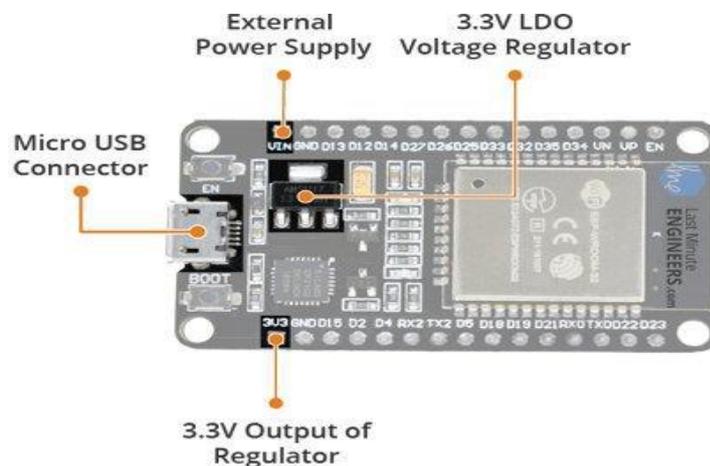
- **Processeur :**
 - CPU : Xtensa double-coeur (ou simple-coeur), microprocesseur LX6 32 bits, fonctionnant à 160 ou 240 MHz et fournissant jusqu'à 600 DMIPS ;
 - Coprocesseur à ultra basse consommation (ULP) ;
- **Mémoire :**
 - 520 Ko de SRAM ;
 - 448 Ko de ROM pour le programme de démarrage et les fonctions système ;
 - 4 Mo de mémoire flash pour le stockage de données ;
- **Connectivité sans fil :**
 - Wifi : 802.11 b/g/n ;
 - Bluetooth : v4.2 BR/EDR and BLE jusqu'à v5.0 et v5.1 ;
- **Interfaces de périphériques :**
 - 12-bit Segmentation sur les DAC (SAR ADC) jusqu'à 18 canaux ;
 - 2 × 8 bits DAC ;
 - 10 × capteurs de touché (GPIO de capteur capacitif) ;
 - 4 × SPI ;
 - 2 × interfaces I2S ;
 - 2 × interfaces I2C ;
 - 3 × UART ;
 - Contrôleur hôte SD/SDIO/CE-ATA/MMC/eMMC ;
 - Contrôleur esclave SDIO/SPI ;

- Interface MAC Ethernet avec DMA dédié et support du protocole de temps précis IEEE 1588 ;
- Bus de données CAN 2.0 ;
- Contrôleur infrarouge distant (TX/RX, jusqu'à 8 canaux) ;
- Moteur PWM ;
- LED PWM (jusqu'à 16 canaux) ;
- Capteur à effet Hall ;
- Préamplificateur analogique ultra-basse consommation ;
- **Sécurité :**
 - Standard de sécurité supportant complètement IEEE 802.11, incluant WPA/WPA2 et WAPI de WFA ;
 - Démarrage sécurisé (Secure boot) ;
 - Chiffrement de la Flash ;
 - 1024-bit OTP, jusqu'à 768 bits pour les clients ;
 - Accélération matérielle du chiffrement : AES, SHA-2, RSA, ECC, générateur de nombre aléatoire (RNG) ;
- **Gestion de l'énergie :**
 - Low-dropout regulator interne ;
 - Domaines d'alimentation individuels pour le RTC ;
 - Alimentation en sommeil profond de 5 μ A ;
 - Réveil depuis des interruptions GPIO, timer, mesure ADC, interruption du capteur de touché capacitif. [14]
- b) Application :**
 - Hub de capteurs IoT universel à faible consommation.
 - Automatisation de la maison.

- Enregistreur IoT universel à faible consommation.
- Réseau maillé.
- Streaming vidéo de la caméra.
- Commande sans fil industrielle.
- OTT TV box / décodeur.
- Moniteur pour bébé.
- Prise intelligente.
- Réseaux de capteurs.
- Jouets Wi-Fi : Comptoirs, jouets, Dispositif anti-perte.
- Produits électroniques portables.
- Appareil de reconnaissance vocale Wi-Fi.
- Appareils de localisation Wi-Fi. [15]

c) Alimentation de l'ESP32 sur la carte de développement :

La carte de développement ESP32 inclut un régulateur de tension LDO pour maintenir la tension stable à 3,3 V, car la plage de tension de fonctionnement de l'ESP32 est de 2,2 V à 3,6 V. Le régulateur est capable de fournir une alimentation fiable jusqu'à 600 mA, ce qui est suffisant même lorsque l'ESP32 est sollicité jusqu'à 250 mA pendant les transmissions RF.

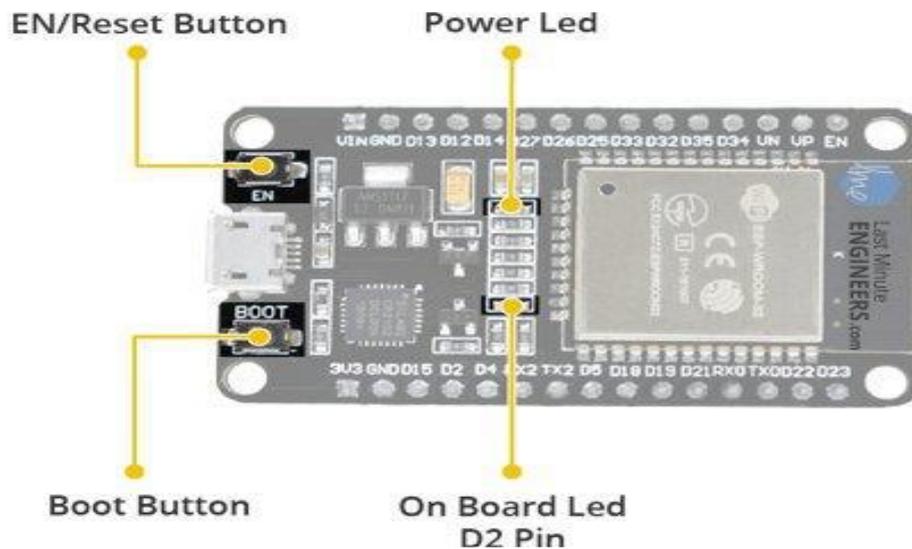


La broche 3V3, qui est reliée à la sortie du régulateur, est disponible sur un côté de la carte et peut être utilisée pour alimenter des composants externes.

Figure II.1 : Brochage 1 de la Carte ESP32.

d) Interrupteurs et indicateurs LED embarqués :

La carte de développement ESP32 est équipée de deux boutons : un bouton de réinitialisation, nommé EN et situé dans le coin supérieur gauche, qui permet de réinitialiser la puce ESP32, et un bouton de téléchargement dans le coin inférieur gauche, utilisé lors du téléchargement de nouveaux croquis/programmes. De plus, la carte possède deux indicateurs LED : une LED rouge qui indique que la carte est sous tension et alimentée à 3,3 V par le régulateur, et une LED bleue programmable par l'utilisateur, connectée à la broche D2 de la carte



Communication série : La carte est équipée du contrôleur de pont USB vers UART CP2102 de Silicon Labs, qui assure la conversion du signal USB en série et permet la programmation et la communication de l'ordinateur avec la puce ESP32

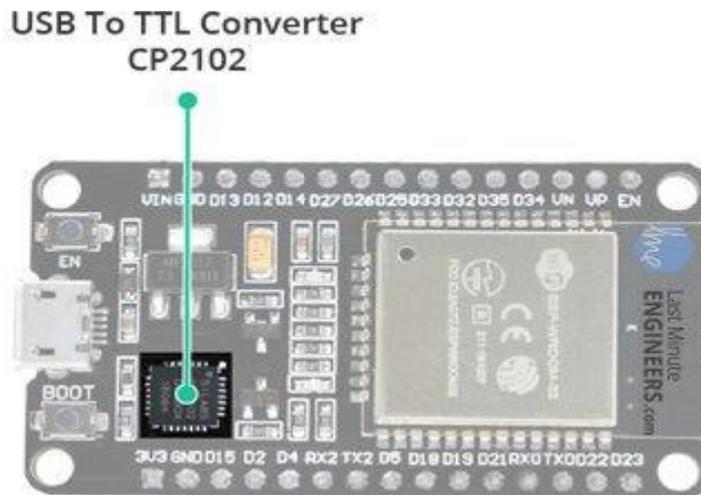
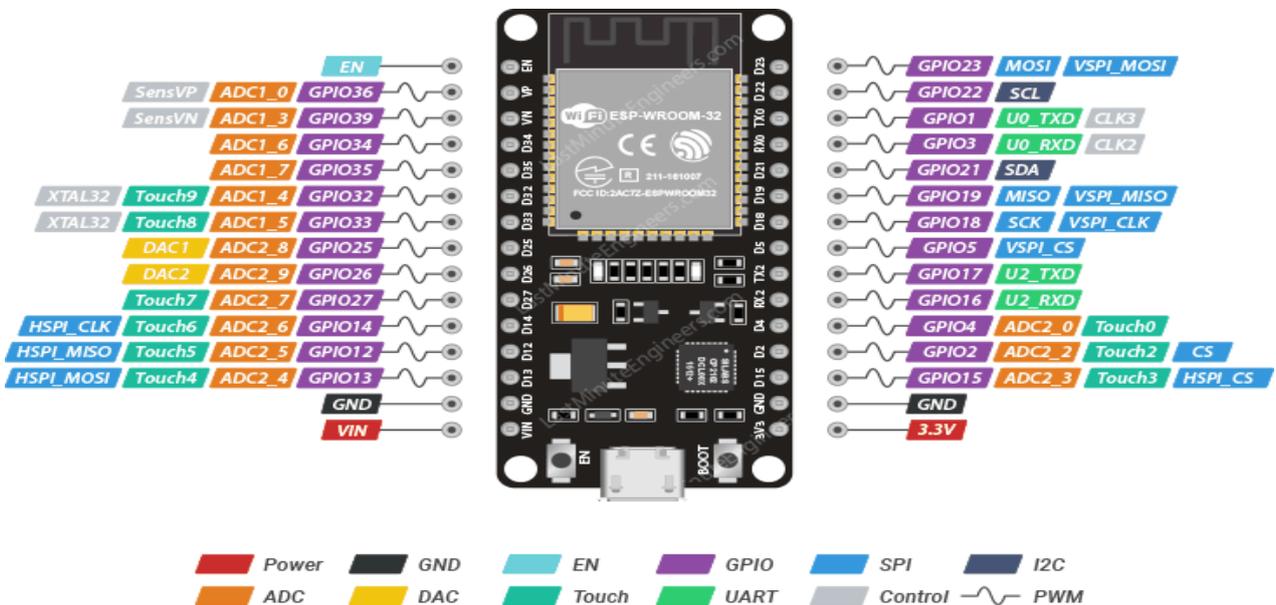


Figure II.3 : Brochage 3 de la Carte ESP32.

La carte de développement ESP32 dispose d'un total de 30 broches qui permettent de connecter la carte à des composants externes. Voici les connexions disponibles :



Broches d'alimentation : La carte de développement ESP32 dispose de deux broches d'alimentation : la broche VIN et la broche 3.3V. La broche VIN permet d'alimenter directement l'ESP32 et ses périphériques si vous disposez d'une source de tension régulée 5V. Quant à la broche 3.3V, elle fournit une tension stable grâce à un régulateur de tension intégré et peut être utilisée pour alimenter des composants externes. GND est la broche de mise à la terre.

Broches GPIO RTC : Certaines GPIO sont acheminées vers le sous-système RTC basse consommation et sont appelées GPIO RTC. Ces broches sont utilisées pour réveiller l'ESP32 de son sommeil profond lorsque le coprocesseur Ultra Low Power (ULP) est en cours d'exécution. Les GPIO mises en évidence ci-dessous peuvent être utilisées comme sources de réveil externes.

Broches DAC : L'ESP32 comprend deux canaux DAC 8 bits pour convertir les signaux numériques en véritables tensions analogiques. Ces CNA ont une résolution de 8 bits, ce qui signifie que les valeurs comprises entre 0 et 256 seront converties en une tension analogique comprise entre 0 et 3,3V

Broche ADC : La carte intègre des ADC SAR 12 bits et prend en charge les mesures sur 15 canaux (broches compatibles analogiques). Certaines de ces broches peuvent être utilisées pour construire un amplificateur à gain programmable qui est utilisé pour la mesure de petits signaux analogiques. L'ESP32 est également conçu pour mesurer les tensions tout en fonctionnant en mode veille.

Broches UART : La carte ESP32 dev Possède trois interfaces UART, UART0, UART1 et UART2, qui prennent en charge les communications asynchrones (RS232 et RS485) et IrDA jusqu'à 5 Mbps.

Les broches UART0 sont connectées au convertisseur USB-série et sont utilisées pour le flashage et le débogage. Il n'est donc pas recommandé d'utiliser les broches UART0.

Les broches UART1 sont réservées à la puce de mémoire flash intégrée.

UART2, en revanche, est une option sûre pour la connexion à des dispositifs UART tels que le GPS, le capteur d'empreintes digitales, le capteur de distance, etc.

En outre, UART assure la gestion matérielle des signaux CTS et RTS ainsi que le contrôle de flux logiciel (XON et XOFF).

Broches SPI : L'ESP32 comporte trois interfaces SPI (SPI, HSPI et VSPI) en modes esclave et maître. Ces SPI prennent également en charge les fonctions SPI à usage général énumérées ci-dessous :

- 4 modes de synchronisation du transfert de format SPI
- Jusqu'à 80 MHz et les horloges divisées de 80 MHz
- Jusqu'à 64 octets FIFO

Broche PWM : La carte possède 21 canaux (tous les GPIO sauf les GPIO d'entrée seulement) de broches PWM contrôlées par un contrôleur PWM. La sortie PWM peut être utilisée pour piloter des moteurs numériques et des LED.

Le contrôleur PWM se compose de timers PWM, de l'opérateur PWM et d'un sous-module de capture dédié. Chaque timer fournit un timing sous forme synchrone ou indépendante, et chaque opérateur PWM génère une forme d'onde pour un canal PWM. Le sous-module de capture dédié peut capturer avec précision des événements avec une synchronisation externe.

Broche EN : La broche EN est la broche d'activation de l'ESP32, tirée vers le haut par défaut. Lorsqu'elle est tirée vers le HAUT, la puce est activée ; lorsqu'elle est tirée vers le BAS, la puce est désactivée.

La broche EN est également connectée à un bouton-poussoir qui peut tirer la broche vers le BAS et déclencher une réinitialisation. [16]

e) Outils de développement :

Il est pris en charge par plusieurs outils de programmation, notamment :

- Arduino IDE avec le module ESP32 Arduino Core.
- Espruino.
- FAUST, un langage de programmation de traitement de données audio, utilisant son DSP.
- Lua RTOS pour ESP32.
- MicroPython, une variante pour l'embarquement du langage Python.
- Mruby, une variante pour l'embarquement du langage Ruby.
- NodeMCU.
- MicroEJ. [17]

II.1.2 Module de capteur d'empreintes digitales :

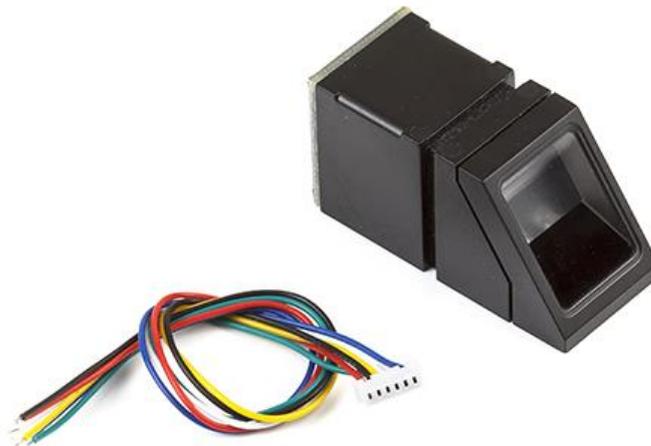
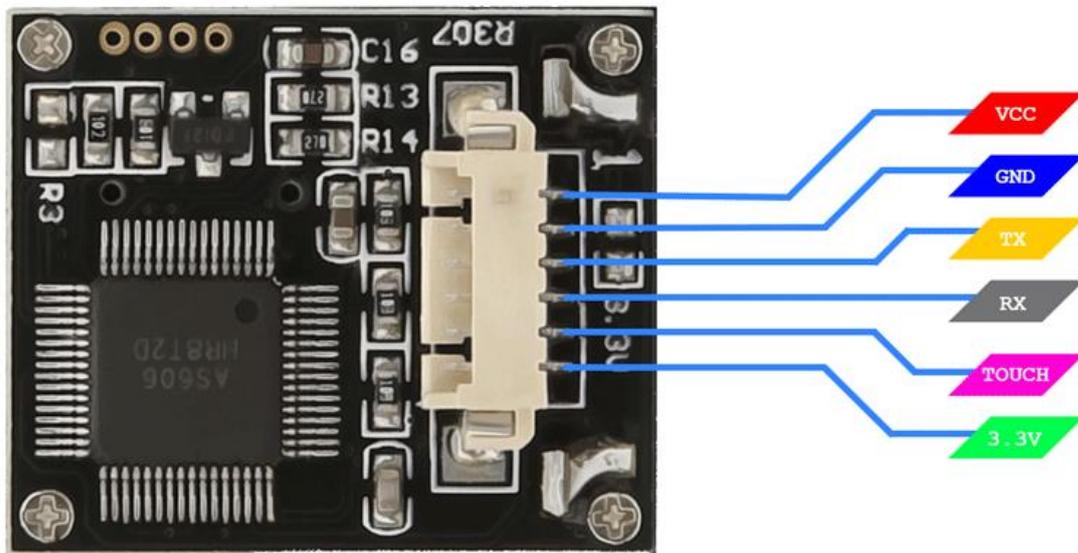


Figure II.5 : Module de capteur d'empreintes R307

Le capteur optique d'empreintes digitales R307. Il est fabriqué par Hangzhou Grow Technology Co. Le module R307 pour les empreintes digitales est équipé d'un capteur optique, d'un processeur DSP haute vitesse, d'un algorithme de traitement des empreintes digitales de pointe, ainsi que d'autres composants matériels et logiciels pour une performance stable et une structure simple. Il est capable de prendre en charge les fonctions telles que la capture d'empreintes digitales, le traitement d'images, la comparaison d'empreintes digitales, la recherche et le stockage de modèles.

Spécification :

- Tension d'alimentation : DC 4,2 ~ 6,0V
- Courant d'alimentation : Courant de travail : 50mA (typique) Courant de pointe : 80mA
- Temps de saisie de l'image de l'empreinte digitale : <0,3 secondes
- Surface de la fenêtre : 14x18 mm
- Méthode de comparaison : Méthode de comparaison (1 : 1)
- Méthode de recherche (1 : N)
- Fichier de caractéristiques : 256 octets
- Fichier de modèle : 512 octets
- Capacité de stockage : 1000 pièces
- Niveau de sécurité : Cinq (de faible à élever : 1,2,3,4,5)
- Taux de faux (FAR) : <0.001%
- Taux de refus (FRR) : <1.0%
- Temps de recherche : <1,0 seconde (1 : 1000 heures, valeur moyenne)
- Interface hôte : UART \NUSB1.1
- Vitesse de transmission (UART) : (9600xN) bps Avec N = 1 ~ 12 (par défaut N = 6, c'est-à-dire 57600bps)
- Environnement de travail : Température : -20 °C - +40 °C Humidité relative : 40% RH-85% RH (pas de condensation)
- Environnement de stockage : Température : -40 °C - +85 °C Humidité relative : <85% H (pas de condensation)

Brochage :**Figure II.6 :** Brochage de capteur R307

VCC : Alimentation positive (VCC)

GND : Masse de l'alimentation (GND)

TXD : UART TX

RXD : UART RX

Touch : Signal de détection du doigt

3.3V : Puissance de détection du doigt

Touch : Signal de détection d'empreinte digitale (courant de sortie maximal : 50mA). [18]

Câblage de capteur d'empreinte à ESP32 :

Pour commencer le câblage du capteur d'empreinte à l'ESP32, reliez la broche VCC à la sortie 3V de l'ESP32 et la broche GND à la masse. Ensuite, connectez la broche TX à la broche D16 de l'ESP32 et la broche RX à la broche D17 de l'ESP32.

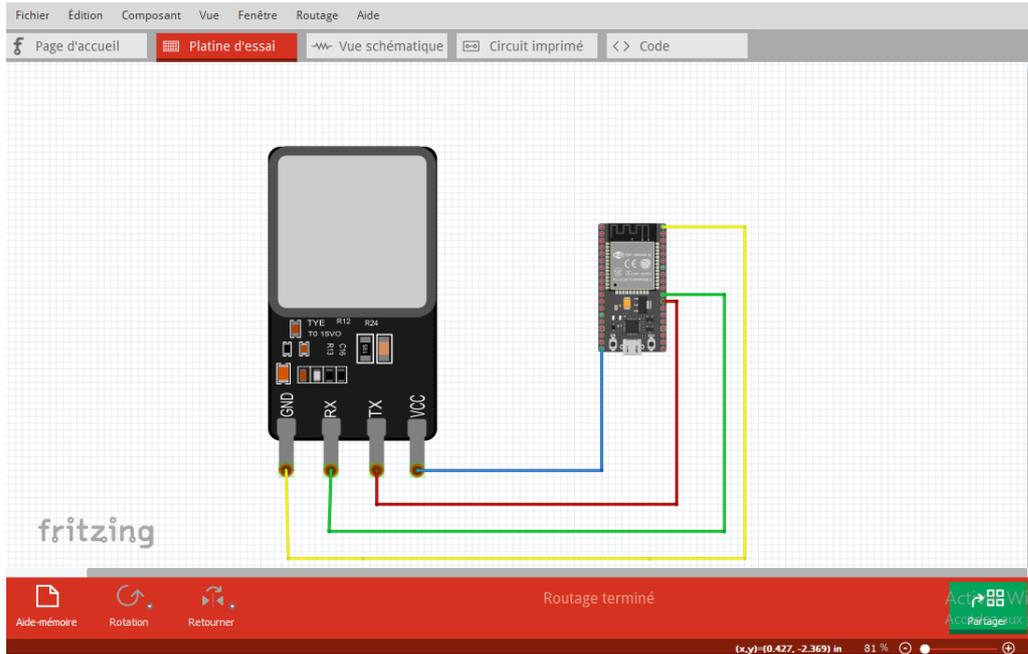


Figure II.7 : Câblage du capteur d’empreinte à ESP32 avec Fritzing.

II.1.3 Oled (SSD1306) :



Figure II.8 : L’oled (SSD1306)

Le module d'affichage OLED I2C/IIC 128x64 de 0,96 pouce 4 broches - La couleur blanche est un petit écran OLED blanc précis qui peut être connecté à n'importe quel microcontrôleur compatible avec le protocole I2C/IIC. Il offre une résolution de 128x64 pixels. Contrairement à la technologie LCD, l'OLED n'a pas besoin de rétroéclairage, car il utilise une technologie auto-luminescente. L'OLED possède un grand potentiel d'application pour une variété

d'écrans plats et est considéré comme la technologie ultime pour les générations futures d'écrans plats.

La structure de base de l'OLED est constituée de matériaux organiques positionnés entre une cathode et une anode, qui sont composées d'oxyde d'indium-étain (ITO), un matériau conducteur transparent. Les matériaux organiques forment un film mince multicouche, comprenant une couche de transport de trous (HTL), une couche d'émission (EML) et une couche de transport d'électrons (ETL).

En appliquant la tension électrique appropriée, des trous et des électrons sont injectés dans l'EML à partir de la cathode et de l'anode, respectivement. Les trous et les électrons se combinent à l'intérieur de l'EML pour former des excitons, puis l'électroluminescence se produit. La qualité des composants OLED dépend de facteurs clés tels que le matériau de transfert, le matériau de la couche d'émission et le choix de l'électrode.

Caractéristiques :

- Ne nécessite pas de rétro-éclairage pour fonctionner.
- Résolution de 128x64 avec un angle de vision ultra-large.
- Faible consommation d'énergie : seulement 0,08 W lorsque tout l'écran est allumé et 0,06 W lors de l'affichage de caractères.
- Compatibilité totale avec plusieurs puces de contrôle, y compris Arduino et d'autres.
- Prend en charge une large gamme d'entrées de tension.

Spécification :

- Driver : SSD1306
- Screen size : 0.96"

- Screen dimensions : 22 x 11 mm
- Résolution : 128 x 64 pixels
- Supply voltage : 3 - 5 V
- Module size : 27 x 27 x 3.5 mm [19]

Écran OLED

L'écran OLED utilise un pilote SSD1306 qui contient une RAM de données d'affichage graphique (GDDRAM) intégrée de 1 Ko pour stocker le modèle de bits à afficher sur l'écran. Cette RAM est organisée en 8 pages (numérotées de 0 à 7), avec 128 colonnes/segments (numérotés de 0 à 127) par page. Chaque colonne peut stocker 8 bits de données (numérotés de 0 à 7). En d'autres termes, la mémoire totale disponible est de 8192 bits (8 pages x 128 segments x 8 bits de données), soit 1024 octets ou 1 Ko. Cette organisation de la mémoire est illustrée ci-dessous.

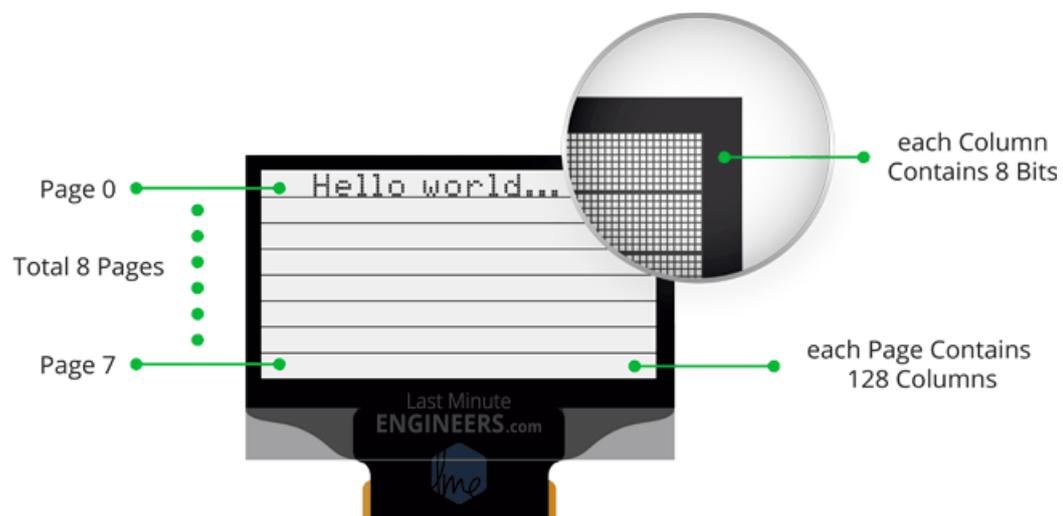
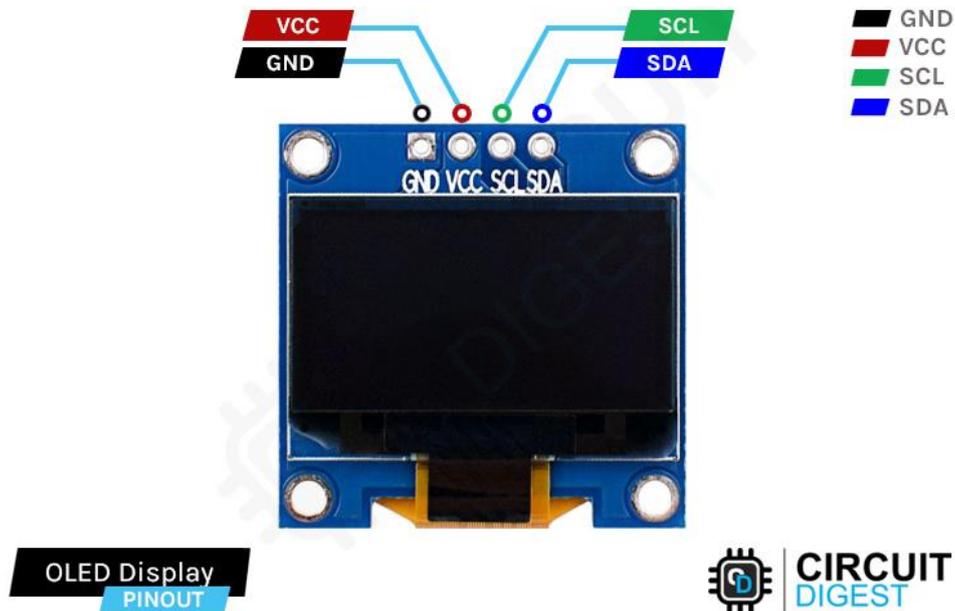


Figure II.9 : L'écran OLED.

Brochage du module d'affichage OLED :**Figure II.10 :** Brochage d'oled.

GND : est la broche de mise à la terre.

VCC : est l'alimentation de l'écran, que nous connectons à la broche 5V.

SCL : est une broche d'horloge série pour l'interface I2C.

SDA : est une broche de données série pour l'interface I2C. [20]

Câblage du module d'affichage OLED à ESP32 :

Pour commencer la connexion, vous devez tout d'abord connecter la broche VCC à la sortie 5V de votre ESP32, puis connecter la broche GND à la masse. Après cela, vous pouvez connecter la broche SCL à la broche D22 de l'horloge I2C de votre ESP32, et la broche SDA à la broche de données I2C D21 de votre ESP32. Il est important de se référer au brochage de votre ESP32 pour assurer une connexion correcte.

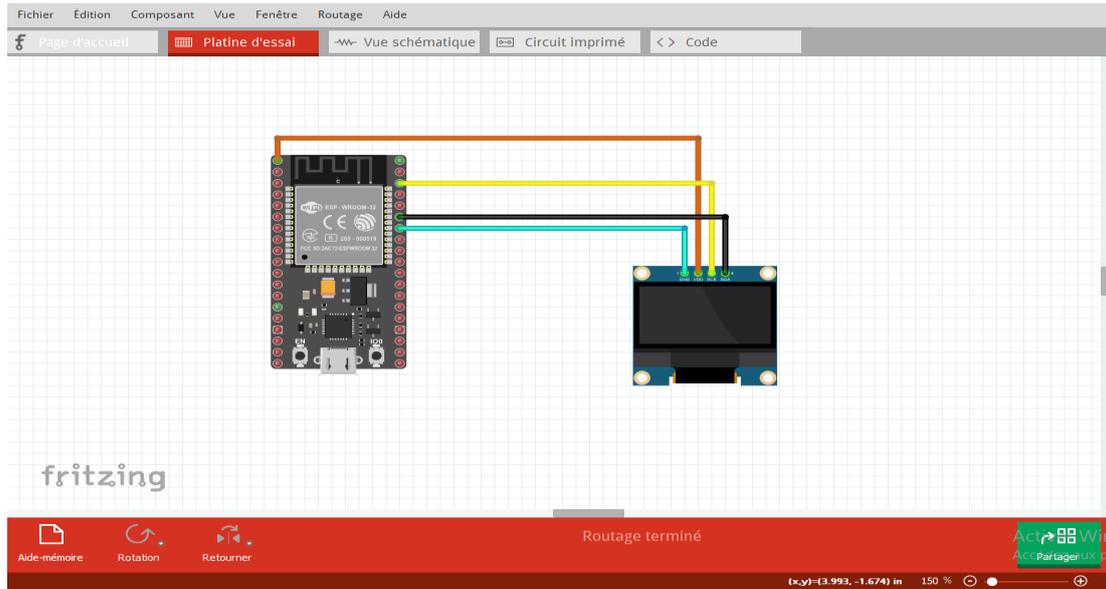


Figure II.11 : Schéma de câblage du module d'affichage OLED avec ESP32 en fritzing.

II.1.4 Module horloge :

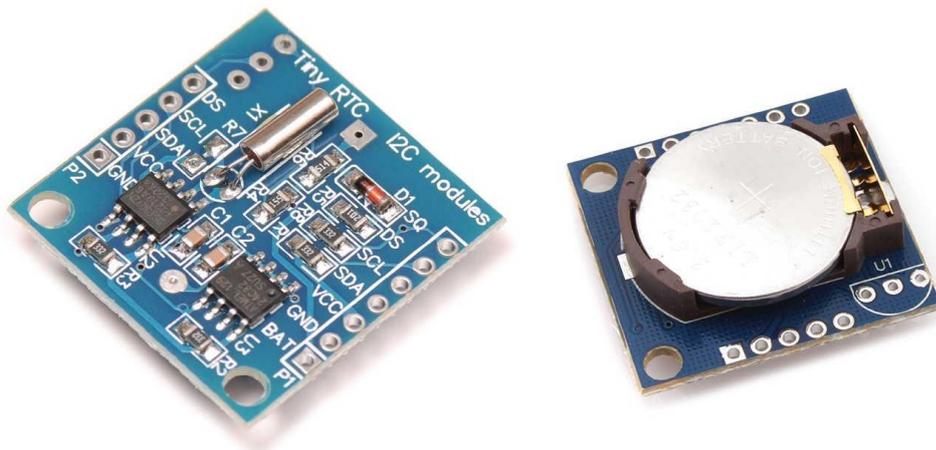


Figure II.12 : module horloge

Le module utilise la puce RTC DS1307 et l'EEPROM AT24C32, qui sont toutes deux des composants éprouvés avec des bibliothèques fiables. La DS1307 est une puce RTC précise et économique de Maxim qui assure toutes les fonctions de chronométrage et communique avec le microcontrôleur via l'interface I2C.

Spécifications techniques

Voici les spécifications :

- Tension de fonctionnement 4,5 à 5,5V (5V typique)
- Consommation de courant < 1,5mA (typ.)
- Précision (0-40°C) Dépend du cristal ($\pm 20\text{ppm typ.}$)
- Pile CR2032 (pièce de 3V)

Brochage de module horloge :

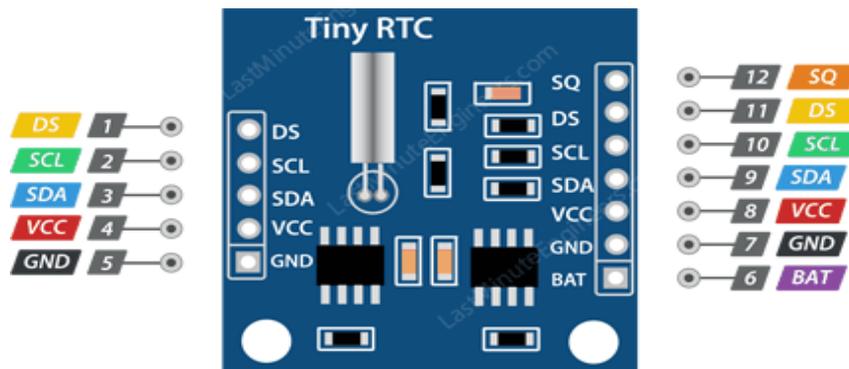


Figure II.13 : brochage de DS1307 RTC.

La broche SQW : émet l'une des quatre fréquences rectangulaires : 1Hz, 4kHz, 8kHz ou 32kHz.

La broche DS : devrait fournir des relevés de température si un capteur de température DS18B20 est installé en utilisant les trois trous de montage dans le coin supérieur droit, près du support de la batterie (marqué U1).

SCL : est une broche d'horloge série pour l'interface I2C.

SDA : est une broche de données série pour l'interface I2C.

VCC : alimente le module. Vous pouvez la connecter à une alimentation de 5 volts.

GND : est la broche de masse.

BAT : est une entrée d'alimentation de secours pour une pile au lithium standard de 3V ou une autre source d'énergie afin de conserver une heure précise lorsque l'alimentation principale de l'appareil est interrompue. [21]

II.2 Logiciels :

II.2.1 L'IDE Arduino :

L'IDE Arduino est un logiciel open source principalement utilisé pour écrire et compiler le code dans le module Arduino. Il s'agit d'un logiciel officiel d'Arduino, ce qui rend la compilation de code très facile, même pour une personne ordinaire sans connaissances techniques préalables. Il est disponible sur des systèmes d'exploitation tels que MAC, Windows et Linux et fonctionne sur la plateforme Java avec des fonctions et commandes intégrées qui jouent un rôle vital dans le débogage, l'édition et la compilation du code dans l'environnement. Il existe une gamme de modules Arduino disponibles, notamment Arduino Uno, Arduino Mega, Arduino Leonardo, Arduino Micro et bien d'autres. Chacun d'entre eux contient un microcontrôleur sur la carte qui est programmé et accepte les informations sous forme de code. Le code principal, également appelé sketch, créé sur la plateforme IDE génère finalement un fichier Hex qui est transféré et téléchargé dans le contrôleur de la carte. L'environnement IDE contient principalement deux parties de base : l'éditeur et le compilateur, où le premier est utilisé pour écrire le code requis et le second pour compiler et

télécharger le code dans le module Arduino donné. Cet environnement prend en charge les langages C et C++. [22]

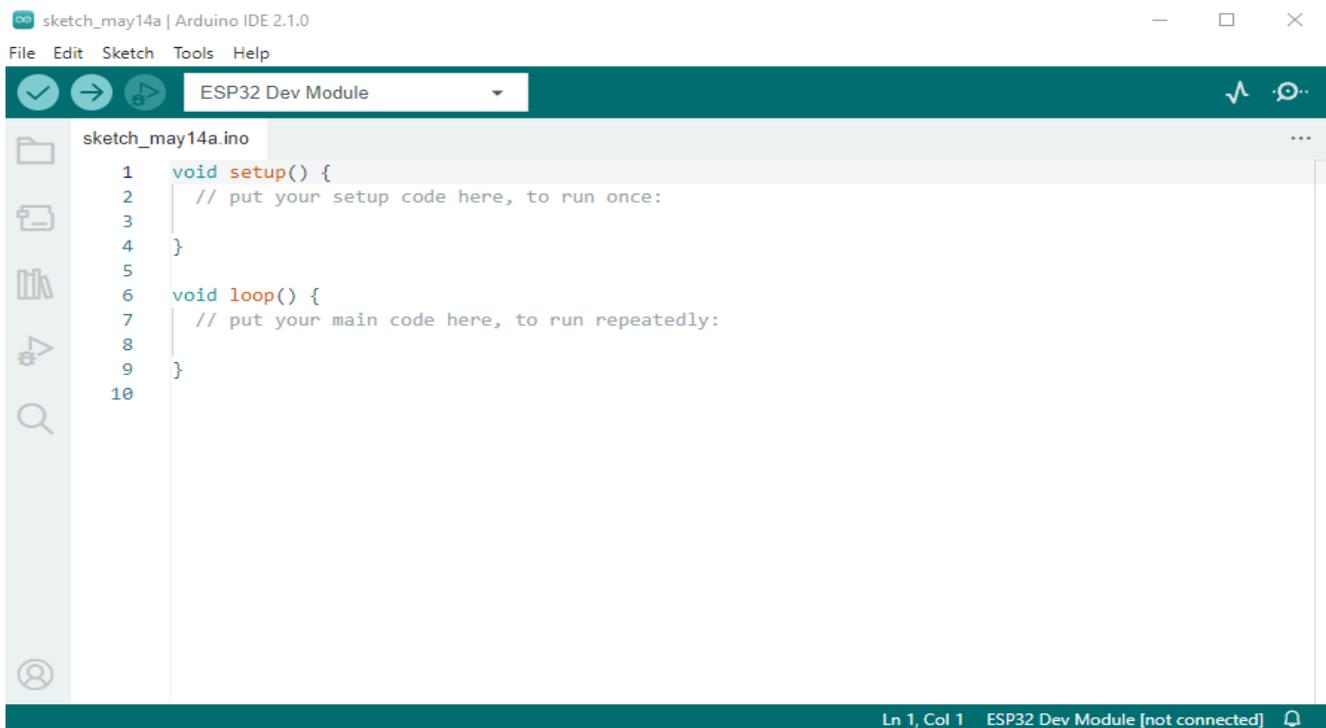


Figure II.15 : interface Arduino IDE.

II.2.2 Fritzing :

Fritzing est un logiciel open-source polyvalent, compatible avec plusieurs plates-formes, qui facilite la conception de schémas de circuits pour notre système embarqué. Il offre différentes vues, telles que la plaque d'essai, les schémas électriques et les circuits imprimés. De plus, il permet l'exportation d'images afin de pouvoir les utiliser hors ligne. [23]

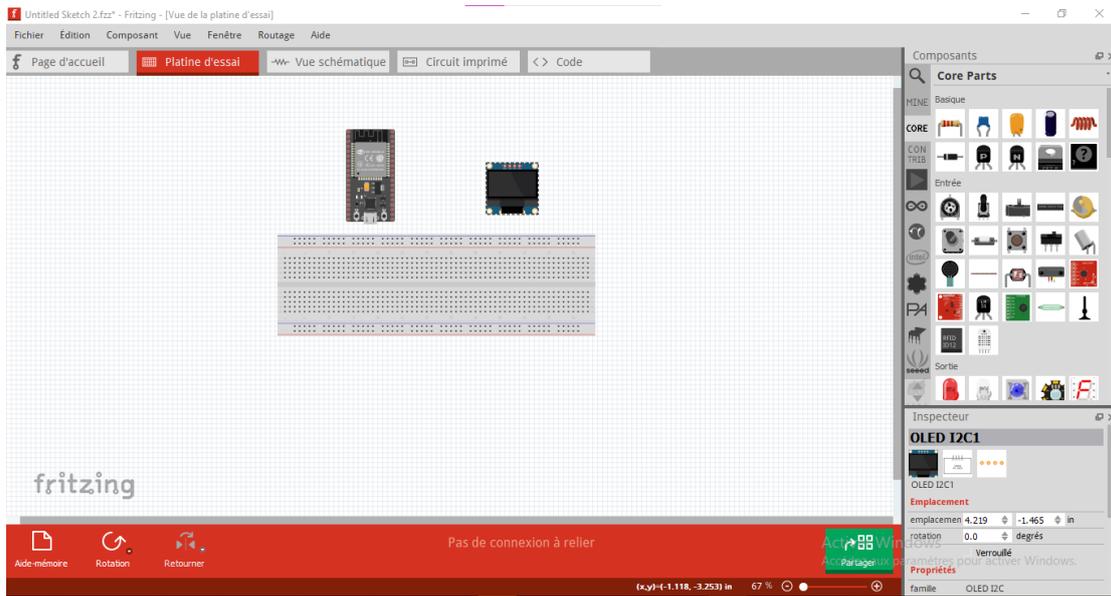


Figure II.16 : interface Fritzing

II.2.3 VSCode :

Visual Studio Code (VSCode) est un éditeur de code extensible développé par Microsoft pour les systèmes d'exploitation Windows, Linux et macOS. Il offre de nombreuses fonctionnalités pour l'édition et le développement de code, notamment le support du débogage, la coloration syntaxique, l'autocomplétions intelligente du code (IntelliSense), les extraits de code, la refonte du code et l'intégration de Git. Les utilisateurs ont la possibilité de personnaliser l'apparence de l'éditeur en modifiant les thèmes, les raccourcis clavier et les préférences. Ils peuvent également enrichir les fonctionnalités de Visual Studio Code en installant des extensions.

VSCode est basé sur le projet open-source du même nom, publié par Microsoft sous la licence MIT permissive. Bien que le code source soit ouvert et librement disponible, les binaires compilés de Visual Studio Code sont distribués en tant que freeware, ce qui signifie qu'ils peuvent être utilisés gratuitement, mais restent propriétaires de Microsoft. [24]

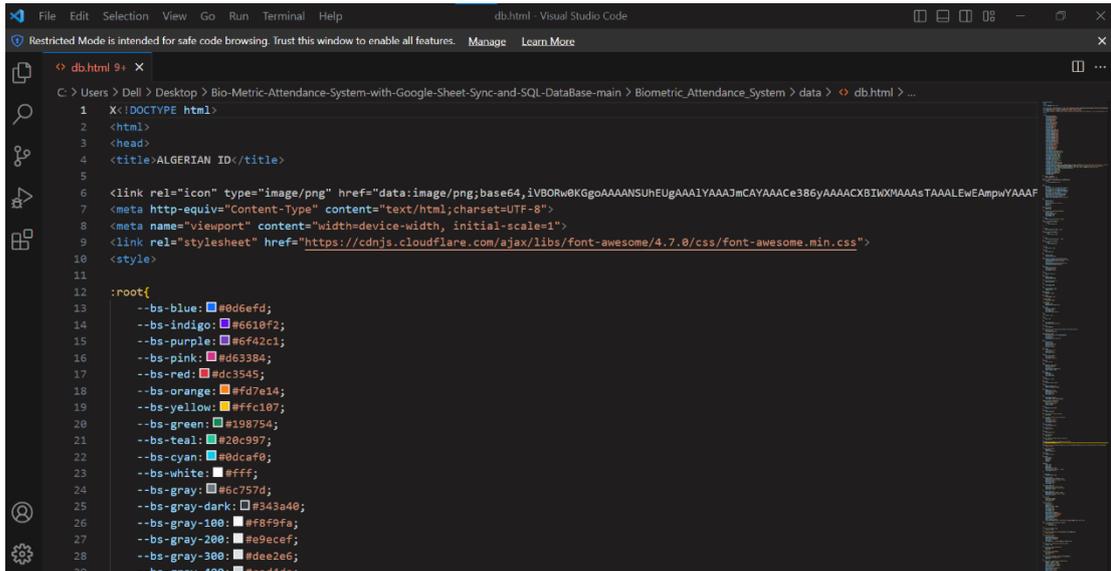


Figure II.17 : interface VSCode

II.2.4 Technologie utilisée :

Au sein de cette section, nous allons explorer les diverses technologies employées dans le développement de notre application web.

HTML : signifie HyperText Markup Language. Il s'agit d'un langage de balisage standard utilisé pour créer des pages web. Il permet de créer et de structurer des sections, des paragraphes et des liens à l'aide d'éléments HTML tels que les balises et les attributs (les éléments constitutifs d'une page web). En utilisant HTML, les développeurs peuvent organiser et formater le contenu d'une page web, facilitant ainsi sa présentation et sa navigation sur Internet. [25]



CSS : est un langage informatique essentiel pour la mise en forme et la présentation des pages web. Il utilise des fichiers appelés "feuilles de style en cascade" pour appliquer des règles de style aux éléments HTML, permettant ainsi de contrôler l'apparence et la mise en page des sites web de manière cohérente et personnalisée. [26]



Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exploré en détail les composants matériels et logiciels essentiels utilisés dans notre projet de vérification d'empreintes digitales, nous avons établi les fondations d'un système fonctionnel. Ce chapitre nous a permis de comprendre l'interconnexion des différents composants et l'importance de leur sélection pour assurer des performances optimales. Dans le prochain chapitre, nous mettrons en pratique nos connaissances en concevant et en mettant en œuvre notre propre système de vérification d'empreintes digitales, en nous concentrant sur les étapes de développement et de programmation. Notre objectif est de créer un système fiable, sécurisé et efficace qui répondra aux exigences de notre projet.

Chapitre III : Réalisation

III Introduction

III.1 Connexion matérielle

Tout d'abord, nous identifions les broches VCC (alimentation) et GND (masse) sur le FR307, l'écran OLED et le module RTC. Nous nous assurons d'avoir une source d'alimentation de 3,3V disponible. Chaque broche VCC de ces composants est connectée à la broche 3,3V de notre source d'alimentation ou de notre microcontrôleur, en veillant à ce que les tensions soient compatibles. De même, les broches GND de chaque composant sont connectées à la broche GND de notre source d'alimentation ou de notre microcontrôleur. Cela permet d'établir une référence commune pour le courant électrique.

Ensuite, nous identifions les broches SDA (Serial Data) et SCL (Serial Clock) sur le module RTC et l'écran OLED. Nous consultons la documentation de ces composants pour localiser les broches correspondantes. La broche SDA du module RTC est connectée à la broche GPIO21 de notre microcontrôleur, ce qui sera responsable de la transmission des données série. De même, la broche SCL du module RTC est connectée à la broche GPIO22 de notre microcontrôleur, qui sera responsable de la synchronisation de l'horloge pour la transmission des données série.

Pour le FR307, nous identifions les broches TX (transmission) et RX (réception) qui seront utilisées pour la communication série. La broche TX du FR307 est connectée à la broche GPIO16 de notre microcontrôleur, qui sera responsable de l'envoi des données série depuis le FR307. De même, nous connectons la broche RX du FR307 à la broche GPIO17 de notre microcontrôleur, qui sera responsable de la réception des données série vers le FR307.

Une fois toutes les connexions établies, assurez-vous de vérifier notre code et de configurer correctement les broches utilisées dans notre programme pour la communication entre les composants.

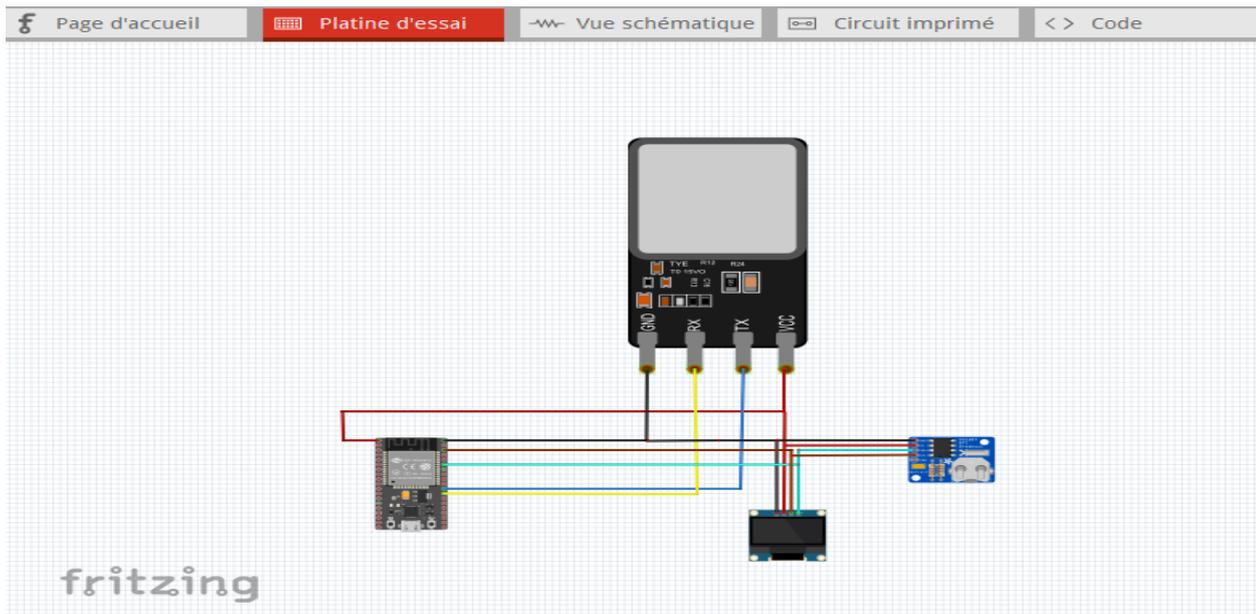


Figure III.1 : Schéma de connexion matérielle illustré dans Fritzing

III.2 Boîtier pour le système de présence biométrique

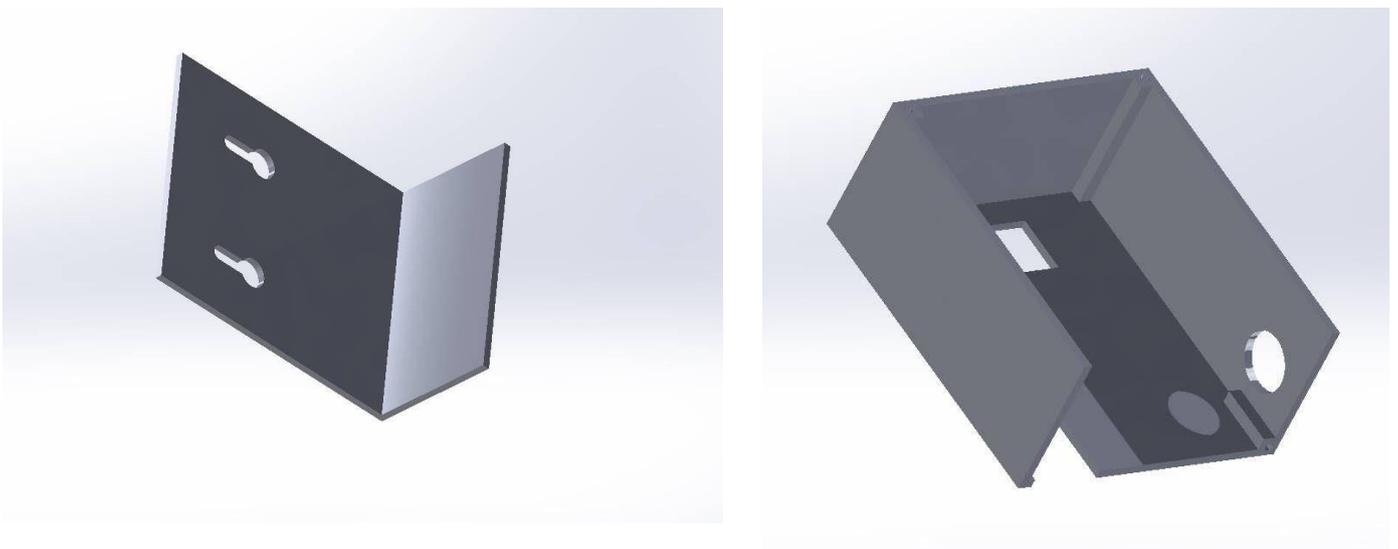
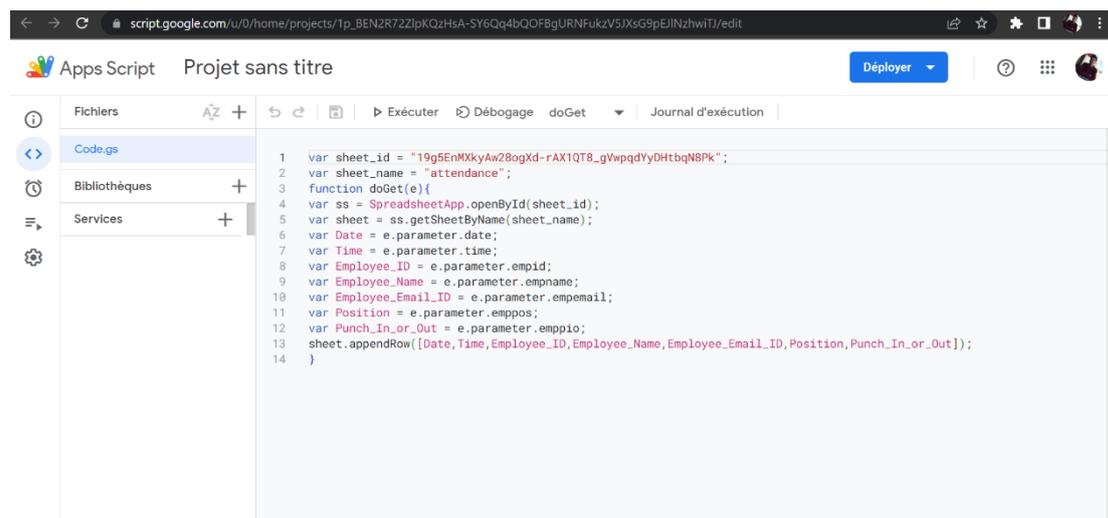


Figure III.2: Conception du boîtier extérieur.

III.3 Création de Google Sheets

Une fois que toutes les connexions ont été réalisées, nous procédons à la création des feuilles Google pour enregistrer les présences. Pour cela, nous créons un compte Google sheet et nous créons une feuille de présence. Ensuite, nous créons un nouveau script dans l'application Google Apps Script avec un code correct et bien formulé. Ce script permettra de gérer efficacement l'enregistrement des présences.



```
1 var sheet_id = "19g5EnMxkyAw28ogXd-rAX1QT8_gVwpqYyDHTbqN8PK";
2 var sheet_name = "attendance";
3 function doGet(e){
4   var ss = SpreadsheetApp.openById(sheet_id);
5   var sheet = ss.getSheetByName(sheet_name);
6   var Date = e.parameter.date;
7   var Time = e.parameter.time;
8   var Employee_ID = e.parameter.empid;
9   var Employee_Name = e.parameter.empname;
10  var Employee_Email_ID = e.parameter.empemail;
11  var Position = e.parameter.emppos;
12  var Punch_In_or_Out = e.parameter.emppio;
13  sheet.appendRow([Date,Time,Employee_ID,Employee_Name,Employee_Email_ID,Position,Punch_In_or_Out]);
14 }
```

Figure III.3: création de Google Sheets

III.4 Fichiers HTML et CSS

Le dispositif utilise HTML, CSS et JavaScript pour créer et gérer le portail web. HTML (HyperText Markup Language) est utilisé pour structurer le contenu du site, définir les éléments et leur disposition. CSS (Cascading Style Sheets) est utilisé pour appliquer des styles et des mises en forme au contenu HTML, en contrôlant les couleurs, les polices, les marges, etc. JavaScript est utilisé pour ajouter de l'interactivité et de la fonctionnalité au portail web, permettant par exemple la validation des formulaires, les animations et la communication avec d'autres composants du système. Ces technologies combinées offrent une interface utilisateur conviviale et réactive pour interagir avec le dispositif de présence biométrique.

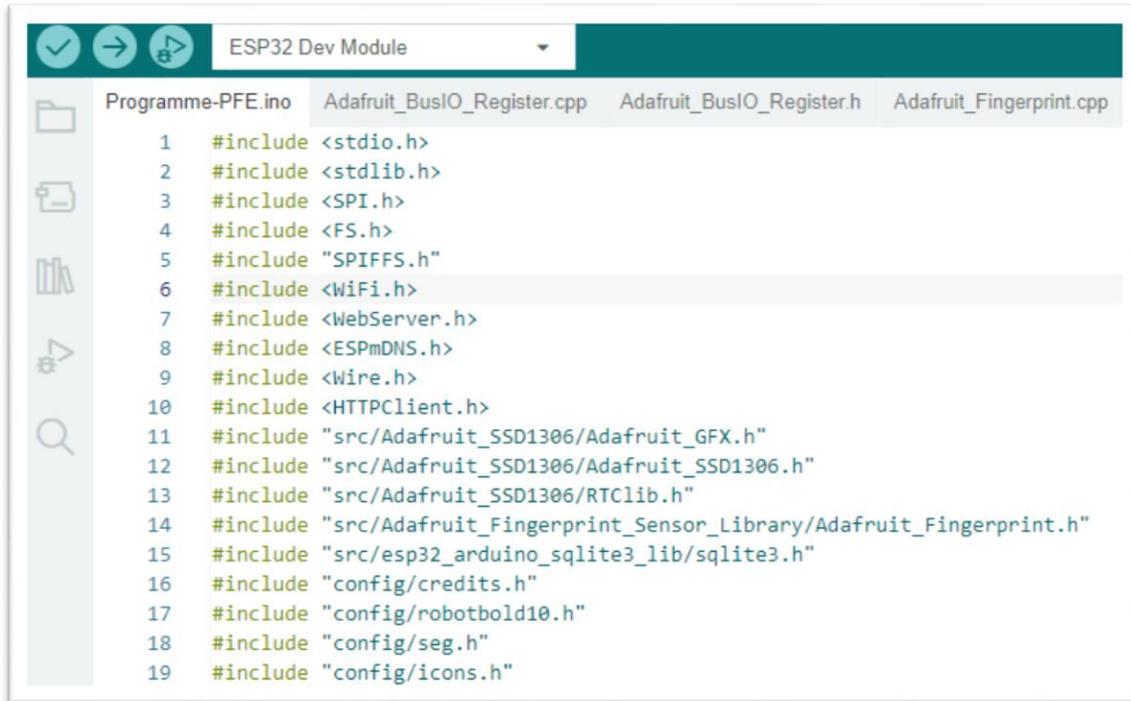
III.5 Modèle de base de données SQLite

Pour la base de données, nous utiliserons la bibliothèque SQLite pour ESP32. SQLite est une bibliothèque légère et efficace de gestion de bases de données relationnelles. Elle est largement utilisée pour stocker et récupérer des données dans des applications embarquées ou à faible empreinte mémoire. En utilisant la bibliothèque SQLite pour ESP32, nous serons en mesure de créer, gérer et interroger une base de données locale directement sur notre microcontrôleur ESP32. Cela nous permettra de stocker et de manipuler efficacement les données de présence des utilisateurs dans notre système de présence biométrique.

III.6 Programmation :

Dans cette section, nous allons détailler les éléments essentiels du code de programmation utilisé dans notre projet. Pour commencer, nous incluons les bibliothèques nécessaires en utilisant la directive `"#include <nom_de_bibliothèque.h>".` Les bibliothèques jouent un rôle crucial car elles fournissent des fonctionnalités préexistantes qui nous permettent d'implémenter des fonctionnalités spécifiques dans notre programme.

Dans l'image ci-dessous, nous avons présenté les bibliothèques utilisées dans notre projet



```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <SPI.h>
4 #include <FS.h>
5 #include "SPIFFS.h"
6 #include <WiFi.h>
7 #include <WebServer.h>
8 #include <ESPmDNS.h>
9 #include <Wire.h>
10 #include <HttpClient.h>
11 #include "src/Adafruit_SSD1306/Adafruit_GFX.h"
12 #include "src/Adafruit_SSD1306/Adafruit_SSD1306.h"
13 #include "src/Adafruit_SSD1306/RTClib.h"
14 #include "src/Adafruit_Fingerprint_Sensor_Library/Adafruit_Fingerprint.h"
15 #include "src/esp32_arduino_sqlite3_lib/sqlite3.h"
16 #include "config/credits.h"
17 #include "config/robotbold10.h"
18 #include "config/seg.h"
19 #include "config/icons.h"
```

FigureIII.4 : Bibliothèques utilisées dans le code.

La figure ci-dessous illustre les entrées déclarées dans le code à l'aide de la directive "#define". Ces déclarations permettent de définir des constantes symboliques qui représentent des éléments spécifiques de notre configuration matérielle. Par exemple, nous définissons la largeur de l'écran OLED avec la constante "SCREEN_WIDTH" égale à 128 pixels, et la hauteur de l'écran avec la constante "SCREEN_HEIGHT" égale à 64 pixels. De plus, nous utilisons la constante "OLED_RESET" pour représenter le numéro de broche de réinitialisation de l'écran, qui est définie ici comme -1 pour indiquer que nous n'utilisons pas de broche de réinitialisation spécifique. Enfin, nous déclarons la broche "Buzzer" avec la constante égale à 25, qui sera utilisée pour contrôler le buzzer. Ces déclarations nous permettent d'utiliser ces constantes dans le reste du code pour interagir avec les composants

matériels de manière claire et cohérente.

Figure III.5 : Entrées déclarées dans le code

La Figure ci-dessous présente un extrait supplémentaire du code du projet, mettant en évidence différentes variables et constantes utilisées dans l'application. Ces lignes de code sont importantes pour la configuration du réseau, la gestion des fichiers et la communication avec la base de données.

Les constantes "ssidPath", "passPath", "ipPath", "gatewayPath", "dispnamePath", "wwwidPath", "wwwpassPath", "gsidPath", "mdnsPath" et "dhcpcheckPath" correspondent

```
26 #define SCREEN_WIDTH 128 // OLED display width, in pixels
27 #define SCREEN_HEIGHT 64 // OLED display height, in pixels
28 #define OLED_RESET -1 // Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
29 #define Buzzer 25 //Buzzer
30 Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);
31 HardwareSerial mySerial(2); //ESP32 Hardware Serial 2
32 Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
```

aux chemins des fichiers dans lesquels sont stockées les informations relatives au SSID du réseau WiFi, au mot de passe, à l'adresse IP, à la passerelle, au nom d'affichage, aux identifiants pour l'accès à un site web, à l'identifiant de groupe, au nom de service mDNS et à la vérification DHCP.

La variable "apmode" indique si le système est en mode point d'accès (AP) ou non. Les variables "localIP", "gatewayIP" et "subnetMask" sont utilisées pour stocker les adresses IP locales, la passerelle et le masque de sous-réseau respectivement.

La variable "max_connections" détermine le nombre maximal de connexions autorisées en mode point d'accès.

La variable "test1_db" représente la base de données SQLite utilisée dans le projet. La variable "data" contient le message de rappel (callback) lors de l'exécution de requêtes dans

la base de données. La variable "zErrMsg" est utilisée pour stocker les messages d'erreur de SQLite.

Les fonctions "openDb()", "db_exec()" et "callback()" sont utilisées pour l'ouverture de la base de données, l'exécution de requêtes SQL et la gestion des résultats de la requête.

La variable "lastwifichck" stocke le temps de la dernière vérification de la connexion WiFi.

L'inclusion de ces variables et fonctions dans le code du projet démontre leur importance pour la configuration du réseau, la gestion des fichiers et l'interaction avec la base de données, ce qui contribue au bon fonctionnement de l'application du système de présence biométrique.

```

50 //File paths to save input values permanently
51 const char* ssidPath = "/ssid.txt";
52 const char* passPath = "/pass.txt";
53 const char* ipPath = "/ip.txt";
54 const char* gatewayPath = "/gateway.txt";
55 const char* dispnamePath = "/dispname.txt";
56 const char* wwwidPath = "/wwwid.txt";
57 const char* wwwpassPath = "/wwwpass.txt";
58 const char* gsidPath = "/gsid.txt";
59 const char* mdnsPath = "/mdns.txt";
60 const char* dhcpcheckPath = "/dhcpcheck.txt";
61 bool apmode = false;
62 IPAddress localIP(0, 0, 0, 0);
63 IPAddress gatewayIP(0, 0, 0, 0);
64 IPAddress subnetMask(255, 255, 255, 0);
65 uint8_t max_connections = 8; //Maximum Connection Limit for AP
66 sqlite3 *test1_db;
67 const char* data = "Callback function called";
68 char *zErrMsg = 0;
69 int openDb(const char *, sqlite3 **);
70 int db_exec(sqlite3 *, const char *);
71 int sqlreturn = 0;
72 static int callback(void *data, int argc, char **argv, char **azColName);
73 unsigned long lastwifichck = 0;

```

Figure III.6 : Extrait du code du projet : Variables et constantes essentielles

III.7 INSCRIPTION DES UTILISATEURS :

Après avoir programmé le dispositif, il démarrera en affichant l'image de démarrage, puis affichera le symbole Wi-Fi sur l'écran OLED. Lors du premier démarrage ou en l'absence de données d'identification Wi-Fi enregistrées, le dispositif cherchera automatiquement un réseau Wi-Fi par défaut. Une fois que le dispositif détecte le réseau, il se connectera automatiquement.

Nous commencerons par établir une connexion à la base de données.

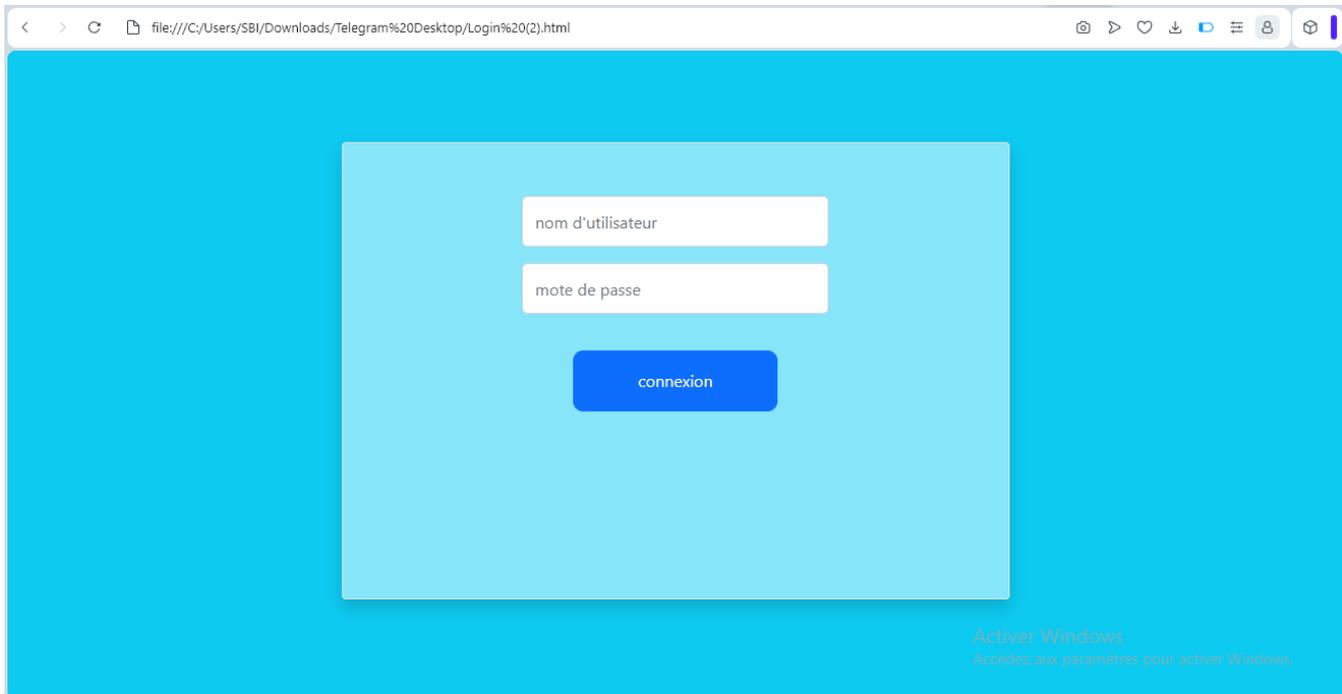
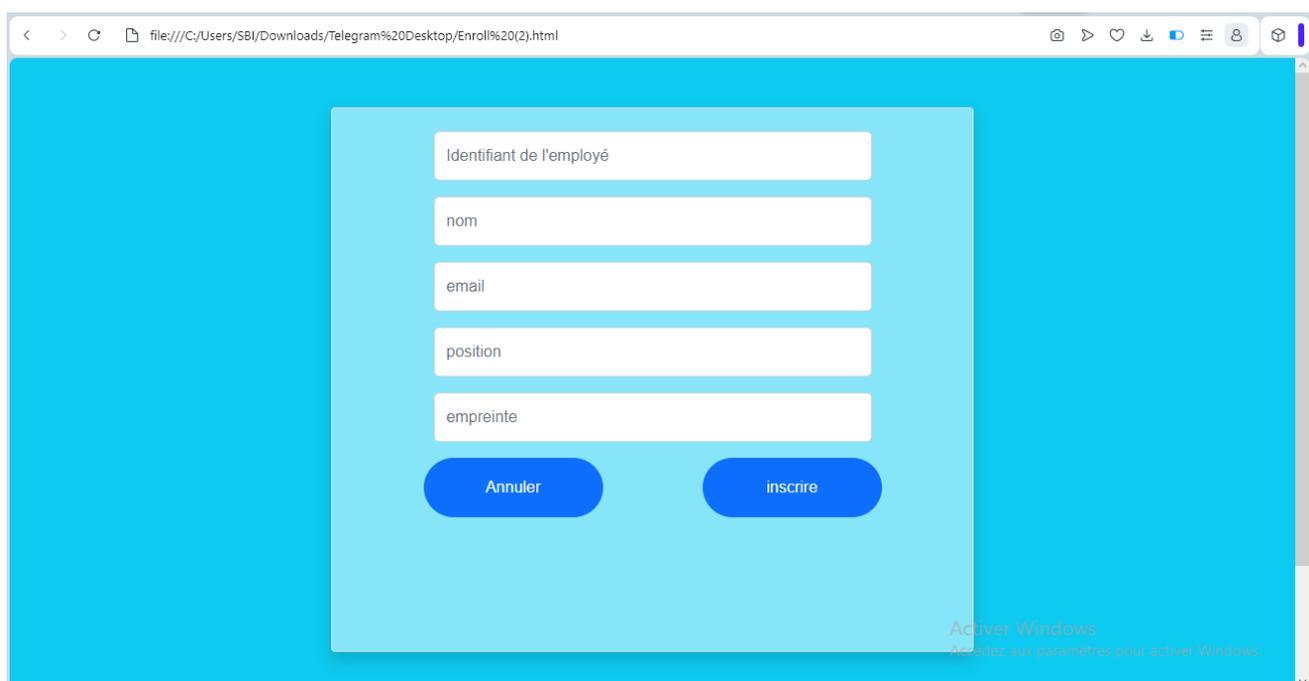


Figure III.7 : l'accès à la base de données

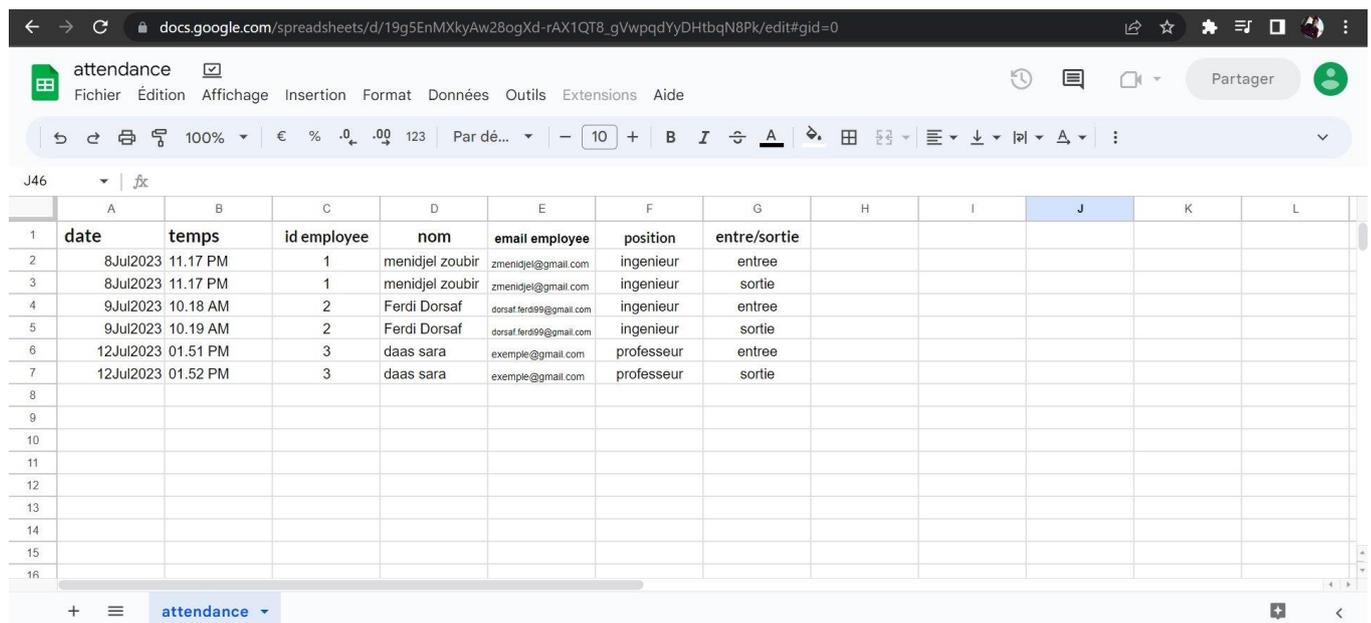
Nous procéderons ensuite à l'accès à la page "Enroll" où nous saisisons toutes les informations requises. Une fois que nous aurons cliqué sur "Enregistrer" et "OK", nous suivrons les



instructions affichées à l'écran sur l'écran OLED. Une fois l'enregistrement terminé, nous serons automatiquement redirigés vers la page de la base de données.

Figure III.8 : l'enregistrement dans la base de données

Si l'enregistrement est réussi, les détails du nouvel employé seront ajoutés à la base de données et affichés dans le tableau correspondant.



The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	date	temps	id employee	nom	email employee	position	entre/sortie					
2	8Jul2023	11.17 PM	1	menidjel zoubir	zmenidjel@gmail.com	ingenieur	entree					
3	8Jul2023	11.17 PM	1	menidjel zoubir	zmenidjel@gmail.com	ingenieur	sortie					
4	9Jul2023	10.18 AM	2	Ferdi Dorsaf	dorsaf.ferdi99@gmail.com	ingenieur	entree					
5	9Jul2023	10.19 AM	2	Ferdi Dorsaf	dorsaf.ferdi99@gmail.com	ingenieur	sortie					
6	12Jul2023	01.51 PM	3	daas sara	exemple@gmail.com	professeur	entree					
7	12Jul2023	01.52 PM	3	daas sara	exemple@gmail.com	professeur	sortie					
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												

Figure III.9 : Fiche de présence en temps réel

III.8 Le dispositif électronique :

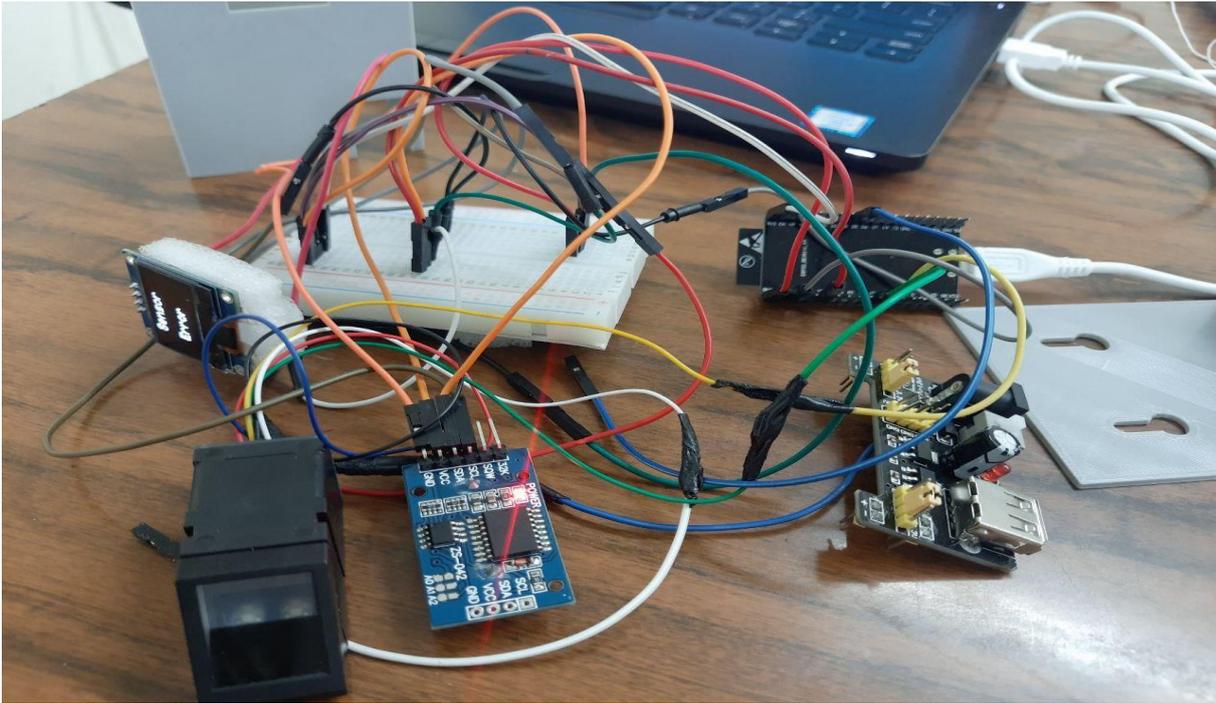


Figure III.10: Le dispositif électronique du projet.

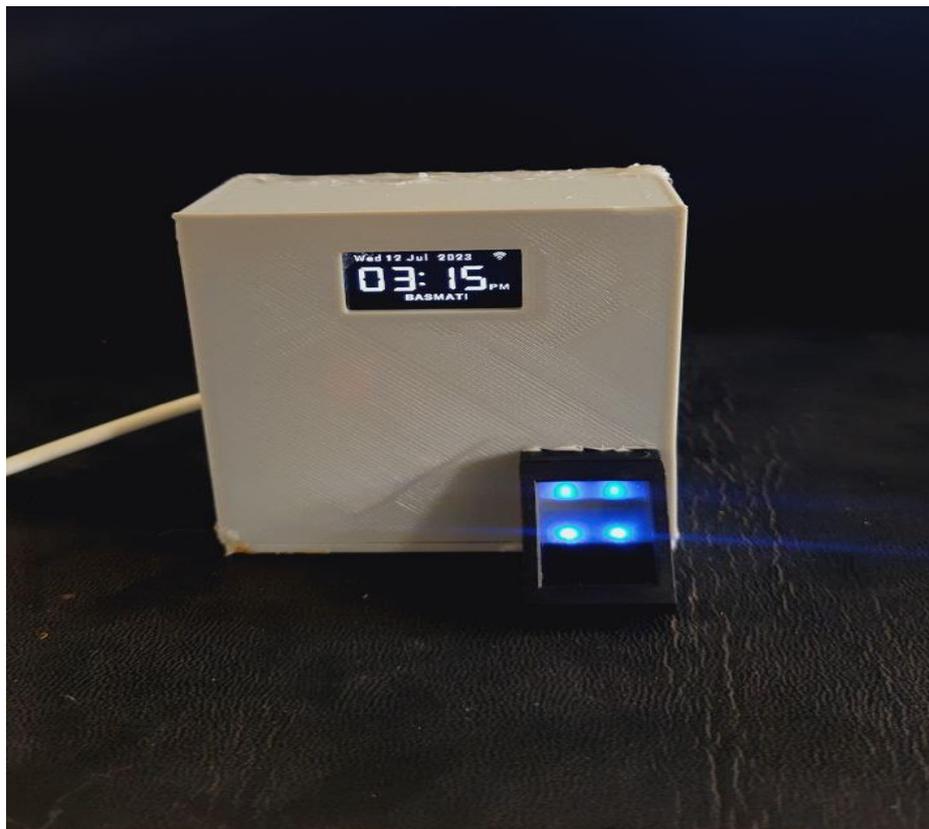


Figure III.11 : le dispositif électronique du projet

Conclusion Générale :

En conclusion, cette étude a examiné en détail le sujet de la biométrie d'empreintes digitales et a démontré les avancées technologiques et le potentiel qu'elle offre dans divers environnements. Nous avons exploré l'histoire, les caractéristiques et les différentes technologies biométriques existantes, en mettant particulièrement l'accent sur l'utilisation des empreintes digitales.

Le deuxième chapitre se penche sur les capteurs d'empreintes digitales, expliquant les concepts de base de chaque type. Cela a amélioré notre compréhension des systèmes impliqués dans la capture et l'analyse des empreintes digitales, ce qui était essentiel pour développer notre système d'enregistrement des présences. Le troisième chapitre s'est concentré sur la mise en œuvre pratique de notre projet. Nous avons discuté de la programmation de différents composants électroniques, y compris l'utilisation de langages tels que HTML, CSS et SQLite. De plus, nous avons conçu un boîtier en 3D pour combiner de manière visuelle et pratique notre technologie. Nous avons également utilisé les capacités de gestion et d'analyse des données de Google Sheets. La combinaison des domaines de l'électronique et de l'informatique pour créer un système d'enregistrement des présences unique a été une expérience enrichissante. Nous avons acquis des compétences techniques et une compréhension approfondie de la biométrie d'empreintes digitales tout en travaillant sur ce projet, ainsi que des connaissances pratiques en programmation et en conception de circuits. Il est important de reconnaître que cette initiative présente certaines limites. Par exemple, la précision de la reconnaissance d'empreintes digitales peut être influencée par des facteurs tels que la qualité du capteur et les conditions environnementales. De plus, la capacité de mise à l'échelle du système et le traitement de grandes quantités de données pourraient être des sujets d'amélioration à l'avenir.

Enfin, en fournissant une méthode pratique et novatrice pour l'enregistrement des présences, notre étude a contribué à l'évolution de la biométrie d'empreintes digitales. Nous espérons que nos recherches poseront les bases de futures avancées et découvertes dans ce domaine passionnant de la technologie biométrique.

Références

- [1] <https://www.thalesgroup.com>
- [2] Jain, A. K., Ross, A., & Nandakumar, K. (2016). Introduction to biometrics. Springer.
- [3] European Union Agency for Fundamental Rights. (2019). Handbook on European data protection law : 2018 edition.
- [4] <https://www.polytechnique-insights.com>
- [5] <https://www.biometrie-online.net>
- [6] <https://www.idemia.com/fr/biometrie>
- [7] Hichem T. BETAOUAF– Intelligence Artificielle et Aide à la Décision
- [8] Attallah bilal « Conception d'un système de Reconnaissance des empreintes digitales par apprentissage », mémoire de master, sous la direction de Mme. Hendel Fatiha, Université MOHAMMED BOUDIAF, 25 /06/2012,64p
- [9] <https://www.idemia.com/fr/biometrie>
- [10] W.J. Babler, Embryologic Development of Epidermal Ridges and Their Configurations, Dermatoglyphics : Science in transition. Birth defects, New York, WileyLiss, pp. 95-112, 1991.
- [11] Conception et Réalisation d'un Enregistreur De Présence à Empreintes Digitales Présenté Par : Leboukh khadra
- [12] F. Parrain. Capteur intégré tactile d'empreintes digitales à microstructures piezorésistives. Autre [cs. OH]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2002. Français. Fftel-00002923f.
- [13] esp32-wroom datasheet
- [14] <https://fr.wikipedia.org/wiki/ESP32> consulté le 25/04/2023
- [15] <https://www.didactico.tn/produit/carte-de-developpement-esp32-wifi-bluetooth-esp-wroom-32/> consulté le 27/04/2023
- [16] <https://lastminuteengineers.com/esp32-pinout-reference/> consulté le 03/05/2023
- [17] <https://fr.wikipedia.org/wiki/ESP32#:~:text=Le%20principal%20outil%20de%20développement%20système%20temps%20réel%20FreeRTOS>. Consulté le 03/05/2023
- [18] <https://rajguruelectronics.com/Product/1276/R307%20Fingerprint%20Module.pdf>
- [19] <https://nettigo.eu/products/oled-display-0-96-i2c-128x64-ssd1306-white> consulté le 20/05/2023
- [20] <https://lastminuteengineers.com/oled-display-arduino-tutorial/> consulté le 20/05/2023
- [21] <https://lastminuteengineers.com/ds1307-rtc-arduino-tutorial/> consulté le 20/05/2023
- [22] https://www.researchgate.net/profile/Mohamed-Fezari-2/publication/328615543_Integrated_Development_Environment_IDE_For_Arduino/links/5bd8c6d2

REFERENCES

[4585150b2b9206df/Integrated-Development-Environment-IDE-For-Arduino.pdf](#) consulté le 20/05/2023

[23] <https://fritzing.org>

[24] https://fr.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code

[25] <https://www.hostinger.com/tutorials/what-is-html>

[26] <https://www.atinternet.com/glossaire/css/#:~:text=CSS%20est%20l%27acronyme%20de%20%C3%A9galement%20appel%C3%A9es%20fichiers%20CSS%20>

عنوان المشروع:

نظام بيوم تري لتسجيل الحضور

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة في إطار القرار الوزاري 1275

صورة العلامة التجارية



الاسم التجاري

BASMATI

بطاقة معلومات:
حول فريق الاشراف وفريق العمل
1- فريق الاشراف:

فريق الاشراف	
المشرف الرئيسي (01): دعاس سارة	التخصص: الإلكترونيك
المشرف الرئيسي (01):	التخصص:
المشرف المساعد:	التخصص:

2- فريق العمل:

فريق المشروع	التخصص	الكلية
الطالب: منيجل زو بير	أداتيه	كلية التكنولوجيا
الطالبة: فردي درصاف	أداتيه	كلية التكنولوجيا

فهرس المحتويات

المحور الأول: تقديم المشروع

1. فكرة المشروع (الحل)

.....(المقترح)

3.....

2. القيم

.....المقترحة

3.....

3. فريق

.....العمل

3.....

4. أهداف

.....المشروع

4.....

5. جدول زمني لتحقيق

.....المشروع

5.....

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

1. عرض القطاع

.....السوقي

6.

2. قياس شدة

.....المنافسة

7...

المحور الرابع: خطة الإنتاج والتنظيم

المحور الخامس: الخطة المالية

المحور السادس: النموذج الاولي التجريبي

المحور الأول: تقديم المشروع

1. فكرة المشروع (الحل المقترح):

فكرة مشروعنا الذي ينتمي ضمن المشاريع التكنولوجية الحديثة بدأت عندما قمنا بتحليل الإجراءات الإدارية وتحديدًا علمية تسجيل الحضور إذ تعد هذه العملية مكلفة ماديا كما أنها تستغرق وقت معتبرا ناهيك عن الأخطاء التي غالبا ما تحدث أثناء القيام بها، هنا قررنا تجسيد نظام خاص بتسجيل الحضور والتعرف عليهم عن طريق بصمة الاصبع الخاصة بهم وتخزينها في قاعدة بيانات محمية وأيضا مزامنة هذه البيانات مع جدول البيانات GOOGLE SHEET.

ومشروعنا موجه ايضا الى جميع المؤسسات الإدارية والشركات سواء كانت حكومية أو خاصة، في البداية وأثناء النموذج الأولي قمنا بتقسيم فريق العمل الى فريقين، الفريق الأول لإنجاز الجانب التطبيقي والذي يضم المكونات الإلكترونية اللازمة وكيفية عملها معا اما الفريق الثاني فهو يقوم بالعمل على قاعدة البيانات وكيفية جعلها محمية وسهلة الاستخدام وبخصوص مكان الإنجاز فقد تم إعداد النموذج الأولي على مستوى مخبر قسم الإلكترونيك .

2. القيم المقترحة:

نوفر نظاما حديثا يتماشى مع الديناميكية والعصرنة التي تشهدها المؤسسات والتي تسعى جاهدة في التخلص من إجراءات تسجيل الحضور الكلاسيكية و التي تعد مكلفة ماديا و مستهلكة للوقت كما أن نتائجها لا تعد دقيقة، بالتالي فنظامنا يمتاز بالسرعة و السلاسة أثناء الإستعمال، بالإضافة الى سهولة إدخال البيانات نظرا لكونه بسيط و خال من التعقيدات سواء كانت الإلكترونية و البرمجية، و بخصوص التصميم فمشروعنا مصمم خصيصا للتأقلم مع ظروف المؤسسات التي غالبا ما تمتاز بالحركية و ذلك بجعله ذو ابعاد صغيرة و مرنة بالإضافة الى أنه متنقل أي يمكن وضعه في أي مكان يلائم العميل، و بخصوص التكاليف فهو يقتصر فقط على تكاليف المكونات الإلكترونية التي هي متوفرة في السوق الجزائرية بأسعار جيدة .

3. فريق العمل:

الطالب 1: منيجل زوبير: تخصص هندسة أدواته متحصل على شهادة احترافية في مجال التسويق الرقمي بالإضافة الى تصميم صفحات الويب وهو من قام بإعداد قاعدة البيانات وتصميم الواجهة واعداد الخطة التسويقية للمشروع.

طالبة 2: متحصلة على شهادة ليسانس في اتصالات سلكية ولا سلكية على مستوى جامعة باجي مختار عنابة، تدرس الطالبة حاليا السنة الثانية ماستر. أدواته وهي بصدد تحصيل شهادة ماستر من نفس الجامعة من خلال البحث والتطوير في مجالها التخصصي، لدى الطالبة خبرة في مجال المعلوماتية وجميع الأمور المتعلقة بالتصاميم وهي من قامت بإنشاء تصميم العلامة التجارية ولديها معرفة شاملة بجميع جوانب صناعة المحتوى.

4. أهداف المشروع:

لقد قمنا بتقسيم هدفنا والذي يعد طويل الأمد الى 3 أهداف مصغرة و قصيرة الأمد، في السنة الأولى نحن نسعى الى تعميم استخدام نظامنا في جميع المؤسسات الإدارية المقدر لنا الوصول إليها و ذلك على مستوى الولائي والتي يقدر عددها بأكثر من 400 مؤسسة و التي تتوزع على القطاع التربوي بنسبة 62% و القطاع الإداري بنسبة 20% و أيضا القطاع الصناعي بنسبة 18% و هذا سيسمح لنا بتطوير نظامنا أكثر و تحليل تجربة العملاء، في السنة الثانية سنقوم بالتوسع على المستوى الجهوي و رفع حصتنا التسويقية، أما الهدف الأخير فهو السيطرة على السوق الوطني و نظرا لعدم توفر منتج مماثل مصنع وطنيا فهذا يعد مصدر قوة ودعم لنا، الأمر الذي سيجعلنا نسوق لنظامنا بمساعدة مختصين في مجال التسويق، و أيضا عرض منتجنا على الشركات المصغرة التي تقوم بتركيب أنظمة تسجيل الحضور والتي تعد المصدر الوحيد الذي يوفر هذا المنتج على المستوى الوطني و نذكر منها :

Teamsystem -

Ltprosec dz -

Unicom -

El bassma -

كما تعد التعاونات مع الشركات الرائدة ضمن اولوياتنا على غرار شركة dzduino التي تعتبر مورد للموارد الأولية وايضا شركة Print 3D للطباعة ثلاثية الأبعاد لتجهيز الواجهة الخارجية للمنتج الأمر الذي سيساعدنا في تطوير مشروعنا والتوجه نحو أسواق أخرى كالسوق الإفريقية التي تعد سوقا واعداد ومحط أنظار العالم

5. جدول زمني لتحقيق المشروع:

الاهداف /المدة	الاسبوع 1	الاسبوع 2	الاسبوع 3	الاسبوع 4	الاسبوع 5	الاسبوع 6	الاسبوع 7
تحديد الاهداف المسطرة والمتطلبات.							
تحديد الجمهور المستهدف.							
وضع خطة التسويق وتحليل المنافسين.							
إنشاء خطة شاملة.							
توجيه استبيانات حول تطلعات الجمهور المستهدف للحصول على ملاحظاته.							
مقارنة المشروع بمنافسيه في السوق ومعرفة نقاط القوة والضعف.							
تحليل النتائج.							
اعداد المكونات الالكترونية الرئيسية واجراء تجارب الاداء							
تصميم الوعاء الخارجي واجراء التحسينات							
توفير مصدر طاقة باقل تكلفة							
اختبار اداء المكونات الالكترونية معا وتصحيح الاخطاء ان وجدت							
انشاء وتصميم واجهة للمستخدم عن طريق لغتي التصميم HTML & CSS							
ربط قاعدة البيانات بالبرنامج الرئيسي المدمج							
التأكد من عمل قاعدة البيانات والواجهة بالتنسيق مع الجانب الفيزيائي							
إجراء اختبار شامل وتفحص اداء النظام							
تحديد الاعطاب واصلاحها ان وجدت							
مراقبة الاداء مع تغيير ظروف العمل							
وضع استراتيجيات التسويق والترويج.							
نشر المشروع للعملاء							
مراقبة الاداء والعمل على تحسين تجربة العملاء							

المحور الثاني: الجوانب الابتكارية

ينتمي المشروع ضمن مجال المشاريع التكنولوجية ومن ناحية اللسة الابتكارية للمشروع فقد تم دمج قاعدة بيانات في الجهاز كما تم تصميم الجهاز لكي يكون محمول وايضا تم ربط قاعدة البيانات ب google sheet وذلك لضمان الدقة وحفظ البيانات والرجوع اليها

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق

1- عرض القطاع السوقي:

لقد قمنا بتقسيم العملاء الى قسمين وهم كالتالي:

1. **العملاء المستهدفون الاوليون:** وهم يمثلون العملاء المهمين الذين هم حقا بحاجة الى النظام الذي نوفره لهم و هؤلاء سيتم التركيز عليهم و ذلك عن طريق الحملات الاعلانية بمختلف انواعها و عقد شراكات معهم وهم يتمثلون في :

-المؤسسات الصناعية

-المؤسسات التربوية

-المؤسسات الإدارية

-المؤسسات الاستشفائية

-الشركات المصغرة المتخصصة في تركيب أجهزة تسجيل الحضور

2. **العملاء المستهدفون الثانويون** وهم العملاء الذين قد يفكرون في خوض التجربة مع النظام الذي نوفره لكن هذا الامر لا يعد ضرورة قصوى بالنسبة لهم لذا لن يتم التركيز عليهم كما في الصنف الاول لكنهم يبقون عملاء مستهدفون وهم كالتالي:

-الصالات الرياضية

-المدارس الخاصة

-المراكز الثقافية و الترفيهية

-الفنادق

2- قياس شدة المنافسة:

ينقسم المنافسون لمشروعنا الى قسمين:

القسم الأول: هي الشركات نذكر منها zkteco التي تنفرد تقريبا دون منافسة في توفير المنتج على المستوى الوطني

القسم الثاني: الشركات المصغرة التي تقوم بتركيب أنظمة تسجيل الحضور والمراقبة نذكر منها:

Teamsystem -

ltprosec dz -

unicom -

el bassma -

تساهم هذه الشركات في تركيب أنظمة الحضور في المؤسسات الصناعية بصفة خاصة وبعض المؤسسات الإدارية الأخرى وتتمركز هذه الشركات المصغرة في الغرب والوسط الجزائري على غرار العاصمة و وهران.

نقاط القوة :

تصنيع جزائري

حجمه يعتبر محمول

السعر معقول

توفير قاعدة بيانات حسب حاجة العملاء

نقاط الضعف :

التعرف بالبصمة في حالة جرح الاصبع غير مجدية بالنفع

استعمال خاصة بيومترية واحدة

تكاليف الإستيراد التي تعد عائقا

التهديدات :

الشركاء المنافسين

اسعار المنافسين في السوق

المواد الاولية مستوردة

قلة شركات الطباعة ثلاثية الأبعاد

أما نقاط الضعف فهي كالتالي:

المحور السادس: النموذج الأولي التجريبي



➤ الجداول والأشكال

	<u>REALISATION</u>			<u>PREVISION</u>				
	N -2 2021	N -1 2022	N 2023	N+1 2024	N+2 2025	N+3 2026	N+4 2027	N+5
Produit A destiné Client								
Quantité produit A	-	-	1	7	9	11	13	-
Prix HT produit A			30000.00	30000.00	32000.00	32000.00	32000.00	-
<u>Ventes produit A</u>	-	-	30000.00	210000.00	288000.00	352000.00	455000.00	-
CHIFFRE D'AFFAIRES GLOBAL	-	-	30000.00	210000.00	288000.00	352000.00	455000.00	-

STARTUP : BASMATI



نظام بيومتري لتسجيل الحضور

