



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de génie électrique

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Electronique  
Système embarqué

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**SAYAH MANEL**

Le : lundi 8 juillet 2019

## Systeme de pointage par empreinte digitale

---

### Jury :

M.	Hezabra Adel	MAA	Université de biskra	Rapporteur
Dr.	Benelmir Okba	MCB	Université de biskra	Président
M.	Rahmani Nacer-eddine	MAA	Université de biskra	Examineur



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de génie électrique

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Electronique  
Système embarqué

---

Présenté et soutenu par :  
**SAYAH MANEL**  
Le : lundi 8 juillet 2019

## Systeme de pointage par empreinte digitale

---

Présenté par :  
Sayah Manel

Avis favorable de l'encadreur :  
M. Hezabra Adel *signature*

### Avis favorable du Président du Jury

Dr. B enelmir Okba

*Signature*

**Cachet et signature**

## Le Résumé :

Notre projet de fin d'étude a pour but de réaliser un système de pointage utilisant l'empreinte digitale à base de la carte ARDUINO YUN, de telle sorte que l'empreinte digitale de chaque fonctionnaire et prise par un capteur optique d'empreinte digitale, en suite de mot de passe de saisie sera attribué pour chaque utilisateur, en cas ou le doigt endommager.

En fin on peut dire que notre système est très efficace pour toutes les sociétés et les administrations qui l'utilisent, car il détermine avec précision les heures d'entrée et de sortie des employés, et fonctionnaire sans erreurs, il nous fournit également un rapport hebdomadaire, et mensuel et détaillé sur le pointage des fonctionnaires.

الهدف من هذا المشروع هو انجاز نظام تأشير باستخدام لوحة أردو وينو يون و يعتمد نظام التأشير في عمله على استخدام البصمة ، بحيث تؤخذ بصمة كل موظف وعامل عن طريق لاقط بصمات ضوئي ويعطى لكل منهم رمز دخول لاستخدامه لاحقاً، والغاية من استعمال رمز الدخول أنه في حال إصابة الإصبع بضرر أو وجود خلل في لاقط البصمة نستعمله كحل مؤقت. في الأخير نستطيع أن نقول إن هذا النظام جد فعال لكل مؤسسة تستعمله حيث أنه يحدد لنا بشكل دقيق أوقات دخول و خروج العمال والموظفين من موقع العمل بدون أي أخطاء و كذا تسجيل مدة تأخر كل عامل وموظف عند دخوله او خروجه من موقع عمله. كما أنه يعطينا تقرير أسبوعي أو شهري مفصل حول ساعات عمل كل عامل .

# *Dédicaces*

Ce modeste travail est dédié en signe de respect et de reconnaissance à :

- ❖ Mes cher parents, pour leur soutenu, leur éducation ainsi leur amour.
- ❖ Tous mes proches de la famille **SAYEH**, et plus particulièrement, ma sœur **MAISSA** et mes frères **AMIR** et **NAFAA**.
- ❖ Mes deux sœurs les plus proche de mon cœur **SARA** et **RAHMA**.
- ❖ Mes chères amies proches et mes sœurs **NOUDJOU**, **DOUNIA** et **KENZA**.
- ❖ Mes collègues de l'université de MOHAMED KHAIDER BISKRA et à tous ce qui m'ont enseigné au long de ma vie scolaire.
- ❖ Tous ceux qui m'ont aidé pour accomplir ce mémoire.

# *Remerciements*

Tout d'abord, je remercie le dieu, notre créateur de nous avoir donné la force, la volonté et courage afin d'accomplir ce Modest travail.

Ces remerciements vont tout d'abord au corps professoral et administratif de la Faculté gène électrique, pour la richesse et la qualité de leur enseignement et qui déploient de grands efforts pour assurer à leurs étudiants une formation actualisée.

Je vous remercie mon encadreur de mémoire Mr. HEZABRA Adel, pour toute sa gentillesse pour Ses précieux conseils et pour sa patience avec moi et pour le temps qu'il a consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de ce projet. Et tous ceux qui aidées moi et soutenus dans mon projet.

Je vous remercie aussi le Responsable de l'laboratoire Mr. Laadjel hamza, pour m'aider et me fournir le matériel nécessaire pendant la réalisation du projet, je remercie aussi sincèrement Mr. Menadi Samir, pour m'aider durant mon projet, sans parler du soutien moral et de la motivation.

Finalement, je tenue à exprimer ma profonde gratitude à ma famille « mes cher parents et mes frères et ma sœur » qui ma soutenue et tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier aussi :

- ❖ Les membres des jurys pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

# SOMMAIRE

Dédicace.....	
Remerciements.....	
Liste des figures.....	
Sommaire.....	
Introduction Génirale.....	1
<b><u>Chapitre I</u> : SYSTEME DE POINTAGE.</b>	
<b>I-1. Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>I-2. Pourquoi utiliser un système de pointage ? .....</b>	<b>5</b>
<b>I-3. Les différents systèmes de pointage .....</b>	<b>5</b>
<b>I-4. La biométrie .....</b>	<b>7</b>
I-4-1. Pourquoi la biométrie ? .....	7
I-4-2. Architecture d'un système biométrique .....	8
I-4-3. La pointeuse biométrique .....	8
I-4-4. Avantages d'une pointeuse biométrique .....	9
I-4-5. Les différents types d'une pointeuse biométrique.....	9
<b>I-5. Les avantages d'un système pointage .....</b>	<b>12</b>
<b>I-6. Système de pointage : quel investissement ? .....</b>	<b>13</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>15</b>
<b><u>ChapitreII</u>: ARDUINO Yún.</b>	
<b>II-1. Introduction.....</b>	<b>17</b>
<b>II-2. Présentation .....</b>	<b>18</b>
<b>II-3. Constitution .....</b>	<b>18</b>
<b>II-4. Caractéristique technique( Caractéristiques principales.....</b>	<b>19</b>
II-4-1. Alimentation.....	20
II-4-2. Mémoire .....	21
II-4-3. Entrées - Sorties .....	21
II-4-5 Entrées analogiques : .....	23
II-4-6. Boutons de Reset :.....	24
II-4-7. Configuration Wifi usine .....	25
<b>II-5. Bridge, Un pont entre LINUX et ARDUINO .....</b>	<b>25</b>

II-5-1. Communication bidirectionnelle.....	25
II-5-2. Appels REST.....	26
<b>II-6. Configuration du WiFi de la carte .....</b>	<b>27</b>
<b>II-7. Installer l'IDE Arduino .....</b>	<b>30</b>
<b>II-8. LA STRUCTURE D'UN PROGRAMME .....</b>	<b>31</b>
<b>II-9. La Syntaxe du langage.....</b>	<b>32</b>
<b>II-10. Commandes de structure du programme.....</b>	<b>33</b>
II-10-1. Variables .....	34
II-10-2. Fonctions .....	34
<b>II-11. Les entrées analogiques A0 à A5 .....</b>	<b>35</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>36</b>
<b><u>ChapitreIII:</u> EMPREINTE DIGITALE.</b>	
<b>III-1. Introduction .....</b>	<b>38</b>
<b>III-2. L’empreinte digitale .....</b>	<b>39</b>
<b>III-2-1. Définition de l’empreinte digitale .....</b>	<b>39</b>
<b>III-2-2. Les points caractéristiques de l’empreinte digitale .....</b>	<b>39</b>
<b>III-2-3.Les classes de l’empreinte digitale .....</b>	<b>41</b>
<b>III-2-4. Amélioration de l’empreinte digitale .....</b>	<b>42</b>
<b>III-2-5. Reconnaissance d'empreintes .....</b>	<b>42</b>
a) les minuties .....	42
b) Les capteurs d’empreintes digitales.....	46
<b>Conclusion.....</b>	<b>56</b>
<b><u>ChapitreIV:</u> CONCEPTION ET REALISATION</b>	
<b>IV-1. Introduction .....</b>	<b>58</b>
<b>IV-2. Schéma synoptique du système .....</b>	<b>59</b>
<b>IV-3. Horloge RTC (REAL TIME CLOCK).....</b>	<b>60</b>
<b>IV-4. Caractéristique principales du bus I2C.....</b>	<b>61</b>
<b>IV-5. I2C et Arduino Yún.....</b>	<b>62</b>
<b>IV-6.transfert des données avec I2C.....</b>	<b>62</b>
<b>IV-7. Les différents codes et fonctions.....</b>	<b>63</b>
<b>IV-8. Clavier matriciel 4x4 :.....</b>	<b>65</b>
<b>IV-9. Afficheur LCD 20x4 .....</b>	<b>66</b>
<b>IV-10. Capteur d’empreinte digitale .....</b>	<b>67</b>

IV-10.1. Branchements .....	68
IV-10. 2. Connexion matérielle.....	69
IV-10. 3. Protocole série.....	69
IV-10.4.protocole de communication.....	70
<b>IV-11. Schéma globale de projet .....</b>	<b>72</b>
<b>IV-12. Le circuit imprimé de projet .....</b>	<b>73</b>
<b>IV-13. Le dispositif électronique .....</b>	<b>74</b>
<b>IV -14. Le boîte de système de pointage .....</b>	<b>75</b>
<b>IV -15. L'organigramme de système de pointage avec l'empreinte digitale.....</b>	<b>76</b>
<b>IV -16. L'organigramme de menu .....</b>	<b>77</b>
<b>IV -17. L'organigramme de pointage .....</b>	<b>78</b>
<b>IV -18. L'organigramme de sauvegardé d'empreinte digitele .....</b>	<b>79</b>
<b>IV -19. Explication d'organigrammes .....</b>	<b>80</b>
<b>IV -20. L'application de pontage (attenance management system) .....</b>	<b>81</b>
<b>IV -21. Enregistrement des utilisateurs.....</b>	<b>81</b>
<b>IV -22. Types d'authentification d'identification des utilisateurs.....</b>	<b>83</b>
<b>IV -23. Heures .....</b>	<b>83</b>
<b>IV -23. 1. Horaires d'assistance.....</b>	<b>84</b>
<b>IV -24. Rapports .....</b>	<b>86</b>
<b>IV -25. Log Journal AC .....</b>	<b>86</b>
<b>Exemple .....</b>	<b>89</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>93</b>
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>94</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>95</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>97</b>

# Liste des figures

## Chapitre I : SYSTEME DE POINTAGE.

Figure I.1: Feuille de pointage .....	5
Figure I.2: Pointeuse mécanique.....	6
Figure I.3: Pointeuse mobile.....	6
Figure I.4: Badgeuse .....	6
Figure I.5: Pointeuse biométrique .....	6
Figure I.6: Architecture d'un système biométrique.....	8
Figure I.7: la pointeuse d'empreinte digitale.....	10
Figure I.8: la pointeuse d'empreinte digital.....	10
Figure I.9: Pointeuse mécanique.....	11

## ChapitreII: ARDUINO Yún.

Figure II.1: Une carte Arduino Yún Front et Rear.....	18
Figure II.2: Arduino Yún .....	18
Figure II.3: Bridge, Un pont entre LINUX et ARDUIN.....	19
Figure II.4: tableaux de Caractéristique technique .....	19
Figure II.5: Les boutons Reset .....	23
Figure II.6: Connectez la carte arduino avec wifi .....	27
Figure II.7: Paramétrage de la carte arduino yun .....	29
Figure II.8: sélectionné un port.....	30
Figure II.9: de fenêtre programmation .....	30

## ChapitreIII: EMPREINTE DIGITALE.

Figure III.1: Etude du dessin digital.....	39
Figure III.2: Différents positions de Delta .....	40
Figure III.3: Les Coupures .....	40
Figure III.4: Les Divisions .....	40
Figure III.5: Les Anneaux .....	41

<b>Figure III.6: Les îlots .....</b>	<b>41</b>
<b>Figure III.7: Les formes des crêtes à la zone centrale de l’empreinte.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure III.8: Trois types de dessins généraux.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure III.9: Diverses minuties de crêtes papillaire .....</b>	<b>44</b>
<b>Figure III.10: comparaison de l’identification.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure III.11: Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales optique</b>	<b>47</b>
<b>Figure III.12: Principe de fonctionnement d’un capteur d’empreintes digitales ultrasonique à émetteur/récepteur en rotation.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure III.13: Capteur capacitif utilisant des pixels à double électrode .....</b>	<b>49</b>
<b>Figure III.14: Capteur thermique utilisant une couche de matériau pyroélectrique .....</b>	<b>51</b>
<b>Figure III.15: Capteur thermique à éléments chauffants.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure III.16: Exemple de capteur d'empreintes digitales tactile.....</b>	<b>53</b>
<b>Figure III.17: Les principales étapes en images .....</b>	<b>54</b>
<b>Figure III.18: Détermination de la direction des minuties .....</b>	<b>55</b>

## **ChapitreIV: CONCEPTION ET REALISATION**

<b>Figure IV.1 : Schéma synoptique du système .....</b>	<b>59</b>
<b>Figure IV.2 : Brochage (fritzing) d’Arduino YUNavec(DS1703) .....</b>	<b>60</b>
<b>Figure IV.3: Caractéristique principales du bus I2C .....</b>	<b>61</b>
<b>Figure IV.4: Chronogramme fondamental du bus I2C .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure IV.5: structure interne d’un clavier 4x4 .....</b>	<b>65</b>
<b>Figure IV.6: Brochage clavier matriciel 4x4 avec ARDUINO YUN .....</b>	<b>66</b>
<b>Figure IV.7: Brochage d’un ARDUINO YUN avec LCDE 20x4 .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure IV.8: Capteur optique d’empreinte digitale pour Arduino .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure IV.9: Les broches d’un capteur d’empreinte digitale.....</b>	<b>68</b>
<b>Figure IV.10: Le format de transfert de trame .....</b>	<b>69</b>
<b>Figure IV.11: Brochage d’un capteur d’empreinte avec la carte ARDUINO YUN .....</b>	<b>71</b>
<b>Figure IV.12: Schéma globale de projet avec fritzing YUN.....</b>	<b>72</b>
<b>Figure IV.13: Le circuit imprimé de projet avec Proteus.....</b>	<b>73</b>
<b>Figure IV.14: Circuit de projet de système pointage .....</b>	<b>74</b>
<b>Figure IV.15: Le dispositif électronique sur boîtier (externe) .....</b>	<b>75</b>
<b>Figure IV.16: Le dispositif électronique sur boîtier (interne).....</b>	<b>75</b>

<b>Figure IV.17: Fichier de pointage d'employeur donné par la carte réalisé.....</b>	<b>89</b>
<b>Figure IV.18: Importation des données.....</b>	<b>89</b>
<b>Figure IV.19: Importation des données du fichier d'USB.....</b>	<b>90</b>
<b>Figure IV.20: Réglage d'heures de travaille .....</b>	<b>90</b>
<b>Figure IV.21: fenêtre de réglage d'heures .....</b>	<b>91</b>
<b>Figure IV.22: Entrée dans la fenêtré de rapport.....</b>	<b>91</b>
<b>Figure. IV.23:Fenetre de rapport .....</b>	<b>92</b>
<b>Figure. IV.24: Le rapport en PDF .....</b>	<b>92</b>

# Introduction Générale

Les progrès technologiques en biométrie d'empreintes digitales ouvrent de nouvelles opportunités dans les différents environnements dans lesquels elle s'applique, en s'adaptant aux besoins de chaque moment et chaque personne. Un point commun pour les différentes options de sécurité c'est qu'il doit être facile à utiliser et facile à installer.

Les progrès réalisés dans la technologie biométrique d'empreintes digitales nous montrent la grande variété d'applications et des systèmes que la biométrie d'empreintes digitales offre, en particulier pour l'accès logique physique aux bureaux et aux lieux de travail.

Parmi ces systèmes le système de pointage avec l'empreinte digitale ce qui contribue à déterminer avec précision les heures d'entrées et de sortie du lieu de travail de manière plus sécurisé.

Le système de pointage détermine le temps d'entrée et de sortie du lieu de travail de chaque travailleur soit par le mot de passe personnel au soit via l'empreinte digitale (capteur d'empreinte digitale).

Pour réaliser ce système de pointage nous avons besoin d'un capteur d'empreinte digitale et une carte « ARDUINO YUN » qui donne la possibilité d'assembler les performances de programmation et d'électronique.

Le mémoire est divisé en quatre chapitres :

- Le premier chapitre représente le système pointage.
- Le deuxième chapitre est une étude approfondie sur la carte Arduino Yun qui est le cœur de ce projet ainsi que le logiciel de programmation.
- Le troisième chapitre décrit les différentes étapes pour obtenir une empreinte digitale.
- Le dernier chapitre présente la méthode de la conception et la réalisation de ce projet.

**Chapitre I :**  
**SYSTEME DE**  
**POINTAGE**

### I-1. Introduction

Un système de pointage est un simple outil de mesure et de contrôle du temps de travail : elle doit répondre aux besoins de l'employeur en termes d'organisation du temps de travail dans son entreprise.

Le pointage est un dispositif qui permet de contrôler le temps de travail d'un salarié. A l'origine, les horaires et accès spécifiques à une zone étaient contrôlés par un salarié qui notait scrupuleusement chaque aller et venue d'un salarié.

Mais les premières pointeuses étaient malgré tout à vérifier manuellement, et certains salariés ont déploré une utilisation rébarbative et parfois sujette à litiges. Une arrivée à 13h58 était alors notée comme une arrivée à 14h, soit quelques minutes d'écart. Ces écarts ont fait bondir les organisations syndicales, convaincues qu'il s'agissait d'un travail dissimulé, car quelques minutes sur chaque salarié d'une grosse structure représentaient en réalité une productivité importante.

Aussi, les fabricants ont modernisé les différents systèmes de pointage, qui sont régulièrement appelés « badgeuses ». [1]

**I-2. Pourquoi utiliser un système de pointage ?**

La productivité est essentielle dans certains secteurs, notamment en cas de concurrence sérieuse. Le salarié doit accéder rapidement à son poste de travail, et son temps de travail doit être mesuré précisément pour ne léser personne, ni le salarié, ni l'employeur.

Selon le secteur d'activité, la pointeuse permet également de faire gagner du temps à l'équipe de la gestion paie, qui n'aura qu'à vérifier rapidement les cohérences des informations pour établir à l'aide d'un logiciel de pointage les documents sociaux du salarié, comme son bulletin de salaire. En résumé, l'installation d'un tel système fera gagner à vos pôles RH un temps conséquent en leur facilitant les opérations du décompte des horaires de présence des collaborateurs.

Sur le papier, les différents systèmes de pointage présentent beaucoup d'avantages, mais dans les faits, ils doivent répondre à un cadre légal et juridique très précis. [1]

**I-3. Les différents systèmes de pointage**

Il existe différents systèmes de pointage :

**Feuille de pointage :** c'est l'enregistrement papier ou numérique des données fournies par la pointeuse. Elle peut aussi être remplie manuellement et constituer à part entière un moyen de contrôle du temps de travail. [2]

**Carte de pointage**

Date : \_\_\_\_\_ Terrain : \_\_\_\_\_ Jalon : \_\_\_\_\_ Terrain d'exercice

Temp. : \_\_\_\_\_ Vent : \_\_\_\_\_ Pluie : \_\_\_\_\_ Coups d'approche

Type : \_\_\_\_\_ Coups roulés

Trous	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aller	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Ret	Total	
Pointage																						
Départ/Allée																						
Vert atteint																						
Pitch																						
Pitch réussi																						
Chip																						
Chip réussi																						
Fosse																						
Fosse réussie																						
Coups roulés																						
Dist. Wetsel																						

**Fig.I.1 : Feuille de pointage..... [2]**

**Pointeuse mécanique** : ce système simple doté d'une horloge permet de connaître les heures d'arrivée et de départ du personnel via l'insertion d'une carte ou la pression d'un bouton. Les pointeuses mécaniques (ou numériques) permettent aux salariés d'insérer un support (carton ou carte plastique) qui servira notamment de rappel d'identité, et sur lequel est noté de manière informatisée les horaires d'arrivée, de pauses et de départ de l'entreprise. [1]



**Fig.I.2:** Pointeuse mécanique... [1]

**Pointeuse mobile** : ce système de pointage permet de contrôler le temps de travail des salariés non sédentaires et passant une partie importante de leur temps en dehors des locaux de l'entreprise. Ainsi, le gain de temps et la simplicité d'utilisation favorise la productivité de certains secteurs. [2]



**Fig.I.3:** Pointeuse mobile..... [2]

**Badguese** : c'est une évolution de la carte à insérer dans la pointeuse. Il s'agit désormais d'un badge à insérer dans la pointeuse, les données sont ensuite enregistrées et traitées automatique. [2]



**Fig.I.4:** Badguese..... [2]

**Pointeuse biométrique** : il s'agit du système de pointage le plus évolué, car il permet d'enregistrer des données physiologiques comme les empreintes digitales, le fond de l'œil...[2]



**Fig.I.5:** Pointeuse biométrique.... [2]

### I-4. La biométrie

La biométrie est une alternative aux deux précédents modes d'identification. Elle consiste à identifier une personne à partir de ses caractéristiques physiques ou comportementales. Le visage, les empreintes digitales, l'iris, etc. sont des exemples de caractéristiques physiques. La voix, l'écriture, le rythme de frappe sur un clavier, etc. sont des caractéristiques comportementales. Ces caractéristiques, qu'elles soient innées comme les empreintes digitales ou bien acquises comme la signature, sont attachées à chaque individu et ne souffrent donc pas des faiblesses des méthodes basées sur une connaissance ou une possession. [4]

La biométrie est composé de deux termes : bio / métrie c'est la « mesure du vivant ».

Elle est une technique globale visant à établir l'identité d'une personne en mesurant une de ses caractéristiques physiologiques ou comportementales. Il peut y avoir plusieurs types de caractéristiques, les unes plus fiables que d'autres, mais toutes doivent être infalsifiables et uniques pour pouvoir être représentatives d'un et un seul individu. [4]

#### I-4-1. Pourquoi la biométrie ?

Les arguments pour la biométrie se résument en 2 catégories:

**Praticité :** Les mots de passe comme les cartes de crédit, les cartes de débit, les cartes d'identité ou encore les clés peuvent être oubliés, perdus, volés et copiés. En plus, aujourd'hui tous et chacun doivent se rappeler une multitude de mots de passe et avoir en leur possession un grand nombre de cartes. De son côté la biométrie serait immunisée contre ce genre de maux en plus qu'elle serait simple et pratique, car il n'y a plus ni cartes ni mots de passe à retenir. [4]

La biométrie serait capable de réduire, sans l'éliminer, le crime et le terrorisme car, à tout de moins, elle complique la vie des criminels et des terroristes.

La biométrie est basée sur l'analyse de données liées à l'individu et peut être classée en trois grandes catégories :

- **L'analyse morphologique :** les empreintes digitales, l'iris, la forme de la main, les traits du visage, le réseau veineux de la rétine.

- **L'analyse biologique** : l'ADN, le sang, la salive, l'urine, l'odeur, la Thermographie.
- **L'analyse comportementale** : la reconnaissance vocale, la dynamique de frappe au clavier, la dynamique de signature, la manière de marcher. [4]

### I-4-2. Architecture d'un système biométrique

Il existe toujours au moins deux modules dans un système biométrique : Le module d'apprentissage et celui de reconnaissance. Le troisième module (facultatif) est le module d'adaptation. Pendant l'apprentissage, le système va acquérir une ou plusieurs mesures biométriques qui serviront à construire un modèle de l'individu.

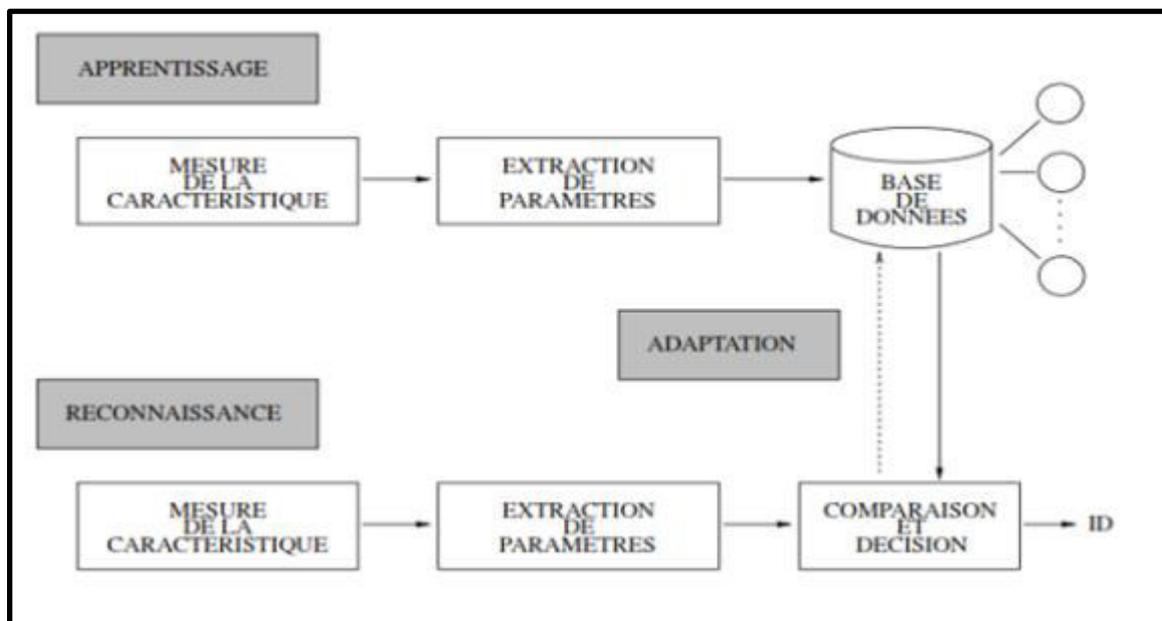


Fig.I.6: Architecture d'un système biométrique..... [4]

### I-4-3. La pointeuse biométrique

Parmi les systèmes de pointage les plus récents, **la pointeuse biométrique** simplifie davantage le contrôle d'accès des salariés. Durant une période, l'employeur et son équipe se chargent de récupérer un détail humain de chaque salarié, comme par exemple une empreinte digitale ou un contour de main. [1]

Ce détail est ensuite enregistré dans le lecteur de la pointeuse, qui sera utilisé quotidiennement et simplement par l'ensemble des collaborateurs. L'utilisation de la pointeuse

biométrique est cependant bien plus réglementée que les autres systèmes de pointage. Dans tous les cas, le support (papier ou numérique) rassemblant les informations de la pointeuse s'appelle la feuille de pointage.

Cette badgeuse plus moderne propose de multiples avantages. D'une part, elle pallie les pertes éventuelles de badges et autres clés. D'autre part, la pointeuse biométrique offre une sécurité accrue. De fait, il n'est plus possible de prêter son badge à quelqu'un, chaque employé doit apposer ses empreintes digitales pour accéder à l'entreprise. Attention toutefois lors de la mise en place. [3]

### **I-4-4. Avantages d'une pointeuse biométrique**

Système d'identification utilisant la technologie de l'empreinte digitale.

- Ce lecteur identifie et enregistre le pointage d'une personne en moins d'une seconde.
- Convivial.
- Evite la fraude (pas d'échange de badges possible).
- Sûr (possibilité d'enregistrer plusieurs doigts par personne).
- Simple d'utilisation (l'enrôlement des mains du personnel se fait directement sur le lecteur à l'aide du clavier ou écran).

Economique (plus de badge à acheter ou à gérer). [3]

### **I-4-5. Les différents types d'une pointeuse biométrique**

La pointeuse biométrique réagit en déclenchant un décompte des horaires de travail quand un de ses capteurs (caméra, pad, etc.) reconnaît une caractéristique humaine comme :

- Des empreintes digitales.
- Le contour d'une main.
- Un visage.
- Un iris.
- Etc.

### - La pointeuse d'empreinte digitale

- Les empreintes digitales sont le dessin formé par les lignes de la peau des doigts, ils appelées aussi dermatoglyphes - sont une signature que nous laissons derrière nous à chaque fois que nous touchons un objet. Les motifs dessinés par les crêtes et plis de la peau sont différents pour chaque individu ; c'est ce qui motive leur utilisation par la police criminell



**Fig.I.7:** la pointeuse d'empreinte digitale

edepuis le 19è siècle. [4]

On distingue deux types d'empreintes : l'empreinte directe ou visible qui laisse une marque visible à l'œil nu et l'empreinte latente ou invisible qui est composée de lipides, de sueur et de saletés déposés sur un objet touché.

Ce terminal de pointage biométrique permet un accès simple au lieu de travail.

L'employé peut pointer en utilisant son doigt seulement, sans carte ni badge.

Cette solution de pointage facilite le travail des gestionnaires de ressources humaines en contrôlant toutes les entrées / sorties de façon très simple, par le rapatriement des données via une clé USB. [4]

### - Pointeuse avec un contour d'une main

La géométrie de la main est une technologie biométrique récente. Comme son nom l'indique, elle consiste à analyser et à mesurer la forme de la main, c'est - à - dire mesurer la longueur, la largeur et la hauteur de la main d'un utilisateur et de créer une image 3-D. Des LEDs infrarouges et un appareil - photo numérique sont utilisés pour acquérir les données



de la main.

**Fig.I.8:** la pointeuse d'empreinte digitale... [5]

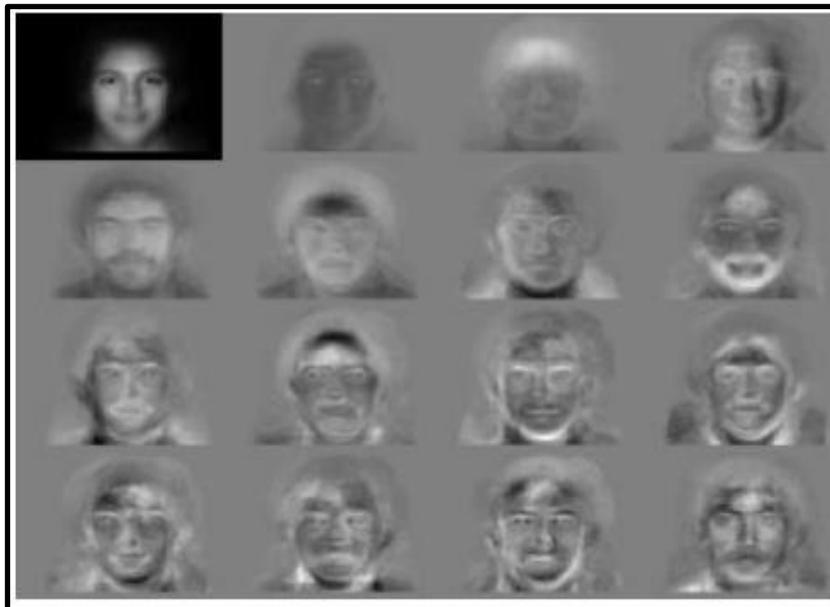
Cette technologie offre un niveau raisonnable de précision et est relativement facile à utiliser. Cependant, elle peut être facilement trompée par des jumeaux ou par des personnes

ayant des formes de la main proches. Les utilisations les plus populaires de la géométrie de la main comprennent l'enregistrement de présence et le contrôle d'accès. Par contre, les systèmes de capture de la main sont relativement grands et lourds, ce qui limite leur utilisation dans d'autres applications comme l'authentification dans les systèmes embarqués : téléphones portables, voitures, ordinateurs portables. [5]

### - Pointeuse avec les contours de visage

Rien n'est plus naturel qu'utiliser le visage pour identifier une personne. Les images faciales sont probablement la caractéristique biométrique la plus communément employée par l'homme pour effectuer une identification personnelle.

L'utilisation d'une caméra permet de capter la forme du visage d'un individu et d'en dégager certaines particularités. Selon le système utilisé, l'individu doit être positionné devant l'appareil ou peut être en mouvement à une certaine distance. Les données biométriques qui sont obtenues sont par la suite comparées au fichier référence. [4]



**Fig.I.9:** Caractéristiques du visage..... [4]

### - Pointeuse d'iris

L'utilisation de l'iris comme caractéristique biométrique unique de l'homme a donné lieu à une technologie d'identification fiable et extrêmement précise. L'iris est la région, sous forme d'anneau, située entre la pupille et le blanc de l'oeil, il est unique. L'iris a une structure extraordinaire et offre de nombreuses caractéristiques de texture qui sont uniques pour chaque individu. Les algorithmes utilisés dans la reconnaissance de l'iris sont si précis que la planète toute entière pourrait être inscrite dans une base de données de l'iris avec peu d'erreurs d'identification.

L'image de l'iris est généralement capturée à l'aide d'une caméra standard. Cependant, cette étape de capture implique une coopération de l'individu. De plus, il existe plusieurs contraintes liées à l'utilisation de cette technologie. Par exemple, il faut s'assurer que l'iris de l'individu est à une distance fixe et proche du dispositif de capture, ce qui limite l'utilisation de cette technologie. [5]

### I-5. Les avantages d'un système pointage

Souvent synonyme de flicage, la mise en place d'une pointeuse horaire en entreprise est mal perçue. Pourtant, cela apporte de nombreux avantages à l'entreprise, mais aussi aux salariés.

#### 1- Limiter les conflits

Avec un système totalement impartial, on limite naturellement les conflits liés aux horaires. La pointeuse horaire fait foi et atteste de la présence ou de l'absence d'un salarié, de l'heure à laquelle il arrive et il repart. En cas de litige, il sera simple de produire des documents contenant les informations exportées par la pointeuse. [6]

#### 2- Optimiser l'organisation

Utiliser une pointeuse horaire permet de mieux cerner l'activité de son entreprise, les temps de présence, d'absence, etc. L'objectif, en utilisant un logiciel de gestion du temps, est d'avoir une vision globale qui permet, à terme, de mettre en place des plannings optimisés pour une meilleure organisation et donc, une plus grande rentabilité. [6]

#### 3- Limiter les tâches administratives

C'est au niveau du service comptabilité que l'on apprécie particulièrement cet outil qu'est la pointeuse. De fait, oubliez les post-it sur lesquels les salariés notaient leurs horaires, aujourd'hui toutes les informations sont exportées automatiquement. Gestion du temps de travail, des heures supplémentaires, des présences, absences, RTT, etc., tout est automatisé. Cela offre un gain de temps conséquent et donc, un gain de productivité. [6]

### **4- Mieux connaître l'activité de son entreprise**

En mettant en place une pointeuse horaire, les managers peuvent s'apercevoir des horaires réellement réalisés par leurs équipes. De fait, cela met en lumière certaines pratiques qui engendrent des heures supplémentaires parfois conséquentes et permet de corriger le tir. Prenons un exemple concret avec un employé dont les horaires sont 5h-13h en usine. S'il travaille réellement jusqu'à 13h, avant de pointer, il va se rendre au vestiaire pour se changer.

il va donc pointer à 13h10 ou 13h15, cela engendre à l'année un nombre important d'heures supplémentaires et donc un coût. Un logiciel de gestion du temps met immédiatement en lumière cet aspect et donne la possibilité d'y remédier, notamment en faisant en sorte que les employés finissent leur travail 10 minutes plus tôt. Le coût sera moins important puisqu'il s'agit d'horaires non majorés. [6]

### **5- Plus fiable pour les salariés**

Si l'on met en avant les avantages pour l'entreprise, le salarié n'est pas en reste. Comme évoqué ci-dessus, il n'aura plus besoin de noter ses horaires, au risque de perdre ses informations. La pointeuse horaire est une solution bien plus simple pour lui, mais aussi plus fiable. De fait, chaque minute passée dans l'entreprise est comptabilisée pour un

calcul plus juste des salaires et des congés. [6]

### **I-6. Système de pointage : quel investissement ?**

En plus de l'audit et de la situation qu'il révèle, le choix d'un système de pointage résulte aussi de la politique d'investissements de l'employeur.

L'employeur qui cherche à se doter d'un système de pointage va se poser des questions sur :

- le coût que cela représente .
- le retour sur investissement : le matériel pourra-t-il s'adapter à l'évolution de l'entreprise (croissance de l'effectif, complexification de l'organisation du travail, etc.) ?
- l'optimisation du matériel :
  - Quelle difficulté d'utilisation du matériel, par exemple s'il a de nombreuses fonctionnalités ?
  - Le matériel permet-il de recueillir et exploiter des données en liaison et compatibilité avec d'autres systèmes comme un progiciel de gestion intégré (type ERP) pour travailler en workflow (gestion des flux) notamment :
  - si une comptabilité analytique existe ou va être introduite ;
  - si l'entreprise pratique du cost killing (réduction des coûts) ? [7]

### **Conclusion**

Un système de pointage est, en premier lieu, un appareil servant, comme son nom l'indique, à pointer les allées et venues des salariés et à les enregistrer. Mais avec les avancées technologiques, l'outil en soi n'est plus toujours obligatoire, il devient mobile et s'est transformé en une application qu'il suffit d'installer sur son smartphone ou sa tablette. Dans le premier comme dans le deuxième cas, le dispositif doit être relié à un logiciel de gestion, qui enregistrera et traitera les données.

**Chapitre II :**  
**ARDUINO**  
**Yún**

## I-1. Introduction

La carte Arduino Yun est bâtie sur la base d'un Arduino Leonardo (utilisation de l'ATmega32U4) auquel a été rajouté en parallèle un processeur Atheros AR9331 qui fait tourner la distribution Linux Linino, basé sur OpenWrt.

L'environnement arduino (processeur Atheros AR9331) permet de contrôler des entrées/sorties logiques ou analogiques. Et l'environnement linux (Atheros AR9331+ linino) permet de récupérer les données des entrées/sorties pour les afficher ou les contrôler depuis un site WEB qui sera stocké sur une carte SD. Aucune installation de serveur WEB n'est nécessaire. Le serveur web est déjà installé sur la carte. [8]

L'avantage de cette carte par rapport à l'association d'une carte arduino uno et d'un shield ethernet (par exemple) est une plus grande rapidité d'exécution et surtout une plus grande capacité de stockage de pages WEB. En effet une association (arduino uno + shield ethernet) est limité par l'espace de la mémoire RAM. Et les sites produits ne peuvent être donc que sommaires. De plus une carte arduino Yun permet de faire des sites dynamiques, de commander une camera pour des prises d'images ou de captures de vidéos

- Le processeur communique avec le microcontrôleur par le Bridge.
- Une carte SD permet de stocker les sites WEB et les données.
- La carte Yun peut fonctionner en Ethernet ou en WIFI. [8]

## II-2. Présentation

La carte **Arduino Yún** est une carte similaire à la carte Arduino Leonardo mais qui possède des fonctionnalités avancées permettant de réaliser des prototypes d'objets connectés. Elle dispose du **WiFi intégré**, d'un contrôleur **Ethernet** et un port RJ45 ainsi qu'un port USB host permettant la connexion de périphériques. Un slot pour carte SD permet le stockage externe de données. [9]

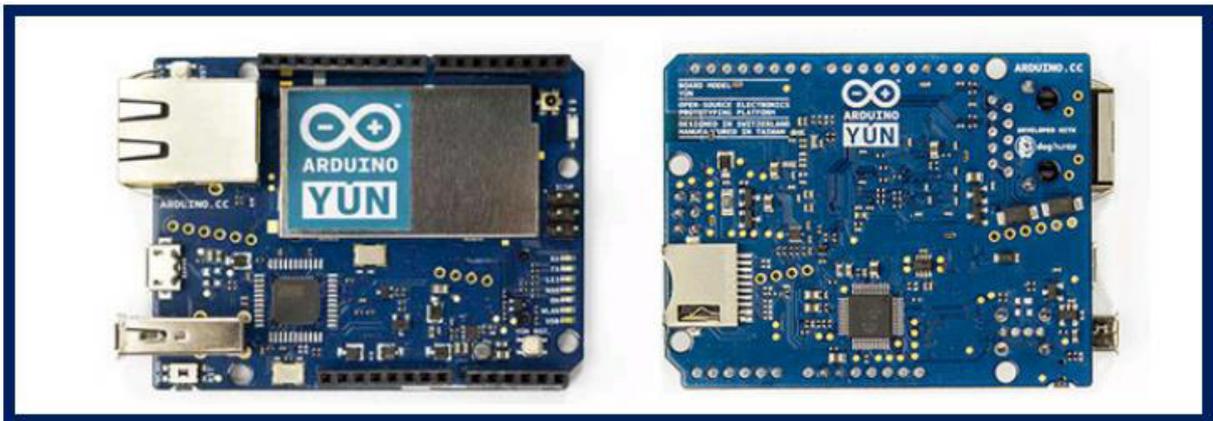


Fig. II.1 : Une carte **Arduino Yún** avant et arrière.... [9]

## II-3. Constitution

L'Arduino Yún utilise le même microcontrôleur que la carte Arduino Leonardo, l'Atmel ATmega32U4. Elle comporte également un **microprocesseur additionnel**, Atheros AR9331, sur lequel tourne la distribution Linux pour systèmes embarqués appelée Linio basée sur OpenWrt wireless stack. [9]

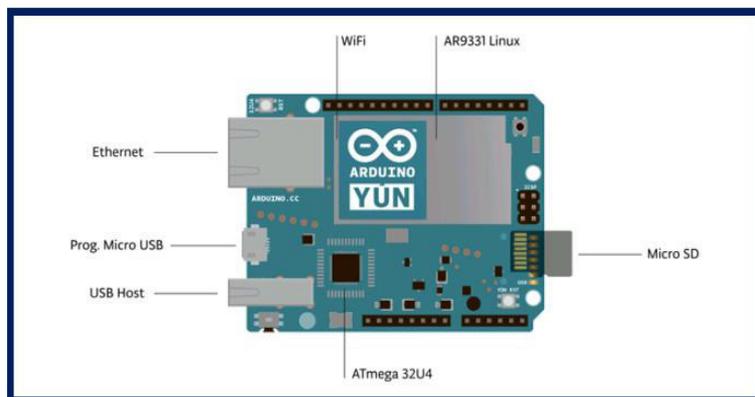
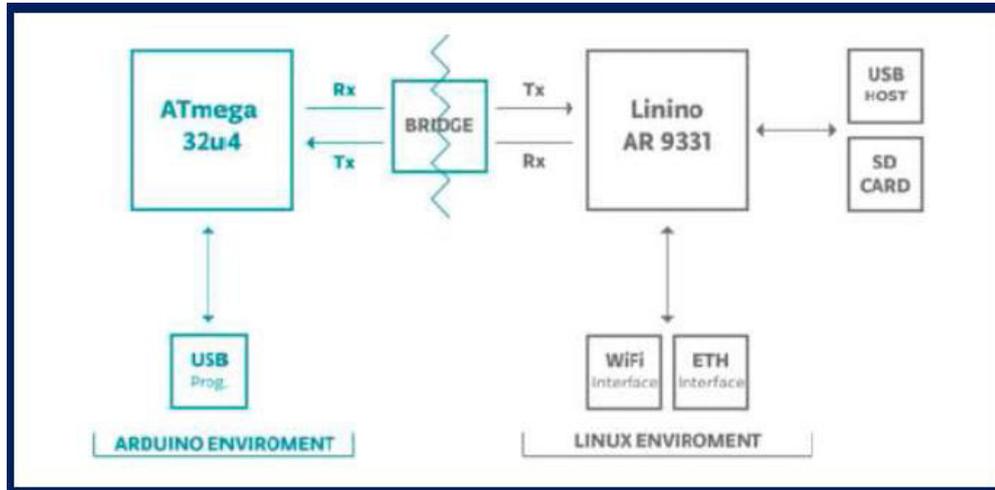


Fig. II.2 : Arduino Yún.. [9]

Le microcontrôleur ATmega32U4 et le microprocesseur Atheros AR9331 communiquent entre eux grâce à la liaison série asynchrone (UART). Cette communication est facilitée par la librairie « bridge ». [9]



**Fig. II.3 :** Bridge, Un pont entre LINUX et ARDUINO.... [9]

**II-4. Caractéristique technique( Caractéristiques principales)**

Microcontrôleur ATmega32U4		Microprocesseur Atheros AR9331	
Tension de fonctionnement	5 V	Tension de fonctionnement	3,3 V
E/S numériques	14	Architecture	MIPS
Sorties PWM	7	Ethernet	802.3 10/100Mbit/s
Entrées analogiques	6	WiFi	802.11b/g/n 2.4 GHz
Intensité par broche E/S	40 mA max	USB Type	2.0 Host
Intensité broche 5 V	500 mA max	Lecteur de carte	Micro-SD
Intensité broche 3,3 V	50 mA max	RAM	64 MB DDR2
Mémoire Flash	32 Ko	Mémoire Flash	16 MB
SRAM	2,5 Ko	SRAM	2,5 Ko
EEPROM	1 Ko	EEPROM	1 Ko
Vitesse d'horloge	16 MHz	Vitesse d'horloge	400 MHz

**Fig. II.4 :** tableaux de Caractéristique technique ..... [9]

### II-4-1. Alimentation

Il est recommandé d'alimenter la carte par l'intermédiaire de la connexion micro-USB avec 5VDC.

Si vous alimentez la carte par l'intermédiaire de la broche Vin, vous devez fournir une tension régulée à 5VDC. Il n'y a pas de régulateur de tension sur la carte pour gérer les tensions supérieures. La carte sera donc endommagée en cas de surtension!

Le Yún est également compatible les modules PoE (Power Over Ethernet) mais vous aurez besoin d'ajouter un module PoE pour bénéficier de cette fonctionnalité. [9]

Les broches d'alimentation sont les suivantes :

**VIN** : Tension d'entrée de la carte Arduino. A l'opposé des autres cartes Arduino, si vous voulez alimenter votre carte par cette broche il faut absolument fournir une tension régulée à 5 volts.

**5V** : La tension d'alimentation utilisée pour alimenter le microcontrôleur et les autres composants de la carte. Peut provenir soit de VIN ou du port USB (d'alimentation).

**3V3** : Une alimentation 3.3 volts générée par le régulateur disponible sur la carte. Courant maximum 50 mA.

**GND** : Broches de masse/GND/Ground.

**IOREF** : La tension à laquelle les broches d'entrée/sortie de la carte fonctionnent (ex. VCC pour la

Carte). C'est 5V sur un Yún. [9]

### II-4-2. Mémoire

L'ATmega32u4 dispose de 32 KB (avec 4 KB utilisé par le bootloader). Il dispose également de 2.5 KB de SRAM et de 1 KB d'EEPROM (qui peut-être modifiée à l'aide de la librairie EEPROM).

La mémoire de l'AR9331 n'est pas incluse dans le processeur. La RAM et mémoire de stockage sont disposées à l'extérieur du processeur. Le Yún dispose de 64 MB de RAM

DDR2 et de 16 MB de mémoire Flash. La mémoire flash est préchargée en usine avec une distribution Linux basée sur OpenWRT. Cette distribution s'appelle Linino.

Vous pouvez modifier le contenu de cet image d'usine, en installant un programme ou en modifiant le fichier de configuration. Vous pouvez revenir à la configuration d'usine en pressant le bouton «WLAN RST» pendant 30 secondes. [9]

### II-4-3. Entrées - Sorties

Il n'est pas possible d'accéder aux broches d'entrées/sorties du processeur Atheros AR9331. Toutes les lignes I/O sont raccordées sur le 32U4. Chacune des 20 broches d'entrée/sortie digitale du Yún peuvent être utilisée comme entrée («input») ou sortie («output») en utilisant les fonctions **pin Mode ()**, **digital rite ()** et **digital Read ()**.

Elles fonctionnent en logique 5 volts. Chaque broche peut fournir et recevoir un maximum de 40mA et dispose de résistance pull-up (déconnectée par défaut) de 20-50 KOhms. [10]

De surcroît, certaines proches ont des fonctions spécialisées :

**Série** : 0 (RX) et 1 (TX). Utilisé pour recevoir (RX) et transmettre (TX) des données sur une port série TTL en utilisant les capacités matériels du ATmega32U4. Notez que sur le Yún, la classe Serial référence la communication USB (CDC); pour le port série TTL sur les broches 0 et 1, utilisez la classe Serial1. Sur le Yún, les ports séries matériels de l'ATmega32U4 et du AR9331 sont connectés ensembles et utilisés pour la communication entre les processeurs. Comme c'est couramment le cas sur les systèmes Linux, le port série du AR9331 expose une console fournissant un accès au système, cela signifie que vous pouvez accéder aux

programmes et outils offerts par Linux depuis vos sketch/croquis. [10]

**TWI** : 2 (SDA) et 3 (SCL). Support de la communication TWI (Two Wire... soit I2C) en utilisant la librairie Wire.

**Interruptions externes** : 3 (interruption 0), 2 (interruption 1), 0 (interruption 2), 1 (interruption 3) et 7 (interruption 4). Ces broches peuvent être configurées pour capturer des signaux d'interruption sur valeur «LOW», flan montant («rising edge»), flan descendant («falling edge) ou le changement de valeur. voir la fonction attachInterrupt() pour plus d'information. Il n'est pas recommandé d'utiliser les broches 0 et 1 comme interruption parce

qu'elles sont aussi utilisées par le port série matériel pour communiquer avec le processeur Linux. La broches 7 est connectée sur le processeur AR9331 et pourrait être utilisé comme signal de handshake dans le future. Il est donc recommandé d'être prudent vis-à-vis des possibles conflits si vous l'utilisez comme interruption.

**PWM :** 3, 5, 6, 9, 10, 11 et 13. Fournit des sorties PWM 8-bit avec la fonction `analogWrite()`.

**SPI :** sur le connecteur ICSP. Ces broches supportent la communication SPI en utilisant la librairie SPI. Notez que les broches SPI ne sont pas connectées sur des broches d'entrée/sortie digitales comme c'est le cas pour Arduino Uno, elles sont uniquement disponible sur le connecteur ICSP. Cela signifie que si vous avez un shield SPI, mais que celui ci ne fonctionnera qui s'il dispose du connecteur ICSP 6-broches qui se connecte sur le connecteur 6 broches ICSP correspondant du Yún.

Les broches SPI sont également connectées sur le GPIO du AR9331, où une interface SPI logicielle à été implémentée. Cela signifie que l'ATMega32u4 et l'AR9331 peuvent aussi communiquer en utilisant le protocole SPI. [10]

**II-4-4. Les LEDs :** 13. Il y a une LED intégrée à la carte et connectée sur la broche digitale 13. Lorsque la broche est à la valeur HIGH (état haut), la LED est allumée. La LED est éteinte lorsque la broche est à LOW (état bas).

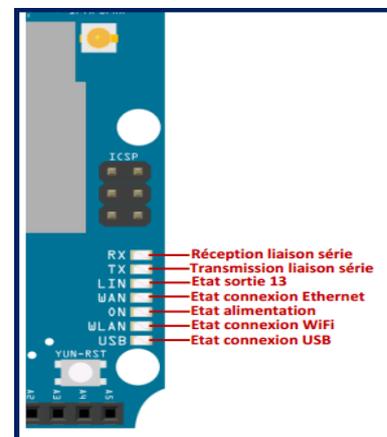
-La **DEL ON** : indique l'état de l'alimentation.

-La **DEL WAN** : indique l'état de la connexion Ethernet.

-La **DEL WLAN** : indique l'état de la connexion WiFi.

-La **DEL USB** : indique l'état de la communication USB.

-Les **DEL Rx et Tx** : indiquent l'état de la liaison série. [10]

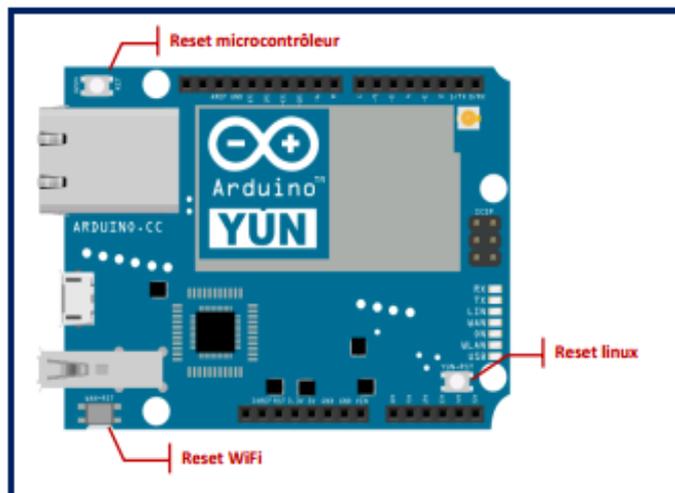


**II-4-5 Entrées analogiques :** A0 à A5, A6 à A11 (sur les broches digitales 4, 6, 8, 9, 10 et 12). Yún a 12 entrées analogiques, libellées A0 à A11... qui peuvent toutes être utilisées comme entrées/sorties digitales. Les broches A0-A5 apparaissent à la même position que sur un Uno; les entrées A6 à A11 sont respectivement sur les broches d'entrée/sortie digitals 4, 6, 8, 9, 10 et 12 respectively. Chaque entrée analogique dispose d'une résolution 10 bits (ex:

1024 valeurs différentes). Par défaut, la mesure d'entrée analogique se fait entre la masse/GND et 5 volts. Il est cependant possible de changer la valeur maximale utilisée en utilisant la broche AREF et la fonction `analogReference()`. [10]

**AREF** : Référence de tension pour les entrées analogiques. Utilisé avec la fonction `analogReference()`. [10]

**II-4-6. Boutons de Reset** : Il y a 3 boutons Reset sur avec des fonction différentes sur la carte Yun :



**Fig. II.5:** Les boutons Reset..... [10]

**Yún RST** : Ramené cette ligne au niveau bas (LOW) pour faire un reset du microprocesseur « AR9331 ». Resetter le « AR9331 » provoque le reboot (redémarrage) du système linux. Toutes les données stockées en RAM seront perdues et tous les programmes en cours d'exécution seront arrêtés.

**32U4 RST** : Ramené cette ligne au niveau bas (LOW) pour faire un reset du microcontrôleur ATmega32U4. Habituellement utilise pour ajouter un bouton reset sur les shield (puisque un shield cache généralement ce bouton reset).

**WLAN RST** : Ce bouton à une double fonctionnalité.

Premièrement il sert à restaurer la configuration d'usine Wifi. La configuration d'usine à configurer le Yún en mode «access point» (AP) et lui assigner l'adresse IP par défaut 192.168.240.1. Dans ces conditions, vous pouvez vous connecter avec votre ordinateur sur le

réseau WiFi qui apparaît avec le nom SSID «Arduino Yun-XXXXXXXXXXXX» (où les 12 'X' sont l'adresse MAC de votre Yún). Un fois connecté, vous pouvez atteindre la panneau de configuration web du Yún en utilisant votre navigateur et en naviguant sur l'adresse 192.168.240.1 ou «http://arduino.local». Notez que restaurer la configuration Wifi provoque le reboot de l'environnement linux. Pour restaurer votre configuration Wifi vous devez presser et maintenir le bouton WLAN RST pendant 5 secondes. Lorsque vous pressez le bouton la LED bleue WLAN commence à clignoter et continue à clignoter après avoir relâché le bouton (après 5 secondes) indiquant que la procédure de restauration WiFi a bien été enregistrée. [10]

La seconde fonction du bouton reset «WLAN RST» est de restaurer l'image linux à l'image d'usine par défaut. Pour restaurer l'environnement linux, vous devez presser le bouton pendant 30 secondes. Notez que restaurer l'image linux d'usine efface tous les fichiers que vous avez sauvez... et tous les logiciels que vous avez installés sur la mémoire Flash du AR9331. [10]

### II-4-7. Configuration Wifi usine

La carte Yún est configurée par défaut en mode "access point" (AP) et avec l'adresse IP 192.168.240.1. Il est possible de connecter avec un ordinateur sur le réseau WiFi géré par la carte Yún et de le nom SSID et "Arduino Yun-XXXXXXXXXXXX" (où les 12 'X' sont l'adresse MAC de la carte Yún).

Une fois connecté, il est possible d'accéder au panneau de configuration web de la carte Yún, via un navigateur, à partir l'adresse 192.168.240.1 ou de l'URL . [9]

## II-5. Bridge, Un pont entre LINUX et ARDUINO

### II-5-1. Communication bidirectionnelle

L'environnement Arduino et l'environnement Linux peuvent communiquer à l'aide de la bibliothèque « **Bridge** », présente à la fois du côté Arduino et du côté Linux (via une bibliothèque Python). . [10]

Les deux environnements communiquent entre eux selon les couches suivantes :

- 1- **Liaison série** entre le microcontrôleur Arduino et le microprocesseur Linux.
- 2- **Bibliothèque « Bridge »**, qui est la partie bas niveau du protocole de communication.
- 3- **Bibliothèques spécifiques** s'appuyant sur « Bridge » :

- **Console** : une émulation du terminal série, mais qui fonctionne par dessus le réseau.
- **Process** : permet de lancer des commandes sur l'environnement GNU/Linux, depuis l'environnement Arduino, avec récupération de la sortie de ces commandes.
- **FileIO** : permet à l'environnement Arduino de lire et écrire des fichiers sur la carte micro SD.
- **YunClient** : un client HTTP simple.
- **YunServer** : un serveur HTTP simple.
- **Temboo** : un SDK permettant d'accéder à une centaine de services web.
- **Spacebrew** : un système de communication inter-objets basé sur WebSockets.

Cette communication bidirectionnelle entre les deux environnements permet (entre autre) de déléguer une partie de la couche logicielle réseau à l'environnement Linux, et donc de soulager les ressources de l'environnement Arduino.

Dans le cas d'un serveur web, l'environnement Arduino n'a pas à générer les entêtes HTTP : il n'envoie que la partie « utile » à l'environnement Linux, et c'est ce dernier qui effectuera le formatage final avant le renvoi au navigateur client.

De plus, tout fichier présent dans un répertoire nommé « **/arduino/www/** » sur la carte micro SD est automatiquement mis à disposition par le serveur web à l'adresse « **http://<ip>/sd/** ». Il est également possible d'exécuter des scripts CGI (shell, PHP, etc.) afin d'avoir des pages WEB dynamiques. [9]

### II-5-2. Appels REST

De même, tout accès à l'adresse « **http://<ip>/arduino/ce/que/vous/voulez** » transfère automatiquement la chaîne de caractère « **ce/que/vous/voulez** » à l'Arduino. Il faut ensuite que le code tournant sur le micro-contrôleur utilise la bibliothèque « YunServer » pour traiter

la chaîne de caractère, et « YunClient » pour d'éventuels retours vers le navigateur. Avec ce système, vous pouvez créer votre propre API REST2 pour communiquer avec l'Arduino à travers le réseau. [9]

Il est possible ainsi de créer un **API REST** (Application Programming Interface Representational State Transfer) permettant de communiquer avec l'Arduino à travers le réseau. Sur la carte Yún, il y a deux point d'accès REST reconnu :

**-/arduino**

**-/data**

Le répertoire « /arduino » n'est pas pré-configuré. Tout ce qui est ajouté dans l'URL derrière le point d'accès est transféré par le Serveur Web au programme fonctionnant sur le microcontrôleur. [9]

Le répertoire « /data » est utilisé pour fournir un accès à un stockage interne de type « Clé/Valeur ». Les appels possible sont :

**-/put/KEY/VALUE** : stocke une valeur « VALUE » dans la clé « KEY ».

**-/get/KEY** : récupère la valeur de la clé « KEY ». La valeur est retournée au format JSON.

**-/get** : récupère la liste des éléments stockés au format JSON.

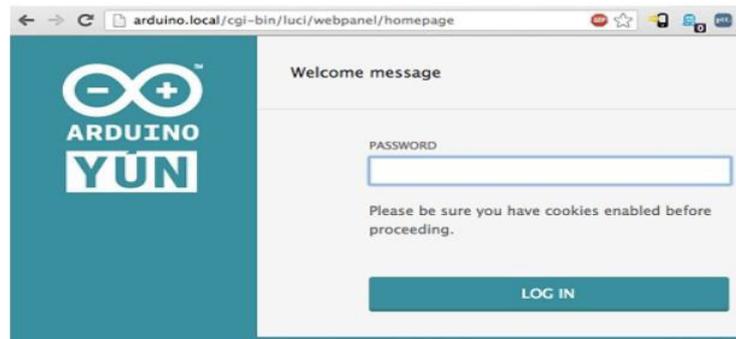
**-/delete** : efface le contenu du stockage interne. [9]

### II-6. Configuration du WiFi de la carte

Le Yún a la possibilité d'agir comme un point d'accès (Access Point) mais il peut également se connecter sur un réseau existant. Ces instructions vous guide entre les différentes étapes vous permettant de connecter votre Yún sur un réseau sans fil. Le Yún peut se connecter sur des réseaux non protégés (non cryptés) ainsi que sur des réseaux supportant le chiffrement WEP, WPA et WPA2.

Lorsque vous mettez votre Yún sous tension la première fois, il va créer un réseau WiFi nommé ArduinoYun-XXXXXXXXXXXX. Connectez votre ordinateur sur ce réseau.

Une fois que vous avez obtenu un adresse IP, ouvrez un navigateur Internet et entrez l'adresse `http://arduino.local` ou `192.168.240.1` dans la barre d'adresse. Au bout d'un moment, une page Web doit s'afficher, elle vous demande un mot de passe d'accès (password). Entrer "arduino" et cliquer sur le bouton "Log In" (se connecter). [11]



Vous trouverez alors une page contenant des informations de diagnostics relative aux connexions réseaux actuelles. En premier l'interface Wifi et en second votre connexion Ethernet. Pressez le bouton "Configuration" pour continuer.

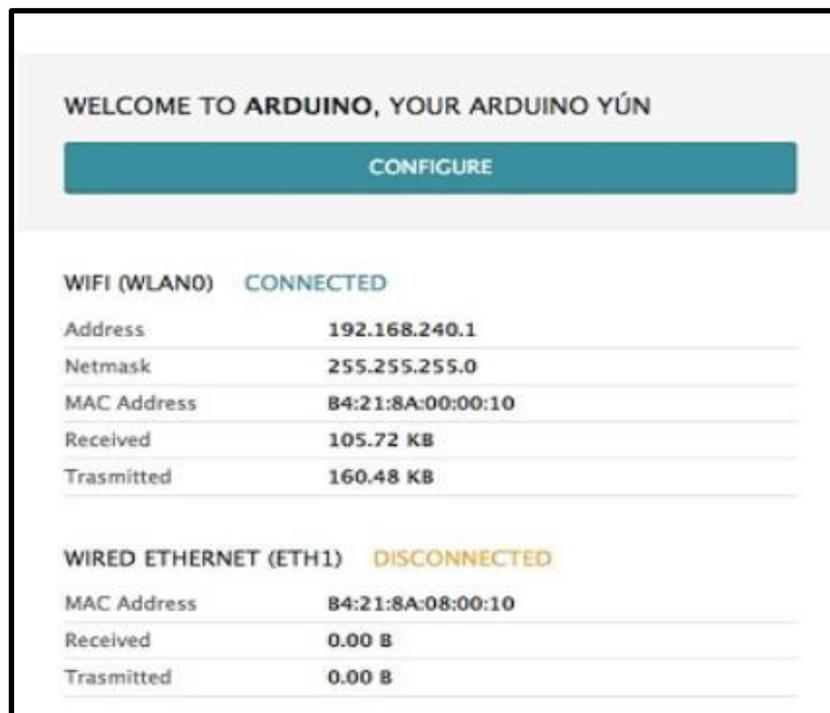


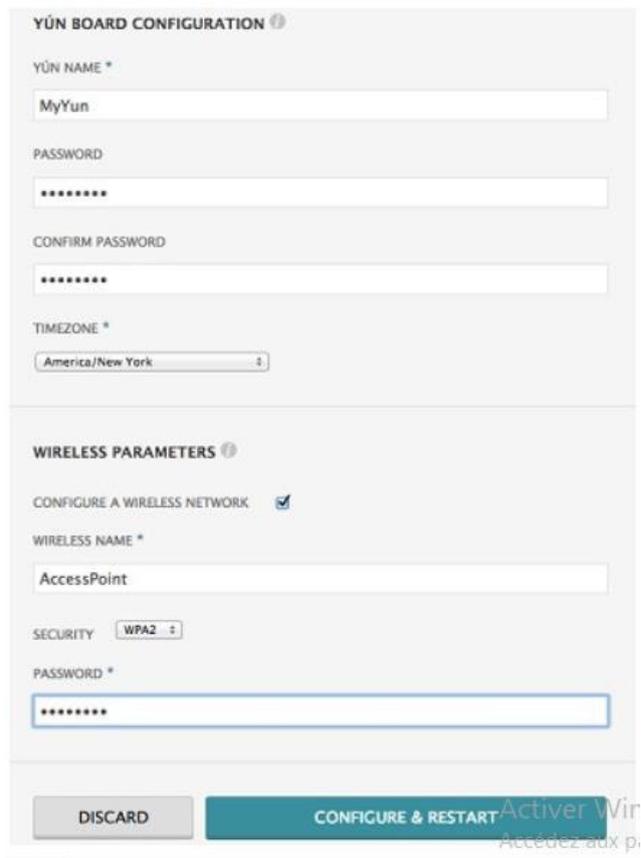
Fig. II.6: Connectez la carte arduino avec wifi.... [11]

Vous configurerez votre Yùn sur cette nouvelle page, lui donnant un nom unique et en identifiant le réseaux sur lequel vous voulez vous connecter.

Placez le nom de votre Yùn dans le champ NAME, donnant ainsi un nom unique (qui n'existe pas encore sur le réseau) à votre Arduino. Vous l'utiliserez par la suite pour vous connecter sur votre Yùn. [11]

Choisissez un mot de passe pour votre Arduino, il doit avoir au moins 8 caractères. Si vous laissez cette zone vide, le système maintiendra le mot de passe par défaut de votre Arduino. [11]

Si vous le désirez, vous pouvez également configurer la fuseau horaire (Timezone en anglais) et le pays (country). Il est recommandé de configurer ces options puisqu'elles peuvent faciliter la connexion sur votre réseau Wifi local. Sélectionner un fuseau horaire (timezone) permet de présélectionner le domaine de réglementation qui y est applicable (country's regulatory domain).



Entrez le nom du réseau WiFi sur lequel vous désirez vous connecter dans la zone "Wireless Name".

Sélectionnez le type de sécurité (security type) et entrez le mot de passe (password) applicable à cette connexion Wifi.

Lorsque vous pressez le bouton "Configure & Restart", votre Arduino va se réinitialiser tout seul et se connecter sur le réseau spécifié. Le réseau Arduino (le point d'accès) va s'interrompre au bout d'un moment.

Note : Pressez le bouton "Discard" si vous ne désirez pas appliquer ces nouveau paramètres sur votre Yùn.

Le message "Configuration Saved!" indique que votre Yún a enregistré les nouveaux paramètres. Ce message vous indique qu'il fait également le nécessaire pour se connecter sur le réseau que vous avez mentionné.

Maintenant, vous pouvez vous connecter sur le réseau que vous avez assigné à votre Yún.

### II-7. Installer l'IDE Arduino

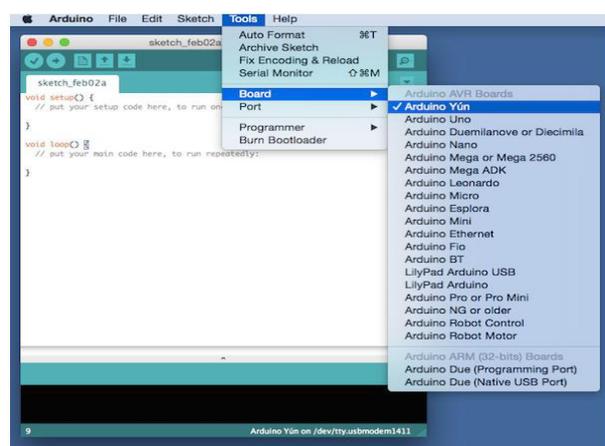
La dernière étape de la configuration consiste à installer l'IDE Arduino sur notre ordinateur. Cela nous permettra d'écrire des programmes Arduino qui interagiront avec les broches du tableau afin que nous puissions faire le genre de choses que vous associez à un Arduino traditionnel. [12]

Assurez-vous que Java 6 ou Java 7 est installé sur votre ordinateur. Sinon, téléchargez et installez Java 7. (Java est actuellement à la version 8, bien que l'IDE Arduino ne semble supporter que 6 ou 7). [12]

Visitez la page du logiciel Arduino et téléchargez **Arduino 1.5 ou plus ! Ce n'est pas l'option la plus évidente sur la page!** Le Yun nécessite le dernier et le plus grand des IDE Arduino, pas ce vieux truc ennuyeux que tous les autres Arduinos utilisent. Assurez-vous de télécharger le package correspondant à votre système d'exploitation et à votre version de Java. [12]

Ce fichier fait environ 150 Mo. Après le téléchargement, installez-le, puis ouvrez l'IDE Arduino. Ensuite, nous devons faire deux choses pour configurer l'IDE afin qu'il fonctionne avec votre Yun:

Tout d'abord, cliquez sur *Outils* -> *Conseil* et sélectionnez *Arduino Yun*.



**Fig. II.7:** Paramétrage de la carte arduino yun.... [12]

Deuxièmement, cliquez sur *Outils* -> *Port* et sélectionnez l'option avec l'adresse IP (probablement la dernière).

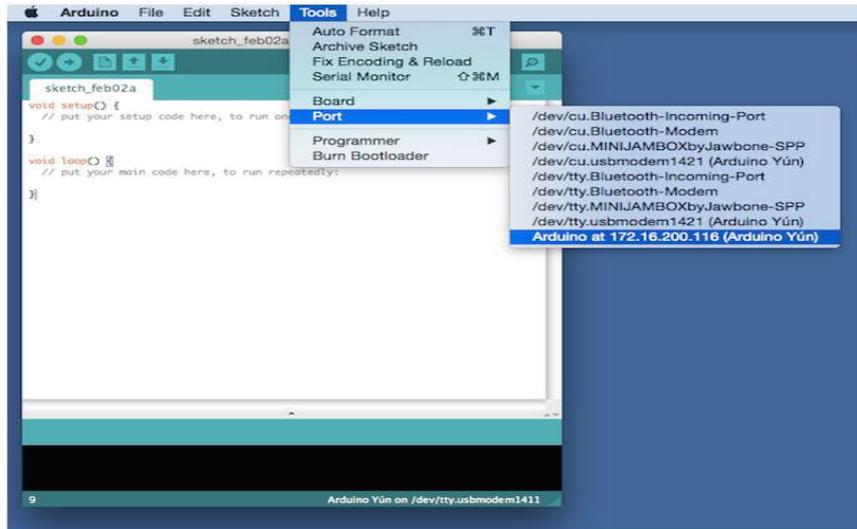


Fig. II.8: sélectionné un port..... [12]

## II-8. LA STRUCTURE D'UN PROGRAMME

Un programme Arduino comporte trois parties :

1. la partie déclaration des variables (optionnelle)
2. la partie initialisation et configuration des entrées/sorties :  
la fonction setup ()
3. la partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction loop ()

Dans chaque partie d'un programme sont utilisées différentes instructions issues de la syntaxe du langage Arduino.

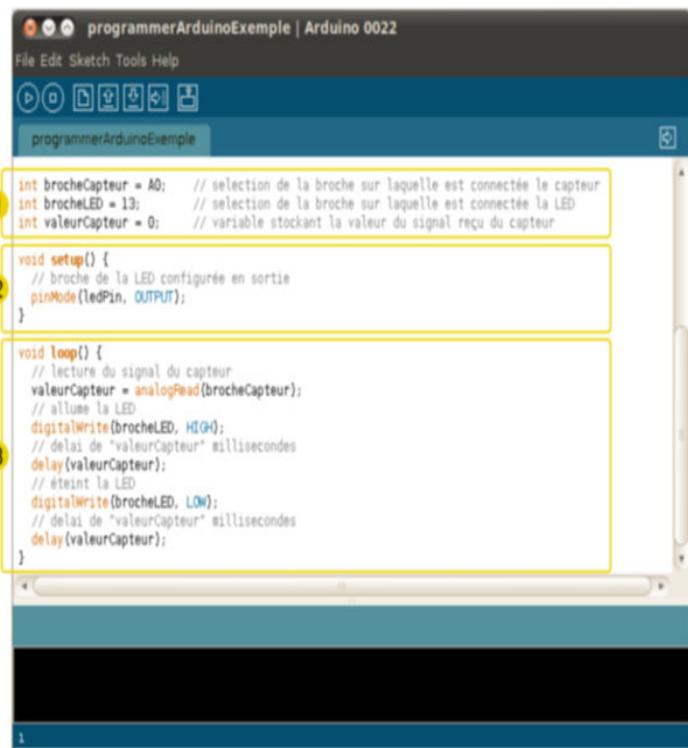


Fig. II.9: fenêtre de programmation.... [12]

Lorsque du code est écrit dans l'interface de programmation, certains mots apparaissent en différentes couleurs qui clarifient le statut des différents éléments :

En orange, apparaissent les mots-clés reconnus par le langage Arduino comme des fonctions existantes. Lorsqu'on sélectionne un mot coloré en orange et qu'on effectue un clic avec le bouton droit de la souris, l'on a la possibilité de choisir « Trouver dans la référence » : cette commande ouvre directement la documentation de la fonction sélectionnée.

En bleu, apparaissent les mots-clés reconnus par le langage Arduino comme des constantes.

En gris, apparaissent les commentaires qui ne seront pas exécutés dans le programme. Il est utile de bien commenter son code pour s'y retrouver facilement ou pour le transmettre à d'autres personnes.

L'on peut déclarer un commentaire de deux manières différentes :

Dans une ligne de code, tout ce qui se trouve après « // » sera un commentaire.

L'on peut encadrer des commentaires sur plusieurs lignes entre « /\* » et « \*/ ». [13]

### II-9. La Syntaxe du langage

Le code est structuré par une ponctuation stricte :

- toute ligne de code se termine par un point.virgule < : >
- le contenu d'une fonction est délimité par des accolades < { » et « } >

les paramètres d'une fonction sont contenus pas des parenthèses < ( - et- ) >

- Une erreur fréquente consiste à oublier un de ces éléments.

#### • Les variables

Une variable est un espace réservé dans la mémoire de l'ordinateur .C'est comme un compartiment dont la taille n'est adquate que pour un seul type d'information.Elle est caractérisée par un nom qui permet d'y accéder facilement.

Il existe différents types de variables identifiés par un mot-clé dont les principaux sont :

- nombres entiers (int)
- nombres à virgule flottante (float)
- texte (String)
- valeurs vrai/faux (boolean).

[13]

Un nombre à décimales. par exemple 3.14159 . Peut se stocker dans une variable de type float. Notez que l'on utilise un point et non une virgule pour les nombres à décimales. Dans Arduino, est nécessaire de déclarer les variables pour leur réserver un espace mémoire adéquat. On déclare une variable en spécifiant son type, son nom puis en lui assignant une valeur initiale (optionnel). [13]

### II-10. Commandes de structure du programme

#### Structure générale

- **void setup()** (configuration-préparation)
- **void loop ()** (exécution)

#### Contrôle et conditions

- **if** (si...)
- **if...else** (si...alors...)
- **for** (pour...)
- **switch case** (dans le cas où...)
- **while** (pendant que ...)

#### Opérations de comparaison

- **==** (équivalent à)
- **!=** (différent de)
- **<** (inférieur à )
- **>** (supérieur à)
- **<=** (inférieur ou égal à)
- **>=** (supérieur ou égal à)

- **Operations booléennes**

- **&&** ( et ).
- **||** (ou).
- **!** (et pas).

### II-10-1. Variables

- **char** (variable 'caractère').
- **int** (variable 'nombre entier').
- **long** (variable 'nombre entier de très grande taille').
- **string** (variable 'chaîne de caractères').
- **array** (tableau de variables)

Niveaux logiques des connecteurs numériques.

- **HIGH** (état 1).
- **LOW** (état 0).
- **INPUT** (configuré en entrée).
- **OUTPUT** (configuré en sortie). [13]

### II-10-2. Fonctions

#### Entrées-sorties numériques

- **pinMode**(broche,état) (configuration des broches).
- **digitalWrite**(broche, état) (écrire un état sur une broche num.).
- **digitalRead**(broche) (lire un état sur une broche num.).
- **unsigned long pulseIn**(broche,état) (lire une impulsion sur une broche num.).

## Entrées analogiques

- `int analogRead(broche)` (lire la valeur d'une broche ana.)
- `analogWrite(broche,valeur)` (PWM :écrire une valeur ana logique sur les broches 9, 10 ou 11). [13]

### II-11. Les entrées analogiques A0 à A5

Par défaut et contrairement aux entrées/sorties numériques qui ne peuvent prendre que deux états HAUT et BAS, ces six entrées peuvent admettre toute tension analogique comprise entre 0 et 5 Volts.

Pour pouvoir être traitées par le microcontrôleur, ces entrées analogiques sont

prises en charge par un CAN (Convertisseur Analogique Numérique ou ADC pour Analog Digital Converter) dont le rôle est de convertir l'échantillon de tension VE en une grandeur numérique binaire sur n bits. [9]

### Conclusion

Dans ce chapitre on a fait une étude approfondie sur la carte **Arduino Yun**, ainsi que leur type et le langage de programmation.

Avec Arduino, nous allons commencer par apprendre à programmer puis à utiliser des composants électroniques. En fin de compte, nous saurons créer des systèmes électroniques plus ou moins complexes (Système de pointage par empreinte digitale).

**Chapitre III :**  
**EMPREINTE**  
**DIGITALE**

### III-1. Introduction

Depuis longtemps, le public sait que : Une image vaut mieux que mille mots. Combinée avec la parole, l'image constitue un moyen essentiel dans la communication homme-machine. C'est un moyen de communication universel dont la richesse du contenu permet aux êtres humains de tout âge et de toute culture de se comprendre.

De ce fait, le traitement d'image est devenu une discipline nécessaire pour en extraire l'information et automatiser son traitement dans le but d'améliorer l'aspect visuel de l'image et d'en extraire des informations jugées pertinentes.

La Reconnaissance des Empreintes Digitales est une branche de la Biométrie la plus répandue, aussi bien dans le domaine de la sécurité publique (contrôle, enquête), que privée (accès à un bâtiment, protection de biens .....).

Les systèmes de Reconnaissances des Empreintes Digitales sont utilisés dans plusieurs applications par exemples : sécuriser l'accès à un ordinateur, et dans le domaine Anticriminels, les corps policiers utilisent l'empreinte digitale comme moyen d'identification d'une personne depuis plus de 100 ans.

Le principe de la Reconnaissance des Empreintes Digitales consiste à comparer 2 empreintes fournies au système à une ou plusieurs autres empreintes aussi appelé « Template » ou signatures, le système biométrique renvoie un résultat positif au cas où l'empreinte fournie à l'entrée correspond à l'un des Template, et un résultat négatif dans le cas contraire.

### III-2. L’empreinte digitale

L’empreinte digitale est très efficace pour l’identification d’un individu, car il est impossible de trouver deux empreintes similaires, Les jumeaux venant de la même cellule, auront des empreintes très proches mais pas semblables, et aujourd’hui les empreintes sont reconnues comme méthodes d’identification fiable. [4]

#### III-2-1. Définition de l’empreinte digitale

L’empreinte digitale scientifiquement est composée des crêtes qui contiennent des pores et des sillons, et les pores permettent de sortir 80% eaux et 20% matières organiques, ces matières laissent des marques sous formes des lignes. [4]

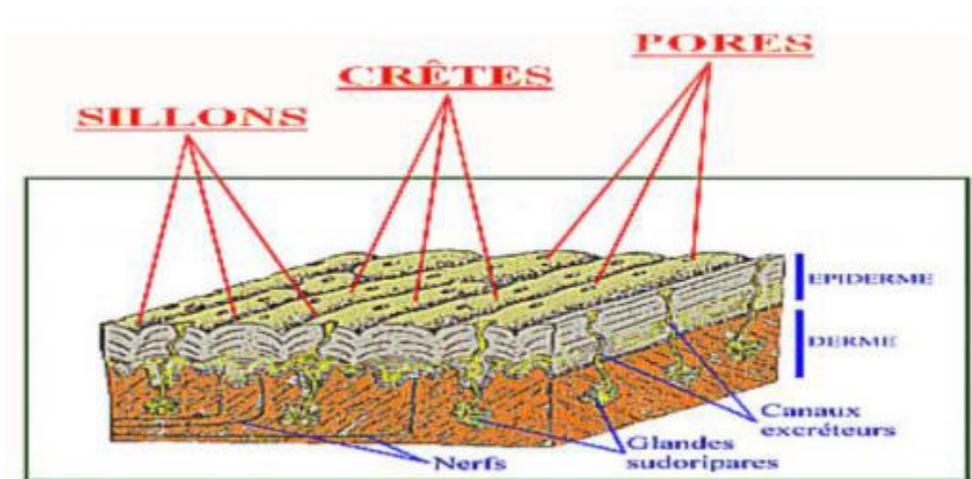


Fig. III.1: Etude du dessin digital..... [4]

#### III-2-2. Les points caractéristiques de l’empreinte digitale

Les points caractéristiques ou les crêtes sont utilisées pour différencier deux empreintes digitales et aussi faire une classification selon les points singuliers globaux et les points singuliers locaux. [4]

- **Les points singuliers globaux**

On distingue les points caractéristiques globaux par le Core et le Delta.

- **Le Core** : centre ou le noyau contient de courbure maximale des lignes de l’empreinte.

- **Le Delta** : est proche du lieu où se deux lignes, aussi est le lieu de divergence des lignes les plus internes. [4]

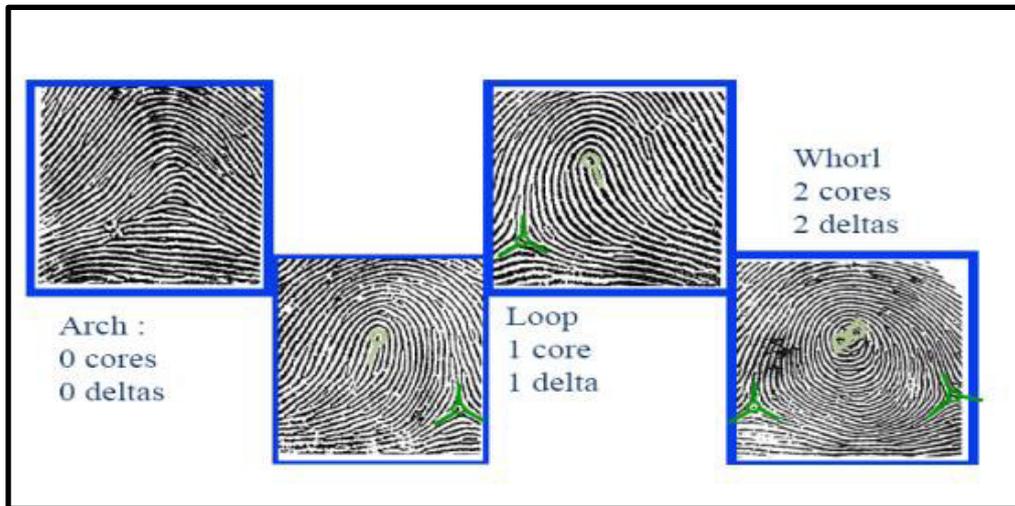


Fig. III.2 : Différents positions de Delta.... [4]

- **Les points singuliers locaux (minutiers)**

En chaque empreinte il y a des minuties spécifiques permettent de différencier et classer les empreintes, et il ya plusieurs formes des minutiers généralement on a quatre types :

- **Les coupures** : terminaison à droite ou à gauche, minuties située en fin de.
- **Les divisions** : Bifurcation à droite ou à gauche, intersection de deux stries. [4]

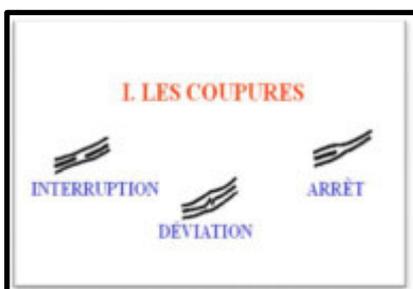


Fig. III.3 : Les Coupures... [4]



Fig. III.4 : Les Divisions... [4]

- **Les anneaux** : Lac, assimilée à deux bifurcations.
- **Les îlots**: assimilés à deux terminaisons.

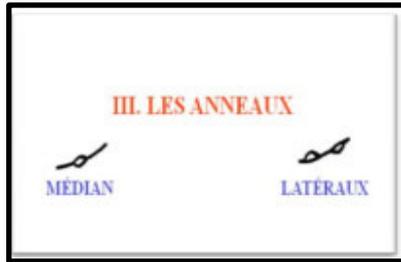


Fig. III.5 : Les Anneaux... [4]

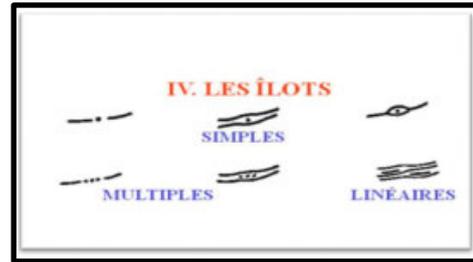
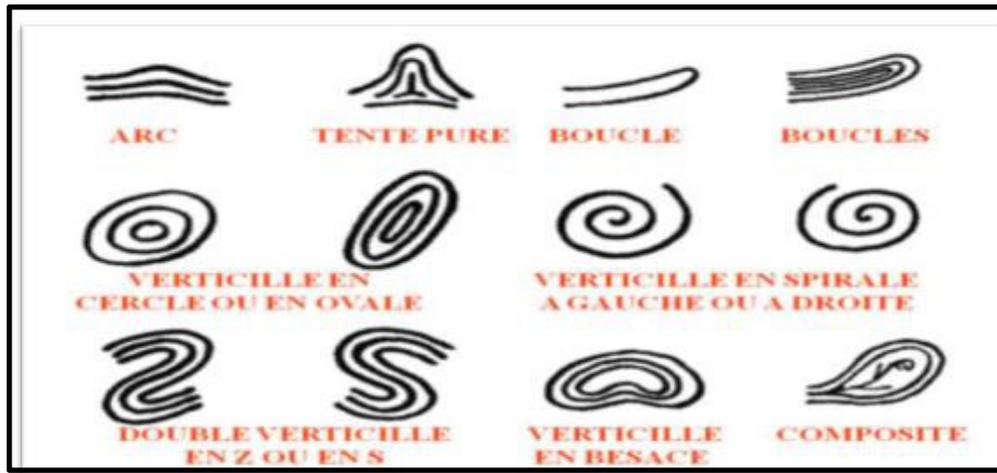


Fig. III.6: Les îlots.... [4]

### III-2-3. Les classes de l’empreinte digitale

Français Galton (1822-1916) ont été faites les premières études scientifiques sur les classifications des empreintes digitales, ces études ont affiné par Edward Henry (1850-1931), il est classé les empreintes en cinq classes : arc, arc tendu, boucle à gauche, boucle à droite, et spire. [4]

- **Classe 1**:il contient en maximum un Delta et au moins une crête montre une courbure élevée, est une classe poubelle.
- **Classe 2**:il contient un Delta à droite et des boucles situé en côté à gauche de l’empreinte.
- **Classe 3**:il contient un Delta à gauche et des boucles situé en côté à droite de l’empreinte.
- **Classe 4**:il contient un Delta à gauche et d’autre à droite avec un centre spirale.
- **Classe 5**:il contient trois Delta autour de forme besace.
- **Classe 6** :il contient des empreintes invisibles. [4]



**Fig. III.7 :** Les formes des crêtes à la zone centrale de l'empreinte... [4]

### III-2-4. Amélioration de l'empreinte digitale

Pour améliorer la reconnaissance des empreintes digitales il faut d'abord faire un traitement l'empreinte, cette traitement prendre l'empreinte digitale comme une image numérique .Dans un côté informatique c'est quoi une image numérique ?

On peut représenter l'image numérique comme une interface divisé dans ensembles des cellules appelée pixels de tailles fixes et chaque pixel a une couleur correspond à l'image réel. Et on générale l'image numérique définie par un ensemble de pixels situé dans un espace limité par une hauteur et largeur. Le dynamique de l'image chaque pixels prendre teintes de gris ou des couleurs. [4]

### III-2-5. Reconnaissance d'empreintes

#### a) les minuties

La surface de la peau des doigts est pourvue d'une texture particulière, continuellement striée par des crêtes, qui permettent d'accroître le pouvoir agrippant des mains. Les crêtes sont parsemées de petits orifices, les pores, par lesquels s'écoule la sueur. Celle-ci, mélangée à des sécrétions grasses, laisse des traces lorsque les doigts sont appliqués sur une surface propre. Ces traces, appelées empreintes, sont uniques et caractéristiques de chaque individu. Même les vrais jumeaux présentent des empreintes digitales différentes. Elles peuvent donc être utilisées pour identifier une personne. [15]

L'étude d'une empreinte digitale commence par l'observation de sa forme générale. Le but est

de classifier l’empreinte étudiée en trois grandes familles :

- **empreinte en boucle** : les lignes se replient sur elles-mêmes, soit vers la droite, soit vers la gauche (motif courant).
- **empreinte en verticille** : présence de lignes qui s’enroulent autour d’un point en formant une sorte de tourbillon.
- **empreinte en arc** : les lignes sont disposées les unes au-dessus des autres, en formant une sorte de A (motif rare). [15]



**Fig. III.8** : Trois types de dessins généraux.... [15]

Une fois la forme générale de l’empreinte déterminée, on peut alors passer à une étude plus précise qui consiste à prendre en compte les détails, appelés minuties, visibles sur l’empreinte. La figure ci-dessous présente quelques-unes des minuties repérables.

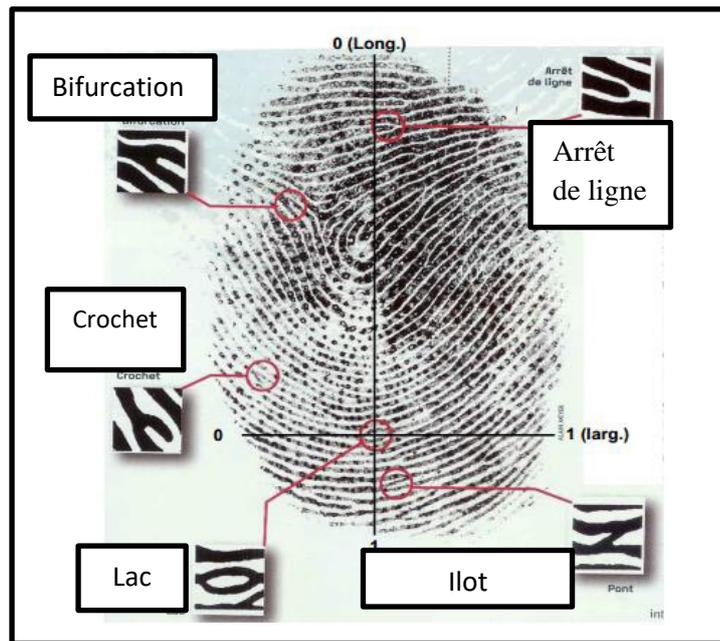


Fig. III.9 : Diverses minuties de crêtes papillaire.. [15]

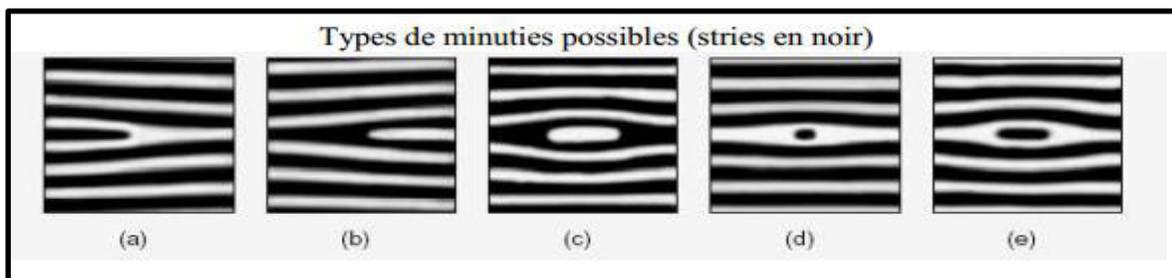
L'association des minuties ainsi que leur localisation rend l'empreinte unique : c'est ce qui permet d'attribuer une empreinte digitale à un individu.

On peut relever jusqu'à seize types de minuties mais dans les algorithmes on n'en retient généralement que quatre types:

- Terminaison à droite ou à gauche (minutie située en fin de strie):figure a.
- Bifurcation à droite ou à gauche (intersection de deux stries) : figure b. [15]

On peut citer également :

- Île : assimilée à deux terminaisons : figure d et e.
- Lac : assimilée à deux bifurcations : figure c. [15]



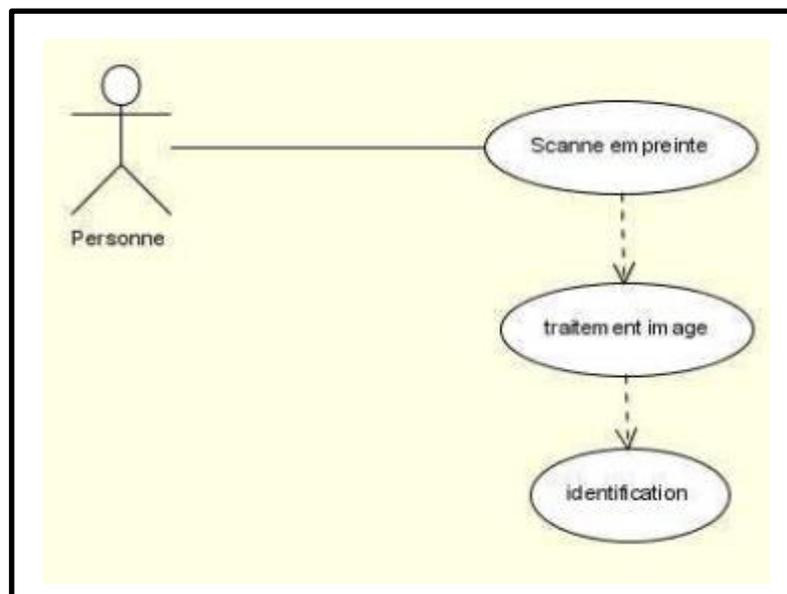
Pour pouvoir obtenir des images numériques de ces empreintes, nous avons besoin d'un capteur d'empreintes digitales. Le principe de l'application est assez simple. L'individu appose son doigt sur le capteur, scanne et capture l'image de l'empreinte. L'image capturée représente toutes les lignes de crêtes du doigt en contact direct sur le capteur.

C'est à partir de l'image capturée que les minuties sont extraites, donc la qualité de l'image est un point aussi déterminant que les éléments à extraire. Différents facteurs jouent sur la qualité de l'image, la pression que l'on exerce sur le capteur, la lumière ambiante lors du scan du doigt, les doigts abîmés ou sales. [15]

L'image capturée subira divers traitements (contraste, filtrage, érosion, dilatation, binarisation, squelettisation) permettant ainsi de pouvoir mieux définir et extraire les minuties.

L'extraction des minuties est le processus final qui complète l'obtention de la "signature" de

L'empreinte appelée gabarit. Le "gabarit" retenu pour caractériser l'empreinte est basé sur un ensemble suffisant et fiable de minuties, qui sera comparé et permettra l'identification. [4]



**Fig. III.10:** comparaison de l'identification..... [4]

### b) Les capteurs d'empreintes digitales

Les capteurs d'empreintes digitales sont à l'heure actuelle les capteurs biométriques les plus employés. En effet la saisie de l'empreinte digitale est relativement simple et rapide pour l'utilisateur qui n'a, le plus souvent, qu'à poser ou passer son index (ou plus rarement son pouce) sur la surface active du système de capture. De plus la saisie de l'empreinte digitale se heurte à très peu de freins psychologiques, cette pratique d'identification étant utilisée par les services de police depuis longtemps. En outre les travaux concernant le traitement et la Reconnaissance de l'empreinte sont nombreux et les algorithmes éprouvés. [16]

Les capteurs d'empreintes sont certainement les seuls capteurs biométriques pouvant être intégrés au sein d'un système monolithique réalisé sur un unique substrat semiconducteur. Cette particularité fait que ce genre de capteur peut être produit de manière collective en très grand nombre et à très bas prix en utilisant les technologies microélectroniques et microsystèmes actuelles. Ces capteurs réalisés selon cette voie sont normalement dénommés sous le terme de capteurs intégrés à contrario des capteurs dits macroscopiques incorporant des éléments optiques ou mécaniques. [16]

#### b-1. Les capteurs d'empreintes digitales macroscopiques

On rencontre principalement deux types de capteurs d'empreintes digitales macroscopiques qui sont soit de type optique, soit de type ultrasonique. Quel que ce soit leur mode de fonctionnement, ces systèmes procèdent tous à l'acquisition de l'image de l'empreinte sans que l'utilisateur ait besoin d'opérer avec son doigt un mouvement de translation à la surface du capteur. [16]

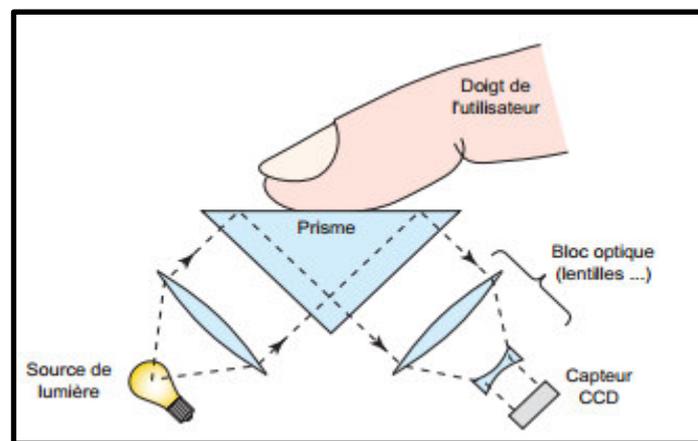
##### b-1-1. Capteurs d'empreintes digitales optiques

La majorité des capteurs d'empreintes digitales optiques exploitent la modification de l'indice de réflexion de la surface d'un prisme lorsque les reliefs du doigt sont en contact avec cette dernière.

De nombreux systèmes de ce type sont actuellement commercialisés par des sociétés comme Identix Du fait de l'utilisation de lentilles et de capteurs optiques intégrés (capteurs matriciels de type CCD ou APS), ces capteurs sont relativement encombrants et d'un coût généralement

élevé (de l'ordre de 100 € à 1000 € environ). De plus ils sont relativement fragiles et d'un assemblage mécanique peu commode rendant difficile leur intégration au sein d'un système portable. [16]

L'image issue de ces capteurs possède généralement une définition de l'ordre de 500 dpi (dpi : dot per inch) et souffre de plusieurs défauts. En effet l'image, qui possède peu de contraste, peut être facilement parasitée par les poussières et autres salissures (notamment les traces résiduelles d'empreintes) qui peuvent être en contact avec la face du prisme devant accueillir le doigt de l'utilisateur. De plus l'écrasement du doigt à la surface du capteur induit une distorsion de l'image parfois importante qui peut soulever différents problèmes lors de la phase d'appariement de l'empreinte digitale. [16]



**Fig. III.11:** Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales optique... [16]

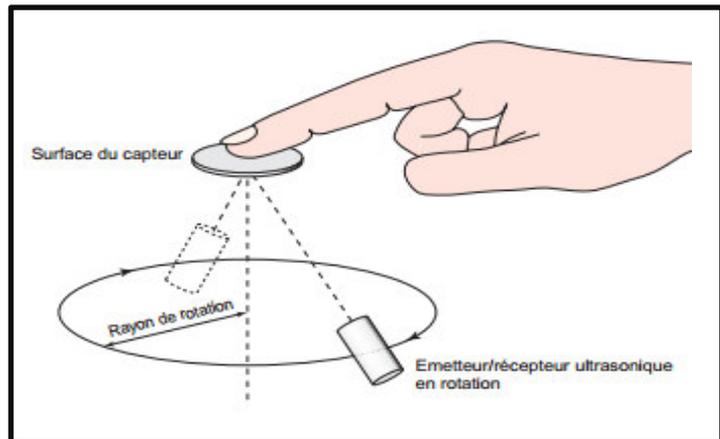
Malgré ces défauts, les capteurs d'empreintes digitales optiques sont à l'heure actuelle les systèmes macroscopiques les plus utilisés et les plus aboutis.

### **b-1-2. Capteurs d'empreintes digitales ultrasoniques**

En 1986, une méthode basée sur l'échographie ultrasonore de la surface du doigt a été proposée afin de pratiquer l'acquisition de l'empreinte digitale. Ce système se base sur le principe qu'une onde ultrasonore est en partie réfléchie lors du passage d'un milieu physique à un autre. Ici, les deux milieux physiques mis en jeu sont la surface du capteur et la surface du doigt de l'utilisateur. [16]

Afin de déterminer l'image de l'interface entre ces deux milieux et donc l'image de l'empreinte, le système utilise un émetteur/récepteur d'ultrasons en rotation qui permet d'obtenir la signature de l'écho sous différents angles (généralement 256 positions fixes). A partir de ces données, l'image de l'empreinte digitale peut alors être recomposée grâce à un traitement informatique approprié. Le principe de fonctionnement est illustré sur la Figure 9. Notons que l'émetteur/récepteur en rotation peut être avantageusement remplacé par différents émetteurs/récepteurs fixes convenablement disposés. [16]

**Fig. III.12:** Principe de fonctionnement d'un capteur d'empreintes digitales ultrasonique à émetteur/récepteur en rotation



Ce genre de capteur possède de nombreux avantages comme une très grande immunité vis-à-vis des salissures présentes à la surface du capteur ainsi qu'une très grande définition qui, dans le cas de certains systèmes commercialisés, atteint 1000 dpi. La haute définition de l'image scannée peut... [16]

permettre l'identification de personnes dont l'empreinte se compose de sillons extrêmement fins comme c'est le cas chez les enfants par exemple. On a montré qu'il était possible avec ces capteurs d'identifier des enfants de moins de cinq ans, ce qui a motivé les autorités Sud Africaines afin d'adopter ce système pour des applications de Sécurité Sociale. [16]

### **b-2. Les capteurs intégrés d'empreintes digitales**

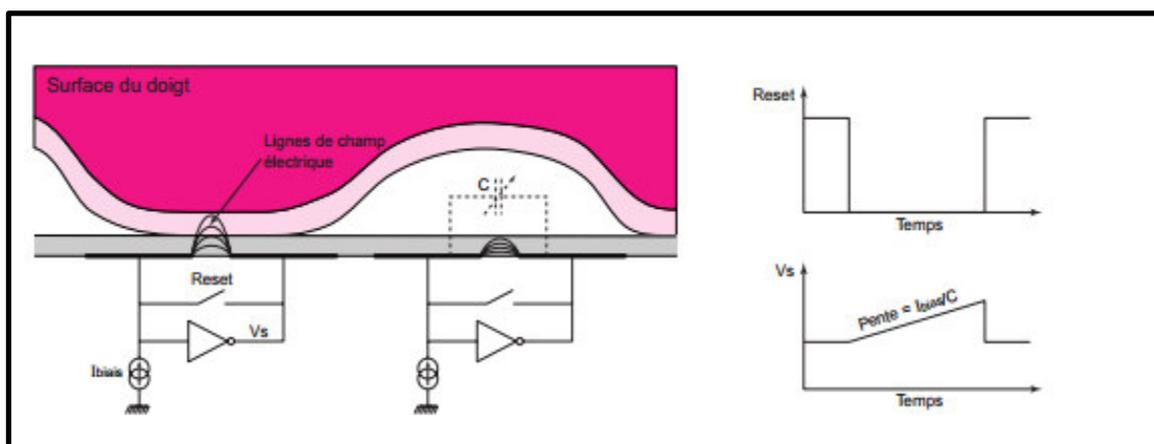
La quasi-totalité des capteurs d'empreintes digitales intégrés commercialisés à l'heure actuelle sont, soit de type capacitif, soit de type thermique. Les capteurs utilisant d'autres modes d'acquisition tels que les capteurs tactiles (cas des capteurs réalisés dans le cadre de ce travail de thèse) sont encore marginaux notamment à cause des problèmes soulevés par leur mise en boîtier. [16]

Les capteurs intégrés, au contraire des capteurs macroscopiques, peuvent être d'une part classés suivant le principe physique utilisé pour effectuer la saisie de l'empreinte digitale mais également suivant leur géométrie. En effet, la surface active du capteur est susceptible de prendre trois configurations différentes suivant que les pixels sont disposés en ligne (en fait une ou plusieurs) ou en matrice qui peut alors être soit totale, soit partielle.

Les capteurs intégrés, au contraire des capteurs macroscopiques, peuvent être d'une part classés suivant le principe physique utilisé pour effectuer la saisie de l'empreinte digitale mais également suivant leur géométrie. En effet, la surface active du capteur est susceptible de prendre trois configurations différentes suivant que les pixels sont disposés en ligne (en fait une ou plusieurs) ou en matrice qui peut alors être soit totale, soit partielle. [16]

### b-2-1. Capteurs intégrés capacitif

Les capteurs intégrés capacitifs sont à l'heure actuelle les systèmes les plus aboutis et les plus économiquement viables car pouvant être facilement réalisés sur la base de technologies microélectroniques standards. Comme nous allons le voir dans la suite, il existe plusieurs types de capteurs capacitifs qui utilisent soit une, soit deux électrodes de mesure par pixel. Ces capteurs procèdent à l'acquisition de l'empreinte en mesurant soit les perturbations locales du champ électrique (pixel à double électrode), soit la variation de capacité entre l'électrode de mesure (électrode unique) et la peau suivant que cette dernière est en contact ou non avec la surface du système. [16]



**Fig. III.13:** Capteur capacitif utilisant des pixels à double électrode

Afin de mesurer les variations de capacité électrique entre les deux électrodes, le condensateur ainsi formé est, dans le cas présenté ici, utilisé comme boucle de contre-réaction au sein d'un circuit intégrateur. Lors de la mesure, le commutateur *reset* est ouvert de telle sorte que la capacité formée par les deux électrodes se charge à courant constant. Suivant la pente de la tension disponible en sortie de l'inverseur, il est ainsi possible de déterminer la valeur de la capacité électrique existante entre les deux électrodes et par conséquent de conclure sur la présence ou non du relief du doigt en contact avec la surface du capteur. Notons qu'il existe de nombreuses autres architectures de circuits pouvant être utilisées afin de mesurer la variation de capacité électrique. [16]

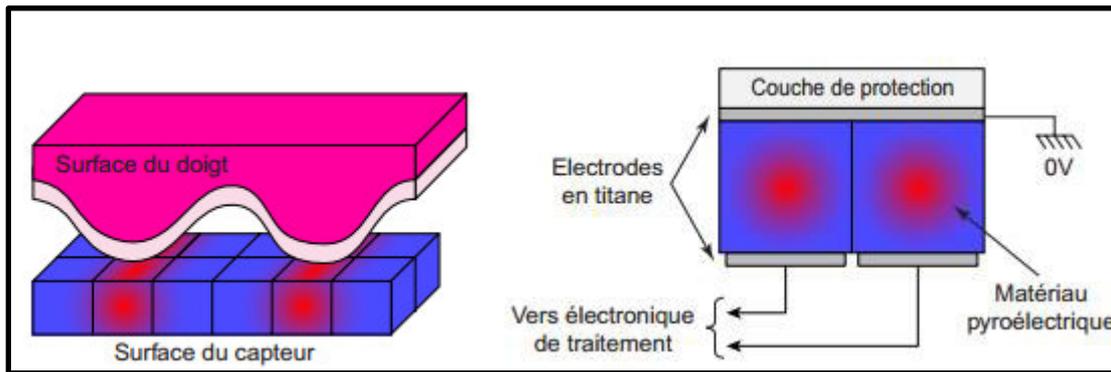
L'un des avantages de ce type de capteur est qu'il n'y a pas de contact électrique entre le capteur et le doigt puisque il n'est en aucun cas nécessaire de polariser ce dernier, facilitant ainsi grandement la mise en boîtier du système. Malheureusement, la qualité des images issues de ces capteurs laisse quelques fois à désirer. En effet, afin d'extraire l'image de l'empreinte, ces systèmes mesurent les perturbations du champ électrique provoquées essentiellement par la partie la plus externe de l'épiderme qui est souvent fortement altérée par des microcoupures. De plus, ces capteurs sont fortement sujets au phénomène de *cross-talk* entre pixels adjacents, réduisant ainsi la définition effective de l'image obtenue.

Le deuxième type de capteurs intégrés capacitifs pallie à ce défaut en exploitant les couches les plus internes de la peau afin de procéder à l'acquisition de l'empreinte digitale. Ce type de capteurs utilise une seule et unique électrode de mesure par pixel, la deuxième électrode nécessaire à la formation. [16]

### **b-2-2. Capteurs intégrés thermiques**

La société Atmel commercialise depuis quelques années un capteur intégré d'empreintes digitales thermique. Le principe de fonctionnement de ce capteur repose sur le fait que les zones de l'empreinte digitale en contact avec la surface du système (les stries) réchauffent

localement cette dernière. Afin de déterminer l'élévation de température, ce capteur utilise une couche de matériau pyroélectrique déposée entre une électrode de référence et une électrode de mesure (une par pixel) Lorsque le matériau pyroélectrique subit une élévation de température imputable à la présence du doigt, une différence de potentiel électrique apparaît entre les deux électrodes permettant ainsi la mesure. [16]



**Fig. III.14:** Capteur thermique utilisant une couche de matériau pyroélectrique

Outre le fait que ces capteurs nécessitent l'emploi de technologies non standard et donc chères, ces derniers souffrent de différents désavantages nuisant à la qualité de l'image obtenue. Ainsi, l'acquisition de l'image doit se dérouler durant un laps de temps relativement court (inférieur à la seconde) afin que l'équilibre thermique au niveau de la surface active du capteur ne soit pas atteint (homogénéisation de la température et donc du signal). De plus, ces capteurs nécessitent d'être réchauffés si la température du milieu dans lequel ils se trouvent, descend en dessous d'un certain seuil Cette nécessité rend ce type de capteur totalement inutilisable dans le cadre de système basse consommation comme c'est le cas avec les applications portables. [16]

Des travaux ont montré qu'il était possible de réaliser des capteurs d'empreintes digitales thermiques en utilisant une matrice d'éléments chauffants. Ces capteurs utilisent le fait que la déperdition de chaleur est plus importante au niveau des pixels en contact avec la surface du doigt (la température de ces derniers est donc moins importante). La Figure 18 illustre le principe de fonctionnement de ce capteur. Dans le cas présenté ici, les éléments chauffants sont des résistances électriques réalisées en silicium monocristallin qui sont suspendues au-dessus du substrat afin de limiter les déperditions de chaleur parasites par l'intermédiaire du substrat. Aucun capteur utilisant ce principe n'est à l'heure actuelle commercialisé. [16]

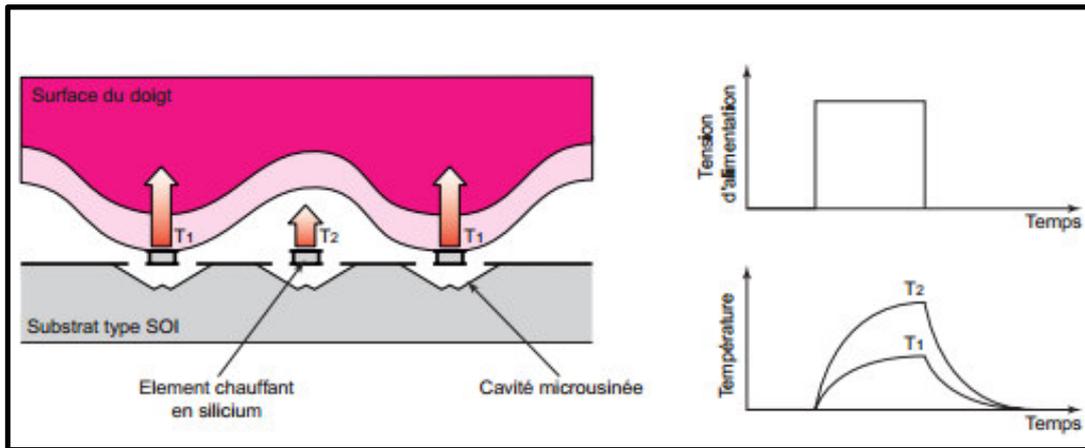
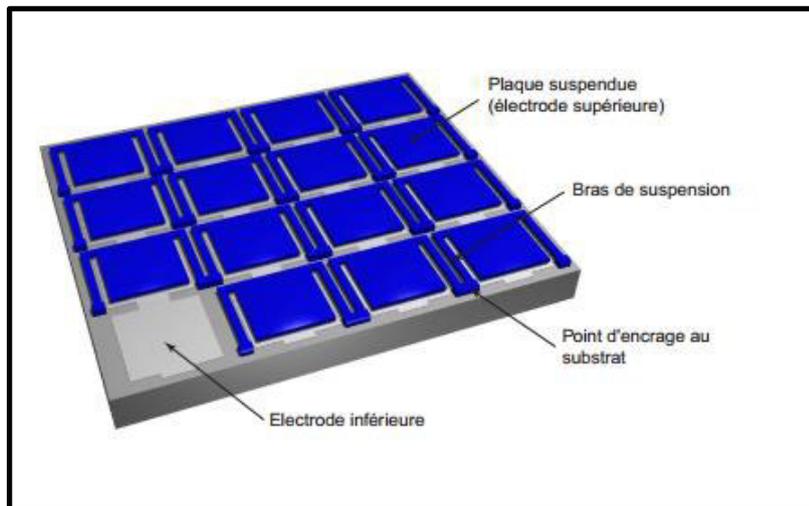


Fig. III.15: Capteur thermique à éléments chauffants

### b-2-3. Capteurs intégrés tactiles

Historiquement, les capteurs tactiles d'empreintes digitales ont été les premiers à donner lieu à des prototypes mais aucun d'entre eux n'a encore été commercialisé du fait de leur relative fragilité et des problèmes liés à leur mise en boîtier. [16]

La Figure 15 illustre le cas d'un capteur tactile à détection capacitive. Le capteur présenté ici se compose d'une matrice de plaques de silicium monocristallin (une par pixel) maintenues au-dessus du substrat par deux bras de suspension de type *crab-leg*. Les plaques ainsi suspendues forment l'électrode supérieure d'une structure capacitive pouvant se déformer sous l'action mécanique du doigt posé à la surface du capteur. L'électrode inférieure est ici réalisée par le biais d'un dépôt métallique suivi d'une étape de lithographie. L'adressage du pixel actif est réalisé suivant un mode x-y, les électrodes inférieures et supérieures étant connectées en ligne. Notons que ce prototype n'intègre pas d'éléments électroniques permettant le conditionnement du signal, les différentes étapes technologiques nécessaires étant irréalisables sur la base d'un circuit de type VLSI. [16]



**Fig. III.16:** Exemple de capteur d'empreintes digitales tactile

D'autres travaux ont montré qu'il était possible d'obtenir des microstructures capacitives réalisées par le biais d'étapes basse température (300°C maximum) permettant ainsi de réaliser le capteur sur la base d'un circuit CMOS. Les pixels ainsi réalisés possèdent un pas inférieur à 50  $\mu\text{m}$  (résolution supérieure à 500 dpi) et sont constitués d'une membrane déformable de nitrure de silicium ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ). [16]

### III-2-6. Traitement informatique d'une empreinte digitale

Différents procédés que nous ne développerons pas ici permettent l'acquisition c'est à dire la capture de l'empreinte.

L'image d'origine est binarisée (noir et blanc) puis squelettisée (les stries ont toutes la même épaisseur de 1 pixel).

On peut ensuite grâce à différents algorithmes extraire les minuties et éjecter les « fausses ».

On récupère ainsi en moyenne une centaine de minuties par empreinte.

On obtient alors la signature de l'empreinte. [14]

D'une manière générale on distingue deux catégories d'algorithmes de reconnaissance d'empreintes digitales : la première catégorie concerne les algorithmes plutôt « conventionnels » qui s'appuient sur la position relative des minuties entre elles, alors que la seconde regroupe

les algorithmes visant à extraire d'autres particularités de l'empreinte digitale telles que la direction locale des sillons, ou encore les composantes fréquentielles locales de la texture au cœur de l'image.

L'approche retenue, appartenant à la première catégorie, est celle proposée par A.K Jain qui est vraisemblablement la plus connue. On réalise successivement le filtrage directionnel et la binarisation de l'image, la squelettisation des sillons (voir figure ci-dessous), puis on détermine la position des minuties au sein de l'image pour quantifier les caractéristiques de ressemblance entre deux gabarits par « point pattern matching ». [14]

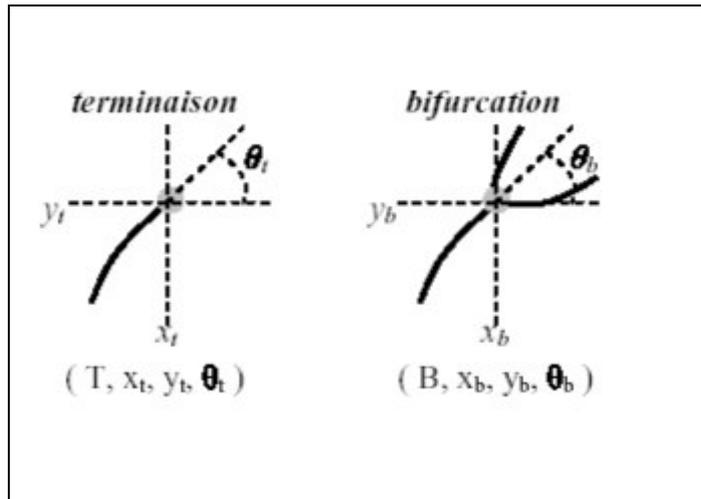


**Fig. III.17:** Les principales étapes en images..... [14]

Le premier algorithme de traitement des images d'empreintes permet de s'affranchir du bruit lié à la mesure, perturbations désignées sous le terme de bruit image (provenant essentiellement de l'imperfection de la peau et des poussières entre le doigt et le capteur), mais aussi de mettre en évidence l'information relative aux sillons en les synthétisant sous forme filaire par leur squelette. La méthodologie globale retenue pour ce prétraitement est tout à fait classique.

Chaque minutie est repérée et répertoriée comme suit :

- Le type de minutie : bifurcation ou terminaison.
- La position de la minutie dans l'image : coordonnées (x; y).
- La direction du bloc local associé à la strie :  $\theta$ .



**Fig. III.18:** Détermination de la direction des minuties..... [14]

Cette étape permet alors **le stockage** de la signature intégrée ensuite dans une base de données au moyen d'une technique d'archivage c'est **la classification**. Ce fichier a une taille inférieure à 0,5 Ko ce qui est un gain de mémoire non négligeable par rapport au stockage d'images consommatrices de Ko.

### Conclusion

Cette étude permis d'approcher les différentes méthodes de traitement d'images et de comprendre les possibilités et les limites de la reconnaissance d'empreintes digitales. Nous avons pu avoir un aperçu d'une technologie complexe et d'actualités.

L'étude des empreintes digitales appartient à beaucoup de domaines : l'histoire, la biologie, les mathématiques. Elles intéressent aussi bien les scientifiques que la police, les juristes .Les « démonstrations » qui donnent aux empreintes une valeur de preuve dans les problèmes d'identification font encore l'objet d'études.

La formation des empreintes au stade embryonnaire intéresse les chercheurs en morphogénèse, le pourquoi des empreintes digitales est toujours une question débattue.

# **Chapitre IV :**

# **Conception et**

# **Réalisation**

### IV-1. Introduction

Ce chapitre présente les différentes étapes de la conception de notre projet, ainsi que le fonctionnement de chaque élément, l’empreinte est numérisée à l’aide d’un capteur d’empreinte digitale, le mot de passe est introduit à l’aide d’un clavier 4x4, le tout géré par une carte Arduino Yun.

IV-2. Schéma synoptique du système

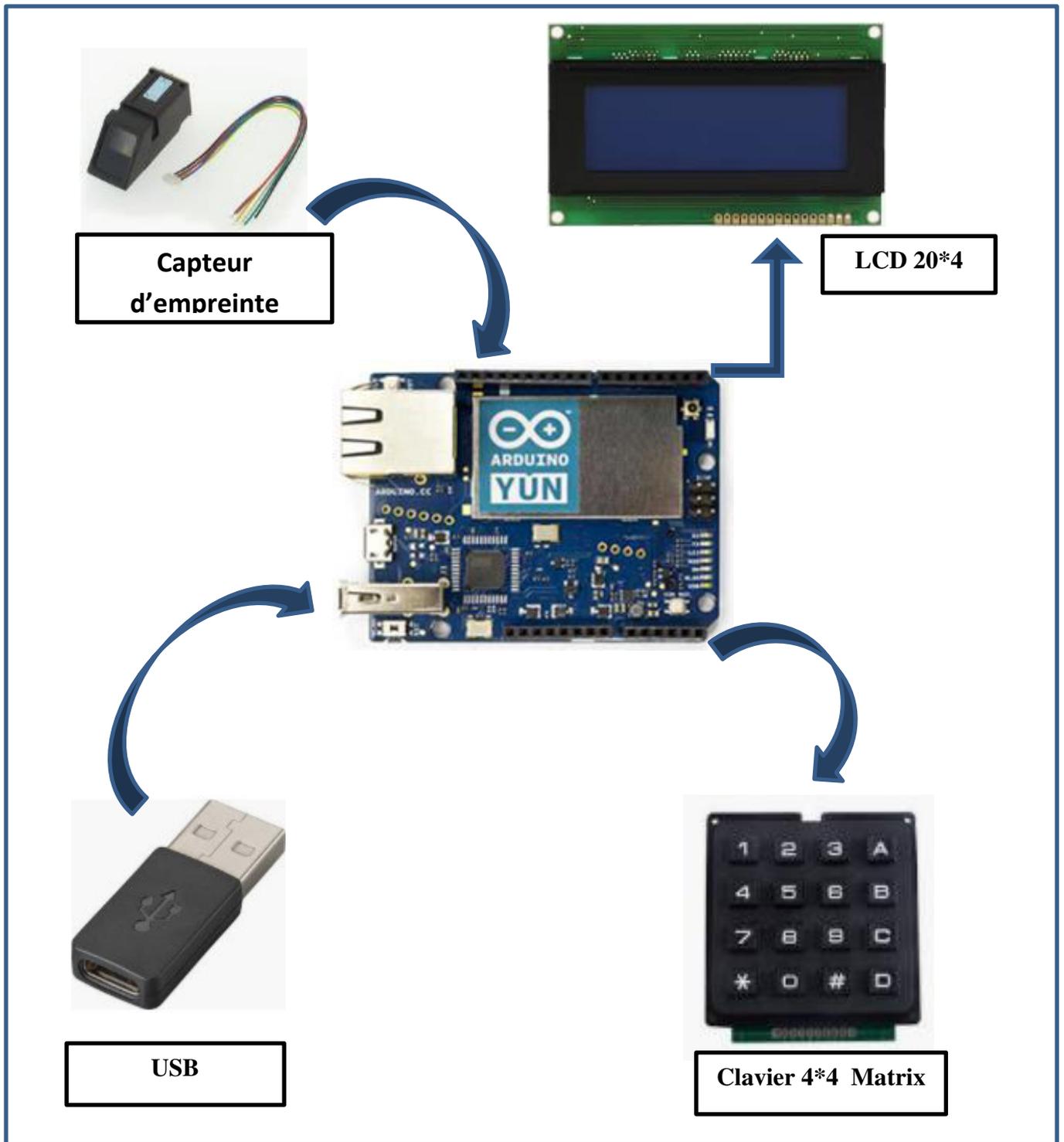
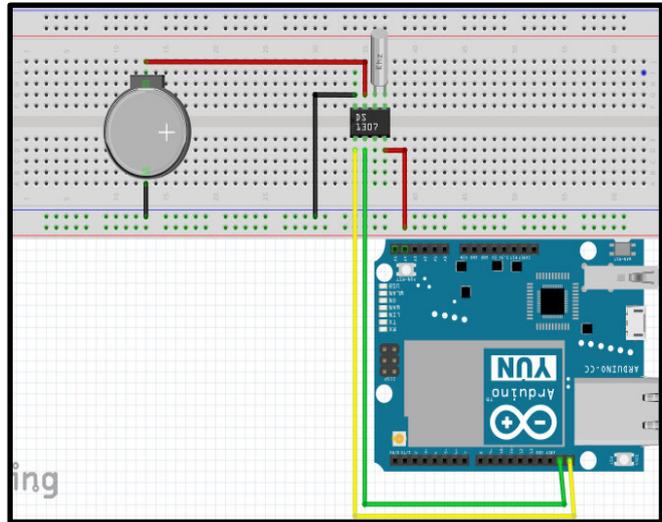


Fig.IV.1: Schéma synoptique du système

### IV-3. Horloge RTC (REAL TIME CLOCK)

L'horloge temps réel (aussi connue sous l'acronyme RTC pour Real Time Clock) équipée d'une pile pour rester à l'heure même lorsque votre projet est hors tension ou pendant que vous reprogrammez votre microcontrôleur.

C'est une horloge numérique autonome qui donne l'heure quand on la lui demande. Ce genre d'horloge est très utile dans des projets de mesure de grandeurs physiques avec horodatage par exemple



**Fig. IV.2:** Brochage (fritzing) d'Arduino YUN avec DS1703

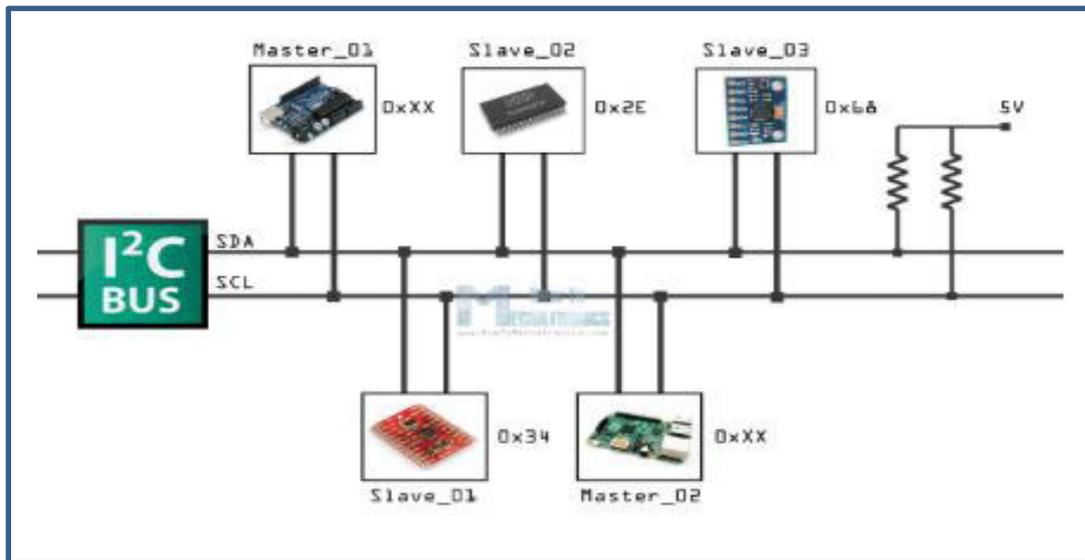
Ce module RTC est capable de gérer l'heure (heures, minutes, secondes) et la date (jours, mois, année) tout en s'occupant des mois de 30 ou 31 jours, des années bissextiles, etc. Le calendrier intégré dans le module DS1307 est valable de l'an 2000 à l'an 2100, ce qui devrait être suffisant pour la plupart des projets.

PS Le module dérive de quelques secondes par jours en moyenne. Cela dépend de la température ambiante et de la qualité du quartz d'horloge.

La communication avec le microcontrôleur maître se fait via un bus I<sup>2</sup>C. Le module dispose de tout le nécessaire pour garder en mémoire l'heure en cas de coupure d'alimentation grâce à une batterie externe. Une simple pile bouton permet de garder l'heure et la date à jour durant plusieurs années sans alimentation.

Le module DS1307 ne dispose pas de fonctionnalité "alarme" contrairement à d'autres modules RTC plus haut de gamme. Le module DS1307 dispose cependant d'une sortie "base de temps" permettant d'avoir un signal logique à une fréquence fixe (1 Hertz par exemple) pour faire fonctionner un circuit ou un compteur externe. Cela peut être utile dans certaines applications.

### IV-4. Caractéristique principales du bus I2C



**Fig. IV.3:** Caractéristique principales du bus I2C

- seulement deux lignes (bidirectionnelles) sont nécessaires, une pour transporter les données - SDA -, une autre pour l'horloge de synchronisation - SCK - (1 bit échangé à chaque « coup » d'horloge).
- transmission synchrone. Pas besoin de spécifier une vitesse de transfert comme pour la liaison RS232. Ici, le périphérique maître (master) génère le signal d'horloge qui synchronise et cadence les échanges.
- la relation entre les périphériques du bus est de type maître-esclave (master/slave). Le maître est à l'initiative de la transmission et s'adresse à un esclave (ou tous les esclaves).
- chaque périphérique sur le bus I2C est adressable, avec une adresse unique pour chaque périphérique du bus.
- l'I2C gère le fonctionnement multi-maître (multi-master), plusieurs périphériques maîtres peuvent prendre simultanément le contrôle du bus (système d'arbitrage des maîtres et gestion des collisions).

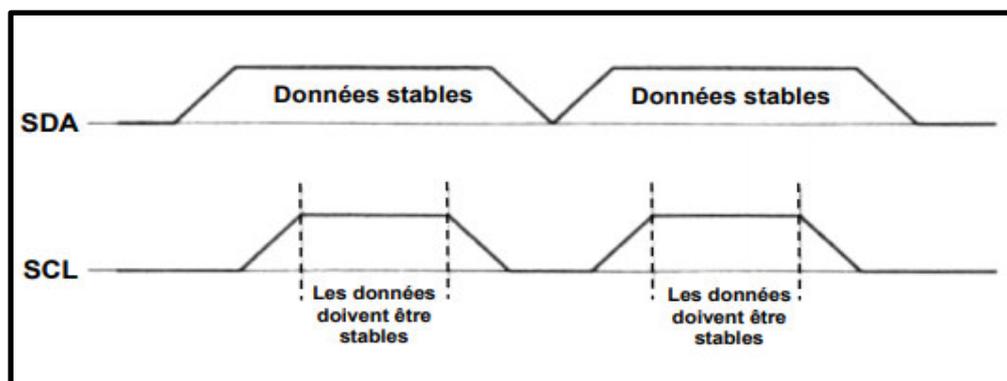
### IV-5. I2C et Arduino Yún

En ce qui concerne l'architecture matérielle, le câblage est très simple. Ceux qui disposent d'**Arduino Yún** ou d'une carte compatible utiliseront les connecteurs A4 pour SDA (les données) et A5 pour SCL (l'horloge) :

Si vous utilisez une carte Arduino yun, SDA est sur le connecteur SDA et SCL sur le connecteur SCL. Si vous voulez connecter un shield Arduino avec une interface I2C, vérifiez bien sa compatibilité avec **Arduino Yún**.

### IV-6.transfert des données avec I2C

Le DS1307 (module RTC : Real Time Clock) fonctionne toujours en esclave : ce n'est donc jamais lui qui agit sur l'état de l'horloge (SCL).



**Fig. IV.4:** Chronogramme fondamental du bus I2C

Le chronogramme ci-dessus résume le principe fondamental d'un transfert de données : Une donnée n'est considérée comme valide sur le bus que lorsque le signal SCL est à l'état haut. L'émetteur doit donc positionner la donnée à émettre lorsque SCL est à l'état bas et la maintenir tant que SCL est à l'état haut.

Comme la transmission s'effectue sous forme série, une information de début et de fin doit être prévue. L'information de début se nomme START et l'information de fin STOP.

Une condition de départ est réalisée lorsque la ligne SDA passe du niveau haut au niveau bas alors que SCL est au niveau haut. Réciproquement, une condition d'arrêt est réalisée lorsque SDA passe du niveau bas au niveau haut alors que SCL est au niveau haut.



Les données sont envoyées par paquets de huit bits (ou octets). Le bit de poids fort est envoyé le premier, chaque octet est suivi par un bit d’acquittement (ACK) de la part du destinataire. Le processus fonctionne de la façon ci-dessous.

SDA et SCL sont des lignes bidirectionnelles, connectées à plus VCC par l'intermédiaire de deux résistances de tirage. Quand le bus est libre, c'est à dire quand il n'y a pas de transfert de données les deux lignes sont à l'état haut.

- **Vitesse de transfert**

Le transfert des données peut se faire jusqu'à une vitesse de 100 kbits /s

- **Nombre maximal de circuits connectés**

Le nombre maximal de circuits connectés sur le bus dépend uniquement de la

Capacitance maximale du bus qui est de 400 pf.

### IV-7. Les différents codes et fonctions

Tout comme la bibliothèque Serial ou Serov, il est nécessaire avant chaque fonction de mettre en argument **Wire**. Comme nous le verrons par la suite.

Certaines fonctions sont exclusives au périphérique ou à l’esclave, soit les deux. Cela sera spécifié dans le titre.

- **begin () (maître/esclave)**

Cette fonction accepte comme argument facultatif l’adresse. Si l’Arduino rejoint le bus de communication sans adresse, il le rejoint comme maître. A noter qu’un seul maître est nécessaire et suffisant (il est unique), sinon les communications vont être parasitées (si 2 maîtres envoient chacun 1 ordre...). Mettre une adresse comme paramètre indique que le

périphérique rejoint le bus comme un périphérique esclave.

```
Wire.begin () // en mode maitre.
```

```
Wire.begin (adresse) // en mode esclave.
```

Cette déclaration est à faire dans le setup ().

### - **RequestFrom () (maître)**

Fonction utilisée par le périphérique maître, elle sert à demander une information à un esclave. L'argument de cette fonction est l'adresse de l'esclave à interroger.

```
Wire.requestFrom (address, quantity, stop).
```

Les deux premiers paramètres sont indispensables :

#### **Paramètre address**

Comme son nom l'indique, elle est l'adresse de l'esclave codée sur 7 bits.

#### **Paramètre quantité**

Le nombre d'octets (bytes) que le maître demande de l'esclave dans sa réponse.

#### **Paramètre stop**

Valeur booléenne, elle est par défaut à True.

True : après la requête du maître, requestFrom() envoie un message stop sur le bus, le libérant.

False : à contrario, le bus n'est ici pas libéré.

Cette fonction renvoie aussi le nombre d'octets retournés par l'esclav

### - **Begin Transmission () (maître)**

Cette fonction commence la transmission vers un esclave sur le bus de communication.

L'adresse de ce périphérique doit être passée en argument.

```
Wire.beginTransmission (adresse)
```

Cette fonction sera suivie dans le code de la fonction `write ()` ainsi que de `endTransmission ()` pour réaliser entièrement la séquence de communication.

### `endTransmission ()` (maître)

Comme son nom l'indique, elle ferme la communication.

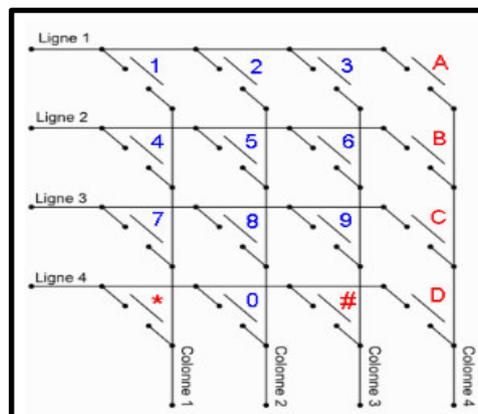
`Wire.endTransmission(stop)`.

### IV-8. Clavier matriciel 4x4 :

Les lignes sont des sorties. Les colonnes sont des entrées maintenues au niveau haut par une résistance interne à Arduino.

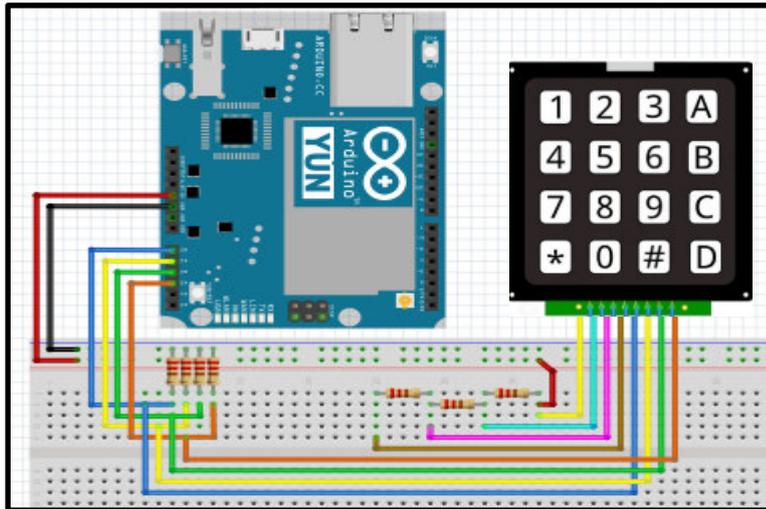
Le système envoie par balayage un niveau bas sur chaque ligne (1 seule à la fois) et balaye-les Colonnes en lecture. Quand il lit un niveau bas, c'est que la colonne est reliée par une touche appuyée à la ligne qui est basse à ce moment. On n'a pas besoin de programmer ce balayage : c'est la bibliothèque qui le fait.

Nous adoptons un brochage dit " matrice carrée" comme le montre la **Fig. IV.5**. Il nécessite l'utilisation d'un port parallèle, obligatoirement bidirectionnel, complet (8 bits de P0 à P7)



**Fig. IV.5:** structure interne d'un clavier 4x4

En trouve plusieurs méthodes de brochage du clavier matriciel 4x4 avec la carte arduino Nous l'expliquons sous les formes suivantes :



**Fig. IV.6:** Brochage clavier matriciel 4x4 avec ARDUINO YUN

On utilise le clavier matriciel 4x4 pour :

- Saisie le ID.
- Saisie le mot de passe.
- Choix le menu.....
- Ajouter un utilisateur (identifiant).
- Supprimer l'utilisateur (identifiant).
- Réglage la date et l'heure.
- Entrer le code ou l'empreinte digitale.
- Modifier le code.

### IV-9. Afficheur LCD 20x4

En trouve dans l'afficheur LCD 20x4 16 broches (D0 jusqu' à D7), VCC, V0, GND, RS , E, RW, A et le K .mais en utilise juste 6 broches de données (D4 à D7) , RS, E et les deux broches d'alimentation (VCC et le GND), et une entrée analogique pour régler le contraste des caractères. NOUS brocherons un potentiomètre de 1KOhms.

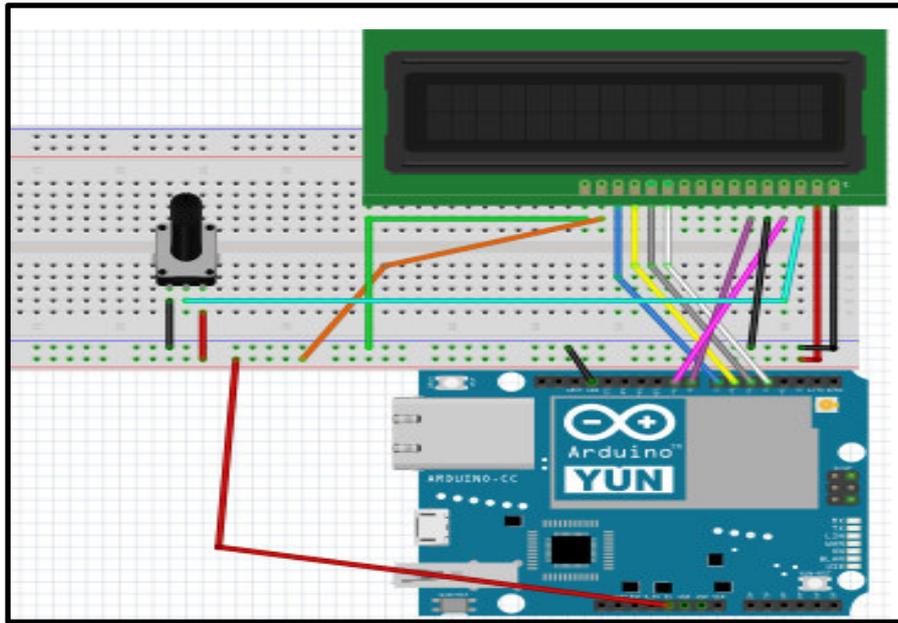


Fig. IV.7: Brochage d'un ARDUINO YUN avec LCDE 20x4

#### IV-10. Capteur d'empreinte digitale

Le capteur d'empreinte est un capteur qui détecte les empreintes digitales. L'identification et la vérification des empreintes digitales est donc très simple. .Nous pouvons enregistrer jusqu'à 162 empreinte digitale .ces empreintes seront stocké sous forme digitale dans la mémoire flash embarquée. Il ya une led vert dans la lentille qui s'allume durant la prise l'empreinte. Il est certainement le meilleur capteur d'empreintes digitales qu'il vous faut, et son utilisation est très simple.

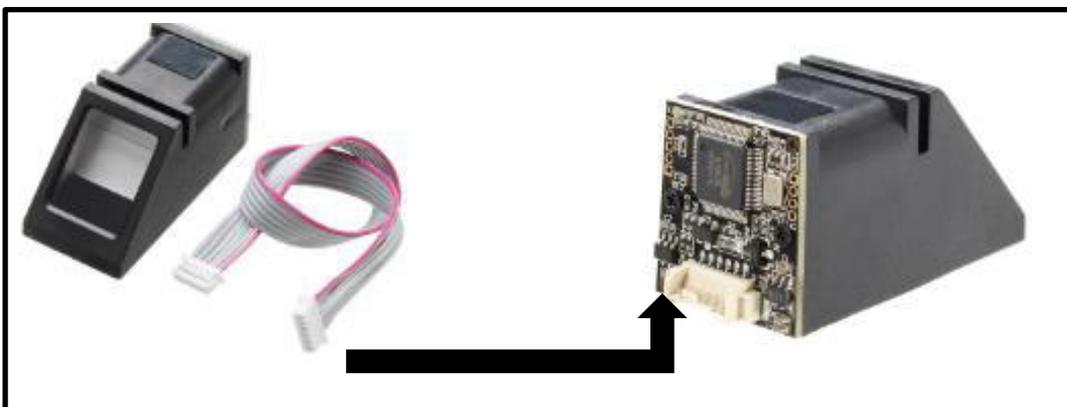
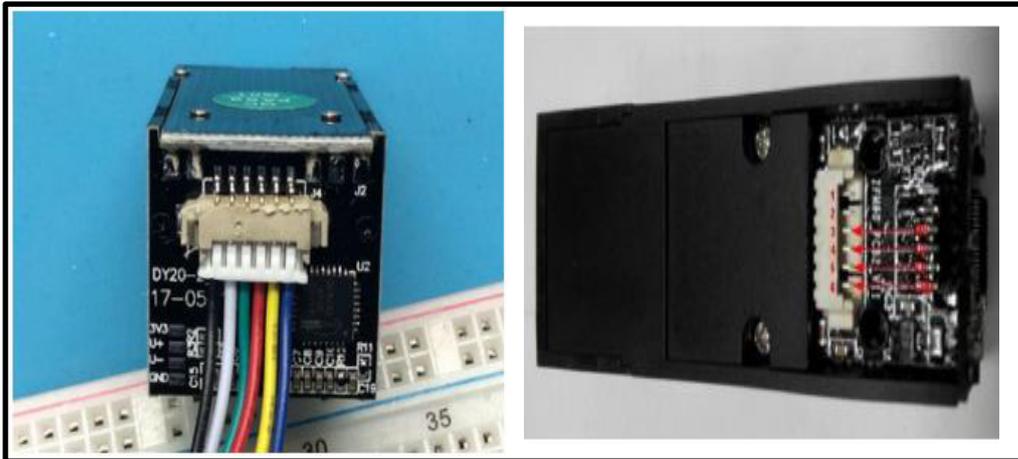


Fig. IV.8: Capteur optique d'empreinte digitale pour Arduino

En trouve dans le capteur d’empreinte digitale 6 broches deux pour la communication avec ARDUINO et deux pour l’alimentation (VCC et GND) et les deux autre broche (un pour la communication et l’autre alimentation VCC 5V).



**Fig. IV.9:**Les broches d’un capteur d’empreinte digitale

Numéro de broche	Nom	Type	Fonction Description
1	Vtouch	in	Touche d'entrée d'alimentation par induction (couleur du câble: bleu)
2	Sout	out	Signal de sortie (couleur du câble: jaune)
3	Vin	in	Entrée d'alimentation (couleur du câble: rouge)
4	TD	out	Sortie de données. Niveau logique TTL (couleur du câble: vert)
5	RD	in	Entrée de données. Niveau logique TTL (couleur du câble: blanc)
6	GND	—	Masse de signal. Connecté à la terre (couleur du câble: noir)

### IV-10.1. Branchements

Le capteur nécessite une alimentation de 3,8V à 7V. Il sera donc alimenté entre +5V et GND de la carte Leonardo.

Par contre, pour la communication, le capteur travail en 0V-3,3V alors que la carte Arduino communique en 0V - 5V :

- dans le sens capteur TX -> Arduino RX, pas besoin d'adapter la tension car la carte Arduino lit 3,3V comme un niveau logique 1.

- dans le sens Arduino TX -> Capteur RX, on passera par un pont diviseur de tension qui permet d'abaisser le 5V en sortie de la carte Arduino à 3,3V.

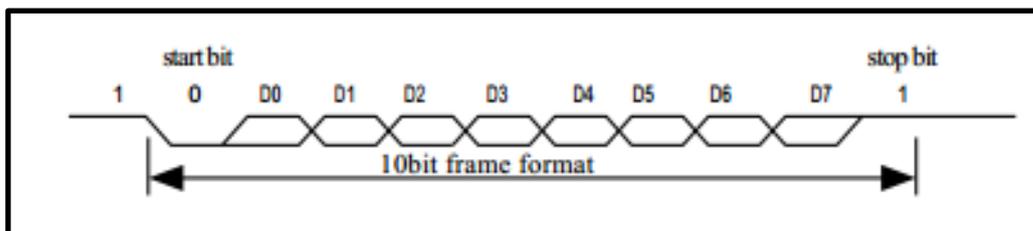
### IV-10. 2. Connexion matérielle

Le module via l'interface de communication série, peut être utilisé directement avec le microcontrôleur 3.3V ou 5V pour communiquer: broche de transmission de données de module (TX à 4 broches) connectée au récepteur de données d'ordinateur hôte (RXD), broche de réception de données de module (5 pieds RX) ) connectez-vous au terminal de transmission des données de la machine de position (TXD).

### IV-10. 3. Protocole série

Utilisation de la communication série asynchrone semi-duplex. La vitesse de transmission par défaut est 57600bps et peut être définie à 9600 ~ 115200bps par commande.

Le format de trame transmis est de 10 bits, un bit de début de niveau 0, des données de 8 bits (LSB en premier) et un bit d'arrêt sans bit de parité.



**Fig. IV.10:**Le format de transfert de trame

**IV-10.4. Protocole de communication**

Lors de la communication, le transfert et la réception des commandes / données / résultats sont tous emballés dans un format de paquet de données.

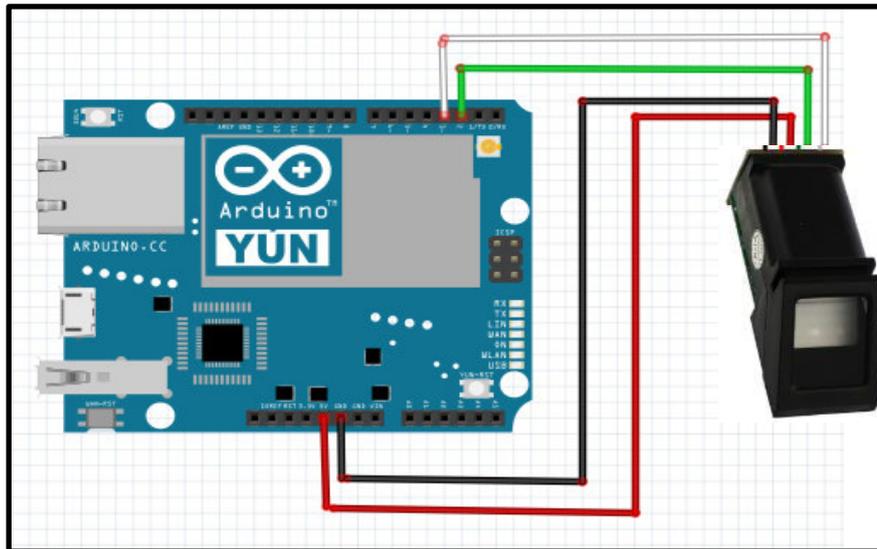
**- Format de paquet de données**

Entête	Additionneur	Paquet identifiant	Paquet longueur	Contenu du coffret	Somme de contrôle
--------	--------------	-----------------------	--------------------	-----------------------	----------------------

**- Définition du paquet de données**

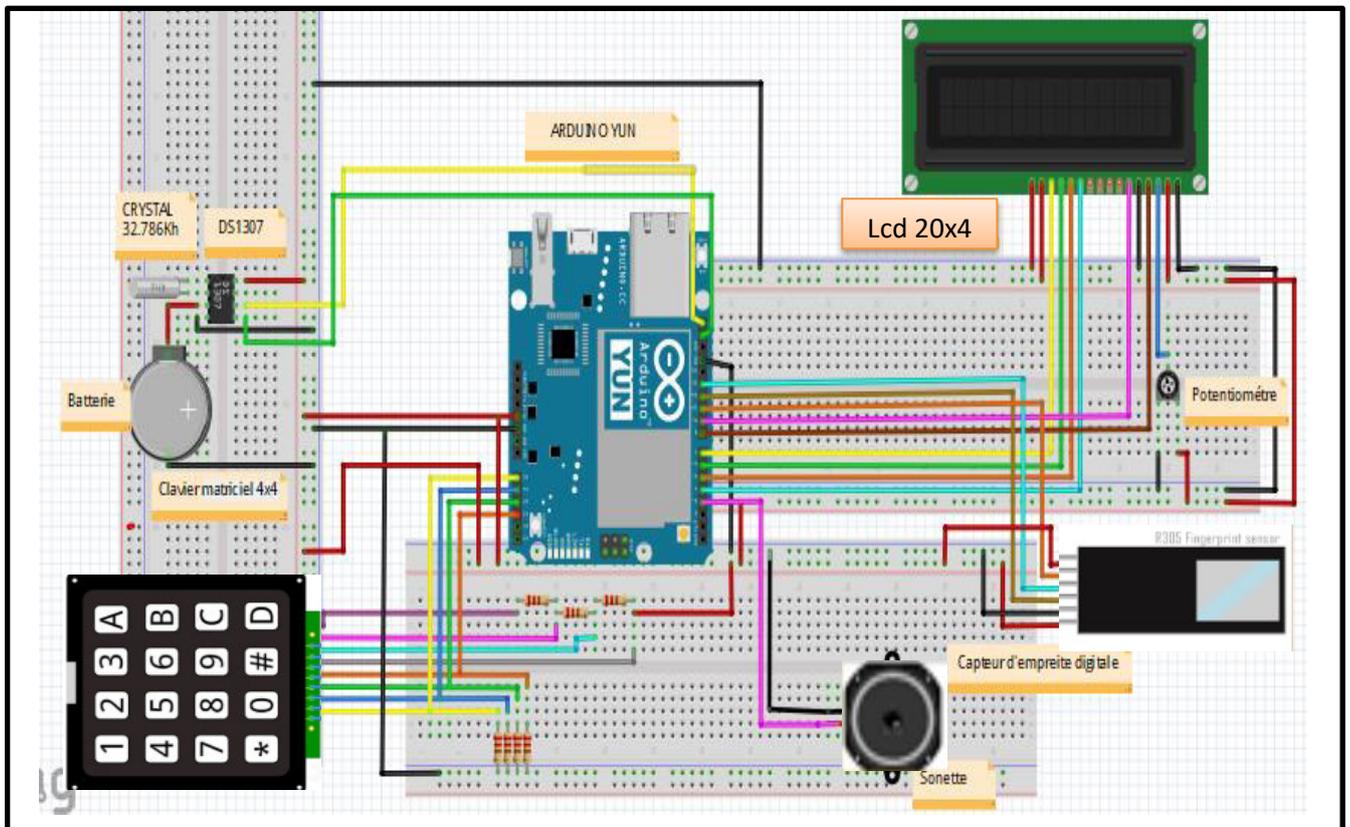
nom	symbole	Longueur	La description	
Entête	DÉBUT	2 octets	Valeur fixe de EF01H; Octet haut transféré en premier	
Additionneur	ADDR	4 octets	La valeur par défaut est 0xFFFFFFFF, modifiable par commander. Octet élevé transféré en premier et avec une valeur d'addition incorrecte, le module refusera le transfert	
Paquet identifiant	PID	1 octet	01H	Paquet de commande
			02H	Data packet; Data packet shall not appear alone in executing process, must follow command packet or acknowledge packet.
			07H	Acknowledge packet
			08H	Paquet de fin de données
Paquet longueur	LONGUEUR	2 octets	Fait référence à la longueur du contenu du paquet (paquets de commande et paquets de données) plus la longueur de la somme de contrôle (2 octets). L'unité est un octet. La longueur maximale est de 256 octets. Et l'octet haut est transféré en premier	

Paquet Contenu	LES DONNÉES	—	Il peut s'agir de commandes, de données, de paramètres de commande, d'acquiescement du résultat, etc. (la valeur du caractère d'empreinte digitale, le modèle sont considérés comme des données)
Somme de contrôle	SOMME	2 octets	La somme arithmétique de l'identificateur de package, de la longueur du package et de son contenu. Les bits débordants sont omis. Octet haut transféré en premier



**Fig. IV.11:**Brochage d'un capteur d'empreinte avec la carte ARDUINO YUN

### IV-11. Schéma globale de projet



**Fig. IV.12:** Schéma globale de projet avec fritzing

Pour désigne ce schéma en utilise logicielle **FRTZING**, il base sur le câblage avec les files entre les composant et la carte Arduino.

Ce schéma résume notre travail de manière très précise où il est facile d'expliquer notre travail de manière détaillée et très précise

### IV-12. Le circuit imprimé de projet

Le circuit imprimé de notre projet a été construit à l'aide de logiciel ISIS Proteus pour réduire le nombre de fils dans le circuit et assurer une bonne connexion, la carte a été gravé avec une machine CNC.

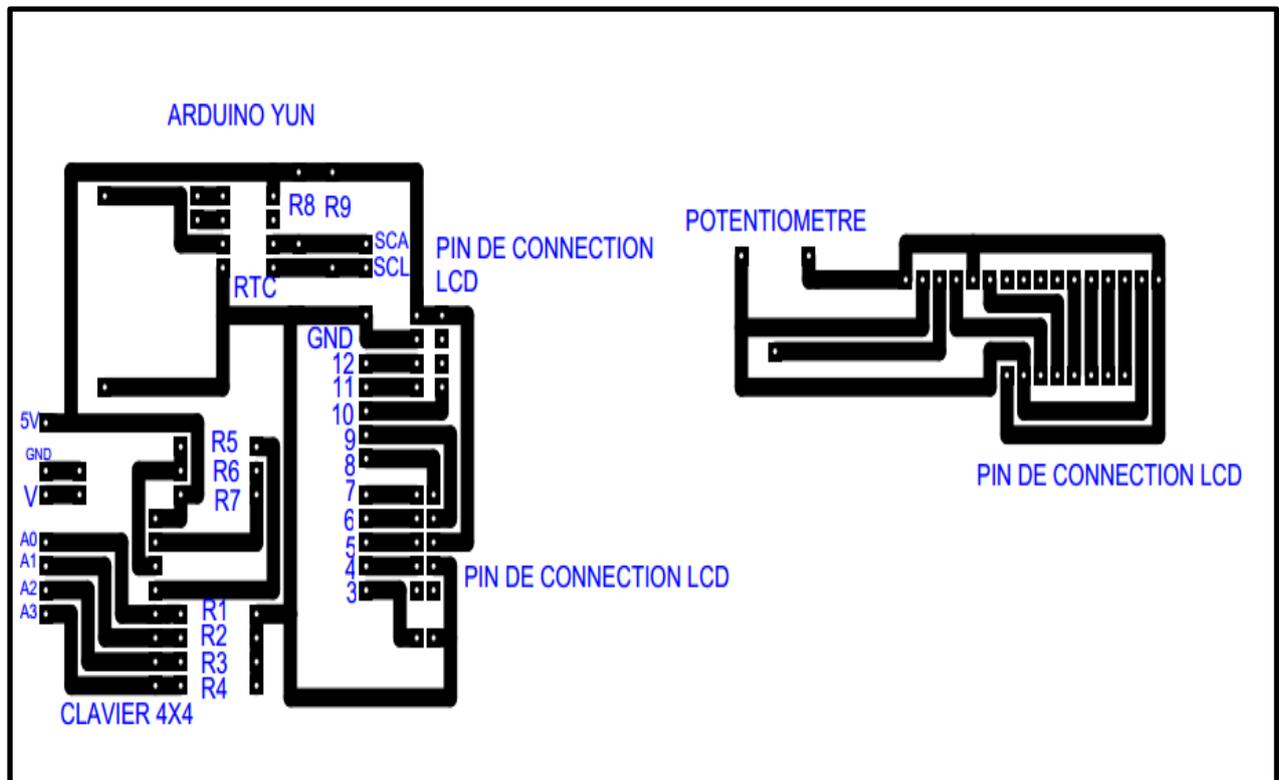


Fig. IV.13: Le circuit imprimé de projet avec Proteus

IV -13. Le dispositif électronique

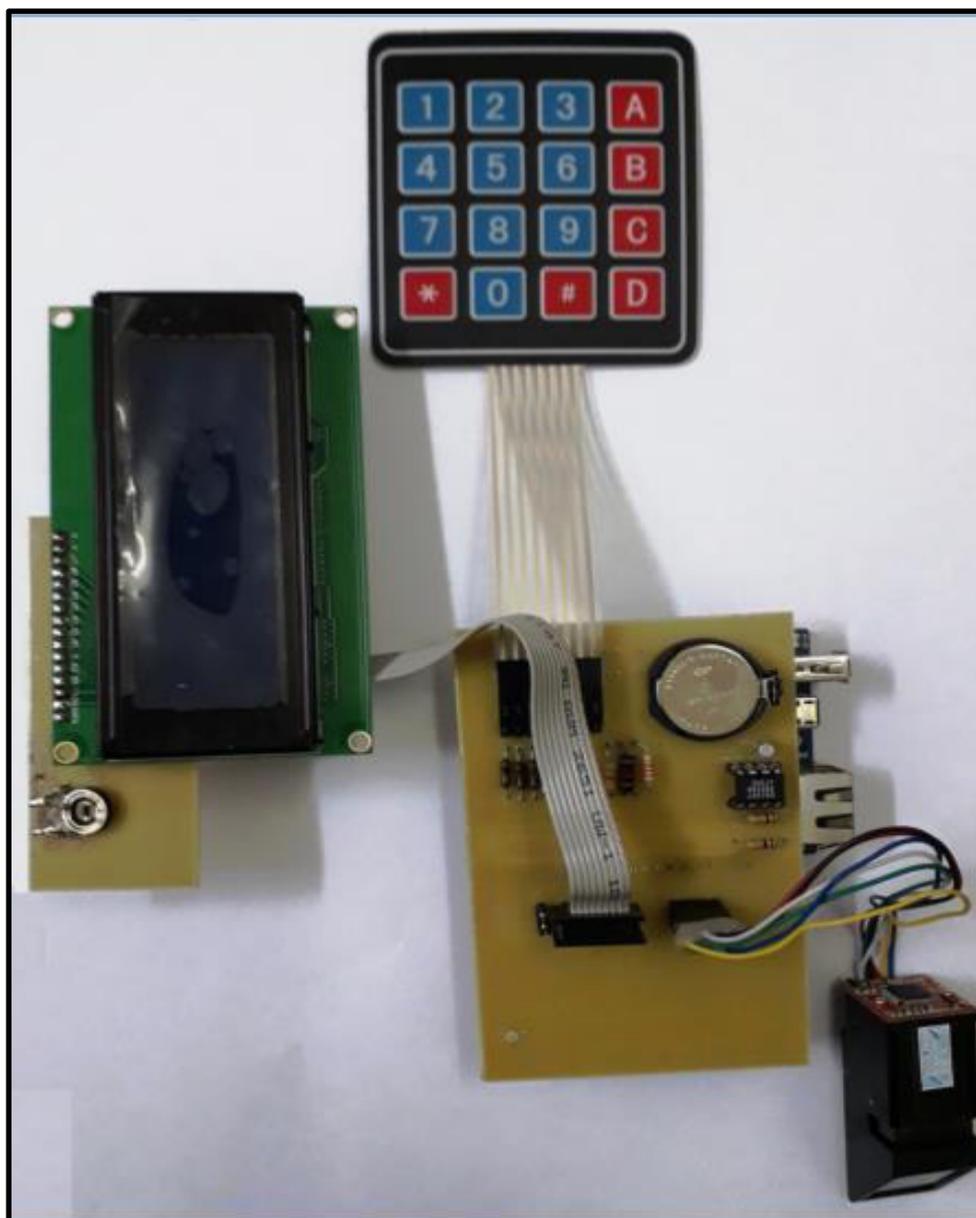


Fig. IV.14: Le dispositif électronique du projet.

IV -14.Le boîte de système de pointage



Fig. IV.15: Le dispositif électronique sur boîtier (externe)

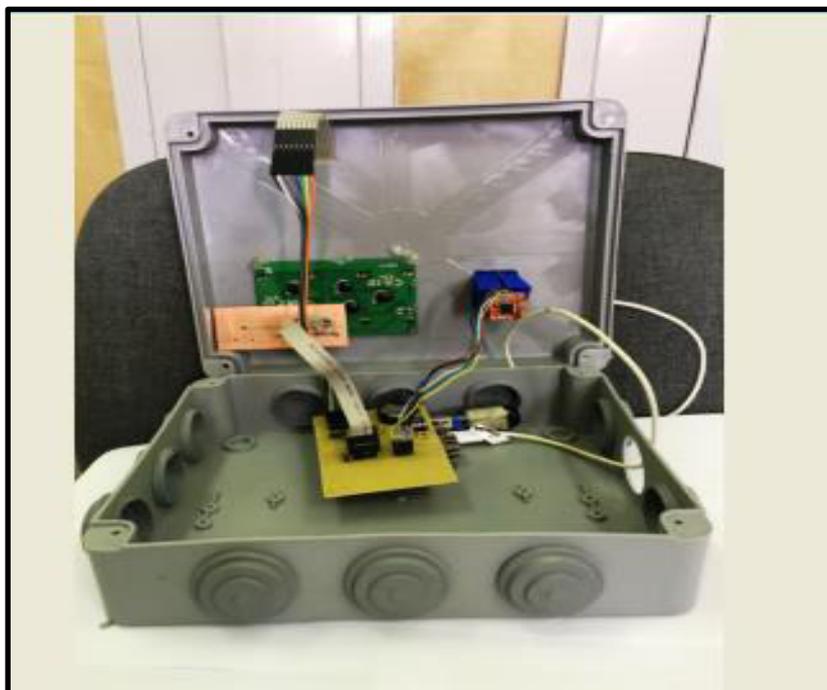
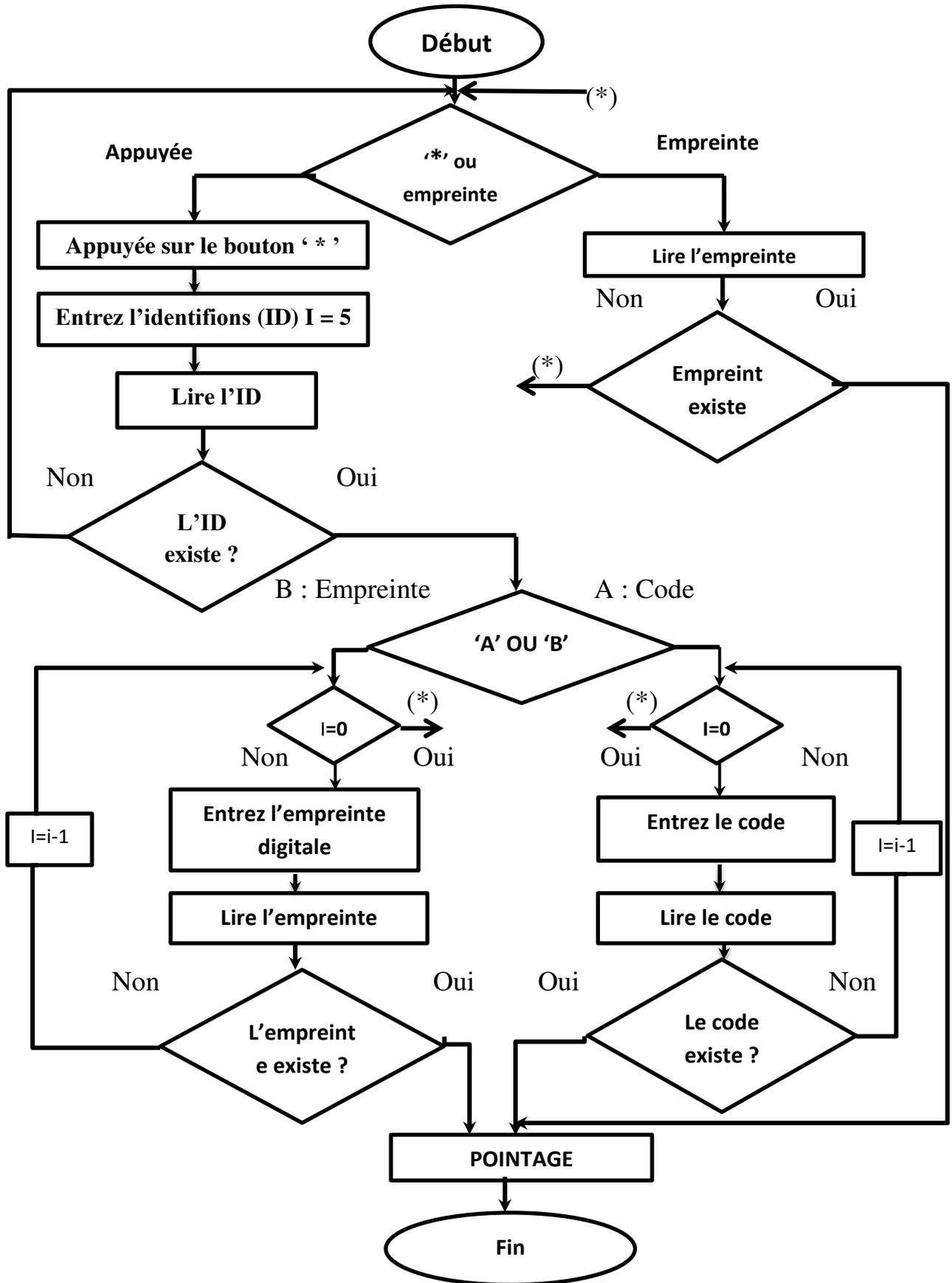
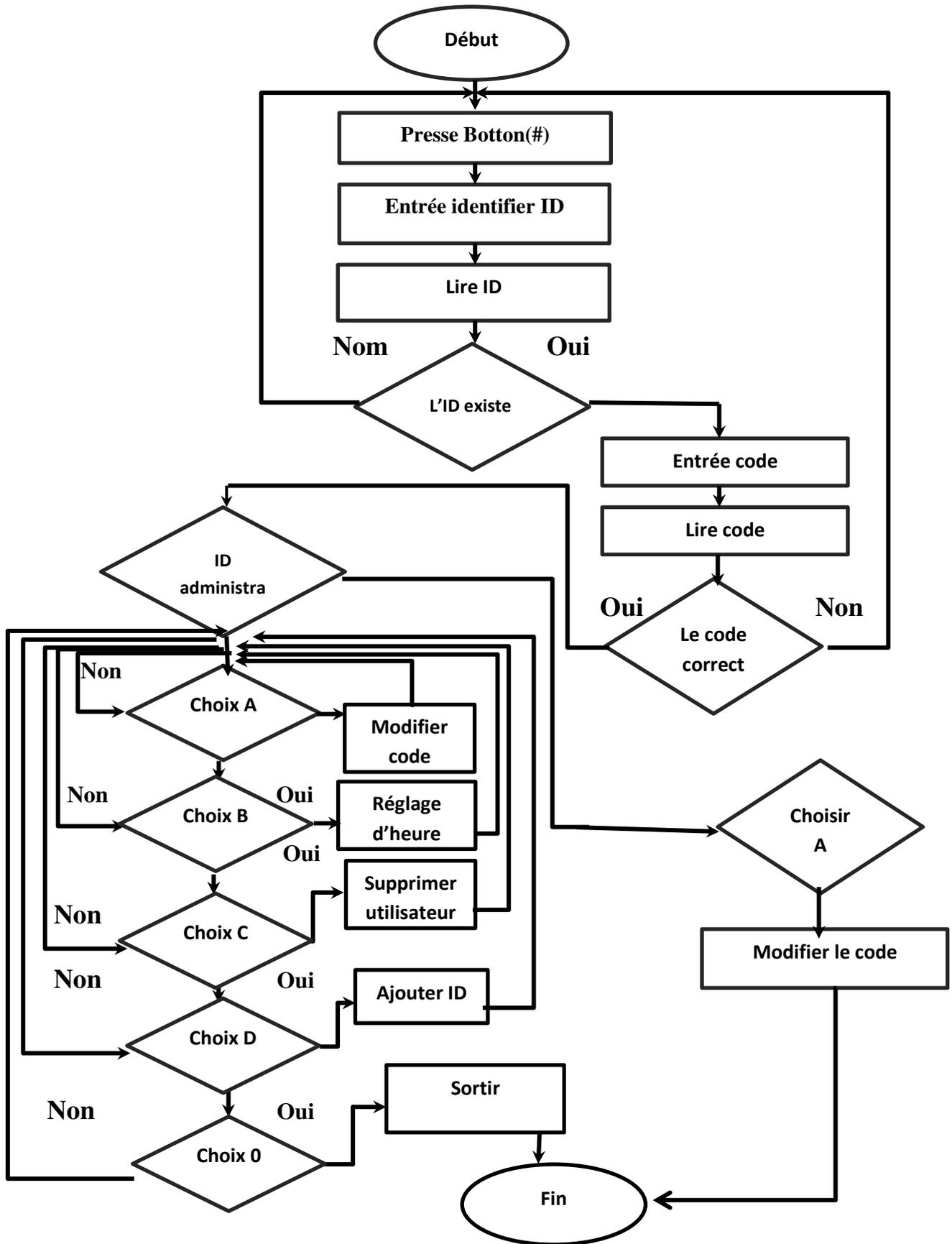


Fig. IV.16: Le dispositif électronique sur boîtier (interne)

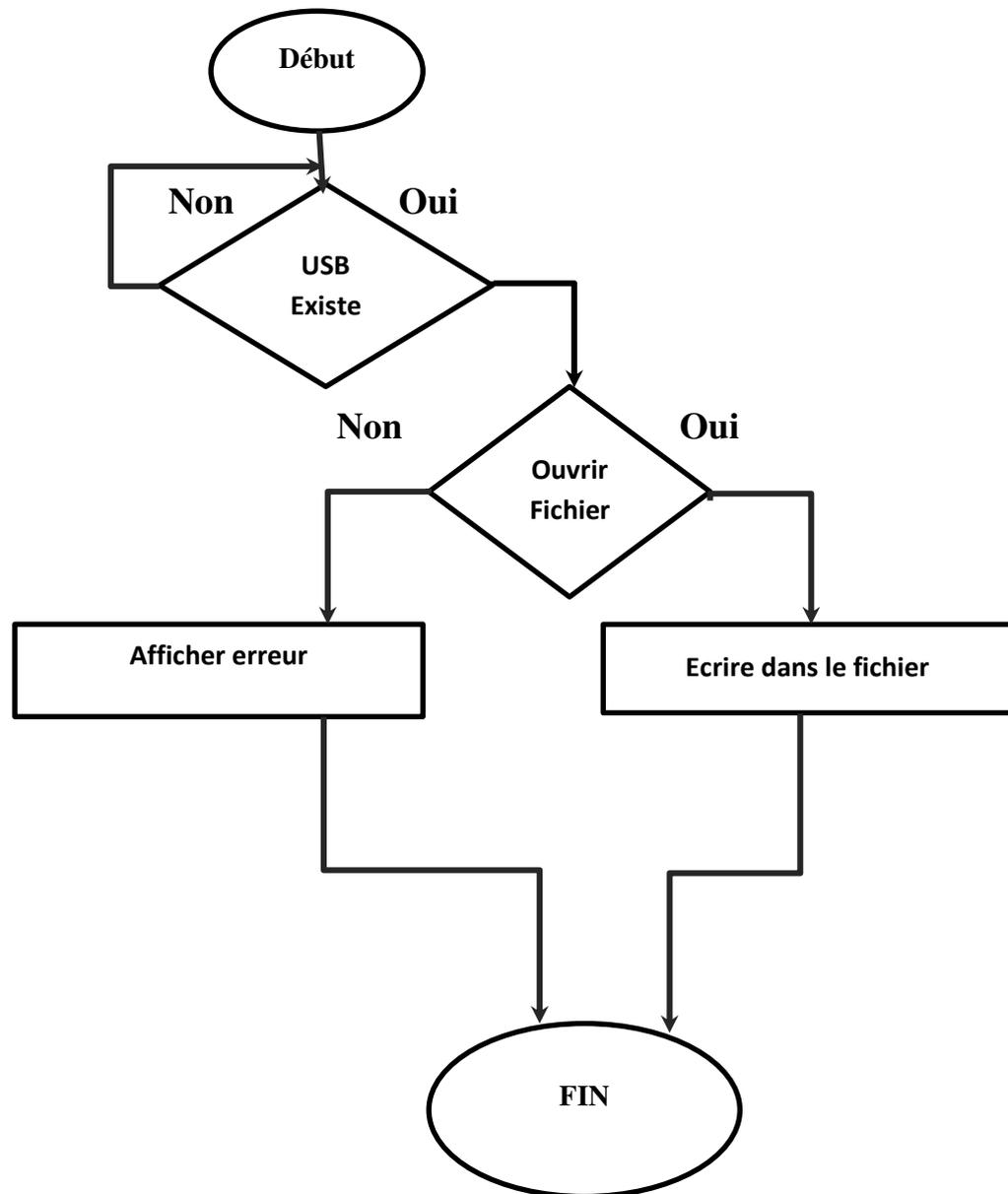
IV-15. L'organigramme de système de pointage avec l'empreinte digitale



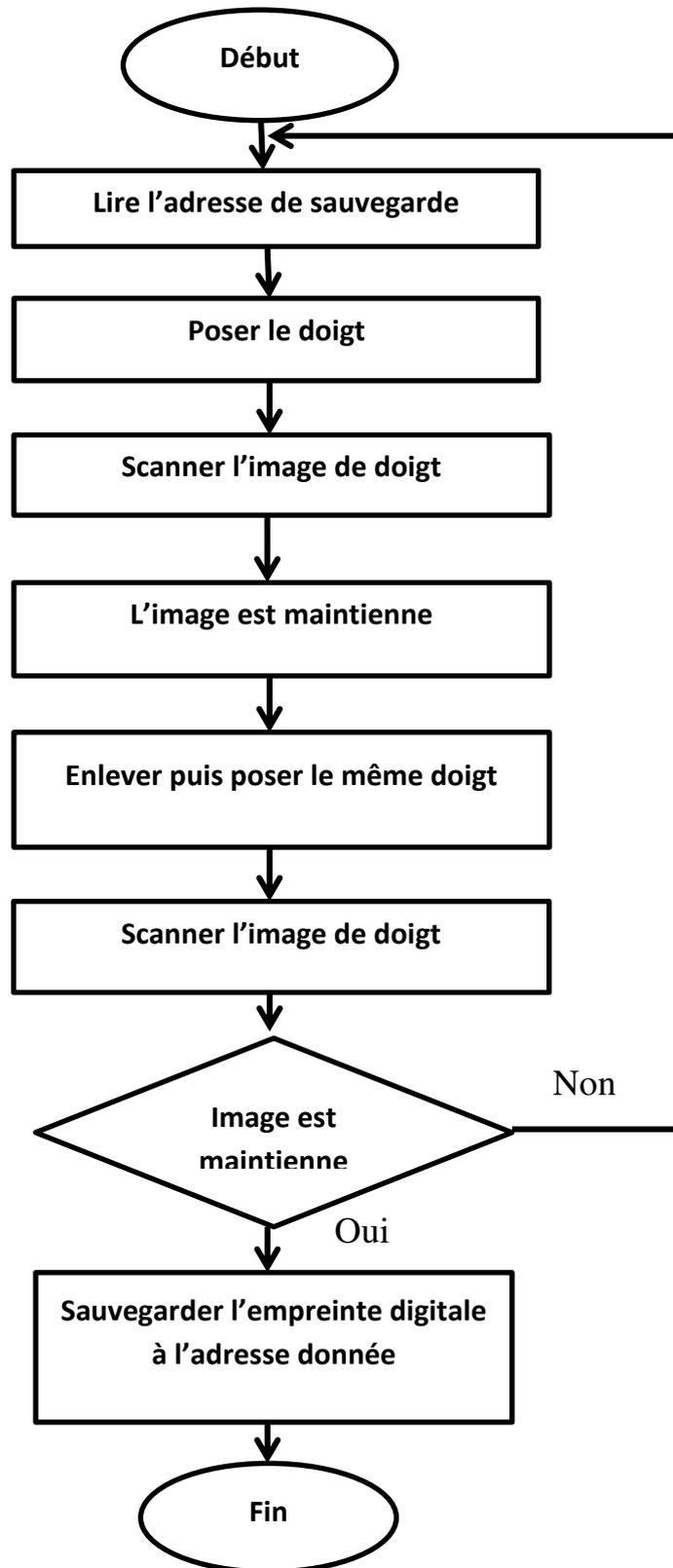
IV -16. L'organigramme d'affichage



IV -17. L'organigramme de pointage



IV -18. L'organigramme de sauvegardé d'empreinte digitele



### IV -19.Explication d'organigrammes

#### 1-Explication d'organigramme de système de pointage avec l'empreinte digitale

Premièrement on trouve deux choix : entrée directement ou avec l'ID, pour pointer directement on pose le doigt sur le capteur d'empreinte le capteur lit l'empreinte après si l'empreinte existe l'employeur a pointé sinon retour à la première étape. Le deuxième choix en appuyant sur le bouton (\*) après entrée l'ID, l'ID est lissé par l'ARDUINO si il existe on trouve deux choix A et B (A : entrée avec le code et B : entrée avec l'empreinte) sinon retour à la première étape, pour le choix A en entrée le code et est lissé par l'ARDUINO si il existe l'employeur a pointé sinon retour à l'étape précédente, ou bien on choisit B pour entrer avec l'empreinte digitale, elle est lissée par l'ARDUINO si existe fait le pointage sinon retour à l'étape précédente.

#### 2-Explication d'organigramme d'affichage

On débute en appuyant sur le bouton(#) après entrée l'ID et lit cet ID par ARDUINO si existe on entre le code, le code est lissé si le code correct entre l'ID administrateur sinon retour au début après on trouve un menu (A, B, C, D, 0) chaque caractère fait une opération par exemple pour Ajouter un ID on appuie sur le bouton D, pour sortir on appuie sur le bouton (0).

#### 2-Explication L'organigramme de pointage

On insère l'USB sur l'ARDUINO si l'USB existe, crée un fichier dans cet USB si le fichier ouvert on peut écrire dans cet fichier sinon il affiche un erreur et sort.

### IV -20. L'application de pontage (attenance management system)

C'est une application qui jurée le system de pointage

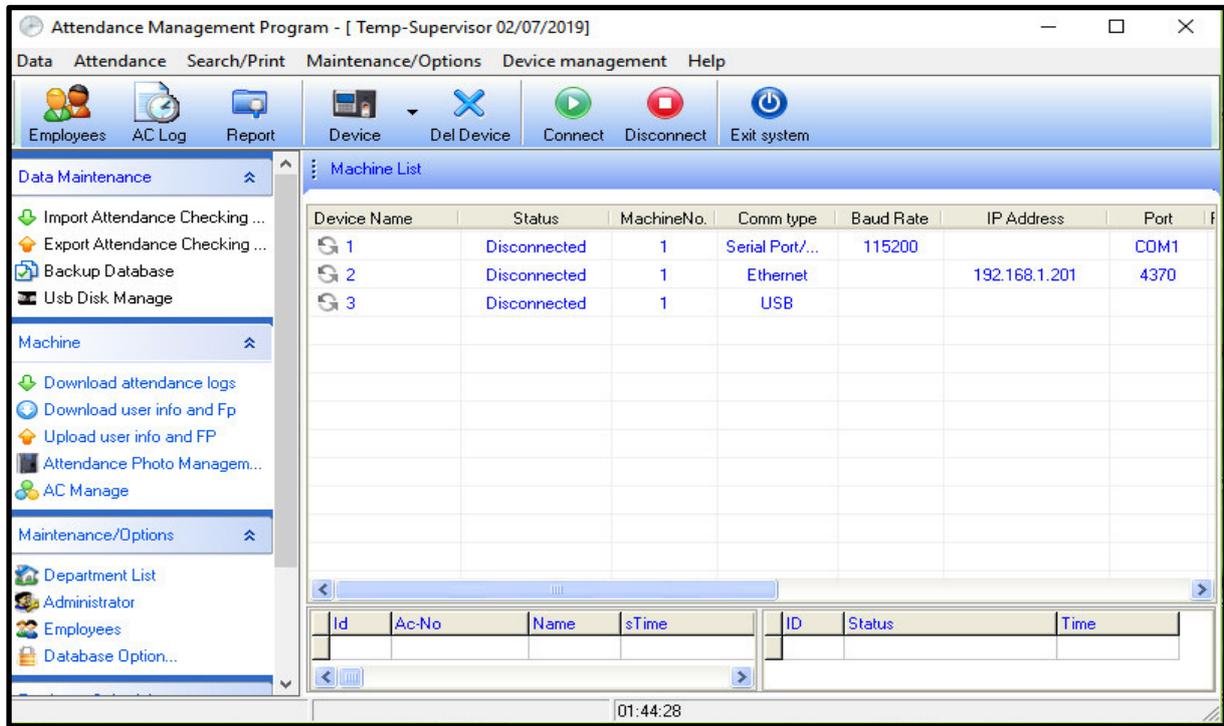
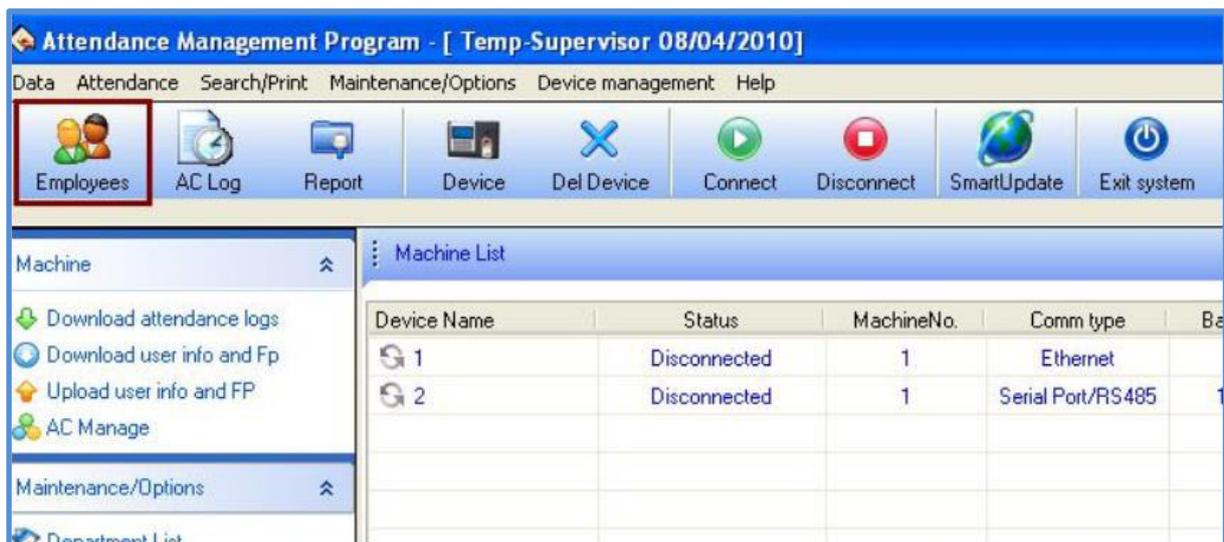


Fig. 1: La fenêtre de l'application de pointage attenance management system..[17]

### IV -21. Enregistrement des utilisateurs

1.-Pour l'enregistrement de l'utilisateur, sélectionnez l'icône Employés située dans la ligne supérieure de l'écran principal.



2.- Lors de l'accès, une liste des services générés apparaît. Si aucun n'a été généré, seul le nom de la société apparaîtra. [17]

The screenshot shows a software interface with a menu on the left and a main form area. The menu includes 'Tortillas Chonta', 'Almacen', 'Caja', 'Producción', and 'Ventas'. The main form area has a table with columns: 'AC No.', 'No.', 'Name', 'Gender', 'Mobile/Pager', and 'Birthday'. Below the table is a form with fields for 'AC No.', 'Name', 'Photo', 'Gender', 'No.', 'Nationality', 'Office Tel.', 'Title', 'Privilege', 'Date of Birth', 'Date of Employment', 'CardNumber', 'Mobile No.', and 'Home Add.'. There is also a 'Fingerprint manage' section with a 'Connect Device' button and radio buttons for 'Fingerprint device', 'sensor', and 'Image File'. An 'Enroll' button is also present.

3.- Les espaces dans la partie inférieure de la fenêtre sont remplis avec les données personnelles de l'utilisateur; Dans ce cas, l'option AC ne sera pas le numéro d'utilisateur à entrer dans le périphérique ID.

4.- Si vous le souhaitez, une photo peut être ajoutée, cette option est cochée dans la case rouge de la figure. Pour ajouter un fichier photo, accédez à l'icône; Si vous souhaitez obtenir l'image d'un appareil photo numérique, appuyez sur l'icône. Pour supprimer la photo, appuyez sur

This is a close-up of the form area from the previous screenshot. It shows the 'AC No.' field, 'Name', 'Photo' field, 'Gender', 'No.', 'Nationality', 'Office Tel.', 'Title', 'Privilege', 'Date of Birth', 'Date of Employment', 'CardNumber', 'Mobile No.', and 'Home Add.' fields. The 'Photo' field has a red box around it, indicating it is selected. The 'Fingerprint manage' section has a 'Connect Device' button and radio buttons for 'Fingerprint device', 'sensor', and 'Image File'. An 'Enroll' button is also present.

**5.-** Si vous souhaitez ajouter une carte d'accès, placez la souris dans la zone rouge indiquée sur la figure. Ici, vous pouvez taper le numéro de carte ou passer la carte sur l'appareil de lecture.

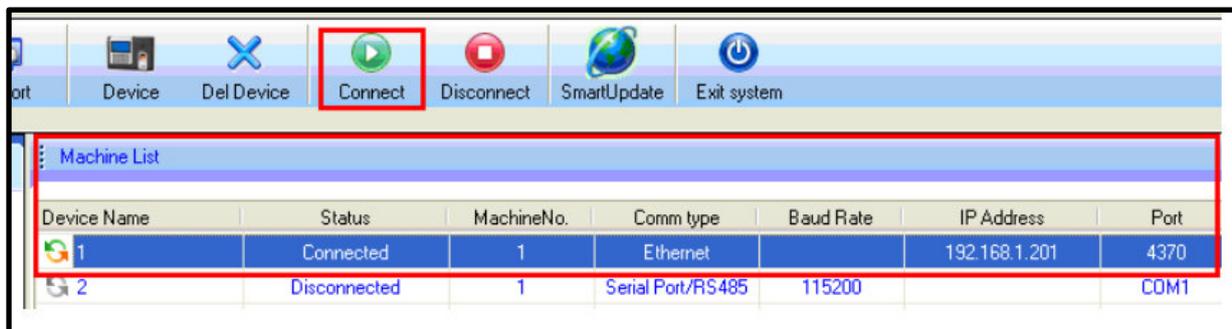
### IV -22. Types d'authentification d'identification des utilisateurs

Les modes d'authentification et d'identification de l'utilisateur sont:

Empreinte, ID + Empreinte, Carte + Empreinte.

Pour sélectionner le mode d'identification de l'utilisateur, il est nécessaire de programmer-le de la manière suivante.

**1.-** Le périphérique est sélectionné dans la liste des machines située dans la partie centrale de la fenêtre principale.



**2.-** Sélectionnez ensuite le bouton vert dans la liste du haut appelée Connecter; une fois connecté, il affichera l'état comme connecté, ceci dans la liste de la liste des machines.

**3.-** Dans la liste des machines, cliquez avec le bouton droit de la souris sur le nom du périphérique et sélectionnez l'option dans Propriétés ou propriétés.

### IV -23. Heures

Pour élaborer un horaire, il est nécessaire d'indiquer les heures de travail de chaque employé et de les attribuer aux utilisateurs. Pour cela, il est nécessaire de suivre la procédure suivante:

**1.-** Localisez le menu de planification des employés sur le côté gauche de l'écran, où nous trouvons les options suivantes:

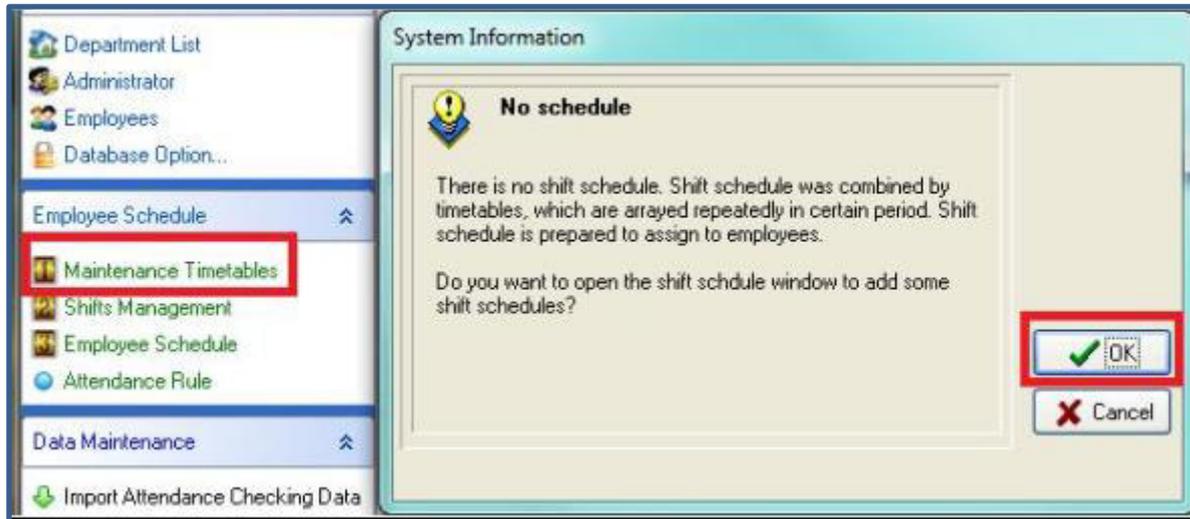
- ✓ Horaires de maintenance.
- ✓ Gestion des quarts de travail.
- ✓ Horaire des employés.



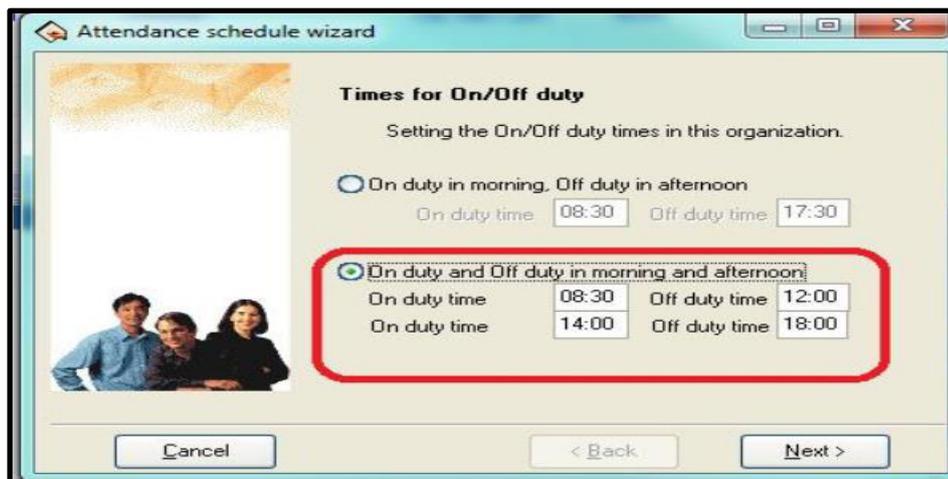
### IV -23. 1. Horaires d'assistance

Dans cette étape, les horaires de travail sont créés. Pour créer la planification, il est nécessaire de suivre cette procédure:

1.- Sélectionnez l'option Horaires de maintenance dans le menu Horaire des employés. Une fenêtre vous demande si vous souhaitez continuer l'opération, appuyez sur OK. [17]



2.-La fenêtre qui apparaît nous indique si nous voulons créer un programme en cours ou deux programmes pour le matin et l'après-midi. S'il y a un horaire de déjeuner pendant la journée de travail, il est nécessaire d'effectuer deux horaires, l'un pour le matin et l'autre pour l'après-midi, comme indiqué dans l'exemple. Lorsque vous avez terminé, appuyez sur Suivant ou NEXT. [17]



3.- Dans la fenêtre suivante, vous pouvez définir le programme à partir duquel vous pouvez vérifier. Dans la première option (couleur rouge), nous assignons à partir de quelle heure vous pouvez vous enregistrer et sortir le matin. La même chose se produit dans la deuxième option (couleur bleue) pour l'horaire de l'après-midi. [17]



**Clock In/Out**

The time range of allowing employees clock in/out. Outside this range is invalid.

08:30 - 12:00

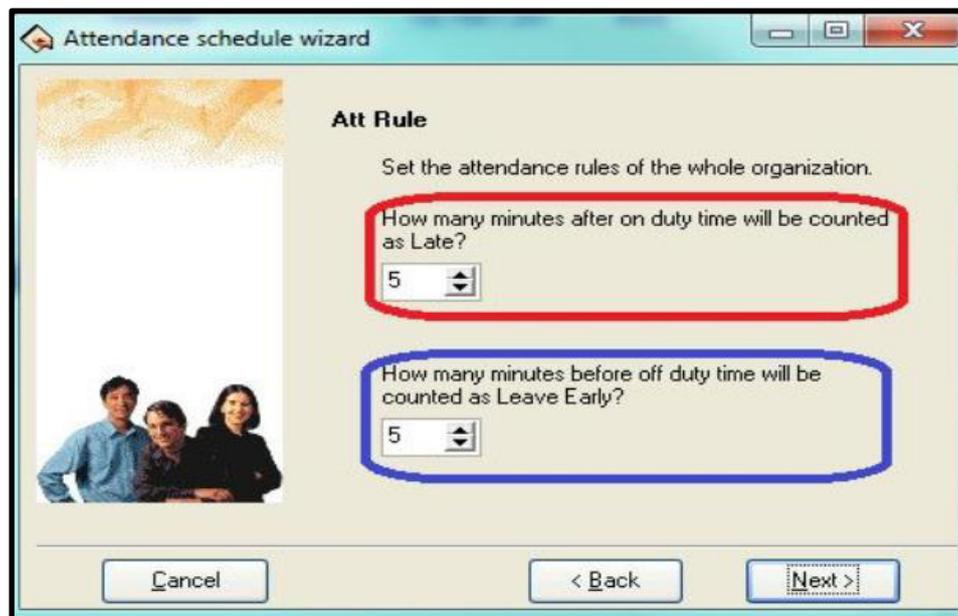
Start C/In	06:30	End C/In	10:15	Must C/In	<input checked="" type="checkbox"/>
Start C/Out	10:16	End C/Out	13:00	Must C/Out	<input checked="" type="checkbox"/>

14:00 - 18:00

Start C/In	13:01	End C/In	16:00	Must C/In	<input checked="" type="checkbox"/>
Start C/Out	16:01	End C/Out	23:59	Must C/Out	<input checked="" type="checkbox"/>

Buttons: Cancel, < Back, Next >

4.- En appuyant sur next, la fenêtre suivante nous interroge sur la tolérance à respecter pour arriver en retard à l'entrée ou pour vérifier de bonne heure à la sortie. Lorsque vous avez terminé, appuyez sur Suivant ou NEXT. [17]



**Attendance schedule wizard**

**Att Rule**

Set the attendance rules of the whole organization.

How many minutes after on duty time will be counted as Late?

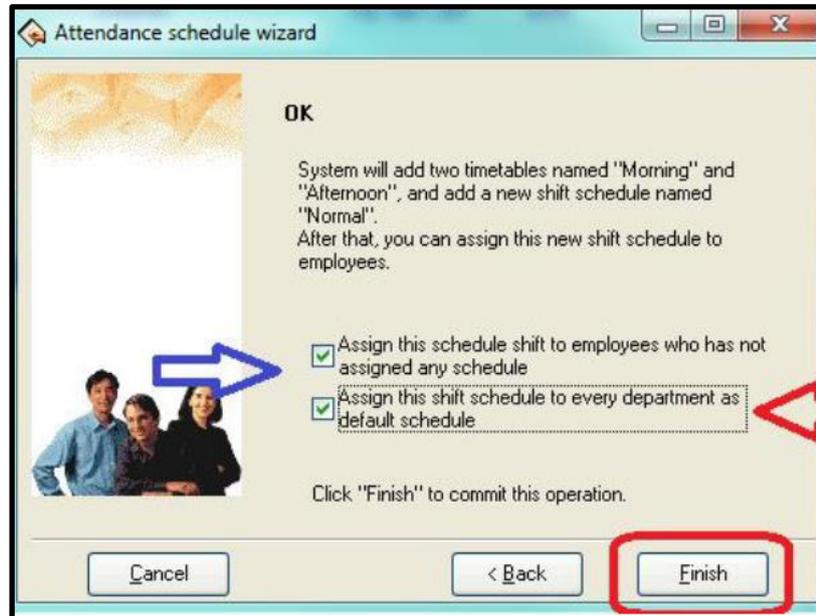
5

How many minutes before off duty time will be counted as Leave Early?

5

Buttons: Cancel, < Back, Next >

5.-La dernière fenêtre vous demande si vous souhaitez que cette planification soit automatiquement attribuée à tous les utilisateurs et départements n'ayant pas été assignée manuellement. [17]



6.- En appuyant sur Terminer, nous terminons cette partie de la procédure et la fenêtre contenant les informations configurées apparaît. Cela peut être édité ou même nous permet d'ajouter plus de programmes dans l'onglet Ajouter. [17]

### IV -24. Rapports

Pour générer un rapport, vous avez deux options: Rapport ou journal AC.

#### ❖ RAPPORT

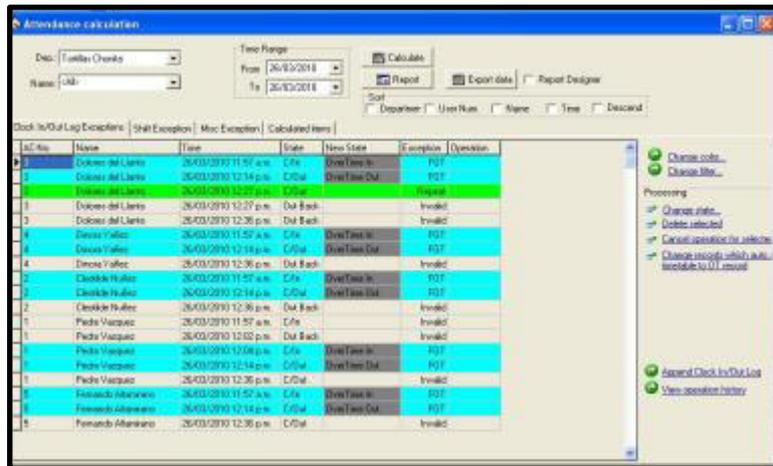
1.- Pour y accéder, il est nécessaire d'accéder via l'icône de rapport située en haut de l'écran du programme. [17]



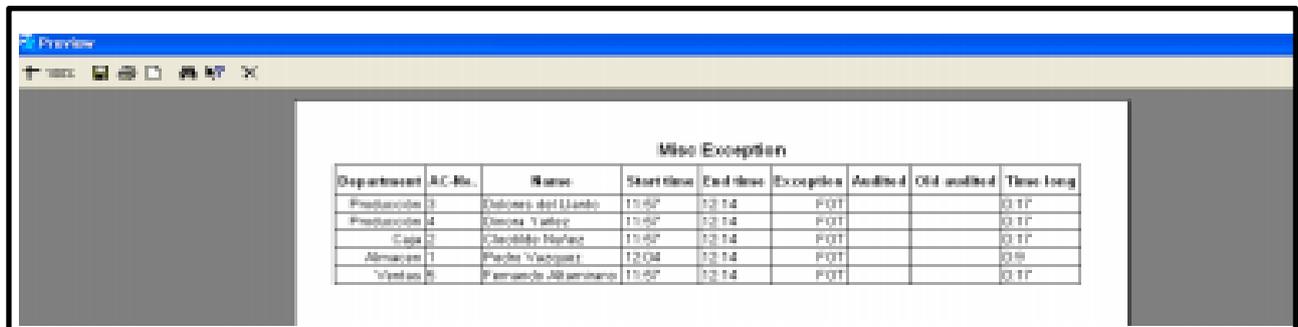
2.- Una ventana semejante a la de la figura aparece.

3.- Dans l'option **Dep.**, On choisit si le rapport souhaité sera par département ou par dans toute l'entreprise. Dans Nom, il est personnalisé si le rapport n'est recherché que par une personne spécifique. Plage horaire offre la possibilité de sélectionner la plage de dates du rapport.

4.- En accédant à l'icône Calculer, affichez les événements de chaque personne ou le récapitulatif total des temps d'accès, au choix. [17]



5.- Pour générer un rapport, sélectionnez simplement l'icône Rapport et choisissez le type de rapport souhaité.



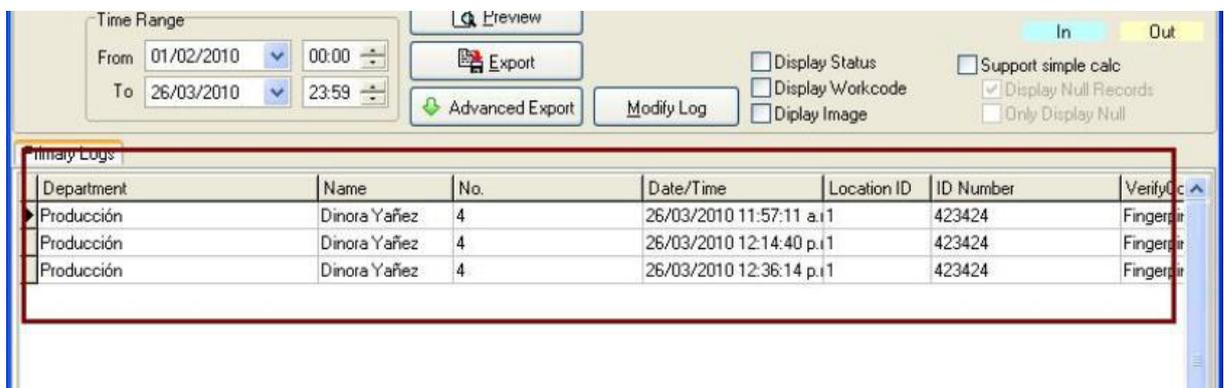
### IV -25. Log Journal AC

1.- Une autre façon de générer des rapports consiste à utiliser AC Log. Pour y accéder, il faut aller dans la barre de menu principale.

2.- Un écran similaire à l'image apparaît. Par le biais de **Dep.**, Nous pouvons choisir si le rapport souhaité concerne l'ensemble de la société ou un service spécifique. Avec Nom, vous pouvez choisir si vous souhaitez un rapport personnel. [17]



3.- Appuyez sur le bouton Rechercher pour afficher une liste des activités demandées.



4.-L'option d'exportation avancée est utile pour exporter les informations dans un fichier Excel, PDF, HTML, etc.

5.-Sélectionnez dans le bouton Sélectionner l'itinéraire où vous souhaitez enregistrer le rapport, puis le format que vous souhaitez convertir.

6.-Pour lancer le processus de téléchargement du rapport, appuyez sur Démarrer l'exportation.  
[17]

IV -26. Exemple :

Fichier	Edition	Format	Affichage ?				
50	2019-07-02	08:00:50	1	0	0	0	0
51	2019-07-02	09:00:00	1	0	0	0	0
52	2019-07-02	08:10:00	1	0	0	0	0
50	2019-07-02	12:00:29	1	0	0	0	0
51	2019-07-02	12:10:34	1	0	0	0	0
52	2019-07-02	12:22:39	1	0	0	0	0
50	2019-07-02	14:00:44	1	0	0	0	0
52	2019-07-02	14:22:49	1	0	0	0	0
51	2019-07-02	14:05:54	1	0	0	0	0
52	2019-07-02	18:10:59	1	0	0	0	0
50	2019-07-02	18:23:4	1	0	0	0	0
51	2019-07-02	18:00:10	1	0	0	0	0

Fig. IV.17:Fichier de pointage d’employeur donné par la carte réalisé

On explique la figure :

Les numéros (50, 51, 52) sont l’ID d’utilisateur (employeur), en trouve après la date et l’heur d’entrée et de sortie de chaque employeur le numéro 1 c’est le numéro de machine et les trois 0 exprime :

Le premier 0 : si l’employeur entrée ou sortie (0 :entrée, 1 :sortie).

Le deuxième 0 : c’est le choix asque l’employeur entrée ou sortie avec le mot de passe ou l’empreinte digitale (1 : le mot de passe, 2 : l’empreinte digitale).

La troisième 0 : pour ajoute une autre option dans le système .

**Comment exporter le fichier dans l’application**

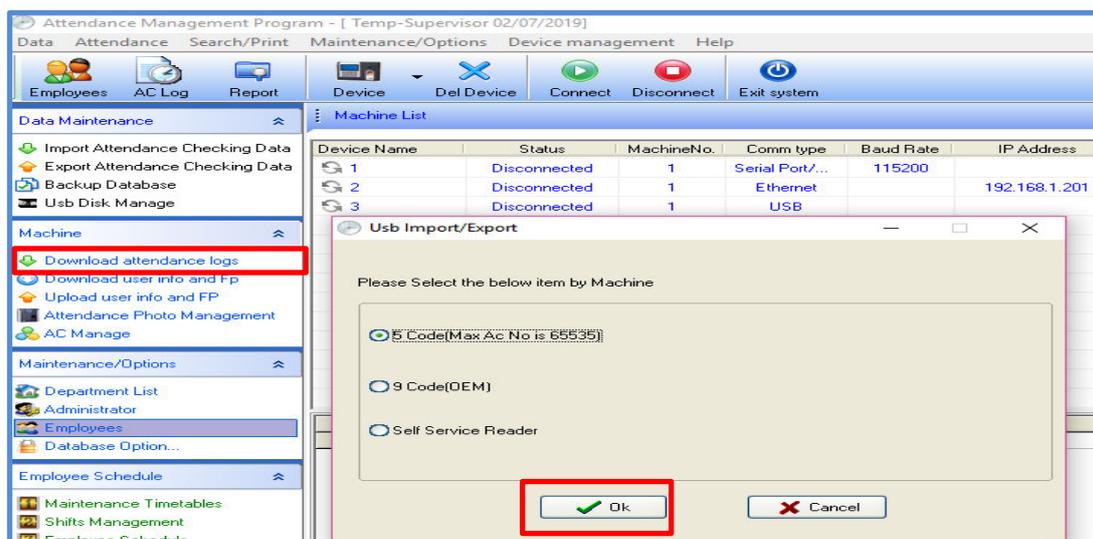
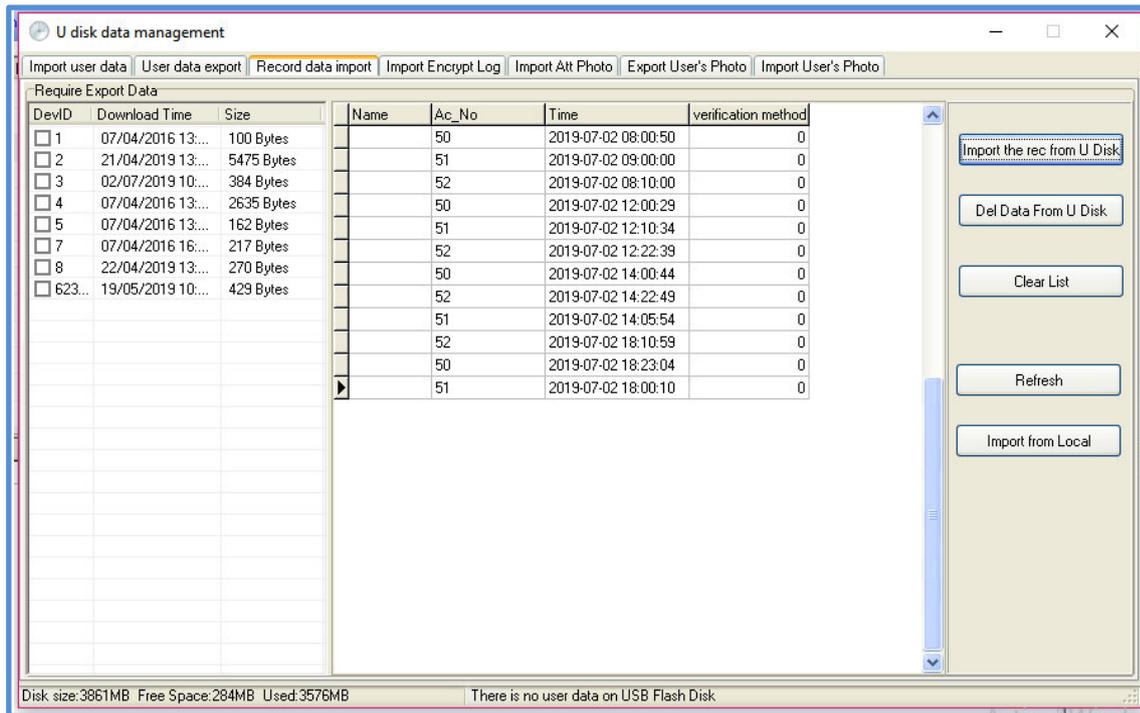


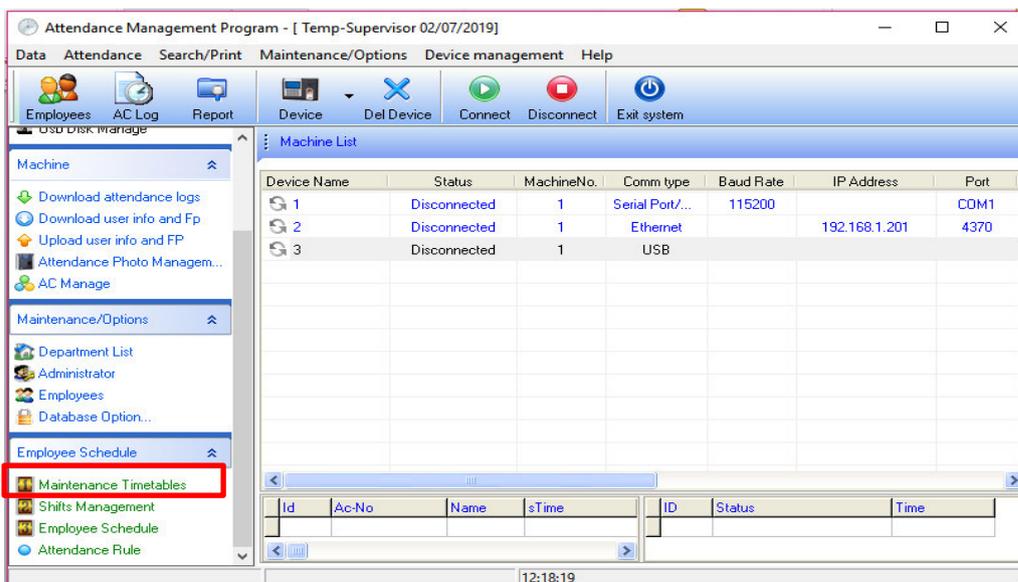
Fig. IV.18:Importation des données



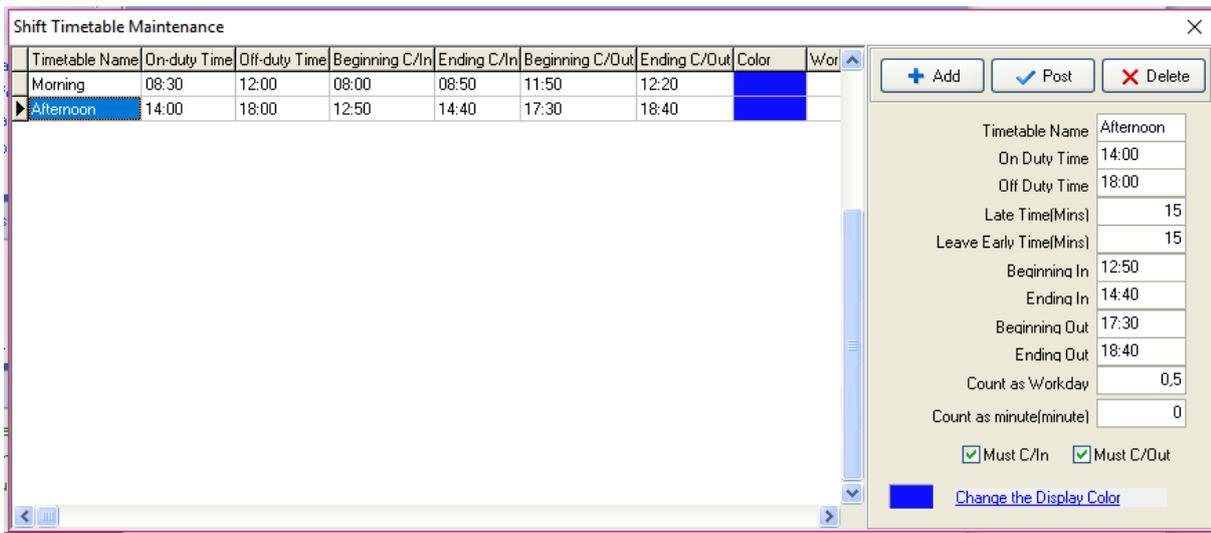
**Fig. IV.19:**Importation des données du fichier d’USB

- **Réglage d’heures de travail**

1.- Sélectionnez l'option Horaires de maintenance dans le menu Horaire des employés. Une fenêtre vous demande si vous souhaitez continuer l'opération.



**Fig. IV.20:** Réglage d’heures de travail



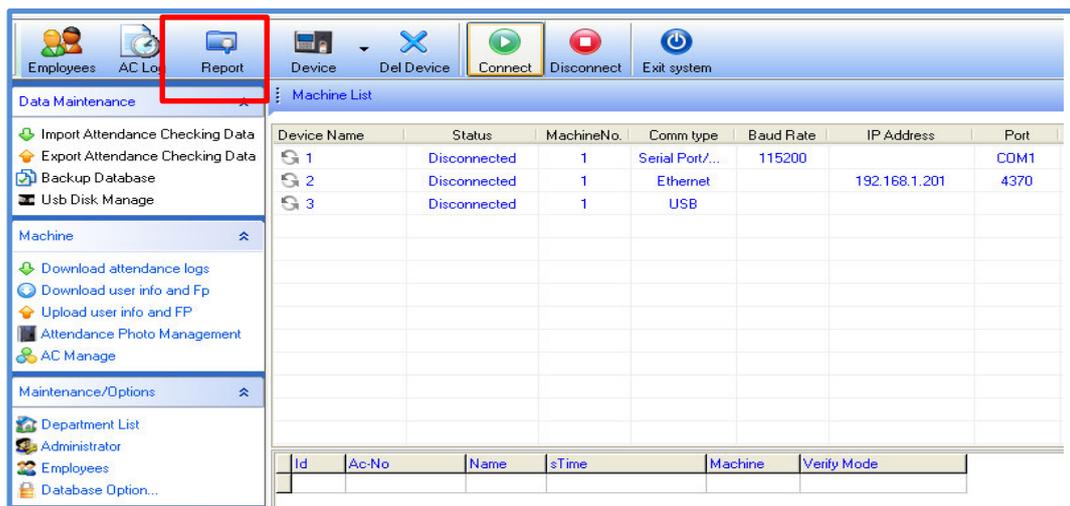
**Fig. IV.21:** fenêtre de réglage d'heures

2.-La fenêtre qui apparaît nous indique si nous voulons créer un programme en cours ou deux programmes pour le matin et l'après-midi. S'il y a un horaire de déjeuner pendant la journée de travail.

### - Le rapport

Pour générer un rapport, vous avez une option: Rapport

- Pour y accéder, il est nécessaire d'accéder via l'icône de rapport située en haut de l'écran du programme.



**Fig. IV.22:** Entrée dans la fenêtré de rapport

- Dans l'option., On choisit si le rapport souhaité sera par département ou par dans toute l'entreprise. Dans Nom, il est personnalisé si le rapport n'est recherché que par une



### Conclusion

Dans ce chapitre on a expliqué les étapes de création de ce projet « système pointage avec l’empreinte digitale »

Ainsi que le mode de fonctionnement :

- Ajouter les travailleurs au système de pointage pour surveiller les heures d'entrée et de sortie du lieu de travail en tenant compte des heures de retard du travail et d'un rapport mensuel détaillé des heures de travail de chaque travailleur dans l'institution.
- Sachant que nous pouvons ajouter ou supprimer n'importe quel facteur du système de pointage de cette entreprise.

L'utilisation du mot de passe et des empreintes digitales dans le système visait à créer un système plus sûr, précis, fiable et de courte durée lors de son utilisation par toute organisation.

## Conclusion Générale

La biométrie qui s'installe de plus en plus dans notre quotidien devient la nouvelle solution pour les entreprises, sociétés et organismes pour lutter contre la fraude des employés et salariés par rapport aux heures d'arrivée et de départ en plus du temps passé à travailler au sein des entités.

Utiliser un système de pointage horaire permet à la société de mieux cerner et contrôler son activité, d'avoir une vision des temps de présence, de retard et d'absence de son personnel. L'objectif, en utilisant une pointeuse et un logiciel de gestion du temps, est d'avoir une visibilité totale permettra à moyen terme de pouvoir mettre en place des plannings parfaitement optimisés et adaptés pour une organisation et une rentabilité optimale

Le système est entièrement automatisé et apporte tous les rapports détaillés sur l'activité de chaque acteur de l'organisation.

Cette solution apporte aussi des avantages aux employés. Et l'un des plus importants est la précision dans les calculs des heures passées au niveau du poste de travail. Cela évite au personnel de tenir des comptes d'heures supplémentaires, de retards, d'absence et de congés.

Cette méthode de contrôle des employés n'est pas toujours bien accueillie par le personnel, Mais au final il s'avère que le système à des avantages pour l'employeur et les employés également ; d'autre technique peut être utilisé pour réduire ou éliminé ce problème par exemple on utilise la reconnaissance faciale ou l'iris d'œil.

Enfin, nous espérons que ce projet sera développé dans le futur par l'ajout d'un système de pointage par reconnaissance faciale.

# Bibliographie

- [1] : <https://www.horloges-huchez.fr/blog/tout-savoir-sur-le-pointage>
- [2] : <http://www.secu-mag.com.tn/articles/systemes-de-pointage.html>
- [3] : <https://www.horloges-huchez.fr/badgeuse>
- [4] : Ben Hamed Amina et Medjadji Omar, Reconnaissance des Empreinte digital. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme Master en informatique, 17 juillet 2015.
- [5] : Andrey MURHULA, Conception et mise en place d'une plateforme de sécurisation par synthèse et reconnaissance biométrique de documents de trafic, Polytechnique\_INITELEMATIQUE\_BURUNDI - Ingénieur Civil en Informatique et télécommunications 2015.
- [6] : <https://www.horloges-huchez.fr/blog/5-avantages-pointeuse-horaire-entreprise>
- [7] : <https://contrat-de-travail.ooreka.fr/astuce/voir/753011/systeme-de-pointage>
- [8] : <http://www.mytopschool.net/mysti2d/activites/polynesie2/eXeL/SIN/08/ArduinoYun/introduction.html>
- [9] : Cour CARTE ARDUINO YUN, STI2D– Enseignement de spécialité SIN, Lycée Gustave Eiffel, France.
- [10] : [https://wiki.mchobby.be/index.php?title=Arduino\\_Yun\\_Pr%C3%A9sentation](https://wiki.mchobby.be/index.php?title=Arduino_Yun_Pr%C3%A9sentation)
- [11] : Lorenzo Leijnen, Arduino Yún, 01/2016.arduino\_yun.odt.
- [12] : <https://www.locoduino.org/spip.php?article15>
- [13] : <https://fr.flossmanuals.net/arduino/programmer-arduino/>

[14] : Véronique Messéant, Patrick Nizou et Nathalie Villain, Les empreintes digitales, Modélisation Master Didactique des Mathématiques Université Paris VII, Juin 2006 .

[15] : Liméry Lionel, Fao Frédéric Et Guiraud Ludovic, Reconnaissance d'empreinte digitale serrure biométrique, Projet n°26.

[16] : F. Parrain. Capteur intégré tactile d'empreintes digitales à microstructures piezorésistives. Autre [cs.OH]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2002. Français. fftel-00002923f.

[17] : SYSCOM, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA, 09/09/2010.

# **ANNEXE**

# **Fingerprint Identification Module**

## **User Manual**

## 1-Introduction

### Operation Principle

Fingerprint processing includes two parts: fingerprint enrolment and fingerprint matching (the matching can be 1:1 or 1: N).

When enrolling, user needs to enter the finger two times. The system will process the two time finger images, generate a template of the finger based on processing results and store the template. When matching, user enters the finger through optical sensor and system will generate a template of the finger and compare it with templates of the finger library. For 1:1 matching, system will compare the live finger with specific template designated in the Module; for 1: N matching, or searching, system will search the whole finger library for the matching finger. In both circumstances, system will return the matching result, success or failure.

## 2- Main Parameters

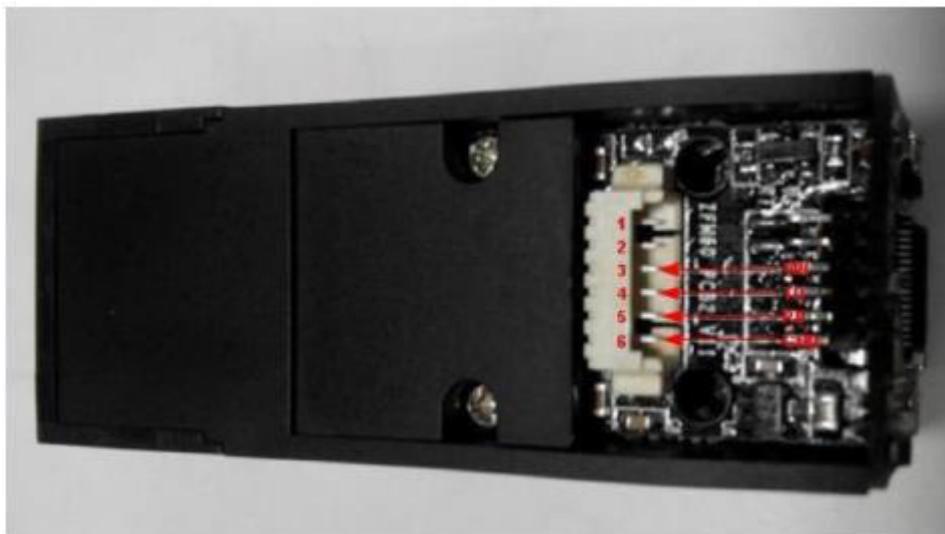
<b>Power</b>	DC 3.8V-7.0V	<b>Interface</b>	UART(TTL logical level)
<b>Working current</b>	Typical: <65mA Peak: <95mA	<b>Matching Mode</b>	1:1 and 1:N
<b>Baud rate</b>	(9600*N)bps, N=1~12 (default N=6)	<b>Character file size</b>	256 bytes
<b>Image acquiring time</b>	<1s	<b>Template size</b>	512 bytes
<b>Storage capacity</b>	1000	<b>Security level</b>	5 (1, 2, 3, 4, 5(highest))
<b>FAR</b>	<0.001%	<b>FRR</b>	<1.0%
<b>Average searching time</b>	< 1s (1:500)	<b>Window dimension</b>	14.5mm*19.4mm
<b>Working environment</b>	Temp: -20℃ - +60℃	<b>Storage environment</b>	Temp: -40℃ - +85℃
	RH: 40%-85%		RH: <85%
<b>Outline Dimention</b>	Integral type	54*20*20.5mm	

### 3-Hardware Interface

#### 3.1 Connecting with upper computer

##### 3.1.1 Serial Communication

Pin Nnumber	Name	Type	Function Description
1	Vtouch	in	Touch induction power input (cable color: blue)
2	Sout	out	Induction signal output (cable color:yellow)
3	Vin	in	Power input (cable color: red)
4	TD	out	Data output. TTL logical level (cable color: green)
5	RD	in	Data input. TTL logical level (cable color: white)
6	GND	—	Signal ground. Connected to power ground (cable color: black)



##### 3.1.1.1 Hardware connection

Via serial interface, the Module may communicate with MCU of 5V power: TD connects with RXD (receiving pin of MCU), RD connects with TXD (transferring pin of MCU).

Should the upper computer (PC) be in RS-232 mode, please add level converting circuit, like MAX232, between the Module and PC.

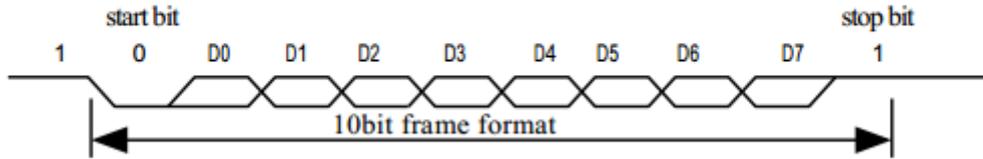
##### 3.1.1.2 Serial communication protocol

The mode is semiduplex synchronism serial communication. And the default baud rate is 57600bps.

User may set the baud rate in 9600~115200bps.

Transferring frame format is 10 bit: the low-level starting bit, 8-bit data with the LSB first, and an

ending bit. There is no check bit.



### 3.1.1.3 Reset time

At power on, it takes about 300ms for initialization. During this period, the Module can't accept commands for upper computer.

Module initialized immediately after sending a byte (0x55) to the host computer, said module can already work normally and the receiving host computer instruction.

### 3.1.1.4 Electrical parameter (All electrical level takes GND as reference)

#### 1. Power supply

Item	Parameter			Unit	Note
	Min	Typ	Max		
Power Voltage ( $V_{in}$ )	3.8		7.0	V	Normal working value.
Maximum Voltage ( $V_{in_{max}}$ )	-0.3		9.0	V	<b>Exceeding the Maximum rating may cause permant harm to the Module.</b>
Operation Current ( $I_{cc}$ )	90	110	130	mA	
Peak Current ( $I_{peak}$ )			130	mA	

#### 2. TD ( output, TTL logic level)

Item	Condition	Parameter			Unit	Note
		Min	Typ	Max		
$V_{OL}$	$I_{OL} = -4mA$			0.4	V	Logic 0
$V_{OH}$	$I_{OH} = 4mA$	2.4		3.3	V	Logic 1

### 3. RD ( input, TTL logic level)

Item	Condition	Parameter			Unit	Note
		Min	Typ	Max		
V <sub>IL</sub>				0.6	V	Loige 0
V <sub>IH</sub>		2.4			V	Logic 1
I <sub>IH</sub>	V <sub>IH</sub> =5V		1		mA	
	V <sub>IH</sub> =3.3V		30		uA	
V <sub>Imax</sub>		-0.3		5.5	V	Maximum input voltage

## 4-System Resources

To address demands of different customer, Module system provides abundant resources at users

### 4.1 Notepad

The system sets aside a 512-bytes memory (16 pages\* 32 bytes) for user's notepad, where data requiring power-off protection can be stored. The host can access the page by instructions of PS\_WriteNotepad and PS\_ReadNotepad.

Note: when write on one page of the pad, the entire 32 bytes will be written in wholly covering the original contents.

### 4.2 Buffer

There are an image buffer and two 512-byte-character-file buffer within the RAM space of the module. Users can read & write any of the buffers by instructions.

Note: Contents of the above buffers will be lost at power-off.

#### 4.2.1 Image buffer

Image Buffer serves for image storage and the image format is 256\*288 pixels.

When transferring through UART, to quicken speed, only the upper 4 bits of the pixel is transferred (that is 16 grey degrees). And two adjacent pixels of the same row will form a byte before the transferring. When uploaded to PC, the 16-grey-degree image will be extended to 256-grey-degree format. That's 8-bit BMP format.

#### 4.2.2 Character file buffer

Character file buffer, CharBuffer1, CharBuffer2, can be used to store both character file and template file.

### 4.3 Fingerprint Library

System sets aside a certain space within Flash for fingerprint template storage, that's fingerprint library. Contents of the library remain at power off.

Capacity of the library changes with the capacity of Flash, system will recognize the latter Automatically. Fingerprint template's storage in Flash is in sequential order. Assume the fingerprint capacity N, then the serial number of template in library is 0, 1, 2, 3.....N-2, N-1. User can only access library by template number.

### 4.4 System Configuration Parameter

To facilitate users developing, Module opens part system parameters for use. And the basic instructions are SetSysPara & ReadSysPara. Both instructions take Parameter Number as parameter.

When upper computer sends command to modify parameter, Module first responses with original configurations, then performs the parameter modification and writes configuration record into Flash. At the next startup, system will run with the new configurations.

#### 4.4.1 Baud rate control (Parameter Number: 4)

The Parameter controls the UART communication speed of the Module. Its value is an integer N,  $N = [1, 12]$ . Corresponding baud rate is  $9600 * N$  bps.

#### 4.4.2 Security Level (Parameter Number: 5)

The Parameter controls the matching threshold value of fingerprint searching and matching.

Security level is divided into 5 grades, and corresponding value is 1, 2, 3, 4 and 5. At level 1, FAR is the highest and FRR is the lowest; however at level 5, FAR is the lowest and FRR is the highest.

#### 4.4.3 Data package length (Parameter Number: 6)

The parameter decides the max length of the transferring data package when communicating with upper computer. Its value is 0, 1, 2, 3, corresponding to 32 bytes, 64 bytes, 128 bytes, 256 bytes respectively.

### 4.5 System status register

System status register indicates the current operation status of the Module. Its length is 1 word, and can be read via instruction ReadSysPara. Definition of the register is as follows:

Bit Num	15 4	3	2	1	0
Description	Reserved	ImgBufStat	PWD	Pass	Busy

Note:

- Busy : 1 bit. 1: system is executing commands; 0: system is free;
- Pass : 1 bit. 1: find the matching finger; 0: wrong finger;
- PWD : 1 bit. 1: Verified devices handshaking password.
- ImgBufStat : 1 bit. 1: image buffer contains valid image.

#### 4.6 Module password

The default is 0x00000000, If the default password is not modified ; If be modified through UART communication or password, the first instruction is the host computer and the communication module must be verify the password, only the password verification through, module can enter the normal working state, receiving other instructions ( That is, the serial communication must first perform a handshake signal processing . Password modification, new password stored in Flash, power cuts are still preserved ( The modified password cannot be acquired through communication instructions, such as accidentally forgetting the modules cannot communicate, please kindly with) .

#### 4.7 Module address

Each module has an identifying address. When communicating with upper computer, each instruction/data is transferred in data package form, which contains the address item. Module system only responds to data package whose address item value is the same with its identifying address. The address length is 4 bytes, and its default factory value is 0xFFFFFFFF. User may modify the address via instruction SetAdder. The new modified address remains at power off.

## 5-Communication Protocol

### 5.1 Data package format

When communicating, the transferring and receiving of command/data/result are all wrapped in data package format

#### Data package format

Header	Adder	Package identifier	Package length	Package content (instruction/data/Parameter)	Checksum
--------	-------	--------------------	----------------	--	----------

#### Definition of Data package

Name	Symbol	Length	Description	
Header	START	2 bytes	Fixed value of EF01H; High byte transferred first.	
Adder	ADDR	4 bytes	Default value is 0xFFFFFFFF, which can be modified by command. High byte transferred first and at wrong adder value, module will reject to transfer.	
Package identifier	PID	1 byte	01H	Command packet;
			02H	Data packet; Data packet shall not appear alone in executing process, must follow command packet or acknowledge packet.
			07H	Acknowledge packet;
			08H	End of Data packet.
Package length	LENGTH	2 bytes	Refers to the length of package content (command packets and data packets) plus the length of Checksum (2 bytes). Unit is byte. Max length is 256 bytes. And high byte is transferred first.	
Package contents	DATA	-	It can be commands , data , command's parameters, acknowledge result, etc. (fingerprint character value, template are all deemed as data);	
Checksum	SUM	2 bytes	The arithmetic sum of package identifier, package length and all package contents. Overflowing bits are omitted. High byte is transferred first.	