



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ziane Achour – Djelfa-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire

Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : microbiologie appliquée

Thème : Conception d'un système intelligent de gestion et de rappel de prise de médicaments pour les sujets malades Cas des patients atteints de Parkinson.

Projet pour l'obtention du label "Diplôme-Startup" dans le cadre de l'arrêté ministériel n°1275

Nom commercial :

Smart-Med-Box

Soutenu le : 15/06/2026

Devant le jury d'examen :



Zaoui Aicha	M.A.A	Université de Djelfa,	Présidente
Lahouel mohamed	M.C.A	Université de Djelfa,	promoteur
Hazerchi tarek	Professeur	Université de Djelfa,	promoteur
Mrezegue Abdellah	M.C.B	Université de Djelfa,	Co-promoteur
Makyous Shahrazad	Professeur	Université de Djelfa,	Examineur
Raqa Hassan	M.C.A	Université de Djelfa,	Représentant d'incubateur d'entreprises
Dahman Lakhdar	Docteur	Registre national du commerce	Représentant du partenaire économique

Fiche d'information

À propos de l'équipe d'encadrement et de l'équipe de travail

A. L'équipe d'encadrement

L'encadrent principal (01) : Dr.Lahouel Mohamed

Spécialité : sciences Agronomiques

L'encadrent principal (02) : Pr.Hazerchi Tarek

Spécialité : sciences économiques

Co-promoteur : Dr.Mrezegue Abdellah

Spécialité : sciences économiques

B. L'équipe de travail

L'étudiante : Nedjma Marwa Kholoud

Faculté : de sciences naturelles et de la vie

Spécialité : Microbiologie appliquée

Matricule : 212139025798

Année universitaire

2025/2026

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Dédicace

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans la grâce et la faveur de Dieu Tout-Puissant. À Lui soit toute la louange, en premier et en dernier.

Mon cher père et ma chère mère.

Je dédie le fruit de mon travail à celui dont Dieu Tout-Puissant a dit :

« Et dis : “وَقُلْ رَبِّ ارْحَمُهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا” » À mes chers parents, qui m'ont soutenu à chaque étape et dont les prières sont le secret de ma réussite. À ceux qui m'ont donné la vie et l'espoir, qui m'ont élevé avec passion, savoir et apprentissage, et qui m'ont appris à gravir les échelons de la vie avec sagesse et patience ; par pure bonté, bienveillance et loyauté envers eux

Mes frères et sœurs.

À ceux que Dieu a bénis de leur présence dans ma vie : mon solide soutien, qui m'a été d'une grande aide dans mon parcours de recherche :

À ma chère famille, qui m'a entourée d'amour et de soutien, et qui m'a été d'une grande aide tout au long de mon parcours.

À mes chers professeurs

qui ont éclairé mon chemin par leur savoir et leurs conseils, et à qui, après Dieu, je dois d'être parvenu à ce stade.

À tous ceux qui m'ont tendu la main, ou qui ont contribué par une parole aimable ou une prière sincère :

Je dédie ce modeste ouvrage, espérant que Dieu l'acceptera pour sa seule gloire et qu'il sera source de bienfait





Remerciements

Louange à Dieu, par la grâce duquel les bonnes actions s'accomplissent

> الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ عَلَّمَ الْإِنْسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ <

Au terme de ce parcours universitaire, riche en défis et en apprentissages, je tiens à exprimer ma gratitude envers tous ceux qui ont contribué, par leur aide ou leur soutien,

À la réalisation de cette étude.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Dieu Tout-Puissant, qui a éclairé mon chemin et m'a accordé la force, la patience et la volonté de mener à bien cette recherche. Toute louange et toute reconnaissance lui sont dues, à la mesure de sa gloire.

J'adresse mes plus sincères remerciements à mes estimés professeurs, le *Dr Beli Zoubida et le Dr : Lahouel Mohamed, Hazarchi Tarek, Dr.Mrezegue Abdellah*, qui furent bien plus que de simples directeurs de recherche : des mentors et des conseillers exemplaires. Je les remercie de leur patience, de leurs observations pertinentes et de leurs précieux conseils, qui ont éclairé les différents aspects de cette recherche. Que Dieu les bénisse en mon nom et au nom de tous les étudiants.

Je suis également heureux d'exprimer mes sincères remerciements à... Notre université et tous les professeurs éminents de notre département, qui ont généreusement partagé leurs connaissances et leur expertise avec nous tout au long de nos études et qui nous ont offert un environnement académique propice à la recherche et à l'assiduité.

À ceux qui méritent ma gratitude plus que moi, à ceux qui n'ont ménagé aucun effort pour me permettre d'en arriver là : mes chers parents. Merci pour vos prières et votre soutien constants, pour votre foi inébranlable en moi et pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et la construction de mon avenir. Vous êtes mon véritable soutien et la principale source de motivation pour chacune de mes réussites.

J'adresse également mes remerciements à tous mes camarades et amis qui m'ont accompagné dans mon parcours universitaire, avec qui j'ai partagé les difficultés de la recherche et la joie de la réussite, et qui ont été mon plus grand soutien dans les moments difficiles.



ملخص

تصميم علبة الأدوية الذكية تعتمد على نظام إلكتروني خاصة مرضى باركنسون وكبار السن حديث يهدف إلى مساعدة المرضى على الالتزام بمواعيد تناول الأدوية بطريقة سهلة وأمنة ومنظمة. جاءت فكرة هذا المشروع بسبب المشاكل التي يعاني منها العديد من المرضى مثل نسيان الجرعات تناول الدواء في وقت خاطئ أو صعوبة استعمال علبة الأدوية التقليدية مما قد يؤثر سلباً على حالتهم الصحية.

يعتمد النظام على مجموعة من المكونات الإلكترونية المترابطة، حيث يقوم المتحكم الإلكتروني ATmega بدور العقل الرئيسي الذي يتحكم في جميع العمليات داخل النظام. كما تم استعمال شاشة LCD لعرض المعلومات والتنبيهات الخاصة بمواعيد الدواء إضافة إلى حساس البصمة الذي يسمح بفتح العلبة بطريقة آمنة ومنع الاستعمال غير المصرح به كذلك يحتوي النظام على سيرفو موتور يعمل على فتح وغلق باب العلبة أوتوماتيكياً عند التحقق من هوية المستخدم مما يسهل استعمال الجهاز خاصة للأشخاص الذين يعانون من صعوبة في الحركة. ومزود بنظام تبريد قادر على العمل بكفاءة في درجات الحرارة المرتفعة بهدف الحفاظ على سلامة الأدوية وجودتها أثناء التخزين.

و يتميز المشروع أيضاً بوجود نظام تنبيه ذكي يساعد المريض على تذكر أوقات تناول الأدوية، إضافة إلى تنظيم الجرعات داخل العلبة بطريقة مرتبة. النظام مربوط بموقع إلكتروني خاص بالمشروع يسمح بعرض مواصفات الجهاز وخصائصه ، مع إمكانية التواصل المباشر مع البائع عبر تطبيق واتساب لتسهيل عملية الطلب والشراء

Abstrait

Conception d'une boîte de médicaments intelligente basée sur un système électronique moderne visant à aider les patients, notamment les patients atteints de la maladie de Parkinson et les personnes âgées, à respecter leurs traitements médicamenteux de manière simple, sûre et organisée. L'idée de ce projet est née des problèmes rencontrés par de nombreux patients, tels que l'oubli de doses, la prise de médicaments au mauvais moment ou la difficulté d'utiliser les contenants de médicaments traditionnels, ce qui peut nuire à leur santé.

Le système repose sur un ensemble de composants électroniques interconnectés, le microcontrôleur ATmega faisant office de cerveau central et gérant tous les processus internes. Un écran LCD affiche les informations et les rappels relatifs à la prise de médicaments, tandis qu'un lecteur d'empreintes digitales permet une ouverture sécurisée du pilulier et empêche toute utilisation non autorisée. Le système est également équipé d'un servomoteur qui ouvre et ferme automatiquement le pilulier après vérification de l'utilisateur, facilitant ainsi son utilisation, en particulier pour les personnes à mobilité réduite. Il est équipé d'un système de refroidissement intelligent capable de fonctionner efficacement à haute température, dans le but de maintenir la sécurité et la qualité des médicaments pendant leur stockage.

Le projet comprend également un système de rappels intelligents pour aider les patients à se souvenir des moments de prise de leurs médicaments et organise les doses à l'intérieur du pilulier de manière ordonnée. Le système est relié à un site web dédié qui présente les spécifications et les fonctionnalités de l'appareil et permet de communiquer directement avec le vendeur via WhatsApp pour faciliter la commande et l'achat.

Liste des figures

<i>Figure 1</i> Dysfonctionnement de la transmission dopaminergique au niveau de la synapse dans la maladie de parkinson	15
<i>Figure 2</i> Atmega microcontrôleur	21
<i>Figure 3</i> LCD i2c 16*2.....	22
<i>Figure 4</i> panneaux Solaire	23
<i>Figure 5</i> Batterie Lithium-ion (2000mAh).....	24
<i>Figure 6</i> module DC-DC RS1885	24
<i>Figure 7</i> Capteur de l'empreinte Digitale	25
<i>Figure 8</i> Module platier Tec1-12708	26
<i>Figure 9</i> simulation de la connexion entre la capteur dht22,l'écran LCD et le microcontrôleur ATmega	27
<i>Figure 10</i> horloge temps réel RTC	28
<i>Figure 11</i> interrupteur On/Off	29
<i>Figure 12</i> Servomoteur	29
<i>Figure 13</i> buzzer	30
<i>Figure 14</i> Simulation des composants électroniques	32
<i>Figure 15</i> Assemblage initial sur plaque d'essai.	33
<i>Figure 16</i> Le boîtier est en cours de modification.....	34
<i>Figure 17</i> Prototype du dispositif de smart-Med box.....	35
<i>Figure 18</i> Information pour le site web.....	37
<i>Figure 19</i> Interface de vente et d'affichage des propriétés.	43
<i>Figure 20</i> L'interface du guide d'utilisation de l'appareil se trouve au sein de la plateforme	44
<i>Figure 21</i> Formulaire de demande d'appareil dans le site.....	44
<i>Figure 22</i> Convertir la demande en un message automatisé sur WhatsApp	45

Liste des Tableau

<i>Tableau 1</i> Analyse SWOT ou FFOM.....	40
<i>Tableau 2</i> Modèle économique canvas.....	48
<i>Tableau 3</i> Représentée compte de résultat	50
<i>Tableau 4</i> Représente Tableau des flux de trésorerie	51
<i>Tableau 5</i> Représente les tableau des couts	52
<i>Tableau 6</i> ou Graphie Représente le synthèse	53

Tableau d'abréviation

MP	Maladie de Parkinson
OMS/WHO	Organisation mondiale de la Santé
AVCI/DLYS	Années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI)
TSD	Traitement dopaminergique substitutif
L-DOPA	Lévodopa
MAO-B	Monoamine oxydase de type B
COMT	Transporteur de catéchol-méthylsulfonate (CMT)
I2C	Circuit intégré d'interface (CI)
LCD	Écran à cristaux liquides
RTC	Horloge temps réel
DC-DC	Convertisseur couant continu –courant continu
DHT22	Capteur numérique de température et d'humidité
AS608	Capteur d'empreintes digitales optique
Tec1-12708	Module thermoélectrique Peltier (effet Peltier)
ATMEGA328	Microcontrôleur
buzzer	Avertisseur sonore piézoélectrique
Hz	hertz
Khz	kilohertz
Mhz	Mègahertz
mA	Milliampère
Mah	Milliampère-heure
V	volt
°C	Degrè celsius

Table des matières

Fiche d'information	2
<i>Dédicace</i>	4
<i>Remerciements</i>	5
<i>Liste des figures</i>	7
<i>Liste des Tableau</i>	7
<i>Tableau d'abréviation</i>	8
<i>Table des matières</i>	9
INTRODUCTION	12
GENERALITES SUR LA MALADIE DE PARKINSON	14
1.1. Définition de la maladie de Parkinson MP :	15
1.2. Médicament utilisé	16
1.3. L'impact et l'importance de l'observance thérapeutique dans la réduction de la gravité des symptômes.....	16
1.4. Importance des solutions technologiques médicales :	17
FICHE PROJET	18
4.1. Nom du projet : Smart-Med Box	19
4.2. Problème :	19
4.3. Solution pour réduire les oublis de médicaments:	19
4.4. Cible :	19
LES COMPOSANTES	20
2.1. Microcontrôleur : Atmega (Référence : ATmega328P).....	21
2.2. Module I2C pour écran LCD	22
2.3. Panneau Solaire (Générique) :	23
2.4. Batterie Lithium-ion (2000mAh) :	23
2.5. Module DC-DC rs1885.....	24
2.6. Capteur AS608 :	25
2.7. Le module Peltier TEC1-12708.....	26
2.8. Le dht22.....	26
2.9. DS3231 Horloge temps réel RTC :	27
2.10. Interrupteur ON/OFF :	29
2.11. Servomoteur :	29

2.12. buzzer	30
Étapes de développement de la boîte à médicaments intelligente.....	31
3.1.Étapes de développement de la boîte à médicaments intelligente.....	32
3.1.1. Étude et analyse des besoins.....	32
3.1.2. Conception du système	32
3.1.3. Acquisition des composants électroniques auprès de l'incubateur d'entreprises.....	33
3.1.4. Assemblage initial.....	33
3.2. Programmation	33
3.2.1. Phase de test du système	33
3.2.2. Phase de conception du boîtier	34
3.2.3. Phase d'assemblage final	34
3.2.4. Phase de test final.....	34
3.3. les aspects innovants du projet :.....	36
Système Alimentation :.....	36
3.3.1. Système Sécurité :.....	36
3.3.2. Système de chronométrage.....	36
3.3.3. Système de Refroidissement (optionnel) :.....	36
3.4. Étapes de fonctionnement :	37
3.5. Le site web du projet.....	37
Analyse SWOT.....	38
5.1. Points forts	39
5.2. Points faibles.....	39
5.3. Opportunités.....	39
5.4. Menaces	39
Analyse swot.....	40
Modèle économique Canvas.....	41
6.1. Segments de Clientèle.....	42
6.2. Proposition de Valeur.....	42
6.3. Canaux.....	42
Description du fonctionnement du site web de vente :	43
6.4. Relation Client	45
6.5. Sources de Revenus	46
6.6. Activités Clés.....	46

6.7. <i>Ressources Clés</i>	46
6.8. <i>Partenaires Clés</i>	47
6.9. <i>Structure de Coûts</i>	47
<i>Plan Financier</i>	49
7.1. <i>Compte de résultat</i>	50
7.2. <i>Tableau des flux de trésorerie</i>	51
7.3. <i>Tableau des couts :</i>	52
7.4. <i>Tableau et le graphie de synthèse :</i>	53
<i>Conclusion générale</i>	54
<i>Liste bibliographique</i>	56
<i>Annexe :</i>	57



INTRODUCTION



Face à l'évolution rapide du domaine de la santé, il est devenu nécessaire d'utiliser les Technologies modernes pour améliorer la qualité des soins et renforcer l'efficacité des Traitements, notamment pour les patients atteints de maladies chroniques. La maladie de Parkinson fait partie de ces maladies neurodégénératives qui nécessitent une surveillance Rigoureuse et le strict respect des prescriptions médicamenteuses, compte tenu du lien entre L'efficacité du traitement et la stabilité du taux de dopamine dans le cerveau. Tout oubli dans la prise des médicaments peut aggraver les symptômes moteurs tels que les tremblements, la lenteur des mouvements et la rigidité musculaire, impactant négativement la qualité de vie et l'autonomie du patient.

Malgré l'importance du respect du traitement, de nombreux patients, en particulier les personnes âgées, rencontrent des difficultés à gérer leur traitement, que ce soit par oubli, en raison de la complexité des protocoles ou du manque d'aides adaptées. Ceci entraîne des prises irrégulières, une diminution de l'efficacité du traitement et une augmentation des complications de santé. Il est donc nécessaire de développer des solutions intelligentes et innovantes pour accompagner les patients et les aider à suivre leur traitement de manière simple et sûre.

Dans quelle mesure les technologies intelligentes peuvent-elles à améliorer l'observance Thérapeutique, notamment chez les personnes âgées, les personnes non âgées et celles atteintes de maladies chroniques, en particulier les patients atteints de la maladie de Parkinson qui prennent des doses fractionnées quotidiennement. Comment les technologies intelligentes peuvent elles aider les patients à améliorer la régularité de leur prise de médicaments et à réduire les effets négatifs des retards ou des oublis de doses ?



GENERALITES SUR MALADIE DE PARKINSON



1.1. Définition de la maladie de Parkinson MP :

La maladie de Parkinson (MP) est la deuxième affection neurologique la plus fréquente au monde (*de Lau & Breteler, 2006*). Il s'agit d'une maladie chronique décrite pour la première fois par **James Parkinson**, qui l'a classée comme une affection neurologique dans son célèbre traité de 1817, «**An Essay on the Shaking Palsy**». Les chercheurs ont contribué de manière significative à l'élucidation du spectre clinique et des bases anatomiques et moléculaires de la maladie de Parkinson, notamment les modifications neurales-pathologiques de la substance noire, les corps de Lewy, les symptômes moteurs et non moteurs, et la fonction dopaminergique. Suite à ces découvertes, des traitements très efficaces ont vu le jour pour optimiser la prise en charge des symptômes, tels que la stimulation cérébrale profonde et la thérapie de substitution dopaminergique (TSD) par la lèvo-dopa. Malgré les progrès thérapeutiques, il n'existe toujours pas de traitement curatif, en particulier pour les symptômes moteurs et non moteurs résistants au traitement qui continuent de peser sur les patients atteints de la maladie de Parkinson.

Selon l'**Organisation mondiale de la Santé**, la prévalence de la maladie de Parkinson a doublé au cours des 25 dernières années. En 2019, on estimait à plus de 8,5 millions le nombre de personnes atteintes de cette maladie à l'échelle mondiale. Toujours selon les estimations actuelles, la maladie de Parkinson a entraîné en 2019 la perte de 5,8 millions d'années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI), soit une augmentation de 81 % depuis 2000, et a causé 329 000 décès, soit une hausse de près de 100 % depuis 2000 (**WHO, 2023**).

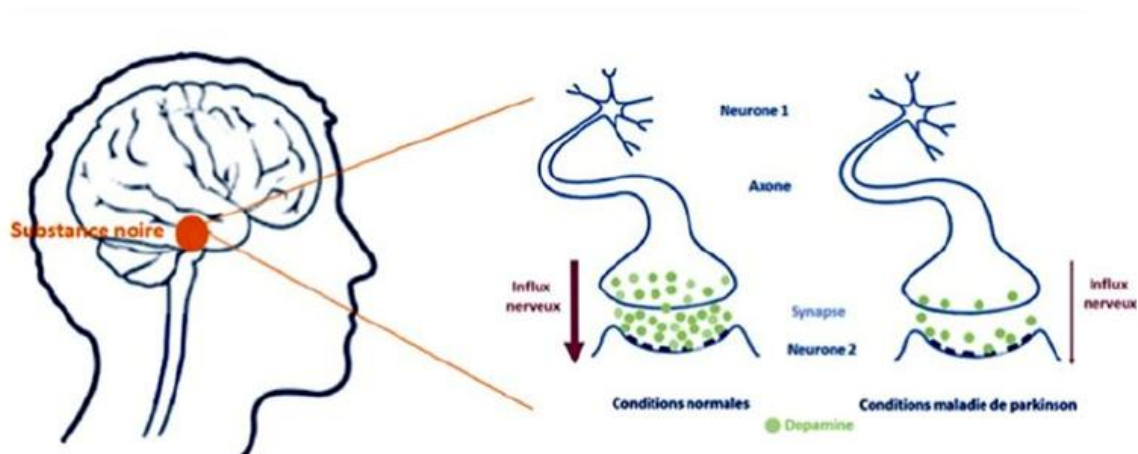


Figure 1 Dysfonctionnement de la transmission dopaminergique au niveau de la synapse dans la maladie de parkinson

1.2. Médicament utilisé

- ✓ Lévo-dopa (L-DOPA)
- ✓ Carbi-dopa / Bensérazide
- ✓ Agonistes dopaminergiques
- ✓ Inhibiteurs de la MAO-B
- ✓ Inhibiteurs de la COMT
- ✓ Amantadine
- ✓ Anti-cholinergiques

1.3. L'impact et l'importance de l'observance thérapeutique dans la réduction de la gravité des symptômes

L'observance thérapeutique est un facteur crucial pour contrôler la progression clinique de la maladie de Parkinson, tant au niveau symptomatique qu'aux niveaux moléculaire et fonctionnel (*Grosset et al, 2009*). Cette maladie repose principalement sur la dégénérescence des neurones dopaminergiques de la substance noire, entraînant une chute brutale du taux de dopamine dans la voie nigrostriée (*Dauer & Przedborski, 2003*). Dans ce contexte, une observance rigoureuse du traitement, notamment par L-DOPA, permet de maintenir une stimulation relativement stable des récepteurs dopaminergiques (D1 et D2), limitant ainsi la stimulation pulsatile associée à l'apparition des fluctuations motrices et des mouvements involontaires (*Olanow et al., 2006*).

À l'inverse, une prise irrégulière du traitement induit des fluctuations de la concentration synaptique de dopamine, perturbant la signalisation au sein des circuits des ganglions de la base et contribuant à l'exacerbation des symptômes moteurs et non moteurs (*Straka et al., 2019*). Des études ont également montré qu'une mauvaise observance thérapeutique est associée à une aggravation des symptômes et à une diminution de la réponse au médicament (*Grosset et al., 2009*).

L'observance thérapeutique a également un impact positif sur les symptômes non moteurs, notamment les troubles cognitifs et psychologiques, en améliorant l'équilibre entre les différents neurotransmetteurs (*Chaudhuri & Schapira, 2009*).

Par conséquent, l'adhésion thérapeutique ne se limite pas à l'amélioration des symptômes, mais constitue un élément clé de la prise en charge de la maladie de Parkinson. L'éducation thérapeutique et le suivi continu sont essentiels pour améliorer la qualité de vie des patients (*Bloem et al., 2021*).

1.4. Importance des solutions technologiques médicales :

Face aux difficultés liées à la prise en charge de la maladie de Parkinson, notamment la complexité des schémas thérapeutiques et la nécessité d'un respect strict des posologies, les solutions technologiques médicales sont devenues des outils essentiels pour améliorer la qualité des soins.

L'observance thérapeutique peut s'avérer difficile à obtenir chez les patients atteints de la maladie de Parkinson prenant trois doses ou plus par jour. Les facteurs de risque indépendants de la non-observance sont la somnolence diurne excessive, l'anhédonie et l'oubli. La non-observance est également associée à une durée plus longue de la maladie, à une moins bonne qualité de vie et à des symptômes non moteurs plus sévères **(Straka et al., 2019)**.

Dans ce contexte, l'utilisation d'une application mobile de suivi (Parkinson's Tracker App) associée à un système de rappels a significativement amélioré l'observance thérapeutique autodéclarée des patients atteints de la maladie de Parkinson par rapport au traitement habituel. Soixante-douze pour cent des participants ont continué à utiliser l'application pendant les 16 semaines de l'essai. Cette application peut constituer un moyen efficace d'améliorer l'observance thérapeutique et la qualité des consultations cliniques **(Lakshminarayana et al., 2017)**.

Les technologies portables peuvent fournir des données en temps réel sur les symptômes des patients atteints de la maladie de Parkinson. Ces données peuvent contribuer à améliorer l'observance thérapeutique et la qualité des traitements **(Espay et al., 2016)**.

Des recommandations récentes ont souligné l'importance d'intégrer les outils numériques dans la prise en charge des maladies chroniques, dont la maladie de Parkinson, en raison de leur contribution à l'amélioration de la qualité de vie et des résultats thérapeutiques **(Bloem et al., 2021)**.



FICHE PROJET



4.1. Nom du projet : Smart-Med Box

4.2. Problème :

Les patients âgés et ceux atteints de la maladie de Parkinson ont des difficultés à déterminer avec précision le moment de la prise de leurs médicaments, ce qui augmente le risque d'oubli ou d'erreur de dosage et, par conséquent, la probabilité d'interactions médicamenteuses et de complications. Ces risques sont exacerbés par l'absence de système automatisé de gestion des prises, le manque d'outils intelligents pour le suivi de l'observance du traitement et les difficultés rencontrées par certaines personnes pour comprendre et utiliser les dispositifs connectés, faute de manuel d'utilisation clair et en raison des difficultés d'approvisionnement. Sans oublier le risque supplémentaire que les enfants accèdent aux médicaments et les prennent accidentellement, ce qui représente un danger pour leur santé.

4.3. Solution pour réduire les oublis de médicaments:

Ce projet utilise une Boîte de médicament intelligente équipée de distributeurs internes qui régulent précisément les doses et d'un système de rappels sonores pour la prise des médicaments. Un système d'empreintes digitales est également intégré, permettant aux seuls utilisateurs autorisés d'ouvrir la boîte, notamment pour les médicaments neurologiques. L'ouverture peut aussi se faire automatiquement par reconnaissance d'empreinte digitale. Le système offre une double option de recharge : solaire et secteur, De plus, un système de refroidissement préserve l'efficacité des médicaments.

L'appareil est connecté à une plateforme numérique dédiée qui présente ses caractéristiques et spécifications, fournit un manuel d'utilisation et permet de commander directement auprès du fournisseur pour faciliter le processus d'achat.

4.4. Cible : Qui achète le dispositif ?

- ✓ Patients atteints de la maladie de Parkinson qui doivent suivre scrupuleusement leur traitement, ce dispositif leur est donc indispensable.
- ✓ Patients atteints de la maladie chronique et personne âgées
- ✓ personne travailleur qui est aide pour alerte de leur médicament (Il offre également la commodité de pouvoir l'emporter partout, évitant ainsi de transporter plusieurs boîtes de médicaments).
- ✓ Personnes prenant leurs médicaments à heures fixes
- ✓ Maisons de retraite
- ✓ Pharmacies
- ✓ Parapharmacies



LES COMPOSANTES



2.1. Microcontrôleur : Atmega (Référence : ATmega328P)

C'est le cerveau de l'opération, un circuit intégré programmable de la famille AVR fabriqué par Micro chip Technologie (anciennement Atmel). Il exécute le code écrit par l'utilisateur pour lire les capteurs, prendre des décisions et commander les actionneurs.

Caractéristiques principales :

- Architecture : AVR 8 bits hautes performances.
- Fréquence : Jusqu'à 20 MHz.
- Mémoire : 32 Ko de mémoire Flash pour le programme, 2 Ko de SRAM et 1 Ko d'EEPROM.
- Périphériques intégrés : Convertisseur Analogique-Numérique (ADC) 10 bits, interfaces de communication (I2C, SPI, UART), et timers 16 bits.

Rôle dans le système :

Acquérir les données du DHT22, de l'AS608 et du DS3231, traiter ces informations, et contrôler l'affichage sur l'écran LCD, le servo-moteur, le module Peltier (via le MT3608) ainsi que le buzzer. 2.

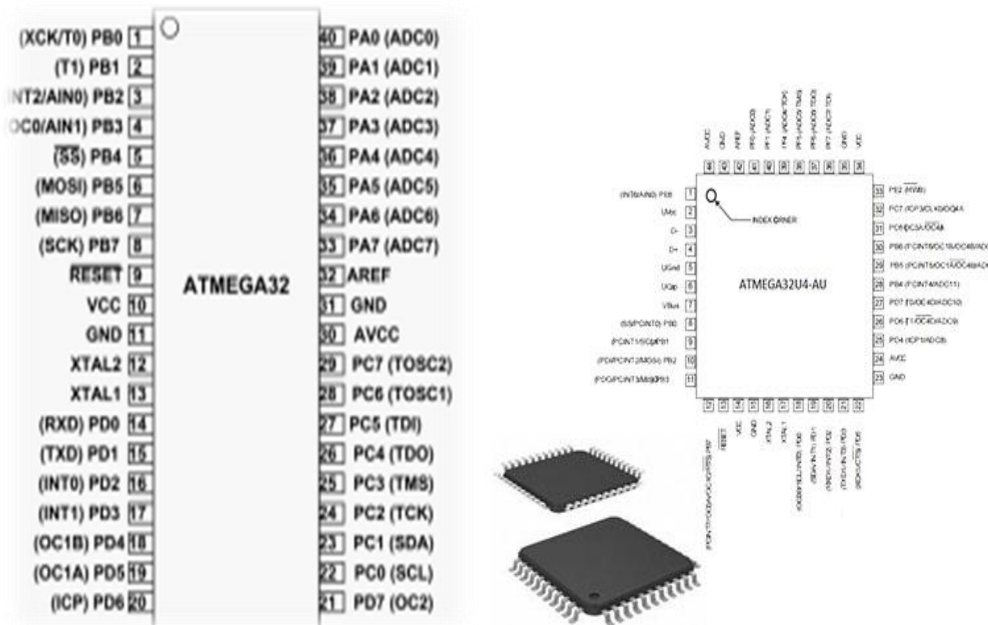


Figure 2 Atmega microcontrôleur

2.2. Module I2C pour écran LCD

LCD est un dispositif d'affichage utilisant des cristaux liquides pour représenter des informations visuelles. Composition interne Matrice LCD Contrôleur HD44780 Rétro éclairage LED Interface I2C Rôle général Les écrans LCD permettent l'affichage d'informations en temps réel dans les systèmes électroniques. Fonctionnement et intégration L'écran est connecté via I2C (SDA, SCL). Il est fixé sur panneau frontal avec vis ou support plastique.

Spécifications et fonctionnalités :

- Alimentation 5V.
- Contrôle série I2C de l'écran LCD à l'aide du PCF8574.
- Le rétroéclairage peut être activé ou désactivé via un cavalier sur la carte.
- Contrôle du contraste via un potentiomètre.
- Peut avoir 8 modules sur un seul bus I2C (changement d'adresse via des cavaliers à souder), permettant.

Rôle dans le système :

Est d'afficher les données envoyées par l'Arduino, qu'il lit à partir des capteurs et de RTC.

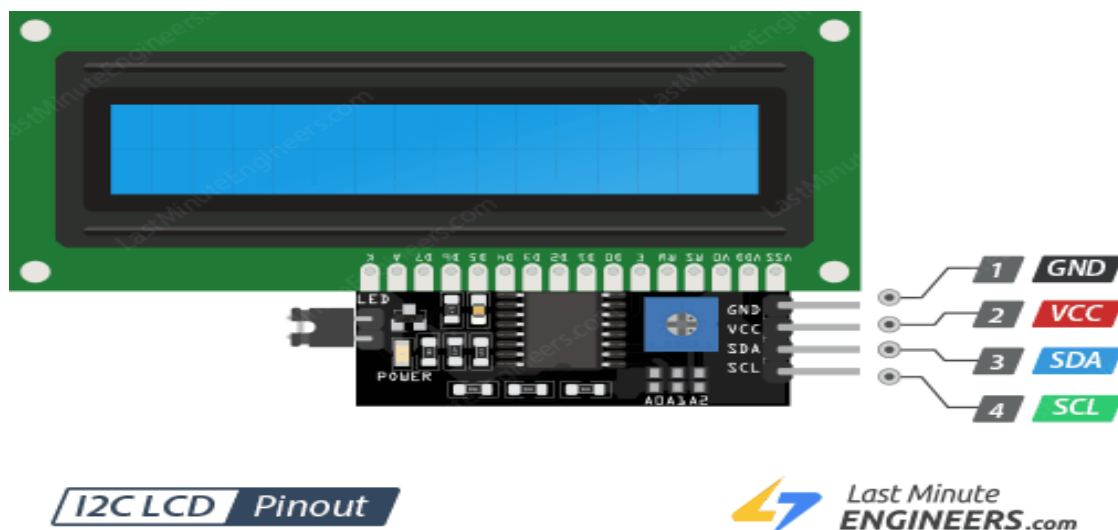


Figure 3 LCD i2c 16*2

2.3. Panneau Solaire (Générique) :

Un générateur de courant continu composé de cellules photovoltaïques. Il convertit la lumière (photons) en électricité (électrons) par effet photovoltaïque. Fournir une source d'énergie renouvelable pour recharger la batterie et alimenter le circuit, rendant le système autonome.

Fonctions du panneau solaire :

- Conversion d'énergie : Sa fonction principale est de convertir directement la lumière du soleil en énergie électrique (courant continu).
- Charge de la batterie : Il sert de chargeur pour une batterie 18650. L'énergie produite par le panneau est stockée dans la batterie pendant la journée pour une utilisation ultérieure.
- Autonomie de l'appareil : Il rend l'appareil autonome en énergie, c'est-à-dire qu'il se recharge automatiquement tant qu'il y a de la lumière



Figure 4 panneaux Solaire

2.4. Batterie Lithium-ion (2000mAh) :

Batterie rechargeable utilisant des ions de lithium comme vecteur de charge, caractérisée par une densité énergétique élevée et une taille compacte, Stocker l'énergie du panneau solaire. Elle sert de tampon pour alimenter l'Atmega et les capteurs lorsque le soleil est absent ou insuffisant. Sa tension nominale est de 3,7 V. La batterie sert de tampon, protégeant les appareils électroniques sensibles des fluctuations de tension pouvant provenir directement du panneau solaire.

Rôle dans le système :

Dans ce système, la batterie joue un rôle d'intermédiaire pour la régulation et le stockage de l'énergie, selon les modalités suivantes :

- Avec le panneau solaire (stockage) : Le panneau solaire produit une électricité instable et s'arrête complètement la nuit. La batterie absorbe et stocke alors cette énergie pendant la journée afin de garantir l'alimentation de votre appareil en l'absence de soleil.

- Avec une prise secteur ou un chargeur (continuité) : Lorsque le système est connecté à une prise secteur (via un adaptateur/chargeur), la batterie sert de régulateur. Elle se charge pour être prête à prendre le relais en cas de coupure de courant, garantissant ainsi le fonctionnement de l'appareil connecté.



Figure 5 Batterie Lithium-ion (2000mAh)

2.5. Module DC-DC rs1885

Le module convertisseur DC-DC Buck Boost est un module de charge à tension constante (CV) non isolé, abaisseur et élévateur de tension. Il s'agit d'un convertisseur Buck Boost dont la tension de sortie est supérieure ou inférieure à la tension d'entrée. Contrairement aux régulateurs linéaires, ce module privilégie l'efficacité et peut atteindre un rendement supérieur à 95 % en mode Booste, réduisant ainsi la consommation d'énergie.

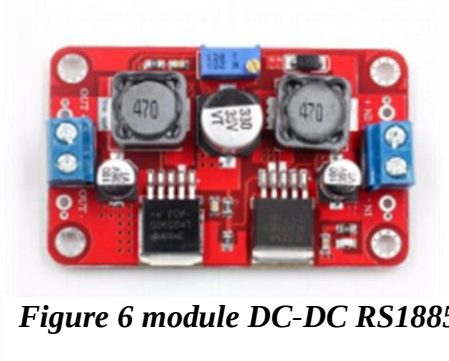


Figure 6 module DC-DC RS1885

Spécifications :

- Tension d'entrée : 3,5-28 V
- Tension de sortie : 1,25-26 V (réglable)
- La tension de sortie est indépendante de la tension d'entrée (entrée de 3,5 V à 28 V, sortie de 1,25 V à 26 V).
- Mode Buck :
- Courant d'entrée max. : 3 A
- Courant de sortie max. : 3 A

- Courant d'entrée : 1 A (valeur nominale)
- Courant de sortie : 1 A (valeur nominale)
- Contenu de l'emballage :
- 1 module convertisseur DC-DC Buck Booste pour énergie solaire, entrée 3,5-28 V, sortie 1,25-26 V (réglable) (XL6009 + LM2577S)

Rôle dans le système :

Le convertisseur CC-CC du système de boîte de médicament intelligente sert d'intermédiaire d'alimentation, régulant la tension en l'abaissant ou en l'augmentant pour contrôler la fonction marche/arrêt de l'écran LCD. L'horloge temps réel (RTC), le servomoteur et le système de refroidissement garantissent un fonctionnement stable et une résistance aux fluctuations de tension.

2.6. Capteur AS608 :

C'est un capteur optique biométrique qui lit et reconnaît les empreintes digitales.

Fonctionnement :

- Capture : Le doigt est éclairé par une LED. Un capteur optique photographie les crêtes et les sillons de l'empreinte.
- Traitement : Le processeur interne convertit cette image en un code mathématique unique (Template).
- Comparaison : Le code est comparé à ceux stockés dans la mémoire du module.
- Décision : Il renvoie un résultat (authentification réussie ou échec) via la liaison série (UART).

Rôle dans les systèmes :

Le module d'empreintes digitales vérifie l'identité de l'utilisateur en reconnaissant l'empreinte digitale enregistrée, puis envoie l'autorisation au contrôleur d'ouvrir le boîtier ou d'autoriser l'utilisation du système, assurant ainsi protection et sécurité et empêchant tout accès non autorisé aux médicaments.



Figure 7 Capteur de l'empreinte Digitale

2.7. Le module Peltier TEC1-12708

Est un composant thermoélectrique 12V (8A) de 40x40mm, idéal pour le refroidissement rapide, les mini-réfrigérateurs ou le refroidissement de composants (CPU).

Il offre une puissance de refroidissement d'environ 72-80W et peut créer une différence de température maximale supérieure à 67°C.

Caractéristiques principales :

- Modèle : TEC1-12708
- Tension nominale : 12 VDC (Max. 15.5V)
- Courant : 8 A Puissance de refroidissement : ~72W - 80W
- Dimensions : 40 x 40 x 3.5 mm
- Différence de température (ΔT) max) : > 67°C

Rôle du Peltier TEC1-12708 :

Contrôle la température à l'intérieur de la boîte par refroidissement thermique, en collaboration avec un capteur et un contrôleur de température, afin de maintenir les médicaments à une température appropriée, contribuant ainsi à protéger les médicaments sensibles et à garantir qu'ils sont conservés dans des conditions stables et sûres.



Figure 8 Module platier Tec1-12708

2.8. Le dht22

Est un capteur numérique performant et peu coûteux pour mesurer la température et l'humidité ambiante, idéal avec Arduino. Il offre une meilleure précision ($\pm 0,5^\circ\text{C}$, $\pm 2\%$ HR) et une gamme plus large (-40 à 80°C) que le DHT11, avec une lecture toutes les 2 secondes

Caractéristiques Techniques :

- Alimentation : 3,3V à 6V.
- Plage Température : -40°C à 80°C (précision $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$).
- Plage Humidité : 0 à 100% HR (précision $\pm 2\%$ HR).
- Signal : Numérique (One Wire).
- Fréquence de mesure : Max 0,5 Hz (une mesure toutes les 2 secondes).
- Utilisation et Câblage :
 - Broches : Le capteur dispose généralement de 4 broches (VCC, Data, NC, GND), mais le module est souvent réduit à 3 broches.
 - Résistance : Une résistance de pull-up (entre 4,7k Ω et 10k Ω) est nécessaire entre la broche de données et le VCC, souvent intégrée si vous achetez le DHT22 sous forme de module.
 - Bibliothèques : Utilisez la librairie « DHT sensor library » d'Adafruit pour l'interfaçage.

Rôle dans le système :

Le capteur de température et d'humidité du système de la boîte de médicament intelligente mesure la température et l'humidité à l'intérieur de la boîte et envoie les données au contrôleur, afin que le système de refroidissement et de surveillance puisse être contrôlé, contribuant ainsi à fournir un environnement approprié pour le stockage des médicaments et à les protéger contre les dommages ou la perte d'efficacité

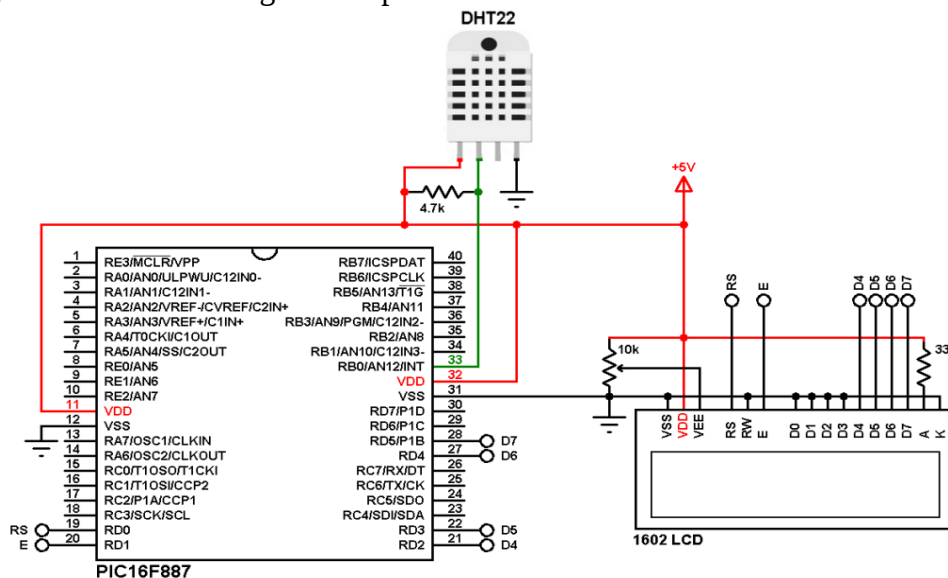


Figure 9 simulation de la connexion entre la capteur dht22, l'écran LCD et le microcontrôleur ATmega

2.9. DS3231 Horloge temps réel RTC :

DS3231 Horloge temps réel RTC est un module qui permet de gérer le temps de manière précise et fiable. Cette horloge peut être utilisée pour une variété d'applications, notamment

les systèmes embarqués, les ordinateurs de bord, les enregistreurs de données, les horloges murales.

Avantages de DS3231 horloge temps réel RTC :

L'horloge temps réel DS3231 RTC présente plusieurs avantages par rapport aux autres solutions de gestion du temps. Tout d'abord, elle offre une grande précision et une stabilité thermique élevée, ce qui permet d'obtenir des mesures précises et fiables.

Elle est également facile à utiliser et à programmer grâce à une interface de communication I2C. De plus, elle consomme très peu d'énergie, ce qui la rend idéale pour les applications alimentées par batterie.

Caractéristiques techniques de DS3231 Horloge temps réel RTC :

- Tension d'alimentation : 3.3 – 5.5V ;
- Puce de la carte : DS3231 ;
- Consommation de courant : moins de 300µA ;
- Haute précision ;
- Il contient une batterie de secours ;
- Plages de température de fonctionnement : De 0°C à +70°C ;
- Deux broches de l'interface I2C ;
- La pile rechargeable : CR2032 ;
- Oscillateur à cristal compensé en température (TCXO) ;
- Oscillateur à cristal externe de 32kHz ;
- Taille : 38 mm (longueur) x 22 mm (largeur) x 14 mm (hauteur)

- Poids : 8 g ;

Rôle dans le système :

Est de garantir la précision des données en temps réel pour les autres composants, sans perte de données. Il communique avec le contrôleur pour activer l'alarme, faire fonctionner le moniteur et ouvrir la boîte à l'aide du servomoteur à l'heure prévue de l'administration du médicament.

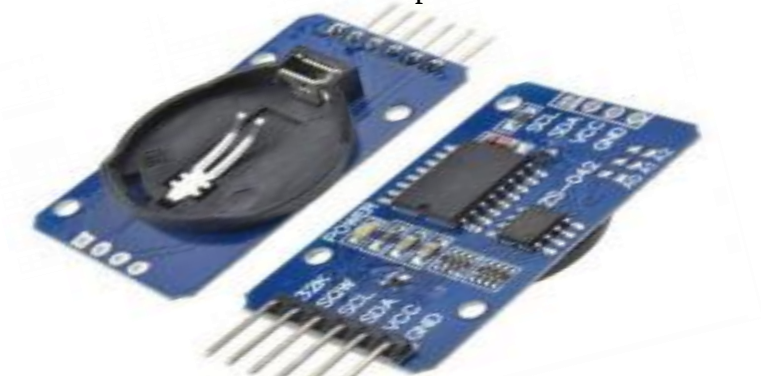


Figure 10 horloge temps réel RTC

2.10. Interrupteur ON/OFF :

Un interrupteur (ou Switch) est un composant électrique qui permet d'ouvrir ou de fermer un circuit, contrôlant ainsi le passage du courant.

Fonctionnement de base

Position ON (fermé) : Les contacts internes se touchent → le courant circule → l'appareil est alimenté. •

Position OFF (ouvert) : Les contacts sont séparés → le courant ne passe pas → l'appareil est hors tension. C'est un dispositif tout ou rien (binaire). Il n'y a pas d'état intermédiaire.



Figure 11 interrupteur On/Off

2.11. Servomoteur :

C'est un moteur à courant continu avec un engrenage métallique, intégrant un circuit électronique et un capteur de position. Il transforme un signal électrique (PWM) en une position angulaire précise, généralement entre 0° et 180°, avec un couple très élevé (11 kg·cm) pour déplacer des charges lourdes.

Rôle dans le système :

Le servomoteur du système de boîte de médicament intelligente actionne et ouvre ou ferme la porte du compartiment à médicaments selon les commandes du contrôleur et à l'heure spécifiée par l'unité RTC, permettant ainsi de distribuer les médicaments au patient de manière automatisée, sûre et organisée



Figure 12 Servomoteur

2.12. buzzer

Le buzzer est un moyen simple, rapide et pratique d'ajouter une sortie audio . Les alertes audio sont très efficaces pour attirer l'attention immédiatement, même à distance. Cela les rend très utiles pour les alarmes et les avertissements d'urgence.



Figure 13 buzzer

Rôle dans le système :

Utilisé pour avertir l'utilisateur de la prise de ses médicaments en émettant un signal sonore à des heures programmées. Cela améliore l'accessibilité du système, notamment pour les utilisateurs qui pourraient ne pas remarquer les indices visuels.



Étapes de développement de la boîte à médicaments intelligente



3.1.Étapes de développement de la boîte à médicaments intelligente

3.1.1. Étude et analyse des besoins

- Définition des fonctions du système : rappels de prise de médicaments, contrôle de la température et sécurité de la boîte par empreinte digitale.
- Définition des modes de fonctionnement : mode alarme et mode économie d'énergie.

3.1.2. Conception du système

- Élaboration d'un schéma illustrant les composants du système :

Unité d'alimentation solaire et batterie.

Microcontrôleur ATmega.

Capteur de température et d'humidité.

Écran LCD.

Lecteur d'empreintes digitales.

Servomoteur pour l'ouverture et la fermeture de la boîte.

Unité temps réel (RTC).

Alarme sonore.

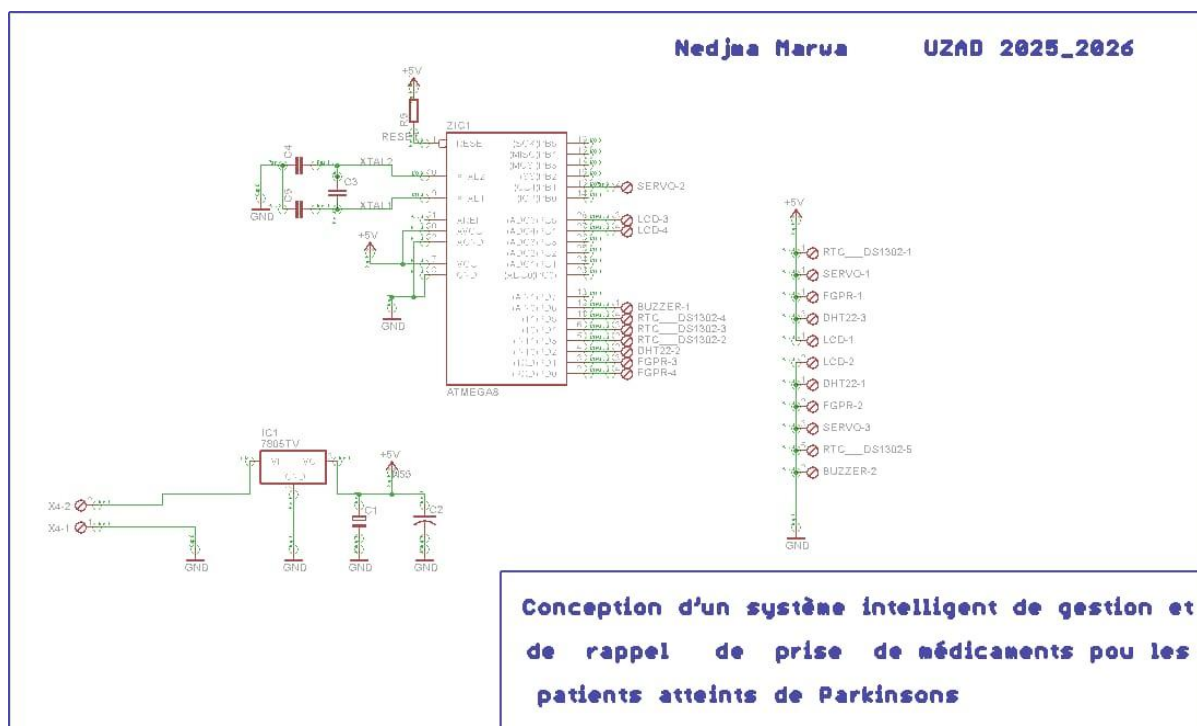


Figure 14 Simulation des composants électroniques

3.1.3. Acquisition des composants électroniques auprès de l'incubateur d'entreprises

3.1.4. Assemblage initial

- Connexion des composants à une plaque d'essai et liaison au microcontrôleur.
- Test individuel de chaque composant pour garantir son bon fonctionnement.

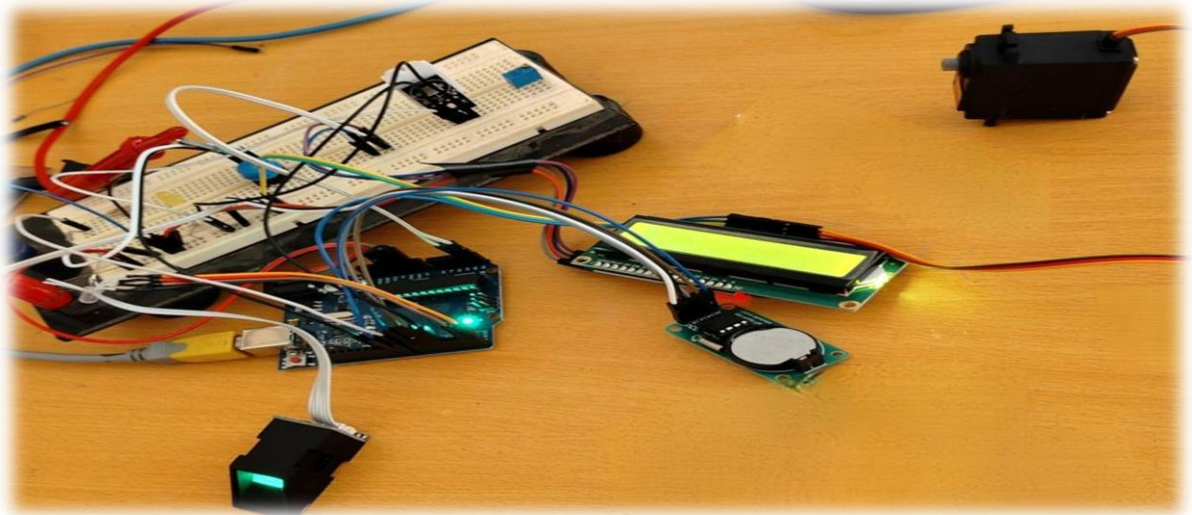


Figure 15 Assemblage initial sur plaque d'essai.

3.2. Programmation

- Programmation des prises de médicaments et des alertes.
- Programmation du système d'empreintes digitales pour autoriser uniquement les utilisateurs habilités à ouvrir la boîte.
- Programmation de l'écran d'affichage pour l'heure, la température, l'humidité et les alertes. • Programmation du système de contrôle de la température et de l'alimentation.
- Programmation du système de commande du moteur et paramétrage pour l'ouverture automatique par reconnaissance d'empreinte digitale ; sinon, l'ouverture restera impossible.

3.2.1. Phase de test du système

- Test des alarmes, de la reconnaissance d'empreintes digitales et du fonctionnement de l'ouverture du boîtier.
- Surveillance de la stabilité de la température à l'intérieur du boîtier.
- Test du fonctionnement de l'appareil sur énergie solaire et sur batterie.

3.2.2. Phase de conception du boîtier

- Achat et modification d'un boîtier.
- Aménagement de compartiments dédiés aux composants électroniques, à la batterie et aux médicaments.



Figure 16 Le boîtier est en cours de modification.

3.2.3. Phase d'assemblage final

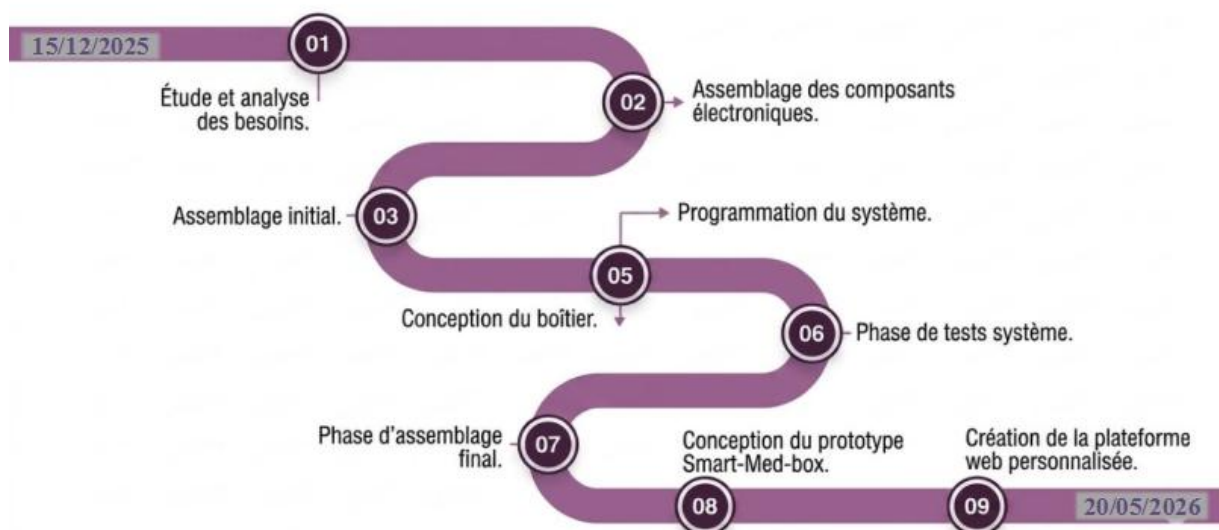
- Installation et fixation de tous les composants à l'intérieur du boîtier.

3.2.4. Phase de test final

- Utilisation de l'appareil pendant une période déterminée afin de garantir l'efficacité et la stabilité du système.

La durée de fabrication et développement de la boîte à médicaments intelligente

Roadmap d'Ingénierie : Les 9 Phases de Production



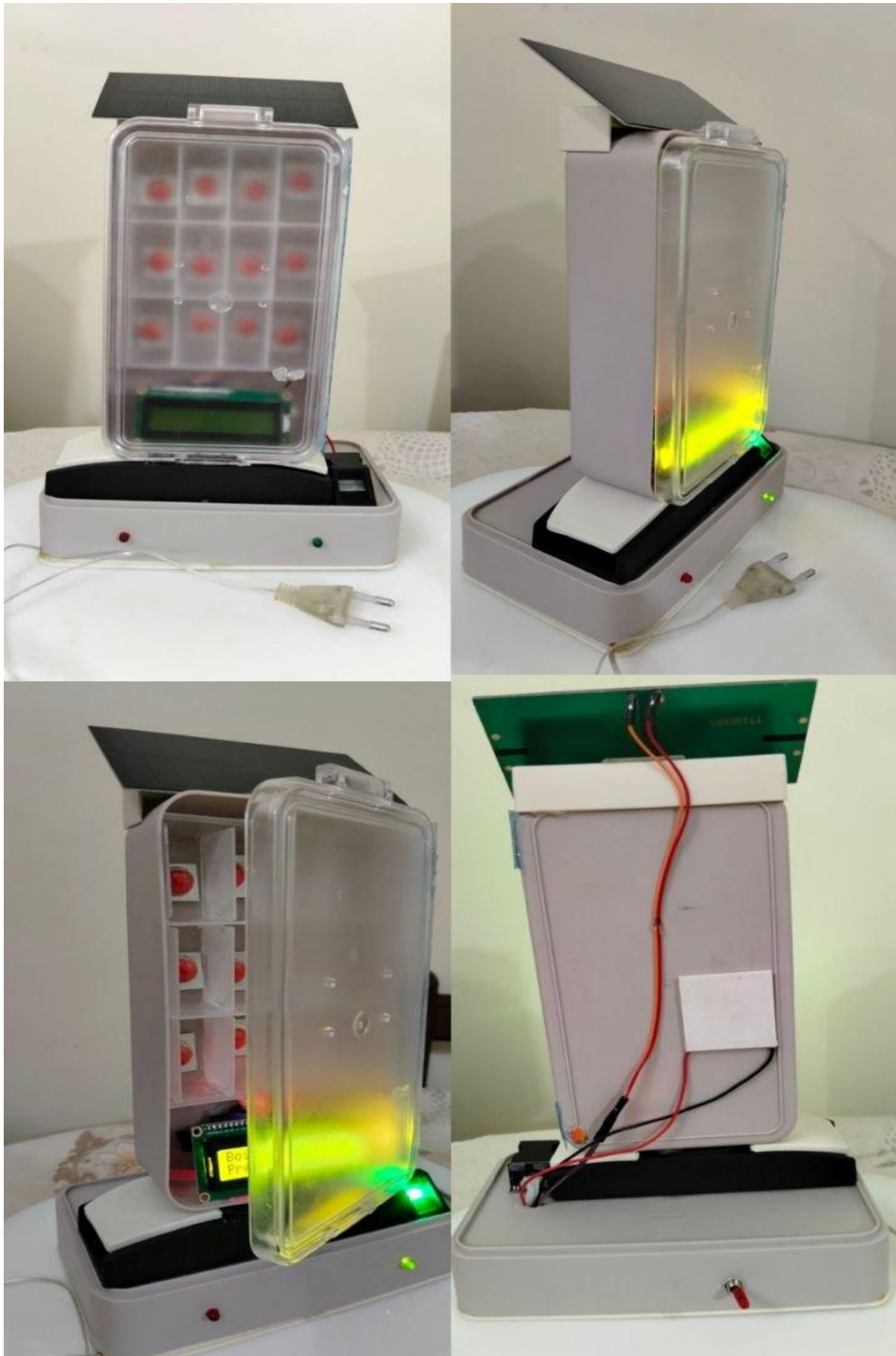


Figure 17 Prototype du dispositif de smart-Med box

3.3. les aspects innovants du projet :

Système Alimentation :

L'énergie est stockée de deux manières : soit par un panneau solaire charge des batteries au lithium, soit par une alimentation secteur standard qui alimente les composants électroniques. L'appareil intelligent fonctionne grâce à un interrupteur marche/arrêt. Le microcontrôleur ATmega gère tous les composants associés tels que l'écran LCD, le lecteur d'empreintes digitales et le servomoteur.

- Après la marche Atmega affiche l'heure mesurée par le capteur DS3231 et la température et l'humidité ambiante mesurée par le capteur DHT22 sur son écran LCD.

3.3.1. Système Sécurité :

Lorsque l'utilisateur s'approche du dispositif, il pose son doigt sur le capteur AS608 d'empreintes digitales pour vérifier son identité. Le capteur lit l'empreinte et transmet l'information au microcontrôleur, Décision :

- Succès : L'appareil Atmega envoie une impulsion au moteur servomoteur pour déverrouiller le coffre automatiquement.
- Échec : Après plusieurs tentatives infructueuses, le dispositif Atmega s'active, mais la porte ne s'ouvre pas.

Si l'empreinte est valide, le microcontrôleur commande le servomoteur qui ouvre automatiquement la porte du boîtier selon un angle précis, permettant ainsi au patient d'accéder facilement et en toute sécurité à ses médicaments.

Simultanément, l'écran LCD affiche la confirmation d'ouverture du boîtier. Après 30 secondes, la porte se referme automatiquement.

3.3.2. Système de chronométrage

Quand vient le moment de prendre des médicaments, le système envoie une alerte au patient pour lui rappeler la dose prescrite, l'aidant ainsi à respecter son traitement et réduisant le risque d'oubli. après la prise du médicament, le servomoteur referme automatiquement la porte afin de protéger le contenu du boîtier et d'empêcher tout accès non autorisé. Le contrôleur surveille également en continu les horaires de prise et régule le fonctionnement du système

3.3.3. Système de Refroidissement (optionnel) :

Si le capteur DHT22 détecte une chaleur excessive à l'intérieur du coffre-fort, le dispositif Atmega active l'unité de refroidissement TEC1-12708 via MT3608 si nécessaire pour refroidir l'intérieur et protéger les médicaments.

3.4. Étapes de fonctionnement :

1. Chargement: par panneau solaire (l'énergie est stockée dans des batteries au lithium) ou sur secteur.
2. Mise en marche: allumez l'appareil à l'aide de l'interrupteur marche/arrêt.
3. Capteur d'empreintes digitales: placez votre doigt sur le capteur. Il sera lu et l'appareil affichera l'heure, la température et l'humidité.
4. Déverrouillage de la porte: pour déverrouiller la porte, placez à nouveau votre doigt sur le capteur, la porte se déverrouillera automatiquement.
5. Rappel de prise de médicaments: lorsqu'il est temps de prendre vos médicaments, l'appareil émet un signal sonore. Posez votre empreinte digitale et la porte se déverrouillera automatiquement. Elle se verrouillera automatiquement après 30 secondes.
6. Refroidissement automatique: le système de refroidissement s'active si la température à l'intérieur de l'appareil augmente afin de préserver les médicaments.

3.5. Le site web du projet

Cela permet aux utilisateurs de découvrir les fonctionnalités, les images et le manuel d'utilisation de l'appareil. En cliquant sur le bouton « Acheter », le client est redirigé vers WhatsApp pour contacter le vendeur et finaliser sa commande rapidement et facilement. Il est également possible de le contacter directement par téléphone.

- La description du site web se trouve aux pages 42 à 44.



Figure 18 Information pour le site web



Analyse SWOT



5.1. Points forts

Le projet Smart Médecine Box boîte l'observance thérapeutique grâce à un **système de rappel horaire précis**, réduisant ainsi les oublis de doses et les erreurs de timing. Ceci est crucial pour les patients atteints de la maladie de Parkinson, car une prise régulière de médicaments contribue à minimiser les fluctuations d'efficacité et l'abandon du traitement, améliorant ainsi la réponse au traitement et la qualité de vie. Un **système de vérification** par empreinte digitale garantit un haut niveau de sécurité des médicaments en empêchant tout accès non autorisé. L'appareil utilise un **système d'alimentation hybride** combinant la recharge sur secteur et sur batteries rechargeables solaires, assurant un fonctionnement continu. Le projet comprend une **plateforme de vente** liée à un compte WhatsApp et est également évolutif, permettant une intégration future avec des applications mobiles ou des systèmes de télésurveillance des patients.

5.2. Points faibles

Malgré ses avantages, le projet présente plusieurs limitations internes, notamment un coût initial plus élevé que celui des boîtes traditionnelles en raison de l'utilisation de nombreux composants électroniques. Son développement nécessite également une intégration technique complexe entre le logiciel et le matériel (micro-logiciel/matériel), ce qui pourrait représenter un défi pour les personnes ayant une expérience limitée. D'autre part, des difficultés d'utilisation peuvent survenir pour certains groupes, notamment les personnes âgées, ce qui nécessite la conception d'interfaces très simplifiées. Par ailleurs, le projet manque encore d'une validation clinique approfondie pour prouver son efficacité en situation réelle.

5.3. Opportunités

Les chances de succès du projet augmentent compte tenu de la hausse continue de la prévalence des maladies chroniques exigeant un strict respect des protocoles de traitement, telles que la maladie de Parkinson et d'autres affections chroniques. Le secteur de la santé numérique connaît également une expansion significative, offrant un environnement favorable à l'adoption de telles solutions intelligentes et à leur intégration dans les systèmes de télésurveillance médicale. Le projet peut tirer parti de partenariats institutionnels avec les hôpitaux, les pharmacies et les entreprises pharmaceutiques pour les essais sur le terrain et la commercialisation. De plus, les programmes de soutien à l'innovation des universités et des gouvernements offrent des opportunités de financement et de développement, notamment en raison de la faible saturation du marché local par ces technologies.

5.4. Menaces

Le projet est confronté à plusieurs menaces externes, notamment la concurrence internationale d'appareils plus avancés dotés d'intégrations numériques sophistiquées. Les fluctuations de la chaîne d'approvisionnement et la hausse des prix des composants électroniques pourraient également impacter les coûts de production et la pérennité du projet. Le risque de dysfonctionnements techniques, tels qu'une panne du système d'alarme ou du capteur

d'empreintes digitales, est un facteur critique susceptible de nuire à la sécurité des utilisateurs et à leur confiance dans le dispositif. De plus, l'acceptation par les utilisateurs, notamment les personnes âgées, pourrait freiner l'adoption rapide du produit. Enfin, s'il est commercialisé comme dispositif médical, il sera soumis à des exigences réglementaires strictes (tests de sécurité et certification), ce qui pourrait allonger les délais et complexifier financièrement son lancement sur le marché.

Analyse swot

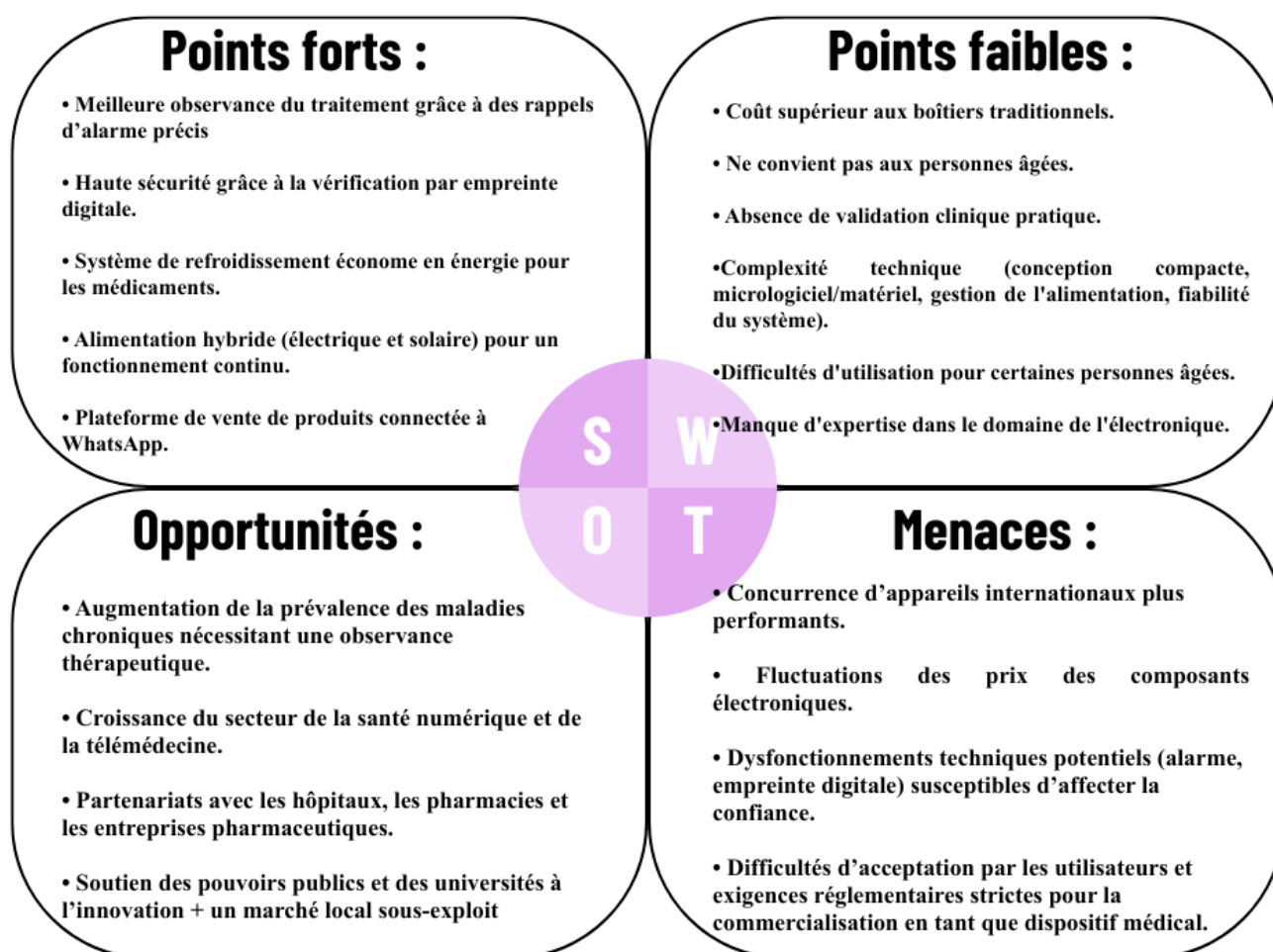


Tableau 1 Analyse SWOT ou FFOM



Modèle économique Canvas



6.1. Segments de Clientèle

Les principaux clients ciblés par ce projet sont les patients atteints de maladies chroniques et neuro-dégénératives, notamment les personnes souffrant de la maladie de Parkinson, qui nécessitent un suivi rigoureux des traitements médicamenteux. Le produit vise également les personnes âgées ayant des difficultés à gérer leurs médicaments quotidiennement, ainsi que les familles cherchant une solution sécurisée pour assurer le suivi des traitements de leurs proches.

La solution peut intéresser les hôpitaux, les cliniques, les centres de soins, les maisons de retraite et les pharmacies souhaitant proposer des solutions technologiques modernes pour améliorer la gestion des médicaments et renforcer la sécurité des patients

6.2. Proposition de Valeur

- ✓ La boîte à médicaments intelligente propose une solution innovante permettant d'améliorer l'organisation, la sécurité et le suivi des traitements médicamenteux. Le système intègre des rappels automatiques afin d'aider les patients à respecter les horaires de prise des médicaments et à réduire les risques d'oubli ou d'erreurs médicamenteuses.
- ✓ Le produit comprend également un système de vérification par empreinte digitale garantissant un accès sécurisé aux médicaments et empêchant toute utilisation non autorisée. Cette fonctionnalité est particulièrement importante pour protéger les traitements sensibles et assurer une meilleure sécurité au sein des familles ou des établissements de santé.
- ✓ La boîte dispose aussi d'un système d'alimentation hybride permettant d'assurer un fonctionnement continu même en cas de coupure d'électricité.
- ✓ le projet est associé à une plateforme web reliée à un compte WhatsApp Business facilitant les commandes, la communication avec les clients et le suivi des services après-vente.

6.3. Canaux

- ✓ La distribution et la promotion de la boîte à médicaments intelligente se feront principalement à travers un site web officiel permettant aux utilisateurs de découvrir

les fonctionnalités du produit, consulter les informations techniques et effectuer des commandes en ligne.

- ✓ Le site web sera relié à un compte WhatsApp Business afin de faciliter la communication rapide avec les clients, répondre à leurs questions, assurer le support technique et suivre les commandes. Les réseaux sociaux seront également utilisés comme moyen de marketing digital pour atteindre un large public et promouvoir les avantages du produit.
- ✓ Le produit pourra être distribué à travers des pharmacies, des magasins de matériel médical et des plateformes de vente en ligne afin d'augmenter sa visibilité et son accessibilité.

Description du fonctionnement du site web de vente :

L'interface affiche l'appareil, ainsi qu'une icône d'achat WhatsApp et une icône de contact pour le numéro du vendeur, Le client consulte les images de l'appareil et ses caractéristiques techniques.

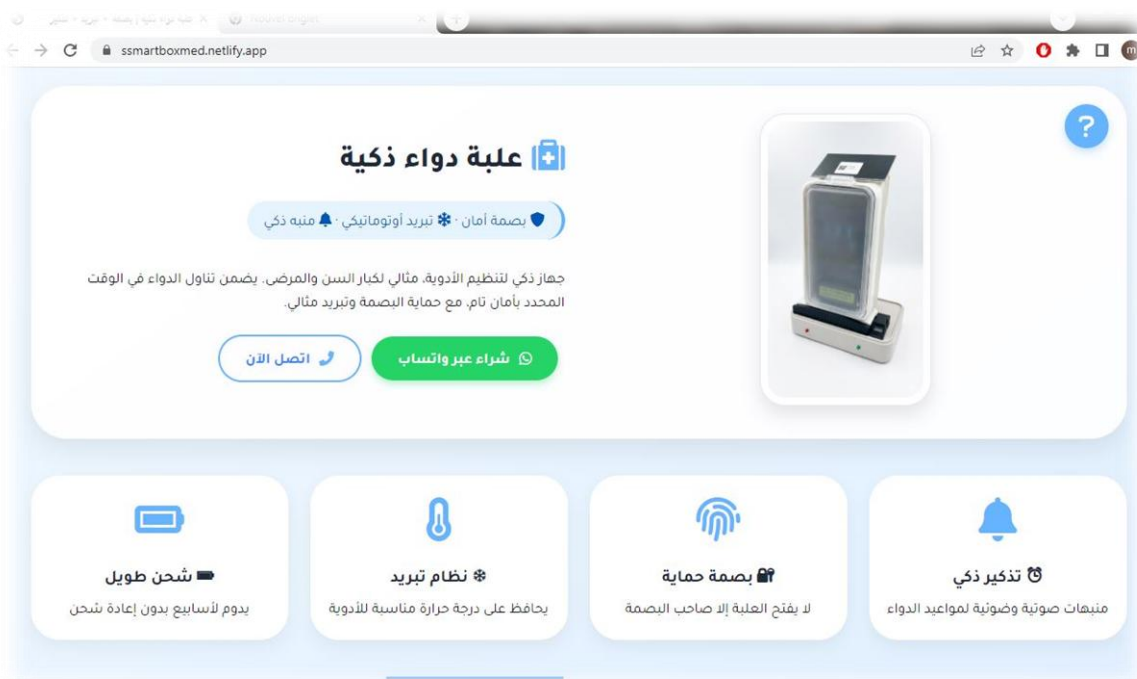


Figure 19 Interface de vente et d'affichage des propriétés.

L'image suivante représente *l'interface du guide utilisateur* de l'appareil au sein de la plateforme, conçue selon une séquence expliquant les étapes d'utilisation du système de manière systématique et sûre afin de faciliter l'interaction de l'utilisateur avec l'appareil et d'assurer une utilisation optimale.

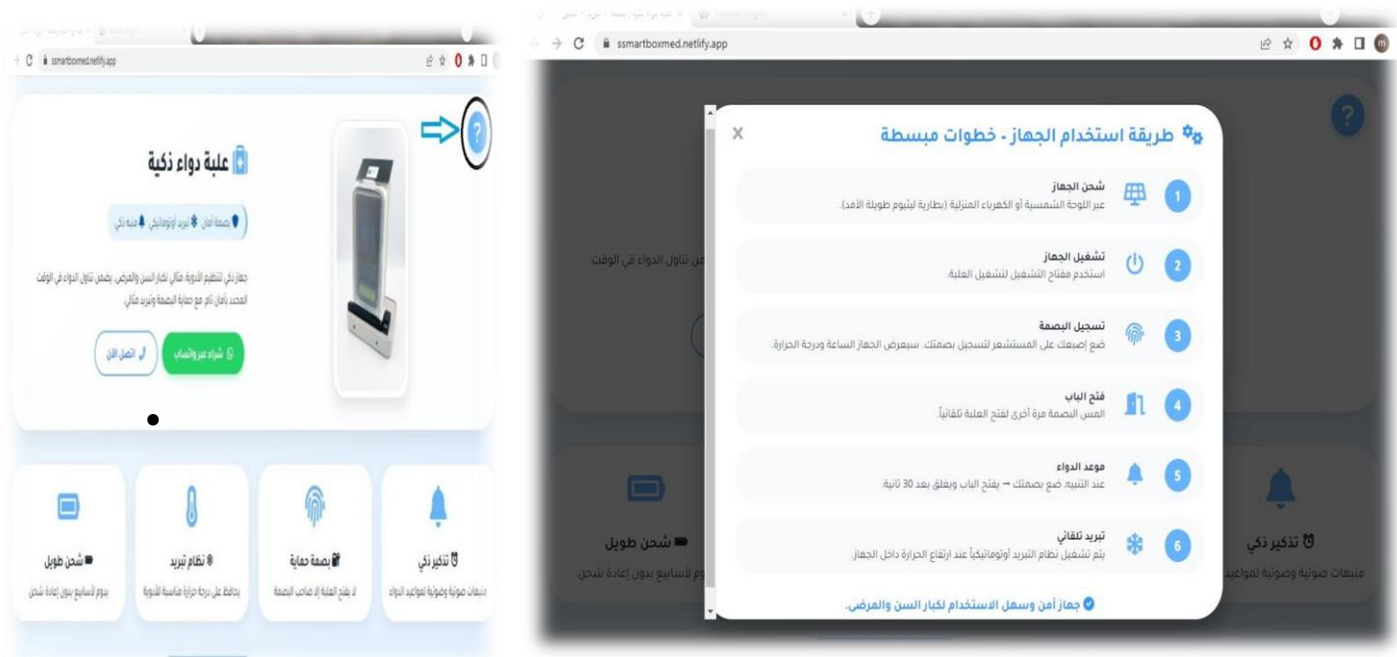


Figure 20 L'interface du guide d'utilisation de l'appareil se trouve au sein de la plateforme

Un **formulaire** apparaît ci-dessous, demandant le nom du client, son numéro de téléphone, son adresse e-mail, le nombre d'articles et un message destiné au service après-vente ou à la maintenance

Le client clique ensuite sur le bouton «Valider la commande via WhatsApp».

Figure 21 Formulaire de demande d'appareil dans le site

Le client est redirigé directement vers WhatsApp via un lien intégré au site web.

Un message contenant le nom du produit et les informations de commande s'affiche.

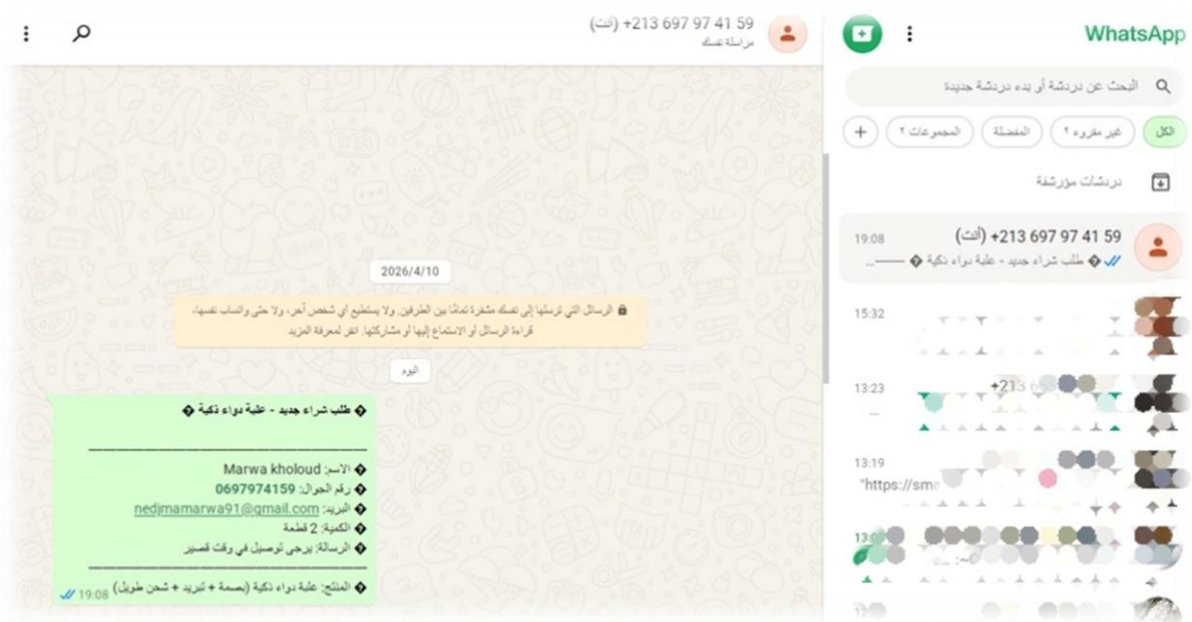


Figure 22 Convertir la demande en un message automatisé sur WhatsApp

Le client contacte le vendeur pour confirmer la commande et préciser les informations de livraison et de paiement.

6.4. Relation Client

- ✓ La relation client repose sur une communication directe et continue avec les utilisateurs grâce au site web et au compte WhatsApp Business. Un service d'assistance technique sera disponible pour répondre rapidement aux problèmes rencontrés par les clients et assurer leur satisfaction.
- ✓ Le projet prévoit également un service après-vente comprenant la maintenance, les conseils d'utilisation et le suivi technique du produit. Afin de renforcer la fidélisation des clients, une carte de fidélité numérique sera proposée aux utilisateurs réguliers. Cette carte permettra d'obtenir des réductions sur les futurs achats, des offres promotionnelles et des avantages exclusifs liés aux nouvelles versions du produit et aux services complémentaires.

6.5. Sources de Revenus

- ✓ Les revenus du projet proviendront principalement de la vente directe de la boîte à médicaments intelligente à travers le site web, les plateformes en ligne et les pharmacies partenaires.
- ✓ Des revenus supplémentaires pourront être générés grâce aux services de maintenance, aux réparations, aux mises à jour du système électronique et logiciel, ainsi qu'à la personnalisation des fonctionnalités selon les besoins des utilisateurs.

6.6. Activités Clés

- ✓ Les principales activités du projet comprennent la conception et le développement du système électronique de la boîte intelligente, l'intégration des capteurs et du système d'empreinte digitale, ainsi que la programmation du microcontrôleur et de la plateforme web.
- ✓ Les activités incluent également l'assemblage des composants électroniques.
- ✓ les tests de fonctionnement et de sécurité.
- ✓ l'amélioration continue du produit et la gestion des services après-vente.
- ✓ Le projet nécessite aussi des activités de marketing digital, de gestion des commandes et de communication avec les clients à travers les plateformes numériques.

6.7. Ressources Clés

- ✓ Le projet nécessite plusieurs ressources essentielles pour assurer son fonctionnement et son développement. Les ressources matérielles comprennent les composants électroniques tels que les microcontrôleurs, les capteurs, les systèmes d'empreinte digitale, les batteries, les écrans LCD, les modules de communication et les systèmes de verrouillage.
- ✓ Les ressources logicielles incluent les plateformes de programmation, les logiciels de conception électronique et le développement du site web.
- ✓ Le projet nécessite également des ressources humaines spécialisées dans les domaines de l'électronique, de la programmation, du design, du marketing digital et de la maintenance technique.

6.8. Partenaires Clés

- ✓ Les partenaires clés du projet sont les fournisseurs de composants électroniques. Les pharmacies, les centres médicaux et les maisons de retraite représentent également des partenaires importants pour la distribution et la promotion du produit.
- ✓ services de livraison pour assurer la distribution des commandes, ainsi qu'avec des développeurs web et des spécialistes en marketing digital afin d'améliorer la visibilité de la solution sur le marché.

6.9. Structure de Coûts

- ✓ Coût des composants électroniques et Coûts de fabrication de l'appareil
- ✓ Développement et maintenance de la plateforme.
- ✓ Marketing et publicité.
- ✓ Livraison et emballage.
- ✓ Maintenance et support technique.

Modèle économique Canvas



Tableau 2 Modèle économique canvas



Plan Financier



7.1. Compte de résultat

Le tableau ci-dessous présente l'analyse du compte de résultat prévisionnel sur 5 ans. Il illustre la formation du résultat net à travers l'évolution de la marge brute, des charges externes, de la masse salariale et des amortissements..

	N-1 (historique)	Année 01	Année 02	Année 03	Année 04	Année 05
DZD	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27	FY28
Chiffre d'affaires	-	3.750.000	4.125.000	4.991.250	6.039.413	7.307.689
Achats consommés	-	(939.566)	(1.136.875)	(1.375.619)	(1.664.498)	(2.014.043)
Marge brute	-	2.810.434	2.988.125	3.615.631	4.374.914	5.293.646
Charges externes	-	(328.000)	(361.000)	(390.000)	(420.000)	(440.000)
Salaires et charges sociales	-	(1.209.600)	(1.209.600)	(1.209.600)	(1.209.600)	(1.209.600)
EBITDA	-	1.272.834	1.417.525	2.016.031	2.745.314	3.644.046
Amortissements et provisions		(92.800)	(92.800)	(92.800)	(92.800)	(92.800)
EBIT		1.180.034	1.324.725	1.923.231	2.652.514	3.551.246
Charges financières						
Résultat avant impôts		1.180.034	1.324.725	1.923.231	2.652.514	3.551.246
Impôts sur les sociétés		-	-	-	-	-
Résultat net		1.180.034	1.324.725	1.923.231	2.652.514	3.551.246
Evolution du chiffre d'affaires		*	10%	21%	21%	21%
<i>Tx de marge brute</i>	<i>#DIV/0!</i>	<i>75%</i>	<i>72%</i>	<i>72%</i>	<i>72%</i>	<i>72%</i>
<i>Tx d'EBITDA</i>	<i>#DIV/0!</i>	<i>34%</i>	<i>34%</i>	<i>40%</i>	<i>45%</i>	<i>50%</i>

Tableau 3 Représentée compte de résultat

7.2. Tableau des flux de trésorerie

Ce tableau présente les liquidités réellement entrées et sorties de l'entreprise chaque année :

- Les entrées de trésorerie proviennent des opérations d'exploitation.
- La seule sortie est un investissement unique de 464 000 DZD la première année.
- Résultat : l'entreprise génère de plus en plus de liquidités chaque année, et le solde final atteint 10 631 751 millions DZD en année 05.

	Année 01	Année 02	Année 03	Année 04	Année 05
DZD	FY24	FY25	FY26	FY27	FY28
EBITDA	1.272.834	1.417.525	2.016.031	2.745.314	3.644.046
Variation de BFR	-	-	-	-	-
<i>BFR d'exploitation</i>	-	-	-	-	-
<i>BFR hors exploitation</i>	-	-	-	-	-
BFR	-	-	-	-	-
IBS	-	-	-	-	-
Flux de trésorerie provenant de l'exploitation	1.272.834	1.417.525	2.016.031	2.745.314	3.644.046
CAPEX (Investissements)	(464.000)	-	-	-	-
Flux de trésorerie provenant de l'investissement	(464.000)	-	-	-	-
Free cash flow	808.834	1.417.525	2.016.031	2.745.314	3.644.046
Emprunt bancaire					
Apport en capital					
Charges financières	-	-	-	-	-
Dividendes					
Flux de trésorerie provenant du financement	-	-	-	-	-
Net Cash flow	808.834	1.417.525	2.016.031	2.745.314	3.644.046
Solde initial	-	808.834	2.226.359	4.242.391	6.987.705
Solde final	808.834	2.226.359	4.242.391	6.987.705	10.631.751

Tableau 4 Représente Tableau des flux de trésorerie

7.3. Les tableau des couts :

Ce tableau détaille l'ensemble des coûts nécessaires au lancement et au fonctionnement de l'activité . Il est structuré en quatre parties principales : les investissements, la masse salariale et les achats directs.

INVESTISSEMENT

		Année 01	Total Période
EQUIPEMENT	4°bureau mutalique ingenieur +recev	184.000	184.000
	4°chaise de bureau	80.000	80.000
	2pc	200.000	200.000
	Matériel N°04	0	0
	Matériel N°05	0	0
	Matériel N°06	0	0
	Matériel N°07	0	0
	Matériel N°08	0	0
	Matériel N°09	0	0
	Matériel N°10	0	0
	Matériel N°11	0	0
	Matériel N°12	0	0
	Matériel N°13	0	0
	Matériel N°14	0	0
	Matériel N°15	0	0
	Matériel N°16	0	0
	Matériel N°17	0	0
	Matériel N°18	0	0
	Matériel N°19	0	0
	Sous-Total (01)		464.000,00

Achat directs

	Prestation	Total
ACHATS	Produit/Service N°01	60.658
	Produit/Service N°02	1.250
	Produit/Service N°03	365
	Produit/Service N°04	162.500
	Produit/Service N°05	29.778
	Sous-Total (03)	

MASSE SALARIALE

		ETP	Total
PERSONNEL	ingenieur electronique	1,00	604.800
	programmeur	1,00	302.400
	vrier de nettoyage et d'embal	1,00	302.400
	Poste N°04	1,00	0
	Poste N°05	1,00	0
	Poste N°06	1,00	0
	Poste N°07	1,00	0
	Poste N°08	1,00	0
	Poste N°09	1,00	0
	Poste N°10	1,00	0
	Sous-Total (2)		

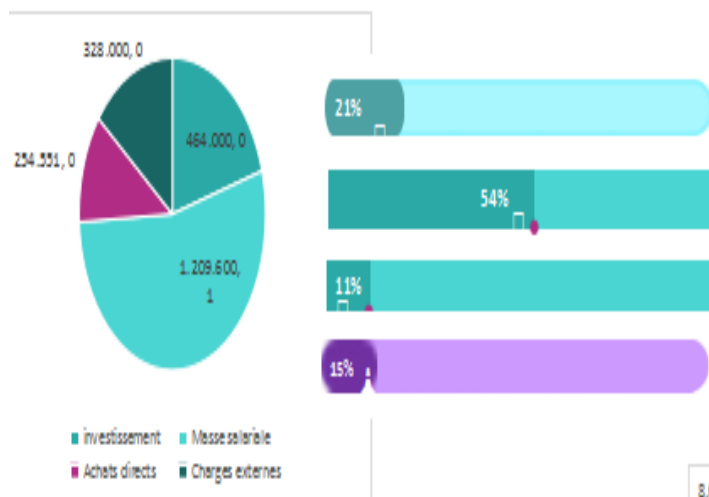
CHARGES EXTERNES

	Libellé	Total
CHARGES	Sous-traitance	5000
	Loyers	260000
	Energie/eau/gaz	20000
	Frais Marketing	0
	Honoraires d'avocat	0
	Honoraires du Notaire	0
	Honoraires d'expert-comptable	0
	Honoraires Commissaire aux Comptes	0
	Frais du transit	0
	Frais télécom	12000
	Divers fournitures	8000
	Frais de formation	6000
	R&D	17000
	Sous-Total (04)	

Tableau 5 Représente les tableau des couts

7.4. Tableau et le graphie de synthèse :

Le tableau suivant représente le bilan financiers de 2 ans , qui comprend le chiffre d'affaires a progressé de 10%, tandis que l'EBITDA a augmenté, témoignant d'une amélioration de la rentabilité opérationnelle. La marge d'EBITDA est passée de 50% à 51%. Le Free Cash Flow a connu une croissance remarquable 2.059 à 2.793.



SYNTHESE

Catégorie	Montant	
Investissement	464.000	21%
Masse salariale	1.209.600	54%
Achats directs	254.551	11%
Charges externes	328.000	15%
	2.256.151	

KPI Financiers	FY26	FY27
CA	3.750	4.125
EBITDA	1.273	1.418
Tx d'EBITDA	34%	34%
FCF	809	1.418

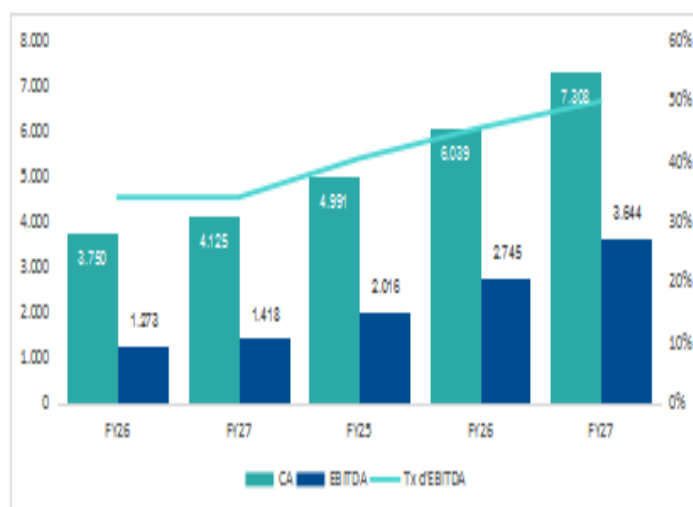


Tableau 6 – Graphie Représente le synthèse



Conclusion générale



Ce travail a porté sur le développement d'un système intelligent d'organisation et de suivi de la prise de médicaments, destiné aux personnes âgées et aux patients atteints de la maladie de Parkinson, afin de remédier aux oublis et aux erreurs de posologie qui compromettent l'efficacité des traitements et la qualité des soins. Le système propose une solution technologique combinant un dispositif électronique automatisé (alertes et refroidissement) et une plateforme numérique associée fournissant un manuel d'utilisation, des spécifications techniques, ainsi qu'une section offre-demande pour faciliter la communication et l'accompagnement des utilisateurs. Les différentes étapes de conception, de développement et de test ont confirmé l'efficacité du système à réduire les erreurs de prise, tandis que l'étude de faisabilité économique a montré une viabilité commerciale, un bon retour sur investissement et une capacité d'expansion face à la demande croissante de solutions de santé intelligentes. Ce projet constitue ainsi une avancée significative vers l'intégration des technologies numériques dans le domaine médical, et ouvre la voie à de futurs développements pour mieux servir la communauté et s'adapter aux évolutions technologiques.

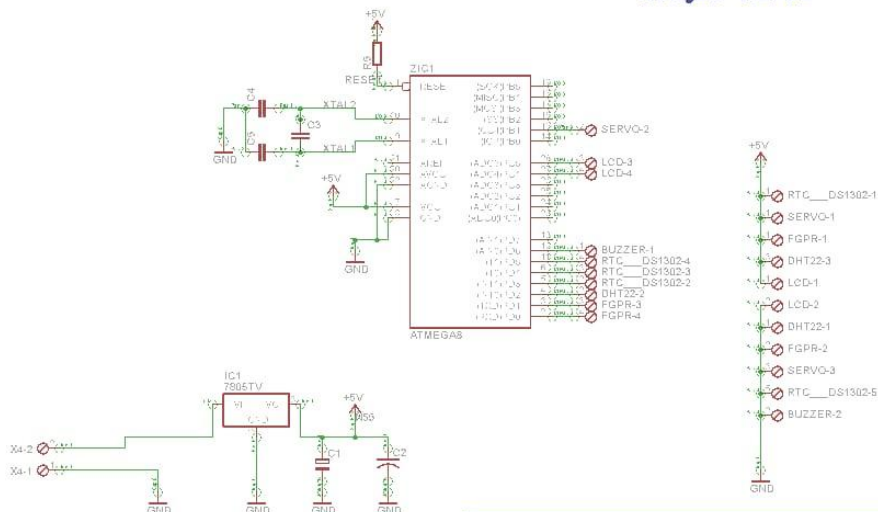
Liste bibliographique

- ✓ Bloem, B. R., Okun, M. S., & Klein, C. (2021). Parkinson's disease. *The Lancet*, 397(10291), 2284-2303.
- ✓ Chaudhuri, K. R., & Schapira, A. H. V. (2009). Non-motor symptoms of Parkinson's disease: dopaminergic pathophysiology and treatment. *The Lancet Neurology*, 8(5), 464-474.
- ✓ Dauer, W., & Przedborski, S. (2003). Parkinson's disease: mechanisms and models. *Neuron*, 39(6), 889-909.
- ✓ de Lau, L. M. L., & Breteler, M. M. B. (2006). Epidemiology of Parkinson's disease. *The Lancet Neurology*, 5(6), 525-535.
- ✓ Espay, A. J., Bonato, P., Nahab, F. B., et al. (2016). Technology in Parkinson's disease: challenges and opportunities. *Movement Disorders*, 31(9), 1272-1282.
- ✓ Grosset, D., Antonini, A., Canesi, M., et al. (2009). Adherence to antiparkinson medication in a multicenter European study. *Movement Disorders*, 24(6), 826-832.
- ✓ Lakshminarayana, R., Wang, D., Burn, D., Chaudhuri, K. R., & Galt, G. (2017). Using a smartphone-based self-management platform to support medication adherence and clinical consultation in Parkinson's disease. *Neurology*, 89(24), 2451-2458.
- ✓ Olanow, C. W., Obeso, J. A., & Stocchi, F. (2006). Continuous dopamine receptor treatment of Parkinson's disease: scientific rationale and clinical implications. *The Lancet Neurology*, 5(8), 677-687.
- ✓ Straka, I., Minár, M., Škorvánek, M., Grofik, M., Danterova, K., Benetin, J., Kurča, E., Gažová, A., Boleková, V., Wyman-Chick, K. A., Kyselovič, J., & Valkovič, P. (2019). Adherence to pharmacotherapy in patients with Parkinson's disease taking three and more daily doses of medication. *Frontiers in Neurology*, 10, 798.
- ✓ World Health Organization (WHO). (9 august 2023). Parkinson disease. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease>

Annexe :

Modèle économique Canvas





Conception d'un système intelligent de gestion et de rappel de prise de médicaments pour les patients atteints de Parkinsons

Points forts :

- Meilleure observance du traitement grâce à des rappels d'alarme précis
- Haute sécurité grâce à la vérification par empreinte digitale.
- Système de refroidissement économe en énergie pour les médicaments.
- Alimentation hybride (électrique et solaire) pour un fonctionnement continu.
- Plateforme de vente de produits connectée à WhatsApp.

Points faibles :

- Coût supérieur aux boîtiers traditionnels.
- Ne convient pas aux personnes âgées.
- Absence de validation clinique pratique.
- Complexité technique (conception compacte, micrologiciel/matériel, gestion de l'alimentation, fiabilité du système).
- Difficultés d'utilisation pour certaines personnes âgées.
- Manque d'expertise dans le domaine de l'électronique.

Opportunités :

- Augmentation de la prévalence des maladies chroniques nécessitant une observance thérapeutique.
- Croissance du secteur de la santé numérique et de la télémédecine.
- Partenariats avec les hôpitaux, les pharmacies et les entreprises pharmaceutiques.
- Soutien des pouvoirs publics et des universités à l'innovation + un marché local sous-exploité

Menaces :

- Concurrence d'appareils internationaux plus performants.
- Fluctuations des prix des composants électroniques.
- Dysfonctionnements techniques potentiels (alarme, empreinte digitale) susceptibles d'affecter la confiance.
- Difficultés d'acceptation par les utilisateurs et exigences réglementaires strictes pour la commercialisation en tant que dispositif médical.

S
W
O
T