

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et
de la Recherche Scientifique



UNIVERSITE ECHAHID HAMMA
LAKHDAR D'EL OUED
FACULTE DE LA SCIENCES EXACTES
Département D'informatique



Mémoire de fin d'étude
Présenté pour le Diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Mathématiques et Informatique

Filière: Informatique

Spécialité: Systèmes Distribués et Intelligence Artificiel (SDIA)

Thème

Optimisation de l'énergie
dans les bâtiments
intelligentes

Présenté par:
Heded Aissam
Moumni Tarek

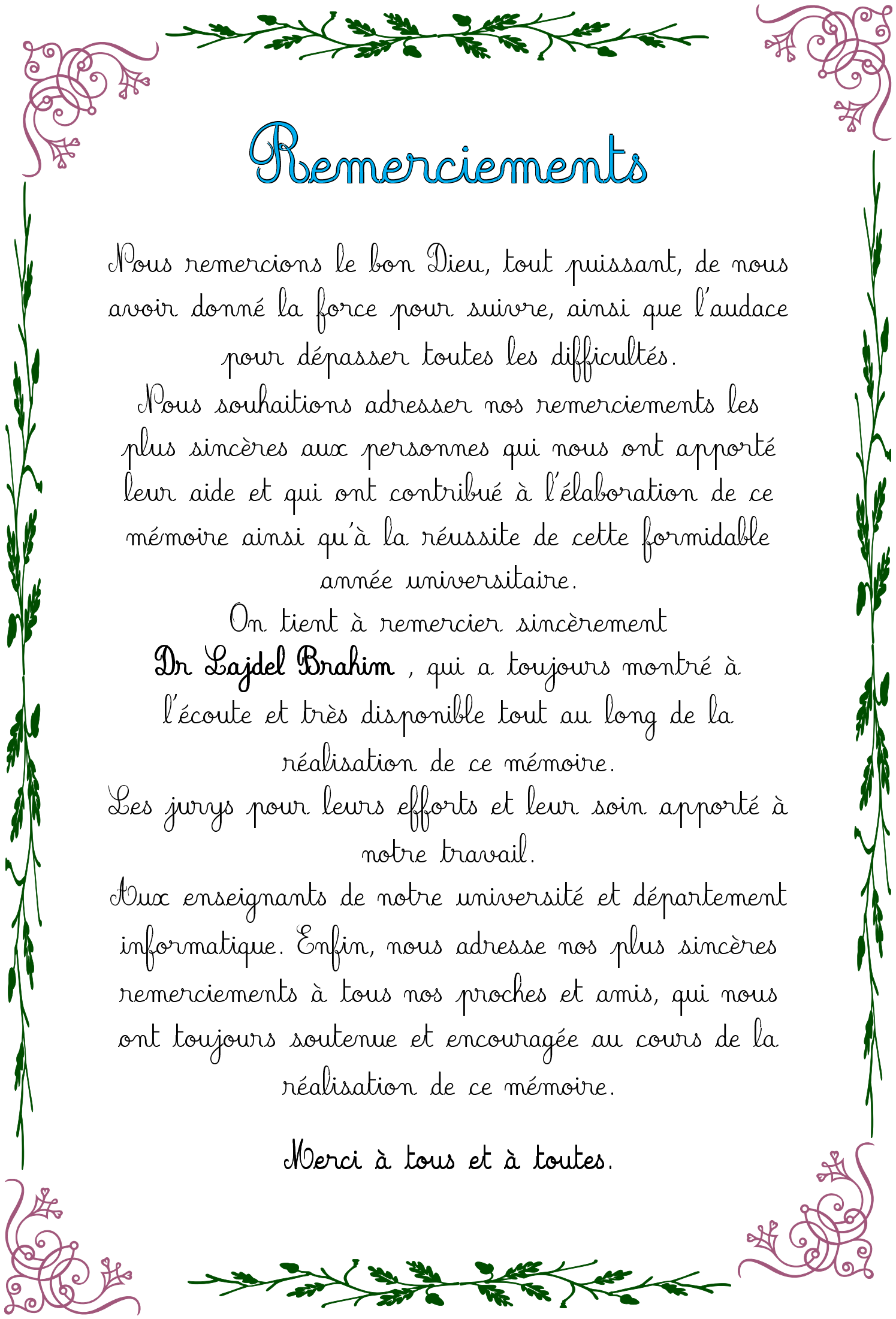
Soutenu devant le jury composé de

Mr.brahim Lejdel MA (B) Rapporteur Univ. d'El Oued

Mr.Othmani Samir MA(A) President Univ. d'El Oued

Mr.Laouid Ab delkader MA(A) Examinatrice Univ. d'El Oued

Année universitaire 2017-2018.



Remerciements

Nous remercions le bon Dieu, tout puissant, de nous avoir donné la force pour suivre, ainsi que l'audace pour dépasser toutes les difficultés.

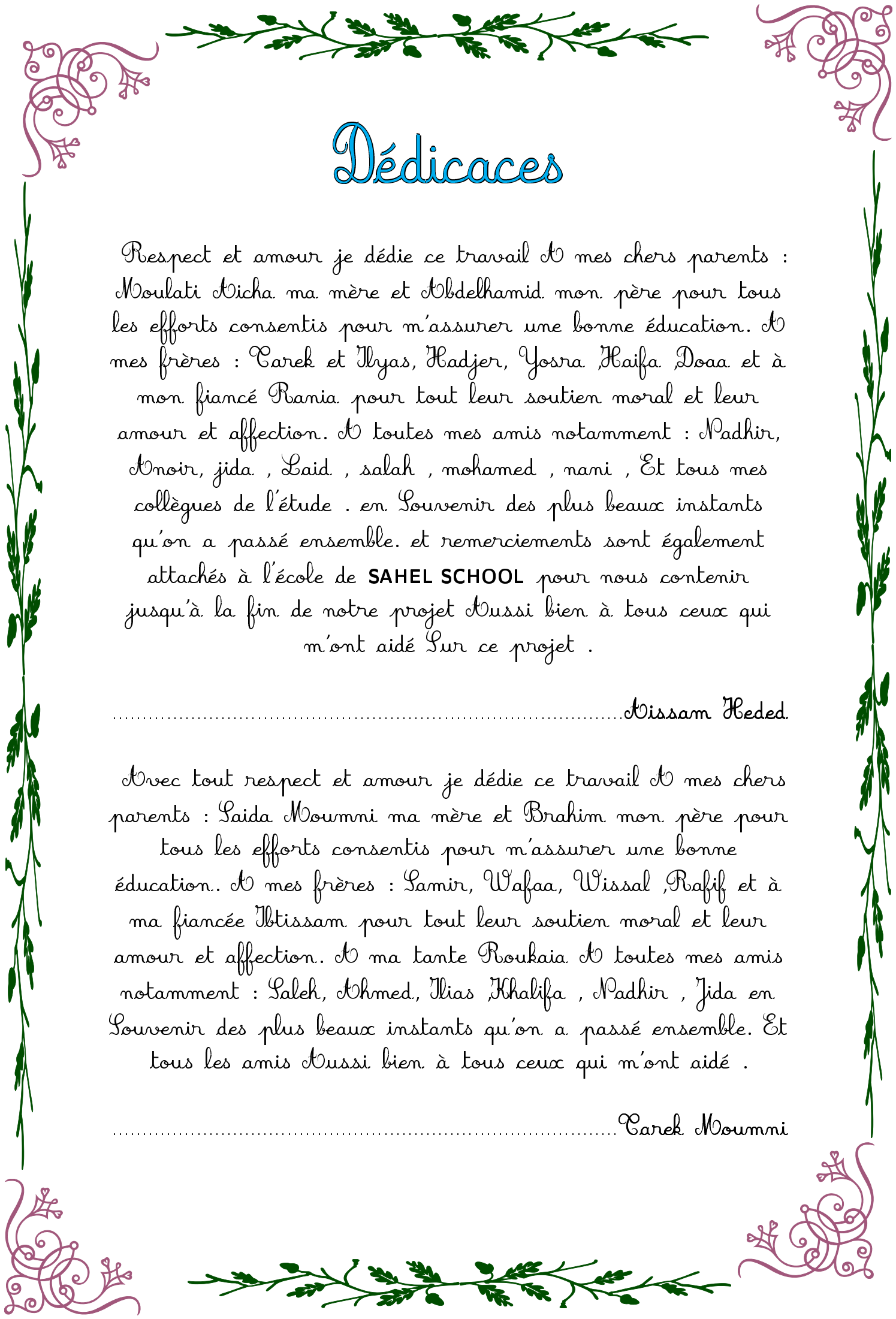
Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de cette formidable année universitaire.

On tient à remercier sincèrement
Dr Lajdel Brahim, qui a toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Les jurys pour leurs efforts et leur soin apporté à notre travail.

Aux enseignants de notre université et département informatique. Enfin, nous adresse nos plus sincères remerciements à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

Merci à tous et à toutes.



Dédicaces

Respect et amour je dédie ce travail à mes chers parents : Moulati Nicha ma mère et Abdelhamid mon père pour tous les efforts consentis pour m'assurer une bonne éducation. À mes frères : Carek et Ilyas, Hadjer, Yosra Haifa Doaa et à mon fiancé Rania pour tout leur soutien moral et leur amour et affection. À toutes mes amis notamment : Nadjir, Anoir, Jida, Laid, Salah, Mohamed, Nani, Et tous mes collègues de l'étude. En souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble. Et remerciements sont également attachés à l'école de **SAHEL SCHOOL** pour nous contenir jusqu'à la fin de notre projet Aussi bien à tous ceux qui m'ont aidé Sur ce projet.

.....Nissam Heded.

Avec tout respect et amour je dédie ce travail à mes chers parents : Laida Moumni ma mère et Brahim mon père pour tous les efforts consentis pour m'assurer une bonne éducation. À mes frères : Samir, Wafaa, Wissal, Rafif et à ma fiancée Ibtissam pour tout leur soutien moral et leur amour et affection. À ma tante Roukaia À toutes mes amis notamment : Saleh, Ahmed, Ilias Khalifa, Nadjir, Jida en souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble. Et tous les amis Aussi bien à tous ceux qui m'ont aidé.

.....Carek Moumni

Résumé :

L'objectif de notre projet consiste à réaliser un système intelligent basé sur l'Arduino qui permet d'optimiser la consommation d'énergie dans les maisons intelligentes, de façon qu'elle n'influence pas le confort des occupants de maison.

La réalisation de ce système a été faite à travers une étude détaillée et en utilisant nodemcu, le Cloud computing et l'algorithme génétique. Pour coder notre application nous avons utilisé un langage très célèbre ; Java. Ainsi, nous avons utilisé Le cloud pour stocker les données qui sont ramassées à partie de capteurs tels que l'humidité, la température et la lumière. Ensuite, les données sont envoyées vers l'algorithme génétique pour faire l'optimisation.

Mots clés : Intelligence artificielle, maison intelligentes, Optimisation énergétique, Cloud computing, Algorithme génétique

Abstract :

The objective of our project is to build intelligent system based on Arduino that will optimize energy consumption in smart homes so that it does not affect the comfort of home occupants.

The system is realized through a detailed study and using nodemcu, cloud computing and genetic algorithm. To code our application, we used a very famous language; Java. In addition, we used the Cloud to store data, which are collected from sensors such as humidity, temperature, and light. Then, the data is sent to the genetic algorithm to perform the optimization.

Key words: Artificial Intelligence, Smart Home, Energy Optimization, Cloud Computing, Genetic Algorithm.

ملخص :

الهدف من مشروعنا هو بناء نظام ذكي يعتمد على
الأردوينو يعمل على تحسين استخدام الطاقة في المنازل
الذكية بحيث لا يؤثر على راحة شاغلي المنزل.
وقد تم تحقيق هذا النظام من خلال دراسة مفصلة
واستخدام *nodemcu*

والحوسبة السحابية والخوارزمية الجينية. لبرمجة
التطبيق، استخدمنا لغة مشهورة جدا وهي لغة الجافا. و
كذلك ، استخدمنا السحابة المعلوماتية لتخزين البيانات
التي يتم جمعها من أجهزة الاستشعار مثل الرطوبة ، درجة
الحرارة والضوء. ثم يتم إرسال البيانات إلى الخوارزمية
الجينية للقيام بعملية التحسين.

الكلمات المفتاحية : الذكاء الاصطناعي ، المنزل الذكي ،
تحسين الطاقة ، الحوسبة السحابية ، الخوارزمية الجينية

1	Concepts de base	3
1.1	Introduction	4
1.2	Internet des objets	4
1.2.1	Definition	4
1.2.2	Histoire Internet des objets	4
1.2.3	Fonctionnement	5
1.2.4	Domaines d'applications	6
1.2.5	Relation entre IdO et IA	7
1.3	Maison intelligente " Smart Home "	9
1.3.1	Qu'est ce que ça veut dire Maison intelligente ?	9
1.3.2	Les avantages de Maison intelligente	9
1.3.3	les bienfaits de Maison intelligente	10
1.4	Optimisation d'énergie	11
1.4.1	Pourquoi optimiser et économiser d'énergie ?	11
1.4.2	Comment optimiser de d'énergie ?	12
1.4.3	Les Difficultés d'optimisation d'énergie	13
1.5	L'optimisation Energie dans la maison	14
1.5.1	Les methodes d' aujourd'hui pour optimiser d'énergie dans la maison	14
1.5.2	La methode d'optimisation la plus efficace	15
1.6	Conclusion	16
2	L'état de l'art	17
2.1	Introduction	18
2.2	l'état de l'art	18
2.2.1	Classification des systèmes	18
2.2.2	Objectifs des systèmes d'optimisation d'énergies dans la maison . . .	22
2.3	Enquête littéraire	24
2.3.1	Les maisons intelligentes existantes	24
2.3.2	Synthèse sur les maisons intelligentes	31
2.4	Conclusion	33
3	Conception	34
3.1	Introduction	35

3.2	Architecture	35
3.2.1	Organigramme	35
3.2.2	Schéma fonctionnel	37
3.3	Les Modèles	38
3.3.1	Les Capteurs	38
3.4	Quel est l'algorithme génétique !	42
3.4.1	Le Principe d'AG	42
3.4.2	Codage d'AG	44
3.4.3	Population initiale	45
3.4.4	fitness	46
3.4.5	Les opérateurs génétiques	46
3.5	Conclusion	50
4	Implementation	51
4.1	Introduction	52
4.2	Les objectifs	52
4.3	Les outils	52
4.4	Logiciels et matériels	52
4.5	Implementation	55
4.5.1	Câblage des pièces	55
4.5.2	code source	58
4.5.3	Interface	65
4.6	Résultats	67
4.6.1	Évaluation	67
4.7	Conclusion	68

LISTE DES FIGURES

1.1	Les domaines d'Internet des Objets	7
1.2	La domotique	15
2.1	Architecture d'un système de micro-processeur	21
2.2	Architecture d'un système de micro-contrôleur	21
2.3	Le prieuré, Maison Robert-Houdin [22]	24
2.4	maison électrique	25
2.5	The TRON Intelligent House	27
2.6	Vue extérieure de " The Toyota Dream House "	28
2.7	Evolution des maisons technologiques	32
3.1	Organigramme General	36
3.2	Schéma fonctionnel	37
3.3	Capteur Humidité/Température	38
3.4	Capteur de Mouvement	39
3.5	Capteur d'éclairage	39
3.6	Capteur d'électricité	40
3.7	Relay	40
3.8	I2C	41
3.9	LCD 16x2	41
3.10	Principe d'un AG	43
3.11	les 4 niveau de AG	44
3.12	Codage des variables d'optimisation	44
3.13	Chromosome codé réel	45
3.14	Le croisement	47
3.15	La Mutation	48
4.1	CâblageDHT 11	55
4.2	CâblageLDR	56
4.3	Câblage PIR	56
4.4	Câblage I2C et LCD	57
4.5	Câblage système general	57
4.6	Lire les données du capteurs	58
4.7	Connexion à Wifi	58
4.8	Contacter au Cloud	59
4.9	Courbe de température	60

4.10	Courbe de himidite	60
4.11	Courbe d' Éclairage	60
4.12	Telecharger les valeurs depuis le Cloud	61
4.13	Intialisation de population	62
4.14	Mutation code	62
4.15	Fitness (00:00 && 05:00)	63
4.16	Fitness (06:00 && 11:00)	63
4.17	Fitness (12:00 && 17:00)	64
4.18	Fitness (18:00 && 23:00)	64
4.19	L'interface General	65
4.20	courbe de Fitness	66
4.21	Matériels	67
tyleempty		

LISTE DES TABLE

2.1	Synthèse des maisons intelligentes	31
3.1	Paramètres d'évaluation	49

INTRODUCTION GENERALE

Le monde informatique est un monde très vaste, son apparition correspond à un changement total de culture, jour après jour l'informatique occupe une place intéressante dans la vie quotidienne de l'être humain, puisqu'il permet de mémoriser, de traiter et de diffuser d'une grande masse de donnée entre les différents objets dans un délai très court, qui permettra donc de prendre les bonnes décisions en un temps très réduit.

Imaginez un monde où tous les objets sont capables d'échanger des informations et de communiquer entre eux. Des objets capables aussi de communiquer et d'interagir avec leurs utilisateurs en utilisant Internet mais aussi d'autres réseaux de communication bien moins connus mais tous efficaces. C'est le monde de l'Internet des Objets (IdO). Pour illustrer, prenons un exemple dans le domaine de l'habitat intelligent, aussi connu sous le nom de Smart Home. Imaginez que votre réfrigérateur devienne intelligent. Un réfrigérateur capable de vous dire en temps réel le type de denrées qu'il y a à l'intérieur et capable de passer commande pour vous quand vous avez besoin de vous réapprovisionner. Donc, L'Internet des Objets (IoT) s'annonce comme une évolution sans précédent. Les objets sont désormais capables de communiquer entre eux, d'échanger, de réagir et de s'adapter à leur environnement à un niveau beaucoup plus large. L'Internet des Objets marque une nouvelle étape dans l'évolution du cyberspace. Cette révolution facilite la création des objets intelligents permettant d'avancer dans des multiples domaines, l'un des domaines les plus affectés par l'émergence de l'IoT est l'habitat et les cités.

Après L' IdO ou l'iOT (Internet Of Things), on parle aussi beaucoup de l'IA, l'Intelligence Artificielle. Marvin Lee Minsky, l'un de ses créateurs, la définit comme étant : " la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau ".

Nous essayons d'intégrer ces technologies et de les utiliser pour optimiser l'énergie dans la maison intelligente.

La maîtrise de l'optimisation et la consommation dans la maison consiste en une gestion des flux énergétiques présents, peu importe de leur nature. En utilisant les prévisions météorologiques, les informations en provenance de fournisseurs d'énergie et les données environnementales de la maison, il devient possible d'aider ce dernier à maîtriser sa consommation de ce dernier à travers un système de gestion de l'énergie dédiée. La présente mémoire

a pour objectif de proposer une nouvelle approche d'optimisation qui consiste à intégrer un système de gestion de l'énergie dans nos maisons.

Le mémoire est organisé autour de 4 chapitres.

Le premier chapitre est consacré à présenter en détail les concepts de base de ce domaine comme IoT, Maison intelligente, L'intelligence artificielle ... etc.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les travaux antérieurs qui sont effectué dans ce domaine.

Dans la Troisième chapitre, nous avons fait la conception de notre système à travers la présentation de la nouvelle approche proposée et les différent capteurs utilisés.

Dans le quatrième et dernier chapitre, nous avons décrit notre implémentation à travers des capteurs-écrans de différentes fonctionnalités de notre système.

CHAPTER 1

CONCEPTS DE BASE

1.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons définir les concepts de base que nous allons aborder dans ce mémoire, et de répondre à plusieurs questions qui peuvent posées par des utilisateurs dans le domaine des villes intelligentes comme les matériels et les logiciels nécessaires pour établir ce type de ville.

1.2 Internet des objets

1.2.1 Definition

L'Internet des objets (IdO) est " un réseau qui relie et combine les objets avec l'Internet, en suivant les protocoles qui assurent leurs communication et échange d'informations à travers une variété de dispositifs " [1].

L'IdO peut se définir aussi comme étant " un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électroniques normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi, de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter les données sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels " [2].

Il existe plusieurs définitions sur le concept de l'IdO, mais la définition la plus pertinente à notre travail de recherche est celle proposée par Weill et Souissi qui ont défini l'IdO comme " une extension de l'Internet actuel envers tout objet pouvant communiquer de manière directe ou indirecte avec des équipements électroniques eux-mêmes connectés à l'Internet. Cette nouvelle dimension de l'Internet s'accompagne avec de forts enjeux technologiques, économiques et sociaux, notamment avec les économies majeures qui pourraient être réalisées par l'ajout de technologies qui favorisent la standardisation de ce nouveau domaine, surtout en matière de communication, tout en assurant la protection des droits et des libertés individuelles " [3].

1.2.2 Histoire Internet des objets

L'Internet des objets (IdO) n'existe pas depuis très longtemps. Cependant, il y a eu des visions de machines communiquant entre elles depuis le début des années 1800. Les machines ont fourni des communications directes depuis que le télégraphe (la première ligne fixe) a été développé dans les années 1830 et 1840. Décrite comme " télégraphie sans fil ", la première transmission vocale radio a eu lieu le 3 juin 1900, fournissant un autre élément nécessaire au développement de l'Internet des objets. Le développement des ordinateurs a commencé dans les années 1950.

L'Internet, lui-même une composante importante de l'IdO, a débuté en 1962 dans le cadre de la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) et a évolué en ARPANET en 1969. Dans les années 1980, les fournisseurs de services commerciaux ont commencé à soutenir l'utilisation publique d'ARPANET. évoluer vers notre Internet moderne.

Les satellites de positionnement mondial (GPS) sont devenus une réalité au début de 1993, le ministère de la Défense fournissant un système stable et hautement fonctionnel de 24 satellites. Cela a été rapidement suivi par la mise en orbite de satellites commerciaux privés. Les satellites et les lignes fixes fournissent des communications de base pour une grande partie de l'IdO.

Un élément supplémentaire et important dans le développement d'un IdO fonctionnel était la décision remarquablement intelligente d'IPv6 d'augmenter l'espace d'adressage. Steve Leibson, du Computer History Museum, déclare: " L'expansion de l'espace d'adressage signifie que nous pourrions assigner une adresse IPv6 à chaque atome sur la surface de la Terre, et avoir encore assez d'adresses pour faire une autre centaine de terres. De cette façon, nous n'allons pas manquer d'adresses Internet de sitôt ".

L'Internet des objets, en tant que concept, n'a été officiellement nommé qu'en 1999. L'un des premiers exemples d'Internet des objets date du début des années 1980 et était une machine à Coca-Cola, située à l'Université Carnegie Melon. Les programmeurs locaux se connecteraient par Internet à l'appareil réfrigéré et vérifieraient s'il y avait une boisson disponible, et s'il faisait froid, avant de faire le voyage.

En 2013, l'Internet des Objets est devenu un système utilisant de multiples technologies, allant de l'Internet à la communication sans fil et des systèmes micro-électromécaniques (MEMS) aux systèmes embarqués. Les domaines traditionnels de l'automatisation (y compris l'automatisation des bâtiments et des maisons), les réseaux de capteurs sans fil, le GPS, les systèmes de contrôle et autres, soutiennent tous l'IdO [4].

1.2.3 Fonctionnement

L'Internet des objets (IdO) permet l'interconnexion des différents objets intelligents via l'Internet. Ainsi, pour son fonctionnement, plusieurs systèmes technologiques sont nécessaires. Citons quelques exemples de ces technologies.

"L'IdO désigne diverses solutions techniques (RFID, TCP/IP, technologies mobiles, etc.) qui permettent d'identifier des objets, de capter, stocker, traiter, et transférer des données dans les environnements physiques, mais aussi entre des contextes physiques et des univers virtuels " [2].

En effet, bien qu'il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l'IdO, nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes qui sont, selon Han et Zhanghang, les technologies clés de l'IdO. Ces technologies sont les suivantes : RFID, WSN et M2M, et sont définies ci-dessous.

- **RFID** (Radio Frequency Identification) : le terme RFID englobe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes. C'est une technologie qui permet de mémoriser et de récupérer des informations à distance grâce à une étiquette qui émet des ondes radio [5]. Il s'agit d'une méthode utilisée pour transférer les données des étiquettes à des objets, ou pour identifier les objets à distance. L'étiquette contient des informations stockées électroniquement pouvant être lues à distance [1].

- **WSN** (Wireless Sensor Network) : c'est un ensemble de nœuds qui communiquent sans fil et qui sont organisés en un réseau coopératif. Chaque nœud possède une capacité de traitement et peut contenir différents types de mémoires, un émetteur-récepteur RF et une source d'alimentation, comme il peut aussi tenir compte des divers capteurs et des actionneurs [6]. Comme son nom l'indique, le WSN constitue alors un réseau de capteurs sans fil qui peut être une technologie nécessaire au fonctionnement de l'IdO.
- **M2M** (Machine to Machine) : c'est " l'association des technologies de l'information et de la communication avec des objets intelligents dans le but de donner à ces derniers les moyens d'interagir sans intervention humaine avec le système d'information d'une organisation ou d'une entreprise " [7].

1.2.4 Domaines d'applications

Nous constatons que le concept de l'Internet des objets (IdO) est en pleine explosion vu que nous avons de plus en plus besoin dans la vie quotidienne d'objets intelligents capables de rendre l'atteinte de nos objectifs plus facile. Ainsi, les domaines d'applications de l'IoT peuvent être variés.

Plusieurs domaines d'application sont touchés par l'IdO. Dans leur article, Gubbiet al [8].

Ont classé les applications en quatre domaines :

1. **le domaine personnel.**
2. **le domaine du transport.**
3. **l'environnement.**
4. **l'infrastructure et les services publics ... etc.**

Comme le schéma ci-dessous le montre, on trouve alors l'IoT dans notre vie personnelle-quotidienne et également dans les services publics offerts par le gouvernement.

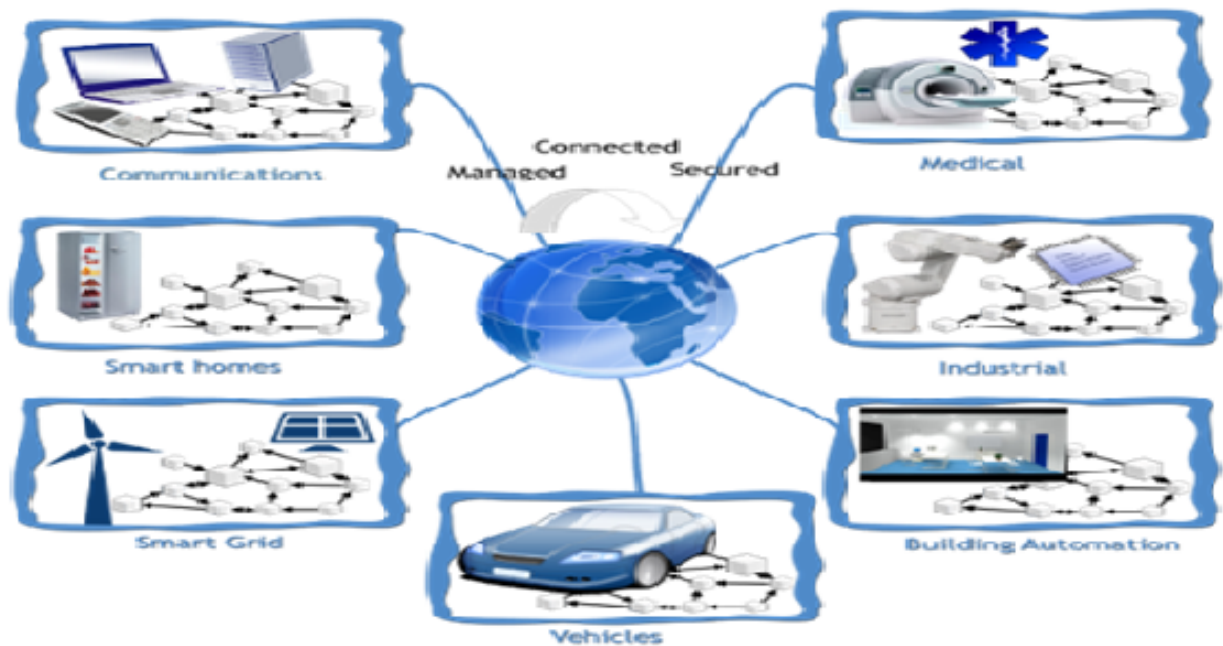


Figure 1.1: Les domaines d'Internet des Objets

Nous pouvons affirmer que l'Internet peut être connecté à n'importe quel objet. Ainsi, les domaines d'applications de l'IdO sont multiples. On cite, à titre d'exemples, l'industrie, la santé, l'éducation et la recherche. Cependant, il sera possible dans le futur de trouver le concept de l'IdO n'importe où, n'importe quand et à la disposition de tout le monde. Pessemier a argumenté que " L'IdO consiste en un monde de données (énormes), qui, si elles sont exploitées correctement, contribueront à répondre aux problèmes d'aujourd'hui, notamment dans les domaines suivants : aérospatial, aviation, automobile, télécommunications, construction, médical, autonomie des personnes handicapées, pharmaceutiques, logistiques, gestion des chaînes d'approvisionnement, fabrication et gestion du cycle de vie des produits, sécurité, sûreté, surveillance de l'environnement, traçabilité alimentaire, agriculture et élevage " [9].

1.2.5 Relation entre IdO et IA

Parmi les avancées technologiques qui fascinent, l'Intelligence Artificielle (IA) et l'Internet des Objets (IdO) tiennent le devant de la scène. Cet engouement témoigne d'une transformation inédite dans notre histoire, faisant s'allier durablement l'homme et la machine.

L'alliance de ces deux technologies offre de nombreuses promesses de progrès économiques et sociaux, touchant des secteurs clés comme la santé, l'éducation, l'énergie.

L'Intelligence Artificielle renforce la productivité et redistribue les cartes en matière de compétences requises. L'analyse des très nombreux capteurs présents sur les objets connectés décuple l'efficacité, la fiabilité et la réactivité des entreprises.

Elles transforment ainsi le lien qu'elles entretiennent avec leurs consommateurs et par effet de ricochet leur culture. À ce titre, le concept de jumeau numérique offre de nouvelles opportunités pour mieux contrôler le cycle de vie des produits, révolutionner la notion de maintenance prédictive ou la conception de solutions innovantes. Autant d'innovations au service de l'humain, s'il est placé au cœur de cette interaction.

De nombreux défis accompagnent le développement de ces deux technologies. À la question de la cyber sécurité et de la gestion d'un volume sans cesse plus imposant de données, s'ajoute la complexité de l'évolution des solutions imaginées [10].

1.3 Maison intelligente ” Smart Home ”

1.3.1 Qu'est ce que ça veut dire Maison intelligente ?

est un terme collectif pour les technologies de l'information et de la communication dans les maisons, où les composants communiquent via un réseau local. La technologie peut être utilisée pour surveiller, alarmer et exécuter des actions, selon les critères programmés.

Le réseau local communique avec le monde extérieur par téléphone ou par Internet, en envoyant des messages ou des alarmes à un ou plusieurs destinataires. Ceux-ci peuvent être le résident de la maison, sa famille, une entreprise de sécurité privée ou l'équipe communautaire. Cette communication permet de programmer la maison intelligente de l'intérieur ou de l'extérieur de la maison [11].

1.3.2 Les avantages de Maison intelligente

Les maisons intelligentes ou **Smart Home** ont la capacité de rendre la vie à la maison plus pratique. Si un utilisateur est au travail ou en vacances, un système de maison intelligente enverra des alertes sur ce qui se passe et les systèmes de sécurité peuvent être construits de telle manière à fournir une aide adéquate en cas d'urgence. Par exemple, un résident pourrait être alerté en cas de cambriolage par l'alarme et le système de maison intelligente pourrait également être programmé de façon à pouvoir appeler le service de police et exécuter d'autres mesures de sécurité pour protéger le résident.

” **L'efficacité énergétique** ” est l'un des principaux avantages du système de maison intelligente par rapport aux systèmes traditionnels. Ceci est fait en mettant les appareils en veille ou en les activant lorsque les commandes appropriées sont données. Les factures d'électricité peuvent être ramenées à un niveau beaucoup plus bas, comme l'extinction des lumières lorsqu'une personne peut quitter une pièce ou ajuster la température d'une pièce en fonction de l'identité ou de la préférence établie par la personne. De plus, il devient possible de garder une trace de la quantité d'énergie consommée par les différents appareils de la maison.

Une technologie de maison intelligente est très bénéfique pour les **personnes âgées** ou **handicapées** vivant seules. Les systèmes pourraient être programmés pour informer le résident de prendre ses médicaments à temps, d'alerter l'hôpital en cas d'accident dans la maison afin de garantir la santé et la sécurité du résident. La maison intelligente effectuerait également des tâches telles que **couper l'eau** en cas de débordement dans une baignoire est détectée ou éteindre la cuisinière à gaz s'il n'y a personne dans la cuisine pendant une longue période. Des systèmes automatisés faciles à contrôler offriraient des avantages similaires aux personnes handicapées ou une gamme limitée de mouvements en conséquence [12].

1.3.3 les bienfaits de Maison intelligente

- **Commodité accrue :**
 - * Facilité d'installation et de mise en place.
 - * Contrôle de votre habitation en votre absence.
 - * Automatisation de la mise en route de l'éclairage et des appareils par des capteurs, interrupteurs et minuteries.
 - * Logiciel de contrôle centralisé intuitif.
- **Économies d'énergie potentielles :**
 - * Une utilisation plus efficace de votre système de chauffage et de vos appareils électriques.
 - * otentiel d'économie d'énergie jusqu'à 40%.
- **Une plus grande tranquillité d'esprit :**
 - * Le système peut également fournir les éléments d'une sécurité accrue pour votre habitation par le biais d'alertes par mail ou sms lorsque les portes et les fenêtres sont restées ouvertes ou qu'un mouvement a été détecté en dehors des horaires fixés.
 - * Protection contre l'incendie avec des détecteurs de fumée intégrés, des alarmes placées dans différents endroits de l'habitation et l'éclairage en cas d'évacuation [13].

1.4 Optimisation d'énergie

L'homme moderne dépend des sources d'énergie à la maison et au travail et dans toutes les sphères de sa vie et toutes les formes d'énergie sont sujettes à des fluctuations économiques, politiques et techniques, et la hausse des prix du carburant et la hausse des prix de l'électricité font que la tendance mondiale à la réduction des émissions de gaz à effet de serre a renforcé les appels à la mise en place de comités et d'organismes de sensibilisation et de rationalisation de la consommation d'énergie en trouvant des équipements moins chers et plus performants.

Plusieurs organismes internationaux, régionaux et locaux ont élaboré des conseils et des instructions à l'intention des consommateurs d'énergie visant à rationaliser la consommation et à accroître l'efficacité énergétique:

Les économies d'énergie ont pour objectif de réduire notre consommation d'énergie. C'est devenu un point crucial et incontournable sachant que nos ressources matérielles comme les combustibles fossiles s'épuisent [18].

Il existe différents types d'énergie comme :

- **les énergies traditionnelles** : gaz naturel, le GPL (Gaz de Pétrole Liquifié), le fuel, le charbon.
- **les énergies renouvelables** qui sont :
 - * le solaire : l'énergie solaire se transforme en électricité et permet de produire son électricité.
 - * l'éolien : c'est la force du vent qui a pour objectif de faire fonctionner les aérogénérateurs pour produire de l'électricité.
 - * la géothermie qui correspond à la chaleur terrestre, elle va donc produire de la chaleur.
 - * la biomasse qui est liée aux déchets organiques, bois et résidus forestiers.
 - * le bois est utilisé pour se chauffer, cuisiner ou produire de l'électricité.
 - * l'hydraulique : la force motrice de l'eau est transformée en électricité [19].

1.4.1 Pourquoi optimiser et économiser d'énergie ?

Actuellement, nous sommes face à un réchauffement climatique qui est principalement dû aux émissions de gaz à effet de serre.

De nos jours, la population consomme énormément d'énergie et le coût de cette dernière augmente considérablement et continuellement.

Il est donc primordial d'agir pour protéger notre environnement afin d'éviter de nombreux bouleversements climatiques, à savoir agir sur :

- **L'énergie domestique.**
- **Les énergies de la maison :**
 - a. Réduction des coûts pour les factures d'électricité.
 - b. Économiser de l'argent.
 - c. Plus à l'aise.
 - d. Conservation de l'environnement ...
- **les carburants automobiles en utilisant :**
 - a. d'autres dispositifs de transport écologiques (vélo, marche, transport en commun).
 - b. le covoiturage.
 - c. l'éco-conduite.
 - d. des véhicules électriques voire des voitures hybrides [21].

1.4.2 Comment optimiser de d'énergie ?

Il y a différentes façons d'économiser de l'énergie, à savoir :

- **changer son comportement en limitant sa consommation d'énergie.**
- **profiter des énergies renouvelables qui permettent de faire des économies d'énergie en prenant en compte l'écologie et l'environnement.**
- **améliorer le rendement énergétique pour aussi économiser de l'argent.**
- **privilégier les économies dans son habitat en :**
 - a. optant pour une maison à économie d'énergie.
 - b. effectuant des travaux d'économie d'énergie.
 - c. équipant sa maison différemment, comme l'économie énergie électrique.
 - d. économisant l'eau (récupérer l'eau de pluie ou encore en optant pour des réducteurs d'eau).
- **en consommant différemment, c'est-à-dire en choisissant :**
 - a. l'achat écologique (circuit court, savoir décrypter les logos sur les emballages).
 - b. le recyclage.
 - c. de faire du compost.
 - d. Etc [21] ...

1.4.3 Les Difficultés d'optimisation d'énergie

Le problème de l'énergie et de son manque est la pensée de beaucoup de ces jours, puisque différentes sources d'énergie sont les moteurs principaux de la vie de nos jours et après le développement extraordinaire du monde au siècle dernier, le problème de l'énergie, son approvisionnement et son épuisement est devenu un défi face au monde, comme l'assèchement des sources Une énergie différente ou même une interruption pendant de courtes périodes ramèneront le monde entier au moyen-âge à nouveau, et c'est pourquoi le gouvernement est en tête du monde à l'heure actuelle de compter sur les sources d'énergie renouvelable comme une source majeure d'énergie pour l'avenir, mais cela ne nie pas l'importance Les grandes personnes qui tombent sur les épaules pour économiser l'énergie, en fournissant de l'énergie, nous pouvons soulager la charge sur les centrales électriques locales qui peuvent réduire les coupures de courant que nous pouvons voir et les prix des sources d'énergie de toutes sortes, ainsi que la nécessité de ne pas importer de l'énergie d'autres pays Cela fournit une facture d'énergie à l'État tout entier et pas seulement aux individus, tout en atténuant les dommages à l'environnement en raison des émissions provenant de différents achats d'énergie.

Ainsi, nous pouvons dire que " le besoin humain d'énergies " sous leurs différentes formes est le plus grand problème de notre économie d'énergie, comme l'homme dit qu'aucune vie sans énergie [20].

1.5 L'optimisation Energie dans la maison

La maison d'aujourd'hui est aussi moderne, faisant la part belle à la technologie. Les énergies renouvelables deviennent aussi une part intégrante du fonctionnement d'un bâtiment. Energie thermique solaire avec un chauffage d'eau solaire, panneaux photovoltaïques ou éolien urbain pour la production d'électricité deviennent de plus en plus courant [14]. révèle un système de contrôle automatique, où la demande est totalement intégrée dans le système de production du bâtiment qui contient un ensemble de sources renouvelables et des moyens de stockage. Dans le même ordre d'idées [15], compare quatre méthodes de pilotage pour un système avec une installation autonome photovoltaïque et diesel avec des batteries.

1.5.1 Les méthodes d'aujourd'hui pour optimiser d'énergie dans la maison

Aujourd'hui, dans notre monde, il existe de nombreuses façons dont nous pouvons fournir une plus grande énergie dans la maison, y compris par exemple:

- **Isolation des murs :** L'isolation des murs (par l'intérieur ou par l'extérieur) permet de réduire entre 20% et 25% des pertes de chaleur dans un logement. En isolant vos murs, vous réduisez donc considérablement vos factures de chauffage, jusqu'à 25%.
- **Isolation du sol :** "L'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas". Isoler la maison est la première solution à examiner lors d'une rénovation, et celle qui génère le plus d'économies dans le temps.

Vous pouvez isoler vos combles, vos murs, votre sol et vos fenêtres car ce sont là les sources de déperditions thermiques les plus importantes .

- **Fenêtres :** (Double vitrage) Isoler son logement pour limiter les pertes thermiques, c'est la première chose à faire lors d'une rénovation. C'est l'isolation qui génère le plus d'économies dans le temps. Les fenêtres sont un des lieux importants de déperdition de chaleur, les remplacer par des fenêtres à double vitrage est donc un bon moyen d'économiser l'énergie.
- **La climatisation :** Les systèmes de climatisation réversibles (pompe à chaleur air-air, air-eau...), plus efficaces, remplacent peu à peu les clim classiques énergivores. En utilisant des énergies renouvelables, les nouvelles clim s'inscrivent comme des solutions performantes et économes. Quelle Energie a donc établi le comparatif de ces différentes climatisations pour vous permettre de choisir la solution qui vous convient le mieux.
- **Système Solaire Combiné :** Vous connaissez le chauffe-eau solaire, mais avez-vous déjà entendu parler du système solaire combiné? En plus de produire votre eau chaude sanitaire, ce système vous permettra également de chauffer votre habitation et tout cela grâce à une énergie verte, gratuite et inépuisable le soleil.

- **Récupérateur d'eau de pluie :** Il est nécessaire de ne pas gaspiller l'eau qui devient de plus en plus rare. Il existe des astuces pour économiser l'eau au quotidien et le récupérateur d'eau de pluie est une excellente solution. Installé dans votre jardin ou une cave, il vous permet de récupérer l'eau de pluie, utile pour votre jardin, laver votre voiture ou nettoyer votre maison. En plus d'être un système écologique, le récupérateur d'eau de pluie vous fait réaliser des économies sur votre facture d'eau.
- **Economiseur d'eau ou mousseur :** En installant chez vous des dispositifs vous permettant de réduire votre consommation d'eau tels que des mousseurs, des mitigeurs, des stop douche etc, vous réduisez votre facture d'eau. Si vous associez à cela des petits gestes du quotidien pour mieux consommer, vous augmentez encore plus vos économies [16].

1.5.2 La methode d'optimisation la plus efficace

Il existe de nombreuses façons de maintenir et d'améliorer l'énergie dans la maison, et ces méthodes varient en fonction de la façon de bénéficier de l'introduction de la technologie dans le monde de la construction la plus appropriée et la plus efficace pour optimiser l'énergie, comme " La domotique ! " [17].



Figure 1.2: La domotique

1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté un aperçu général sur l'optimisation d'énergie dans les maisons intelligentes, nous avons présenté quelques concepts de base. Nous avons aussi montré l'importance et le rôle de l'énergie pour une vie meilleure vie de l'être humain.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter quelques travaux qui sont précédemment fait pour optimiser l'énergie dans les maisons intelligentes.

CHAPTER 2

L'ÉTAT DE L'ART

2.1 Introduction

L'optimisation de l'énergie dans maisons sont maintenant nécessaire pour de nombreuses familles, car, d'abord, la consommation excessive de l'énergie va augmenter le montant de la facture de l'électricité. Dans une autre coté, les occupants de la maison doivent avoir un niveau de confort plus élevé. Pour résoudre ce paradoxe, on doit proposer une approche permettant de réduire la consommation de l'énergie au même temps augmenté le niveau de confort des occupants de la maison. Dans ce chapitre, nous allons décrire quelques travaux antérieurs, en essayant d'émerger les points faibles et le point fort des systèmes proposés par ces travaux.

Dans ce chapitre, nous allons parler de quelques travaux connexes, en essayant de démontrer les points que d'autres ont échoué à couvrir et le point fort dans ces systèmes. Montrant les différences entre ces systèmes, et ce que notre le système va inclure.

2.2 l'état de l'art

Les travaux de recherche dans ce domaine peuvent être divisées en deux axes complémentaires :

- Rechercher d'un modèle pour améliorer le confort de la population.
- Exploiter les services de construction intelligents pour optimiser la consommation d'énergie.

2.2.1 Classification des systèmes

De nombreux systèmes ont été construits à partir de plates-formes vers des systèmes technologiquement avancés. Toute tentative d'atteindre un grand objectif est le meilleur système de maison intelligente pour optimiser l'énergie.

Ces systèmes peuvent être classés en quelques points standard:

- a. **Technologie utilisée.**
- b. **Processeurs intégrés.**
- c. **Capteurs incorporés.**
- d. **Système adopté.**

Sur la base de ces points, nous pouvons décider si le système est bon ou non.

Technologie utilisée :

Les technologies utilisées dans les systèmes des Maisons intelligentes sont telles que l'IoT et le Cloud Computing ainsi que l'Internet et d'autres comme le GSM (Global System for Mobile) et le GPRS (General Packet Radio Service), ces technologies ont des spécialités différentes, d'autres servent au côté de la communication. D'autres techniques ont été utilisées pour mesurer la proportion de lumière et de capteur thermique, qui est un moyen de détecter les besoins de la maison et la ventilation et la climatisation et d'autres choses. Chacune de ces techniques sert une suggestion.

Processeurs intégrés :

Un nombre varié de processeurs embarqués utilisés dans les systèmes des Maisons intelligentes. Un processeur intégré est; un microprocesseur utilisé dans un système embarqué et conçu pour gérer ses besoins. Ces besoins sont représentés avec moins de puissance requise et utilisent une forme de montage en surface, et ces processeurs sont généralement très petits et consomment moins d'énergie. Les processeurs embarqués sont même divergents sur la base de leur vitesse d'horloge, de leurs tensions et de leur taille de stockage. Habituellement, les processeurs embarqués ont une capacité de stockage .

Processeurs intégrés divisés en types principaux:

- **Micro-processeur.**
- **Micro-contrôleur.**

Un microcontrôleur est un composant réunissant sur un seul et même silicium un microprocesseur, divers dispositifs d'entrées/sorties et de contrôle d'interruptions ainsi que de la mémoire, notamment pour stocker le programme d'application.

Il intègre également un certain nombre de périphériques spécifiques des domaines ciblés (bus série, interface parallèle, convertisseur analogique numérique, ...). Les microcontrôleurs améliorent donc l'intégration et le coût (lié à la conception et à la réalisation) d'un système à base de microprocesseur en rassemblant les éléments essentiels d'un tel système dans un seul circuit intégré. On parle alors de "système sur une puce" (en anglais : "System On chip"). Il existe plusieurs familles de microcontrôleurs, se différenciant par la vitesse de leur processeur et par le nombre de périphériques qui les composent. Toutes ces familles ont un point commun c'est de réunir tous les éléments essentiels d'une structure à base de microprocesseur sur une même puce. Voici généralement ce que l'on trouve à l'intérieur d'un microcontrôleur: [33]

- * Un processeur (C.P.U).
- * Des bus.
- * De la mémoire de donnée (RAM et EEPROM).
- * De la mémoire programme (ROM, OTPROM, UVPROM ou EEPROM).
- * Des interfaces parallèles pour la connexion des entrées / sorties.
- * Des interfaces séries (synchrone ou asynchrone) pour le dialogue avec d'autres unités.
- * Des timers pour générer ou mesurer des signaux avec une grande précision temporelle.

Mais le microprocesseur dépend d'autres puces pour de nombreuses fonctions, il contient aussi; registre général, pointeur de pile, compteur de programme, circuit de temporisation et de commande en plus du circuit d'interruption. Le microprocesseur est adapté au traitement des informations dans les systèmes informatiques, au lieu de cela, le microcontrôleur est adapté au contrôle des périphériques d'E / S.

De plus, il a de nombreuses instructions de manipulation de bits, à l'opposé pour le microprocesseur il a des instructions de manipulation à un ou deux bits, et il a moins de broches défectueuses qui est sur le compteur pour le micro-contrôleur.

Dans la première main nous avons; une conception flexible, un temps d'accès pour la mémoire et les E / S, également coûteux. Dans l'autre main, le micro-contrôleur a; conception moins flexible, nécessite moins de matériel, moins de temps d'accès pour la mémoire intégrée et les périphériques d'E / S, également bon marché. Les micro-contrôleurs sont généralement considérés comme plus utiles car ils nécessitent moins de circuits de support que les microprocesseurs.

Les processeurs intégrés peuvent être programmés pour effectuer un travail spécifique.

Par conséquent, l'architecture du CPU doit être modifiée. Les types d'architectures les plus courants sont RISC (Reduced Instruction Set Computer) et CISC (Complex Instruction Set Computer) non RISC. De nombreuses applications utilisent aujourd'hui des processeurs embarqués sans que nous le remarquions.

Ils sont utilisés dans des appareils portables tels que les appareils photo numériques, les montres numériques, les unités GPS. Peut également être fondée dans de grands systèmes comme les centrales électriques de contrôle, les feux de circulation. D'autres domaines où les processeurs embarqués sont appliqués tout comme les systèmes de télécommunications l'utilisent dans les commutateurs téléphoniques et les téléphones mobiles, et l'électronique grand public dans les imprimantes et les consoles de jeux vidéo, les lecteurs DVD.

Cette diversité a permis de combiner plus d'un processeur dans un même système.

Certains processeurs embarqués; Arduino, Raspberry, node mcu ... ect [33].

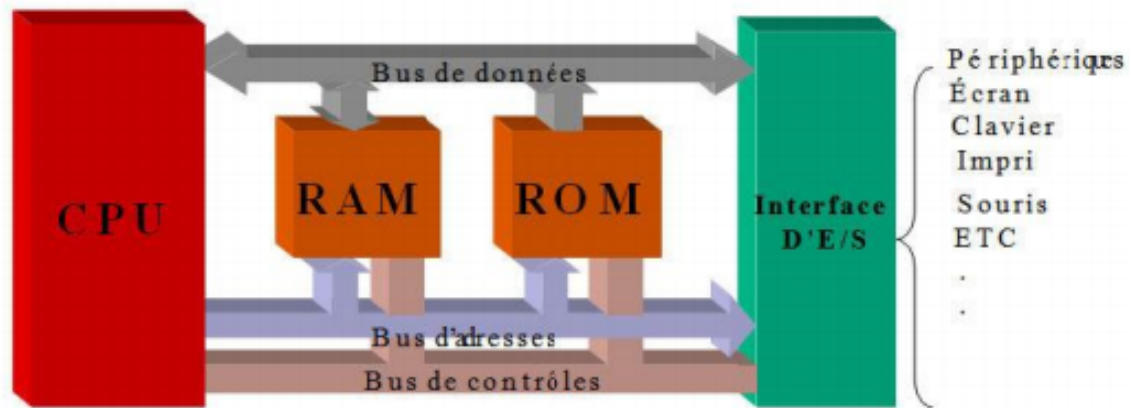


Figure 2.1: Architecture d'un système de micro-processeur

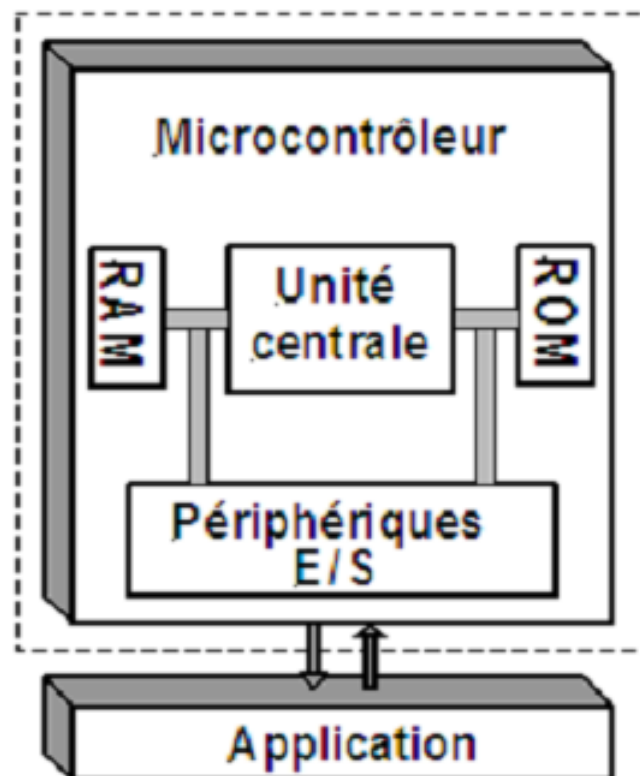


Figure 2.2: Architecture d'un système de micro-contrôleur

Capteurs incorporés :

Les capteurs peuvent être définis comme des dispositifs qui détectent les changements dans le monde physique. Ces changements ou entrées peuvent être la lumière, le mouvement, la pression, la chaleur ou l'humidité. La sortie générée est généralement signifiée et convertie pour que l'humain puisse la lire. Il y a tellement de types de capteurs. Ces types peuvent être classés en tant que capteurs analogiques et capteurs numériques. Mais, il existe quelques types de capteurs tels que les capteurs de température, les capteurs infrarouges, les capteurs à ultrasons, les capteurs de pression, les capteurs proximaux et les capteurs tactiles qui sont fréquemment utilisés dans la plupart des applications électroniques [34].

- **Capteurs analogiques :** produisent un signal de sortie analogique continu; exemples pratiques: accéléromètres, capteurs de pression, capteurs de lumière, capteurs de son, capteurs de température.
- **Capteurs numériques :** Les capteurs électroniques ou les capteurs électrochimiques dans lesquels la conversion de données et la transmission de données s'effectuent numériquement sont appelés capteurs numériques. Ces capteurs numériques remplacent les capteurs analogiques car ils sont capables de surmonter les inconvénients des capteurs analogiques [34].

Système adopté :

Le system est organisé en deux parties. La première sera consacrée à l'habitat et la technologie. La problématique est d'anticiper un habitat du futur, tel qu'imaginé par les différents acteurs du domaine. Cette partie se base sur les concepts de domotique et d'intelligence ambiante, afin de définir un outil et des méthodes de convergence numérique totale.

La seconde partie concerne le bien-être des occupants. La notion de confort est en effet très labile selon le contexte. Face aux impératifs économiques et écologiques, l'habitat est soumis à de nouvelles contraintes. Cette partie vise à exploiter les nouvelles solutions apportées par l'intelligence ambiante afin de répondre à ces nouvelles contraintes [35].

2.2.2 Objectifs des systèmes d'optimisation d'énergies dans la maison

Les principaux objectifs des nouveaux systèmes dans les maisons intelligentes sont :

- **Surveillance a distance :** elle est connue dans de nombreux domaines comme la santé et la sécurité. La surveillance à distance est une spécification standard qui facilite la surveillance, grâce à l'utilisation d'appareils distants connus sous le nom de moniteurs tels que (téléphones intelligents, tablettes, ordinateurs, etc). Ces appareils indiquent l'état des capteurs.
- **Télécommande :** Dépend dans beaucoup de différentes technologies (wifi, RFID, BLE, etc.). Nous permettant de contrôler des machines ou de grandes installations complexes à partir d'un appareil distant.

- **Transfert d'information** : La sortie que les capteurs génèrent doit être stockée et transférée au contrôleur et au moniteur s'il est fondé. De nos jours, les systèmes recherchent les meilleurs moyens de transfert et de stockage de l'information.
- **Communication** : Le côté communication est le plus important pour rendre tous les précédents activés. Le contrôleur de capteurs est un côté de la communication. dépend de filaire et non câblé, qui est une zone de faible distance et peut utiliser des technologies telles que Zigbee, Z-Wave, RFID. L'autre côté est des capteurs pour surveiller et surveiller également le contrôleur, qui est une zone de longue distance, les technologies qui peuvent être utilisées sont telles que GSM et LoRA ou GPS et GPRS.

2.3 Enquête littéraire

Dans cette section, nous allons mentionner et classer les systèmes existants, en essayant de présenter chaque méthodologie, avantage, désavantage, approche et document.

La classification est faite par l'année de l'article.

2.3.1 Les maisons intelligentes existantes

Il existe un grand nombre de maisons intelligentes à travers le monde. Nous verrons comment ce domaine est passé de l'imaginaire au réel, par des projets industriels, des projets universitaires et des projets personnels. Nous verrons également que la tendance actuelle est en faveur du concept de " Living Labs " [35].

a. **Le prieuré** (Robert-Houdin 1867):

Sa maison comportait un système ingénieux pour gérer l'arrivée de nouveaux visiteurs. Ainsi, sur la porte d'entrée principale, figurait un panneau indiquant " Frappez ! ", faisant référence au marteau situé au-dessus. Lorsque l'utilisateur s'y prêtait, un système complet se déclenchait, avertissant l'habitant par une sonnerie, ouvrant la porte et retournant l'écriteau qui affichait alors " Entrez ". Ce système d'avertissement était également étendu à la boîte aux lettres, et ainsi, avec la complicité de son facteur, il pouvait savoir depuis sa résidence en temps réel combien de courriers lui étaient acheminés. En effet, à chaque introduction d'une lettre dans la boîte, un signal sonore était diffusé à l'intérieur de la maison. Le facteur prenait soin de verser les lettres une par une, déclenchant ainsi un nombre de bips équivalent au nombre de correspondances reçues [36].



Figure 2.3: Le prieuré, Maison Robert-Houdin [22]

Les technologies dans cette maison sont remarquables pour l'époque, et correspondent à des fonctions aujourd'hui courantes dans le domaine des réseaux de capteurs (par exemple, l'actionnement d'un élément avec retour d'état distant). Cette réalisation montre également la relation qui peut exister entre un habitat et son habitant : les fonctions décrites dans l'ouvrage sont pour la plupart des fonctions " d'agrément " spécifiques à l'habitant, difficilement généralisables [23].

b. **La maison électrique** (Knap 1913):

Le concept de " maison électrique " s'appuyait alors sur l'essor de l'électricité. Knap avait, dans des espaces témoins (14 Boulevard des Italiens et 2 rue le Peletier à Paris), assemblé diverses technologies pour être vendues au grand public. L'article de Magnien s'appuie d'ailleurs sur le catalogue de ces produits. Dans le contexte de l'époque, et au vu du prix de l'équipement alors proposé, les technologies exposées étaient destinées à des personnes fortunées, disposant entre autres de domestiques. Ainsi, nombre d'équipements proposés s'appuyaient sur la communication entre les habitants et les domestiques. Par exemple, dans une chambre à coucher, un système sonore ambiant, utilisant un microphone dissimulé dans un lustre, permettait à l'occupant d'engager une conversation à distance. Le retour se faisait par un hautparleur dissimulé dans le même lustre. Ce système sonore est également décrit en tant que " micro-espion ", permettant alors de surveiller les dires des domestiques à leur insu. Ce système a été repris pour le concept de table électrique illustrée en *fig2.4* qui permettait aux domestiques d'agencer le repas, grâce à un périscope dissimulé dans la table [32].



Figure 2.4: maison électrique

Le concept développé par Knap témoigne d'une étape primordiale dans le domaine de la domotique : la démocratisation de l'électricité. Grand nombre des objets développés dans son catalogue sont aujourd'hui courants : le chauffe-eau, le lave-vaisselle et le fer à friser en sont des exemples. Les travaux de Knap souffrirent des mêmes maux que la domotique. Les objets développés témoignent d'une avance technologique évidente, et bien que ces démonstrations étaient appréciées, il fallut attendre plusieurs dizaines d'années pour que le succès commercial escompté ait lieu [32].

c. **Bwired** (Knuvers 2000):

Un passionné de domotique Hollandais (Pieter Knuvers) a instrumenté son domicile et réalisé une interface Web complète permettant de superviser l'ensemble des capteurs, actionneurs et données collectées. Il a mis cette interface en ligne, en laissant libre accès au grand public. La démarche de Knuvers est de démocratiser l'usage des nouvelles technologies à l'habitat, démontrant ainsi qu'il est possible et accessible pour un particulier d'instrumenter sa maison pour obtenir un gain de service [24].

L'intérêt de cette installation réside dans le partage des données. En effet, en plus des données habituelles du bâtiment (température, humidité, états des lampes/volets...), le concepteur a décidé de "sur-instrumenter".

- **L'image de la dernière personne à avoir sonné à la porte, avec l'horodatage associé.**
- **L'image de la dernière personne à avoir inséré du courrier dans la boîte aux lettres, avec l'horodatage associé.**
- **Les statistiques journalières et cumulées d'utilisation des toilettes.**
- **Le poids des différents membres du foyer.**
- **Les journaux téléphoniques (appels reçus, manqués, émis).**
- **Le journal complet des différents états des capteurs.**

Cette réalisation met en œuvre ce que l'on pourrait considérer comme l'état de l'art industriel de la domotique, même si de nombreux outils sont plutôt artisanaux (logiciel de supervision). Les questions juridiques et éthiques se posent au vu des informations publiées sur internet, comme par exemple l'heure de passage du facteur ainsi que la photo associée. Contacté, M. Knuvers a indiqué que ce site se voulait comme démonstratif, et qu'il voulait promouvoir un habitat écologique et accessible. Il n'a pas souhaité communiquer en ce qui concerne l'exposition de la vie privée.

d. **The TRON House** (Tokyo, Japon):

Cette maison ne représente pas uniquement un démonstrateur technologique, mais également une démonstration d'intégration architecturale. Des travaux importants ont notamment été faits sur la structure et les matériaux afin d'optimiser les apports naturels (*la fig2.5* montre l'arrière de la maison, conçue pour maximiser les apports solaires), mais surtout le confort des habitants (qualité de finition, niveau d'équipement). Dans une logique culturelle, on retrouve ainsi les éléments principaux d'un foyer japonais [25].



Figure 2.5: The TRON Intelligent House

Cette maison est l'un des tous premiers exemples " modernes " de maison intelligente, déployant un nombre très important d'applications nouvelles sur des technologies émergentes à l'époque. Cependant, malgré le nombre d'applications important que l'on peut retrouver au sein de cette réalisation, il n'y a pas eu de travail " d'intégration " technologique, tous les éléments " intelligents " ont été conçus spécifiquement par le concepteur [25].

e. **PAPI ou Toyota Dream House** (Environs de Nagoya, Japon):

La " Toyota Dream House " ou PAPI est la suite du projet " TRON Intelligent House " de Ken Sakamura. Ce nouveau projet, d'une superficie double ($689m^2$) reprend les acquis précédents, en y ajoutant des nouvelles technologies comme la gestion des véhicules électriques dans le garage ainsi que les technologies d'interaction sans contact [26].



Figure 2.6: Vue extérieure de " The Toyota Dream House "

La Toyota Dream House s'appuie également sur des concepts forts de l'intelligence ambiante, comme l'ubiquité et l'internet des choses. En ce qui concerne l'ubiquité, les interfaces utilisateurs sont contextuelles. L'occupant dispose ainsi sur un terminal d'une interface de gestion dont le contenu s'adapte en fonction de la localisation de l'utilisateur, favorisant ainsi le contrôle des objets à proximité. Par ailleurs, beaucoup d'objets sont identifiés au moyen de technologie sans contact (RFID dans ce cas). C'est le cas des aliments conservés dans le réfrigérateur. Cette identification permet d'informer l'habitant sur les " stocks " et l'état de ceux-ci. L'auteur fait état d'une gestion des dates de péremption.

Cette maison est toujours en activité d'après le site internet qui lui est consacré [27].

Les travaux de Ken Sakamura dans le domaine des maisons intelligentes se sont poursuivis avec la construction de la " U-Home " [28]. Ces travaux ont permis à l'auteur de définir les critères d'une maison intelligente. Il est regrettable que peu de publications aient été faites, les travaux réalisés étant de qualité : ceux-ci font en effet preuve d'avancées majeures dans le domaine technologique, dans le domaine de l'intégration et sur le plan de l'usage, avec notamment la prise en compte des coutumes architecturales locales.

f. **The Adaptive House** (Environs de Bolder, Colorado, Etats-Unis)

La " maison adaptative " est une ancienne école construite en 1905 et fermée en 1956. Elle fut entièrement rénovée en 1991 par M. Mozer, pour un usage personnel, puis pour des besoins de recherche. Cette rénovation a entraîné une lourde instrumentation, avec notamment près de 8kms de câbles en courants faibles pour les réseaux de communication, reliant 75 capteurs et un grand nombre d'actionneurs [29].

Le but poursuivi était d'explorer le concept de la maison auto-programmable, libérant ainsi les habitants des tâches de gestion. Les participants au projet soulignent en particulier qu'une maison doit s'adapter au rythme de vie d'un individu, voire d'une famille, et que la maison devait alors apprendre les habitudes de l'utilisateur, en extraire des régularités et en déduire des règles.

C'est pourquoi, un système d'apprentissage et de contrôle a été mis au point, en s'appuyant sur des technologies alors développées ou déjà existantes. Ce système, ACHE, permet donc d'anticiper les besoins des utilisateurs, en régulant l'éclairage, la température et la ventilation tout en assurant un niveau de consommation d'énergie optimal [29].

g. **House_n et PlaceLab** (MIT):

House_n est un projet collaboratif et pluridisciplinaire réalisé par le département d'architecture du MIT (Massachusetts Institute of Technology), dont le but est de prototyper une maison " du futur ".

House_n héberge le PlaceLab, qui sert en particulier de support expérimental à de nombreux travaux liés à l'intelligence ambiante, comme la détection d'activité en utilisant des capteurs spécifiques, les MITes.

Pour des fins de recherches, des " habitants volontaires " résident au sein de cette structure. Cette occupation et utilisation permet la génération de jeux de données rendus disponibles à la communauté.

Ces travaux ont permis, en partie, de conceptualiser les " Living Labs ". Ce concept de Living Lab, émanant du MIT, est récurrent dans certains travaux liés à l'habitat intelligent, par leur proximité avec la notion de " vivre dans un laboratoire ". Le laboratoire devient ainsi un habitat. Ce concept s'appuie sur une mixité de compétences, pour traiter des problématiques liées à l'intelligence ambiante [30].

h. **The Aware Home** (Georgia Institute of Technology):

” The Aware Home ” est une maison gérée par le Georgia Tech Institute. Cette maison de $470m^2$ sur 3 niveaux est constituée de deux étages principaux et strictement identiques, l'un pour mener des expérimentations in situ, l'autre pour intégrer des technologies en parallèle. Cette implantation permet une disponibilité maximale des équipements : des expérimentations faisant intervenir des habitants pouvant être menées en parallèle à des mises à niveau techniques. Les réalisations issues de cette maison sont variées, confortant l'approche pluridisciplinaire voulue par son aménagement. Les travaux portent aussi bien sur des réalisations centrées utilisateurs (Interaction hommes/ machines, interactions homme/ environnement) que sur les technologies (réseaux de capteurs).

Cette réalisation se caractérise, comme House_n, par une approche pluridisciplinaire de l'habitat, hébergeant des domaines de compétences multiples : télécommunications, informatique, ergonomie. Cependant, elle se distingue des autres travaux par sa forte approche expérimentale, avec l'utilisation des deux niveaux en parallèle [31].

2.3.2 Synthèse sur les maisons intelligentes

Les travaux menés en domotique et dans le domaine de l'intelligence ambiante ont été appliqués à l'habitat, donnant naissance, entre autres, aux maisons intelligentes. Dès 1867, par initiative personnelle, des maisons ont été " augmentées " par des automates qui pouvaient être programmés (déclenchés par l'horloge). Par la suite, d'autres maisons ont été développées pour répondre à différents besoins (commerciaux, recherches, amélioration du confort de son habitat, etc.). *Letableau2.1* ainsi que *lafig2.7* présentent une synthèse de ces travaux.

Nom	Année	Auteur principal	Usage	Intérêt majeur	Statut
Le prieuré	1867	Robert-Houdin	Personnel	Ingéniosité de l'auteur	Inconnu
La Maison électrique	1913	Knap	Commercial	Innovations d'ordre électrique	Inconnu
Bwired	>2000	Knuvers	Personnel	Densité d'instrumentation	Habitée
The TRON House	1988	Sakamura	Industriel	Finition, Précocité de l'infrastructure de communication	Démantelée
PAPI	2003	Sakamura	Industriel	Finition, Précocité de l'ubiquité	Inconnu
The Adaptive House	1993	Mozier	Personnel et académique	Degré d'intelligence artificielle	Habitée
PlaceLab	>2000	Intille	Académique	Pluridisciplinarité du personnel de recherche	EN activité
The Aware Home	>2000	Kientz & jones	Académique	Approche expérimentale	EN activité

Table 2.1: Synthèse des maisons intelligentes

Les travaux que nous avons présentés illustrent les évolutions introduites dans la conception des maisons intelligentes. Les premières évolutions sont centrées sur l'intégration d'avancées technologiques (automatismes, électricité, communication entre les objets...). En plus d'intégrer les avancées techniques, les maisons intelligentes ont, au cours du temps, servi à répondre à de nouvelles problématiques liées à l'habitant.

Dès le début des années 90, les technologies ajoutées ont pour but d'optimiser d'énergie et pour adapter aux habitants (par l'utilisation de l'intelligence artificielle pour l'auto programmation de la maison, par exemple) ou l'intégration d'objets ubiquitaires.

Enfin, les dernières maisons mises en place (depuis les années 2000) intègrent en plus de ces deux niveaux " technologiques ", des évolutions en matière de conception. Les travaux présentés expriment un point essentiel : un habitat intègre un habitant. Ils sont en effet pour la plupart habités, ou l'ont été, et le cas échéant, ont connu une certaine forme d'échec. Les maisons actuellement développées orientent les évolutions autour de l'habitant (et non autour des avancées technologiques), de son activité et de son confort , Le but de toutes ces études et entreprises est d'augmenter le confort de la population et d'optimiser la consommation d'énergie dans les maisons [35].

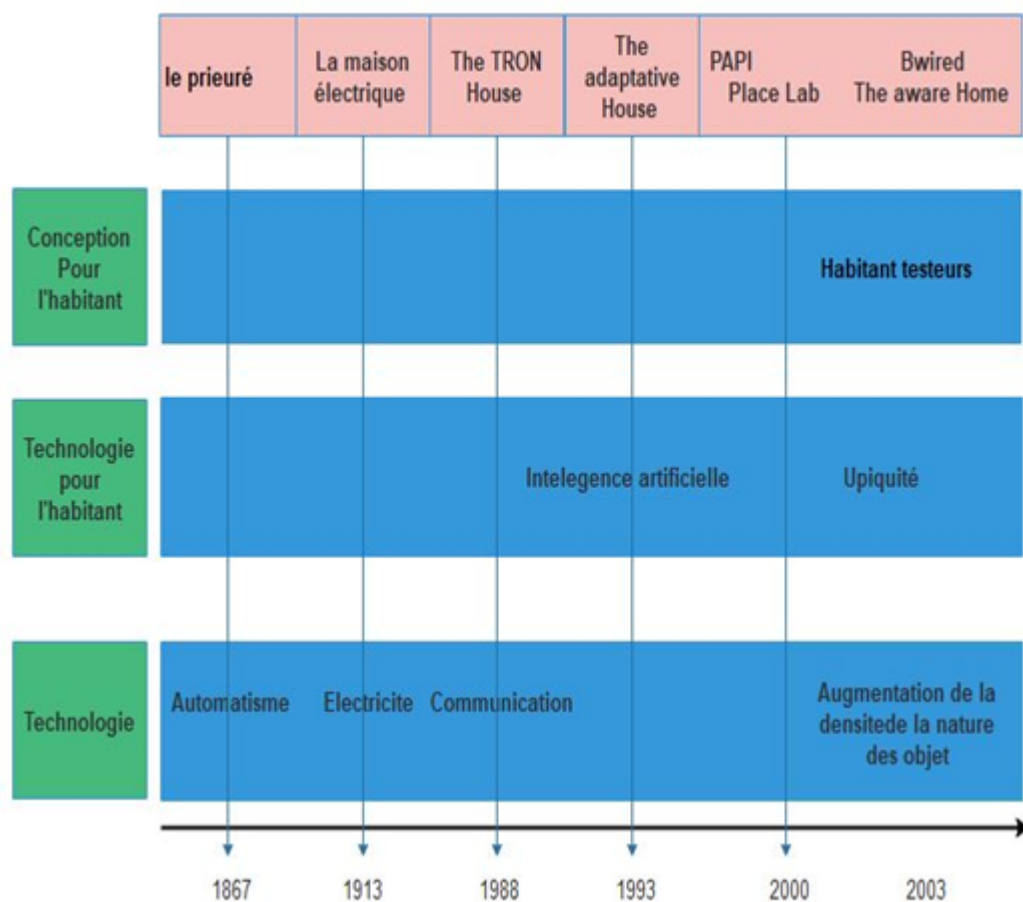


Figure 2.7: Evolution des maisons technologiques

2.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons clarifié l'état de l'art. En passant par la classification des systèmes et les objectifs que chaque système d'optimisation d'énergie dans la maison intelligente essaie d'atteindre.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter une approche d'optimisation qui permet d'optimiser l'énergie dans des maisons intelligentes.

CHAPTER 3

CONCEPTION

3.1 Introduction

Pour créer un système valide on doit tout d'abord proposer une bonne architecture qui permet de modéliser le système. Dans ce chapitre, nous allons proposer l'architecture de notre système qui est basé sur l'Arduino. Pour calculer les valeurs optimales de température, ventilation et lumière, nous avons utilisé un algorithme génétique.

3.2 Architecture

Pour identifier le système et la façon dont cela fonctionne, nous allons passer par deux sections principales.

- **Environnement de modélisation**

Il existe de nombreux outils de modélisation et schémas de dessin disponibles sous forme de programmes gratuits ou payants, nous pouvons citer: SmartDraw, Objecteering, ConceptDraw PRO, RationalnRose Modeler, ModelMaker. Nous avons utilisé l'outil **EdrawMax** pour créer des graphiques qui modélise notre système.

- **EdrawMax :**

Edraw Max est un logiciel de diagrammes techniques métier 2D qui permet de créer des organigrammes, des cartes conceptuelles, des diagrammes de réseau, des plans d'étage, des diagrammes de flux de travail, des graphiques métier et des diagrammes d'ingénierie. La version actuelle, Edraw Max 9.1 a été publiée pour Microsoft Windows, macOS et Linux [37].

3.2.1 Organigramme

L'algorithme proposé est illustré à *la fig3.1*. Après avoir démarré le système, nos capteurs transmettent la température et l'humidité, la luminosité, le mouvement et l'électricité. Ces valeurs sont transférées à Arduino, il est donc décidé d'exécuter les appareils ou non en comparant les valeurs aux paramètres spécifiés.

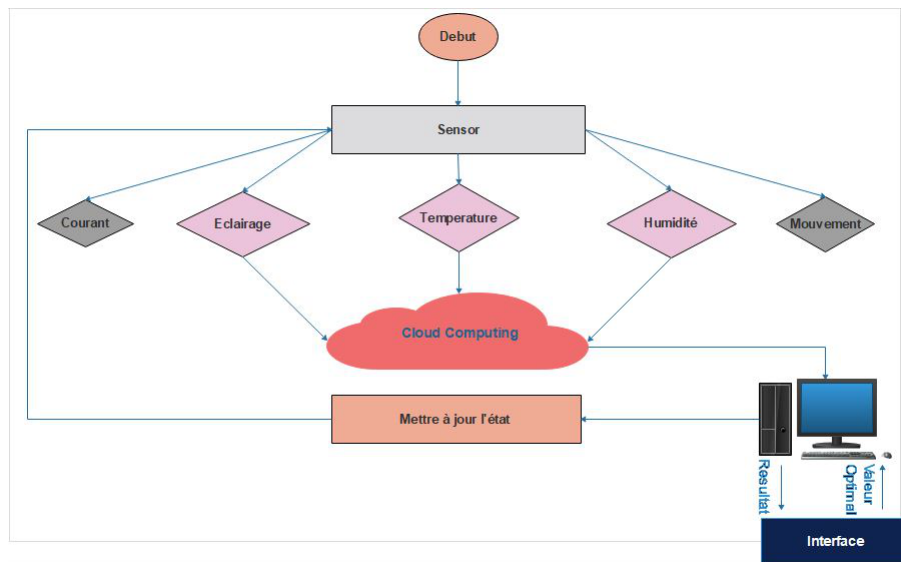


Figure 3.1: Organigramme General

Description d'organigramme :

Au départ, nous avons quatre capteurs, un pour la luminosité, la température et l'humidité, plus le capteur de mouvement et le courant. Nous ne fonctionnerons qu'avec trois capteurs qui détectent la température, la lumière et l'humidité.

Après que les capteurs détectent les valeurs, vous les envoyez les valeurs à cloud computing, le cloud computing envoie ensuite les valeurs à l'algorithme génétique. Cet algorithme optimise ces valeurs à travers ses étapes, **Selection, Croisement, Mutation**.

Une fois que l'algorithme optimiser ces valeurs, il met à jour la situation, optimiser ainsi la consommation d'énergie et offrant un plus grand confort.

Interface

- Insérer les valeurs de confort.
- Afficher l'information de capteurs.
- Afficher les résultats d'algorithme.

Capteurs

- Détectée les valeurs d'environnement.
- Envoyez-les à Cloud computing.

Ordinateur

- Recevoir des données de Cloud.
- Optimiser les valeurs.

Cloud Computing

- Stockage de données.
- Recevoir et envoyer des données.

3.2.2 Schéma fonctionnel

La fig3.5 illustre la structure du système. Dans le côté gauche de la figure, il y a les capteurs, qui transmettent des données et des informations au contrôleur. En sortie, les composantes sont divisées en deux parties:

la première sur le téléphone et la connexion est Bluetooth ou via Wi-Fi.

La seconde est à travers l'écran LCD et la procédure est effectuée au niveau des appareils connectés à Relay.

La sortie sur le téléphone nécessite une connexion Internet pour afficher l'état du micro-programme et les capteurs en temps réel. L'écran LCD affiche également un état stable et des capteurs, mais sans avoir besoin de se connecter à Internet. L'autre sortie est sous forme de travail, qui allume ou éteint les appareils électriques.

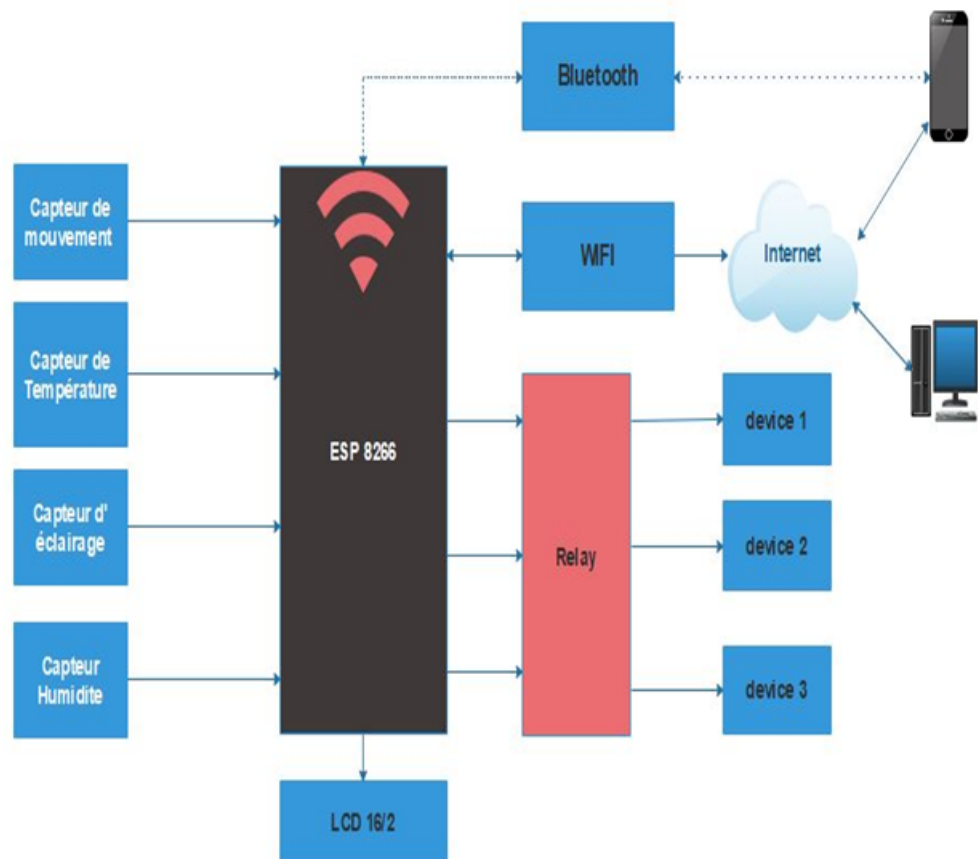


Figure 3.2: Schéma fonctionnel

3.3 Les Modèles

- **Les Capteurs :**

Pièces électroniques qui détectent la température et l'humidité, il permet aussi de détecter les mouvements, l'éclairage et l'électricité.

- **Micro-controller :**

La carte mère qui manipule et contrôle les signaux d'entrée/sortie.

- **Entrée/sortie :**

Les entrées sont les retours ou les signaux qui proviennent des capteurs à la carte mère. Les sorties sont l'opération que la carte mère va prendre en fonction de l'entrée. Aussi les résultats qui s'affichent à l'écran LCD.

- **Les actions :**

Action pour allumer ou éteindre les appareils.

3.3.1 Les Capteurs

- **Humidité/Température :**

Capteur de t° et d'humidité basé sur le DHT11. Il communique via une liaison 1-Wire:

- * plage de mesure humidité: 20-90% HR
- * plage de mesure température: 0-50°C.

L'avantage de ce capteur est la combinaison de la mesure de la température et de l'humidité dans un boîtier compact. Cependant, l'inconvénient est le faible taux d'échantillonnage de la mesure, de sorte qu'un nouveau résultat de mesure est disponible seulement toutes les 2 secondes. Ce capteur est donc très bon pour les mesures sur la durée [38].

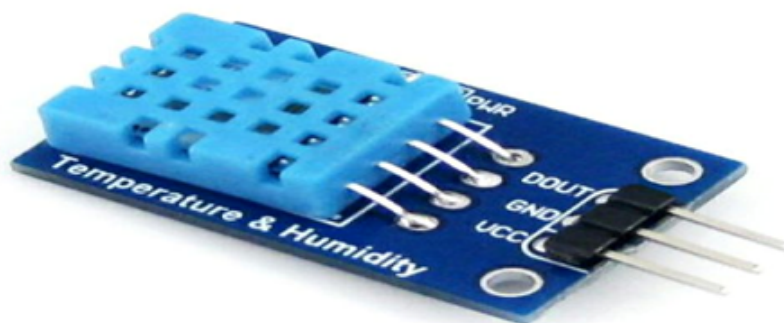


Figure 3.3: Capteur Humidité/Température

- **Capteur de mouvement :**

Les senseurs PIR sont utilisés par les robots/animaux humanoïdes pour effectuer la détection de mouvement.

La distance de détection peut aller jusqu'à 6 à 7 mètres. Le senseur PIR est typiquement le type de technologie utilisée pour la détection de mouvement mis en œuvre dans les systèmes d'alarme [39].



Figure 3.4: Capteur de Mouvement

- **Capteur d'éclairage :**

C'est le capteur utilisé pour les barrières Laser, et la détection d'éclair et de flash. Ce capteur est un LDR, une résistance qui varie suivant l'intensité lumineuse. Ce capteur fonction très bien, il faut par contre mettre ce capteur dans un tube pour éviter de capter les lumières parasites [40].



Figure 3.5: Capteur d'éclairage

- **Capteur d'électricité :**

Un capteur d'électricité est un dispositif qui détecte le courant électrique dans un fil et génère un signal proportionnel à ce courant. Le signal généré peut être une tension ou un courant analogique ou même une sortie numérique. Le signal généré peut ensuite être utilisé pour afficher le courant mesuré dans un ampèremètre, ou il peut être stocké pour une analyse ultérieure dans un système d'acquisition de données, ou peut être utilisé à des fins de contrôle [41].

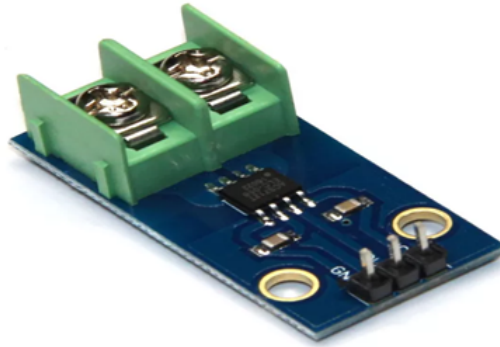


Figure 3.6: Capteur d'électricité

- **Relay :**

Le relais est un commutateur électronique qui est utilisé pour contrôler les charges à haute tension, par exemple 220 volts à travers un signal de basse tension de 5 volts tel qu'un panneau de commande tel que l'ESP8266.

Il est généralement utilisé pour contrôler l'éclairage d'une pièce ou d'un hall, ainsi que pour le fonctionnement de ventilateurs ou d'unités de refroidissement de réfrigérateurs si la température augmente [42].



Figure 3.7: Relay

- **I2C :**

Screen opérateur, réduit le nombre de pieds utilisés par le contrôleur pour fonctionner. Il permet d'afficher des caractères de 6 à 2 pieds, permettant la connexion de plus de capteurs, moteurs et autres caractéristiques sans avoir besoin d'ajouter un deuxième panneau [43].



Figure 3.8: I2C

- **LCD :**

L'écran LCD (Liquid Crystal Display) est un module d'affichage électronique qui permet de trouver un large éventail d'applications. Un écran LCD 16x2 est un module très basique et très couramment utilisé dans divers appareils et circuits. Ces modules sont préférés sur sept segments et d'autres LED multi-segments. Les raisons étant: les LCD sont économiques; facilement programmable; n'ont aucune limitation d'affichage des caractères spéciaux et même personnalisés (contrairement à dans sept segments), des animations et ainsi de suite.

Un écran LCD 16x2 signifie qu'il peut afficher 16 caractères par ligne et il y a 2 lignes de ce type. Dans cet écran LCD, chaque caractère est affiché en matrice de 5x7 pixels. Cet écran LCD a deux registres, à savoir, Command et Data [44].



Figure 3.9: LCD 16x2

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous allons présenter en détail l'algorithme génétique utilisé pour effectuer l'optimisation. Donc, nous devons répondre à ces questions :

Quel est l'algorithme génétique utilisé et quelles sont ses étapes les plus importantes, et comment cela fonctionne?

3.4 Quel est l'algorithme génétique !

Les algorithmes génétiques (AG) sont des méthodes qui font partie d'une famille de méthodes stochastiques appelées méthodes évolutionnistes reposant sur une analogie avec la théorie de l'évolution naturelle, selon laquelle les individus d'une population les mieux adaptés à leur environnement ont une plus grande probabilité de survivre, de se reproduire de génération en génération, en donnant des descendants encore mieux adaptés. Comme dans les mécanismes naturels de la reproduction, les principaux opérateurs qui affectent la constitution d'un chromosome, qui code les caractéristiques des individus, sont le croisement et la mutation [45].

3.4.1 Le Principe d'AG

Les AG sont des algorithmes d'optimisation qui s'appuient sur des techniques dérivées de la génétique et des mécanismes de sélection naturelle. Pour transposer les processus génétiques observés dans l'évolution des espèces au domaine de l'optimisation, Holland a introduit deux points fondamentaux :

L'évolution des espèces est un processus qui opère sur des structures appelées chromosomes. Dans les algorithmes génétiques, on transforme tout point de l'espace de recherche en un chromosome appelé encore chaîne ou individu. Chacune de ces chaînes représente, sous une forme codée, l'ensemble des valeurs des paramètres. Par exemple, pour un problème à trois paramètres, une chaîne sera formée par la concaténation des trois valeurs réelles $\langle x_1, x_2, x_3 \rangle$ [46].

Dans la nature, l'adaptation d'un individu reflète sa capacité de survivre dans son environnement. En optimisation, la valeur de la fonction objective mesure l'adaptation de l'individu à l'environnement. Un individu est donc d'autant mieux adapté qu'il satisfait le critère d'optimisation.

A partir de ces deux concepts : codage des paramètres et mesure d'adaptation, on peut décrire le fonctionnement général des algorithmes génétiques.

Les AG débutent par l'initialisation aléatoire d'une population P de N individus. La population évolue sur plusieurs générations. A chaque génération g , les individus de la population $P(g)$ sont évalués et les plus adaptés sont autorisés par l'opérateur sélection à avoir un grand nombre de descendants. Une mise en œuvre de cet opérateur consiste à donner pour chaque individu une probabilité d'avoir un descendant dans la génération suivante, proportionnelle à sa performance.

Les mécanismes de mise en œuvre les plus employés sont la roue de loterie, le tournoi ou la décimation et ils seront détaillés plus loin. Ils ont tous en commun de générer une population $P'(g)$ de même nombre N d'individus formés des copies des individus appelés à se produire. Pour former la nouvelle génération, les opérateurs de croisement et de mutation sont alors appliqués sur des individus sélectionnés aléatoirement dans P' [47].

La performance d'un individu est mesurée par une fonction de performance ou d'adaptation (fitness en anglais) qui se déduit de la fonction objectif, car les AG sont naturellement formulés en termes de maximisation [48].

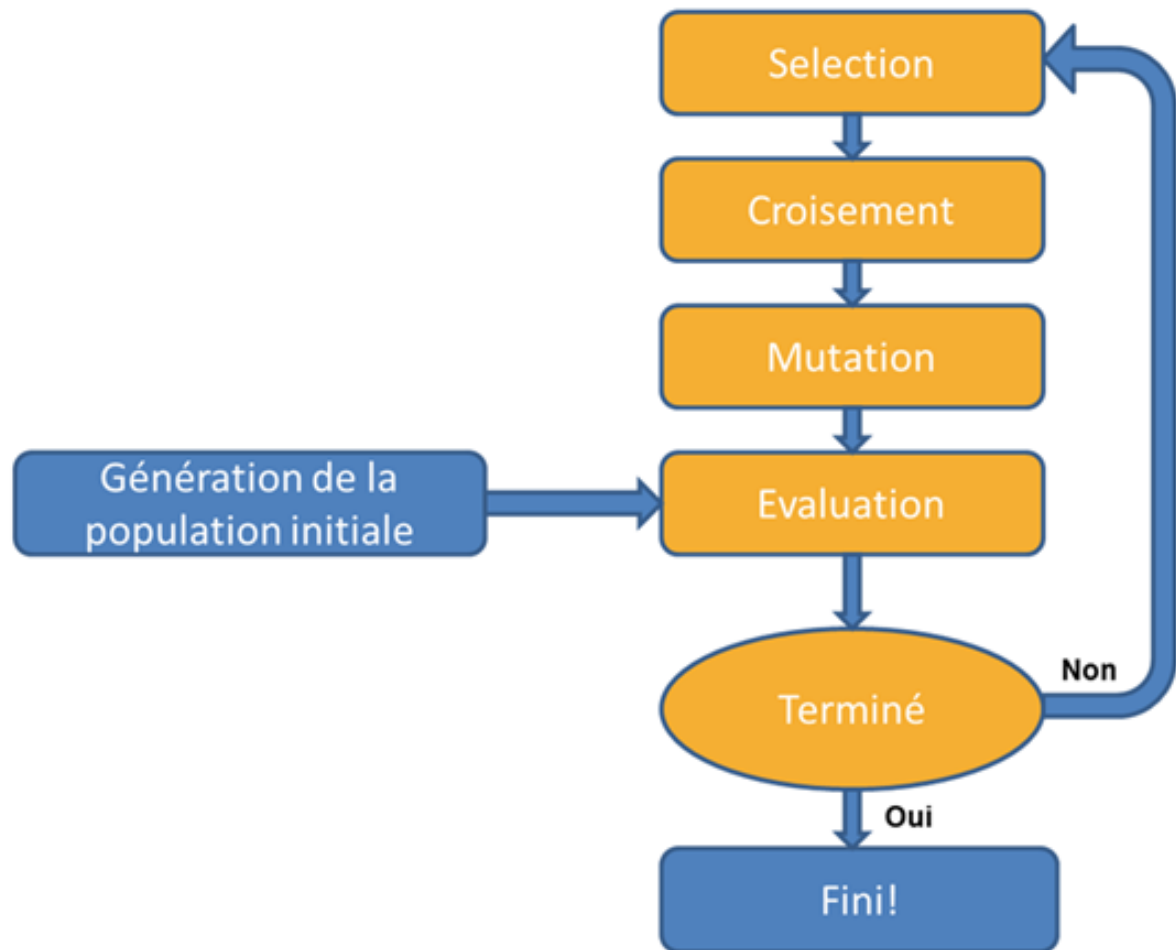


Figure 3.10: Principe d'un AG

3.4.2 Codage d'AG

Pour utiliser les AG, la première chose à se demander est: " Comment décrire un individu? ". C'est à dire, comment les paramètres peuvent se coder ?

La réponse à cette question a une influence forte sur l'implémentation des mécanismes de croisement et de mutation. Un gène correspond de fait à un paramètre et un seul x_i . Un chromosome est constitué par un ensemble de gènes et décrit complètement un individu.

L'ensemble des individus est appelé population. On aboutit ainsi à une structure présentant quatre niveaux d'organisation (*fig3.14*). Un chromosome est une concaténation des gènes (*fig3.15*) [49].

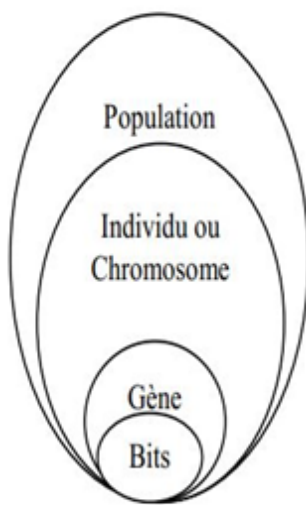


Figure 3.11: les
4 niveau de AG

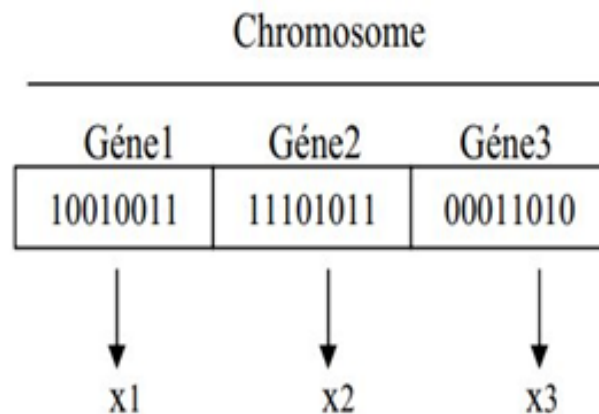


Figure 3.12: Codage des
variables d'optimisation

Il y a plusieurs types de codage : binaire, réel, codage de Gray et codage dynamique des paramètres. Chacun ayant ses propres avantages et inconvénients. Dans notre projet, nous utiliserons le codage réel.

Dans le cas du codage binaire, des difficultés surviennent pour calculer la fonction objective et traiter les problèmes à plusieurs variables:

Les fonctions objectives sont exprimées sous forme réelle. Les chromosomes binaires doivent alors être convertis à chaque évaluation.

Les problèmes multi-variables sont ramenés à des problèmes mono-variable par concaténation des inconnues en un seul chromosome. A chaque évaluation, la chaîne de bits résultante doit alors être découpée en autant de sous-chaînes qu'il y a d'inconnues. Ces sous-chaînes sont converties en nombres réels pour l'évaluation de la fonction objective.

Une solution est tout simplement de représenter l'ensemble des variables par un vecteur : $X = \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$ où chaque x_i est un nombre réel. Cette façon de faire est le codage réel. Il emploie à cet effet des mécanismes plus adaptés, reposant principalement sur une représentation réelle des chromosomes [50].

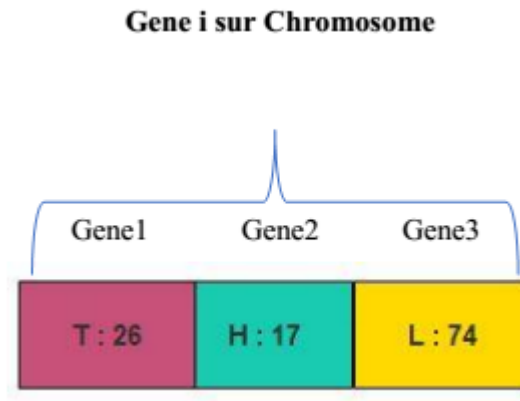


Figure 3.13: Chromosome codé réel

T : Temperature
H : Humidité
L : Luminosité

3.4.3 Population initiale

Le choix de la population initiale d'individus conditionne fortement la rapidité et l'efficacité de l'algorithme. Si la position de l'optimum dans l'espace d'état est totalement inconnue, il est naturel de générer aléatoirement des individus en faisant des tirages uniformes dans chacun des domaines associés aux composantes de l'espace d'état en veillant à ce que les individus produits respectent les contraintes. Si par contre, des informations a priori sur le problème sont disponibles, il paraît bien évidemment naturel de générer les individus dans un sous domaine particulier afin d'accélérer la convergence.

Dans l'hypothèse où cet objectif est trop difficile à attendre ; on peut tenir compte des contraintes en les incluant dans le critère sous forme de pénalités. Ainsi, un individu qui viole une contrainte se verra attribuer une mauvaise adaptation et sera éliminé par le processus de sélection [51].

3.4.4 fitness

La construction de fitness (ou évaluation) appropriée à partir de la fonction objectif est très importante pour obtenir un bon fonctionnement des AG.

La fonction d'adaptation (fitness) est le seul lien direct entre l'AG et le problème à résoudre.

Elle permet de mesurer la qualité d'une solution et de guider la recherche vers des régions performantes de l'espace des solutions. Son choix est primordial pour le bon fonctionnement de l'algorithme. Lors de la sélection proportionnelle à la fonction d'évaluation, un individu est reproduit un nombre de fois proportionnelles. La pression qu'il exerce dans la population est d'autant plus grande que sa fonction d'évaluation est élevée.

Il faut distinguer entre la fonction objective et la fonction d'évaluation ou d'adaptation.

La fonction objectif dépend de la nature du problème à résoudre. La solution optimale du problème est obtenue à partir de la fonction d'évaluation. Dans le cas d'un problème de minimisation, la solution est associée à la plus petite valeur trouvée de la fonction d'adaptation calculée pour chaque individu de la population. Dans le cas d'une maximisation, alors la valeur la plus grande de la fonction sera prise en compte [52].

3.4.5 Les opérateurs génétiques

Les opérateurs génétiques jouent un rôle prépondérant dans la possible réussite d'un AG. Ils définissent la manière dont les chaînes binaires se recombinant pendant la phase de reproduction. Ils permettent ainsi la création de nouvelles chaînes [46].

a. La sélection :

Par analogie au processus de sélection naturelle, un caractère aléatoire est conféré à la sélection des individus tout en exploitant les valeurs de la fonction d'adaptation. La sélection permet d'identifier statistiquement les meilleurs individus d'une population et d'éliminer les mauvais. Seuls les individus passant l'épreuve de sélection peuvent accéder à la génération intermédiaire et s'y reproduire [53].

b. Le croisement :

Le croisement (crossover en anglais), ou opérateur de recombinaison, est vu comme l'opérateur de recherche essentiel d'un algorithme génétique. Ceci explique certainement les nombreuses études théoriques et empiriques concernant les divers types de croisements.

Le croisement a pour objectif de recombinaison l'information contenue dans deux individus, considérés comme parents, pour en former de nouveaux individus, les enfants.

Cet opérateur ne s'effectue qu'avec une certaine probabilité. Plus cette probabilité p_c est élevée plus la population subira de changement.

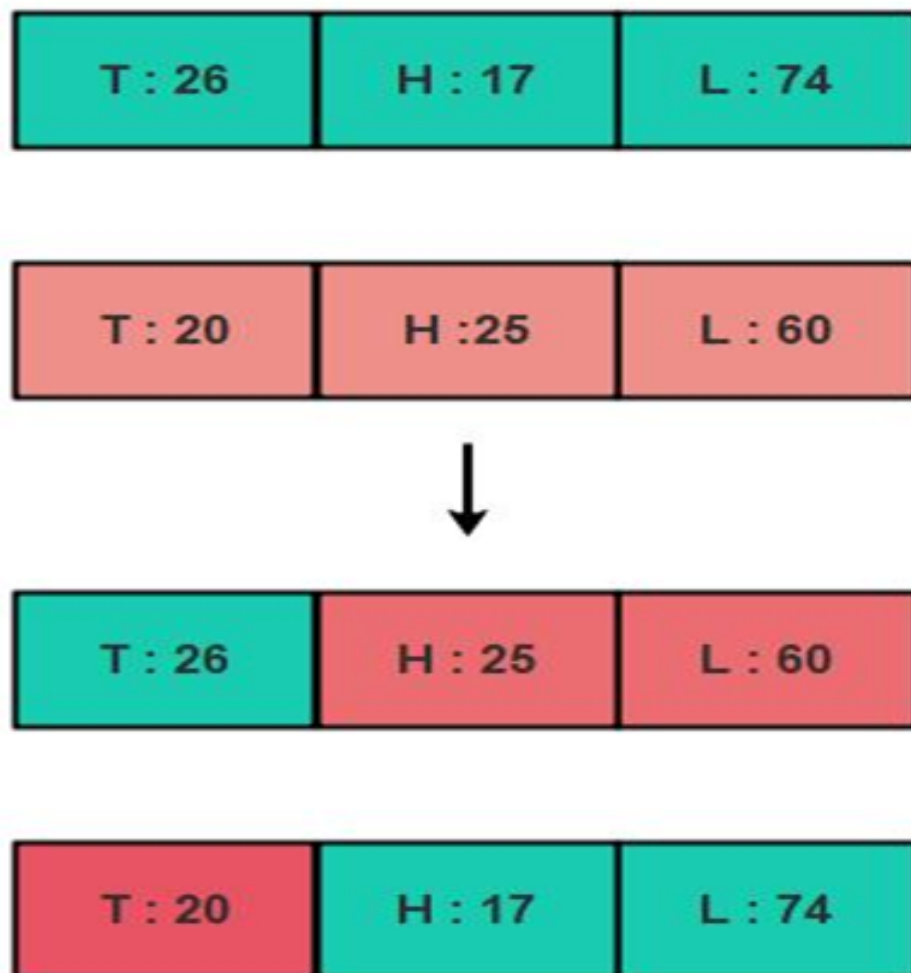


Figure 3.14: Le croisement

c. La mutation :

Cet opérateur est appliqué sur chaque chromosome issu de l'opération de croisement ou appartenant à une population. L'action de l'opérateur de mutation consiste à changer ou à permuter des valeurs des gènes du chromosome C avec une probabilité Pm . Cette probabilité de mutation est assez faible en pratique. On peut observer à un moment du cycle de l'AG que des individus générés n'évoluent plus. Pour les faire évoluer, l'opération de mutation peut modifier les valeurs des gènes pour constituer des individus non similaires. Cet opérateur permet une recherche de la solution au problème à optimiser dans un domaine très restreint.

L'utilité de cet opérateur est donc l'exploitation de l'espace de recherche des solutions. Ces mutations ne créent généralement pas de meilleures solutions au problème mais elles évitent l'établissement de populations uniformes incapables d'évoluer [50].

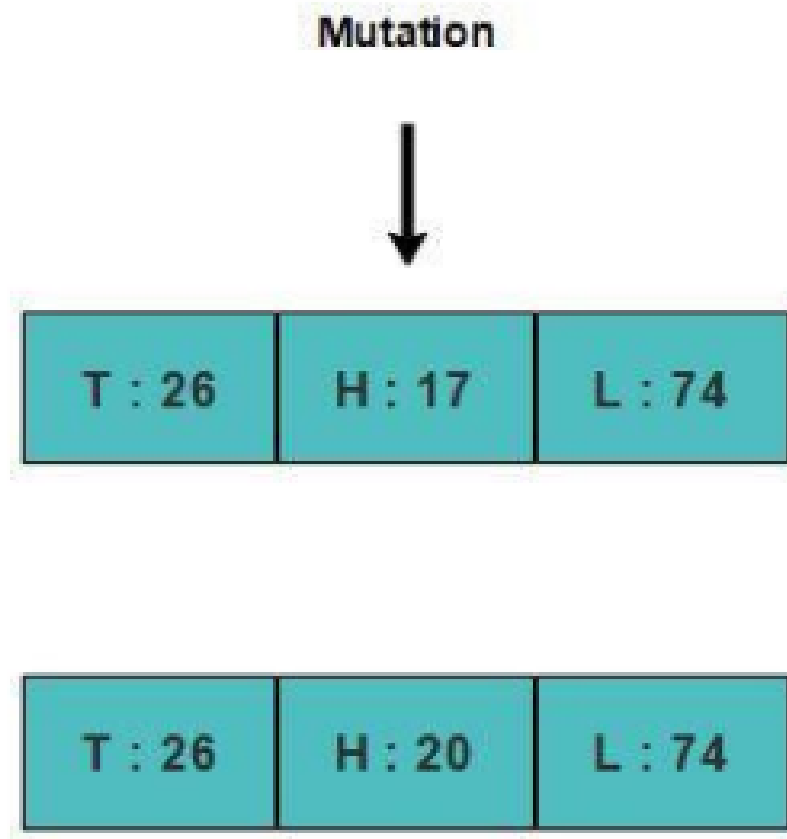


Figure 3.15: La Mutation

Les objectifs de ce mécanisme d'optimisation sont de maximiser le confort de l'occupant de la maison $f(C)$ et de minimiser la consommation totale d'énergie $f(E)$. Pour évaluer la performance et l'efficacité de notre système, nous allons proposer deux fitness. Premièrement, nous avons le fitness pour le confort, appelé : $f(C)$

$$F(C) = Ct * \frac{T_p}{T_i} + Ch * \frac{H_p}{H_i} + Cl * \frac{L_p}{L_i}$$

Ct : Est un nombre constant allant de 0 à 1, $[0 \dots 1]$ et représente l'importance de la température pour le moment, et les changements selon le temps, par exemple l'importance du refroidissement soit élevé à midi, etc.

Ch : Est un nombre constant allant de 0 à 1, $[0 \dots 1]$ et représente l'importance de la humidité pour le moment, et les changements selon le temps.

Cl : Est un nombre constant allant de 0 à 1, $[0 \dots 1]$ et représente l'importance de la Luminosité pour le moment, et les changements selon le temps.

Cette valeur est déterminée par l'importance de l'opération: par exemple, le matin, la valeur de Cl pour la luminosité est (0,2) Et la nuit la valeur est (0,8) ou plus etc.

Tp : La température parfaite.

Hp : La humidité parfaite.

Lp : Luminosité parfaite.

Ti : La température détectée.

Hi : La humidité détectée.

Li : Luminosité détectée.

La deuxième fitness permet de calculer la valeur de la consommation d'énergie, et donc la valeur la plus basse est la meilleure :

$$F(E) = Et + El + Em$$

Et : L'énergie consommée par les appareils de refroidissement et de chauffage.

El : l'énergie consommée par les appareils de ventilation.

Em : l'énergie consommée par les appareils de d'éclairage.

Grâce au compte le fitness, nous établirons un tableau indiquant les taux de confort de la population ainsi que la consommation d'énergie.

Paramètres d'évaluation	inacceptable	acceptable	Excellent
Valeurs de satisfaction	[0,1]	[1,2]	[2,3]
Laconsommation d'énergie [Kwh]	[30,35]	[25,30]	[20,25]

Table 3.1: Paramètres d'évaluation

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'architecture de notre système et les différentes composantes de celui-ci, l'organigramme et le schéma fonctionnel, ainsi qu'une image plus claire des modèles et des capteurs. Nous avons présenté aussi l'algorithme génétique et ses étapes et la façon dont il fonctionne pour atteindre les objectifs de notre projet.

Le prochain chapitre discutera de la mise en œuvre de notre système et ses fonctionnalités.

CHAPTER 4

IMPLEMENTATION

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous tenterons d'identifier les objectifs et les exigences de notre mémoire de fin d'étude. Au premier lieu, nous identifions et expliquons la plupart du matériel et des logiciels mis à notre disposition pour réaliser notre application, ainsi que nous expliquons les liens entre les appareils et les algorithmes d'optimisation. Enfin, nous présentons les résultats de notre implémentation.

4.2 Les objectifs

Notre système est capable de recevoir plusieurs valeurs qui viennent de capteurs distribué dans la maison comme le capteur de la température, l'humidité et la lumière. Ces valeurs sont stockées dans un cloud computing. L'objective générale de notre mémoire consiste à minimiser la consommation d'énergie et augmenter le confort des occupants de la maison.

4.3 Les outils

Nous pouvons résumer les outils et les astuces qui permettent le succès de ce projet dans les points suivants:

- Connexion Internet.
- Kit Nodemcu ou Kit Arduino.
- Capteurs.
- ESP8266 ou autre type de boucliers wifi.
- Cloud pour stocker des données et les récupérer.
- Connaissance en électronique.

4.4 Logiciels et matériels

Au début, nous allons présenter l'environnement de développement et le langage de programmation que nous avons utilisé pour programmer notre application intelligente. Ensuite, nous allons décrire le matériel utiliser pour réaliser notre projet:

Java en Eclipse

Nous avons utilisé le langage Java à travers le logiciel **Eclipse IDE**.

Eclipse IDE est un environnement de développement intégré libre (le terme Eclipse désigne également le projet correspondant, lancé par IBM) extensible, universel et polyvalent, permettant potentiellement de créer des projets de développement mettant en œuvre n'importe quel langage de programmation. Eclipse IDE est principalement écrit en Java (à l'aide de la bibliothèque graphique SWT, d'IBM), et ce langage, grâce à des bibliothèques spécifiques, est également utilisé pour écrire des extensions [54].

Qu'est-ce que Java !

Java est un langage de programmation orienté objet et un environnement d'exécution, développé par Sun Microsystems. Il fut présenté officiellement en 1995. Le Java était à la base un langage pour Internet, pour pouvoir rendre plus dynamiques les pages (tout comme le JavaScript aujourd'hui). Java est aujourd'hui officiellement supporté par Sun, mais certaines entreprises comme IBM font beaucoup pour Java [55].

Le langage Java avait beaucoup d'avantages, on peut citer quelques-unes:

- Portabilité excellente.
- Langage puissant.
- Langage orienté objet.
- Langage de haut niveau.
- JDK très riche.
- Nombreuses librairies tierces.
- Très grande productivité.
- Applications plus sûres et sblستا.
- Nombreuses implémentations, JVM et compilateurs, libres ou non.
- IDE de très bonne qualité et libres : Eclipse et Netbeans par exemple.
- Supporté par de nombreuses entreprises telles que Sun ou encore IBM et des projets comme Apache [56].

Arduino IDE

Arduino IDE est un environnement qui se compose d'un ensemble des composants électriques relié entre eux pour fournir une carte électrique. C'est une plate-forme basée sur une interface entrée/sortie simple qui permet de fournir un environnement pour le développer des applications.

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multi-plateforme, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler et uploader les programmes via l'interface en ligne de commande [57].

Les avantages de Ardouino :

- flexible pour les utilisateurs.
- Arduino est facile à utiliser.
- Avancés Fonctionne sur Mac, Windows et Linux.
- Open source et open source extensible.
- Environnement de programmation simple et clair.

Pour le matériel, nous avons besoins beaucoup de matériels qui sont décrit dans les paragraphes suivants:

Laptop HP

Le système est implémenté sur HP avec les spécifications suivantes :

- Cpu : intel(R) Core(TM) i3-3110M CPU @2.50GHz.
- RAM : 4 GB.
- Exploitation System : Windows 10.

NodeMCU ESP8266 system Wi-Fi

Les caractéristiques de ESP8266 :

- 32-bit RISC CPU: Tensilica Xtensa LX106, 80 MHz .
- 64 KiB of instruction RAM, 96 KiB of data RAM .
- External QSPI flash - 512 KiB to 4 MiB (up to 16MiB is supported).
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi.
- 16 GPIO pins.

Les avantages de ESP8266 :

- Petite taille
- Bas prix
- Module Wifi intégré
- Petit processeur intégré
- Soutenu par la communauté Arduino

4.5 Implementation

Nous allons maintenant expliquer les différentes composantes de notre système et comment peut-on les connectés pour réaliser notre projet?. Enfin, nous allons présenter quelques codes sources, interfaces et des graphes qui ploter les résultats de notre système.

4.5.1 Câblage des pièces

Nous avons utilisé logiciel Fritzing pour dessiner les différentes pièces. Fritzing est une initiative matérielle open-source qui rend l'électronique accessible comme un matériau créatif pour tout le monde. Nous offrons un outil logiciel, un site Web communautaire et des services dans l'esprit de Processing et Arduino, favorisant un écosystème créatif permettant aux utilisateurs de documenter leurs prototypes, de les partager avec d'autres, d'enseigner l'électronique dans une salle d'étude [58]. Les figures suivante montre le câblage de différents composants de notre système.

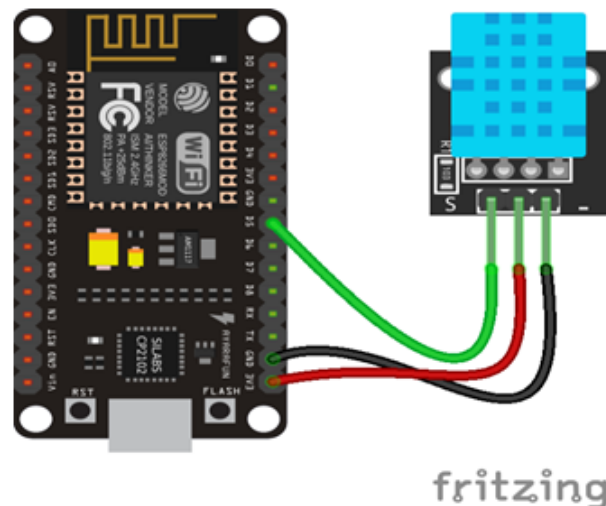


Figure 4.1: CâblageDHT 11

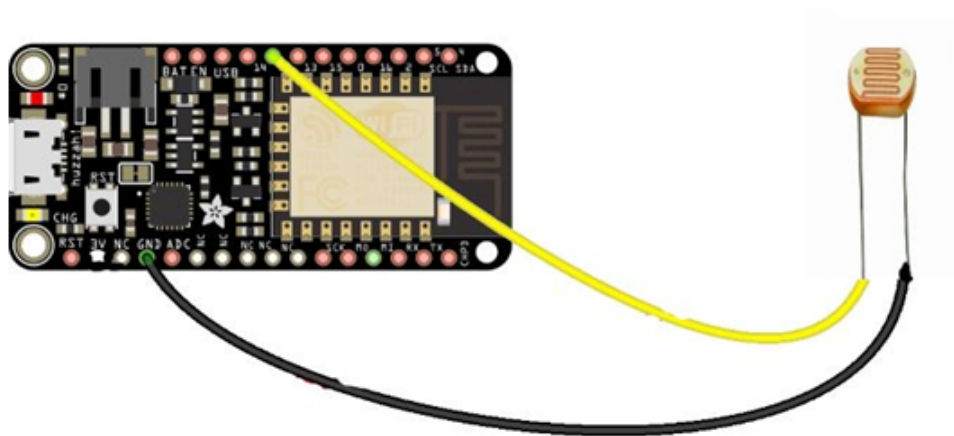


Figure 4.2: CâblageLDR

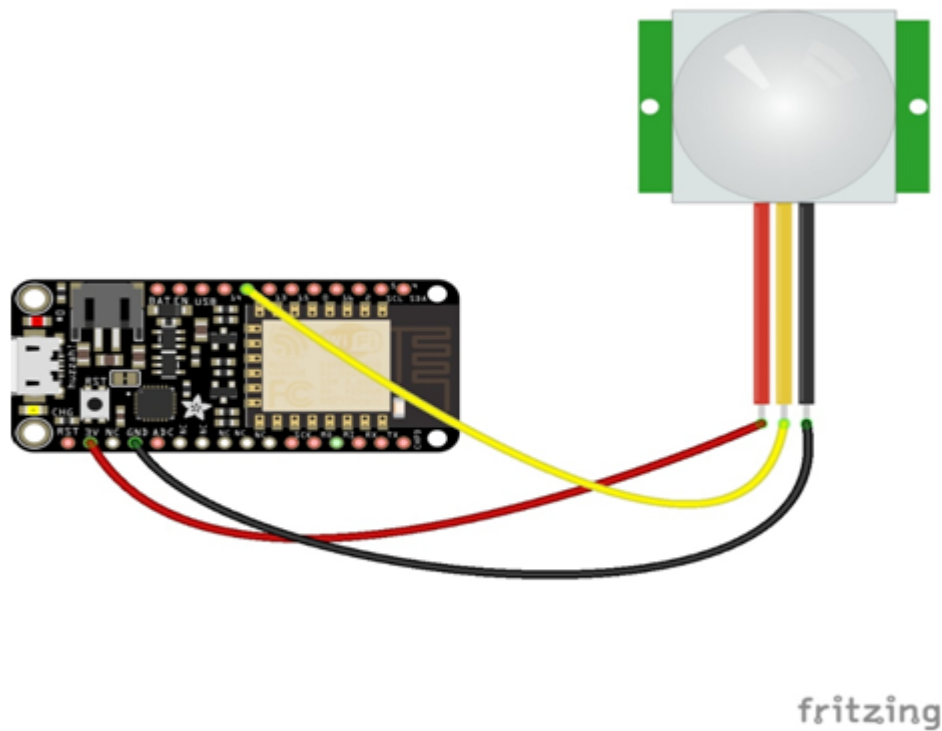


Figure 4.3: Câblage PIR

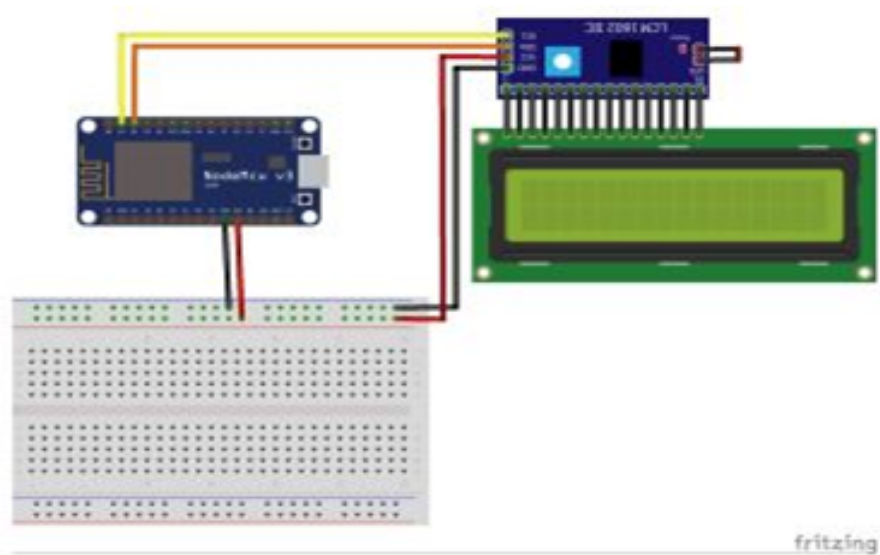


Figure 4.4: Câblage I2C et LCD

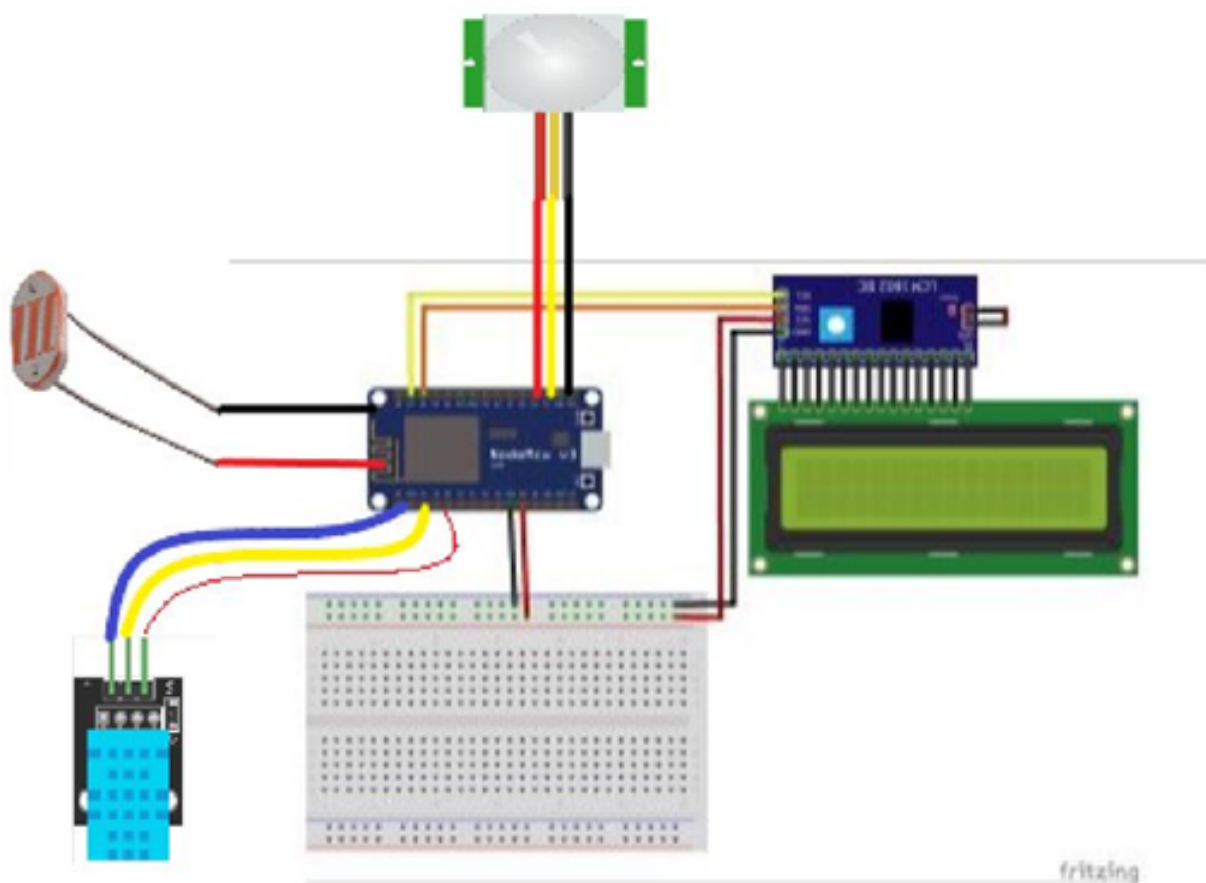


Figure 4.5: Câblage système general

Dans cette section, nous allons présenter quelques parties de code source de notre application:

4.5.2 code source

Partie de Arduino IDE :

```
Temperature = (dht16.readTemperature( ));  
Humidity = (dht16.readHumidity( ));  
Light = analogRead(A0);
```

Figure 4.6: Lire les données du capteurs

Fig4.6 montre les instructions qu'il faut utiliser pour ramasser les valeurs par les capteurs qui sont la température, l'humidité et la lumière.

Après le système obtenir toutes les valeurs de ses capteurs. Il doit les transférer au cloud sur un site web. La première étape consiste à se connecter à Internet, comme indiqué ci-après:

```
Serial.begin(9600);  
WiFi.disconnect();  
delay(3000);  
Serial.println("START");  
WiFi.begin("nom wifi", "code wifi");  
while ((!(WiFi.status() == WL_CONNECTED))) {  
    delay(300);  
    Serial.print("..");  
}  
Serial.println("Connected");  
Serial.println("Your IP is");  
Serial.println(WiFi.localIP().toString());
```

Figure 4.7: Connexion à Wifi

Pour envoyer des valeurs au internet, vous devez connecter arduino IDE au cloud computing:

```
#include <ThingSpeak.h>
String thingSpeakAddress= "http://api.thingspeak.com/update?";
HTTPClient http;
String request_string;
WiFiClient client;
if (client.connect("api.thingspeak.com",80)) {
    request_string = thingSpeakAddress;
    request_string += "key=";
    request_string += "APIKey";
    request_string += "&";
    request_string += "field1";
    request_string += "=";
    request_string += Temperature;
    request_string += "&";
    request_string += "field2";
    request_string += "=";
    request_string += Humidity;
    request_string += "&";
    request_string += "field3";
    request_string += "=";
    request_string += Light;
    http.begin(request_string);
    http.GET();
    http.end();
}
```

Figure 4.8: Contacter au Cloud

L'algorithme de *fig4.8* décrit le processus d'envoi de données du système au cloud. ce processus nécessite 4 variables de chaîne (ThingspeakAddress, writeAPIKey, request-string). ThingspeakAddress prend la valeur "http://api.thingspeak.com/update?" cette valeur ne change généralement pas. La deuxième valeur est writeAPIKey cette valeur change par le changement de l'utilisateur ou le changement du canal, et il est responsable de rendre l'écriture dans le nuage sécurisé. L'autre est request-string qui contient l'ensemble de la requête, et il est combiné de l'adresse de la chose parler et de la touche, la dernière partie est les valeurs des capteurs, elle vient comme ça: **ThingspeakAddress** et **writeAPIKey** et **field1 = temperature** et **field2 = d'humidité** et **field 3 = éclairage**.

Lorsque les capteurs de valeur sont envoyés au cloud computing, la courbe graphique de ces valeurs s'évalue, qu'il s'apparaît sur le lien suivant :

" [https://thingspeak.com /channels/496261/private_show](https://thingspeak.com/channels/496261/private_show) "



Figure 4.9: Courbe de température



Figure 4.10: Courbe de himidite

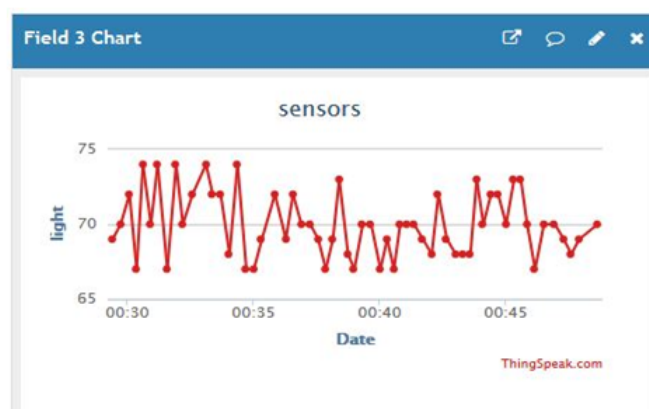


Figure 4.11: Courbe d'Éclairage

Partie de JAVA :

La première étape que nous allons prendre en compte est de savoir comment télécharger des valeurs à partir du cloud computing , Le code source ci-dessous montre comment peut-on faire le téléchargement.

```
String url = "https://api.thingspeak.com/channels/496261/fields/1&2&3.json?api_key=HGR8LB0B5U1RES00&results=1";
URL obj;
try {
    obj = new URL(url);
    con = (URLConnection) obj.openConnection();
    con.setRequestMethod("GET");
    con.setRequestProperty("User-Agent", "Mozilla/5.0");
    int responseCode = con.getResponseCode();

    BufferedReader in = new BufferedReader(
        new InputStreamReader(con.getInputStream()));
    String inputLine;
    StringBuffer response = new StringBuffer();
    while ((inputLine = in.readLine()) != null) {
        response.append(inputLine);
    }
    in.close();
    JSONObject myResponse = new JSONObject(response.toString());
    JSONObject myResponse2 = new JSONObject(myResponse.getJSONArray("feeds").getJSONObject(0).toString());

    temperature=(float) myResponse2.getDouble("field1");
    humidity=(float) myResponse2.getDouble("field2");
    light=(float) myResponse2.getDouble("field3");
}
```

Figure 4.12: Telecharger les valeurs depuis le Cloud

Comme indiqué ci-dessus pour télécharger les valeurs du nuage, nous avons besoin des variables (String ThingspeakAddress, readAPIKey, résultats ... température, humidité, lumière).

Algorithme Genitique :

Au premier, nous allons présenter les étapes classiques de l'algorithme génétique, sélection, croisement et mutation. Ensuite nous allons décrire, comment peut-on insérer la population et les méthodes de calcul le Fitness ?

```
class Population {  
  
    int popSize = 50;  
    Individual[] individuals = new Individual[50];  
    double fittest = 0;  
  
    //Initialize population  
    public void initializePopulation(int size) {  
        for (int i = 0; i < individuals.length; i++) {  
            System.out.println();  
            Interface.print("Individual "+i+"\n");  
            individuals[i] = new Individual();  
        }  
    }  
}
```

Figure 4.13: Intialisation de population

```
void mutation() {  
    Random rn = new Random();  
  
    //Select a random mutation point  
    int mutationPoint = rn.nextInt(population.individuals[0].geneLength);  
  
    if(mutationPoint == 0)  
    {  
        fittest.genes[mutationPoint] = tmp.nextInt(50-20+1)+20;  
    }else if(mutationPoint == 1){  
        fittest.genes[mutationPoint] = tmp.nextInt(65-15+1)+15;  
    }else if(mutationPoint == 2){  
        fittest.genes[mutationPoint] = tmp.nextInt(80-15+1)+15;  
    }  
}
```

Figure 4.14: Mutation code

Fig4.14 explique l'opération de la mutation, le chromosome est constitué de trois gènes, comme nous avons expliqué dans le chapitre 3. Le mécanisme de travail de la mutation, dans le gène numéro 1, qui représente la température, le nombre 2 représente l'humidité et le nombre 3 représente la luminosité. Le gène est sélectionné de façon aléatoires.

```
if(hour<=5 && hour>=0){
    if (genes[0] == Interface.optt) {
        fit1 = (0.2*(Interface.optt/temperature)); //fitness+1;
    }
    if (genes[1] == Interface.opth) {
        fit2= (0.5*(Interface.opth/humidity));
    }
    if (genes[2] == Interface.optl) {
        fit3= (0.5*(Interface.optl/light));
    }
    fitness1=fit1+fit2+fit3; //=1.2
```

Figure 4.15: Fitness (00:00 && 05:00)

```
if(hour<=11 && hour>=6){
    if (genes[0] == Interface.optt) {
        fit4 = (0.4*(Interface.optt/temperature));
    }
    if (genes[1] == Interface.opth) {
        fit5=(0.6*(Interface.opth/humidity));;
    }
    if (genes[2] == Interface.optl) {
        fit6=(0.2*(Interface.optl/light));
    }
    fitness2=fit4+fit5+fit6; //= 1.2
```

Figure 4.16: Fitness (06:00 && 11:00)

```

if(hour<=17 && hour>=12){
    if (genes[0] == Interface.optt) {
        fit7=Interface.optt/temperature;
        fit7 = 0.9*fit7;
        System.out.println("fit7 = "+fit7);
    }
    if (genes[1] == Interface.opth) {
        fit8= (0.8*(Interface.opth/humidity));
        System.out.println("fit8 = "+fit8);
    }
    if (genes[2] == Interface.optl) {
        fit9= (0.1*(Interface.optl/light));
        System.out.println("fit9 = "+fit9);
    }
    fitness3= fit7+fit8+fit9;//=1.8
    System.out.println("fitness3 = "+ fitness3);
}

```

Figure 4.17: Fitness (12:00 && 17:00)

```

if(hour<=23 && hour>=18){
    if (genes[0] == Interface.optt) {
        fit10 = (0.3*(Interface.optt/temperature));
    }
    if (genes[1] == Interface.opth) {
        fit11=(0.5*(Interface.opth/humidity));
    }
    if (genes[2] == Interface.optl) {
        fit12=(0.9*(Interface.optl/light));
    }
    fitness4=fit10+fit11+fit12;//=1.7
}

```

Figure 4.18: Fitness (18:00 && 23:00)

Comme nous avons expliqué dans le troisième chapitre, comment calculer le fitness par la loi suivant:

$$F(C) = Ct * \frac{Tp}{Ti} + Ch * \frac{Hp}{Hi} + Cl * \frac{Lp}{Li}$$

le facteur de confort **Ct**, **Ch**, **Cl** changer périodique, L'importance de l'éclairage par exemple est élevée la nuit contrairement à la journée etc.

4.5.3 Interface

Le système fonctionne d'une manière simple et facile. Les besoins du système sont les capteurs, Arduino et Internet pour communiquer avec le cloud computing.

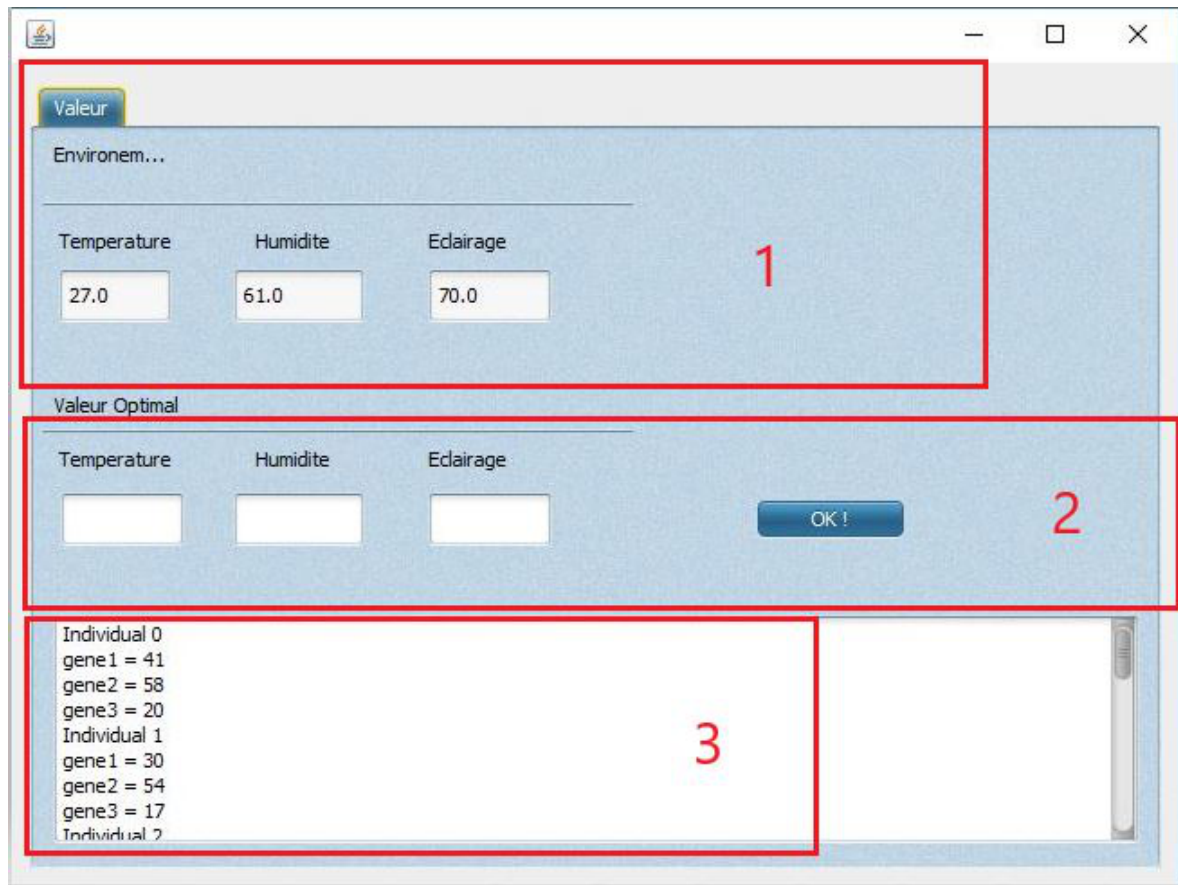


Figure 4.19: L'interface General

Lors de l'exécution du programme, montrez-nous cette *fig4.19* ci-dessus, (1) en haut de l'interface, dans la partie de l'environnement, nous regardons trois champs montrant les valeurs détectées des capteurs.

(2) dans la partie de valeur optimale l'utilisateur entre les valeurs optimales et appuie sur le bouton OK pour envoyer des valeurs à l'algorithme génétique.

(3) La troisième et dernière partie d'interface est une fenêtre pour afficher les résultats du programme, les individus et le fitness.

Nous pouvons aussi ploter le graphique de fitness. Voir la figure suivante :

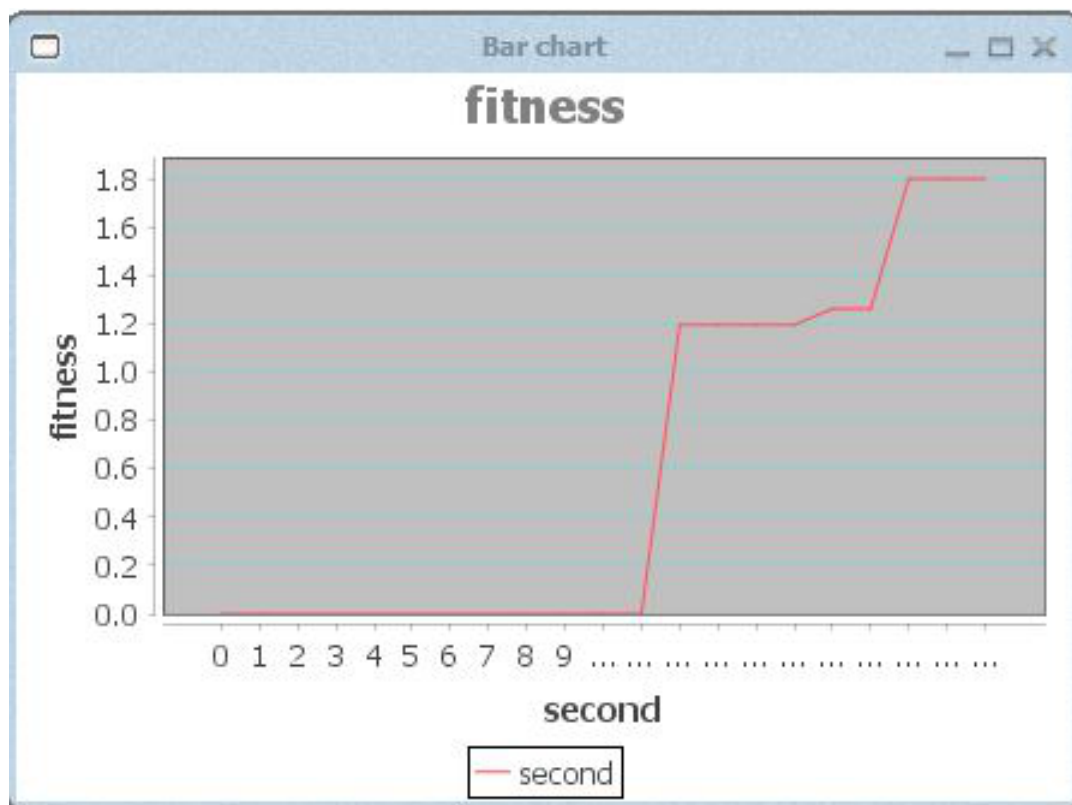


Figure 4.20: courbe de Fitness

La courbe de *Fig4.20* donne les différentes étapes du fitness de notre application. La valeur 1.8 de fitness représente la valeur maximale qui peut être atteindre par notre application.

4.6 Résultats

Grâce à Dieu, nous avons atteint nos objectifs. ces objectifs du travail d'un programme pour les maisons intelligentes, en utilisant IOT et en utilisant l'algorithme génétique.

Afin de réaliser une meilleure consommation d'énergie, et plus de confort.



Figure 4.21: Matériels

4.6.1 Évaluation

De nombreux avantages dans notre projet, représenté dans :

- Plus de confort.
- Meilleure consommation d'énergie.
- Mobilité.
- Adaptabilité.
- précision dans le temps.
- précision dans les variables d'environnement.

Ces avantages n'empêchent pas la présence de certains inconvénient , Tels que le prix élevé.Cela est dû aux possibilités financières limitées.Ainsi que le temps limité.

Nous espérons connecter l'Arduino avec des appareils, ces appareils peuvent contrôler l'environnement, Pour être le projet plus efficace et plus inclusif.

4.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'environnement de travail, les caractéristiques de l'équipement ainsi que les exigences de notre application. Ensuite, nous avons décrit comment connecter les appareils de notre projet, et nous avons décrit l'algorithme génétique qui permet de trouver les valeurs optimales de la température, humidité et lumière durant l'exécution de notre application. Enfin, nous avons présenté les résultats que nous avons atteind.

CONCLUSION GENERALE

L'optimisation de la consommation d'énergie des maisons est actuellement une préoccupation majeure pour la population. Les actuelle recherche se focalisent sur la recherche les meilleures solutions pour améliorer la consommation d'énergie et augmenter le confort des occupants des maisons.

Ce travail représente une contribution majeure qui est trouver une solution du problème de l'optimisation de la consommation d'énergie dans les maisons. Cette solution se base principalement sur l'utilisation de l'algorithme génétique. Ce choix n'est pas arbitraire mais dépend principalement de la simplicité et de l'efficacité de cet algorithme.

Avant que nous pouvons exécuter l'algorithme génétique, l'Arduino doit avoir les valeurs de la température, l'humidité et la luminosité qui sera envoyé ensuite au Cloud. Le cloud est un point de transit de données. L'algorithme génétique reçoit les données à partir de Cloud. Ensuite, L'algorithme génétique exécute ses trois étapes, la sélection, le croisement et la mutation pour obtenir une solution optimale. La solution trouvée signifie une meilleure consommation d'énergie avec un confort augmenter des occupants de la maison.

D'un côté personnel, ce projet nous a permis de découvrir beaucoup de choses, telles que l'importance de l'énergie dans la vie quotidienne, ainsi que la façon dont le Arduino fonctionne. Nous avons également approfondi nos connaissances sur le l'environnement Arduino et la méthode d'envoi et de réception de données entre les capteurs, l'arduino, le Cloud et l'algorithme génétique pour réaliser une maison intelligente.

Ce travail permet d'ouvrir plusieurs travaux futurs qui sont cité dans les point qui suivent :

- L'intégration d'autre capteurs et composants pour un meilleur contrôle de changement de l'environnement.
- L'utilisation d'autre algorithmes d'optimisation.
- Le développement d'une interface utilisateurs plus robuste qui permet d'introduire tous les paramètres de confort.

BIBLIOGRAPHY

- [1] M.Han and H.Zhang, "Business intelligence architecture based on internet of things," *Theoretical & Applied Information Technology*, vol. 50, no. 01, pp. 90–95, 2013.
- [2] P.-J. B. C. F.Massit-Folléa, S.Bureau and S. Davidson, "L'internet des objets: quels enjeux pour l'europe, Éd. de la maison des sciences de l'homme éd," p. 60, 2009.
- [3] M. Weill and M. Souissi, "L'internet des objets: concept ou réalité?, dans réalitésindustrielles, eska, Éd., les annales des mines. eska," pp. 90–96, 2010.
- [4] D. Evans, " *L'Internet des objets Comment l'évolution actuelle d'Internet transforme-t-elle le monde?* ". Avril 2011.
- [5] L. experts Ooreka, "Système RFID: définition et fonctionnement d'un système RFID." <http://rfid.comprendrechoisir.com/comprendre/systemerfid>, 22 déc 2015.
- [6] J. A. Stankovic, "Wireless sensor networks," *IEEE Computer Society*, vol. 41, no. 10, pp. 92–95, 2008.
- [7] R. M. N.Daniel and K.Daniel, " *blanc Machine To Machine enjeux et perspectives: Orange Business Services* ". Fing, Syntec informatique,p92, 2006.
- [8] S. M. J. Gubbi, R. Buyya and M. Palaniswami, "Internet of things (iot): Avison, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, no. 07, pp. 1645–1660, 2013.
- [9] J. D. Pessemier, " *Une réflexion sur 'L'internet des Objets' (IdO) ou 'Internet ofThings' (IoT)* ". 2015.
- [10] B. Gainnier, " *Président de PwC France et Afrique francophone* ".
- [11] " *Smart Home Technology; Technology supporting independent living - does it have an impact on health? Toril Laberg* ". The Delta Centre.
- [12] J. B. Suraj Bhatia and M. M. Roja, " *Technology, Systems and Implementation of a Smart Home Automation System: A Review* ".
- [13] " *Rwe smart home Le contrôle de La consommation d'énergie à La maison* ".
- [14] J. Figueiredo and J. Martins, " *Energy production system management-renewable energy power supply integration with building automation system* ". Energy Conversion and Management, 2010.

- [15] E. N. S. Yamamoto, K. Sumi and T. Hashimoto, "*an operating method using prediction of photovoltaic power for a photovoltaic – diesel hybrid power generation system*". Electrical Engineering in Japan, 2005.
- [16] G.J.Levermore, "*Building energy management systems : An application to heating and control*". In E and FN SPON, London, 1992.
- [17] J. C. AMPHOUX Pascal and P. Roger, "*Dictionnaire critique de la domotique*". EPFL, Lausanne, 1989.
- [18] "*Présentation 'solution pour optimiser l'énergie de traction'*". ONCF Maroc.
- [19] "*Le site 'Learn Energy' du projet éducatif de la Commission européenne 'Managing Energy' propose des liens vers des informations et des ressources sur les sources d'énergie renouvelables*".
- [20] "*Effinergie, Réussir un projet de Bâtiment Basse Consommation*". Effinergie, 2008.
- [21] "*'Économie d'énergie'*" economie-d-energie.ooreka.fr/comprendre/pourquoi-comment-economiser-de-l-energie ".
- [22] "[Http://www.stgervais41.fr](http://www.stgervais41.fr)."
- [23] Robert-Houdin, "*Le réveil automatique fût l'une des premières 'inventions'*". déposa d'ailleurs un brevet à ce propos.
- [24] "[Http://www.bwired.nl](http://www.bwired.nl)."
- [25] K. Sakamura, "*(1990). The TRON Intelligent House*". IEEE Micro, 10, 6-7. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/MM.1990.10017.
- [26] "[Http://tronweb.super-nova.co.jp/toyotadreamhousepapi.html](http://tronweb.super-nova.co.jp/toyotadreamhousepapi.html)."
- [27] "*TRON - 'The Real-time Operating system Nucleus' project*". visited at 10.07.2004.
- [28] "[Http://tronweb.super-nova.co.jp/u-home.html](http://tronweb.super-nova.co.jp/u-home.html)."
- [29] M. C. Mozer, "*Lessons from an Adaptive Home*". EPFL, Lausanne, 28 January 2005.
- [30] "[Http://architecture.mit.edu/house_n/data/placelab/placelab.htm](http://architecture.mit.edu/house_n/data/placelab/placelab.htm)."
- [31] "*The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research*". visited at 10.07.2004.
- [32] M. Magnien.
- [33] J. Khale, "*Khaled Université Virtuelle de Tunis Microprocesseurs et Microcontrôleurs; Les microcontrôleurs*".
- [34] J. Ruellan, ". *Conception, fabrication et caractérisation d'un capteur de conductivité thermique à base de nanofils de silicium*". Physique.Université Grenoble Alpes, 2015. Français.
- [35] M. Gallissot, "*Modéliser le concept de confort dans un habitat intelligent: du multisensoriel au comportement*".

- [36] Robert-Houdin, "*Le Prieuré: organisations mystérieuses pour le confort et l'agrément d'une demeure*". Michel Lévy frères, J.E.(1867).
- [37] "*Edraw Max*", *User's Manual*. Professional Ly diagram and communicate with essential Edraw solution, 2004-2016 EdrawSoft.
- [38] "*AOSONG*". Temperature and humidity module ,DHT11Product Manual.
- [39] "*Adafruit learning system*". PIR Motion Sensor, Created by lady ada.
- [40] "*LEGRAND Solutions pour la gestion d'éclairage Catalogue des produits et systèmes*".
- [41] H. H. M. VOUREH, "*Capteurs pour la mesure de courant*".
- [42] "*ARDUINO*". Arduino TinkerKit Relay Module.
- [43] A. Lange, "*I2C Communication with anArduino*". 13 November 2015.
- [44] M. Clary, "*Interfacing to an LCD Screen Using an Arduino*". 4/3/2015.
- [45] D.E.Goldberg, "*Algorithmes Génétiques, Exploration, Optimisation Apprentissage Automatique*". Paris: Addison-Wesley, 1994.
- [46] L. Koridak, "*Étude d'un Dispatching Économique par l'Algorithme Génétique*". Thèse de Magister soutenue, USTO, Oran, Algérie, en mars 2003.
- [47] S. e. L. P.Baudet, C.Azzaro-Pantel, "*Algorithme génétiqueet modèle de simulation pour l'ordonnancement d'un atelier discontinu de chimie*". Laboratoire de Génie Chimique-Toulouse, France.
- [48] N.-M. ZNOUDA, "*Un algorithme génétique pour l'optimisation énergétique économiques des batiments méditerranéens*". Ecole Nationale d'Ingénieursde Tunis.
- [49] R. A. et Meddahi hadj karim, "*Dispatching économique par la méthode de Nelder et Mead*". PFE soutenue, USTO, Oran, Algérie, en 1997.
- [50] H.Bouzeboudja, "*Optimisation des puissances actives par les Algorithmes Génétiques*". Faculté de génieélectrique,Université Djilali Liabes, Sidi Bel Abbes, Algérie, Thèse de Doctorat soutenue en décembre 2006.
- [51] A. M. K. S.M.T.Bathae, M.Fesanghary, "*A NewStochastic Algorithm for Various Types of Economic Dispatch Problems:HarmonySearch*". The 8th International Power Engineering Conference – IPEC2007 3-6December 2007, Singapore.
- [52] D.Rahiel, "*Répartition optimale des puissances en tenant compte des méthodes heuristiques d'un système électrique complexe*". USTO, Oran, Algérie, de doctorat soutenue en 2009.
- [53] J.H.Holland, "*Adaptation in natural and artificial systems*". University of MichiganAnn Arbor, Tech.Rep, 1975.
- [54] G. Picard, "*Initiation à la programmation orientée-objet avec le langage Java*".
- [55] F. D. Leo, "*pour quoi utilise java*". 11 décembre 2005.
- [56] N. e. R. F. G.Roussel, E.Duris, "*Java et Internet*". Vuibert 2002.

- [57] H.-P. Halvorsen, "*Introduction to Arduino*".
- [58] " *Hans-Petter Halvorsen*". 2018/05/22.