

**UNIVERSITE LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS
FACULTE DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES**

APPLIQUEES

DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE



BP. 368 GOMA

www.ulpgl.net

DEVELOPPEMENT D'UN SYSTEME DOMOTIQUE INTELLIGENT
UTILISANT L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET LES
TECHNOLOGIES IOT

Par: FATAKI NGOY Vanessa

Travail présenté en vue de l'obtention du Diplôme
d'ingénieur civil en génie électrique.

Option : Génie Electro-énergétique

Directeur : Prof. Baraka MUSHAGE Olivier

Encadreur : Ir Bénédiction KAMBALE LIKANGA

ANNEE ACADEMIQUE 2023-2024

Epigraphe

‘‘Un homme devrait faire son travail si parfaitement que les vivants, les morts, et ceux encore à naitre ne puissent faire mieux’’

Martin Luther King

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents **LOKEMBO OMOMBO Eddy et NGALULA NGOY Honorine.**

FATAKI NGOY Vanessa

Remerciements

Nous remercions premièrement Dieu Tout- Puissant de nous avoir accordé force, santé et assuré protection au cours de notre recherche.

Nos sincères remerciements s'adressent à notre Directeur le Professeur **Olivier BARAKA MUSHAGE**, qui nous a été vraiment d'une grande utilité durant tout notre cursus académique et à notre Encadreur l'Ir. **Bénédiction KAMBALE LIKANGA** pour l'accompagnement afin que nous puissions réaliser ce travail.

Nous remercions en second lieu les corps administratif et académique de l'Université Libre des Pays des Grands Lacs pour leur encadrement moral et intellectuel de qualité.

Nous remercions nos parents : **LOKEMBO OMOMBO Eddy** et **NGALULA NGOY Honorine** pour leur soutien moral, spirituel et matériel.

Nous remercions tous nos amis, frères et sœurs : **BAHATI NGANDU Marc, Ange AMISI, EMMANUEL Marcus, Bienvenu BWIRA** nous tenons à exprimer nos sentiments de gratitude pour leur soutien moral.

En dernier lieu nous remercions tous ceux qui ont de loin ou de près soutenus, d'une manière ou d'une autre, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude.

FATAKI NGOY Vanessa

Résumé

Dans un contexte marqué par l'insécurité et les conflits armés à Goma, la protection des biens et des personnes est un enjeu crucial. Les systèmes domotiques intelligents, basés sur l'Internet des objets et l'apprentissage automatique, présentent un potentiel considérable pour améliorer la sécurité domestique et renforcer la résilience des communautés locales. Nous avons conçu un système de contrôle d'accès basé sur un mot de passe : si le code est correct, la porte s'ouvre automatiquement grâce à un servomoteur. À l'intérieur de l'habitation, la gestion de l'aération est assurée par un capteur de température, qui régule la température. L'éclairage est également optimisé afin que les lampes ne s'allument que lorsque cela est nécessaire, permettant ainsi des économies d'énergie. Toutes ces fonctionnalités sont contrôlables à distance grâce à notre application web. De plus, l'accès à la maison est sécurisé par un système de reconnaissance faciale basé sur l'intelligence artificielle, renforçant ainsi la sûreté de l'habitation. Enfin, des capteurs de courant permettent de mesurer la consommation électrique du système, offrant ainsi un meilleur suivi et une gestion plus efficace de l'énergie.

Mots clés : domotique, les technologies IoT, intelligence artificielle, reconnaissance faciale.

Abstract

In a context marked by insecurity and armed conflicts in Goma, the protection of property and people is a crucial challenge. Intelligent home automation systems, based on Internet of things (IoT) and machine learning, present significant potential for enhancing domestic security and strengthening the resilience of local communities. We have designed an access control system based on a password : if the code is correct, the door automatically opens using a servo motor. Inside the home, ventilation management is ensured by a temperature sensor, which regulates the temperature. Lighting is also optimized so that lamps only light up when necessary, allowing for energy savings. All these features can be controlled remotely through our web application. Furthermore, access to the home is secured by a facial recognition system based on artificial intelligence, further enhancing the safety of the residence. Finally, current sensors allow for measuring the system's electricity consumption, providing better monitoring and more efficient energy management.

Keywords: home automation, IoT technologies, artificiel intelligence, facial recognition.

Table des matières

Epigraphe	i
Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	iv
Abstract	v
Table des matières	vi
Liste des abréviations.....	ix
Liste des tableaux.....	x
Liste des figures	xi
0. INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
0.1 Contexte	1
0.2 Problématique	1
0.3 Questions de recherche	2
0.4 Hypothèses	2
0.5 Objectifs du travail.....	3
0.6 Choix et intérêt du travail.	4
0.7 Méthodes et techniques utilisées.....	4
0.7.1 Méthodes.....	4
0.7.2 Techniques	5
0.8 Délimitation du sujet.....	5
0.9 Subdivision du travail	5
Chapitre 1 : REVUE DE LA LITTERATURE	7

1.1 Introduction.....	7
1.2 Définition de quelques mots clés	7
1.3 aperçu général sur les communications M2M/ IOT	8
1.3.1 La communication M2M	8
1.3.2 L'internet des objets.....	11
1.3.3 Les protocoles de communication des réseaux M2M/IoT	13
1.3.4 Les domaines d'application du M2M/IoT	16
1.4. Conclusion partielle	18
Chapitre 2 : ARCHITECTURE ET SPECIFICITES TECHNIQUES	19
2.1 Introductions	19
2.2 langages de programmation	19
2.3 Différentes composantes	21
2.3.1 L'esp32-cam	21
2.3.2 Le microcontrôleur ESP8266.....	22
2.3.3 Le Capteur DHT 11	23
2.3.4 Le servomoteur	24
2.3.5 Le ventilateur	25
2.3.6 Le capteur PIR HC-SR501.....	25
2.3.7 Le module relais.....	26
2.3.8 Le clavier matriciel	27
2.3.9 L'écran LCD 20X4	28
2.3.10 Le capteur de courant.....	29
2.3.11 Le buzzer.....	29
2.4 le Deep Learning.....	30
2.4.1 Définition	30
2.4.2 Brève historique du Deep Learning	31
2.4.3 Types des méthodes d'apprentissage	32
2.4.4 Architectures d'apprentissage profond	33
2.4.4.2 Réseaux neuronaux profonds DNN	34

2.4.4.3 Réseaux de neurones convolutifs (CNN).....	34
2.4.4.4 Réseaux de neurones récurrents (RNN).....	35
2.4.4.5 Réseaux adverses génératifs (GAN)	35
2.4.5 Applications du Deep Learning	36
2.4.6 Avantages du Deep Learning.....	38
2.4.7 Défis du Deep Learning	38
2.4.8 Approches pour résoudre les défis	39
2.4.9 Rôle du Deep Learning dans le futur	39
2.5 La vision par ordinateur	40
2.5.2 La reconnaissance faciale	41
2.6 Conclusion partielle	43
Chapitre 3 : REALISATION ET TESTS DU SYSTEME	44
3.1 Introduction.....	44
3.2 Présentation de SMART-HOUSE.....	44
3.3Le schéma fonctionnel du système	45
3.3.1 Système de contrôle d'accès manuel	46
3.3.2 Système de contrôle d'accès par reconnaissance faciale	46
3.3.2Système de surveillance du mouvement	49
3.3.3 Système de refroidissement	50
3.3.4 Système d'éclairage	51
3.4 Conclusion partielle	52
CONCLUSION GENERALE	53
BIBLIOGRAPHIE.....	55
ANNEXE	58
.....	59

Liste des abréviations

ANN : Artificiel Neural Network.
API : Application Programming Interface.
CNN : Convolutional Neural Network.
DHT : Digital-output relative Humidity & Temperature sensor.
GPRS : General Packet Radio
GSM : Global System for Mobile communications.
IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers.
IoT : Internet of Things (Internet des objets).
IP : Internet Protocol
M2M : Machine to Machine.
MCU : Microcontroller Unit.
RNN : Reccurent Neural Network
SMS : Short Message Service
UMTS : Universal Mobile Telecommunications System.
WLAN : Wireless Local Area Network.
WPAN : Wireless Personal Area Network.
WWAN : Wireless Wide Area Network.

Liste des tableaux

Tableau 1 : comparaison des langages de programmation	20
---	----

Liste des figures

Figure 1 : l'architecture fonctionnelle de M2M	10
Figure 2 : Évolution de l'IOT entre 2003 et 2020	12
Figure 3 : les types des réseaux sans fil [3]	13
Figure 4 : Logo de Bluetooth [3]	14
Figure 5 : Logo de ZIGBEE [3]	14
Figure 6 : Carte RFID 1 [3].....	15
Figure 7 : Logo du Wifi 1 [3].....	16
Figure 8 : Domaine d'application [3]	17
Figure 9 : ESP32-CAM [3]	21
Figure 10 : ESP8266 [17]	22
Figure 11 : capteur DHT11 [18]	23
Figure 12 : servomoteur [3]	24
Figure 13 : ventilateur [19]	25
Figure 14 : détecteur de mouvement [20]	26
Figure 15 : module relais [21].....	27
Figure 16 : clavier 4x4 [3]	28
Figure 17 : écran LCD 20X4 [3].....	28
Figure 18 : capteur de courant [23].....	29
Figure 19 : buzzer [24].....	29
Figure 20 : image du Deep Learning [26].....	30
Figure 21 : Deep Learning [3]	31
Figure 22 : architecture d'un réseau de neurone artificiel [3]	33
Figure 23 : architecture d'un réseau neurone profond [33]	34
Figure 24 : architecture d'un CNN [30]	35
Figure 25 : architecture d'un RNN [32]	35
Figure 26 : architecture d'un GAN [3]	36
Figure 27 : reconnaissance des fruits [34].	36

Figure 28 : traitement du langage naturel [35].....	37
Figure 29 : véhicule autonome [36]	37
Figure 30 : vision par ordinateur [3]	40
Figure 31 : smart-house	44
Figure 32 : Schéma fonctionnel	45
Figure 33 : Controle d'accès.....	46
Figure 34 : Espcam	48
Figure 35 : accès autorise.....	48
Figure 36 : Reconnaissance faciale non validée	49
Figure 37 : détecteur de mouvement.....	50
Figure 38 : système de refroidissement	50
Figure 39 : Système d'éclairage intelligent	51

0. INTRODUCTION GÉNÉRALE

0.1 Contexte

Internet a connu un développement considérable ces dernières années. Aujourd'hui, son utilisation ne se limite plus à la gestion des réseaux, mais s'est également étendue à la gestion des objets, donnant naissance à ce que l'on appelle l'Internet des objets (IoT). L'un des domaines les plus prometteurs pour l'application de cette technologie est celui de la domotique, plus communément appelée "maison intelligente".

De fait, le marché de la maison intelligente devrait connaître une demande croissante, en raison de la disponibilité des équipements de confort et de la protection, ainsi que la réduction du coût de l'énergie.

Une maison intelligente est une maison qui dispose de systèmes automatisés très avancés qui permettent de contrôler, de programmer et d'automatiser une habitation. Elle regroupe et utilise les domaines de l'électronique, de la télécommunication, de l'informatique et de l'automatique afin de faire d'une maison conventionnelle une maison connectée ou autrement dit « maison intelligente » [1].

0.2 Problématique

De nos jours, nous cherchons à rendre les tâches faciles à accomplir mais aussi parfaitement accomplies et cela grâce à l'automatisation et l'intervention des systèmes.

Les maisons intelligentes ont la capacité d'augmenter le confort de l'habitant à travers, par exemple, des interfaces naturelles pour piloter la lumière, la température ou les différents appareils électroniques. La gestion des ressources énergétiques est un autre enjeu des maisons intelligentes. Il est ainsi possible de mettre en veille les dispositifs de chauffage quand les habitants sont absents ou adapter automatiquement l'utilisation des ressources électriques en fonction des besoins des résidents afin de diminuer les gaspillages de ressources énergétiques. En outre, un autre but essentiel de l'application des technologies d'information aux maisons est la protection des individus. Cela est rendu possible par des systèmes capables d'anticiper

des situations potentiellement dangereuses ou de réagir aux événements mettant en danger l'intégrité des personnes.

Les travaux de recherche concernant les maisons intelligentes ont fait l'objet d'un fort engouement au cours des dernières décennies à cause de l'enjeu sociétal correspondant tourné vers l'amélioration de la qualité de vie. Dans ce cadre viens ce travail qui a comme objectif de développer un système domotique intelligent et adaptatif utilisant les technologies Internet des objets (IOT) et l'apprentissage automatique, un système qui sera très bénéfiques pour les habitations se trouvant dans la ville de Goma, cette ville qui se trouve dans un pays en voie de développement.

0.3 Questions de recherche

Ce présent travail tentera de répondre aux questions suivantes :

- a. Quels sont les différents avantages de ce nouveau système comparablement à l'ancien système ?
- b. Comment rendre le système efficace et accessible par tout le monde ?
- c. Dans quelle mesure les systèmes domotiques intelligents peuvent-ils contribuer à l'efficacité énergétique dans une habitation ?

Notons que la réponse aux questions ci-haut nous guidera dans l'élaboration de ce travail.

0.4 Hypothèses

- a. Grâce à l'IoT nous pourrions surveiller et contrôler le chauffage, la ventilation et la climatisation, l'éclairage, appareils et une vanne via l'application web. En connectant tous les appareils électroménagers, nous pourrions automatiser de nombreuses routines quotidiennes, comme allumer et éteindre automatiquement les lumières et le chauffage, démarrer ou arrêter la cuisson et le lavage, etc. Avec les compteurs intelligents, nous pourrions réduire les consommations d'énergie et les factures de services publics, et avec les systèmes de sécurité, nous pourrions rendre la maison plus sûre en détectant

automatiquement et en dissuadant, espérons-le, les intrusions en utilisant divers capteurs infrarouges, de mouvement, sonores, de vibration ainsi que des systèmes d'alarme.

- b. Pour rendre ce système efficace et accessible pour tout le monde, il serait important d'y placer des matériels informatiques entre autres : ordinateurs, serveur, scanners, les lecteurs d'empreintes si nécessaire, un réseau internet qui pourra permettre d'échanger les informations avec le serveur.
- c. Les systèmes intelligents équipés de capteurs et de capacités d'apprentissage automatique peuvent optimiser l'utilisation des ressources énergétiques. Par exemple, l'éclairage automatique réduit les gaspillages en s'activant uniquement lorsque des mouvements sont détectés. De même, le système peut éteindre les appareils en veille prolongée ou ajuster les systèmes de chauffage et de climatisation en fonction des conditions météo en temps réel.

0.5 Objectifs du travail

L'objectif principal de ce travail de recherche est double. D'une part, il vise à répondre de manière précise et transparente aux besoins de l'utilisateur (l'habitant) tout en garantissant une expérience calme, non intrusive et confortable. D'autre part, il cherche à concevoir un environnement intérieur et extérieur sain et agréable en s'appuyant sur les avancées offertes par les nouvelles technologies de la domotique.

Ce travail a comme objectifs spécifiques :

- Développer un système domotique capable de collecter et d'analyser les données en temps réel.
- Mettre en place un système de contrôle intelligent et adaptatif, connecté en utilisant des capteurs, des modules et différents actionneurs, pour assurer le confort, la sécurité et la réduction de la consommation d'énergie.

0.6 Choix et intérêt du travail.

La ville de Goma étant une ville en voie de développement, les habitations sont encore construites de manière traditionnelle et cela n'offre pas le confort et la sécurité aux habitants. L'intérêt de ce sujet réside dans l'impact de la domotique, introduite grâce aux technologies IoT, qui offre de nouvelles façons de concevoir l'habitat. Ces innovations permettent de rendre la vie des habitants plus confortable, plus pratique et, surtout, plus sécurisée, des aspects essentiels au bien-être de chacun.

Ce travail trouve son intérêt dans le sens où il vise à :

- Donner à toute personne l'occasion de comprendre la nécessité d'un système domotique.
- Approfondir nos connaissances dans la mise en place et la conception des systèmes domotiques.

0.7 Méthodes et techniques utilisées

0.7.1 Méthodes

Selon Madeleine GRAWITZ, une méthode est un ensemble d'Operations intellectuelles par lesquelles une discipline scientifique cherche à atteindre des vérités qu'elle poursuit, les démontrer et les vérifier [2].

Dans ce travail nous avons fait recourt aux différentes méthodes entre autres :

- La méthode MERISE : c'est la méthodologie d'étude et de recherche en informatique pour le système d'entreprise. MERISE est une méthode d'analyse, de conception structurelle de développement et réalisation de projets informatiques. Le but est d'arriver à concevoir un système informatisé.
- La méthode analytique : nous avons décomposé le système d'information existant de manière détaillée en vue de bien modéliser le nouveau système.

0.7.2 Techniques

Une technique est un procédé, un moyen utilisé pour obtenir un résultat fixe.

Nous nous sommes servis de ces quelques techniques :

- L'interview : nous a permis de comprendre l'organisation et le fonctionnement du système de gestion de données de la maison par l'échange avec certaines personnes.
- La technique documentaire : nous a permis de consulter les ouvrages et documents en rapport avec notre travail.
- La technique d'observation : nous a servi une descente sur terrain afin de palper la réalité.

0.8 Délimitation du sujet

Notre étude est menée en général sur un système domotique qui utilisera des techniques d'apprentissage automatique pour analyser les données collectées à partir de capteurs et d'autres sources afin de personnaliser l'environnement de la maison.

Dans le temps, notre recherche se rapporte à l'année académiques 2023-2024.

0.9 Subdivision du travail

Ce mémoire comporte trois chapitres organisés comme suit :

Chap. I. **revue de la littérature** : dans ce chapitre nous allons définir tous les termes de notre sujet.

Chap. II. **Architectures et spécifications techniques** : Dans ce chapitre nous allons présenter le matériel utilisé dans notre travail, tout en donnant ses différentes spécifications et caractéristiques ainsi que les logiciels qui ont pu aboutir à la mise en œuvre de notre système. Nous présenterons également le domaine de Deep Learning, Les types de méthodes d'apprentissage, Les réseaux de neurones, les différentes architectures d'apprentissage approfondi, et ses applications, et plus particulièrement la gestion de l'accès dans la maison en

utilisant la vision assistée par ordinateur, la reconnaissance faciale. Le dernier chapitre est réservé à la conception de notre système, son architecture globale et détaillée.

Chap. III. Réalisation du système et tests du système : le dernier chapitre est consacré à l'implémentation et la réalisation de la proposition de notre système, et aussi les expérimentations et les résultats obtenus.

Le mémoire se termine par une conclusion générale suivi de perspectives.

Chapitre 1 : REVUE DE LA LITTERATURE

1.1 Introduction

Une maison intelligente est une maison qui dispose de systèmes automatisés très avancés qui permettent de contrôler, de programmer et d'automatiser une habitation. Elle regroupe et utilise les domaines de l'électronique, de la télécommunication, de l'informatique et de l'automatique afin de faire d'une maison conventionnelle une maison connectée ou autrement dit « maison intelligente » [1].

1.2 Définition de quelques mots clés

La conception d'un système domotique intelligent et adaptatif utilisant l'apprentissage automatique et les technologies IoT repose sur quelques notions et concepts utiles à cette fin. Voici les définitions de ces concepts clés :

- **Système** : un système est un ensemble de composants logiciels, matériels et données organisés en une structure pour un but commun [2].
- **Domotique** : la domotique est l'ensemble des techniques et l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments, plus ou moins « interopérables » et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison et de l'entreprise [3].
- **Développement** : programmation informatique [4].
- **Automatique** : discipline qui traite de la modélisation, de l'analyse, de la commande et de la régulation des systèmes dynamiques [3].
- **Apprentissage automatique** : également appelé « machine Learning » est un sous-domaine de l'intelligence artificielle qui permet aux machines d'apprendre à partir de données via des modèles mathématiques [5].

- **Technologie** : science des techniques, étude systématique des procédés, des méthodes, des techniques, des instruments ou des outils propres à un ou plusieurs domaines techniques, arts ou métiers [4].
- **Les technologies IoT** : l'Internet des Objets abrégé en IoT, est un réseau interconnecté de dispositifs physiques (ordinateurs, capteurs et machines) et de logiciels (applications) qui fonctionnent ensemble pour automatiser et rationaliser les processus [6].

1.3 aperçu général sur les communications M2M/ IOT

L'Internet des objets consiste de manière simplifiée à connecter des objets. En quelque sorte il s'agit de l'extension de l'Internet au monde réel des objets qui nous entourent. Elle apporte d'énormes avantages : tâches quotidiennes simplifiées, meilleure gestion d'énergie facilite la vie des personnes handicapées et améliore le suivi de la santé. L'Internet des objets se base en réalité sur une technologie déjà connue, le Machine To Machine. Plus couramment appelé M2M, ces systèmes de connexion objet à objet ont été oubliés au profit de l'IoT, star de l'innovation. Pourtant le M2M existe depuis bien plus longtemps et a permis à l'Internet of Things de se développer jusqu'à dominer le marché... Dans ce chapitre, nous définissons généralement la communication M2M et la technologie IoT le nouveau succès d'Internet [7].

1.3.1 La communication M2M

1.3.1.1 Définition

La communication Machine à machine (M2M) est une communication entre des appareils intelligents sans ou avec une intervention humaine limitée [7].

Il fait référence à des solutions qui permettent la communication entre des appareils d'une même application spécifique, via un réseau de communication filaire ou sans fil [8]. La communication M2M a plusieurs applications, telles que (santé, industrie, énergie, sécurité, domotique, etc.).

1.3.1.2. Historique

L'échange d'informations entre machines date du début du XXe siècle. À cette époque, cependant, les informations étaient exclusivement transmises par le biais de connexions câblées. À la fin des années 1920, la télémétrie s'est développée, permettant la transmission des valeurs de mesure d'un capteur à un système de traitement des données distant, par le biais d'ondes radio. Par la suite, les avancées technologiques faites dans les domaines de la télégraphie, de la téléphonie, de la radio et de la télévision ont inspiré le mathématicien Claude Shannon à améliorer sa théorie mathématique de la communication. Il a poursuivi l'objectif de réduire le bruit de fond, jetant ainsi les bases d'une transmission de données plus claire et du perfectionnement de la communication Machine to machine. Après 1950, dans la seconde moitié du XXe siècle, l'affichage des numéros d'appel et la technologie de relevé automatique des compteurs se sont imposés comme autant de nouveaux jalons dans le développement de la communication M2M. À la fin du XXe siècle, mais surtout depuis le début du XXIe siècle, le perfectionnement de la technologie Machine to machine a atteint des niveaux inégalés grâce à la téléphonie mobile et à l'Internet sans fil. Aujourd'hui, notre quotidien nous met si souvent en contact avec des machines capables de communiquer automatiquement entre elles que nous n'en avons même plus conscience [7].

1.3.1.3 Fonctionnement et architecture du M2M

• **Fonctionnement**

Le principal objectif de la communication M2M est de collecter des données et de les transmettre via un réseau. La séquence d'événement de communication de machine à machine permet d'effectuer automatiquement certaines opérations. Cette utilisation de la technologie M2M est étroitement liée à l'intelligence artificielle et constitue le fondement de l'Internet des objets [9].

• **Architecture d'un réseau M2M**

L'architecture générale du réseau M2M définit les fonctions de base pour pouvoir échanger des données entre les objets et les serveurs. L'architecture est basée sur un ensemble de

fonctionnalités logicielles déployées dans le Framework. Le but de ce Framework est de décrire les services qui permettent la gestion des objets : enregistrement, authentification, méthodes périodiques ou de réveil pour restaurer les données, accessibilité des objets, localisation, types de réseaux supportés [10].

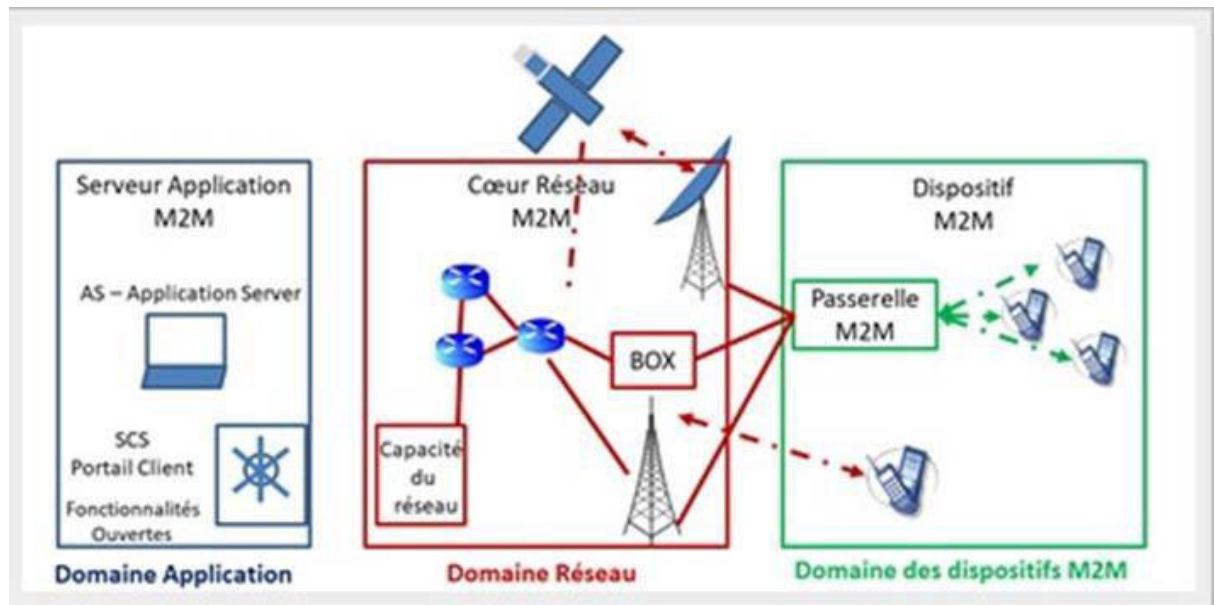


Figure 1 : l'architecture fonctionnelle de M2M [10]

Le domaine des dispositifs contient la passerelle M2M qui traite et simplifié les données ; utilisez tous les appareils liés au M2M et gérez leur configuration. De plus, il assure l'interaction des appareils M2M avec le réseau de communication

- Le domaine des réseaux gère la connectivité de l'objet. Il s'agit d'enregistrer des objets de gérer les plans de transport (créer des tunnels pour les données), de gérer la mobilité, de gérer la qualité de service et d'émettre des factures. Le domaine des réseaux est divisé en trois parties :
 - Réseau d'accès : Il s'agit d'une connexion tout IP via des supports cuivre, des supports optiques, des liaisons cellulaires (GPRS, 4G, WiMax), des liaisons satellites ou des connexions non IP via le réseau GSM.
 - Cœur réseau : Il fournit des fonctions telles que la connectivité (IP ou SMS), les fonctions de contrôle du réseau (qualité de service) et l'autorisation du service demandé.

- Les capacités de Service (M2M Service Capabilities) : Il fournit les fonctions M2M qui sont offertes aux serveurs d'applications client via des interfaces ouvertes (API) en s'appuyant sur les fonctionnalités du cœur réseau à travers les interfaces normalisées (Gx,Gi).

Le domaine d'application est contenu :

- Un serveur d'application client (AS)
- Un portail client qui fournit des fonctionnalités au client et consiste à inscrire l'objet via une interface https

1.3.1.4 Les avantages du M2M

Outre des voies de transmission plus rapides et la possibilité de programmer la transmission de données, la communication Machine to machine offre de nombreux avantages. Parmi eux, notamment, on peut citer la commande à distance des appareils, la réduction des besoins de maintenance, la prévention des pannes et les économies de coûts en découlant. Par ailleurs, la communication Machine to machine ouvre aux services informatiques l'accès à de nouveaux domaines d'activités et optimise les services de maintenance et d'assistance à la clientèle dans les secteurs d'activité existants [3].

1.3.2 L'internet des objets

1.3.2.1 Définition

L'Internet des Objets (IDO) est l'acronyme de « Internet of Things (IoT) » en anglais. Le terme IoT est apparu la première fois en 1999 dans un discours de Kevin ASHTON, un ingénieur britannique. Il servait à désigner un système où les objets physiques sont connectés à Internet ou un réseau local. Il s'agit également de systèmes capables de créer et transmettre des données afin de créer de la valeur pour ses utilisateurs à travers divers services (agrégation, analytique...) [7].

1.3.2.2 Historique

Depuis la fin des années 1980, l'Internet a évolué de manière extraordinaire. La dernière étape est l'utilisation de ce réseau mondial pour la communication avec des objets ou entre objets,

évolution nommée Internet des Objets. L'évolution de l'IoT est ainsi rapide : depuis 2014, le nombre d'objets connectés est supérieur au nombre d'humains connectés et il est prévu que plus de 50 milliards d'objets seront connectés à partir de l'année 2020 [11].

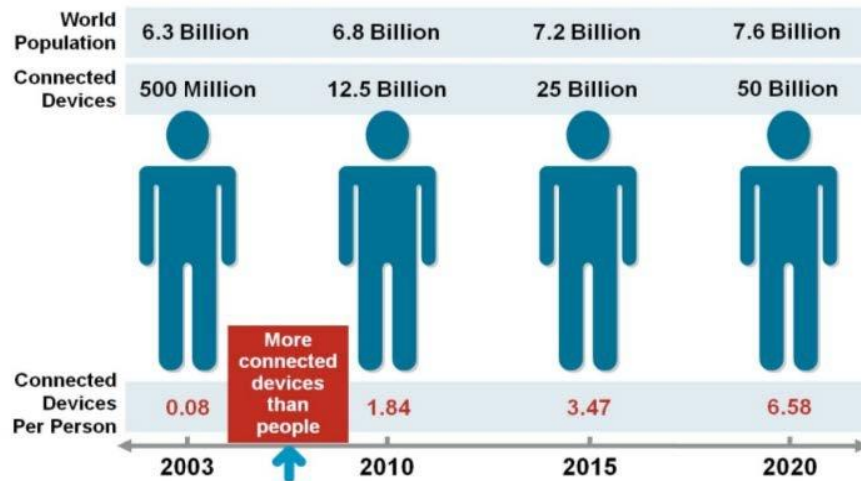


Figure 2 : Évolution de l'IOT entre 2003 et 2020 [11]

1.3.2.3 Fonctionnement

Un système IoT constitué généralement, du hardware, du software, des protocoles de communication, du Cloud et du mobile. Un système IoT se décompose en 4 fonctionnalités suivantes :

- a) Dans un premier temps, les données sont collectées par des capteurs puis converties en signaux utiles. L'actionneur agira également en fonction de l'évolution des conditions physiques. Il convient également de souligner que les capteurs sont utilisés dans presque tous les domaines de l'industrie de la santé.
- b) Cette étape fait intervenir la passerelle Internet, et les données au format analogique collectées par le capteur sont converties au format numérique avant d'être envoyées via la passerelle.
- c) La troisième étape consiste à traiter en détail les données résumées numériquement via le système informatique.

- d) Dans la quatrième étape, les données sont déplacées puis stockées dans le centre de données et Clouds. Ce dernier est chargé d'une analyse approfondie à l'aide de systèmes informatiques plus avancés.

1.3.3 Les protocoles de communication des réseaux M2M/IoT

Il existe trois types de réseaux sans fil destinés au M2M/IoT : les réseaux à courte portée, les réseaux moyenne portée, et les réseaux longs portés.

La figure suivante représente les différents types des réseaux sans fil.

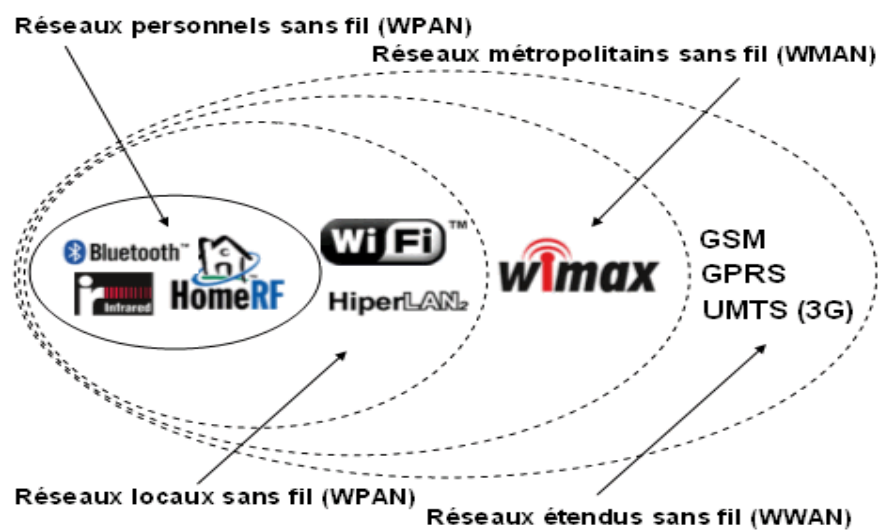


Figure 3 : les types des réseaux sans fil [3]

1.3.3.1 Le réseau personnel sans fil (WPAN) :

Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques, nous trouvons : Bluetooth, ZigBee, Z-wave, NFC, RFID.

1.3.3.2 Bluetooth

Bluetooth (standard IEEE 802.15.1) est un protocole de communication sans fil, pour les appareils électroniques fonctionnant dans la bande libre des 2,4 GHz et fondée sur l'étalement de spectre par saut de fréquence (FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum) [12].

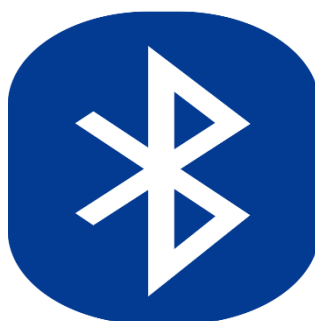


Figure 4 : Logo de Bluetooth [3]

1.3.3.3 Zigbee

Le protocole ZigBee fait partie des technologies sans fil les plus adaptées aux réseaux domestiques, car elle est plus simple et moins chère que les autres réseaux de capteurs personnels sans fil (WPAN). Il est destiné aux applications radiofréquence (RF) qui nécessitent un faible débit de données, une longue durée de vie de la batterie et une mise en réseau sécurisée [13].



Figure 5 : Logo de ZIGBEE [3]

1.3.3.4. RFID

Le protocole RFID (radio frequency identification) et les cartes à puce ont en commun le même processus de stockage des données sur un dispositif de support de données électroniques - le transpondeur. Cependant, contrairement à la carte à puce, l'alimentation électrique du dispositif de support de données et l'échange de données entre celui-ci et le lecteur sont assurés au moyen

des champs magnétiques ou électromagnétiques au lieu d'utilisation de contacts galvanique [13].



Figure 6 : Carte RFID 1 [3]

1.3.3.5 Le réseau local sans fil (WLAN)

1. Wifi

Le Wi-Fi est l'abréviation de Wireless Fidelity, ainsi nommé par l'alliance du début des deux mots : Wi-Fi. Généralement, le Wi-Fi se reporte aux différentes versions du standard IEEE 802.11 (inclut : a/b/g/n. etc.) qui sont les technologies et les protocoles de communication sans fil. Le Wi-Fi est utilisé largement dans tous les domaines : le bureau, la résidence, le restaurant, pour n'en nommer que quelques-uns. En tant que moyen de communication sans-fil populaire, le Wi-Fi est caractérisé par haut débit de transfert de données, ainsi que sa sécurité et stabilité de connexion très élevées. Le débit de données et la fréquence variant entre les différentes versions du standard IEEE 802.11 [14].



Figure 7 : Logo du Wifi 1 [3]

2. Les réseaux étendus sans fil (WWAN)

WWAN est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fils les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fils. Les principales technologies sont les suivantes : (1G), GSM (2G), UMTS (3G), 4G, 5G [10].

Dans notre mémoire nous nous intéressons plus à la 4G et à la 5G notamment, nous allons donc définir ces technologies.

a. La 4ème génération (4G)

La 4G est la quatrième génération des standards pour la téléphonie mobile correspondant au LTE (Long Term Evolution). La technologie LTE ou 4G est basée sur le transport de paquets IP commuté. Il n'a pas fourni de mode de routage pour un autre mode que VoIP, contrairement à la 3G mais à la technologie de la voix en mode circuit [10].

b. la 5ème génération (5G)

La 5G est l'Internet du futur. Cette technologie comprendra un réseau d'accès radio et un cœur de réseau convergent combinant accès fixe et accès mobile. Il s'agit d'augmenter les débits et la capacité des réseaux, mais aussi de préparer l'évènement de « l'internet des objets ».

1.3.4 Les domaines d'application du M2M/IoT

La communication M2M et la technologie IoT couvriront un large éventail d'applications et touchera presque tous les domaines auxquels nous sommes confrontés chaque jour, c'est l'émergence de l'espace intelligent.

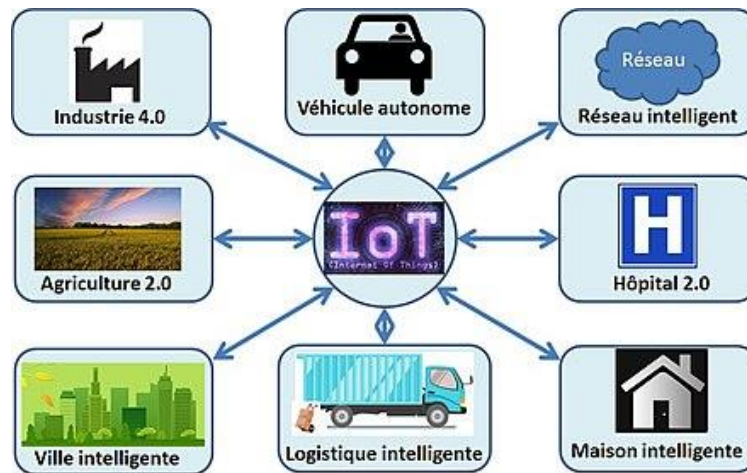


Figure 8 : Domaine d'application [3]

Parmi ces espaces intelligents, nous pouvons citer :

a. L'industrie

La technologie IoT permettra de surveiller l'ensemble du produit, de la chaîne de production, jusqu'à la logistique et la chaîne de distribution en surveillant les conditions d'approvisionnement. Cette traçabilité de bout en bout permet à leurs usines en exploitation d'optimiser la production et d'améliorer les performances de leurs employés [15]

b. Smart Home

Les gens sont curieux de cette fonctionnalité, ils veulent que leurs maisons soient converties en maisons intelligentes, afin d'avoir une vie plus confortable et pratique. Les produits SMARTHOME sont conçus pour économiser du temps, de l'argent et de l'énergie, les maisons intelligentes deviendront caractéristique commune, d'où même l'objectif de notre travail.

c. La santé (Smart Health)

Dans le domaine de la santé, l'IOT permettra le déploiement de réseaux personnels pour le contrôle et le suivi des signes cliniques, notamment pour des personnes âgées, les objets connectés permettent de suivre la tension, le rythme cardiaque, la qualité de respiration ou

encore la masse grasseuse. Ceci permettra ainsi de faciliter la télésurveillance des patients à domiciles, et apporter des solutions pour l'autonomie des personnes à mobilité réduite.

d. Smart city

Smart city désigne une ville qui utilise les technologies de l'information et de la communication pour « améliorer » la qualité urbaine, l'efficacité et la compétitivité économique de la ville, ou en réduire le coût.

e. L'agriculture

La demande de produits alimentaires augmente, à mesure que la population mondiale augmente, les sujets internet ont développé certaines techniques en agriculture pour augmenter la nourriture, par exemple l'utilisation de capteurs qui recueillera des informations utiles sur l'état du sol, l'humidité, le pourcentage de sels minéraux, etc. et envoyer ces informations aux agriculteurs pour qu'ils prennent les mesures nécessaires pour assurer une bonne production.

f. le Transport

Des voitures connectées ou autonomes aux systèmes de transport/logistique intelligents, l'IoT peut sauver des vies, réduire le trafic et minimiser l'impact des véhicules sur l'environnement.

1.4. Conclusion partielle

Dans ce chapitre, nous avons présenté différentes notions de base de notre travail, en suite on a présenté les fondamentaux des réseaux M2M et IoT, nous avons détaillé spécialement les réseaux et les protocoles les plus importants dans ces technologies, parmi ces réseaux et protocoles, par exemple Bluetooth, Zigbee, WIFI, 4G, 5G, etc. qui ont été une solution pour faciliter les communications M2M/IoT. Dans le prochain chapitre nous présentons la partie électronique de notre système de domotique intelligent.

Chapitre 2 : ARCHITECTURE ET SPECIFICITES TECHNIQUES

2.1 Introductions

Dans ce chapitre nous allons présenter le matériel utilisé dans notre projet, tout en donnant ses différentes spécifications et caractéristiques. Nous détaillerons également l'aspect gestion de la lumière, qui sera pris en charge par la vision par ordinateur.

2.2 langages de programmation

Nous avons utilisé python comme langage de programmation, Python est un langage fascinant avec une immense variété d'applications. Que ce soit dans la domotique, la science des données, l'intelligence artificielle ou même le développement de jeux, sa simplicité et sa puissance le rendent incontournable.

En voici quelques raisons qui justifient le choix de ce langage de programmation :

- **Simplicité et lisibilité** : Python utilise une syntaxe claire et simple, ce qui le rend plus facile à apprendre et à comprendre, même pour les débutants.
- **Polyvalence** : Il peut être utilisé pour une variété de domaines, comme le développement web ce qui a été le cas pour notre système, l'analyse de données, l'intelligence artificielle raison de plus de le choisir, la robotique, et même les jeux vidéo.
- **Grande communauté et support** : Python possède une vaste communauté de développeurs. Cela signifie qu'il y a une abondance de ressources, de bibliothèques, et de solutions pour résoudre différents problèmes.
- **Écosystème riche** : Avec des bibliothèques comme TensorFlow, Pandas, Django et NumPy, Python permet de développer rapidement des projets complexes.
- **Interopérabilité** : Il peut facilement interagir avec d'autres langages et technologies, ce qui en fait un excellent choix pour des projets multi-langages.

Python se distingue par sa simplicité et sa polyvalence, mais il existe de nombreux autres langages de programmation, chacun adapté à des besoins spécifiques. Voici un aperçu comparatif :

Langage	Points forts	Domaines d'application
Python	Lisibilité, grande communauté, riche écosystème de bibliothèques	Intelligence artificielle, analyse de données, web
JavaScript	Interactivité web, omniprésence dans les navigateurs	Développement web, applications front-end/back-end
Java	Portable, robuste, orienté objet	Applications d'entreprise, Android, jeux
C	Très performant, proche du matériel	Systèmes embarqués, développement de systèmes
C++	Extension puissante de C avec programmation orientée objet	Jeux vidéo, logiciels exigeants en performance
Rust	Sécurité mémoire et vitesse	Systèmes critiques, développement bas niveau
Ruby	Syntaxe élégante, populaire dans le développement web	Applications web avec Rails
Go (Golang)	Concurrence et simplicité	Services web, infrastructures cloud
PHP	Optimisé pour le web	Développement de sites web dynamiques

Tableau 1 : comparaison des langages de programmation

Chaque langage a ses forces et ses limites, et le choix dépend des objectifs et du contexte du projet. Par exemple, Python est fantastique pour les débutants et les applications polyvalentes, tandis que des langages comme Rust se spécialisent dans la sécurité et la performance.

2.3 Différentes composantes

La réalisation d'un système domotique nécessite l'utilisation de certains composants électroniques, logiciels et applications particulières ; voici donc les différents composants utilisés lors de notre réalisation :

2.3.1 L'esp32-cam

L'ESP32-CAM est un module de développement très populaire qui combine un microcontrôleur ESP32 avec une camera OV2640 ou la camera OV7670. Ce module est souvent utilisé pour des projets de surveillance, de reconnaissance d'images, et d'Internet des objets (IoT) [16].

Ce module nous a servi des yeux dans la conception de notre projet, au fait on a donné à notre système la capacité de voir comme le ferai un être humain, donc d'être capable de faire la différence entre une personne autorisée à entrer dans la maison et celle qui ne l'est pas et c'est grâce à ce module que cela a été rendu possible.

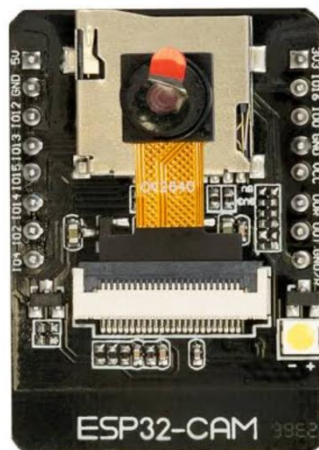


Figure 9 : ESP32-CAM [3]

Voici quelques points à connaître sur l'ESP32-CAM :

- **Microcontrôleur** : l'ESP32-CAM est basé sur l'ESP32 d'Expressif system.
- **Camera** : OV2640, capable de filmer jusqu'à 15 images par secondes avec une résolution de 2 mégapixels.
- **Connectivite** : WI-FI 802.11b/g/n et Bluetooth 4.2 avec BLE.
- **Mémoire** : 520ko de SRAM, 4 Mo de PSRAM, et un emplacement pour carte microSD.
- **Interface** : UART, SPI, I2C, PWM, et 9 broches GPIO.
- **Applications** : surveillance à distance, reconnaissance d'images, projets IoT, etc.

2.3.2 Le microcontrôleur ESP8266

L'ESP8266 est un microcontrôleur très populaire développé par Expressif Systems, connu pour sa capacité à se connecter au WI-FI et à être programme pour divers projets IoT [17].

Notre système fonctionne sous la connexion internet, c'est donc ce module qui nous a permis d'accès à cette connexion grâce à sa capacité de se connecter au réseau WIFI



Figure 10 : ESP8266 [17]

Voici quelques points clés sur L'ESP8266 :

- **Microcontrôleur** : base sur un CPU 32-bits RISC Tensilica Xtensa LX106, cadence a 80MHZ.
- **Mémoire** : 64 Ko de RAM pour les instructions, 96Ko de RAM pour les données, et support pour la mémoire flash externe jusqu'à 16 Mo.
- **Connectivite** : Wi-Fi 802.11b/g/n intégré, avec support pour les protocoles WEP, WPA/WPA2.
- **Interfaces** ; UART, SPI, I2C, I2S, et un ADC 10 bits.
- **GPIO** : jusqu'à 16 broches GPIO disponibles selon les variantes.
- **Programmation** : peut-être programme en Lua (NodeMCU), C/C++ (Arduino IDE), micro Python, et d'autres langages [17].

2.3.3 Le Capteur DHT 11

Le suivi de la météo est une nécessité quotidienne, c'est pourquoi nous avons conçu un système qui relève la température, l'humidité à l'intérieur de la maison.

Le capteur DHT11 est un capteur populaire pour mesurer la température et l'humidité. Il est souvent utilisé dans des projets Arduino en raison de sa simplicité et de son faible cout [18].

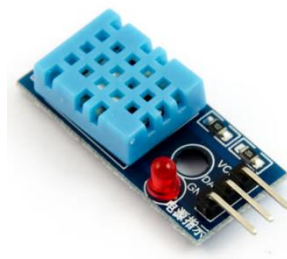


Figure 11 : capteur DHT11 [18]

Voici quelques informations clés sur le DHT11 :

- **Plage de mesure de la température** : 0 à 50°C avec une précision de plus au moins 2°C.
- **Plage de mesure de l'humidité** : 20 à 80 % avec une précision de plus au moins 5 %.
- **Tension d'alimentation** : 3 à 5 V.
- **Fréquence de mesure** : 1 mesure par seconde (1Hz).

Ces paramètres seront exploités pour réaliser les actions automatiques suivantes :

- Activation automatique de la climatisation dès que la température dépasse les 27 °C.
- Activation automatique du système de chauffage lorsque la température descend en dessous de 18 °C. Pour relever ces paramètres nous avons utilisé un DHT11 [18].

2.3.4 Le servomoteur

Le système comprend également un contrôle d'accès pour la sécurité. Il permet de limiter l'accès à la maison aux personnes autorisées. Pour cela, nous utilisons un servomoteur pour mouvoir la porte après vérification d'un code d'accès.



Figure 12 : servomoteur [3]

Un servomoteur SG90 est un type de servomoteur qui fonctionne avec une alimentation de 5 volts.

Voici quelques informations utiles sur ces servomoteurs :

- **Applications** : ils sont couramment utilisés dans des projets de modélisme, de robotique, et avec des microcontrôleurs comme Arduino et ESP8266. Leur faible tension les rend idéaux pour des applications nécessitant une alimentation basse tension.
- **Caractéristique** : les servomoteurs 5V peuvent varier en taille et en couple. Par exemple, certains modèles comme le SG90 sont très populaires pour les petits projets

de robotique et de modélisme en raison de leur taille compacte et de leur couple suffisant pour des tâches légères.

- **Contrôle** : ils sont généralement contrôlés par un signal PWM (Pulse Width Modulation), ce qui permet de régler précisément leur position.

Les servomoteurs 5V typiques ont trois fils : un pour l'alimentation (rouge), un pour la masse (marron ou noir), et un pour le signal de commande (orange ou blanc) [3].

2.3.5 Le ventilateur

Un ventilateur est un appareil utilisé pour créer un flux d'air afin de rafraîchir une pièce ou un espace.



Figure 13 : ventilateur [19]

En cas de dépassement d'une température seuil (27°C) par exemple, un ventilateur est activé pour simuler le fonctionnement d'un climatiseur. Aussi, en cas de détection de gaz, un ventilateur est activé dans le sens inverse pour évacuer le gaz. Nous avons utilisé des mini ventilateurs comme le montre la figure 5 [19].

2.3.6 Le capteur PIR HC-SR501

Le capteur PIR HC-SR501 est utilisé pour détecter les mouvements dans le couloir. Ce capteur est capable de détecter les rayonnements infrarouges dans son champ de vision et peut ainsi déduire la présence ou le mouvement d'une personne. Cette information est utilisée pour contrôler l'allumage ou l'extinction d'une lampe. Ce système contribue également à une gestion

économique de l'énergie en permettant d'allumer la lumière uniquement lorsque cela est nécessaire.



Figure 14 : détecteur de mouvement [20]

Voici quelques informations clés sur ce capteur :

Fonctionnement : le HC-SR501 détecte les variations de température causées par les mouvements de personnes ou d'objets dans son champ de détection. Il utilise un capteur infrarouge sensible à la chaleur pour détecter ces mouvements.

- **Alimentation** : 3.3V a 5V.
- **Angle de détection** : environ 110 degrés.
- **Portée de détection** : environ 7 mètres.
- **Réglages** : deux potentiomètres pour ajuster la sensibilité et la durée de l'état actif.
- **Applications** : ce capteur est couramment utilisé dans des systèmes de sécurité pour détecter les intrusions, dans des systèmes d'éclairage automatique, et dans des projets de domotique pour activer des appareils en fonction de la présence [20].

2.3.7 Le module relais

Un module relais est un composant électronique qui permet de contrôler des circuits de puissance à l'aide d'un signal de faible puissance, comme celui provenant d'un microcontrôleur (par exemple, celui de la carte ARDUINO).

En plus du suivi de la météo, le système offre également un autre moyen de confort grâce au contrôle des appareils électroménagers. Les utilisateurs peuvent gérer à distance l'allumage et l'extinction de leurs appareils électroménagers, ce qui permet de réduire la consommation d'énergie et d'améliorer leur confort. Le système utilise trois modules relais pour actionner les appareils électroménagers.



Figure 15 : module relais [21]

Voici quelques points clés sur les modules relais :

- **Fonctionnement** : un relais utilise un électroaimant pour ouvrir ou fermer un circuit, lorsqu'un courant passe à travers la bobine du relais, il crée un champ magnétique qui attire un contact, fermant ainsi le circuit de puissance (ou l'inverse, repousser un contact pour ouvrir le circuit de puissance).
- Type des modules relais :
 - **Relais à un canal** : contrôle un seul circuit.
 - **Relais a plusieurs canaux** : peut contrôler plusieurs circuits simultanément (par exemple, 2, 4. Ou 8 canaux).
- **Applications** : les modules relais sont utilisés pour contrôler des appareils nécessitant une puissance élevée, comme des moteurs, des lampes, ou des appareils électroménagers, à partir de microcontrôleurs comme Arduino ou Raspberry [21].

2.3.8 Le clavier matriciel

Les claviers matriciels 4x4 sont couramment utilisés dans les projets électroniques pour ajouter des entres utilisateur simples et abordables. Ils sont composés de 16 boutons organisés en une matrice de 4 lignes et 4 colonnes.

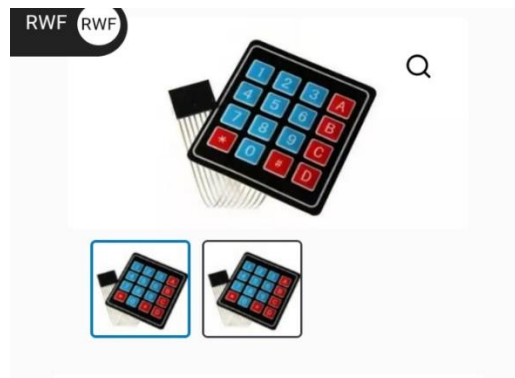


Figure 16 : clavier 4x4 [3]

Le système est également équipé d'un clavier (key pad) qui permet d'entrer le code d'accès, et d'un écran LCD pour afficher les informations pertinentes telles que le statut du système de contrôle d'accès.

2.3.9 L'écran LCD 20X4

Les écrans LCD (Liquid Crystal Display) sont largement utilisés dans divers appareils électroniques, tels que les téléviseurs, les écrans d'ordinateur, les smartphones et les tablettes. Dans notre travail on a utilisé un écran LCD 20X4.



Figure 17 : écran LCD 20X4 [3]

Fonctionnement : un écran LCD utilise des cristaux liquides pour modifier la lumière. Il est composé de plusieurs couches, dont deux filtres polarisants et une couche de cristaux liquides entre eux. Lorsque la lumière passe à travers ces couches, les cristaux liquides modifient leur orientation en fonction du champ électrique appliqué, ce qui permet de contrôler la quantité de la lumière qui passe à travers chaque pixel [22].

2.3.10 Le capteur de courant

Les capteurs de courant sont des dispositifs utilisés pour mesurer le courant électrique dans un circuit. Ils sont essentiels dans nombreux projets électroniques pour surveiller et contrôler les flux de courant.

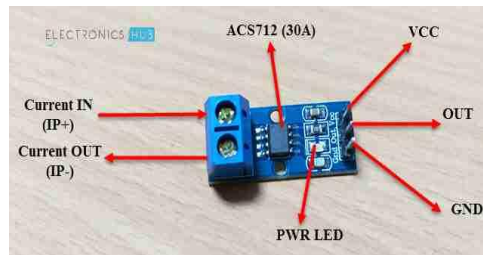


Figure 18 : capteur de courant [23]

Notre système est équipé de deux capteurs de courant bien évidemment pour mesurer le courant dans le circuit, et savoir comment économiser de l'énergie une fois que la consommation pourra être élevée.

2.3.11 Le buzzer

Les buzzers sont des dispositifs simples mais efficaces pour ajouter des signaux sonores aux projets électroniques. Ils sont souvent utilisés dans les jeux, les systèmes d'alarme et les projets interactifs.



Figure 19 : buzzer [24]

En cas de tentative d'accès non autorisée, un système d'alerte par un buzzer est activé pour avertir les occupants de la maison.

En cas de détection de plusieurs tentatives du code d'accès, le système déclenchera un buzzer pour alerter les personnes présentes dans la maison.

2.4 le Deep Learning

Quand les ordinateurs programmables ont été conçus pour la première fois, les gens se sont posé la question de savoir si ces machines pourraient devenir intelligentes. Aujourd'hui, intelligence artificiel (IA) est un champ florissant, avec de nombreuses applications pratiques et des sujets de recherche actifs. Nous nous tournons vers les logiciels intelligents pour automatiser le travail de routine, comprendre la parole ou les images, établir des diagnostics en médecine et soutenir la recherche fondamentale scientifique [25].

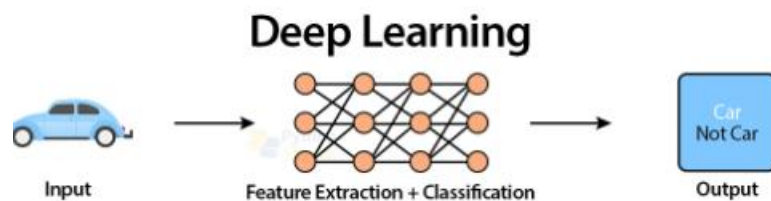


Figure 20 : image du Deep Learning [26]

En rassemblant des connaissances par l'expérience, cette approche évite aux opérateurs humains de devoir spécifier formellement toutes les connaissances dont l'ordinateur a besoin. La hiérarchie des concepts permet à l'ordinateur d'apprendre des concepts compliqués en les construisant à partir de concepts plus simples. Si l'on dessine un graphique montrant comment ces concepts sont construits les uns sur les autres, le graphique est profond, avec de nombreuses couches. C'est pourquoi nous appelons cette approche de le Deep Learning.

2.4.1 Définition

Le Deep Learning est une branche de l'apprentissage automatique qui utilise des algorithmes de réseaux neuronaux complexes pour comprendre et extraire des fonctionnalités de données très volumineuses et complexes. Cela permet aux ordinateurs de résoudre des tâches très complexes telles que la reconnaissance faciale, la reconnaissance vocale, la vision par ordinateur, le traitement du langage et autres [26].

Le Deep Learning ou apprentissage profond est un sous-ensemble de l'apprentissage machine où les réseaux neuronaux artificiels, des algorithmes inspirés du cerveau humain, apprennent à

partir de grandes quantités de données. De la même manière que nous apprenons par expérience, l'algorithme d'apprentissage profond exécuterait une tâche de manière répétitive, en la modifiant chaque fois un peu pour améliorer le résultat

Dans notre travail le Deep Learning nous aidera à résoudre le problème de la reconnaissance faciale pour assurer l'entrée sécurisée dans la maison.

Nous parlons d'apprentissage profond parce que les réseaux neuronaux ont plusieurs couches (profondes) qui permettent l'apprentissage. Tout problème qui nécessite une réflexion pour être résolu est un problème que l'apprentissage profond peut apprendre à résoudre.

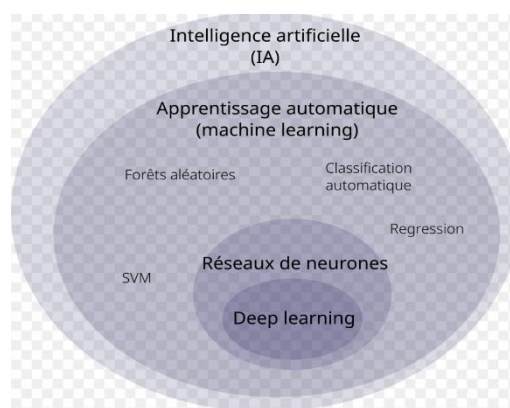


Figure 21 : Deep Learning [3]

La quantité de données que nous générons chaque jour est stupéfiante, actuellement estimée à 2,6 quintillions d'octets et c'est cette ressource qui rend l'apprentissage profond possible. [27] En plus de la création de données, les algorithmes d'apprentissage approfondi bénéficient d'une puissance de calcul plus importante aujourd'hui, ainsi que de la prolifération de l'intelligence artificielle (IA) en tant que service.

2.4.2 Brève historique du Deep Learning

Le Deep Learning existe depuis des décennies, mais il est récemment devenu très populaire en raison des progrès technologiques et de la puissance de calcul accrue qui permet de former des modèles plus grands et plus complexes. Le développement le plus important dans l'histoire du Deep Learning a été l'émergence de l'algorithme de rétropropagation en 1986, qui a permis un entraînement efficace des réseaux de neurones profonds.

Durant les années 2000, ces progrès ont suscité des investissements privés, universitaires et publics importants, notamment de la part des GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft) [28].

2.4.3 Types des méthodes d'apprentissage

Dans l'apprentissage approfondi, les modèles prédictifs utilisent divers algorithmes fondamentaux pour déduire des relations mathématiques à partir des données de formation. Il existe principalement trois types de méthodes d'apprentissage, à savoir [29]:

2.4.3.1 Apprentissage supervisé

Dans l'apprentissage supervisé, le modèle est alimenté par un ensemble de données de formation contenant à la fois les observations (c'est-à-dire les entrées) et les résultats correspondants (c'est-à-dire les sorties). Le modèle déduit ensuite la transposition mathématique des entrées aux sorties, qu'il peut utiliser pour classer les futurs points de données de test d'entrée [29].

2.4.3.2 Apprentissage non supervisé

Dans l'apprentissage non supervisé, le modèle est alimenté par des données de formation non classifiées (c'est-à-dire uniquement les entrées). Ensuite, le modèle classe les points de données de test dans différentes classes en trouvant des points communs entre elles [29].

2.4.3.3 Apprentissage semi-supervisé

Comme son nom l'indique, l'apprentissage semi-supervisé hérite des propriétés de l'apprentissage supervisé et de l'apprentissage non supervisé. Un ensemble de données semi-supervisées contient principalement des points de données de formation non classifiés ainsi que de petites quantités de données classifiées. Les modèles semi-supervisés présentent deux avantages importants. Premièrement, ils sont sensiblement plus précis que les modèles non supervisés avec l'ajout de quelques points de données classifiées. Deuxièmement, ils sont nettement moins laborieux et demandent moins de temps que l'apprentissage supervisé.

L'apprentissage semi-supervisé peut se référer soit à l'apprentissage transductif, soit à l'apprentissage inductif [29].

2.4.4 Architectures d'apprentissage profond

Le Deep Learning se compose de plusieurs architectures différentes, chacune adaptée à la résolution de certains types de problèmes, à savoir :

2.4.4.1 Réseaux neuronaux artificiels (ANN)

Les réseaux neuronaux artificiels (ANN) cherchent à simuler ces réseaux et à faire en sorte que les ordinateurs agissent comme des cellules cérébrales interconnectées. Différentes parties du cerveau humain sont responsables du traitement de différentes informations, et ces parties du cerveau sont disposées hiérarchiquement, ou en couches. Ainsi, lorsque l'information entre dans le cerveau, chaque niveau de neurones traite l'information, fournit des informations et les transmet à la couche suivante, plus élevée. [30] .

C'est cette approche en couches du traitement de l'information et de la prise de décision que les ANN tentent de simuler. Dans sa forme la plus simple, un ANN ne peut avoir que trois couches de neurones :

- La couche d'entrée : où les données entrent dans le système.
- La couche cachée : où les informations sont traitées.
- La couche de sortie : où le système décide de ce qu'il doit faire en fonction des données.

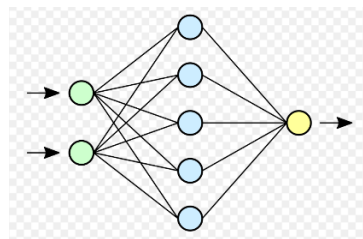


Figure 22 : architecture d'un réseau de neurone artificiel [3]

2.4.4.2 Réseaux neuronaux profonds DNN

Un réseau neuronal profond (DNN) est un réseau neuronal artificiel (ANN) avec plusieurs couches entre les couches d'entrée et de sortie, le DNN trouve la manipulation mathématique correcte pour transformer l'entrée en sortie, qu'il s'agisse d'une relation linéaire ou non linéaire. Le réseau se déplace à travers les couches en calculant la probabilité de chaque sortie [31]. L'utilisateur peut examiner les résultats et sélectionner les probabilités que le réseau doit afficher (au-dessus d'un certain seuil, etc.) et renvoyer l'étiquette proposée.

Chaque manipulation mathématique en tant que telle est considérée comme une couche, et les DNN complexes ont de nombreuses couches, d'où le nom de réseaux « profonds ».

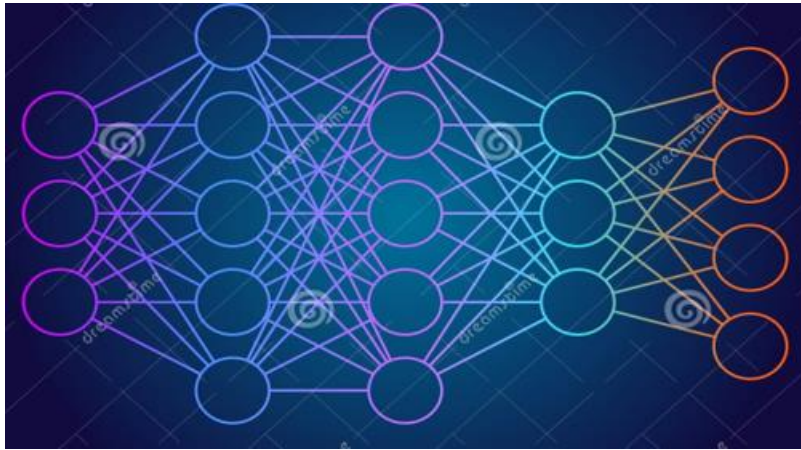


Figure 23 : architecture d'un réseau neurone profond [33]

2.4.4.3 Réseaux de neurones convolutifs (CNN)

CNN est un type de réseau neuronal très efficace pour traiter les données spatiales telles que des images. Ils utilisent des opérations de convolution pour extraire des caractéristiques des images et sont largement utilisés dans les applications de reconnaissance d'images.

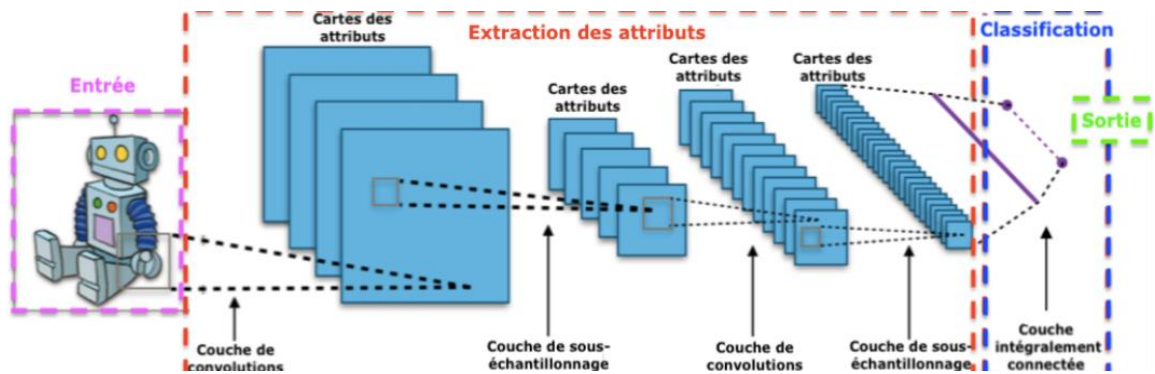


Figure 24 : architecture d'un CNN [30]

2.4.4.4 Réseaux de neurones récurrents (RNN)

RNN est un type de réseau neuronal adapte au traitement de données séquentielles telles que du texte ou du son. Ils ont la capacité de mémoriser des informations telles que la reconnaissance vocale et la traduction linguistique [31].

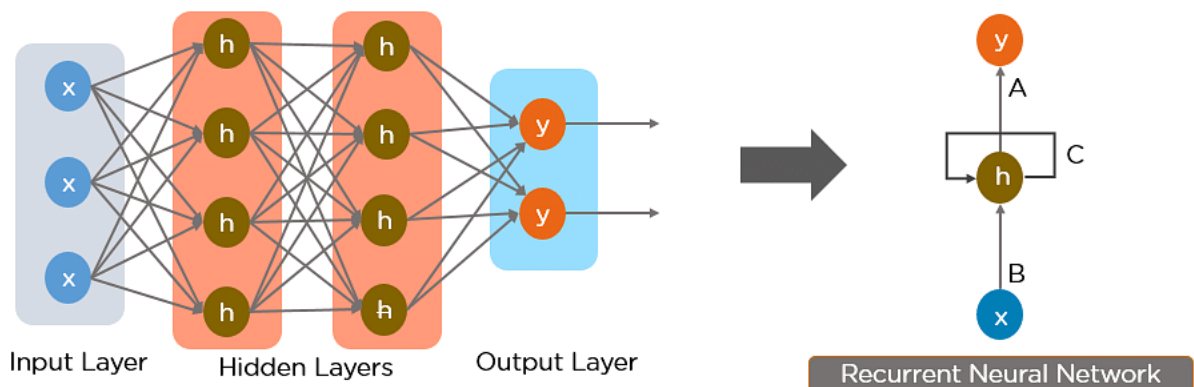


Figure 25 : architecture d'un RNN [32]

2.4.4.5 Réseaux adverses génératifs (GAN)

GAN est un type de réseau neuronal composé de deux modèles qui font concurrence : un générateur et un discriminateur. Ils sont utilisés pour générer de nouvelles données qui ressemblent à des données d'entraînement.

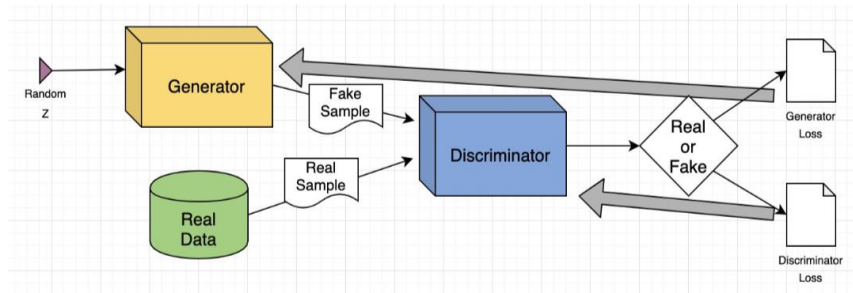


Figure 26 : architecture d'un GAN [3]

2.4.5 Applications du Deep Learning

Le Deep Learning a trouvé de nombreuses applications dans divers domaines, entre autres :

❖ La reconnaissance d'images

L'une des principales applications du Deep Learning est la reconnaissance d'images. Cette technologie est utilisée dans divers secteurs, notamment le diagnostic médical, la sécurité et la reconnaissance faciale,

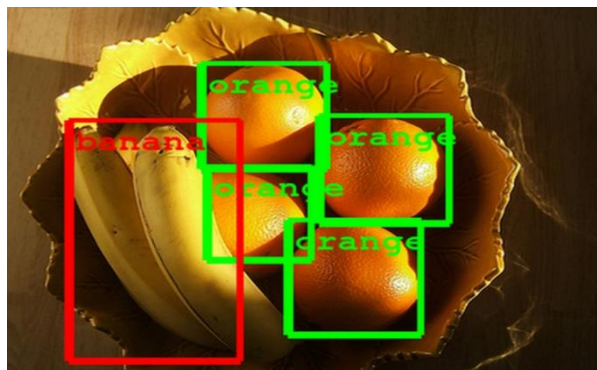


Figure 27 : reconnaissance des fruits [34].

❖ Traitement du langage naturel (NLP)



Figure 28 : traitement du langage naturel [35].

Le Deep Learning est également utilisé dans le traitement du langage naturel, permettant aux ordinateurs de comprendre et de générer du texte. Ces applications incluent la traduction linguistique, l'analyse des sentiments et les chats bots.

❖ Véhicules autonomes



Figure 29 : véhicule autonome [36]

Dans le domaine des véhicules autonomes, le Deep Learning est utilisé pour la reconnaissance d'objets, la détection de routes et la prise de décision en temps réel.

2.4.6 Avantages du Deep Learning

Le Deep Learning présente plusieurs avantages qui le rend très populaire dans la communauté du machine Learning

- **Capacite d'apprentissage profond**

Le Deep Learning est capable d'extraire des fonctionnalités très complexes à partir des données, ce qui le rend très efficace pour apprendre des modèles complexes.

- **Flexibilité dans Les données complexes**

Le Deep Learning peut fonctionner avec des données très volumineux et complexes, notamment des images, du texte, du son et d'autres données.

- **Hautes performances en reconnaissance de formes**

Le Deep Learning a démontré des performances incroyables dans la reconnaissance de modèles dans les données, dépassant même les humains dans certains cas [31].

2.4.7 Défis du Deep Learning

Malgré de nombreux avantages, Le Deep Learning est également confronté à plusieurs défis, entre autres :

- **Surapprentissage**

Le surajustement est un problème courant dans Le Deep Learning ou le modèle mémorise excessivement les données d'entraînement et ne parvient pas à se généraliser à de nouvelles données.

- **Limite des données**

Le Deep Learning nécessite de grandes quantités de données pour une formation efficace, et les limitations des données constituent souvent un obstacle dans les applications pratiques.

- **Interprétabilité du modèle**

Les modèles de Deep Learning sont souvent difficiles à interpréter, ce qui peut poser problèmes dans les cas où les décisions du modèle doivent être expliquées [5].

2.4.8 Approches pour résoudre les défis

Pour surmonter les défis du Deep Learning plusieurs approches ont été proposées, entre autres :

- **Régularisation**

La régularisation est une technique utilisée pour éviter le surajustement en ajoutant des pénalités aux paramètres complexes du modèle.

- **Augmentation des données**

L'augmentation des données est une technique utilisée pour augmenter la qualité de données d'entraînement en apportant de petites variations aux données existantes.

- **IA explicable (XAI)**

XAI est un domaine de recherche qui vise à rendre les modèles de Deep Learning plus faciles à comprendre et interpréter [35].

2.4.9 Rôle du Deep Learning dans le futur

Le Deep Learning a un grand potentiel pour changer de nombreux aspects de nos vies à l'avenir à savoir :

- **Innovation dans le secteur de la santé**

Dans le secteur de la santé, le Deep Learning peut être utilisé pour diagnostiquer les maladies plus rapidement et plus précisément, ainsi que pour développer des thérapies plus efficaces.

- **Développement des villes intelligentes**

Dans le domaine du développement des villes intelligentes, Le Deep Learning peut être utilisé pour optimiser la consommation d'énergie, gérer le trafic et améliorer la sécurité.

○ Révolution dans l'industrie automobile

Dans l'industrie automobile, Le Deep Learning jouera un rôle clé dans le développement des véhicules autonomes plus sûrs et plus efficaces.

Le Deep Learning n'est pas à confondre avec la machine Learning a ce sens que, Le Deep Learning est un sous-domaine de l'apprentissage automatique qui utilise des réseaux neuronaux profonds pour apprendre de manière indépendante des modèles dans des données complexes, tandis que l'apprentissage automatique conventionnel utilise des algorithmes plus simples [35].

2.5 La vision par ordinateur



Figure 30 : vision par ordinateur [3]

La vision assistée par ordinateur, ou vision par ordinateur, est un domaine de l'intelligence artificielle qui permet aux ordinateurs de comprendre et d'interpréter le monde visuel.

Voici quelques aspects clés de cette technologie :

Fonctionnement de la vision par ordinateur :

- **Acquisition d'images** : utilisation des cameras pour capturer des images ou des vidéos.
- **Prétraitement** : amélioration des images pour réduire le bruit et améliorer la qualité.
- **Analyse et interprétation** : utilisation d'algorithmes pour détecter et reconnaître des objets, des visages, des textes, etc.
- **Décision et action** : prise de décisions basées sur l'analyse des images, comme le contrôle de l'éclairage, la détection d'anomalies, etc.

Applications courantes :

- **Reconnaissance faciale** : utilisée dans la sécurité et les smartphones, d'où même l'objet de notre travail, nous allons sécuriser l'accès à notre habitation grâce à la reconnaissance faciale.
- **Véhicules autonomes** : aide les voitures à comprendre leur environnement.
- **Santé** : analyse des images médicales pour diagnostiquer des maladies.
- **Industrie** : inspection de qualité et automatisation des processus de fabrication.

Outils et techniques :

- **Algorithmes de machine Learning** : réseaux de neurones convolutifs (CNN), apprentissage profond (Deep Learning).
- **Logiciels et bibliothèques** : Open CV, TensorFlow, PyTorch [36].

2.5.2 La reconnaissance faciale

A part le simple fait de taper un code pour avoir accès à l'habitation, nous avons pensé à renforcer la sécurité d'accès en intégrant la reconnaissance faciale comme un moyen plus sûr et innovant pouvant permettre à l'identification mais aussi l'assurance que personne non autorisée ne pénètre dans l'habitation.

La reconnaissance faciale est une technologie fascinante et efficace pour sécuriser une porte. Voici un aperçu détaillé de sa conception et de son fonctionnement :

1. Composants essentiels :

- **Caméra haute résolution** : Capture des images du visage en 2D ou 3D, nous avons eu à utiliser un module camera esp32 CAM
- **Capteur infrarouge** : Permet de fonctionner dans des conditions de faible luminosité et de détecter les visages réels pour éviter les fraudes (comme l'utilisation de photos).
- **Processeur embarqué** : Analyse les données faciales et les compare à une base de données.
- **Logiciel de reconnaissance faciale** : Utilise des algorithmes avancés pour identifier les traits uniques du visage, comme la distance entre les yeux, la forme du nez, etc.

- **Système de verrouillage électronique** : Connecté au dispositif de reconnaissance pour ouvrir ou verrouiller la porte.

2. Étapes de conception :

1. Enregistrement initial :

- Les utilisateurs autorisés enregistrent leur visage dans le système.
- Les données biométriques sont converties en modèles numériques et stockées dans une base de données sécurisée.

2. Détection et capture :

- Lorsqu'une personne s'approche de la porte, la caméra détecte un visage et capture une image.
- Le capteur infrarouge vérifie l'authenticité du visage pour éviter les tentatives de fraude.

3. Analyse et comparaison :

- L'image capturée est analysée et comparée aux modèles enregistrés dans la base de données.
- Si une correspondance est trouvée, un signal est envoyé pour déverrouiller la porte.

4. Action :

- Si l'identification est réussie, la porte s'ouvre automatiquement.
- En cas d'échec, une alerte est envoyée au propriétaire ou au système de sécurité.

3. Sécurité et confidentialité :

- **Cryptage des données** : Les modèles faciaux sont cryptés pour éviter tout accès non autorisé.
- **Protection contre les attaques** : Les systèmes modernes intègrent des mécanismes pour détecter les tentatives de piratage ou d'usurpation d'identité.
- **Conformité légale** : Il est crucial de respecter les lois locales sur la collecte et le stockage des données biométriques.

4. Avantages :

- **Sécurité accrue** : Contrairement aux clés ou codes, la reconnaissance faciale est difficile à dupliquer ou à pirater, car elle utilise des traits uniques de chaque individu.
- **Rapidité et commodité** : Pas besoin de clés ou de codes.
- **Sécurité renforcée** : Réduit les risques d'accès non autorisé.
- **Intégration facile** : Peut-être combiné avec d'autres systèmes de sécurité, comme les alarmes.

5. Défis :

- **Coût élevé** : Les systèmes de reconnaissance faciale peuvent être onéreux.
- **Fiabilité** : Les changements d'apparence (barbe, lunettes, etc.) peuvent affecter la précision.
- **Vie privée** : Le stockage des données biométriques soulève des préoccupations éthiques.

2.6 Conclusion partielle

Dans ce chapitre nous avons présenté les matériels utilisés dans notre travail, tout en donnant leurs différentes spécifications et caractéristiques qui ont pu aboutir à la mise en œuvre de notre système.

Nous avons également exploré le domaine du Deep Learning, en abordant les types de méthodes d'apprentissage, les réseaux de neurones, les différentes architectures d'apprentissage approfondi, ainsi que leurs applications. Plus spécifiquement, nous nous sommes concentrés sur la gestion de l'accès dans l'habitation à l'aide de la vision assistée par ordinateur autrement dit la reconnaissance faciale qui s'avère une notion fascinante et innovante de notre travail. Le dernier chapitre est réservé à la conception de notre système.

Chapitre 3 : REALISATION ET TESTS DU SYSTEME

3.1 Introduction

Ce chapitre traite de la mise en œuvre et des tests du système SMART-HOUSE ainsi que de sa plateforme de contrôle. Nous procédons à l'implémentation des solutions conçues. Nous présentons d'abord le système SMART-HOUSE et son architecture générale en intégrant soigneusement les fonctionnalités essentielles. En parallèle, nous présentons la plateforme de contrôle de ces différents composants, en nous focalisant sur l'approche de la vision par ordinateur pour le contrôle d'accès dans la maison, tout en réalisant des tests unitaires afin de garantir que le système répond aux exigences et fonctionne de manière optimale sous différentes conditions.

3.2 Présentation de SMART-HOUSE



Figure 31 : smart-house

L'image 31 représente l'ensemble de notre système, englobant tous les composants qui le constituent. Il se compose d'un système de détection de présence, permettant d'identifier toute activité humaine dans l'environnement, d'un système de contrôle d'accès, assurant une gestion

à l'utilisateur la possibilité de saisir un code d'authentification pour accéder à la maison en cas d'indisponibilité de la connexion nécessaire à la reconnaissance faciale. Cette double approche garantit à la fois flexibilité et sécurité dans la gestion du domicile.

3.3.1 Système de contrôle d'accès manuel

La figure ci-après nous présente le système de contrôle d'accès manuel



Figure 33 : Contrôle d'accès

Comme nous pouvons le voir sur la figure 33, ce système de contrôle d'accès est composé d'un servo-moteur, permettant d'ouvrir la porte lorsque l'accès est autorisé, d'un afficheur LCD pour afficher les informations en temps réel, et d'un clavier permettant de saisir le code d'accès. Si le code saisi est valide, le servo-moteur s'active et ouvre la porte, autorisant ainsi l'entrée. Dans le cas contraire, la porte reste fermée et un message correspondant est affiché sur l'écran LCD. L'ensemble du processus est conçu pour garantir à la fois sécurité et fluidité d'utilisation.

3.3.2 Système de contrôle d'accès par reconnaissance faciale

Pour arriver à réaliser notre système de reconnaissance faciale, nous avons fait recours à la vision par ordinateur sur la base d'OpenCV et du module Face Recognition, qui s'appuie sur un modèle pré entraîné basé sur l'architecture Deep Learning CNN (Convolutional Neural Network) [38]. Nous avons choisi d'utiliser ce modèle pré entraîné en raison de ses performances élevées en reconnaissance faciale, notamment sa capacité à extraire des

caractéristiques faciales avec une grande précision. Ce modèle repose sur le ResNet-34 modifié, optimisé pour la reconnaissance faciale, et permet d'obtenir un taux de précision de plus de 87 % [2], qui est une référence en matière d'identification faciale. L'utilisation d'OpenCV dans notre projet s'explique par sa rapidité d'exécution et son efficacité pour le traitement d'images en temps réel. En combinant OpenCV avec le module Face Recognition, nous avons pu détecter et encoder des visages efficacement. OpenCV nous a permis d'effectuer les transformations d'images nécessaires, comme la conversion en niveaux de gris, la mise à l'échelle et la détection de contours, afin d'optimiser l'extraction des caractéristiques faciales.

Pour adapter nos photos au modèle, nous avons suivi plusieurs étapes essentielles :

- Conversion des images en format RGB pour assurer une compatibilité avec le modèle d'encodage.
- Redimensionnement des images pour réduire la charge de calcul tout en maintenant la précision de reconnaissance.
- Extraction des embeddings faciaux à l'aide de la fonction face encodings du module Face Recognition.
- Stockage des encodages faciaux des utilisateurs dans une base de données pour une identification rapide lors des prochaines détections.

La figure suivante nous montre le système d'accès par reconnaissance faciale

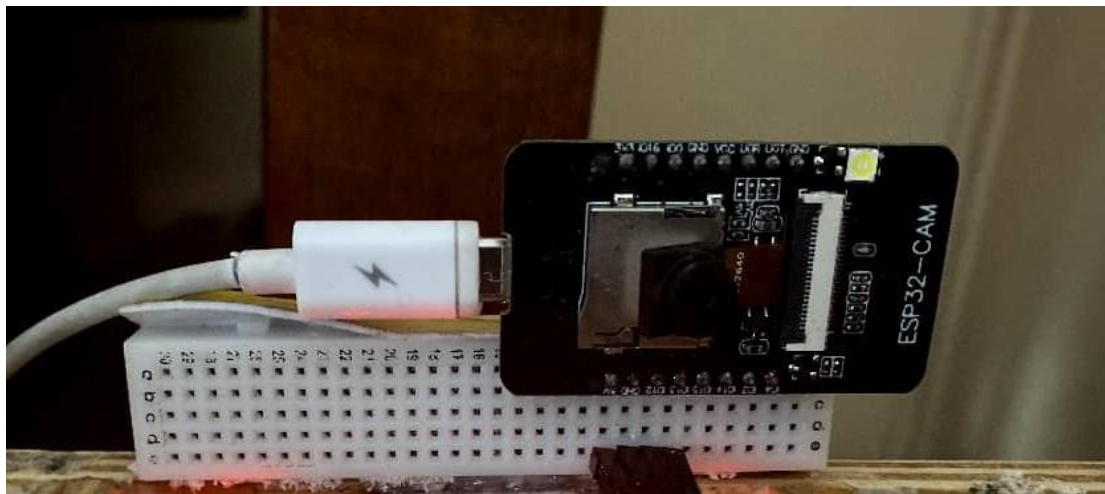


Figure 34 : Espcam

Comme nous pouvons le voir sur la figure 3-4, l'acquisition des images a été réalisée à l'aide d'OpenCV en capturant des flux vidéo provenant d'une caméra Espcam. OpenCV nous a permis de récupérer les images en temps réel, de les traiter et de les passer au module de reconnaissance faciale pour l'identification des utilisateurs.

Voici donc l'illustration pour une entrée autorisée :

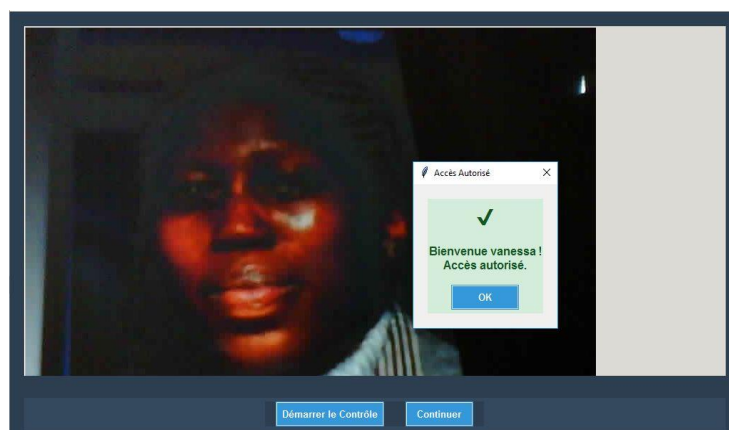


Figure 35 : accès autorisé.

Voici l'illustration pour un accès non autorisé :

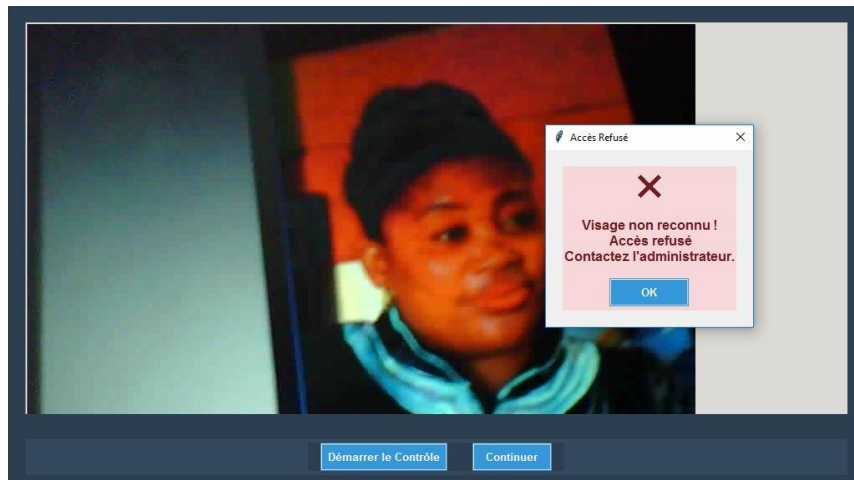


Figure 36 : Reconnaissance faciale non validée

Comme le montre la figure 36, lorsque l'utilisateur se positionne devant la caméra, l'intelligence artificielle analyse et vérifie son identité en comparant son visage aux données enregistrées dans le système. Si l'utilisateur est reconnu, l'accès à la maison lui est accordé et la porte s'ouvre automatiquement. Dans le cas contraire, un message d'erreur est affiché, lui indiquant qu'il n'est pas autorisé à entrer, garantissant ainsi un contrôle d'accès sécurisé et fiable.

3.3.2 Système de surveillance du mouvement

La figure 37 nous montre le système de surveillance du mouvement qui est aussi géré à distance :

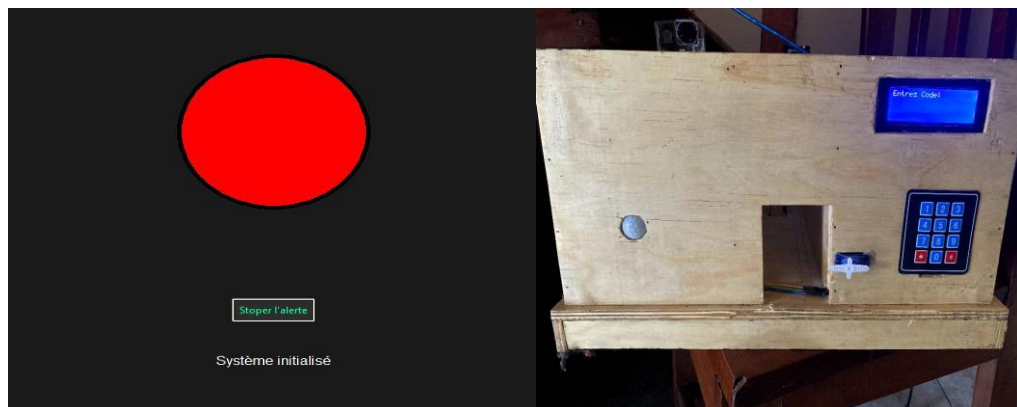


Figure 37 : détecteur de mouvement

Comme nous pouvons le voir sur la figure 37, nous avons un système de détection de mouvement. Ce système joue un rôle essentiel dans la sécurité de la maison. En cas de détection d'un mouvement suspect aux abords de la maison, il déclenche une alerte en activant le buzzer et en affichant une ronde rouge sur l'application pour signaler la présence d'une personne tentant de s'introduire sans autorisation. L'alerte peut être stoppée automatiquement en cliquant sur le bouton "Stopper l'alerte" dans l'application. Grâce à cette fonctionnalité, le système renforce la protection du domicile en prévenant efficacement les intrusions potentielles.

3.3.3 Système de refroidissement

La figure suivante nous montre le système de refroidissement :

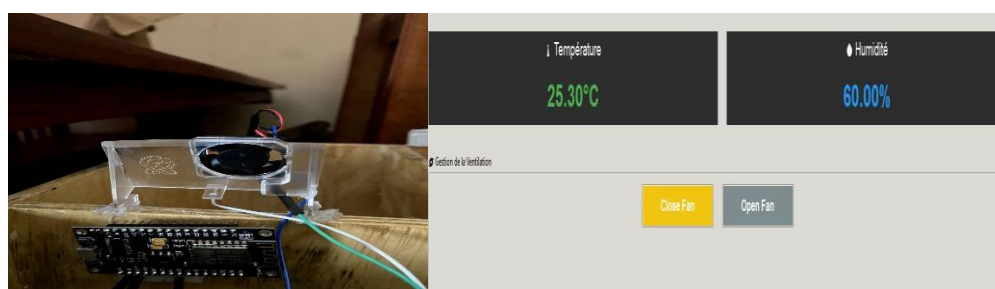


Figure 38 : système de refroidissement

Comme nous pouvons le voir sur la figure 38, un capteur DHT11 est intégré dans la maison, permettant de mesurer et d'afficher en temps réel la température et l'humidité de l'environnement via l'application. En fonction de ces données, l'utilisateur peut décider d'allumer à distance la ventilation de la maison en cliquant simplement sur le bouton 'On' de l'application, ou de l'éteindre en cliquant sur 'Off'. Ce système, composé d'un refroidisseur et d'un microcontrôleur, offre ainsi un contrôle total du confort thermique de la maison, et ce, depuis n'importe quel endroit, que ce soit depuis le salon, la cuisine ou une autre pièce.

3.3.4 Système d'éclairage

Les figures suivantes nous montrent le système d'éclairage.



Figure 39 : Système d'éclairage intelligent

Comme illustré sur la figure 39, notre système d'éclairage repose sur une architecture avancée intégrant un microcontrôleur ESP8266, couplé à une application web permettant le contrôle à distance des lampes. Cette interface web intuitive permet à l'utilisateur de visualiser en temps

réel l'état de chaque lampe et de les commander depuis n'importe quel appareil connecté à Internet. Le système offre une flexibilité totale avec six options de contrôle distinctes : allumer la lampe 1, allumer la lampe 2, désactiver la lampe 1, désactiver la lampe 2, allumer toutes les lampes et désactiver toutes les lampes.

3.4 Conclusion partielle

Ce chapitre a présenté la mise en œuvre du système SMART-HOUSE, intégrant des solutions de contrôle, de sécurité et de confort. La vision par ordinateur, notamment avec OpenCV et le modèle ResNet-34, a permis un contrôle d'accès sécurisé via reconnaissance faciale. Cette solution améliore la sécurité tout en facilitant l'accès à la maison. Le système de reconnaissance faciale s'intègre avec d'autres fonctionnalités comme la gestion de l'éclairage et du refroidissement, offrant ainsi un contrôle à distance. Les tests unitaires ont validé la cohérence et la robustesse du système sous diverses conditions. Parallèlement, un système de détection de mouvement renforce la sécurité de la maison, et l'interface intuitive permet un contrôle facile de tous les aspects du domicile. Les résultats des tests sont concluants, bien qu'il reste des possibilités d'amélioration.

CONCLUSION GENERALE

Dans ce travail nous avons développé un système de domotique intelligent utilisant les technologies IoT ainsi qu'un système d'apprentissage.

Nous nous sommes basés de nos trois questions de recherches citées dans notre introduction pour bien mener notre travail et voici donc nos contributions :

- ❖ La domotique a pour objectif de rendre les maisons intelligentes afin de rendre la vie plus agréable en offrant des avantages tels que la gestion énergétique, la sécurité, le confort et la commodité. Avec les progrès de la technologie et l'évolution des réseaux mobiles et de l'internet des objets (IOT), les maisons intelligentes deviennent de plus en plus intelligentes et communicantes. Le prototype opérationnel développé dans le cadre de ce travail illustre concrètement l'application de la domotique dans une maison.
- ❖ Le système est donc composé de composants électroniques qui interagissent entre eux afin d'offrir à notre habitation un confort et la sécurité qu'elle mérite, ce qui rend le système efficace et accessible par tout le monde, en ayant aussi le contrôle de son habitation même a distance.
- ❖ Un concept le plus import qu'on a développé dans ce travail est celui de la gestion de l'accès dans l'habitation en utilisant la vision assistée par ordinateur dont la reconnaissance faciale, cette approche étant fastidieux et innovant , il nous a permis de mieux gérer l'accès dans notre habitation mais aussi sa sécurité, on a eu a stocke dans la base des données les différentes photos des personnes autorisées à avoir accès dans la maison et ainsi notre système a été capable de reconnaissance ses images en cas de tentative d'accès, on a donné à notre système la capacité de voir comme le ferai un être humain.

Nous n'avons pas pu explorer tous les aspects dans le sujet d'une maison intelligente vu tout d'abord le coup des matériels mais aussi cela nous aurez couté en manière de travail, notons que le domaine de domotique est vraiment vaste, dans notre travail on a fait qu'une petite partie de ce domaine, on aurait pu voulu insérer un autre moyen de sécurité comme l'empreinte digital

pour renforcer la sécurité d'accès dans l'habitation, il serait aussi mieux d'intégrer un détecteur de gaz en cas de fuite gaz, le système pourrait être capable de déclencher un alarme.

Dans les perspectives de ce travail, l'objectif est de rendre les maisons encore plus intelligentes et personnalisées, tout en prenant en compte les questions de sécurité et de protection de la vie privée pour garantir que les avantages de la domotique ne soient pas compromis par des risques potentiels entre autres :

- Intégrer un système d'empreinte digitale pour ouvrir les différentes portes de l'habitation, cela pourrait être plus sécurisant et rassurant au lieu d'utiliser seulement le mot de passe.
- Intégrer un détecteur de gaz en cas de fuite de gaz.
- Intégrer un système capable de prédire les comportements des habitants c'est-à-dire, que le système soit capable de rappeler les activités que les habitants ont l'habitudes de faire.

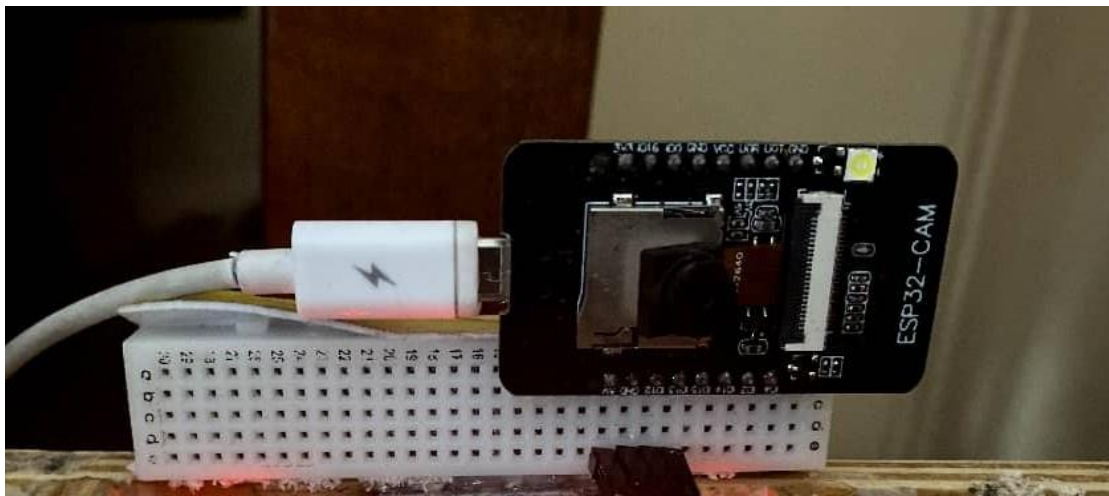
BIBLIOGRAPHIE

- [1] Mr. TLILI Younes, «realisation d'une maison intelligente a base d'Arduino DUE et Smartphone,» ALGERIE, 2017.
- [2] F. N. Vanessa, «conception d'un systeme informatique de gestion des presences des agents dans une entreprise, cas de la RVA,» goma, 2022.
- [3] «wikipedia,» 9 2024. [En ligne]. Available: www.wikipedia.com. [Accès le 23 9 2024].
- [4] *La ROUSSE*, 9, 2017.
- [5] «data science test,» [En ligne]. Available: <https://datascientest.com/apprentissage-automatique>. [Accès le 23 9 2024].
- [6] «kinsta,» [En ligne]. Available: <https://www.kinsta.com>. [Accès le 13 9 2024].
- [7] B. HADIL, «securisation d'un smart house par reconnaissance vo\cale et reconnaissance faciale,» algerie, 2021.
- [8] A. Mulligan, «machine to machine to the internet of things: intriduction to a new age of intelligence,» 2014.
- [9] «digital guide,» [En ligne]. Available: <https://www.digora.com>. [Accès le 23 9 2024].
- [10] A. Tresor, cours de telecommunications Tech2, goma, 2023.
- [11] D. A. agha, introduction a l'internet des objets, 2018.
- [12] A. Allan, «projet pour arduino, Raspberry pi et Smartphones, bluetooth,» 2017.
- [13] K. Finkenzeller, «Fundamentals and Application in contactless smart cards,» 2010.
- [14] J. T. DORINS, «analyzing IEE 802».
- [15] K. L. Yahi Amina, «controle et suivi d'une maison intelligente via internet,» universite de Bouira, algerie, 2018.
- [16] «Espressif,» [En ligne]. Available: <https://www.espressif.com>. [Accès le 12 2024].
- [17] «GoTronic,» [En ligne]. Available: <https://www.gotronic.fr>. [Accès le 12 2024].
- [18] «YoupiLab,» [En ligne]. Available: <https://youpilab.com>. [Accès le 12 2024].

- [19] «DirectIndustry,» [En ligne]. Available: <https://www.directindustry.fr>. [Accès le 12 2024].
- [20] «123elec,» [En ligne]. Available: <https://www.123elec.com>. [Accès le 12 2024].
- [21] «AranaCorp,» [En ligne]. Available: <https://www.aranacorp.com>. [Accès le 24 12 2024].
- [22] «Zeste de Savoir,» [En ligne]. Available: <https://www.zestedesavoir.com>. [Accès le 12 2024].
- [23] «SensiLec,» [En ligne]. Available: <https://www.sensilec.com>. [Accès le 12 2024].
- [24] «Arduino France,» [En ligne]. Available: <https://www.arduino-france.site>. [Accès le 12 2024].
- [25] T. HAMZA, «conception et realisation d'une approche de Deep Learning pour l'IOT,» ALGERIE, 2020.
- [26] «NetApp,» [En ligne]. Available: <https://www.netapp.com>. [Accès le 12 2024].
- [27] H. Amalia, «Deep Learning: un regard approfondi sur une technologie revolutionnaire,» *Technologie INDI*, 2023.
- [28] B. MARR, «What is Deep Learning,» 2018.
- [29] «natural-solutions.eu,» [En ligne]. Available: <https://www.natural-solutions.eu>. [Accès le 12 2024].
- [30] J. MOLO, *Cours d'Intelligence Artificielle*, goma (RDC), 2023-1014.
- [31] K. BERESFORD, «basic concepts of artificial neural network (ANN) modeling and its application in pharmaceutical research,» 2000.
- [32] R. MIIKKULAINEN, «Evolving deep neural networks in Artificial Intelligence in the Age of Neural Networks and Brain Computing,» Elsevier, 2019.
- [33] «IA School,» [En ligne]. Available: <https://www.intelligence-artificielle-school.com>. [Accès le 12 2024].
- [34] «Shaip,» [En ligne]. Available: <https://fr.shaip.com>. [Accès le 12 2024].
- [35] «le digitaliseur,» [En ligne]. Available: <https://www.ledigitaliseur.fr>. [Accès le 12 2024].
- [36] «le blob,» [En ligne]. Available: <https://www.leblob.fr>. [Accès le 12 2024].

- [37] «IBM,» [En ligne]. Available: <https://www.ibm.com>. [Accès le 12 2024].
- [38] C. Raharja, "Computer Vision Bootcamp: Build Face Recognition with OpenCV," 2024.
- [39] E. Community, «Entraîner le modèle de Deep Learning (Image Analyst)».
- [40] J. BROWNLEE, *A Gentle Introduction to Deep Learning for Recognition*, 2019.
- [41] V. JULIET, *top 15 Deep Learning Applications in 2020*, 2020.
- [42] «Espressif,» [En ligne]. Available: <https://www.espressif.com>. [Accès le 12 2024].
- [43] I. Alobaid, «<https://www.kaggle.com/datasets/ibrahimalobaid/day-and-night-image>».

ANNEXE



```

<?php
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "dht_database";

$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

if ($conn->connect_error) {
    die("Connexion échouée: " . $conn->connect_error);
}

$sql = "SELECT status FROM fan_status WHERE id = 1";
$result = $conn->query($sql);

if ($result->num_rows > 0) {
    $row = $result->fetch_assoc();
    echo $row['status'];
} else {
    echo "OFF";
}

$conn->close();
?>

```

```

$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "dht_database";

$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

if ($conn->connect_error) {
    die("Échec de la connexion : " . $conn->connect_error);
}

if (isset($_GET['temperature']) && isset($_GET['humidity'])) {
    $temperature = $_GET['temperature'];
    $humidity = $_GET['humidity'];

    $sql = "INSERT INTO dht_data (temperature, humidity) VALUES ('$temperature', '$humidity')";

    if ($conn->query($sql) === TRUE) {
        echo "Données enregistrées avec succès";
    } else {
        echo "Erreur: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
    }
} else {
    echo "Paramètres manquants";
}

$conn->close();

```

```

<body>

<div class="container">
  <h1>Contrôle du capteur DHT11</h1>

  <div class="data-container">
    <p>Température : <span><?php echo $temperature; ?> °C</span></p>
    <p>Humidité : <span><?php echo $humidity; ?> %</span></p>
  </div>

  <h2>Contrôle du ventilateur</h2>
  <form action="control_fan.php" method="post">
    <div class="button-group">
      <button type="submit" name="fan" value="ON" class="on">Allumer</button>
      <button type="submit" name="fan" value="OFF" class="off">Éteindre</button>
    </div>
  </form>
</div>

```

```

# Add a button to continue the loop after prediction (hidden initially)
continue_button = tk.Button(root, text="Continue", command=lambda: start_camera(True), font=("Arial", 20))
continue_button.pack_forget() # Hide the button initially

# Function to send signal to ESP32-CAM
def send_signal(signal):
    try:
        url = f"http://192.168.43.53/signal?value={signal}" # Adjust IP address as necessary
        urllib.request.urlopen(url)
    except Exception as e:
        print(f"Error sending signal: {str(e)}")

# Function to make predictions on a captured image
def predict_image(img, pred_class):
    draw = ImageDraw.Draw(img)
    font = ImageFont.truetype("arial.ttf", 50) # Adjust size for a larger font

    if pred_class == 'Day':
        text = "Day\nTurn off the lights"
        engine.say("It is day. Turn off the lights.")
        send_signal(0) # Send signal to turn off lights (0)
    elif pred_class == 'Night':
        text = "Night\nTurn on the lights"
        engine.say("It is night. Turn on the lights.")
        send_signal(1) # Send signal to turn on lights (1)

```

```

# Show the button after prediction
continue_button.pack()

# Function to start capturing images from the ESP32-CAM
def start_camera(restart=False):
    if restart:
        continue_button.pack_forget() # Hide the button during the loop

    engine.say("Initializing camera...")
    engine.runAndWait()

# URL of the image stream from ESP32-CAM (adjust IP address if necessary)
url = "http://192.168.43.53/cam-hi.jpg" # Use your ESP32-CAM's IP address

try:
    img_resp = urllib.request.urlopen(url)
    imgnp = np.array(bytearray(img_resp.read()), dtype=np.uint8)
    img = cv2.imdecode(imgnp, -1) # Decode the image using OpenCV

    # Convert image to PIL format for further processing
    img_pil = Image.fromarray(cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB))

    # Make prediction on the image
    pred_class, _, _ = models[0].predict(PILImage.create(img_pil)) # Make prediction
    predict_image(img_pil, pred_class)

```

```

import tkinter as tk
from fastai.vision.all import *
from PIL import Image, ImageTk, ImageDraw, ImageFont
import urllib.request
import numpy as np
import io
import pathlib
import re
import pyttsx3 # Text-to-speech synthesis
import time # To manage the 10-second delay
import cv2

# This line ensures that Windows paths are handled correctly
temp = pathlib.PosixPath = pathlib.WindowsPath

# Redefine the 'get_title' function
def get_title(fn):
    match = re.search(r"(Day|Night)", fn.stem)
    return match.group(1) if match else fn.stem

# Model paths
model_paths = [
    "day_night.pkl", # Replace with your day/night model
]

# Load the models
models = [load_learner(model_path) for model_path in model_paths]

```