



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Mohamed Khider – BISKRA  
Faculté des Sciences Exactes, des Sciences de la Nature et de la Vie  
**Département d'informatique**

N° d'ordre : /M2/2020

## **Mémoire**

présenté pour obtenir le diplôme de master académique en

# **Informatique**

Parcours : RTIC

---

# **Conception et réalisation d'une approche de Deep learning pour l'IoT**

---

Par :

**TERGHINI HAMZA**

Soutenu le 2020, devant le jury composé de :

KAZAR OKBA

Professeur

Président

Rapporteur

Examineur

# *Dédicace*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut... Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance... Aussi, c'est tout simplement que. Je dédie ce modeste travail à:*

*A l'âme de ma mère, tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*A mon cher père, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A ma chère sœur Mina, qui a toujours été de mon côté, je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.*

*A mon frère Islam, qui a toujours été de mon côté, et m'avez aidé, je vous souhaite un avenir plein de réussite dans ton vie professionnelle.*

*A tous mes collègues de l'université de Biskra. Et à tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire.*

# ***Remerciement***

*Tout d'abord, je remercie le Dieu, notre créateur de m'avoir donné la force, la volonté et le courage afin d'accomplir ce travail modeste .*

*Je veux adresser les grands remerciements les plus sincères à mon encadreur " Professeur Okba Kazar " qui a proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils son encouragement, sa patience , son aide précieuse et pour le temps qu'il m'a consacré.*

*Mes remerciements lui sont aussi adressé pour sa direction du début à la fin de ce travail pour l'attention et la disponibilité dont il a su faire preuve au cours de la réalisation de ce mémoire.*

*Je tiens également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.*

*Finalement, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma famille qui ma soutenue et encouragée tout au long de mes études. Ainsi que l'ensemble des enseignants qui ont contribué à ma formation.*

# ملخص

يلعب التعلم العميق دورًا أساسيًا في إنشاء انترنات أشياء أكثر ذكاءً ، في هذا العمل ، نقدم تصميم نهج التعلم العميق لأنترنت الأشياء ، وشرحنا آليات وطرق تحليل المعلومات الواردة من أجهزة استشعار مختلفة بفضل تقنيات التعلم العميق المختلفة.

يقترح هذا المشروع نظامًا للتنبؤ بأمراض القلب ، بناءً على نموذج التصنيف باستخدام طرق التعلم العميق.

تم تصميم النظام وتنفيذه والتحقق من صحته بناءً على البيانات المتعلقة بأمراض القلب.

الكلمات المفتاحية: إنترنت الأشياء ، التعلم العميق ، المستشعرات ، التنبؤ ، أمراض القلب

# *Abstract*

*Deep learning plays an essential role in creating a smarter IOT, In this work we present the design of a deep learning approach for the IOT, we explained the mechanisms and methods of analyzing information from different sensors through various deep learning techniques.*

*This project proposes a prediction system for heart disease, based on a classification model using deep learning methods.*

*The system has been designed, implemented and validated on cardio disease data.*

*Key Words : IOT , Deep learning , Sensors , Prediction , Heart diseases*

# *Résumé*

*Le deep learning joue un rôle essentiel dans la création d'un IOT plus intelligent,*

*Dans ce travail nous présentons la conception d'une approche de Deep learning pour l'IOT ,nous avons expliqué les mécanismes et les méthodes d'analyse des informations provenant de différents capteurs grâce à diverses techniques d'apprentissage en profondeur.*

*Ce projet propose un système de prédiction des maladies cardiaques, basé sur un modèle de classification en utilisant les méthodes de deep learning .*

*Le système a été conçu, implémenté et validé sur des données concernant les maladies cardio.*

*Mots Clés : IOT , Deep learning , Capteurs , Prédiction , les maladies cardiaques*

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Internet Of Things</b>	<b>3</b>
1.1	Introduction . . . . .	3
1.2	Définition de l'Internet des objets . . . . .	4
1.3	Caractéristiques de l'IOT . . . . .	4
1.3.1	Interconnectivité . . . . .	4
1.3.2	Services liés aux objets . . . . .	4
1.3.3	Hétérogénéité . . . . .	5
1.3.4	Des changements dynamiques . . . . .	5
1.3.5	Énorme échelle . . . . .	5
1.3.6	Connectivité . . . . .	5
1.3.7	La sécurité . . . . .	5
1.4	Architecture de l'IOT . . . . .	6
1.4.1	Couche de dispositifs intelligents(Les capteurs) . . . . .	7
1.4.1.0.1	Les Types des Capteurs . . . . .	7
1.4.2	Couche réseaux . . . . .	9
1.4.3	Couche de service de gestion . . . . .	10
1.4.4	Couche d'application . . . . .	10
1.5	Les technologies de l'IOT . . . . .	11
1.5.1	Adressabilité . . . . .	11
1.6	Les technologie sans fil . . . . .	11
1.6.1	Le sans-fil à courte portée . . . . .	11
1.6.1.1	Bluetooth . . . . .	11
1.6.1.2	WiFi . . . . .	12
1.6.1.3	Li-Fi . . . . .	13
1.6.1.4	NFC(Near-field communication) . . . . .	13
1.6.1.5	RFID . . . . .	14
1.6.1.6	Zigbee . . . . .	14

---

1.6.1.7	Z-Wave . . . . .	15
1.6.2	Sans fil de moyenne portée . . . . .	16
1.6.2.1	Réseaux cellulaires . . . . .	16
1.6.3	Sans fil longue portée . . . . .	16
1.6.3.1	LPWA . . . . .	16
1.6.3.1.1	LoRa . . . . .	17
1.6.3.1.2	Sigfox . . . . .	17
1.6.3.2	Satellite . . . . .	18
1.6.4	Wired . . . . .	18
1.6.5	Domaines d'applications de l'IoT . . . . .	18
1.6.6	Villes intelligentes . . . . .	18
1.6.7	Maison intelligente(Domotique) . . . . .	19
1.6.8	Transport intelligent . . . . .	20
1.6.9	Santé intellegente . . . . .	20
1.6.10	Agriculture intelligente . . . . .	21
1.6.11	Industrie intelligente . . . . .	21
1.7	Les critiques et les controverses de l'IdO . . . . .	21
1.7.1	Fragmentation de la plate-forme . . . . .	22
1.7.2	Sécurité . . . . .	22
1.7.3	Stockage des données . . . . .	22
1.7.4	Vie privée . . . . .	22
1.8	Conclusion . . . . .	23
<b>2</b>	<b>Deep Learning</b>	<b>24</b>
2.1	Introduction . . . . .	24
2.2	Définition . . . . .	25
2.3	Les types de méthodes d'apprentissage . . . . .	26
2.3.1	Apprentissage supervisé . . . . .	26
2.3.2	Apprentissage non supervisé . . . . .	26
2.3.3	Apprentissage semi-supervisé . . . . .	26
2.4	Les réseaux de neurones . . . . .	26
2.4.1	Réseaux neuronaux artificiels (ANN) . . . . .	27
2.4.2	Réseaux neuronaux profonds DNN . . . . .	27
2.5	les différentes architectures d'apprentissage approfondi . . . . .	28
2.5.1	Réseau neuronal entièrement connecté . . . . .	28
2.5.2	Réseaux de neurones convolutifs (CNN) . . . . .	28
2.5.2.1	Convolution . . . . .	29
2.5.2.2	Pooling . . . . .	29
2.5.3	Réseaux de neurones récurrents et récursifs . . . . .	29



2.5.3.1	Recursive Neural Network . . . . .	30
2.5.3.2	LSTM . . . . .	30
2.6	Les applications du Deep Learning . . . . .	31
2.6.1	La reconnaissance faciale . . . . .	31
2.6.2	Le traitement automatique de langage naturel . . . . .	31
2.6.3	Traduction automatique . . . . .	31
2.6.4	voiture autonome . . . . .	31
2.6.5	Marketing numérique . . . . .	32
2.6.6	Santé . . . . .	32
2.6.7	Systèmes de recommandation . . . . .	32
2.7	les algorithmes du deep learning . . . . .	33
2.8	Conception d'une approche de Deep learning pour l'IOT . . . . .	34
2.8.1	Exemples des travaux à l'approche de deep learning pour IOT . . . . .	35
2.9	Conclusion . . . . .	37
<b>3</b>	<b>Conception</b>	<b>38</b>
3.1	Introduction . . . . .	38
3.2	Architecture globale . . . . .	39
3.3	Fonctionnalité des composant de system . . . . .	40
3.3.1	La phase de collection des données . . . . .	40
3.4	Phase d'apprentissage . . . . .	43
3.5	Architecture fonctionnelle . . . . .	48
3.6	Conclusion . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Réalisation</b>	<b>50</b>
4.1	Introduction . . . . .	50
4.2	Environnement et outils de programmation . . . . .	50
4.2.1	Anaconda . . . . .	50
4.2.2	Spyder . . . . .	51
4.2.3	Python . . . . .	52
4.3	La réalisation du Système . . . . .	53
4.3.1	Chargement de la bibliothèque . . . . .	53
4.3.2	Chargement des données . . . . .	54
4.3.3	Analyse exploratoire des données (EDA) . . . . .	56
4.3.4	Modélisation . . . . .	56
4.4	Interface de l'application . . . . .	57
4.5	Conclusion . . . . .	61
	<b>Bibliographie</b>	<b>63</b>

# Table des figures

1	Architecture de l'IOT . . . . .	6
2	Les capteurs actifs . . . . .	7
3	Les capteurs passifs . . . . .	8
4	Signal analogique . . . . .	8
5	Signal numérique . . . . .	9
6	Signal logique . . . . .	9
7	logo de bluetooth . . . . .	12
8	logo de wifi . . . . .	12
9	la technologie NFC [15] . . . . .	13
10	la technologie RFID [17] . . . . .	14
11	logo de ZigBee . . . . .	15
12	logo de zwave . . . . .	16
13	logo de Lora . . . . .	17
14	La technologie SIGFOX . . . . .	17
15	Ville intelligente . . . . .	19
16	maison intelligente . . . . .	20
17	Santé intellegente . . . . .	21
1	Le deep learning . . . . .	25
2	Architecture du réseau de neurones Ann . . . . .	27
3	Architecture du réseau neuronal profond . . . . .	28
4	Architecture d'un réseau de neurones convolutif [26] . . . . .	29
5	la fonctionnement du pooling . . . . .	29
6	Architecture d'un réseau de neurones recurrent . . . . .	30
7	Architecture d'une approche de Deep learning pour l'IoT [31] . . . . .	35
1	Architecture globale proposée . . . . .	39
2	Tensiomètre . . . . .	40
3	Moniteur de cholestérol . . . . .	41

---

4	Glucomètrel . . . . .	41
5	Le moniteur ECG . . . . .	41
6	Diagramme de séquence de la partie collection des données . . . . .	42
7	Diagramme de séquence de la partie chargement des données . . . . .	43
8	La séparation des données . . . . .	44
9	Diagramme de séquence de la partie Prétraitement des données . . . . .	45
10	Diagramme de séquence de la phase de l'apprentissage . . . . .	47
11	Organigramme fonctionnelle du projet . . . . .	48
1	L'interface principale d'Anaconda . . . . .	51
2	Logo Spyder . . . . .	52
3	Logo Python . . . . .	52
4	Chargement des bibliothèques . . . . .	53
5	L'ensemble de données utilisé dans notre projet . . . . .	54
6	Analyse exploratoire des données . . . . .	56
7	les K-voisins les plus proches d'un nouvelles patient . . . . .	57
8	la fenêtre d'accueil . . . . .	58
9	La fenêtre de l'ensemble des données . . . . .	58
10	La fenêtre Statistique . . . . .	59
11	La fenêtre nouveau patient . . . . .	60
12	fenêtre d'exception . . . . .	60
13	fenêtre de résultats . . . . .	61

# Introduction générale

Les récentes innovations technologiques et la fusion rapide de domaines tels que les technologies de détection et d'actionnement, les systèmes embarqués, la communication sans fil et l'analyse des données accélèrent la croissance de l'internet des objets (IoT). Le nombre considérable de capteurs déployés dans l'IdO génère d'énormes volumes de données pour un large éventail d'applications telles que la maison intelligente, les soins de santé intelligents, la fabrication intelligente, le transport intelligent, le réseau intelligent, l'agriculture intelligente, etc. L'analyse de ces données afin de faciliter la prise de décision, d'augmenter la productivité et la précision, d'améliorer les revenus est un processus critique qui fait de l'IdO une idée précieuse pour les entreprises et un paradigme d'amélioration du niveau de vie. L'analyse de ces données afin de faciliter la prise de décision, d'accroître la productivité et la précision, d'améliorer les revenus est un processus essentiel qui fait de l'IdO une idée précieuse pour les entreprises et un paradigme d'amélioration du niveau de vie. L'apprentissage approfondi jouerait un rôle essentiel dans la création d'un IdO plus intelligent, car il a donné des résultats remarquables dans différents domaines, notamment la reconnaissance d'images, la recherche d'informations, la reconnaissance vocale, le traitement du langage naturel, la localisation en intérieur, la détection de l'état physiologique et psychologique .

Ce mémoire comporte quatre chapitres organisés comme suit : Dans le premier chapitre, nous présentons quelques notions fondamentales liées aux l'internet des objets , la définition de l'Internet Des Objets, les caractéristiques de l'IOT ,l'architecture et les Domaines d'applications de l'IoT.

Le second chapitre présente 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 conception d'une approche de Deep learning pour l'IOT

Le troisième chapitre est réservé à la conception de notre système, son architecture globale et détaillée.

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.

# Internet Of Things

## 1.1 Introduction

L'Internet des objets est un nouveau changement de paradigme dans le domaine informatique. L'expression «Internet des objets», qui est également très connue sous le nom d'IoT, est inventée à partir des deux mots, c'est-à-dire que le premier mot est «Inter-net» et le deuxième mot est «Things».

Depuis la fin des années 1980, Internet a évolué de manière spectaculaire. 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 rapide : depuis 2014, le nombre d'objets connectés est supérieur au nombre d'humains connectés et il est prévu que 50 milliards d'objets seront connectés en 2020.

Dans ce chapitre, nous définissons l'Internet des objets et ses caractéristiques ainsi que l'architecture, puis les domaines d'application de l'iot. et nous terminerons par une conclusion.

## 1.2 Définition de l'Internet des objets

L'internet des objets est un réseau de réseaux qui permet par des systèmes d'identifications complexes de transmettre des données entre objets physiques et virtuels. Ainsi Internet n'est plus qu'un réseau invisible mais il prend forme dans ces objets. L'Internet des objets arrive à maturité et continue d'être le concept le plus récent et le plus médiatisé du monde informatique. Au cours de la dernière décennie, le terme Internet des objets (IoT) a attiré l'attention en projetant la vision d'une infrastructure mondiale d'objets physiques en réseau, permettant une connectivité à tout moment et en tout lieu pour n'importe quoi et pas seulement pour n'importe qui.[1]

L'IoT décrit un monde où presque tout peut être connecté et communiquer de manière intelligente comme jamais auparavant. La plupart d'entre nous pensent à «être connectés» en termes d'appareils électroniques tels que serveurs, ordinateurs, tablettes, téléphones et téléphones intelligents. Dans ce qu'on appelle l'Internet des objets, les capteurs et actionneurs intégrés dans les objets physiques, des routes aux stimulateurs cardiaques, sont reliés par des réseaux câblés et sans fil, utilisant souvent la même IP Internet qui se connecte à Internet. Ces réseaux génèrent d'énormes volumes de données qui transitent vers les ordinateurs pour analyse. Lorsque les objets peuvent à la fois détecter l'environnement et communiquer, ils deviennent des outils pour comprendre la complexité et y répondre rapidement. Ce qui est révolutionnaire dans tout cela, c'est que ces systèmes d'information physique commencent maintenant à être déployés, et certains d'entre eux fonctionnent même en grande partie sans intervention humaine.

## 1.3 Caractéristiques de l'IOT

### 1.3.1 Interconnectivité

Tout peut être interconnecté avec l'infrastructure mondiale d'information et de communication.

### 1.3.2 Services liés aux objets

IOT est capable de fournir des services liés aux choses dans les limites des contraintes des choses, telles que la protection de la vie privée et la cohérence sémantique entre les choses physiques et les choses virtuelles qui leur sont associées.[2]

Afin de fournir des services liés aux objets dans les limites des contraintes des choses, les technologies du monde physique et du monde de l'information vont changer.

### 1.3.3 Hétérogénéité

Les dispositifs de l'IOT sont hétérogènes car basés sur des plateformes matérielles et des réseaux différents. Ils peuvent interagir avec d'autres appareils ou plateformes de services par le biais de différents réseaux.[3]

### 1.3.4 Des changements dynamiques

L'état des appareils change de manière dynamique, par exemple, en dormant et en se réveillant, en étant connecté et/ou déconnecté, ainsi que le contexte des appareils, y compris leur emplacement et leur vitesse. En outre, le nombre d'appareils peut changer de manière dynamique[4]

### 1.3.5 Énorme échelle

Le nombre d'appareils qui doivent être gérés et qui communiquent entre eux sera au moins d'un ordre de grandeur supérieur à celui des appareils connectés à l'internet actuel.

La gestion des données générées et leur interprétation à des fins d'application seront encore plus critiques. Cela concerne la sémantique des données, ainsi que le traitement efficace des données

### 1.3.6 Connectivité

La connectivité permet l'accessibilité et la compatibilité des réseaux. L'accessibilité consiste à se connecter à un réseau, tandis que la compatibilité permet de consommer et de produire des données.

### 1.3.7 La sécurité

Au fur et à mesure que nous tirons profit de l'IdO, nous ne devons pas oublier la sécurité. En tant que créateurs et bénéficiaires de l'IdO, nous devons concevoir la sécurité. Cela inclut la sécurité de nos données personnelles et la sécurité de notre bien-être physique.[5] Sécuriser les points terminaux, les réseaux et les données qui circulent dans tout cela signifie créer un paradigme de sécurité qui va s'étendre.



## 1.4 Architecture de l'IOT

L'architecture de l'IOT est constituée de différentes couches de technologies qui soutiennent l'IOT. Elle sert à illustrer les relations entre les différentes technologies et à communiquer l'évolutivité, la modularité et la configuration des déploiements d'IOT dans différents scénarios.

La figure 1 montre l'architecture détaillée de l'IOT. La fonctionnalité de chaque couche est décrite ci-dessous.

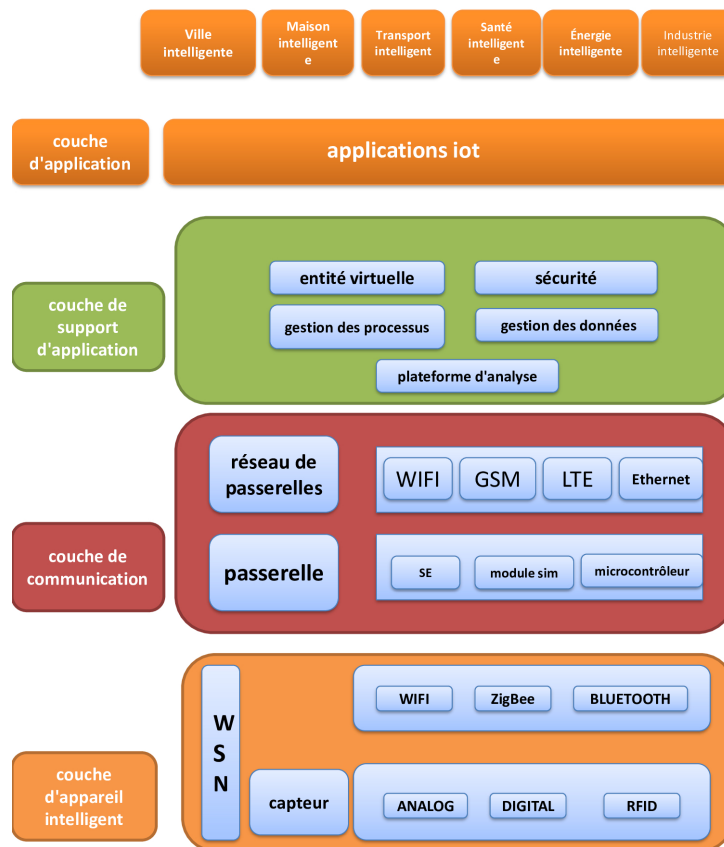


FIGURE 1 – Architecture de l'IOT .

### 1.4.1 Couche de dispositifs intelligents(Les capteurs)

Les capteurs permettent l'interconnexion des mondes physique et numérique, ce qui permet de collecter et de traiter des informations en temps réel.

Les capteurs ont la capacité de prendre des mesures telles que la température, la qualité de l'air, la vitesse, l'humidité, la pression, le débit, le mouvement et l'électricité.

#### 1.4.1.0.1 Les Types des Capteurs

##### a. Les capteurs actifs :

Les capteurs actifs qui transforment directement la grandeur physique en grandeur électrique (Ex : un thermocouple transforme directement la "température" en tension électrique)[6].



FIGURE 2 – Les capteurs actifs .

Quelques capteurs actifs typiques :

Grandeur physique mesurée	Effet utilisé	Grandeur de sortie
Température (thermocouple)	Thermoélectricité	Tension
Flux de rayonnement lumineux	Photo-électrique	Tension / courant
Position	Induction électromagnétique Effet Hall	Tension
Force / pression	Piézo-électrique	Charge électrique

### b. Les capteurs passifs :

Les capteurs passifs qui utilisent un élément intermédiaire qui réagit au phénomène physique et une alimentation électrique extérieure pour obtenir un signal électrique.[6]



FIGURE 3 – Les capteurs passifs .

on peut classifier les capteurs selon le type de sortie comme suit :

### a. Les capteurs analogiques

Les capteurs analogiques servent à transformer une grandeur physique en un autre type de variation d'impédance , de capacité, d'inductance ou de tension.

Un signal est dit analogique si l'amplitude de la grandeur physique qu'il représente peut prendre une infinité de valeurs dans un intervalle donné.

Quelques capteurs analogiques :

- LVDT
- thermocouple

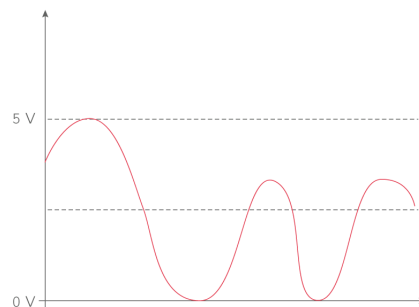


FIGURE 4 – Signal analogique

### b. Les capteurs numériques

La sortie est une séquence d'états logiques qui, en se suivant, forment un nombre. La sortie peut prendre une infinité de valeurs discrètes.

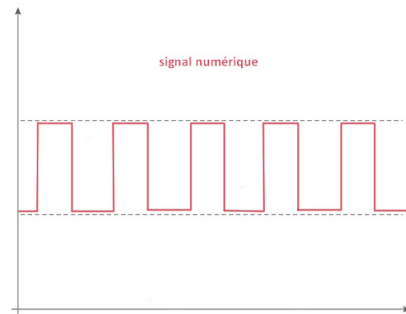


FIGURE 5 – Signal numérique

### c. Les capteurs logiques

Ou capteurs TOR. La sortie est un état logique que l'on note 1 ou 0. La sortie peut prendre ces deux valeurs.

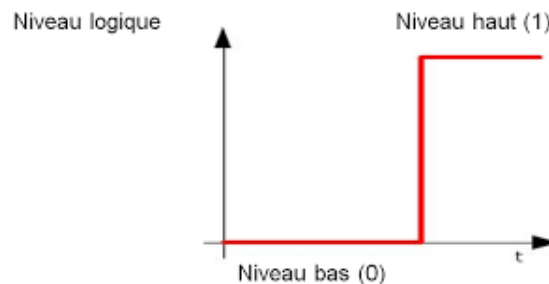


FIGURE 6 – Signal logique

## 1.4.2 Couche réseaux

Un volume massif de données sera produit par ces minuscules capteurs, ce qui nécessite une infrastructure de réseau câblée ou sans fil robuste et performante comme moyen de transport. Les réseaux actuels, souvent liés à des protocoles très différents, ont été utilisés pour soutenir les réseaux de machine à machine (M2M) et leurs applications.

La demande devant servir un plus large éventail de services et d'applications IOT, tels que les services transactionnels à haut débit, les applications contextuelles, etc., il est nécessaire de disposer de plusieurs réseaux avec des technologies et des protocoles d'accès différents pour travailler ensemble dans une configuration hétérogène.

Ces réseaux peuvent prendre la forme d'un modèle privé, public ou hybride et sont construits pour répondre aux besoins de communication en termes de latence, de bande

passante ou de sécurité. Diverses passerelles (microcontrôleur, microprocesseur...) et réseaux de passerelles (WI-FI, GSM, GPRS...).[7]

### 1.4.3 Couche de service de gestion

L'IOT réunit la connexion et l'interaction des objets et des systèmes en fournissant des informations sous la forme d'événements ou de données contextuelles telles que la température des marchandises, la localisation actuelle et les données relatives au trafic. Certains de ces événements nécessitent un filtrage ou un acheminement vers des systèmes de post-traitement tels que la capture de données sensorielles périodiques, tandis que d'autres exigent une réponse à des situations immédiates telles que la réaction à des urgences concernant l'état de santé du patient.[8]

Dans le domaine de l'analyse, divers outils analytiques sont utilisés pour extraire des informations pertinentes d'une quantité massive de données brutes et pour les traiter à un rythme beaucoup plus rapide.

Les analyses telles que l'analyse en mémoire permettent de mettre en cache de grands volumes de données dans la mémoire vive (RAM) plutôt que de les stocker sur des disques physiques. L'analyse en mémoire réduit le temps d'interrogation des données et augmente la vitesse de prise de décision. L'analyse en continu est une autre forme d'analyse dans laquelle l'analyse des données, considérée comme des données en mouvement, doit être effectuée en temps réel afin que les décisions puissent être prises en quelques secondes.

### 1.4.4 Couche d'application

L'application IOT couvre les environnements/espaces "intelligents" dans des domaines tels que : Transport, bâtiment, ville, mode de vie, commerce de détail, agriculture, usine, chaîne d'approvisionnement, urgence, soins de santé, interaction avec l'utilisateur, culture et tourisme, environnement et énergie. [9]

## 1.5 Les technologies de l'IOT

Il existe de nombreuses technologies qui permettent l'IOT. Le réseau utilisé pour communiquer entre les dispositifs d'une installation IOT est crucial pour le domaine, un rôle que plusieurs technologies sans fil ou câblées peuvent remplir

### 1.5.1 Adressabilité

L'idée originale de l'Auto-ID Center est basée sur des étiquettes RFID et une identification distincte par le biais du code produit électronique. Celui-ci a évolué pour devenir des objets ayant une adresse IP ou URI. Une autre vision du monde du web sémantique consiste plutôt à rendre tous les éléments (pas seulement les éléments électroniques, intelligents ou RFID) accessibles par les protocoles de dénomination existants, tels que l'URI. Les objets eux-mêmes ne convergent pas, mais ils peuvent désormais être référencés par d'autres agents, tels que de puissants serveurs centralisés agissant pour leurs propriétaires humains.[10]

L'intégration à l'internet implique que les appareils utilisent une adresse IP comme identifiant distinct. En raison de l'espace d'adressage limité de l'IPv4 (qui permet 4,3 milliards d'adresses différentes), les objets de l'IOT devront utiliser la prochaine génération du protocole Internet (IPv6) pour s'adapter à l'espace d'adressage extrêmement important requis.

## 1.6 Les technologies sans fil

les technologies dites sans fil la norme 802.11 en particulier , c'est la norme la plus utilisée actuellement pour les réseaux sans fil. ces technologies peuvent être classés en 3 parties :

### 1.6.1 Le sans-fil à courte portée

#### 1.6.1.1 Bluetooth

la technologie Bluetooth est un acteur incontournable pour les télécoms de courte portée. Elle devrait apporter une contribution majeure pour les produits portables notamment, facilitant encore une fois la connexion à l'IoT même par l'intermédiaire d'un smartphone.

La nouvelle technologie Bluetooth Low-Energy (BLE), qui répond désormais au nom de Bluetooth Smart, est un protocole important pour les applications IoT. Offrant une portée similaire à celle du Bluetooth, elle a été conçue pour réduire considérablement la consommation électrique.[11]

- Norme : la spécification fondamentale de Bluetooth 4.2
- Fréquence : 2,4 GHz (ISM)
- Portée : 50-150 m (Smart/BLE)
- Vitesses de transmission : 1 Mbit/s (Smart/BLE)

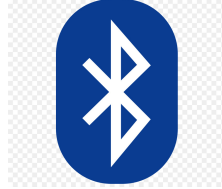


FIGURE 7 – logo de bluetooth .

### 1.6.1.2 WiFi

La connectivité Wi-Fi est souvent un choix évident pour de nombreux développeurs. En particulier en raison de la pénétration du WiFi dans l'environnement domestique sur les réseaux locaux, a cuse de savoir la vaste infrastructure existante, le transfert de données rapide et la possibilité de gérer de grandes quantités de données.[12] Elle nécessite néanmoins une consommation d'énergie élevée.

- Norme : basée sur 802.11n (actuellement la norme la plus utilisée pour un usage privé)
- Fréquences : bandes de 2,4 GHz et 5 GHz
- Portée : environ 50 m
- Vitesses de transmission : 600 Mbit/s maximum, mais les vitesses habituelles sont plus proches de 150 Mbit/s, en fonction de la fréquence de canal utilisée et du nombre d'antennes (la dernière norme 802.11-ac devrait permettre des vitesses pouvant atteindre 500 Mbit/s à 1 Gbit/s)



FIGURE 8 – logo de wifi .

### 1.6.1.3 Li-Fi

Li-Fi (abréviation de light fidelity) est une technologie de communication sans fil qui utilise la lumière pour transmettre des données et des positions entre des appareils.[13] La Li-Fi offre une vitesse supérieure à celle du Wi-Fi, ce qui permet de combiner (appareils, réseaux, données) en convertissant simplement toutes les sources de lumière par des LED et en y connectant une puce qui convertira toutes les ampoules en transmetteur de données.

Nous pouvons ainsi convertir des milliards d'ampoules en transmission de données.

### 1.6.1.4 NFC(Near-field communication)

est un ensemble de protocoles de communication par lesquels deux appareils électroniques communiquent lorsqu'ils sont placés à moins de 4 cm l'un de l'autre.

La communication en champ proche possède les caractéristiques et les fonctionnalités nécessaires pour être un élément clé des dispositifs IdO et favoriser leur adoption à grande échelle.

Elle peut apporter l'IdO à des objets non alimentés grâce à sa capacité à connecter ceux qui ne le sont pas. En outre, la NFC peut mettre les dispositifs IdO sous le contrôle de l'utilisateur, est facile à utiliser grâce à sa fonctionnalité "tap-and-go" et offre un certain nombre d'options de sécurité. NFC fournit quatre fonctionnalités clés qui feront passer l'IoT à une adoption à grande échelle.[14]

- Norme : ISO/CEI18000-3
- Fréquence : 13,56MHz (ISM)
- Portée : 10 cm
- Vitesses de transmission : 100–420 Kbit/s



FIGURE 9 – la technologie NFC [15] .



### 1.6.1.5 RFID

Le système RFID est composé d'étiquettes(émetteurs/récepteurs) et de lecteurs (émetteurs/récepteur). L'étiquette est une micropuce reliée à une antenne, qui peut être fixée à un objet comme identifiant de l'objet. Le lecteur RFID communique avec l'étiquette RFID par ondes radio.[16]

Le principal avantage de la technologie RFID est l'identification et la saisie de données automatisées qui promettent des changements radicaux dans un large éventail d'activités commerciales et visent à réduire le coût des systèmes déjà utilisés tels que les codes à barres.

Bien que la technologie RFID ait été découverte il y a de nombreuses années, elle n'a progressé et évolué qu'au cours de la dernière décennie, le coût étant la principale limite à toutes les mises en œuvre.

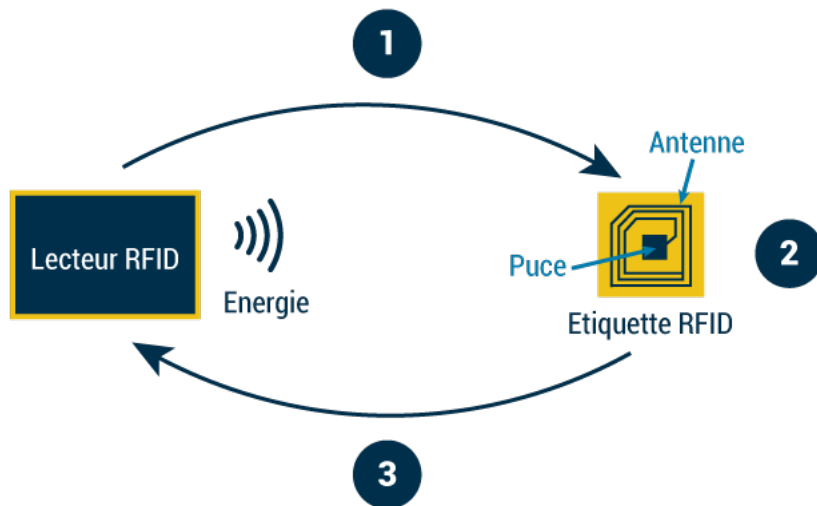


FIGURE 10 – la technologie RFID [17] .

### 1.6.1.6 Zigbee

cette technologie de réseau sans fil standard de l'industrie cible les applications nécessitant des échanges de données relativement peu fréquents à de faibles vitesses de transmission sur un espace restreint et dans une portée de 100 m (résidence ou bâtiment, par exemple).[18]

Associant fonctionnement à faible consommation, haute sécurité, robustesse et grande évolutivité avec un nombre important de nœuds, ZigBee/RF4CE présente d'importants

avantages dans les systèmes complexes.

- Norme : ZigBee 3.0 basé sur IEEE802.15.4
- Fréquence : 2,4 GHz
- Portée : 10-100 m
- Vitesses de transmission : 250 Kbit/s



FIGURE 11 – logo de ZigBee

#### 1.6.1.7 Z-Wave

Z-Wave est une technologie télécoms à faible consommation, principalement conçue pour la domotique et les produits tels que les contrôleurs de lampe ou les capteurs. Optimisée pour une communication fiable et à faible latence de petits paquets de données avec des vitesses de transmission pouvant atteindre 100 Kbit/s, elle fonctionne dans la bande Sub-GHz et offre une totale résistance aux interférences causées par le Wi-Fi et les autres technologies sans fil dans la plage 2,4 GHz.

Permettant de contrôler jusqu'à 232 circuits, elle est très évolutive et prend en charge les réseaux full mesh sans recours à un nœud coordinateur.[19]

- Norme : Z-Wave Alliance ZAD12837/ITU-T G.9959
- Fréquence : 900MHz (ISM)
- Portée : 30 m
- Vitesses de transmission : 9,6 / 40 / 100 Kbit/s



FIGURE 12 – logo de zwave

## 1.6.2 Sans fil de moyenne portée

### 1.6.2.1 Réseaux cellulaires

Pour la connectivité à moyenne distance, de nombreuses solutions technologiques sans fil de l'IdO tireront parti des réseaux cellulaires, car elles disposent généralement d'un matériel de développement disponible et de protocoles bien définis.

Les technologies cellulaires comme la 3G et la 4G (et bientôt la 5G) sont largement utilisées dans les systèmes IdO.

La 2G a également été utilisée, mais elle a été en grande partie abandonnée depuis qu'ATT a mis fin au service de la 2G en 2016.[20]

Cependant, les réseaux cellulaires ne sont pas sans inconvénients. Ils sont d'abord et avant tout coûteux. Ils sont également conçus pour les communications vocales et à faible latence, qui ne sont pas des exigences typiques de la plupart des solutions technologiques sans fil de l'IdO.

Enfin, les processus de certification des appareils cellulaires sont longs et coûteux, ce qui peut être prohibitif pour certaines solutions IOT de petite taille.

## 1.6.3 Sans fil longue portée

### 1.6.3.1 LPWA

De nouveaux réseaux LPWA font leur entrée dans l'espace IdO pour répondre à certains des besoins spécifiques des dispositifs IdO. Par exemple, les réseaux LPWA étendent la couverture dans les environnements radio difficiles. Ils permettent également un fonctionnement à très faible consommation d'énergie, ce qui se traduit par une longue durée de vie des piles.

Les technologies et protocoles LPWAN disponibles : LoRaWan, Sigfox, NB-IoT, Weightless, RPMA.

### 1.6.3.1.1 LoRa

LoRa offre un mélange convaincant de longue portée, de faible consommation d'énergie, de couverture intérieure profonde et de transmission de données sécurisée. [21] Elle utilise la technologie du spectre étalé, de sorte que les émetteurs adjacents sont moins susceptibles de s'interférer entre eux.



FIGURE 13 – logo de Lora

### 1.6.3.1.2 Sigfox

Sigfox utilise une transmission à faible débit et un traitement des signaux sophistiqué pour éviter efficacement les interférences du réseau, et assure l'intégrité des données transmises, et permettant une communication bidirectionnelle Cette solution de réseau serait idéale pour les systèmes unidirectionnels, notamment les systèmes d'alarme de base, les compteurs simples et les capteurs agricoles et environnementaux.

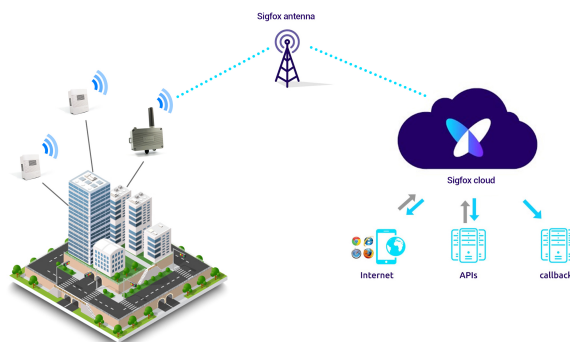


FIGURE 14 – La technologie SIGFOX

### 1.6.3.2 Satellite

Tous les réseaux LPWA nécessitent une certaine infrastructure terrestre pour la communication des dispositifs IoT.

Dans certains cas, comme les applications maritimes ou les zones extrêmement éloignées, il peut ne pas y avoir de passerelles disponibles (tours de téléphonie cellulaire par exemple) et le satellite est donc l'une des rares options technologiques sans fil IoT viables.

Les solutions par satellite peuvent être très coûteuses.

### 1.6.4 Wired

Un réseau câblé utilise un câble Ethernet pour se connecter au réseau. Le câble Ethernet est à son tour connecté à une ligne d'abonné numérique (DSL) ou à la passerelle du réseau.

Les réseaux câblés sont une technologie mature et il est facile de s'y brancher si vous disposez déjà de lignes téléphoniques, de lignes électriques et de câbles coaxiaux. Norme de réseau à usage général utilisant des liaisons à paires torsadées et à fibres optiques en conjonction avec des concentrateurs ou des commutateurs.

Même dans le cas d'un réseau sans fil, ces réseaux sont généralement connectés à un réseau câblé à un moment donné ; le réseau le plus couramment utilisé est donc un hybride de connectivité de réseau câblé et de réseau sans fil.

### 1.6.5 Domaines d'applications de l'IoT

Les applications potentielles de l'IdO sont nombreuses et diverses, et s'étendent à pratiquement tous les domaines de la vie quotidienne des individus, des entreprises et de la société dans son ensemble.

Voici quelques-unes des applications de l'IdO.

### 1.6.6 Villes intelligentes

Les villes intelligentes utilisent des dispositifs de l'Internet des objets (IoT) tels que des capteurs, des lumières et des compteurs connectés pour collecter et analyser les données. Les villes utilisent ensuite ces données pour améliorer les infrastructures, les services publics.[22]

Grâce à l'internet des objets, les logements et lieux de travail deviennent plus confortables, plus faciles à gérer et moins coûteux à l'usage. Le bâtiment connecté, offre notamment des possibilités de contrôle des consommations énergétiques, d'intégration des systèmes de sécurité et de confort accrus .



FIGURE 15 – Ville intelligente .

### 1.6.7 Maison intelligente(Domotique)

Les maisons intelligentes seront probablement les applications IoT les plus populaires. La maison intelligente, ou domotique, est une extension de l'immotique, avec laquelle nous pouvons surveiller et contrôler le chauffage, la ventilation et la climatisation , l'éclairage, les appareils ménagers, et systèmes de sécurité. En connectant tous les appareils ménagers, nous pouvons automatiser de nombreuses routines quotidiennes, telles que l'allumage et l'extinction automatiques des lumières et du chauffage, le démarrage ou l'arrêt de la cuisson et du lavage, etc.

Avec le réseau intelligent et les compteurs intelligents, nous pouvons réduire les consommations d'énergie et la facture d'électricité, et avec les systèmes de sécurité, nous pouvons rendre la maison plus sécurisée en détectant automatiquement et, si possible, en dissuadant toute intrusion utilisant divers capteurs infrarouges, de mouvement, de son, de vibration et d'alarme.



FIGURE 16 – maison intelligente .

### 1.6.8 Transport intelligent

L'IOT peut aider à l'intégration des communications, du contrôle et du traitement de l'information dans les différents systèmes de transport, et aide les compagnies de transport à cartographier les routes les plus efficaces et à optimiser la consommation de carburant.

Le stationnement est également facilité par des capteurs qui déterminent si une place est disponible, et les routes sont rendues plus sûres grâce à un éclairage intelligent, à l'analyse des flux de circulation et à la commande automatique des feux de signalisation.

Les voitures elles-mêmes deviennent de plus en plus intelligentes, avec des fonctions de sécurité et d'interactivité basées sur l'IdO et conçues pour améliorer l'expérience de conduite globale.

### 1.6.9 Santé intelligente

L'Internet des objets de soins de santé, IoHT en abrégé, est un concept qui décrit des dispositifs identifiables de manière unique, connectés à l'Internet et capables de communiquer entre eux, utilisés dans le domaine médical.

Ces solutions permettent, par exemple, la localisation et l'information en temps réel sur les biens. Gestion à distance ou automatique des ressources .sa



FIGURE 17 – Santé intelligente .

### 1.6.10 Agriculture intelligente

Dans l'agriculture intelligente basée sur l'IdO, un système est construit pour surveiller le champ de culture à l'aide de capteurs (lumière, humidité, température, humidité du sol, etc.) et automatiser le système d'irrigation.

Les agriculteurs peuvent surveiller les conditions du champ de n'importe où. L'agriculture intelligente basée sur l'IdO est très efficace par rapport à l'approche traditionnelle.

### 1.6.11 Industrie intelligente

Les systèmes intelligents de IoT permettent la fabrication rapide de nouveaux produits, une réponse dynamique à la demande de produits et l'optimisation en temps réel des réseaux de production et de chaîne d'approvisionnement, en mettant en réseau les machines, les capteurs et les systèmes de contrôle.

## 1.7 Les critiques et les controverses de l'IdO

L'idée de l'IdO est de créer un système qui stocke toutes les données dont les êtres humains ont besoin sans avoir à les collecter directement.

Les recherches suggèrent que l'impact de l'IdO sur le monde sera monumental dans les années à venir. La croissance de son influence et de son application peut être évaluée à partir des habitudes de consommation dans les domaines du divertissement et des médias, des infrastructures et de la gestion de l'énergie, de l'agriculture, des transports et même des soins médicaux. Compte tenu des tendances actuelles, l'impact de l'IdO sur la vie humaine augmente de manière exponentielle et ne fera que s'accroître.



Cependant, des questions sont apparues simultanément sur les dangers et les risques potentiels de l'introduction de l'IdO dans tous les aspects de la vie humaine. Voici quelques-uns des problèmes posés par l'IdO :

### 1.7.1 Fragmentation de la plate-forme

L'IdO souffre de la fragmentation des plates-formes, du manque d'interopérabilité et de normes techniques communes une situation où la variété des dispositifs IdO, tant en termes de variations matérielles que de différences dans les logiciels qui s'y exécutent, rend difficile la tâche de développer des applications qui fonctionnent de manière cohérente entre différents écosystèmes technologiques incohérents.**argenox**

### 1.7.2 Sécurité

Une autre critique est que l'internet des objets se développe rapidement sans que les profonds défis de sécurité qu'il implique et les changements réglementaires qui pourraient être nécessaires soient dûment pris en compte.

En particulier, à mesure que l'internet des objets se répand, les cyberattaques sont susceptibles de devenir une menace de plus en plus physique (et non plus simplement virtuelle).**iot**

### 1.7.3 Stockage des données

Le stockage de ces données en vrac constitue un autre défi. Selon l'application, les besoins en matière d'acquisition de données peuvent être élevés, ce qui entraîne des besoins de stockage élevés.

Actuellement, Internet est déjà responsable de 5% de l'énergie totale produite, et il reste encore un "défi de taille" à relever pour alimenter les dispositifs IdO afin de collecter et même de stocker les données.**future**

### 1.7.4 Vie privée

La partie la plus dangereuse de l'IdO est que les consommateurs renoncent à leur vie privée, petit à petit, sans s'en rendre compte, parce qu'ils ne savent pas quelles données sont collectées et comment elles sont utilisées.

À mesure que les applications mobiles, les articles vestimentaires et les autres produits de consommation connectés remplaceront les appareils "stupides" sur le marché, les consommateurs ne pourront pas acheter des produits qui n'ont pas la capacité de les suivre. Il est normal que les consommateurs mettent à niveau leurs appareils, et il ne leur vient très probablement pas à l'esprit que ces nouveaux appareils les surveilleront également

## 1.8 Conclusion

L'IdO est véritablement la prochaine étape de l'ère de l'information. L'internet des objets pourrait changer notre vie quotidienne, notre travail et nos communautés. L'IdO cherche à vous rendre votre journée en regroupant tout ce qui est sous votre contrôle en un seul endroit.

Cette technologie vous permettra de mettre votre vie à portée de main, votre smartphone devenant le principal centre d'information pour le reste du monde. L'IdO n'est pas une simple idée, mais constitue déjà une partie importante de notre vie. L'industrie atteindra de nouveaux sommets grâce à cette technologie et permettra un accès juste et équitable à ce qui est inhérent au monde entier. Vous ne voulez pas être pris au dépourvu par la révolution technologique qui va bientôt changer nos vies.

Au milieu de cette révolution technologique, nous, les êtres humains, devons faire un usage judicieux de cette technologie et la contrôler selon des règles et une éthique qui tiennent compte des particularités de chaque société et de chaque personne individuellement.

# Deep Learning

## 2.1 Introduction

Quand les ordinateurs programmables ont été conçus pour la première fois, les gens se sont posés 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.

Aux débuts de l'intelligence artificielle, le champ a rapidement abordé et résolu des problèmes intellectuellement difficiles pour les êtres humains, mais relativement simples pour les ordinateurs, des problèmes qui peuvent être décrits par une liste de règles formelles, mathématiques et électroniques. Le véritable défi de l'intelligence artificielle s'est avéré être de résoudre les tâches faciles à exécuter pour les gens mais difficiles à décrire de manière formelle, comme la reconnaissance de mots parlés ou de visages en images. Pour cela, il fallait de trouver une solution à ces problèmes. Cette solution consiste à permettre aux ordinateurs d'apprendre par expérience et de comprendre le monde en termes de hiérarchie des concepts, chaque concept étant défini à travers sa relation aux concepts simples.

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 .

## 2.2 Définition

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.

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.

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. Comme les algorithmes d'apprentissage approfondi nécessitent une tonne de données pour apprendre [23] 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. .

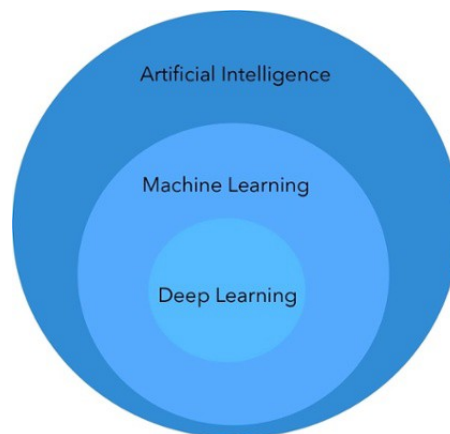


FIGURE 1 – Le deep learning .

## 2.3 Les types de 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 :

### 2.3.1 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.

### 2.3.2 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.

### 2.3.3 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.

## 2.4 Les réseaux de neurones

Les réseaux de neurones sont des imitations simples des fonctions d'un neurone dans le cerveau humain pour résoudre des problématiques d'apprentissage de la apprentissage profond

Le neurone est une unité qui est exprimée généralement par une fonction sigmoïde.

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

### 2.4.1 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.[24] 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.

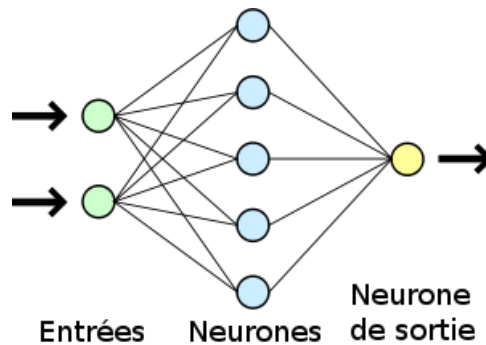


FIGURE 2 – Architecture du réseau de neurones Ann .

### 2.4.2 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.[25]

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".

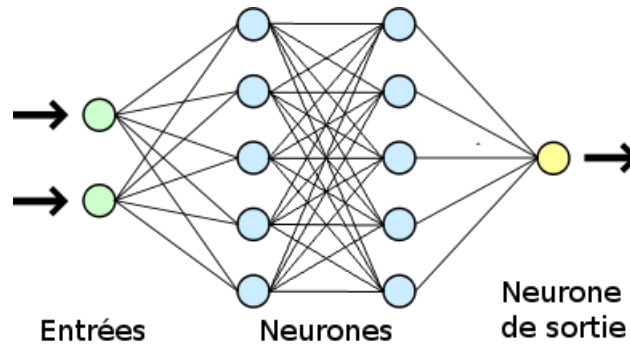


FIGURE 3 – Architecture du réseau neuronal profond .

## 2.5 les différentes architectures d'apprentissage profond

### 2.5.1 Réseau neuronal entièrement connecté

Les réseaux neuronaux entièrement connectés (FCNN) sont un type de réseau neuronal artificiel dont l'architecture est telle que tous les nœuds, ou neurones, d'une couche sont connectés aux neurones de la couche suivante. qui permet de toute valeur d'entrée peut affecter toute valeur de sortie

### 2.5.2 Réseaux de neurones convolutifs (CNN)

Les réseaux neuronaux convolutifs (CNN) sont l'une des variantes des réseaux neuronaux très utilisés dans le domaine de la vision par ordinateur, Il tire son nom du type de couches cachées dont il est constitué.

Les couches cachées d'un CNN sont généralement constituées de couches convolutionnelles, de couches de regroupement, de couches entièrement connectées et de couches de normalisation.

Ici, cela signifie simplement qu'au lieu d'utiliser les fonctions d'activation normales définies ci-dessus, les fonctions de convolution et de mise en commun sont utilisées comme fonctions d'activation.

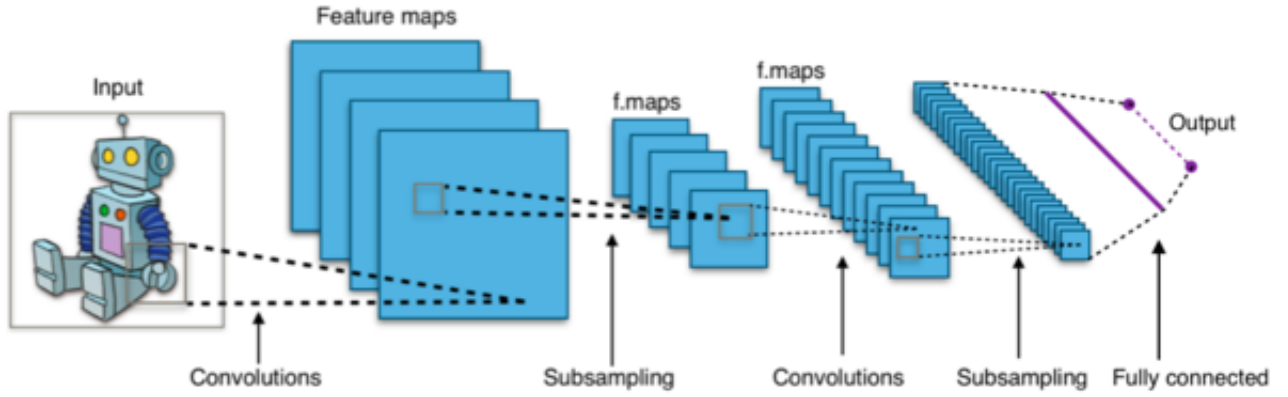


FIGURE 4 – Architecture d'un réseau de neurones convolutif [26] .

### 2.5.2.1 Convolution

La convolution fonctionne sur deux signaux (en 1D) ou deux images (en 2D) : vous pouvez considérer l'un comme le signal (ou l'image) "d'entrée", et l'autre (appelé le noyau) comme un "filtre" sur l'image d'entrée, produisant une image de sortie (la convolution prend donc deux images en entrée et en produit une troisième en sortie).

$$(f * g)(i) = \sum_{j=1}^m g(i).f(i - j + m/2)$$

### 2.5.2.2 Pooling

La mise en commun est un processus de discrétisation basé sur un échantillon. L'objectif est de sous-échantillonner une représentation d'entrée (image, matrice de sortie à couche cachée, etc.), en réduisant sa dimensionnalité et en permettant de faire des hypothèses sur les caractéristiques contenues dans les sous-régions mises en commun.

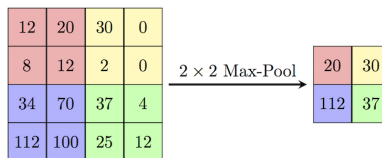


FIGURE 5 – la fonctionnement du pooling .

### 2.5.3 Réseaux de neurones récurrents et récursifs

Le réseau neuronal récurrent (RNN) est une classe d'apprentissage profond .



Les RNN sont reconnus pour leur capacité à traiter et à obtenir des informations à partir de données séquentielles. Par conséquent, l'analyse vidéo, le sous-titrage d'images, le traitement du langage naturel (NLP) et l'analyse musicale dépendent tous des capacités des réseaux neuronaux récurrents.[27]

Contrairement aux réseaux neuronaux standard qui supposent l'indépendance entre les points de données, les RNN capturent activement les dépendances séquentielles et temporelles entre les données.

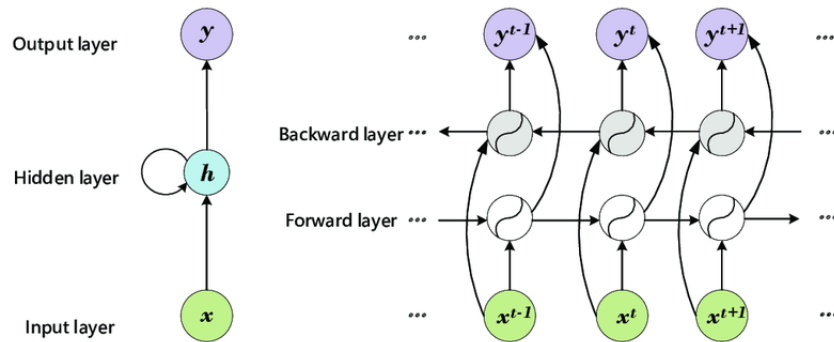


FIGURE 6 – Architecture d'un réseau de neurones recurrent .

### 2.5.3.1 Recursive Neural Network

Les réseaux neuronaux récurrents, à ne pas confondre avec les RNN, sont un ensemble de modèles adaptatifs non linéaires qui sont utilisés pour traiter des données de longueur variable.

Les réseaux récurrents réinjectent l'état du réseau en lui-même, dans ce qui peut être considéré comme une boucle.

L'architecture des réseaux neuronaux récurrents permet aux utilisateurs non seulement d'identifier les composants des données d'entrée, mais aussi de déterminer quantitativement les relations entre eux .

### 2.5.3.2 LSTM

LSTM est l'architecture RNN la plus courante qui mémorise des valeurs sur des intervalles arbitraires, fonctionne bien pour faire des prédictions basées sur des données de séries chronologiques, évitant le problème de dépendance à long terme dont les RNN traditionnels, ou vanille, étaient victimes.[28]

LSTM est également bien adapté aux tâches de classification et de traitement et peut être trouvé dans les applications Google Translate, Apple Siri, et Amazon Alexa.

## 2.6 Les applications du Deep Learning

### 2.6.1 La reconnaissance faciale

La reconnaissance des visages est l'identification et de la vérification des personnes sur une photographie par leur visage.

C'est une tâche qui est effectuée de manière triviale par les humains, Les méthodes d'apprentissage profondi sont capables d'apprendre des représentations riches et compactes des visages, Ce qui permet aux modèles de reconnaître les visages des humains.

### 2.6.2 Le traitement automatique de langage naturel

Le traitement du langage naturel (NLP) est la relation entre les ordinateurs et le langage humain. Plus précisément, le traitement du langage naturel est la compréhension, l'analyse, la manipulation et/ou la génération du langage naturel par l'ordinateur Le langage naturel se réfère à l'analyse de la parole, tant dans le discours audible que dans le texte d'une langue.

Les systèmes de NLP captent le sens d'une entrée de mots (phrases, paragraphes, pages, etc.) sous la forme d'une sortie structurée (qui varie beaucoup selon l'application). Le traitement du langage naturel est un élément fondamental de l'intelligence artificielle.[29]

### 2.6.3 Traduction automatique

Grâce à un apprentissage profondi, nous avons accès à différents services de traduction. L'un des plus populaires, Google Translate, permet à son utilisateur de traduire facilement une langue.

L'apprentissage profondi a permis d'améliorer considérablement cette application. De la simple saisie d'un mot à la prononciation d'un mot, il s'agit certainement d'une grande amélioration par rapport à ce qui était prévu au départ.[29]

### 2.6.4 voiture autonome

Des millions de données sont introduites dans le système pour construire un modèle, former la machine à apprendre et ensuite tester le résultat dans un environnement sûr.

Les données proviennent de caméras, de capteurs et la géocartographie crée des modèles sophistiqués qui peuvent naviguer dans la circulation et identifier les chemins et les panneaux.

Il faut espérer que ces voitures autotractées pourront supporter la conduite dans un environnement non contrôlé.

### **2.6.5 Marketing numérique**

L'application d'un apprentissage approfondi dans le domaine du marketing numérique aide les professionnels du marketing à évaluer l'efficacité de leurs campagnes. Les prédictions précises des algorithmes d'apprentissage approfondi permettent de prévoir la demande et la satisfaction des clients et les aident à créer un marché cible spécifique en fonction de leur marque.[30] Cela devient vraiment un atout inestimable pour le professionnel du marketing moderne et lui permet de maintenir la compétitivité de ses services.

### **2.6.6 Santé**

L'apprentissage approfondi a joué un rôle important dans le diagnostic et la recherche médicale. Il aide au diagnostic des maladies mortelles, les résultats de la pathologie et le traitement entraînent la standardisation et la compréhension de la génétique pour prédire les risques futurs de maladies.

### **2.6.7 Systèmes de recommandation**

Les systèmes de recommandation ont utilisé l'apprentissage approfondi pour extraire des caractéristiques significatives pour un modèle de facteur latent pour les recommandations de musique et de journal basées sur le contenu L'apprentissage approfondi multi-vues a été appliqué pour apprendre les préférences de l'utilisateur dans de multiples domaines.

Le modèle utilise une approche hybride de collaboration et basée sur le contenu et améliore les recommandations dans de multiples tâches.

## 2.7 les algorithmes du deep learning

Modèle	Catégorie	Modèle d'apprentissage	Données d'entrée typiques
RNN	discriminatoire	supervisé	en série, séries chronologiques
RBM	Génératif	Non supervisé, et supervisé	Divers
DBN	Génératif	Non supervisé, et supervisé	Divers
LSTM	Discriminative	Surveillée	En série, séries chronologiques, données dépendantes du temps long
CNN	Discriminative	supervisée	2-D (image, son, etc.)
VAE	Génératif	Semi-supervisé	Divers
GAN	Hybride	Semi-supervisé	Divers
Ladder Net	Hybride	Semi-supervisé	Divers

## 2.8 Conception d'une approche de Deep learning pour l'IOT

Alors que la société humaine entre dans l'ère des "Big Data", ces approches conventionnelles ne sont pas suffisamment puissantes pour traiter les données massives, explosives et irrégulières collectées à partir des sources de données omniprésentes et hétérogènes de l'IdO.

Presque tous les systèmes traditionnels reposent sur des caractéristiques spécialement conçues, et leurs performances dépendent fortement des connaissances préalables dans des domaines spécifiques.

La plupart des techniques d'apprentissage appliquées dans ces systèmes utilisent normalement des architectures peu profondes, qui ont un pouvoir de modélisation et de représentation très limité. Un outil analytique plus puissant est donc hautement souhaitable pour exploiter pleinement le potentiel des précieuses données brutes générées dans les diverses applications IdO.

Les récentes percées en matière d'apprentissage approfondi et de conception de matériel ont permis aux chercheurs de former des modèles beaucoup plus puissants,

- L'apprentissage approfondi intègre des architectures de réseaux de neurones plus profondes, qui sont capables d'extraire des caractéristiques cachées plus complexes (telles que les dépendances temporelles et/ou spatiales) et de caractériser des problèmes plus complexes. Contrairement aux méthodes d'apprentissage simples traditionnelles, l'apprentissage approfondi permet de généraliser les relations complexes entre des données brutes massives dans diverses applications IdO.

- L'apprentissage profond permet de tirer pleinement parti de cette ressource de données massive mais inestimable. La capacité de traitement des données dépend généralement de la profondeur et des architectures particulières des modèles d'apprentissage, telles que les architectures convolutives ; ainsi, les modèles basés sur l'apprentissage profond peuvent généralement être plus performants sur des données à grande échelle, tandis que les modèles d'apprentissage simples peuvent facilement être surdimensionnés lorsqu'il s'agit de traiter le déluge de données.
- L'apprentissage profond est une sorte de méthode d'apprentissage de bout en bout qui permet d'apprendre automatiquement comment extraire directement des caractéristiques efficaces des données brutes sans avoir recours à la longue et laborieuse spécification manuelle des caractéristiques.

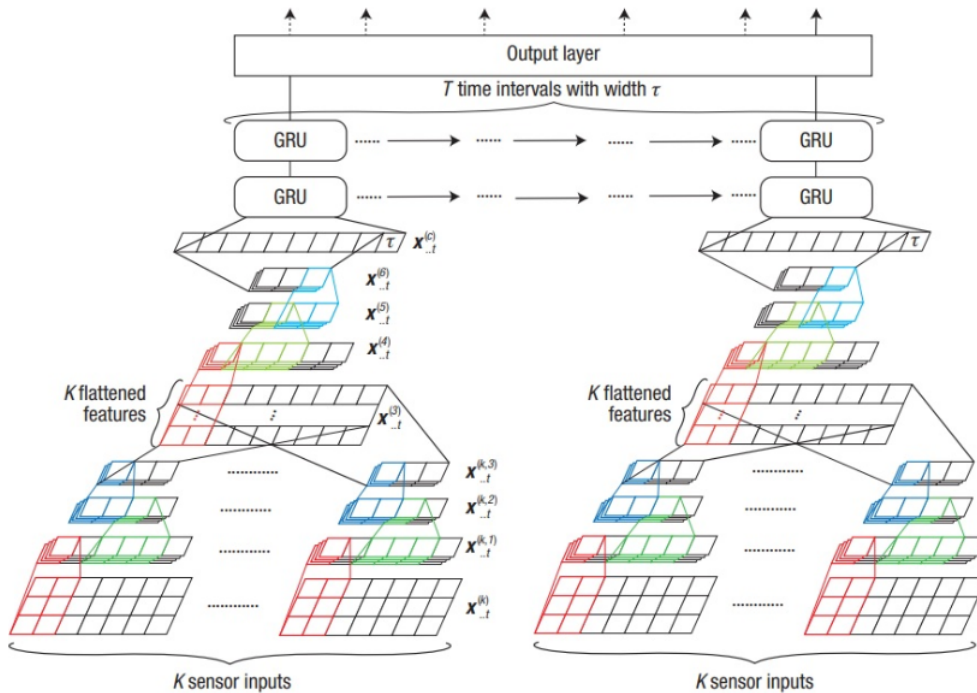


FIGURE 7 – Architecture d'une approche de Deep learning pour l'IoT [31] .

## 2.8.1 Exemples des travaux à l'approche de deep learning pour IOT

Nous allons tenter à travers ce tableau de mettre en évidence l'approche entre le deep learning et les applications de l'iot.

Application potentielle dans l'IoT	model	description
la reconnaissance de l'activité humaine (HAR)	3D CNN +LSTM	une architecture d'apprentissage profond appelée réseau neuronal convolutionnel 3d récurrent r3d pour extraire des caractéristiques spatio-temporelles efficaces et discriminantes à utiliser pour la reconnaissance des actions
détection d'objets en temps réel	RPN+ faster R-CNN	améliorer la vitesse et la précision de détection
la prédiction des flux de trafic	DBN	une architecture profonde qui se compose de deux parties : un DBN en bas pour l'apprentissage non supervisé des caractéristiques et une couche de régression multitâche en haut pour la prédiction supervisée
la détection des accidents de la route	SADE	APPRENDRE LA REPRÉSENTATION DES CARACTÉRISTIQUES À PARTIR DES VOLUMES SPATIO-TEMPORELS DE L'INTENSITÉ BRUTE DES PIXELS
robotique domestique	CNN	utiliser cnn pour identifier un marqueur ou un objet à partir d'une image ou d'une vidéo

## 2.9 Conclusion

Il est clair que de nombreuses applications IdO ont été dotées d'outils d'apprentissage approfondi. Les modèles profonds sont des outils puissants pour résoudre des problèmes d'analyse de données à grande échelle.

L'apprentissage approfondi nous offre une nouvelle perspective pour résoudre les problèmes traditionnels et nous aide à révéler de nouvelles idées sur le domaine de l'IdO.

Toutefois, la question de savoir comment concevoir une architecture avec une grande précision et une faible consommation de ressources reste ouverte, et l'exploration de ce domaine n'est pas encore terminée.



# Conception

## 3.1 Introduction

Les maladies cardiaques décrivent une série d'affections qui touchent votre cœur. Parmi les maladies qui relèvent de la catégorie des maladies cardiaques, on trouve les maladies des vaisseaux sanguins, telles que les maladies coronariennes, les problèmes de rythme cardiaque (arythmies) et les malformations cardiaques dont vous souffrez à la naissance (malformations cardiaques congénitales), la prédiction des maladies cardiaques est une tâche difficile.

Les algorithmes d'apprentissage profond peuvent être appliqués à d'énormes données de santé générées par l'Internet des objets (IoT) afin d'exposer les informations inconnues de ces données. L'utilisation de techniques d'apprentissage approfondi, notamment la classification, le regroupement, l'analyse des associations, l'analyse des séries chronologiques et l'analyse des valeurs aberrantes, permet également de prévoir les maladies futures d'un patient.

Dans ce projet, j'ai expliqué le processus de collecte des données, les outils nécessaires et les méthodes d'apprentissage approfondi à utiliser pour la prévision des maladies cardiaques.

## 3.2 Architecture globale

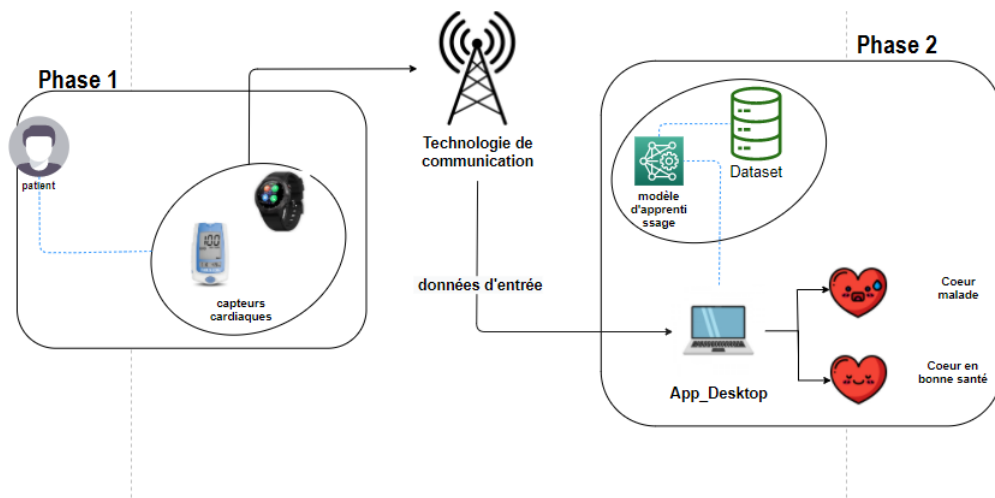


FIGURE 1 – Architecture globale proposée .

Le fonctionnement global de cette architecture est Comme suit :

Dans la phase de collection des données sur les nouveaux cas, ce système rassemble les données physio-logiques a travers des capteurs pour mesurer différentes indices tels que le signal cardiaque, le rythme Cardiaque, la température, la tension artérielle.

Grâce à la technologie de communication, nous pouvons récupérer ces données, au système pour prédire l'état du patient.

Après,un model de l'apprentissage approfondi peut utilisés pour analyser l'ensemble des données. peut utilise algorithmne simple qui stocke tous les cas disponibles et classe les nouveaux cas en fonction d'une mesure de similarité,pour prédire l'état du patient.

## 3.3 Fonctionnalité des composant de system

### 3.3.1 La phase de collection des données

Je peux diviser six types de données en trois niveaux différents pour prédire les crises cardiaques.

- Le premier niveau est celui des données personnelles fixes comme l'âge et le sexe.
- Le deuxième niveau est constitué de données périodiques qui arrivent un jour ou une semaine plus tard, comme le taux de sucre dans le sang et le taux de cholestérol sérique.
- Le troisième niveau de données est constitué de données en temps réel, comme la pression artérielle et le rythme cardiaque.

Nous pouvons collecter le premier niveau de données de manière manuelle. Les patients seront enregistrés sur la plateforme en donnant toutes les informations fixes requises. Des dispositifs portables et des dispositifs de surveillance de la santé à domicile (IdO) seront utilisés pour surveiller la collecte de données de deuxième et troisième niveaux. Voici quelques dispositifs de collecte de données .

- **tensiomètre** nous donne la valeur de la pression artérielle au repos d'un patient en mmHg (unité).



FIGURE 2 – Tensiomètre .

- **moniteur de cholestérol** indique le cholestérol sérique en mg/dl (unité)



FIGURE 3 – Moniteur de cholestérol .

- **Glucomètre** nous donne, La valeur de la glycémie pour une personne à jeun.



FIGURE 4 – Glucomètrél .

- **Le moniteur ECG** affiche des résultats de l'électrocardiographie au repos.



FIGURE 5 – Le moniteur ECG .

Ces dispositifs sont suffisamment performants pour transmettre des données du domicile d'un patient au système d'apprentissage à distance. pour prédire si le patient a une maladie cardiaque ou non.

La partie collection des données,est comme dans la figure 6.

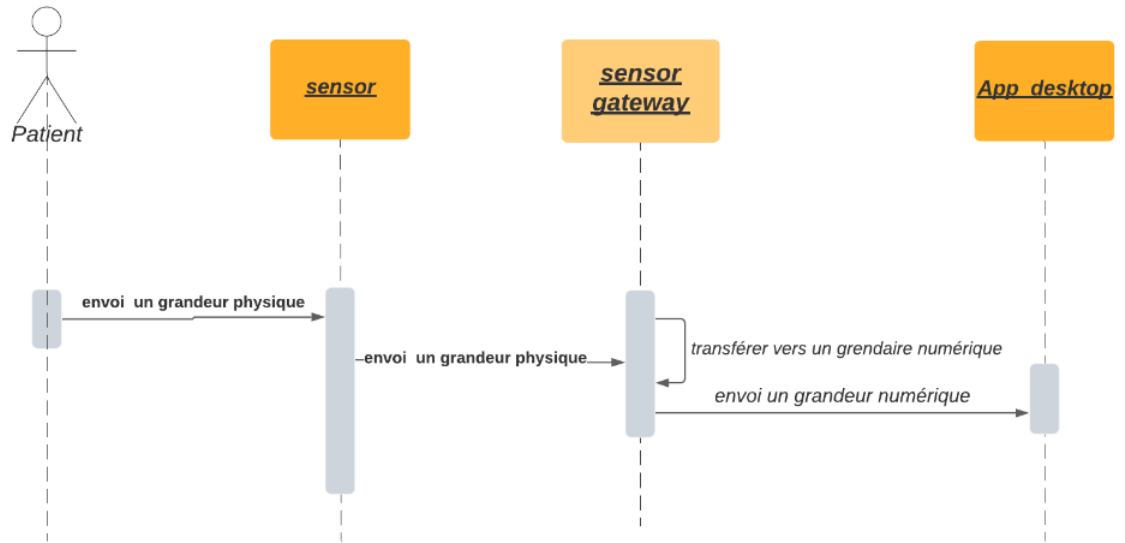


FIGURE 6 – Diagramme de séquence de la partie collection des données .

### 3.4 Phase d'apprentissage

#### — chargement des données

le chargement de l'ensemble de données est la première partie de la phase d'apprentissage approfondi.

Données médicales que nous avons examinées dans cette étude sont des données hospitalières . Cela comprend 13 attributs en cours de traitement. Les données structurées considérées comprennent des données de laboratoire ainsi que des informations de base sur le patient, telles que son âge, son sexe et son taux de cholestérol.

Toutes ces données sont nécessaires et pertinentes pour diagnostiquer les maladies cardiaques des patients.

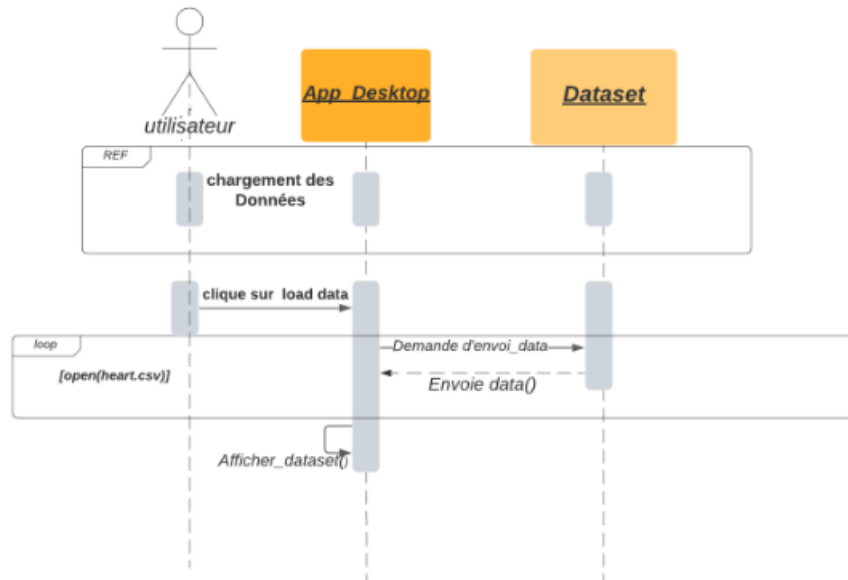


FIGURE 7 – Diagramme de séquence de la partie chargement des données .

— **La séparation des données**

La séparation des données dans les ensembles de formation et de test est une partie importante de l'évaluation des modèles d'apprentissage en profondeur. Généralement, lorsque vous séparez un ensemble de données en un ensemble de formation et un ensemble de test, la plupart des données sont utilisées pour la formation, et une plus petite partie des données est utilisée pour les tests.

Les services d'analyse procèdent à un échantillonnage aléatoire des données pour s'assurer que les jeux de test et de formation sont similaires. En utilisant des données similaires pour la formation et les tests, vous pouvez minimiser les effets des divergences de données et mieux comprendre les caractéristiques du modèle.

Une fois qu'un modèle a été traité à l'aide de l'ensemble de formation, nous testons le modèle en faisant des prédictions par rapport à l'ensemble de test. Comme les données de l'ensemble de test contiennent déjà des valeurs connues pour l'attribut que nous voulons prédire, il est facile de déterminer si les suppositions du modèle sont correctes. .

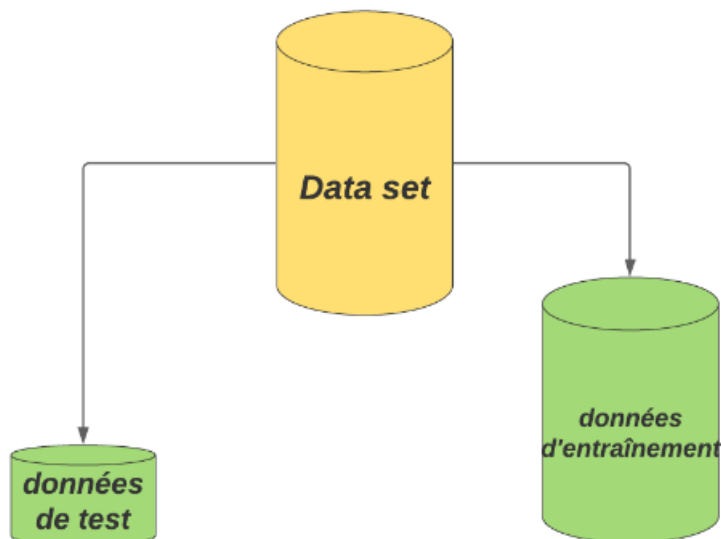


FIGURE 8 – La séparation des données .

### — Prétraitement des données

Le processus de formation d'un modèle consiste à fournir un algorithme d'apprentissage approfondi avec des données de formation dont on peut tirer des enseignements. Le terme modèle d'apprentissage profond fait référence à l'artefact de modèle qui est créé par le processus de formation.

Les données de formation doivent contenir la bonne réponse, ce qui est connu sous le nom de cible ou d'attribut de cible.

L'algorithme d'apprentissage trouve des modèles dans les données de formation qui mettent en correspondance les attributs des données d'entrée avec la cible (la réponse que vous voulez prédire), et il produit un modèle d'apprentissage profond.

Après nous pouvons tester cette model en utilisant les données de test  
La partie de prétraitement des données serait comme la figure 9.

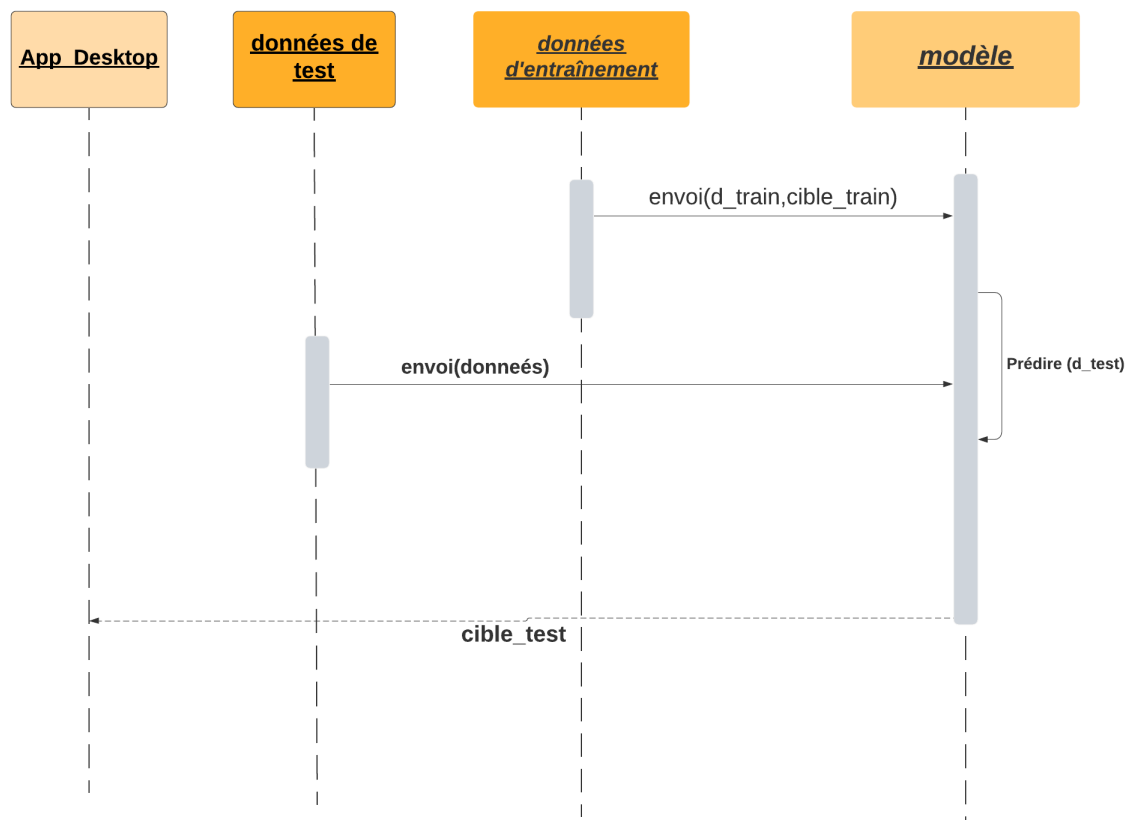


FIGURE 9 – Diagramme de séquence de la partie Prétraitement des données .



— **Résultats**

c'est une mesure de performance pour le problème de classification de l'apprentissage machine où le résultat peut être deux classes. L'une indique sur la personne qui a une maladie cardiaque indiquée par la valeur 1, L'étiquette de l'autre classe indique sur la personne qui n'a pas de maladie cardiaque indiquée par la valeur 0. Il s'agit d'un tableau comportant 4 combinaisons différentes de valeurs prédites et de valeurs réelles.

	valeurs prédites	valeurs réel
Vrai Positif(VP)	1	1
Vrai Négatif(VN)	0	0
Faux Positif(FP)	1	0
Faux Négatif(FN)	0	1

Vrai Positif :

Interprétation : Vous avez prédit que c'était positif et c'est vrai. Vous avez prédit qu'un patient a une maladie cardiaque et il l'est réellement.

Vrai Négatif :

Interprétation : Vous avez prédit une grossesse négative et c'est vrai. Vous avez prédit qu'un patient n'a pas une maladie cardiaque et il ne l'est pas réellement.

Faux Positif : (Erreur de type 1)

Interprétation : Vous avez prédit que c'était positif et c'est faux. Vous avez prédit qu'un patient a une maladie cardiaque, mais il ne l'est pas vraiment.

Faux négatif : (Erreur de type 2)

Interprétation : Vous avez prédit que c'était négatif et c'est faux. Vous avez prédit qu'un patient n'a pas une maladie cardiaque mais elle l'est en réalité.

**Accuracy** De toutes les classes, combien nous avons prédit correctement, Il doit être aussi élevé que possible.

$$ACCURCY = \frac{2 * RECALL * PRECISION}{RECALL + PRECISION}$$

**Recall** : Parmi toutes les classes positives, combien nous avons prédit correctl.

$$RECALL = \frac{VP}{VP + FN}$$

**Precision** Parmi toutes les classes positives que nous avons correctement prédites, combien sont réellement positives.

$$PRECISION = \frac{VP}{VP + FP}$$

On peut résumer la phase de l'apprentissage dans la figure 10.

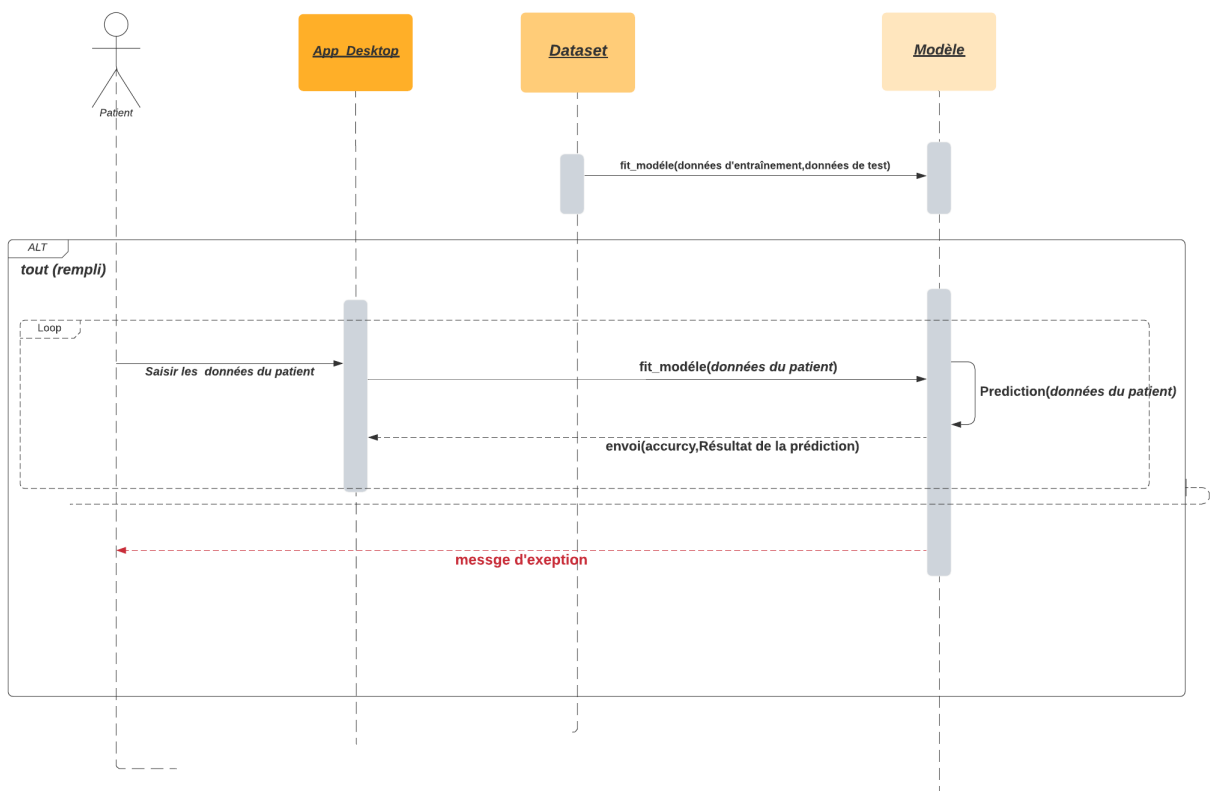


FIGURE 10 – Diagramme de séquence de la phase de l'apprentissage .

### 3.5 Architecture fonctionnelle

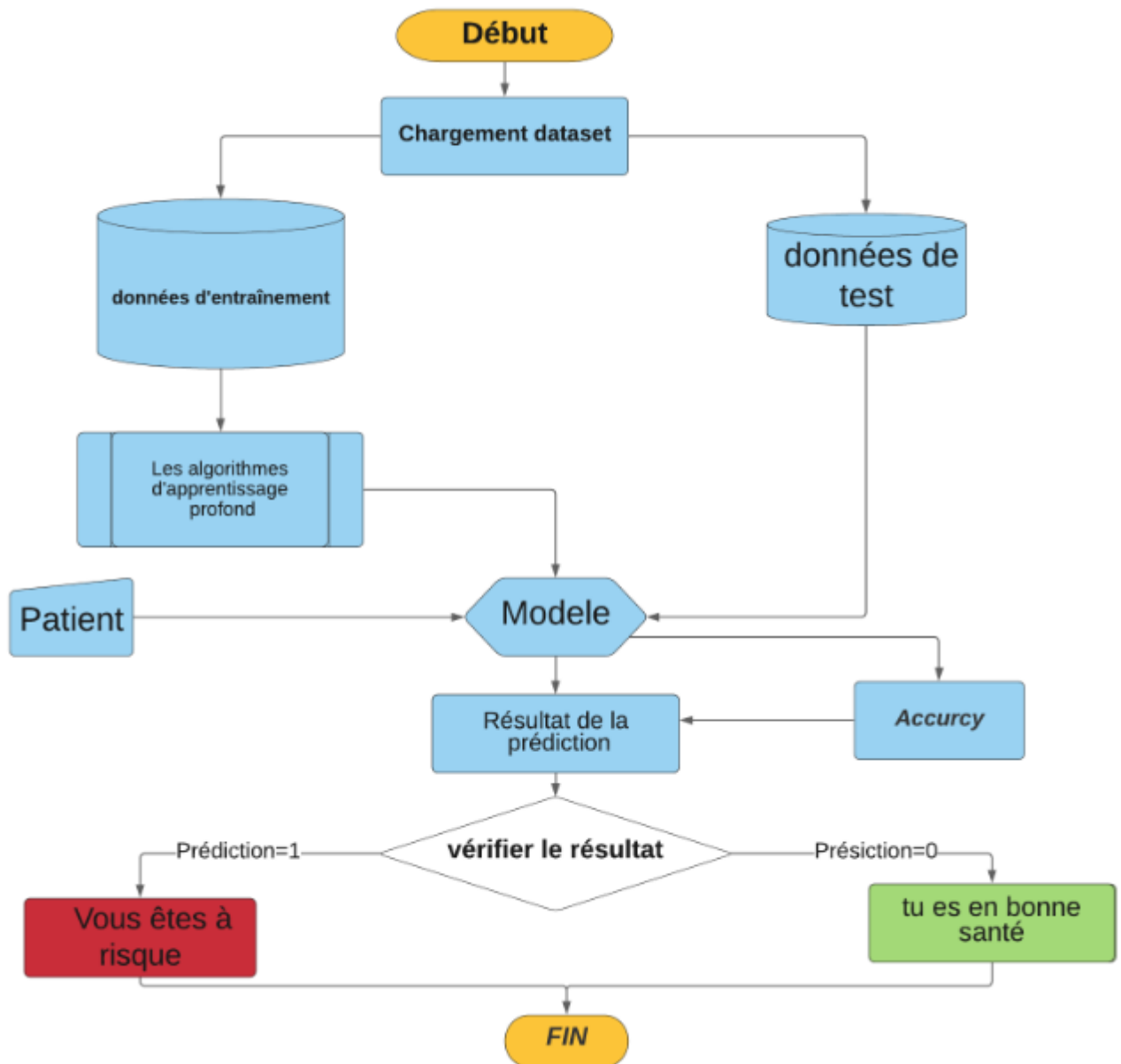


FIGURE 11 – Organigramme fonctionnelle du projet .

Dans cet organigramme illustré dans la figure, nous présentons les progrès du système de prédiction des maladies cardiaques, Avant la prédiction, nous pouvons charger l'ensemble de données qui peut être utilisé pour créer un modèle de classification, et cela est fait en fournissant l'algorithme d'apprentissage profond des données de formation pour créer un modèle de classification.

Ce modèle doit être testé par des données de test plus tard, nous pouvons utiliser ce modèle pour prédire un nouveau cas de patient et nous pouvons obtenir la précision de notre modèle du cas de patient.

## 3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception de notre projet, nous avons mis en avant les phases nécessaires à la réalisation en décrivant les différents schémas et les diagrammes pour sa réalisation.

Dans le chapitre suivant, nous expliquerons les outils de développement, l'environnement de travail et les méthodes utilisées pour assurer le bon fonctionnement de notre projet.

# Chapitre 4

## Réalisation

### 4.1 Introduction

Le bon déroulement de toute réalisation nécessite une étude théorique, dans ce chapitre nous allons voir comment réaliser un système de prédiction des maladies cardiaques.

Ce chapitre se divise en deux grandes parties, d'abord on va commencer par la présentation de différents outils, puis pour la seconde partie on va passer à la réalisation.

### 4.2 Environnement et outils de programmation

#### 4.2.1 Anaconda

Le navigateur Anaconda est une interface utilisateur graphique (GUI) de bureau incluse dans la distribution Anaconda qui permet aux utilisateurs de lancer des applications et de gérer des paquets de "conda", des environnements et des chaînes sans utiliser de commandes en ligne.

Le navigateur peut rechercher des paquets sur Anaconda Cloud ou dans un dépôt Anaconda local, les installer dans un environnement, exécuter les paquets et les mettre à jour. Il est disponible pour Windows, macOS et Linux.

Les applications suivantes sont disponibles par défaut dans Anaconda :

- JupyterLab
- Carnet Jupyter
- QtConsole
- Spyder
- Colle
- Orange

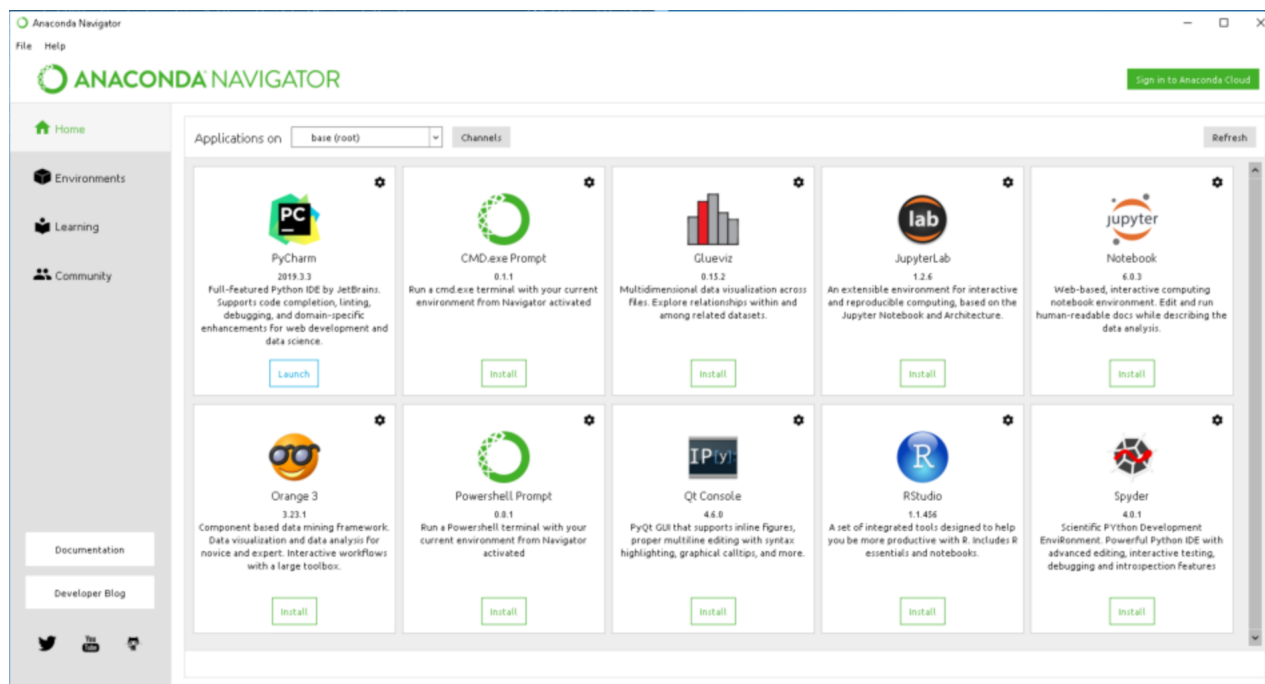


FIGURE 1 – L'interface principale d'Anaconda .

## 4.2.2 Spyder

Spyder est un environnement de développement intégré (IDE) multiplateforme à code source libre pour la programmation scientifique en langage Python. Spyder s'intègre à un certain nombre de paquets importants de la pile Python scientifique, notamment NumPy, SciPy, Matplotlib, pandas, IPython, SymPy et Cython, ainsi qu'à d'autres logiciels à source ouverte. Il est publié sous la licence du MIT.

Initialement créé et développé par Pierre Raybaut en 2009, Spyder est maintenu et continuellement amélioré depuis 2012 par une équipe de développeurs scientifiques Python et la communauté.

Spyder est extensible avec des plugins de première génération et des plugins tiers qui incluent la prise en charge d'outils interactifs pour l'inspection des données et intègrent des instruments d'assurance qualité et d'introspection du code spécifiques à Python, tels que Pyflakes, Pylint et Rope. Il est disponible sur toutes les plates-formes via Anaconda, sur Windows, sur MacOS via MacPorts, et sur les principales distributions Linux telles que Arch Linux, Debian, Fedora, Gentoo Linux, OpenSUSE et Ubuntu.

Spyder utilise Qt pour son interface graphique et est conçu pour utiliser soit les liaisons Python PyQt soit PySide. QtPy, une fine couche d'abstraction développée par le projet Spyder et adoptée par la suite par de nombreux autres paquets, offre la flexibilité d'utiliser l'un ou l'autre backend.



FIGURE 2 – Logo Spyder .

### 4.2.3 Python

Python est un langage de programmation interprété, de haut niveau et d'usage général. Créé par Guido van Rossum et publié pour la première fois en 1991, la philosophie de conception de Python met l'accent sur la lisibilité du code avec son utilisation notable d'un espace blanc important. Ses constructions de langage et son approche orientée objet visent à aider les programmeurs à écrire un code clair et logique pour des projets de petite et de grande envergure.

Le python est typographié et ramassé dynamiquement. Il supporte de multiples paradigmes de programmation, y compris la programmation structurée (en particulier, procédurale), orientée objet et fonctionnelle. Python est souvent décrit comme un langage "à piles incluses" en raison de sa bibliothèque standard complète. .



FIGURE 3 – Logo Python .

## 4.3 La réalisation du Système

### 4.3.1 Chargement de la bibliothèque

Chargement de plusieurs bibliothèques qui seront utilisées pour faire l'analyse dans ce système.

```
import csv

from PyQt5 import QtCore, QtGui, QtWidgets
from PyQt5.QtWidgets import *
from PyQt5.QtCore import *
from PyQt5.QtGui import *

import sklearn
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler

from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
import pandas as pd
import numpy as np
```

FIGURE 4 – Chargement des bibliothèques

#### — **PyQt**

PyQt est une bibliothèque qui vous permet d'utiliser le cadre d'interface graphique Qt de Python. Qt lui-même est écrit en C++. En l'utilisant à partir de Python, vous pouvez construire des applications beaucoup plus rapidement sans sacrifier la vitesse du C++.

#### — **Sklearn**

Scikit-learn (anciennement scikits.learn et également connu sous le nom de sklearn) est une bibliothèque d'apprentissage automatique de logiciels libres pour le langage de programmation Python. Elle propose divers algorithmes de classification, de régression et de regroupement.

#### — **Pandas**

pandas est une bibliothèque logicielle écrite pour le langage de programmation Python pour la manipulation et l'analyse des données. Elle propose notamment des structures de données et des opérations pour la manipulation de tableaux numériques et de séries temporelles. Il s'agit d'un logiciel libre publié sous la licence BSD à trois clauses.



### 4.3.2 Chargement des données

L'ensemble de données utilisé dans notre projet est l'ensemble de données sur les maladies cardiaques de Cleveland, extraites du dépôt de l'UCI.

Le fichier heart.csv contient le détail des attributs et des variables. Chaque ensemble de données contient 76 attributs, mais seuls 14 (y compris la caractéristique cible) ont été utilisés dans ces analyses. Le champ "objectif" faisait référence à la présence de maladies cardiaques chez les patients et était composé d'une valeur entière comprise entre 0 (aucune présence) et 1 (présence de maladies cardiaques).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
2	63	1	3	145	233	1	0	150	0	23	0	0	1	1
3	37	1	2	130	250	0	1	187	0	35	0	0	2	1
4	41	0	1	130	204	0	0	172	0	14	2	0	2	1
5	56	1	1	120	236	0	1	178	0	8	2	0	2	1
6	57	0	0	120	354	0	1	163	1	6	2	0	2	1
7	57	1	0	140	192	0	1	148	0	4	1	0	1	1
8	56	0	1	140	294	0	0	153	0	13	1	0	2	1
9	44	1	1	120	263	0	1	173	0	0	2	0	3	1
10	52	1	2	172	199	1	1	162	0	5	2	0	3	1
11	57	1	2	150	168	0	1	174	0	16	2	0	2	1
12	54	1	0	140	239	0	1	160	0	12	2	0	2	1
13	48	0	2	130	275	0	1	139	0	2	2	0	2	1
14	49	1	1	130	266	0	1	171	0	6	2	0	2	1
15	64	1	3	110	211	0	0	144	1	18	1	0	2	1
16	58	0	3	150	283	1	0	162	0	1	2	0	2	1
17	50	0	2	120	219	0	1	158	0	16	1	0	2	1
18	58	0	2	120	340	0	1	172	0	0	2	0	2	1
19	66	0	3	150	226	0	1	114	0	26	0	0	2	1
20	43	1	0	150	247	0	1	171	0	15	2	0	2	1
21	69	0	3	140	239	0	1	151	0	18	2	2	2	1
22	59	1	0	135	234	0	1	161	0	5	1	0	3	1
23	44	1	2	130	233	0	1	179	1	4	2	0	2	1
24	47	1	0	140	226	0	1	178	0	0	2	0	2	1

FIGURE 5 – L'ensemble de données utilisé dans notre projet .

- Âge : affiche l'âge de l'individu.
- Sexe : affiche le sexe de l'individu selon le format suivant : 1 = homme 0 = féminin
- Type de douleur à la poitrine : affiche le type de douleur à la poitrine ressentie par l'individu en utilisant le format suivant :
  - 1 = angine de poitrine typique
  - 2 = angine de poitrine atypique
  - 3 = non - douleur angineuse
  - 4 = asymptotique
- Tension artérielle au repos : affiche la valeur de la tension artérielle au repos d'un

- individu en mmHg (unité)
- Cholestrol sérique : indique le cholestérol sérique en mg/dl (unité)
  - Glycémie à jeun : compare la valeur de la glycémie à jeun d'un individu à 120mg/dl.  
Si la glycémie à jeun  $\geq$  120mg/dl alors : 1 (vrai) autre : 0 (faux)
  - ECG au repos : affichage des résultats de l'électrocardiographie au repos
    - 0 = normal
    - 1 = avoir une anomalie de l'onde ST-T
    - 2 = hypertrophie ventriculaire gauche
  
  - Fréquence cardiaque maximale atteinte : affiche la fréquence cardiaque maximale atteinte par un individu.
  
  - Angine de poitrine induite par l'exercice :
    - 1 = oui
    - 0 = non
  
  - ST dépression induite par l'exercice par rapport au repos : affiche la valeur qui est un entier ou un flottant.  
Segment ST de l'exercice de pointe :
    - 1 = montée
    - 2 = plat
    - 3 = en pente descendante
  
  - Nombre de navires principaux (0-3) colorés par flourosopie : affiche la valeur sous forme de nombre entier ou de flotteur.
  
  - Thal : affiche la thalassémie :
    - 3 = normal
    - 6 = défaut fixe
    - 7 = défaut réversible
  
  - Diagnostic d'une maladie cardiaque : indique si la personne souffre ou non d'une maladie cardiaque : 0 = absence
    - 1 = présent.

### 4.3.3 Analyse exploratoire des données (EDA)

Effectuer une analyse exploratoire des données (EDA) pour mieux comprendre nos données .

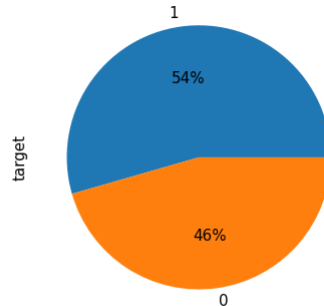


FIGURE 6 – Analyse exploratoire des données

Il semble que l'élément cible soit équilibré car le nombre de valeurs 0 et 1 ne diffère pas beaucoup. Valeur 0 pour les maladies cardiaques. Valeur 1 pour "Pas de maladie cardiaque".

### 4.3.4 Modélisation

L'étape suivante consiste à élaborer un modèle qui servira à prédire les patients. Dans ce cas, nous utiliserons l'algorithme k-Nearest Neighbours .

- k-NN est un algorithme standard de classification qui repose exclusivement sur le choix de la métrique de classification. Il est "non paramétrique" (seul k doit être fixé) et se base uniquement sur les données d'entraînement.

L'idée est la suivante : à partir d'une base de données étiquetées, on peut estimer la classe d'une nouvelle donnée en regardant quelle est la classe majoritaire des k données voisines les plus proches (d'où le nom de l'algorithme). Le seul paramètre à fixer est k, le nombre de voisins à considérer . voici comment fonctionne KNN :

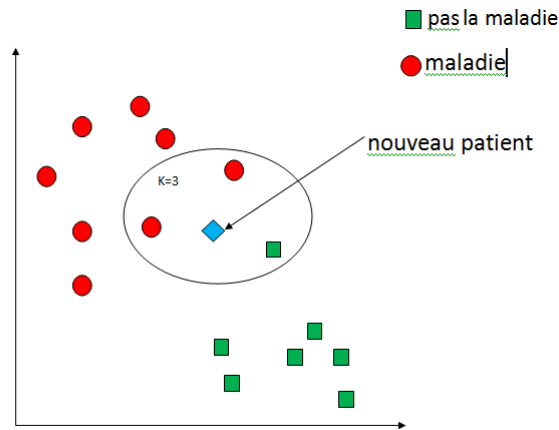


FIGURE 7 – les K-voisins les plus proches d'un nouvelles patient .

- **Déterminez la valeur de K** La première étape consiste à déterminer la valeur de K. La détermination de la valeur de K varie beaucoup selon les cas. Si vous utilisez la bibliothèque Scikit-Learn, la valeur par défaut de K est 5.
- **Calculez la distance des nouvelles données avec les données d'entraînement.** Pour calculer les distances, nous utilisons la métrique de distance de Minkowski.

$$D = \left( \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|^p \right)^{\frac{1}{p}}$$

- **Trouvez les voisins K les plus proches à partir des nouvelles données.** Après avoir calculé la distance, recherchez les K-voisins les plus proches des nouvelles données. Si vous utilisez  $K = 3$ , recherchez 3 données d'entraînement qui sont les plus proches des nouvelles données.
- **Prédiction de la nouvelle classe de données.** Pour déterminer la classe de nouvelles données, sélectionnez la classe de données d'entraînement qui se rapproche le plus des nouvelles données et dont la quantité est la plus élevée.

## 4.4 Interface de l'application

L'Interface représente un élément clé dans l'utilisation de tout système et conditionne pour une large part son succès.

En théorie, une interface homme machine doit être ergonomique aussi bien que efficace. De plus, ces interfaces doivent être faciles à utiliser et compréhensibles par les utilisateurs pour garantir un bon degré de fiabilité lors des interactions ainsi qu'un temps d'apprentissage réduit :

— **la fenêtre d'accueil**

Lorsque le système exécute, la fenêtre d'accueil apparaît.



FIGURE 8 – la fenêtre d'accueil .

Le système affiche une fenêtre d'accueil contenant ,un bouton " charger les données". Lorsque le patient clique sur "charger les données",le système affiche la fenêtre de l'ensemble des données.

— **La fenêtre de l'ensemble des données.**

Cette fenêtre affiche toutes les données de notre dataset de manière organisée sous la forme d'un tableau

	1	2	3	4	5	6	7	
1	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	th
2	63	1	3	145	233	1	0	15
3	37	1	2	130	250	0	1	16
4	41	0	1	130	204	0	0	17
5	56	1	1	120	236	0	1	17
6	57	0	0	120	354	0	1	16
7	57	1	0	140	192	0	1	14
8	56	0	1	140	294	0	0	15
9	44	1	1	120	263	0	1	17
10	52	1	2	172	199	1	1	16
11	57	1	2	150	168	0	1	17

FIGURE 9 – La fenêtre de l'ensemble des données .

pour voir l'analyse de l'ensemble des données, cliquez sur "statistiques", le système affiche la fenêtrés statistique.

— **La fenêtre Statistique**

cette fenêtre affiche l'analyse de notre ensemble de données, en utilisant le cercle des statistiques.

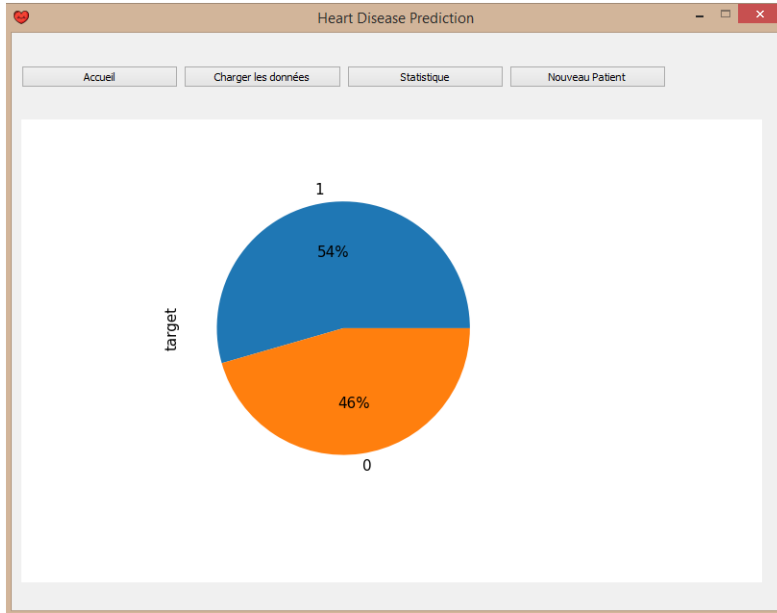
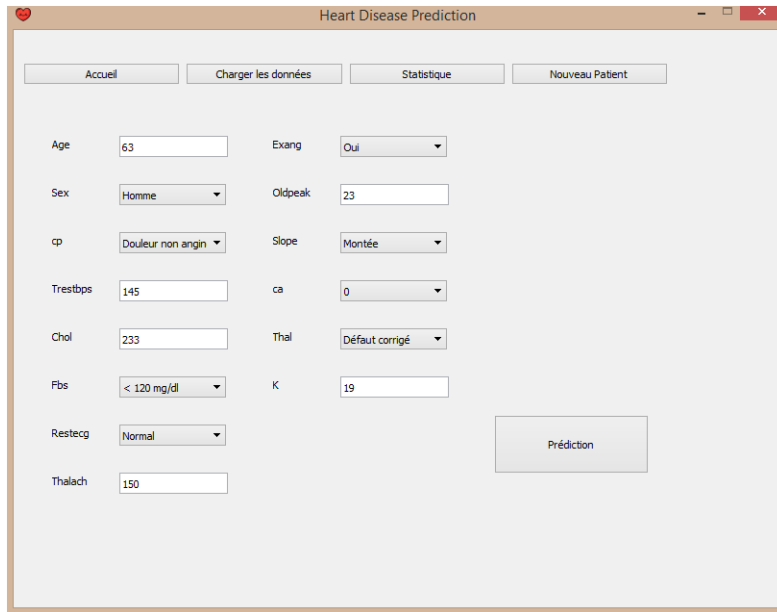


FIGURE 10 – La fenêtre Statistique .

— **La fenêtre nouveau patient**

Lorsque le patient clique sur le bouton "nouveau patient", le système affiche la fenêtre suivante.



The screenshot shows a window titled "Heart Disease Prediction" with a heart icon in the title bar. At the top, there are four buttons: "Accueil", "Charger les données", "Statistique", and "Nouveau Patient". The "Nouveau Patient" button is active. Below the buttons, there is a form with various input fields and dropdown menus. The fields are arranged in two columns. The left column contains: Age (63), Sex (Homme), cp (Douleur non angin), Trestbps (145), Chol (233), Fbs (< 120 mg/dl), Restecg (Normal), and Thalach (150). The right column contains: Exang (Oui), Oldpeak (23), Slope (Montée), ca (0), Thal (Défaut corrigé), and K (19). A "Prédiction" button is located at the bottom right of the form.

FIGURE 11 – La fenêtre nouveau patient .

Ensuite, le patient saisit ses informations "données personnelles, données médicales" pour prévoir son cas, si les informations saisies sont incorrectes, la fenêtre suivante apparaîtra.

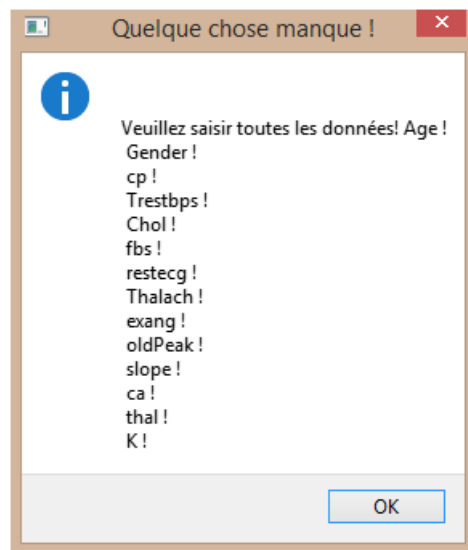


FIGURE 12 – fenêtre d'exception .

Autrement , le système affichera la fenêtre de résultat, qui contient "Accurcy" et le cas du patient

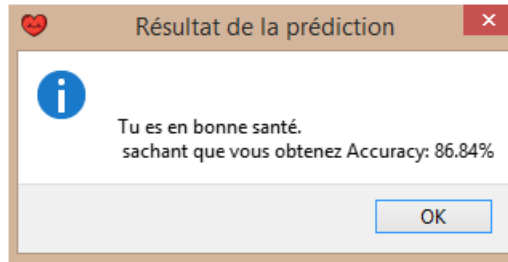


FIGURE 13 – fenêtre de résultats .

## 4.5 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons représenté l'implémentation de notre système proposé : l'environnement, le langage de programmation et les outils de développement. Ensuite nous avons présenté quelques expérimentations effectuées et présenté les résultats obtenus .



# Conclusion général

Dans ce projet, nous mettons en évidence la manière dont l'apprentissage profond est intégré au modèle de l'Internet des objets. Nous avons expliqué les mécanismes et les méthodes d'analyse des informations provenant de différents capteurs grâce à diverses techniques d'apprentissage en profondeur.

Nous avons exploré comment traiter d'énormes quantités d'informations en construisant un modèle d'apprentissage à travers les données d'entraînement et un algorithme d'apprentissage en profondeur, puis nous l'avons utilisé plus tard ce modèle pour prédire des nouveaux cas.

Nous avons conçu et réalisé dans ce travail, système de prédiction des maladies cardiaques, en utilisant un dataset contient des informations sur les pathogènes cardiaques, et l'algorithme knn .

l'Accuracy obtenus sur les données d'entraînement dépassent les 86% ce qui est très encourageant et démontre l'efficacité de la méthode proposée.

ce projet a été intéressant et bénéfique pour nous, il n'en reste pas moins qu'au début il est plein de perspectives, surtout du côté des technologies de l'information qui peuvent s'étendre :

où des techniques d'apprentissage approfondi peuvent être utilisées pour analyser les informations obtenues par les capteurs, dans divers domaines de la vie, y compris celui de la santé, et c'est ce que nous avons vu dans notre incarnation du système de prédiction des maladies cardiaques qui permet aux hôpitaux de détecter précocement les maladies cardiaques

il est possible d'adapter notre système de prédiction des maladies cardiaques pour obtenir une valeur plus élevée pour l' Accuracy.

# Bibliographie

- [1] K. K. PATEL, S. M. PATEL et al., “Internet of things-IOT : definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges”, *International journal of engineering science and computing*, t. 6, n° 5, 2016.
- [2] L. ZHANG, H. YUAN, S.-H. CHANG et A. LAM, “Research on the overall architecture of Internet of Things middleware for intelligent industrial parks”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, p. 1-9, 2019.
- [3] X. ZHU, “Building a secure infrastructure for IoT systems in distributed environments”, thèse de doct., Université de Lyon, 2019.
- [4] X. QIN et Y. GU, “Data fusion in the Internet of Things”, *Procedia Engineering*, t. 15, p. 3023-3026, 2011.
- [5] S.-R. OH et Y.-G. KIM, “Security requirements analysis for the IoT”, in *2017 International Conference on Platform Technology and Service (PlatCon)*, IEEE, 2017, p. 1-6.
- [6] S. D. T. KELLY, N. K. SURYADEVARA et S. C. MUKHOPADHYAY, “Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes”, *IEEE sensors journal*, t. 13, n° 10, p. 3846-3853, 2013.
- [7] R. MAHMOUD, T. YOUSUF, F. ALOUL et I. ZUALKERNAN, “Internet of things (IoT) security : Current status, challenges and prospective measures”, in *2015 10th International Conference for Internet Technology and Secured Transactions (ICITST)*, IEEE, 2015, p. 336-341.
- [8] M. A. KHAN et K. SALAH, “IoT security : Review, blockchain solutions, and open challenges”, *Future Generation Computer Systems*, t. 82, p. 395-411, 2018.
- [9] A. F. A. RAHMAN, M. DAUD et M. Z. MOHAMAD, “Securing sensor to cloud ecosystem using internet of things (iot) security framework”, in *Proceedings of the International Conference on Internet of things and Cloud Computing*, 2016, p. 1-5.

- 
- [10] S. MADAKAM, V. LAKE, V. LAKE, V. LAKE et al., “Internet of Things (IoT) : A literature review”, *Journal of Computer and Communications*, t. 3, n° 05, p. 164, 2015.
- [11] J. NIEMINEN, C. GOMEZ, M. ISOMAKI, T. SAVOLAINEN, B. PATIL, Z. SHELBY, M. XI et J. OLLER, “Networking solutions for connecting bluetooth low energy enabled machines to the internet of things”, *IEEE network*, t. 28, n° 6, p. 83-90, 2014.
- [12] L. LI, H. XIAO GUANG, C. KE et H. KETAI, “The applications of wifi-based wireless sensor network in internet of things and smart grid”, in *2011 6th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications*, IEEE, 2011, p. 789-793.
- [13] M. SATHIYANARAYANAN, V. GOVINDRAJ et N. JAHAGIRDAR, “Challenges and opportunities of integrating internet of things (iot) and light fidelity (lifi)”, in *2017 3rd International Conference on Applied and Theoretical Computing and Communication Technology (iCATccT)*, IEEE, 2017, p. 137-142.
- [14] Y. CHOI, Y. CHOI, D. KIM et J. PARK, “Scheme to guarantee IP continuity for NFC-based IoT networking”, in *2017 19th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT)*, IEEE, 2017, p. 695-698.
- [15] E. WILSON, *Tap into the world of Near Field Communication : how to design for NFC*, 2018. adresse : <https://99designs.com/blog/marketing-advertising/near-field-communication-design/>.
- [16] X. JIA, Q. FENG, T. FAN et Q. LEI, “RFID technology and its applications in Internet of Things (IoT)”, in *2012 2nd international conference on consumer electronics, communications and networks (CECNet)*, IEEE, 2012, p. 1282-1285.
- [17] *RFID*. adresse : <https://www.timcod.fr/solutions/tracabilite-technologies/rfid/>.
- [18] E. RONEN, A. SHAMIR, A.-O. WEINGARTEN et C. O’FLYNN, “IoT goes nuclear : Creating a ZigBee chain reaction”, in *2017 IEEE Symposium on Security and Privacy (SP)*, IEEE, 2017, p. 195-212.
- [19] I. UNWALA, Z. TAQVI et J. LU, “IoT security : ZWave and thread”, in *2018 IEEE Green Technologies Conference (GreenTech)*, IEEE, 2018, p. 176-182.
- [20] X. LIU et N. ANSARI, “Green relay assisted D2D communications with dual batteries in heterogeneous cellular networks for IoT”, *IEEE Internet of Things Journal*, t. 4, n° 5, p. 1707-1715, 2017.
- [21] S.-Y. WANG, Y.-R. CHEN, T.-Y. CHEN, C.-H. CHANG, Y.-H. CHENG, C.-C. HSU et Y.-B. LIN, “Performance of LoRa-based IoT applications on campus”, in *2017 IEEE 86th Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)*, IEEE, 2017, p. 1-6.

- [22] F. AL-TURJMAN, H. ZAHMATKESH et R. SHAHROZE, “An overview of security and privacy in smart cities’ IoT communications”, *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, e3677, 2019.
- [23] B. MARR, *What Is Deep Learning AI? A Simple Guide With 8 Practical Examples*, 2018.
- [24] S AGATONOVIC-KUSTRIN et R BERESFORD, “Basic concepts of artificial neural network (ANN) modeling and its application in pharmaceutical research”, *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, t. 22, n° 5, p. 717-727, 2000.
- [25] R. MIKKULAINEN, J. LIANG, E. MEYERSON, A. RAWAL, D. FINK, O. FRANCON, B. RAJU, H. SHAHRZAD, A. NAVRUZYAN, N. DUFFY et al., “Evolving deep neural networks”, in *Artificial Intelligence in the Age of Neural Networks and Brain Computing*, Elsevier, 2019, p. 293-312.
- [26] J. DEJASMIN, *Les réseaux de neurones convolutifs*. 2018.
- [27] F. GRÉGOIRE, “Extraction de phrases parallèles à partir d’un corpus comparable avec des réseaux de neurones récurrents bidirectionnels”, 2018.
- [28] D. M. NELSON, A. C. PEREIRA et R. A. de OLIVEIRA, “Stock market’s price movement prediction with LSTM neural networks”, in *2017 International joint conference on neural networks (IJCNN)*, IEEE, 2017, p. 1419-1426.
- [29] J. BROWNLEE, *A Gentle Introduction to Deep Learning for Face Recognition*, 2019.
- [30] JULIET, SAMANTHA et A. d. VENECIA, *Top 15 Deep Learning Applications In 2020*, 2020.
- [31] Z. ZHOU, H. LIAO, B. GU, K. M. S. HUQ, S. MUMTAZ et J. RODRIGUEZ, “Robust mobile crowd sensing : When deep learning meets edge computing”, *IEEE Network*, t. 32, n° 4, p. 54-60, 2018.