

ECOLE HASSANIA DES TRAVAUX PUBLICS



المدرسة الحسنية للأشغال العمومية
ECOLE HASSANIA DES TRAVAUX PUBLICS

RAPPORT DE STAGE D'INITIATION PROFESSIONNELLE

Filière : Génie Électrique 1

Développement d'un système de stationnement intelligent basé sur l'IoT

Réalisé par :

YACOUBI Mohamed Reda

Encadré par :

Pr.SAADANE Rachid

1^{er} Août 2020 — 15 Septembre 2020

Table des matières

Remerciements	5
Résumé	6
Abstract	7
Introduction	8
Chapitre I : Contexte générale du projet	9
I.1 Introduction	9
I.2 Problématique de stationnement	10
I.3 Quelques définitions	10
I.3.1 Le Cloud computing	10
I.3.2 La ville intelligente (Smart city)	11
I.3.3 La mobilité intelligente	11
I.3.4 Le stationnement	13
I.4 L'internet des objets	13
I.4.1 Définition	13
I.4.2 Le rôle de l'IoT dans la Smart city	14
I.4.3 Points de vigilance de l'IoT	16
I.5 Le stationnement intelligent (Smart Parking)	16
I.6 Avantages du système de stationnement intelligent	18
I.7 Nouvelles fonctionnalités	18
I.8 Conclusion	19
Chapitre II : Description du fonctionnement d'un système de stationnement intelligent	20
II.1 Introduction	20
II.2 Fonctionnement global du Smart Parking	20
II.3 Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil	22
II.3.1 Définition des réseaux de capteurs RCSF	23
II.3.2 Applications des RCSF	23
II.3.3 Contraintes de conception des RCSF	24
II.3.4 Architecture d'un nœud capteur	25

II.4 La localisation dans les réseaux de capteurs	26
II.4.1 Définition et objectifs de la localisation	26
II.4.2 Définition du GPS	26
II.4.3 Les avantages du GPS	27
II.4.4 Les inconvénients du GPS	28
II.5 La technologie RFID	29
II.5.1 Définition et fonctionnement	29
II.5.2 Avantages et inconvénients	30
II.5.3 RFID et ses applications dans l'IoT	32
II.5.4 Stationnement intelligent et RFID	33
II.6 La technologie Wi-Fi	33
II.6.1 Définition et fonctionnement	33
II.6.2 Avantages et inconvénients	34
II.7 Déploiement du système de stationnement	35
II.7.1 L'interface utilisateur	35
II.7.2 Système de paiement intelligent	35
II.7.3 E-parking (Parking réservation)	36
II.8 Conclusion	36
Chapitre III : Réalisation d'une maquette pour un parking intelligent	37
III.1 Introduction	37
III.2 Matériels utilisés (Hardware)	37
III.2.1 Présentation de la carte ESP8266 NodeMCU	37
III.2.2 Servomoteur	39
III.2.3 Capteurs utilisés	40
III.3 Environnement logiciel utilisé (Software)	45
III.3.1 Fritzing	45
III.3.2 MIT App Inventor	46
III.3.3 Google Firebase	46
III.3.4 Arduino IDE	47
III.4 ERéalisation et implémentation de notre maquette	48
III.4.1 Circuit	50
III.4.2 Caractéristiques de notre maquette	51
III.4.3 L'application mobile	52
III.4.3 Expérience	55
Conclusion	56
Bibliographie	57

Table des figures

1	Stationnement intelligent	9
2	Schéma donnant un aperçu sur les facteurs principaux du Cloud computing	10
3	Ville intelligente	11
4	La mobilité intelligente	12
5	Stationnement des véhicules	13
6	Des exemples sur l'Internet des objets	14
7	Le stationnement intelligent des véhicules	17
8	Stationnement et chargement d'une voiture électrique	19
9	Schéma fonctionnel de notre Smart Parking	22
10	Architecture matérielle d'un nœud capteur	25
11	l'intelligence géographique via GPS	27
12	Principe de fonctionnement RFID	30
13	ESP8266 NodeMCU	38
14	Exemples de servomoteurs	39
15	Câble qui rassemble les trois fils d'un servomoteur	39
16	Branchemet d'un servomoteur sur une carte ESP8266 NodeMCU	40
17	Un capteur infrarouge (IR Sensor)	41
18	Fonctionnement d'un IR SENSOR	42
19	Branchemet d'un capteur infrarouge sur une carte ESP8266	43
20	Le Capteur à ultrasons et son fonctionnement	44
21	Branchemet d'un capteur à ultrason sur une carte ESP8266	44
22	Fritzing Breadboard view	45
23	L'interface de MIT App Inventor	46
24	L'interface des blocs	46
25	L'interface Realtime Database	47
26	L'interface de logiciel Arduino IDE	48
27	Schéma générale de notre Smart Parking	49
28	Circuit générale du projet	50

29	Une partie de "Arduino Code"	51
30	L'interface frontale	52
31	L'interface d'inscription	52
32	L'interface de connexion	52
33	L'interface « Home » de l'application Android	53
34	L'interface de l'application lorsqu'on clique sur le bouton « Maps »	54
35	L'interface de l'application lorsqu'on clique sur le bouton « Parking »	55

REMERCIEMENTS

Avant d'entamer ce travail, j'adresse tout d'abord mes profondes gratitude au corps professoral et administratif de l'École Hassania des Travaux Publics (**EHTP**), pour leur formation et leur encadrement durant toute l'année.

Je tiens à remercier tout particulièrement mon encadrant Monsieur **SAADANE Rachid** pour m'avoir proposé un bon sujet dont j'ai beaucoup appris, ainsi pour m'avoir permis de m'épanouir dans ce stage par l'autonomie et la liberté dont j'ai pu disposer pour réaliser mes objectifs aussi que pour sa disponibilité malgré ses responsabilités nombreuses.

Enfin, je présente mes remerciements à tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

RÉSUMÉ

Récemment, le nombre de propriétaires de véhicules a augmenté, par conséquent, il faut plus d'espace de stationnement. Le problème est de savoir comment rechercher l'espace de stationnement vide dans la grande aire de stationnement. Dans ce projet, nous avons conduit au besoin de systèmes de gestion de stationnement efficaces. Nous démontrons ainsi que l'utilisation du système de gestion du stationnement intelligent permet une utilisation efficace de l'espace de stationnement en utilisant la technologie IOT.

Pour démontrer le concept, nous utilisons des capteurs à ultrasons pour détecter l'occupation des emplacements de stationnement ainsi qu'un servomoteur pour simuler les moteurs d'ouverture de portail. Nous utilisons la technologie Wifi pour la connectivité Internet et un microcontrôleur (ESP8266) pour faire fonctionner le système. Nous créons une application Android pour la connectivité en ligne et la conception de l'interface graphique de gestion IOT. Le système détecte que les emplacements de stationnement sont occupés à l'aide de capteurs à ultrasons et lit le nombre d'emplacement de stationnement disponibles ou occupés et met à jour les données avec le serveur cloud (Firebase) pour permettre de vérifier la disponibilité des emplacements de stationnement en ligne. Cela permet aux utilisateurs de vérifier les places de stationnement disponibles en ligne de n'importe où. Ainsi, le système résout le problème du stationnement pour les villes et offre aux utilisateurs un système de stationnement efficace basé sur l'IOT.

ABSTRACT

In this current era of modern world, almost everyone owns a personal vehicle and it has become a basic need for the humans. Hence, it has been proven statistically that the usage of vehicles is increasing rapidly yearly. Due to the growth, it is very difficult to find parking slots in cities. There simply are too many vehicles on the road and not enough parking space. This has led to the need for efficient parking management systems. This problem can be solved by the IoT based smart parking system.

The smart parking system is one part of the technology of the Internet of Things. The concept of the Internet of Things starts from a device that can be traced, controlled, or monitored over the internet. Using the IoT based parking system you can easily access the parking slot availability over the internet. This system helps in organizing the parking lot and helps the driver to reach their parking spots easily as they know which space is vacant. This system can completely automate the car parking system. From your entry to the payment and exit, all can be done automatically.

In this project we will try to reduce traffic by making it easier to locate empty parking space. To achieve that goal we will use an R sensor to detect vehicle presence and trigger a motor to open or close automatically. The parking space can be detected using an Infrared sensor that connects to the ESP8266 (NodeMCU) module that was programmed through Arduino IDE. We will store the data collected in the Google firebase as a IoT database. Users can access parking space information using a smartphone via an application. Especially for users who have been registered before, they have a code for login the app as the requirement for security system and user parking convenience.

Introduction générale :

Actuellement, les applications IoT dans notre vie quotidienne sont en augmentation. Grâce à des exemples concrets qui illustrent ses capacités, l'IoT connaît une forte croissance dans divers marchés et ne cesse de grimper sur l'échelle du succès. Il existe également une tendance croissante dans les applications de ville intelligente qui peuvent aider à améliorer pour réduire les problèmes des Villes actuelles. Dans la ville de demain nous rencontrons beaucoup de difficultés à développer. La gestion du stationnement est une problématique couramment rencontrée au sein des villes intelligentes. Une bonne gestion du stationnement permet en effet de mieux réguler le flux de véhicules de manière constante et l'optimisation de la rotation des véhicules stationnés.

Dans la ville de demain, le parking se devra de relever plusieurs défis. Il devra être intelligent, modulable et facile. Néanmoins, Faciliter la logistique urbaine, les mobilités douces et durables tout en préservant le développement économique n'est pas toujours facile à mettre en place. Et pour cela, nous avons besoin d'un nouveau système, un système qui peut aider à gérer et réduire la circulation routière. Un système qui aide les clients à gagner du temps à la recherche d'une place de stationnement. La nécessité de ces options a conduit à l'émergence d'un nouveau terme appelé " stationnement intelligent ".

Le stationnement intelligent constitue l'un des grands chantiers de la ville de demain. Car en plus d'être une solution permettant au particulier de trouver une place plus facilement, c'est également un moyen de désengorger le trafic et ainsi limiter la pollution et les nuisances sonores. Avec le parking intelligent et ses places connectées, l'usager en quête de stationnement est prévenu de la disponibilité des places via son application sur smartphone. Il n'a plus à tourner en rond dans le quartier à la recherche d'un emplacement. C'est un gain de temps pour l'automobiliste mais aussi un gain pour l'environnement.

Dans notre étude nous avons commencé par le premier chapitre qui fait l'objet d'une généralité sur le parking intelligent, la définition du parking intelligent et ses fonctionnalités, les avantages et les inconvénients du parking intelligent, on a parlé aussi sur "l'internet des objets" et ses technologies.

Dans le deuxième chapitre on explique le principe de fonctionnement du parking intelligent, et nous avons présenté les différentes parties de ce système ainsi nous avons illustré quelques technologies les plus utilisées de nos jours et qui facilitent la gestion comme le Wi-Fi et le GPS.

Le troisième chapitre comprend la partie pratique de notre travail, nous avons présenté les logiciels de simulation utilisés à savoir (FRITZING, IDE Arduino, MIT application inventeur), et Google firebase qui nous permet de stocker et synchroniser les données collectées. Ainsi nous avons mentionné les composants de base que nous avons utilisé lors de la réalisation d'une maquette de parking. Et nous sommes passés par les différentes étapes de la mise en œuvre de notre prototype.

CHAPITRE I :

CONTEXTE GÉNÉRALE DU PROJET

I.1 Introduction :

Aujourd’hui, plus d’un citadin sur deux exprime un besoin grandissant en termes de mobilité. La mobilité n’est pas uniquement basée sur le développement d’infrastructures et de services de transport ; elle est aussi le fait de s’intéresser au comportement de la population dans ses déplacements. La motorisation de la population continue ainsi de croître, ce qui rend inévitable l’augmentation de la consommation énergétique et des émissions de carbone. Ainsi avec l’augmentation de ces moyens, les problèmes de circulation augmentent, en plus de l’absence des espaces de stationnement. Dans ce chapitre, nous offrons l’une des solutions possibles pour réduire les problèmes de stationnement et réduire le temps de recherche d’un espace libre.

À l’heure où les villes se destinent à résoudre les problèmes de mobilités et de stationnement automobile en leurs centres, les parkings intelligents apparaissent comme la principale clé de réussite. Le stationnement intelligent (smart parking) offre une solution pour une ville intelligente, pour que cela aide à résoudre beaucoup problèmes et besoins tels que la facilité de mouvement et d’accès au travail et réduire la pollution et aider le conducteur à trouver des espaces libres avec la possibilité de réservation par téléphone mobile.

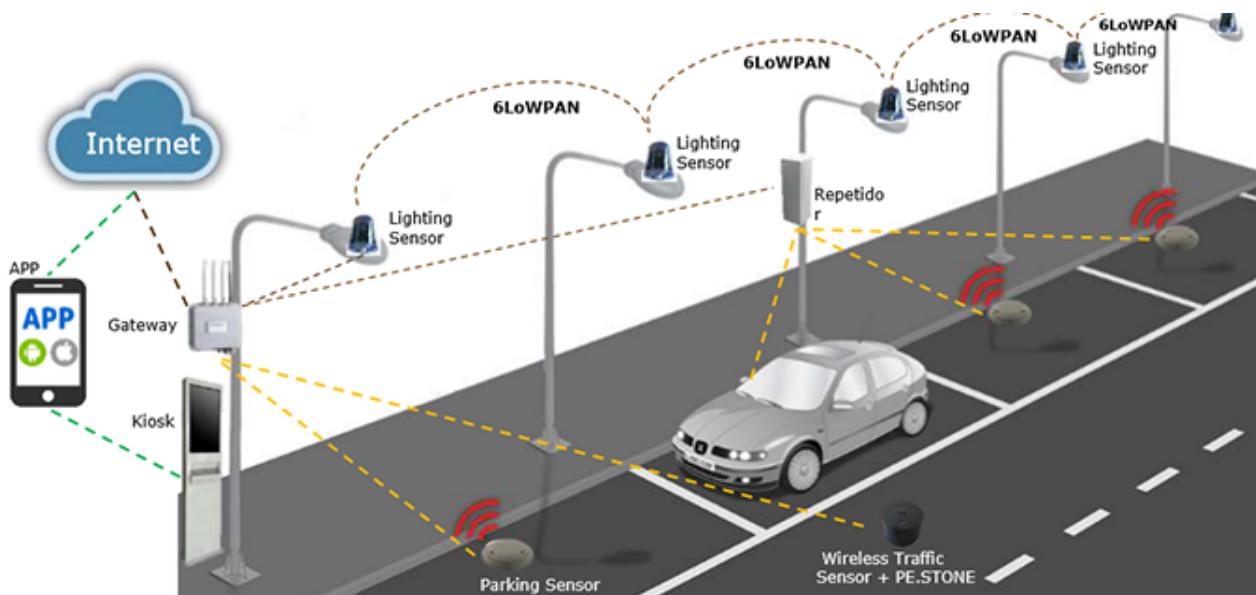


FIGURE 1 – Stationnement intelligent

I.2 Problématique de stationnement :

Depuis plusieurs années, les responsables de plusieurs villes ont remarqué que leurs conducteurs avaient de réels problèmes pour trouver une place de parking facilement. Il y peu de places et le délai de stationnement est souvent mal adapté. Cela entraîne un bouchonnement des villes. Un problème de pollution se pose également, les automobilistes qui tournent dans la ville pour chercher une place de parking polluent la ville sans se rendre compte. Le temps de recherche entraîne aussi l'énerverement des usagers ce qui n'aide pas à trouver une place. En effet un nombre assez important d'heures est perdu tous les jours pour chercher une place de parking dans le monde. Ainsi malgré la présence de parkings, il y a beaucoup d'accidents et de problèmes qui se produisent entre les conducteurs. Pour réduire ces problèmes, le stationnement intelligent est positionné comme une clé de la transition urbaine.

I.3 Quelques définitions :

I.3.1 Le Cloud computing :

Le Cloud Computing est un terme général employé pour désigner la livraison de ressources et de services à la demande par internet. Il désigne le stockage et l'accès aux données par l'intermédiaire d'internet plutôt que via le disque dur d'un ordinateur. Il s'oppose ainsi à la notion de stockage local, consistant à entreposer des données ou à lancer des programmes depuis le disque dur.

De manière générale, on parle de Cloud Computing lorsqu'il est possible d'accéder à des données ou à des programmes depuis internet, ou tout du moins lorsque ces données sont synchronisées avec d'autres informations sur internet. Il suffit donc pour y accéder de bénéficier d'une connexion internet.

Pour simplifier, le cloud computing est la fourniture de services informatiques (notamment des serveurs, du stockage, des bases de données la gestion réseau, des logiciels, des outils d'analyse, l'intelligence artificielle) via Internet dans le but d'offrir une innovation plus rapide, des ressources flexibles et des économies d'échelle.

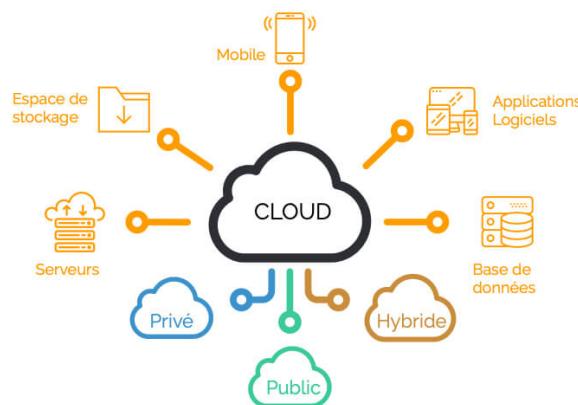


FIGURE 2 – Schéma donnant un aperçu sur les facteurs principaux du Cloud computing

I.3.2 La ville intelligente (Smart city) :

Une ville intelligente (en anglais smart city) est une ville utilisant les technologies de l'information et de la communication pour améliorer la qualité des services urbains ou réduire leurs coûts. D'autres termes ont été utilisés pour des concepts similaires : ville connectée, cyberville, ville numérique, communautés électroniques.

Une ville intelligente est une zone urbaine qui utilise différents capteurs électroniques de collecte de données pour fournir des informations permettant de gérer efficacement les ressources et les actifs. Cela comprend les données collectées auprès des citoyens, des dispositifs mécaniques, des actifs, traitées et analysées pour surveiller et gérer les systèmes de circulation et de transport, les centrales électriques, les réseaux d'approvisionnement en eau, la gestion des déchets, les systèmes d'information, les écoles, les bibliothèques et les hôpitaux. En effet, Les villes intelligentes (Smart Cities) doivent intégrer l'intelligence de systèmes embarqués capables de collecter et de communiquer avec de multiples systèmes, sur le terrain ou hébergés dans le Cloud.[1]



FIGURE 3 – Ville intelligente

I.3.3 La mobilité intelligente :

Les solutions permettant de faciliter les déplacements des hommes ou des marchandises se heurtent à de nouvelles contraintes, en particulier budgétaires et environnementales. C'est à ce stade qu'intervient la notion de mobilité intelligente, expression désignant généralement l'application des nouvelles technologies au domaine de transport (on parle également de Système de Transport Intelligent, STI).

Essentiellement tournée vers l'avenir et l'innovation, elle a vocation à traiter divers enjeux. Elle se caractérise ainsi par l'ensemble des moyens visant à rendre la mobilité plus astucieuse tout en préservant ce qui est essentiel. Par exemple, elle attache une importance fondamentale à la protection de l'environnement et la lutte contre le changement climatique. Elle consiste à intégrer tous les besoins dans une solution unique basée sur des systèmes connectés. Dans ce contexte, l'une des principales applications de la mobilité intelligente est l'optimisation des espaces publics réservés au stationnement. Pour le stationnement dans la rue, des capteurs intelligents sont installés dans chaque case, détectent les véhicules présents et publient l'information en temps réel. Pour les parkings fermés, les lecteurs de plaques d'immatriculation contrôlent l'accès et publient également des informations en temps réel. Des panneaux d'implantation dynamiques sont utilisés pour guider les utilisateurs.

Ainsi une application logicielle, disponible sur les Smartphone informe les utilisateurs sur les lieux disponibles, l'état du trafic et les horaires des transports en commun, calcule le chemin en fonction du meilleur rapport coût / temps, réserve si nécessaire les moyens de transport en libre-service et permet d'effectuer le paiement.

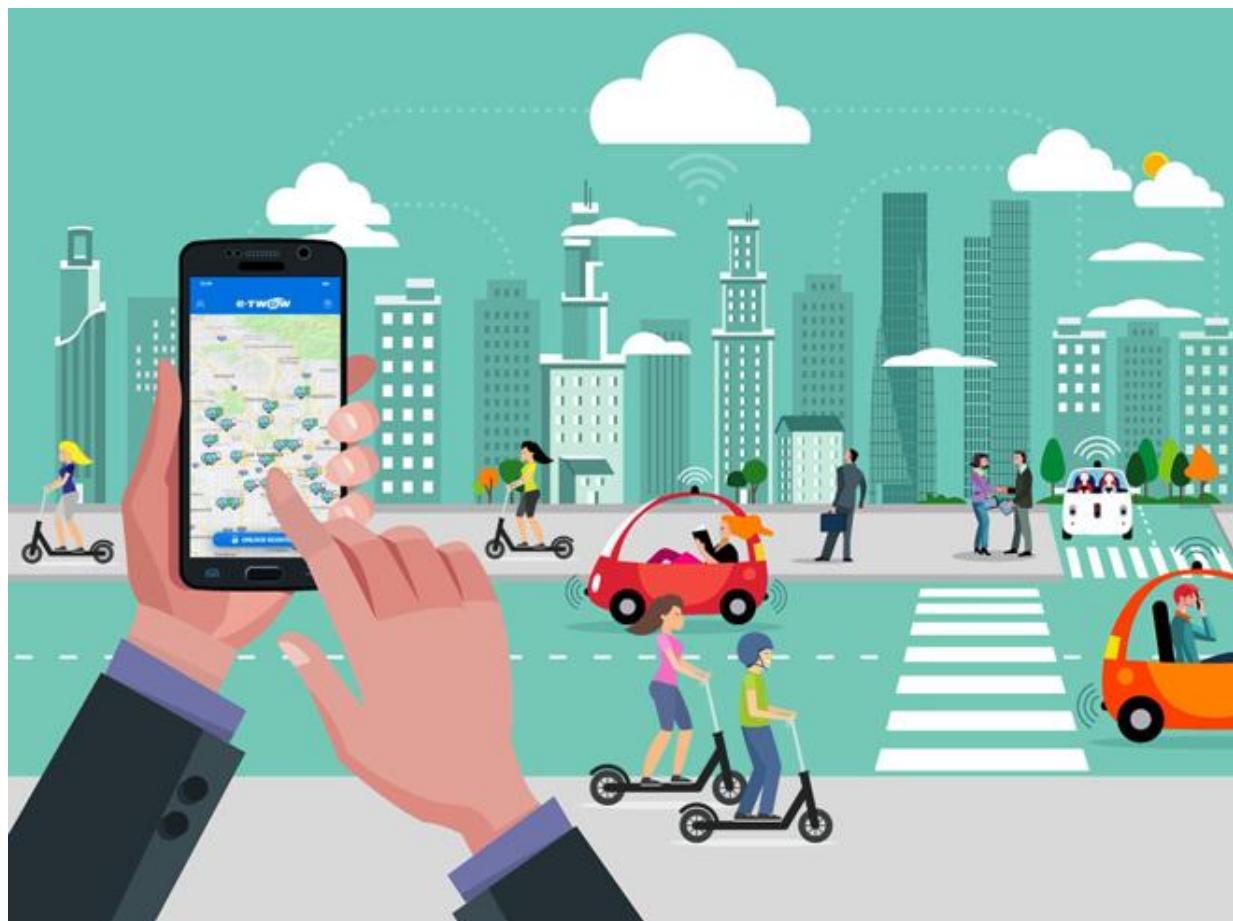


FIGURE 4 – La mobilité intelligente

I.3.4 Le stationnement :

Le stationnement consiste à laisser un véhicule immobilisé un certain temps afin qu'il se trouve dans un endroit pour s'arrêter soit avec paiement ou gratuitement. Il est un maillon essentiel de la chaîne de mobilité des véhicules. Le véhicule doit être garé dans un endroit spécial pour le stationnement afin qu'il ne perturbe pas la route et ne cause aucun problème.



FIGURE 5 – Stationnement des véhicules

I.4 L'internet des objets :

I.4.1 Définition :

L'IoT (Internet of Things) ou Internet des objets est l'interconnexion entre l'Internet et des objets, des lieux et des environnements physiques. L'appellation désigne un nombre croissant d'objets connectés à l'Internet permettant ainsi une communication entre nos biens dits physiques et leurs existences numériques.

L'IoT est donc un réseau de réseaux qui permet, via des systèmes d'identification électronique normalisés et unifiés, et des dispositifs mobiles sans fil, d'identifier directement et sans ambiguïté des entités numériques et des objets physiques et ainsi de pouvoir récupérer, stocker, transférer et traiter, sans discontinuité entre les mondes physiques et virtuels, les données s'y rattachant.

Tout objet qui peut se connecter à un réseau ouvert sur Internet est potentiellement un objet connecté. C'est dans ces usages qu'il trouve son utilité, usages définis par les programmes embarqués, les algorithmes, ou par des solutions déportées sur des serveurs (dans le cloud) qui reçoivent des informations venant des objets, des capteurs par exemple, les stockent, les analysent, les traitent, et automatisent éventuellement des actions qui sont renvoyées vers les objets.[2]

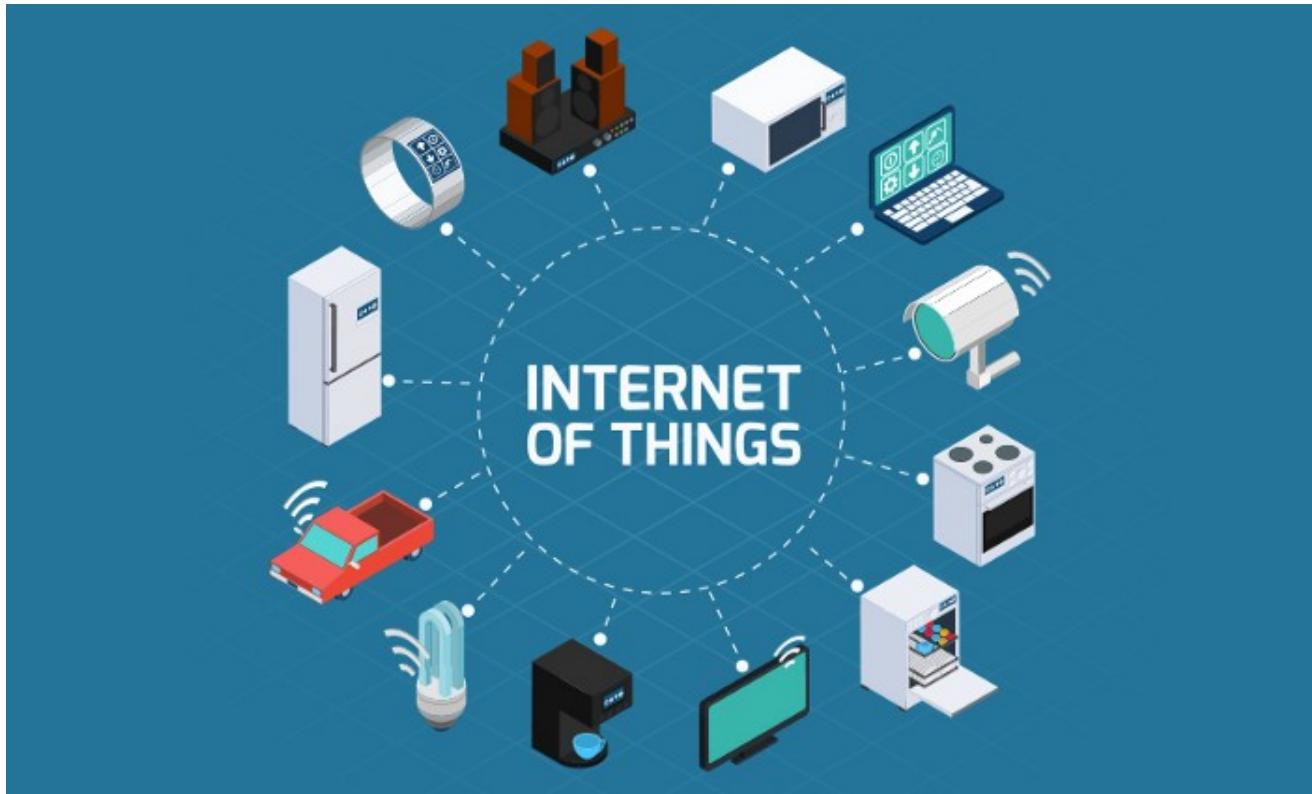


FIGURE 6 – Des exemples sur l’Internet des objets

I.4.2 Le rôle de l’IoT dans la Smart city :

À l’heure où l’IoT explose, l’urbanisme fait, lui aussi, sa transformation numérique en mettant les objets connectés au service d’une ville plus intelligente. Cette digitalisation de l’espace urbain a un véritable impact sur l’aménagement des territoires.

Avec l’Internet des Objets, la ville toute entière devient connectée pour offrir de nouveaux services mais aussi permettre aux différents acteurs de la ville - collectivités et opérateurs - d’être plus efficents dans leurs activités.

Grâce à son fort taux de numérisation, la ville est de fait plus attractive pour les citoyens. Elle offre un meilleur niveau de services (transport, loisirs...), une plus grande sécurité sans oublier un cadre de vie plus agréable.

Dans le domaine du développement urbain, l'IoT est l'un des éléments constitutifs importants de la création d'une infrastructure intelligente pour administrer, servir et accompagner la population urbaine en constante augmentation.

Les usages clés des technologies IoT pour la ville intelligente :

→ Gestion du trafic, du transport, de la mobilité et des solutions de stationnement :

Les problèmes de mobilité constituent une question majeure que rencontrent les citadins. Les infrastructures IOT peuvent fournir des solutions dynamiques et intelligentes pour réduire les problèmes de mobilités et de stationnement :

- Eviter les embouteillages.
- Suggérer le temps possible pour se déplacer.
- Donner des informations de stationnement disponibles.

→ Systèmes de sécurité :

La sécurité et la sûreté sont les principales préoccupations des autorités et gouvernements dans le monde entier. Sans technologie, il est difficile de retracer les éléments négatifs dans les villes et les villes trop encombrées. Des programmes de surveillance de qualité supérieure sont nécessaires pour éliminer les menaces. Les capteurs sonores IoT, la vidéosurveillance intelligente, les lampadaires intelligents et la dernière technologie de drone peuvent rapidement aider la police et le personnel de sécurité à détecter des lieux à risques, les suspects impliqués et le nombre de personnes touchées.

L'IoT dans les systèmes de sécurité peut également aider à la surveillance efficace des lieux publics comme les marchés, les centres commerciaux, les aéroports, les hôtels, les stations de métro, les banques et les hôpitaux.

→ Services de santé :

L'âge moderne a apporté des modes de vie sédentaires. Même si l'avancement de la médecine et de la technologie a amélioré l'espérance de vie des êtres humains, il a également créé de nouveaux types de maladies et de problèmes de santé dans la population urbaine. L'IOT dans le secteur de la santé facilite la surveillance à distance, grâce aux capteurs intelligents et aux appareils de suivi d'activité, les technologies IoT jouent ainsi un rôle essentiel dans la e-santé.

Les villes intelligentes ont besoin d'hôpitaux intelligents capables de suivre les patients à distance, de fournir rapidement des services d'urgence, d'offrir des mesures préventives, d'analyser les données des patients et de les utiliser dans de meilleures pratiques de recherche.

Outre les applications médicales, elles créent un développement durable grâce à une meilleure utilisation de l'énergie, de la gestion des déchets hospitaliers, de la gestion des stocks, etc. L'avenir des villes intelligentes sera incomplet sans les centres de santé et de bien-être appropriés pour ses résidents.

À la fin, la Smart City ou ville intelligente est un phénomène en pleine croissance et, sans les systèmes IoT, il est impossible de projeter l'avenir de nos villes et métropoles destinées à des croissances majeures.

I.4.3 Points de vigilance de l'IoT :

La sécurité et le respect de la vie privée sont primordiales. Comme toute technologie nouvelle, l'IOT s'accompagne de certains inconvénients. Tous ces dispositifs recueillent beaucoup de données personnelles. A moins qu'elles ne soient chiffrées, elles peuvent être partagées ou détournées à l'insu des individus. Or, ces dispositifs sont encore émergents.

La complexité est une autre question à aborder. Les systèmes IOT utilisent plusieurs technologies basées sur des plateformes ou des architectures et infrastructures différentes. Tout dysfonctionnement d'un appareil, maillon d'une chaîne IoT, peut impacter l'ensemble du système en entraînant des surcoûts financiers et de ressources.

En outre, tout en mettant en œuvre leur bonne évaluation de l'infrastructure et de sa capacité, la gestion des différents dispositifs et la vérification des lacunes de sécurité doivent être couverts.

L'IOT étant encore dans un processus de développement, des normes nouvelles et innovantes sont appliquées par différentes organisations. Il est essentiel de former un environnement stable, normalisé, sécurisé et partagé pour l'IOT afin de surmonter les inconvénients identifiés.

I.5 Le stationnement intelligent (Smart Parking) :

La connaissance des disponibilités des places en ville est nécessaire dans le stationnement intelligent. Ensuite, l'utilisateur, pour trouver une place facilement, doit

savoir où sont les places libres. Quand un conducteur arrive en ville pour chercher une place de parking, généralement il tourne en rond jusqu'à trouver une place de libre, ce qui entraîne de la circulation dans les rues et la pollution de la ville. Si l'utilisateur connaît la localisation des places libres, il peut en réserver une et aller directement à cette dernière. Cela permet un gain de temps considérable.

Le principe consiste à équiper chaque place de stationnement d'un capteur intelligent capable de détecter la présence d'un véhicule et d' informer les utilisateurs en temps réel que la place est libre ou occupée. Ils peuvent également réserver leurs places pour éviter que d'autres conducteurs leur prennent. On trouve également des applications pour les téléphones portables, ce qui est plus facile à utiliser pour les conducteurs quand ils sont en déplacement dans une autre ville.



FIGURE 7 – Le stationnement intelligent des véhicules

I.6 Avantages du système de stationnement intelligent :

La mise en œuvre d'un système de stationnement intelligent est considérée comme bénéfique pour les opérateurs de parkings, les clients des parkings ainsi que pour la conservation de l'environnement. Pour les opérateurs de parkings, les informations recueillies grâce à la mise en œuvre du smart parking système peuvent être exploitées pour prédire les futurs modèles de stationnement. Les stratégies de tarification peuvent également être manipulées en fonction de l'information obtenue pour augmenter le bénéfice d'entreprise spécialisé. En termes de conservation de l'environnement, le niveau de pollution peut être réduit en diminuant les émissions de véhicules (polluants atmosphériques) dans l'air. Cela peut être attribué au fait que le déplacement du véhicule est réduit. Etant donné que la consommation de carburant est directement liée aux distances parcourus, cela aussi réduira également son impact sur l'environnement.

En effet, le stationnement intelligent a d'autres avantages à savoir :

- **Gain de temps grâce au guidage à la place** :

Le stationnement rapide et facile est une priorité, aujourd'hui, pour fidéliser les utilisateurs. Aussi, l'information sur les places disponibles et le guidage vers celles-ci et plus particulièrement vers les emplacements adéquats représentent des fonctions fondamentales du fonctionnement d'un parc de stationnement.

- **Sécurité, sérénité et convivialité** :

Mise en place de contrôle d'accès, de vidéosurveillance, d'un éclairage adéquat et d'une ambiance appropriée pour donner à l'utilisateur un sentiment de confiance dans l'usage du parking.

- **Economies d'énergie** :

Les émissions de gaz d'échappement des véhicules sont considérablement diminuées. Puisque les conducteurs n'ont plus à tourner en rond pour trouver une place.[6]

I.7 Nouvelles fonctionnalités :

Le monde automobile évolue et, on doit créer de plus en plus de voitures électriques. Ces voitures électriques sont bénéfiques contre la pollution mais il faut qu'elles soient rechargées. C'est pourquoi des zones de recharge doivent être considérées, et plus spécialement des places de parking où l'on peut les recharger. Ensuite, il serait très avantageux que l'utilisateur puisse recharger sa voiture pendant son stationnement. Le

mieux serait que tous les parkings soient équipés de points de recharge, grâce à cela les utilisateurs n'auraient pas à choisir un parking précis pour se garer, et pourraient se garer librement au parking le plus proche de l'endroit où ils souhaitent se rendre.



FIGURE 8 – Stationnement et chargement d'une voiture électrique

I.8 Conclusion :

Le secteur du transport routier est un domaine complexe. Il nécessite la consolidation de plusieurs champs de compétence, dans l'optique de rendre son fonctionnement efficace dans le respect de l'environnement. Le stationnement intelligent joue un rôle majeur car il participe à diminuer le problème de la congestion urbaine et à réduire l'impact écologique de l'émission de gaz à effet de serre (gaz d'échappement des véhicules) ainsi que d'autres nombreux problèmes avec la facilité de mobilité en ville.

CHAPITRE II :

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT D'UN SYSTÈME DE STATIONNEMENT INTELLIGENT

II.1 Introduction :

Avec la popularité grandissante des appareils mobiles, l'utilisation des applications mobiles fait grimper le temps passé en ligne. Cette technologie offre de nouveaux moyens pour optimiser l'utilisation des espaces de stationnement. Il y a aussi une plus grande variété d'applications, de sorte que le système d'intégration des applications est devenu encore plus important.

Grâce aux applications GPS, vous n'aurez plus aucune excuse pour vous perdre sur les petites routes de campagne. De quoi vous faire gagner un temps précieux et ne pas brûler un plein d'essence pour rien. Ces applications font bien plus qu'indiquer le bon chemin. Ainsi, vous allez pouvoir connaître l'état du trafic pour connaître les bouchons et les ralentissements et adapter votre itinéraire en fonction. Le GPS sera donc utilisé pour identifier l'emplacement des utilisateurs et le « Cloud computing système » pour déterminer l'emplacement des parkings à proximité des utilisateurs ainsi que le nombre de places de stationnement disponibles.

II.2 Fonctionnement global du Smart Parking :

Le stationnement intelligent concerne l'installation de divers dispositifs et systèmes connectés pour collecter des données à l'aide de capteurs, actionneurs et autres objets physiques, connectés à Internet via différents protocoles d'échange d'informations et de communication, pour assurer la surveillance, la gestion. Et des systèmes de paiement automatisés permettant aux utilisateurs de réserver leur stationnement à l'avance. Ou prédire très précisément où ils vont probablement trouver une place.

La détection des places de stationnement occupées se fait par des capteurs sans fil. Chaque place de stationnement, est équipée d'un capteur qui détecte la présence des véhicules stationnés et la transmet en temps réel au système. Les capteurs sont alimentés par une batterie interne d'une durée de vie d'au moins sept ans. Ensemble,

ils constituent un réseau de communication maillé qui transmet sans fil des informations à des plots relais. Les informations relatives au niveau d'occupation sont ensuite envoyées au système de gestion central au travers des collecteurs de données. Enfin, la base de données 'Cloud' rapportera les résultats aux utilisateurs et au centre du système.

Les procédures détaillées :

- Tout d'abord, les clients doivent télécharger l'application sur leurs appareils mobiles intelligents, puis ils doivent activer l'application avant de trouver un parking. Lorsqu'il est activé, le GPS sera également activé pour le service de localisation.
- Les signaux seront envoyés au GPS, après que les utilisateurs auront allumé l'application sur leurs appareils mobiles.
- Dès que le GPS reçoit la demande de l'application sur les appareils mobiles des clients, il commence à détecter l'emplacement actuel de l'appareil.
- Le centre du système enregistre les informations sur l'emplacement de l'utilisateur et établit les enregistrements d'utilisation et les envoie au "Cloud Computing System" pour le stockage et le calcul.
- Une fois que le « système informatique en nuage » reçoit le message du centre du système, il enregistre et calcule des informations sur les utilisateurs et le stationnement. Le « Cloud Computing System » compare et calcule le stationnement au lot d'utilisateurs le plus proche. Cette information sera utilisée par les appareils mobiles et les systèmes de stockage.
- Les utilisateurs doivent attendre que le GPS ait fini de localiser l'application sur l'appareil mobile avant de recevoir des informations sur les places de stationnement disponibles dans les parkings voisins via le « Cloud Computing System ».
- Les clients pourront réserver un stationnement et choisir le temps quand ils vont entrer au parking.

La figure ci-dessous montre l'algorithme qui permet la compréhension du fonctionnement de notre projet :

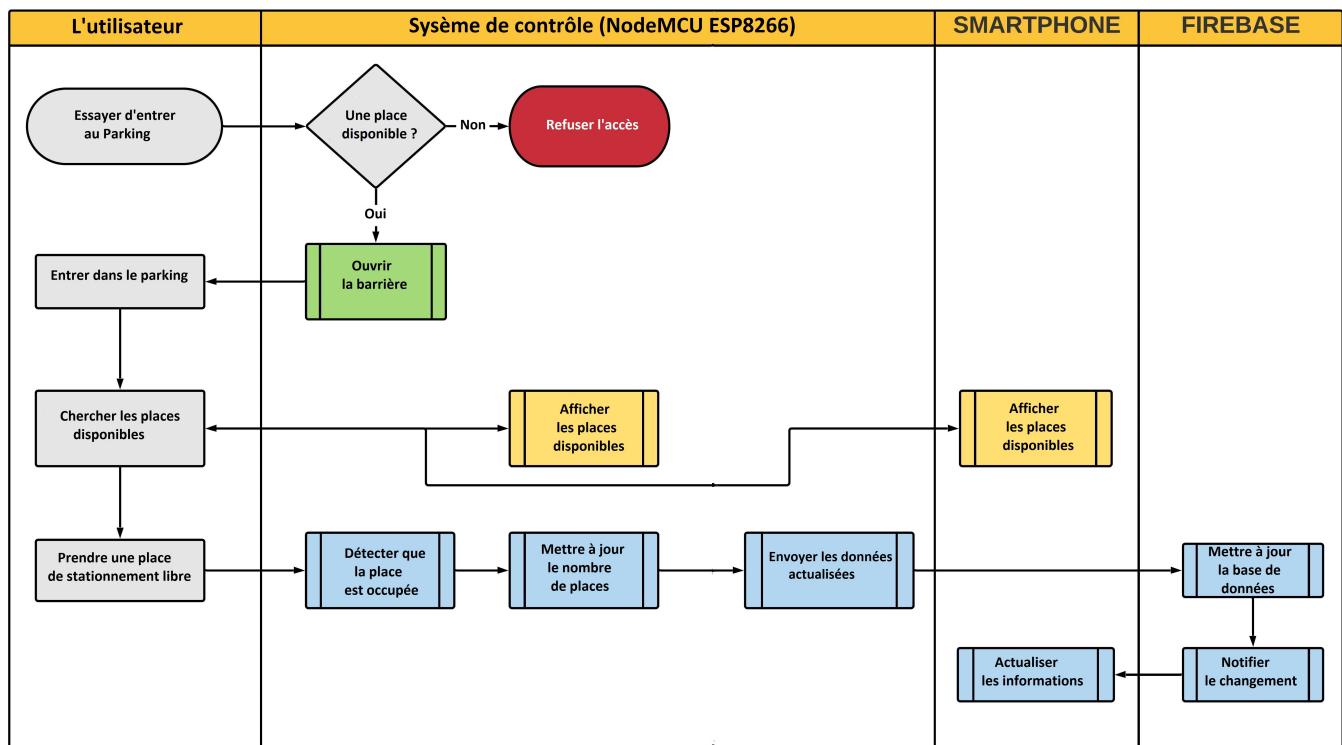


FIGURE 9 – Schéma fonctionnel de notre Smart Parking

II.3 Généralités sur les réseaux de capteurs sans fil :

Depuis quelques décennies, le besoin d'observer éventuellement de contrôler les phénomènes physiques est essentiel pour de nombreuses applications. Cette tâche est déléguée aux capteurs dont la fonction est l'acquisition de l'information sur les phénomènes observés. L'utilisation des capteurs n'est pas une nouveauté en soi. En effet, grâce aux récents progrès des technologies sans fil, les capteurs peuvent communiquer non seulement de proche en proche mais aussi d'acheminer de l'information à tous les nœuds connectés au réseau.

Les réseaux de capteurs sans fil RCSF ont été classés parmi les 21 technologies les plus importantes du 21ème siècle. En effet, la recherche dans le domaine des capteurs est en train de vivre une révolution importante, ouvrant des perspectives d'impacts significatifs dans de nombreux domaines.

II.3.1 Définition des réseaux de capteurs RCSF :

Les réseaux de capteurs sont des systèmes qui regroupent plusieurs capteurs afin de couvrir une zone cible. Cette zone peut être géographique ou délimitée par un système plus ou moins étendu : un ouvrage d'art, un ensemble mécanique, un outillage, un réseau télécoms, Les réseaux de capteurs connaissent de multiples applications telles que la métrologie environnementale, urbaine ou industrielle.

Dans un réseau, ces capteurs peuvent interagir entre eux ou avec un système externe (par exemple Internet), par des communications sans fil ou filaire.

Les capteurs sans fil communiquent entre eux par des ondes radioélectriques, grâce à un réseau dit "ad hoc", capable de s'organiser sans infrastructure définie préalablement. Ceci implique que chaque capteur puisse retransmettre une information indépendamment ou avec l'aide des autres capteurs et ceci afin d'envoyer l'information à une "station de base" capable de transmettre l'information à l'utilisateur final, par internet ou un réseau télécom GSM dans la majorité des cas.

Plus simplement, un RCSF est composé d'un ensemble de nœuds capteurs. Ces nœuds capteurs sont organisés en champs « Sensor fields ». Les nœuds ont la capacité de collecter périodiquement des données sur le phénomène surveillé et d'envoyer les rapports de capture à un nœud spécial appelé Sink. À son tour, le nœud de contrôle (Sink) transmet les informations reçues par Internet ou par satellite à l'utilisateur final.

II.3.2 Applications des RCSF :

Les RCSF peuvent avoir beaucoup d'applications Parmi elles, nous citons :

- Découvertes de catastrophes naturelles :

On peut créer un réseau autonome en dispersant les nœuds dans la nature. Des capteurs peuvent ainsi signaler des événements tels que feux de forêts, tempêtes ou inondations. Ceci permet une intervention beaucoup plus rapide et efficace des secours.

- Contrôle de la pollution :

On pourrait dispercer des capteurs au-dessus d'un emplacement industriel pour détecter et contrôler des fuites de gaz ou de produits chimiques. Ces applications permettraient de donner l'alerte en un temps record et de pouvoir suivre l'évolution de la catastrophe.

- Agriculture :

Des nœuds peuvent être incorporés dans la terre. On peut ensuite questionner le réseau de capteurs sur l'état du champ (déterminer par exemple les secteurs les plus secs afin de les arroser en priorité). On peut aussi imaginer équiper des troupeaux de bétail de capteurs pour connaître en tout temps, leurs positions ce qui éviterait aux éleveurs d'avoir recours à des chiens de berger.

- Surveillance médicale :

En implantant sous la peau de mini capteurs vidéo, on peut recevoir des images en temps réel d'une partie du corps sans aucune chirurgie pendant environ 24h. On peut ainsi surveiller la progression d'une maladie ou la reconstruction d'un muscle.

II.3.3 Contraintes de conception des RCSF :

Les principaux facteurs et contraintes influençant l'architecture des réseaux de capteurs peuvent être résumés comme suit :

- Passage à l'échelle :

Le nombre de nœuds déployés pour un projet peut atteindre le million. Un nombre aussi important de nœuds engendre beaucoup de communications entre les nœuds capteurs et nécessite que la station de base doive être équipée d'une grande mémoire pour stocker les informations reçues.

- Coûts de production :

Souvent, les réseaux de capteurs sont composés d'un très grand nombre de nœuds. Le prix d'un nœud est critique afin de pouvoir concurrencer un réseau de surveillance traditionnelle.

- La consommation d'énergie :

Dans les RCSF, les nœuds capteurs sont alimenté par des batteries qui sont limitées en énergie (2V). Dans la plupart des applications des RCSF le remplacement de la batterie est impossible. Ce qui veut dire que la durée de vie d'un nœud capteur dépend grandement de la durée de vie de la batterie. Dans un RCSF (multi-sauts), chaque nœud collecte des données et envoie ou transmet des valeurs. Le dysfonctionnement de quelques nœuds nécessite un changement de la topologie du réseau. Toutes ces opérations demandent beaucoup de consommation d'énergie, c'est pour cette raison que les recherches actuelles se concentrent principalement sur les moyens de réduire cette consommation.[3]

II.3.4 Architecture d'un nœud capteur : [1cm]

Un nœud capteur contient quatre unités de base : l'unité de captage, l'unité de traitement, l'unité de transmission et l'unité d'énergie. Il peut contenir également, suivant son domaine d'application des modules supplémentaires tels qu'un système de localisation (GPS), un système générateur d'énergie (cellule solaire) un système mobilisateur chargé de déplacer le micro-capteur en cas de nécessité.

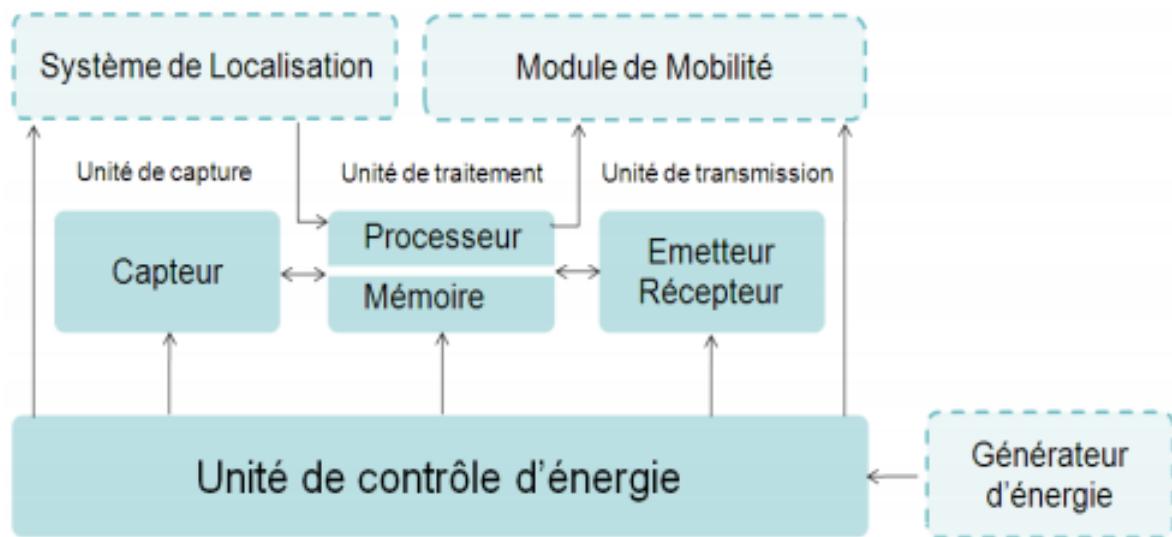


FIGURE 10 – Architecture matérielle d'un nœud capteur

- **Unité de mesure ou de capture (Sensing unit) :**

L'unité de captage permet de capturer ou mesurer les données physiques à partir de l'objet cible. Elle est composée de 2 sous-unités : le récepteur (reconnaissant la grandeur physique à capturer) et le transducteur (convertissant le signal du récepteur en signal électrique). Le capteur fournit des signaux analogiques au convertisseur Analogique/Numérique (CAN) qui transforme ces signaux en données numériques et les transmet à l'unité de traitement. Un capteur peut avoir un ou plusieurs unités de captage.

- **Unité de calcul ou de traitement :**

Elle recueille des données de l'unité de captage ou d'autres capteurs, effectue un traitement sur ces données et décide quand et où les envoyer. Les types de processeurs qui peuvent être utilisés dans un capteur incluent le microcontrôleur, les DSP (Digital Signal Processors), les FPGA (Field Programmable Gate Array) et les ASIC (Application Specific Integrated Circuit).

- Unité de transmission :

Cette unité est responsable de toutes les émissions et réceptions de données via un support radiofréquence (RF), le laser et l'infrarouge.

- Unité d'énergie :

Un capteur est muni d'une source d'énergie, généralement une batterie, pour alimenter tous ses composants. Les batteries utilisées sont soit rechargeables ou non. Souvent, dans les environnements sensibles, il est impossible de recharger ou changer une batterie. Pour cela, l'énergie est la ressource la plus précieuse puisqu'elle influe directement sur la durée de vie des capteurs et donc d'un réseau de capteur.

II.4 La localisation dans les réseaux de capteurs :

II.4.1 Définition et objectifs de la localisation :

La localisation est une méthode de positionnement d'un objet sur une carte géographique, cette opération est réalisée à l'aide d'un terminal susceptible d'être localisé en temps réel ou différé. Les positions enregistrées peuvent être stockées dans le terminal et récupérées plus tard, ou transmises en temps réel à une plate-forme logicielle de localisation.

La localisation dans les réseaux de capteurs consiste à déterminer les coordonnées géographiques des différents capteurs. La localisation des nœuds est nécessaire, non seulement pour localiser les différents événements survenant dans la zone surveillée, mais aussi pour le développement de protocoles de routage des informations collectées, pour la couverture de la zone d'intérêt, pour l'agrégation de données. C'est la première tâche effectuée par les nœuds après leur déploiement.

II.4.2 Définition du GPS :

Le système de positionnement global, ou GPS, est un système de navigation global par satellite et par radio appartenant au gouvernement des États-Unis conçu pour fournir instantanément des informations de position, de vitesse et de temps pratiquement à n'importe quel endroit sur terre, n'importe quelle heure et par n'importe quelles conditions météorologiques. Le système GPS était redevenu le seul système mondial de navigation satellitaire entièrement opérationnel. Il est actuellement constitué de 32 satellites (24 à l'origine).

Pour les directions sur rue, les systèmes basés sur GPS seront sans hasard la meilleure solution possible. L'utilisateur obtient des indications en temps réel qui le guideront vers l'espace désiré. Ce ne sera pas seulement une route tracée sur une carte, mais plutôt des flèches pointant vers les chemins possibles.

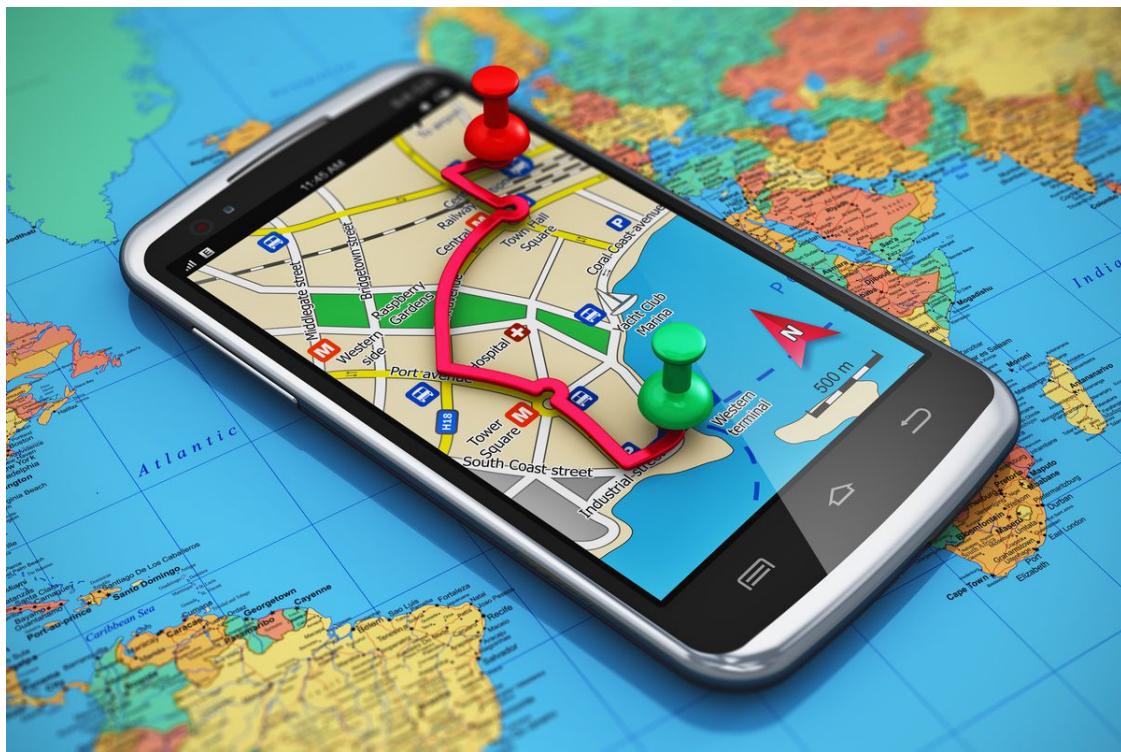


FIGURE 11 – l'intelligence géographique via GPS

II.4.3 Les avantages du GPS :

- Accessibilité globale :

Notez que 24 à 32 satellites en orbite terrestre moyenne sont chargés de fournir des services GPS à travers le monde. Ces satellites assurent une couverture complète de différentes zones. De plus, le fait d'avoir différents satellites en orbite sur différentes pistes et à des moments différents améliore encore la précision des informations de géolocalisation.

- Opération libre et indépendante :

L'un des avantages importants de la technologie du système de positionnement global est qu'elle ne demande pas qu'un utilisateur transmette des données à partir de son appareil. De plus, un appareil GPS fonctionne généralement indépendamment des

fonctions de télécommunication ou, en d'autres termes, il ne consomme pas de données de communication sans fil.

- **Applications commerciales et scientifiques :**

Le fait que la technologie GPS soit gratuite signifie qu'elle a été utilisée à différentes fins et applications. La technologie a été appliquée à des fins commerciales et scientifiques. Différents secteurs et industries ont tiré parti du suivi des actifs de valeur via la géolocalisation via GPS, surveillant leurs employés pour augmenter la productivité et améliorant le service à la clientèle.

II.4.4 Les inconvénients du GPS :

- **Dépend de la vie de la batterie :**

Un appareil doté de capacités GPS consomme beaucoup d'énergie. Les puces GPS spécifiques sont gourmands en énergie. Par exemple, dans les smartphones, le taux d'épuisement de la batterie peut s'accélérer lorsque sa fonction de système de positionnement global s'exécute en arrière-plan ou lorsque vous utilisez des applications dépendant de la géolocalisation.

- **Précision :**

Au fil du temps, les noms des routes changent et de nouvelles routes apparaissent. De ce fait, votre GPS peut fournir des instructions incorrectes. Par exemple, le système peut vous demander de tourner à gauche lorsque vous devez tourner à droite. Bien que ce soit certainement un inconvénient, cette imprécision peut aussi être dangereuse. Par exemple, le GPS peut vous envoyer dans le mauvais sens dans une rue à sens unique. La mise à jour de votre logiciel GPS peut réduire le risque de vous tromper. Ces mises à jour peuvent avoir un coût financier, en fonction de votre GPS spécifique.

- **Trouble du système :**

Lorsque vous renoncez aux cartes pour le GPS, vous pouvez vous retrouver dans une impasse dans certaines situations. Par exemple, si vous vous trouvez dans une zone où l'accès au satellite est impossible, vous devez attendre d'être à portée du satellite avant de pouvoir obtenir un itinéraire. De même, un système de navigation sur Smartphone ne fonctionne que si vous avez un service cellulaire.

- Préoccupations concernant la confidentialité :

Les dispositifs de suivi activés par GPS peuvent être utilisés à des fins de harcèlement criminel. Par exemple, un appareil placé sans le savoir dans la voiture d'un individu pourrait communiquer avec un autre appareil complémentaire, permettant ainsi à un utilisateur de localiser anonymement l'emplacement de l'individu non conscient. La méthode peut être utilisée à des fins criminelles. Notez que ces appareils sont facilement disponibles sur le marché.[7]

II.5 La technologie RFID :

Depuis l'ère industrielle, notre société ne cesse de faire des avancées technologiques considérables afin de combler nos besoins et d'améliorer notre confort. A l'heure actuelle, il y a une volonté de tout contrôler ou dans une moindre mesure, de tout superviser de notre environnement proche. Pour y parvenir, le déploiement en masse de dispositifs dits « intelligents » capables d'acquérir, traiter et communiquer des données devient indispensable. Ceci est notamment rendu possible par la miniaturisation des composants électroniques, la diminution de leur consommation et l'augmentation de leurs performances de calculs. Nous nous dirigeons donc vers un monde entièrement connecté. On parle alors de l'internet des objets (IoT). Ainsi l'identification par radiofréquence (RFID) apparaît comme une technologie ayant un rôle considérable à jouer.

II.5.1 Définition et fonctionnement :

La radio-identification, plus souvent désignée par le sigle RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie développée pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « Radio-étiquette ». Ces radio-étiquettes peuvent être collées, incorporées dans des objets ou des produits, voire implantées dans des animaux. Elles comprennent une antenne associée à une puce électronique qui leur permet de recevoir et de répondre aux requêtes radio émises depuis un émetteur-récepteur.

Un système RFID est toujours constitué de trois composants :

- L'élément déporté, situé sur l'objet à identifier, appelé communément en français : étiquette ou transpondeur. En anglais : tag.
- L'élément fixe, qui, selon la conception et la technologie utilisée, peut être un dispositif de lecture ou d'écriture / lecture. Cet élément est appelé : interrogateur, lecteur RFID, modem ou station de base.

- Et d'un ordinateur, dit hôte, permettant d'avoir plus d'informations sur l'objet scanné, à l'aide d'un logiciel (ou une application) dédié(e).

La station de base RFID émet des ondes électromagnétiques qui induisent un courant dans l'antenne de l'étiquette. La puce de l'étiquette reconnaît le signal émis et délivre les informations qu'elle contient.

Dans le sens transpondeur vers lecteur, les transpondeurs transmettent leurs informations en modulant l'amplitude ou la phase sur la fréquence porteuse. Le lecteur interprète ensuite ces informations en binaire.

Dans le sens lecteur vers transpondeur, le lecteur émet des informations par modulation sur la porteuse. Les modulations sont analysées par le transpondeur et numérisées dans la puce. Ainsi la durée de vie des transpondeurs passifs est considérée comme illimitée.

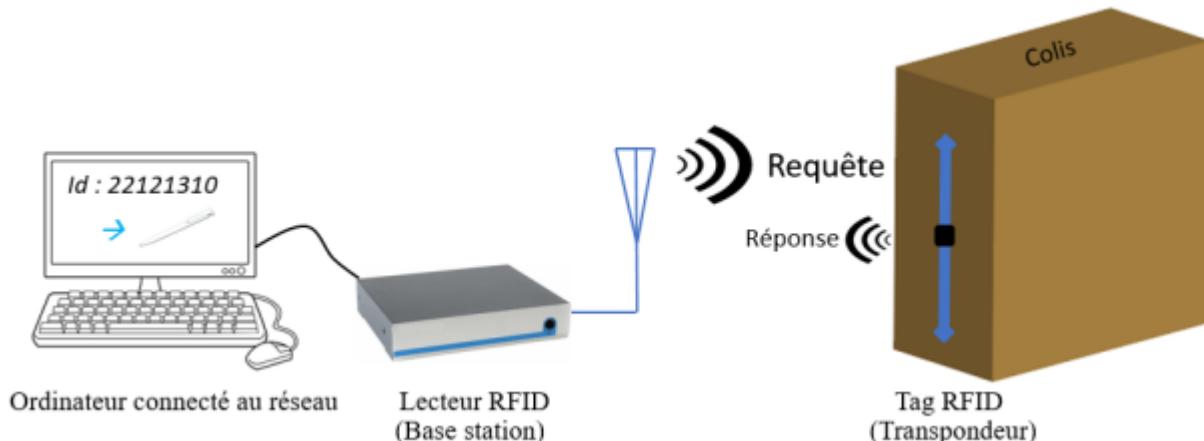


FIGURE 12 – Principe de fonctionnement RFID

II.5.2 Avantages et inconvénients :

→ Avantages :

La RFID a de nombreux avantages par rapport à son ancêtre, le code-barres, que nous allons maintenant évoquer.

- **Balayage rapide :**

Le lecteur RFID peut lire simultanément plusieurs étiquettes RFID.

- **Diversification de la taille et de la forme :**

La RFID n'est pas limitée par la taille et la forme des informations de lecture, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de faire correspondre la taille fixe et la qualité d'impression du papier dans le but de la précision de la lecture. En outre, les étiquettes RFID sont plus portables et diversifiées pour être utilisées dans différents types de produits.

- **Réutilisation :**

Les données stockées dans les étiquettes RFID peuvent être modifiées, supprimées ou augmentées de données supplémentaires en fonction des besoins.

- **Sécurité :**

Étant donné que la RFID contient des informations électroniques, tout contenu de données sensibles peut être protégé par un mot de passe, le rendant ainsi difficilement modifiable ou falsifiable par un tiers.

- **Incorporation dans le produit et la lecture sans obstacle :**

La RFID peut pénétrer dans des matériaux non métalliques ou non-transparents tels que le papier, le bois et le plastique, qui peuvent alors communiquer entre eux.

→ **Inconvénients :**

La RFID n'est cependant pas exempte d'inconvénients. En effet, les étiquettes RFID viennent souvent en complément du code-barres sans pour autant s'y substituer. Il semble difficile d'imaginer qu'ils viennent remplacer intégralement les codes à barres, notamment en raison de leur coût élevé.

La RFID soulève des interrogations relatives à la préservation de la vie privée des individus, comme on peut aisément l'imaginer à l'occasion du suivi des déplacements d'individus. Dans ce cadre, un gouvernement autoritaire pourrait tout à fait utiliser à son profit les données relatives à ses opposants politiques ou, une entreprise commerciale, à ses concurrents directs ou potentiels.

À la différence de codes-barres, les transpondeurs RFID ne peuvent être lus qu'au moyen d'un appareil (lecteur) technique. Ainsi les étiquettes RFID actives sont généralement conçues pour avoir une durée de vie limitée. Après l'épuisement de la batterie, vous aurez besoin d'une nouvelle étiquette.

II.5.3 RFID et ses applications dans l'IoT :

La RFID est un maillon essentiel des systèmes connectés IoT. En effet Les tags RFID (Radio Frequency Identification) ne sont pas nouveaux mais ils sont plus que jamais au cœur des systèmes connectés et de l'IoT. Ces puces électroniques supplantent les étiquettes imprimées en permettant une localisation précise des produits. L'association du cloud et des objets connectés a remis ces étiquettes d'identification au-devant de la scène.

Il existe de nombreuses applications pour les puces RFID :

- **Applications à la production :**

Dans le commerce, la RFID permet aux organisations d'identifier et de gérer les outils et équipements, sans saisie manuelle des données, fournissant ainsi une surveillance électronique des articles. L'identification automatique avec la RFID peut être utilisée pour les systèmes d'inventaire. Les produits manufacturés tels que les automobiles ou les vêtements peuvent être suivis pendant leur passage à l'usine et pendant l'expédition.

Les casinos peuvent aussi utiliser la RFID pour authentifier les jetons et opérer une mise à l'écart de ceux qui auraient été dérobés.

- **Applications aux moyens de transport :**

Les centres de transport et de distribution utilisent le suivi RFID. Dans l'industrie ferroviaire, les étiquettes RFID montées sur les locomotives et les wagons identifient le propriétaire, le numéro d'identification et le type d'équipement et ses caractéristiques. Cela peut être utilisé avec une base de données pour identifier le chargement, l'origine et la destination des marchandises en cours de transport.

Certains pays utilisent la RFID pour l'immatriculation des véhicules, permettant ainsi la détection et localisation des voitures volées.

- **Applications à l'élevage :**

Les étiquettes RFID pour les animaux représentent l'une des utilisations les plus anciennes. Initialement destinée aux grands ranchs, depuis l'apparition de la maladie de la vache folle, la RFID est devenue cruciale dans la gestion de l'identification des animaux. Une étiquette ou un transpondeur RFID implantable peut également être utilisé pour l'identification des animaux.

Les puces RFID implantables conçues pour le marquage des animaux sont maintenant utilisées chez les humains.[4]

II.5.4 Stationnement intelligent et RFID :

Le fonctionnement du système de gestion de stationnement par carte à puce RFID est centré sur le processus d'entrée et de sortie du véhicule de l'utilisateur dans le parking. Sur la base de la technologie RFID, l'étiquette de véhicule RFID ou la plaque d'immatriculation électronique permet d'intégrer dans la base de données les informations personnelles de l'utilisateur ainsi que celles relatives au véhicule qu'il possède. Lorsque vous vous rendez dans le parking, la télécommande (3 à 10 mètres) détecte automatiquement les informations relatives au véhicule, afin que le propriétaire puisse entrer rapidement dans le parking.

À l'heure actuelle, la technologie RFID est progressivement devenue le courant dominant de la gestion intelligente des systèmes de stationnement. C'est la tendance du développement de la gestion des parcs de stationnement.

Pour le smart parking, cette technologie peut être utilisée de différentes manières. La première est de poser des capteurs qui utilisent la technologie RFID sur les places de parking. La seconde manière est de poser la puce directement sur la voiture, ainsi au moment de rentrer dans un parking, le lecteur placé au niveau de la barrière détecte directement la voiture et ouvre la barrière si la voiture qui tente d'entrer a déjà un abonnement. Cela représente un gain de temps pour l'utilisateur et permet également d'éviter d'éventuels bouchons.

II.6 La technologie Wi-Fi :

II.6.1 Définition et fonctionnement :

Le WIFI abréviation de Wireless Fidélité, qui peut être traduite en français par "fidélité sans fil". C'est un ensemble de fréquences radio qui élimine les câbles, partage une connexion Internet et permet l'échange de données entre plusieurs postes. Le WIFI a été développé pour les appareils informatiques mobiles, tels que les ordinateurs portables, mais il est maintenant largement utilisé pour les applications mobiles et les produits électroniques tels que les téléviseurs, les lecteurs de DVD et les appareils photo numériques. Il devrait y avoir deux possibilités de communication avec la connexion WIFI via un point d'accès à la connexion client ou une connexion client à client.

En effet, Le Wi-Fi est une technologie radio qui permet aux utilisateurs d'accéder à Internet haut débit sans être attaché par un cordon ou un câble à une connexion Internet.

Le réseau sans fil exploite trois éléments essentiels : les signaux radio, l'antenne et le routeur. Les ondes radio sont des clés qui rendent possible la mise en réseau Wi-Fi. Les ordinateurs et les téléphones portables sont prêts avec des cartes Wi-Fi.

L'adaptateur sans fil d'un ordinateur traduit les données en un signal radio et le transmet à l'aide d'une antenne. Ainsi un routeur sans fil reçoit le signal et le décode. Le routeur envoie les informations à Internet en utilisant une connexion Ethernet physique câblée. Le processus fonctionne également en sens inverse, le routeur recevant des informations provenant d'Internet, les traduisant en un signal radio et l'envoyant à l'adaptateur sans fil de l'ordinateur. Les radios utilisées pour la communication Wi-Fi sont très similaires aux radios utilisées pour les téléphones portables et autres appareils. Ils peuvent transmettre et recevoir des ondes radio, et ils peuvent convertir des 1 et des 0 en ondes radio et convertir les ondes radio en 1 et 0.

II.6.2 Avantages et inconvénients :

→ Avantages :

- Pratique :

Utile pour les smartphones, tablettes et autres appareils portables pour se connecter à n'importe quel emplacement dans les locaux.

- Simplicité :

L'installation et la configuration Wi-Fi est plus simple qu'un processus de câblage. Pour connecter un nouvel appareil à un réseau, il vous suffit d'activer le Wi-Fi et de paramètres de configuration.

- Mobilité :

Internet peut être consulté de n'importe où.

- Coût :

La plupart des éléments du réseau Wi-Fi (point d'accès, répéteurs, antennes...) peuvent être simplement posés. L'installation peut donc parfois se faire sans le moindre outillage, ce qui réduit les coûts de main-d'œuvre.

➡ Inconvénients :

- Connectivité / Fiabilité :

Le signal Wi-Fi dépend de l'interférence. C'est à dire. Le mur en béton réduira la force du signal. En outre, il existe une limite de distance pour connecter les signaux Wi-Fi.

- La santé :

Le Wi-Fi génère des radiations qui peuvent toucher à la santé humaine.

- Performance / Vitesse :

Nous ne pouvons pas obtenir la même à tous les endroits.

II.7 Déploiement du système de stationnement :

II.7.1 L'interface utilisateur :

L'interface utilisateur est un élément important pour guider les conducteurs à trouver une place de stationnement en utilisant un système de stationnement intelligent. Si l'interface est mal engendrée, les conducteurs peuvent ne pas être au courant du service de stationnement intelligent ou être mal guidés par des informations inadaptées.

Le point de contact de l'utilisateur est une application de Smartphone qui affiche le nombre de places vacantes pour chaque parking et guidera l'utilisateur vers le lieu de stationnement.

L'application utilisera le GPS pour obtenir les directions, ainsi elle nécessitera d'utiliser des dispositifs installés à l'intérieur du parking pour obtenir des informations concernant le nombre des places disponibles pour chaque parking. Ces données sont collectées et stockées dans Google firebase comme étant une base de données. Ainsi une fois que l'utilisateur a garé la voiture, l'utilisateur confirmera le lieu et l'application stockera le lieu. Lorsque l'utilisateur est en train de trouver la voiture, l'application va guider l'utilisateur de l'endroit actuel à la voiture. Cela permettra de diminuer le temps que les utilisateurs doivent passer en essayant de localiser leur voiture.

II.7.2 Système de paiement intelligent :

Le smart parking doit aussi varier les moyens de paiement. Par exemple, tout le monde n'a pas forcément de monnaie au moment de payer le parking. Il faut développer les paiements par carte ou à l'aide des Smartphones.

Le système de paiement intelligent est mis en œuvre dans le but de surmonter la limitation des méthodes de paiement conventionnelles en réorganisant le mode de paiement et en introduisant de nouvelles technologies. C'est parce que la méthode conventionnelle entraîne des retards et des inconvénients pour les clients car ils doivent faire face à l'argent comptant.

En général, le système de paiement intelligent consiste en une méthode de contact ou une méthode sans contact et des appareils mobiles. Bien que la méthode de contact implique l'utilisation de cartes à puce, de cartes de débit et de cartes de crédit, la méthode sans contact implique l'utilisation de cartes sans contact, d'appareils mobiles ainsi que d'étiquettes d'identification automatisée des véhicules, selon lesquelles les technologies RFID sont utilisées. Il permet par exemple l'identification des véhicules entrant dans le parking, ainsi aucun paiement n'est demandé, un capteur détecte la voiture et son identifiant à l'entrée et à la sortie du parking et calcule donc automatiquement le prix à payer par le conducteur. Une facture mensuelle ou trimestrielle peut donc être mise en place.

II.7.3 E-parking (Parking réservation) :

Le parking électronique offre une alternative aux clients pour se renseigner sur la disponibilité ou réserver une place de stationnement dans leurs stationnements souhaités pour assurer la disponibilité des places de stationnement vacantes lorsqu'ils arrivent au parking. Vous pouvez accéder au système via un serveur connecté à Internet.

L'interaction entre l'utilisateur et le système est décrite comme suit : d'abord une application fonctionnant sur un smartphone est utilisé pour obtenir des informations de localisation de stationnement ainsi que des informations de disponibilité en temps réel. L'application permettra aux utilisateurs de vérifier l'emplacement de stationnement sur lequel ils se sont garés et d'obtenir une réservation pour un emplacement. Ainsi ces données sont stockées dans une base de données afin de communiquer automatiquement avec le reste de la fondation pour authentifier l'utilisateur et vérifier le lieu de stationnement occupé.

II.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons discuté les différentes parties qui mettent l'infrastructure d'un système de stationnement intelligent en état de fonctionnement. D'un autre côté, nous avons essayé de déterminer les technologies, les services et les méthodes qui sont utilisées pour assurer un stationnement intelligent qui permettra de faciliter la gestion et qui fournissent aux utilisateurs une meilleure manière de l'employer.

CHAPITRE III :

RÉALISATION D'UNE MAQUETTE POUR UN PARKING INTELLIGENT

III.1 Introduction :

De nos jours, le nombre de propriétaires de véhicules a augmenté, par conséquent, il faut plus d'espace de stationnement. Il est devenu très difficile de trouver un parking, et il n'y a pas de système pour obtenir les détails de la disponibilité du parking en ligne. Imaginez si vous pouvez obtenir les informations de disponibilité des places de stationnement sur votre téléphone et que vous n'avez pas à vous déplacer pour vérifier la disponibilité. Ce problème peut être résolu par le système de stationnement intelligent basé sur l'IoT. En effet, vous pouvez facilement accéder à la disponibilité des emplacements de stationnement sur Internet. Ce système peut automatiser complètement le système de stationnement. De votre entrée au paiement et à la sortie, tout peut être fait automatiquement.

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différentes parties Hardware et Software de notre système, qui nous permet de faciliter la gestion et de développer un système de parking intelligent utilisant un microcontrôleur avec des capteurs reliés au cloud via Les technologies IOT. De plus, une application Android a été développée afin d'aider l'utilisateur à trouver des places libres pour le stationnement et de réserver une place avant même d'arriver au parking.

III.2 Matériels utilisés (Hardware) :

III.2.1 Présentation de la carte ESP8266 NodeMCU :

Le NodeMCU est un environnement de développement de logiciels open source et du matériel qui est construit autour d'un très bon marché System-on-Achip (SoC) appelé ESP8266.

L'ESP8266 est un circuit intégré à microcontrôleur avec connexion Wi-Fi développé par le fabricant chinois Espressif. Il contient tous les éléments cruciaux de l'ordinateur moderne : CPU, RAM, réseau (wifi) et même un système d'exploitation et SDK.

L'ESP8266 est le contrôleur le plus populaire et utilisé pour la création des applications basées sur l'IoT car il a une prise en charge intégrée du Wi-Fi pour se connecter à Internet.

Le NodeMCU peut être alimenté de plusieurs façons :

- Par le **port USB** qui permet de l'alimenter en 5 volts.
- Par les différentes **broches 3v** : dans ce cas, l'ESP est alimenté en directe, il n'y a plus de régulation ce qui offre donc la consommation minimum.
- Par la broche **Vin**, qui supporte jusqu'à 20 volts et arrive directement au régulateur.

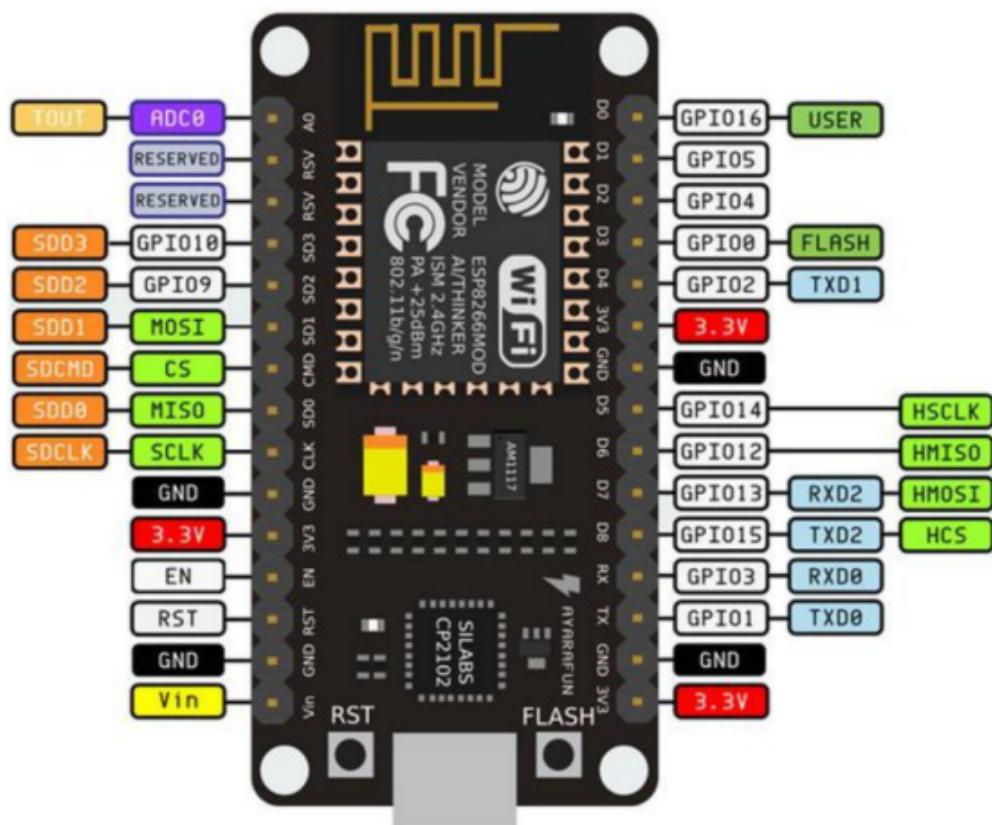


FIGURE 13 – ESP8266 NodeMCU

Dans notre projet, l'ESP8266 sera notre contrôleur principal qui contrôlera tous les autres composants.

III.2.2 Servomoteur :

Les servomoteurs sont des actionneurs capables de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi. Très utilisés en modélisme et dans l'industrie, ils ont comme caractéristique principale leur « couple », c'est-à-dire la force de rotation qu'ils peuvent exercer.



FIGURE 14 – Exemples de servomoteurs

Les servomoteurs sont pilotés par un fil de commande et alimentés par deux autres fils. Habituellement, ces 3 fils sont rassemblés dans une prise au format standard. Un fil rouge est relié à l'alimentation positive (+5 ou +6 V selon le servo), le fil noir est relié à la masse (GND) et le fil jaune est utilisé pour la commande.

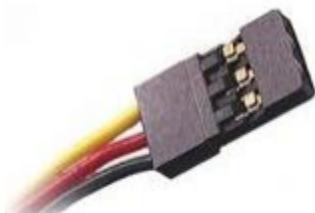


FIGURE 15 – Câble qui rassemble les trois fils d'un servomoteur

Dans notre projet, nous avons utilisé deux servomoteurs pour les deux barrières de l'entrée et de la sortie du parking avec deux états qui sont :

- Ouverte à 90° avec une durée suffisante d'ouverture pour le passage d'un véhicule.
- Fermeture à 0° juste après le passage d'un véhicule.

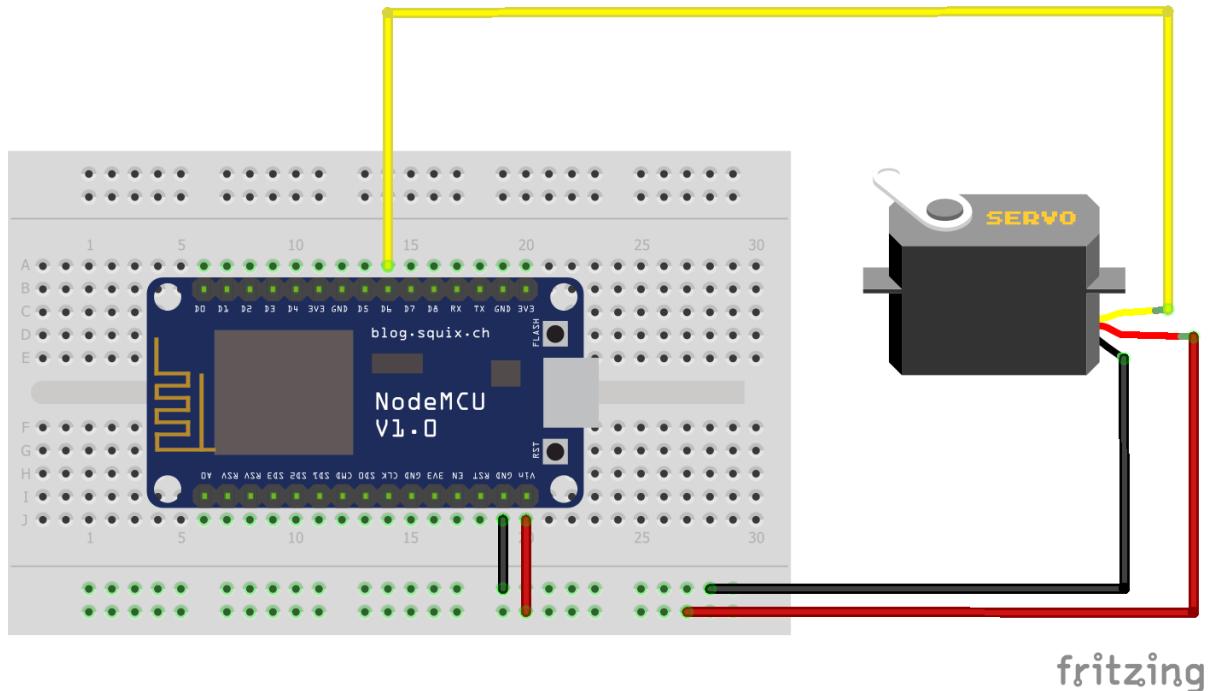


FIGURE 16 – Branchement d'un servomoteur sur une carte ESP8266 NodeMCU

III.2.3 Capteurs utilisés :

Les capteurs font une partie très importante de l'électronique, en particulier en robotique et en automatisation. Ils nous facilitent la vie en détectant et en contrôlant automatiquement les appareils, sans interaction humaine.

- Capteur infrarouge (IR sensor) :

Définition :

Un capteur infrarouge est un Composant clé de la détection de mouvement dans le monde de la sécurité. Il se compose essentiellement d'une LED émettrice et d'une photodiode. Le capteur infrarouge fonctionne sur le principe dans lequel la LED émet une lumière infrarouge et la photodiode détecte cette lumière si elle est réfléchie par un objet devant elle. La résistance de la photodiode change en fonction de la quantité de

rayonnement infrarouge tombant dessus, par conséquent la chute de tension à travers elle change également et en utilisant le comparateur de tension (comme LM358), nous pouvons détecter le changement de tension et générer la sortie en conséquence.

Il est couramment utilisé dans les robots de suivi de ligne, la détection de proximité, la détection d'objet, etc.

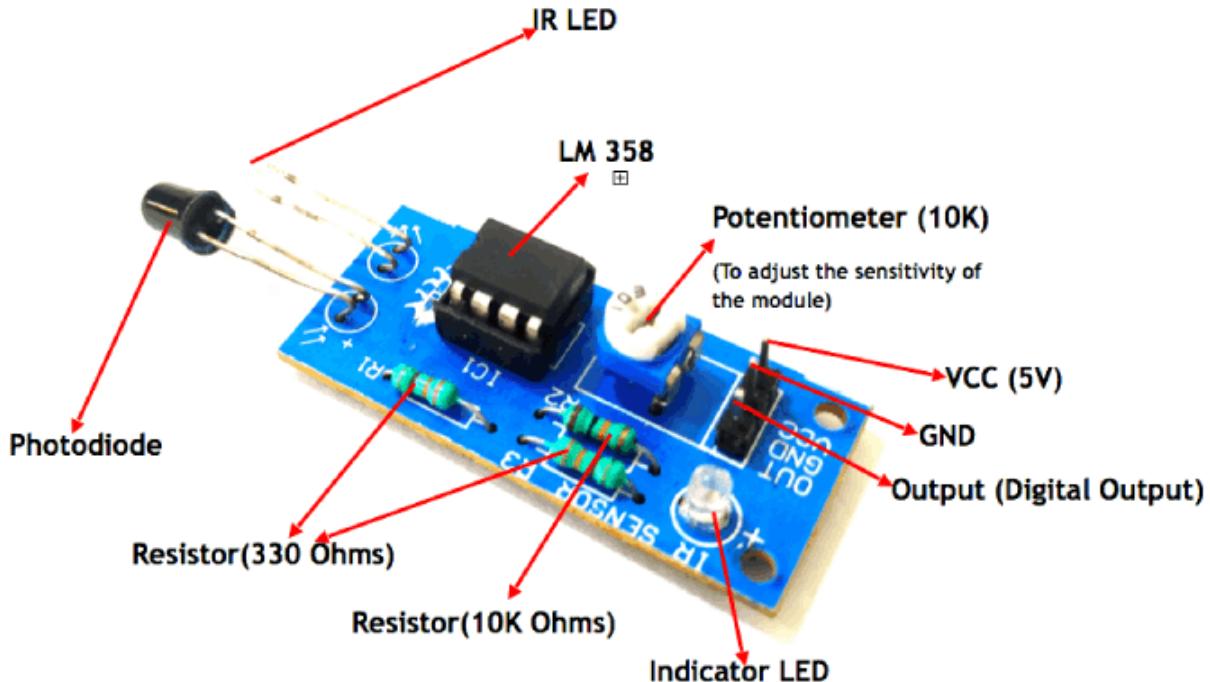


FIGURE 17 – Un capteur infrarouge (IR Sensor)

Fonctionnement :

Cas 1 : Quand un objet est placé devant la LED infrarouge

Les ondes infrarouges émises par la LED frapperont l'objet (placé sur le chemin transmettant les ondes) et seront réfléchies. La photodiode est placée de telle manière qu'elle détecte les ondes infrarouges réfléchies. Lorsqu'elle détecte les ondes, sa résistance diminue et agit comme un court-circuit. Le courant commence à circuler dans la résistance R2 et la tension apparaît sur la borne non inverseuse du comparateur. Si la tension à la borne non inverseuse est supérieure à la tension à la borne inverseuse, l'amplificateur opérationnel donnera une sortie élevée (5 V) et la LED commence à briller.

(Remarque : la tension à la borne inverseuse peut être modifiée en faisant varier la résistance du potentiomètre. Ceci est fait pour changer la sensibilité du capteur. Si la valeur du potentiomètre est zéro, même avant que la photodiode détecte les ondes infrarouges, la sortie de l'amplificateur sera élevée. Cela signifie que le capteur a une sensibilité élevée.)

Cas 2 : lorsqu'aucun objet n'est placé devant la LED IR

Dans ce cas, les ondes infrarouges émises par la LED infrarouge n'atteindront pas la photodiode, car aucun objet n'est présent qui peut renvoyer les ondes. Pour cette raison, la photodiode offrira une résistance maximale au Vcc (tension d'alimentation). Comme le courant traversant la résistance est minimum, la tension à la borne non inverseuse sera minimum et donc inférieure à la tension à la borne inverseuse, d'où l'amplificateur opérationnel donnera une sortie très faible (0V).

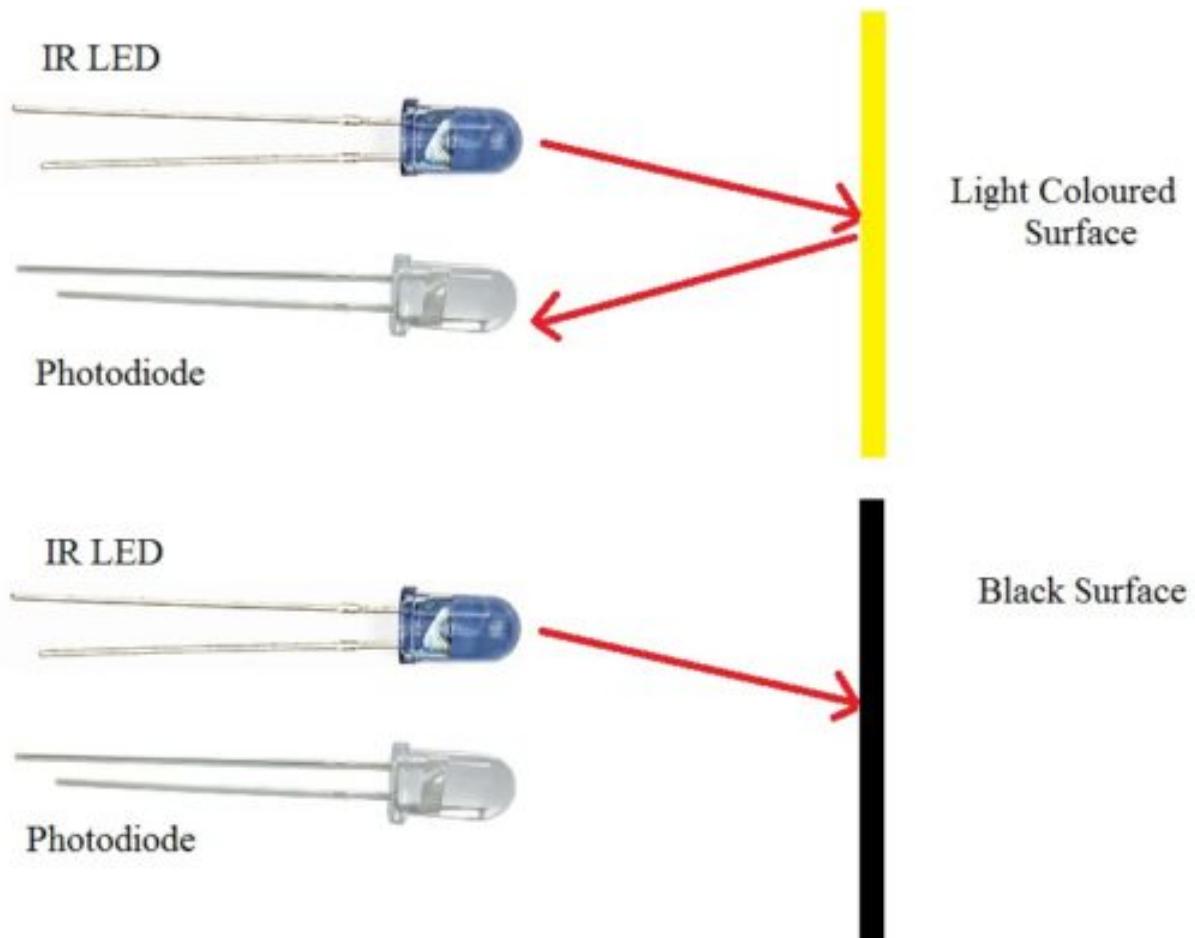
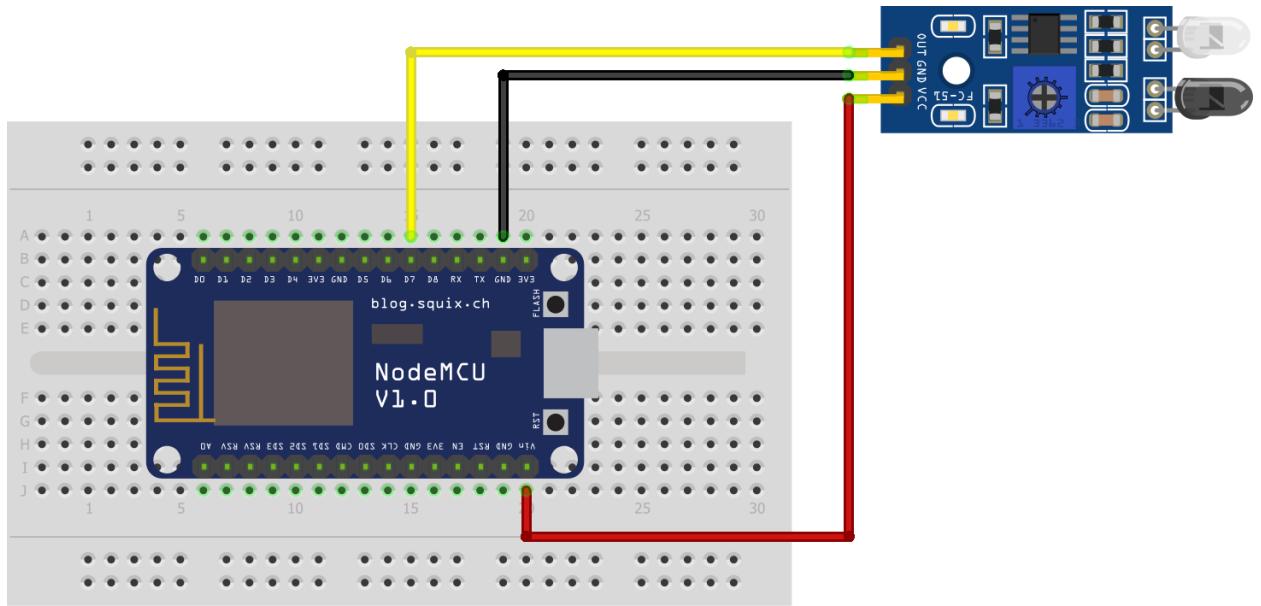


FIGURE 18 – Fonctionnement d'un IR SENSOR

Dans notre projet, deux capteurs infrarouges sont utilisés à l'entrée et à la sortie du parking pour détecter la présence de voiture et ouvrir ou fermer automatiquement le portail.



fritzing

FIGURE 19 – Branchement d'un capteur infrarouge sur une carte ESP8266

- Capteur à ultrasons :

Le capteur HC-SR04 ultrasonique (US) est un module à 4 broches, dont les noms de broches sont respectivement Vcc, Trigger, Echo et Ground. Il émet à intervalles réguliers de courtes impulsions sonores à haute fréquence. Ces impulsions se propagent dans l'air à la vitesse du son. Lorsqu'elles rencontrent un objet, elles se réfléchissent et reviennent sous forme d'écho au capteur. Celui-ci calcule alors la distance le séparant de la cible sur la base du temps écoulé entre l'émission du signal et la réception de l'écho. La durée de réception de l'écho permet de calculer la distance avec la formule : **Distance = Vitesse × Temps.**[5]

Pratiquement tous les matériaux qui reflètent le son peuvent être détectés et ce, quelle que soit leur couleur. Même les matériaux transparents ou les feuilles minces ne représentent aucun problème pour un capteur à ultrasons.

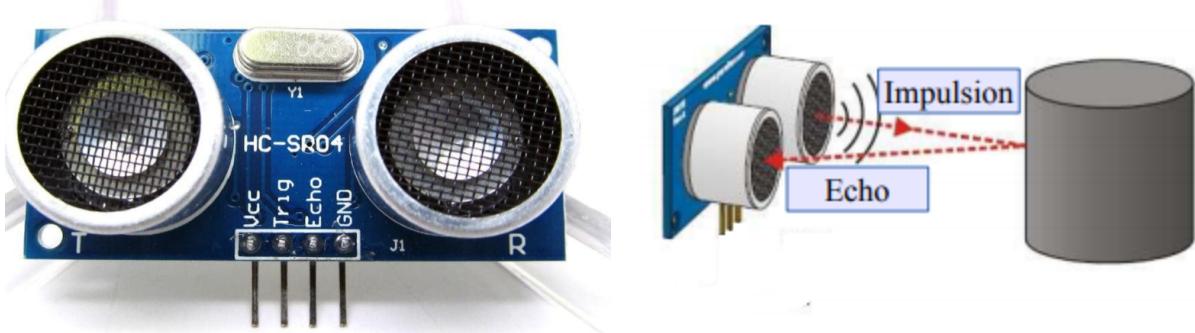


FIGURE 20 – Le Capteur à ultrasons et son fonctionnement

Dans notre application, nous l'avons utilisé pour détecter la présence des véhicules sur les places de parking et envoyer les données à l'ESP8266 en conséquence.

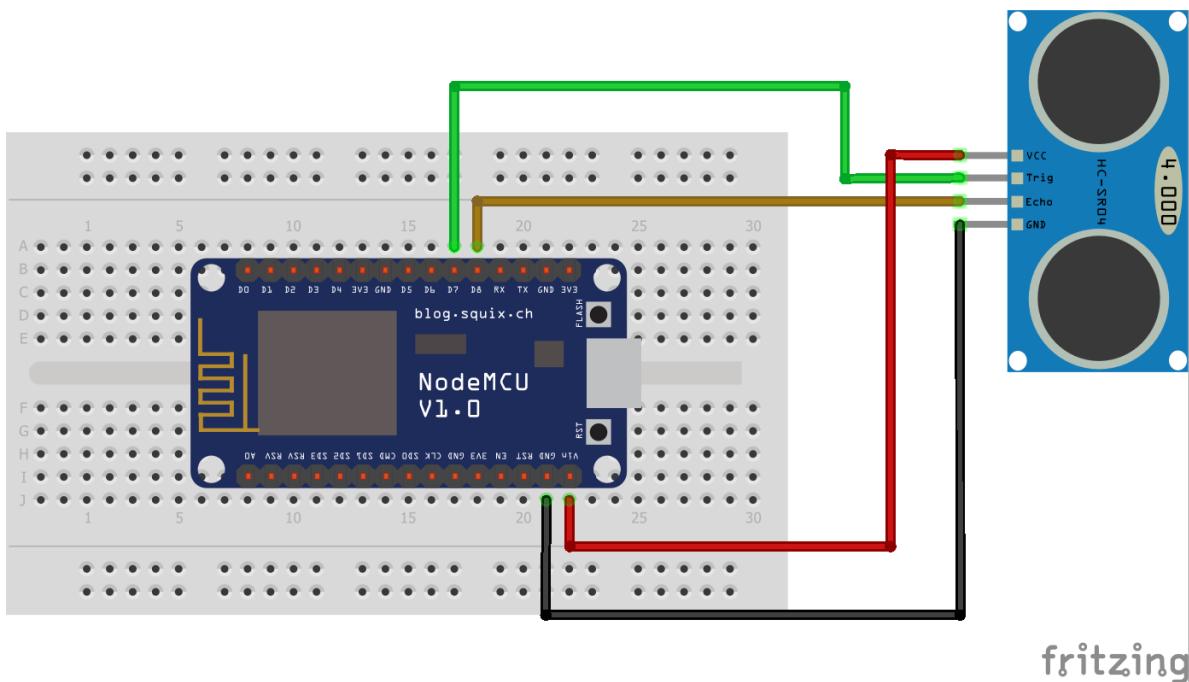


FIGURE 21 – Branchement d'un capteur à ultrason sur une carte ESP8266

III.3 Environnement logiciel utilisé (Software) :

III.3.1 Fritzing :

Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé qui permet de concevoir de façon entièrement graphique le circuit et d'en imprimer le typon et de fournir aux ingénieurs et aux artistes un moyen fiable de mener leurs projets et leurs idées aux stade de prototype fonctionnel.

Ce programme conçu pour fonctionner comme un instrument d'enseignement, permettant aux utilisateurs d'apprendre à créer et à utiliser des cartes de circuits imprimés et d'autres composants électroniques. Dans la fenêtre principale de **Fritzing**, vous pouvez visualiser le circuit virtuel en cours de construction, ce qui vous permet de basculer entre trois modes de vue : "Breadboard", "Schematic" et "PCB View". "Breadboard" est le mode dans lequel vous commencez votre travail, car il offre la possibilité de créer un circuit imitant la réalité, évitant ainsi que des erreurs ne se produisent lors du passage du projet d'un état virtuel à un objet physique.

Fritzing vous fournit une bibliothèque de pièce complète que vous pouvez directement glisser et déposer dans votre projet. Toutes les pièces disponibles sont organisées par catégories. De plus, grâce à l'inspecteur de composants, vous pouvez visualiser et modifier les informations individuels du circuit.

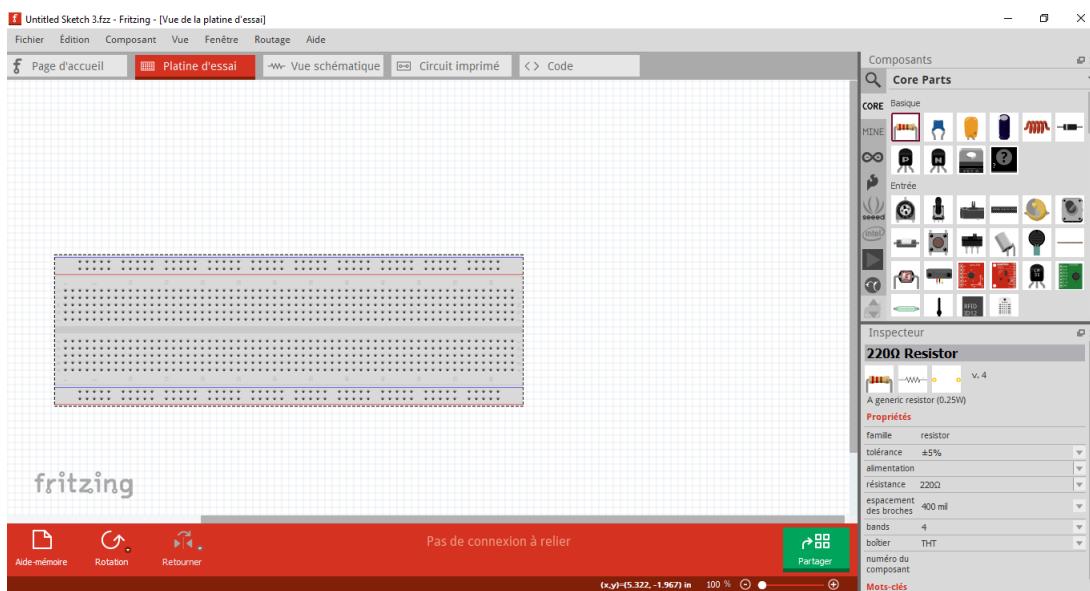


FIGURE 22 – Fritzing Breadboard view

Fritzing est utilisé dans ce projet pour la création des différents circuits de branchement des composants électriques que nous avons utilisé avec l'ESP8266, ainsi que le circuit principal de notre prototype.

III.3.2 MIT App Inventor :

App Inventor pour Android est une application développée par Google. Elle est actuellement entretenue par le Massachusetts Institute of Technology (MIT). Elle remplace la langue complexe de codage à base de texte dans une traînée visuelle et laisse tomber des blocs de construction. La plateforme de développement est offerte à tous les utilisateurs possédant un compte Gmail.

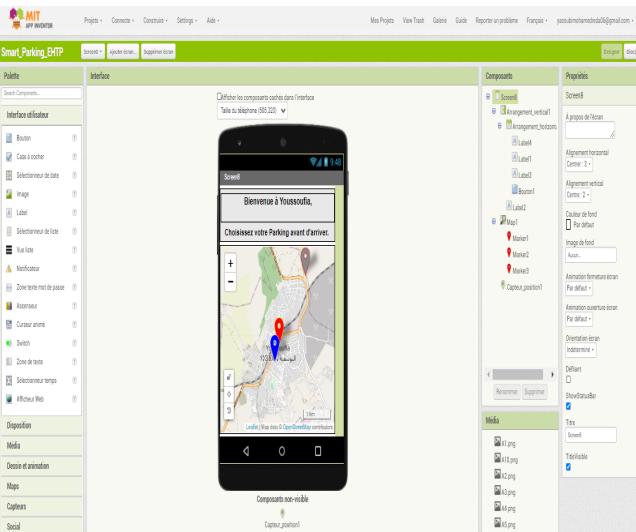


FIGURE 23 – L'interface de MIT App Inventor



FIGURE 24 – L'interface des blocs

MIT App Inventor dans ce projet est utilisé pour la création d'une application Android qui nous permet l'affichage des emplacements de parking sur le Maps, de la disponibilité de stationnement et la réservation en temps réel.

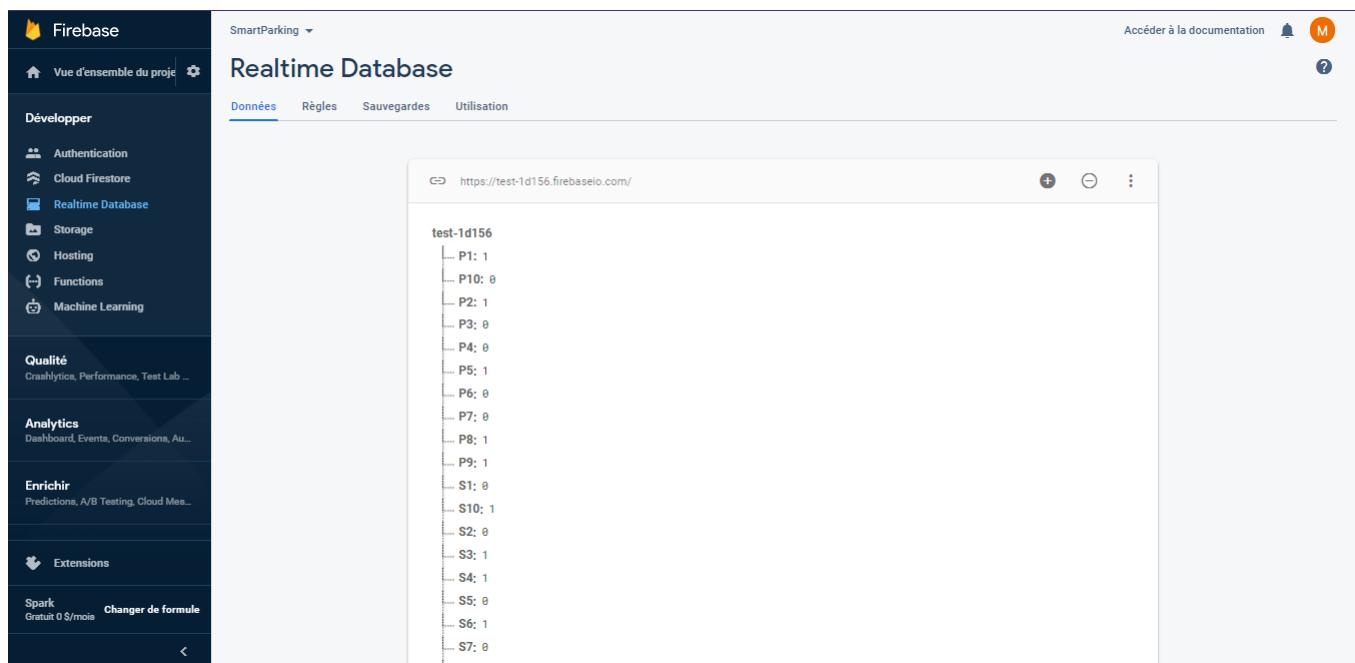
III.3.3 Google Firebase :

Firebase est un ensemble de services d'hébergement pour n'importe quel type d'application (Android, iOS, Javascript, Node.js, Java, Unity, PHP, C++ ...). Il propose d'héberger en NoSQL et en temps réel des bases de données, du contenu, de l'authentification sociale (Google, Facebook, Twitter et Github), et des notifications, ou encore des services, tel que par exemple un serveur de communication temps réel.

La technologie utilisée dans ce projet est la base de données en temps réel (**Realtime DataBase**), c'est une base de données NOSQL, hébergée dans le cloud. Elle stocke et synchronise les données utilisateurs en temps réel.

Simplement avec une API, Firebase Realtime DataBase fournit à votre application à la fois la valeur actuelle des données et les éventuelles mises à jour de ces données. La synchronisation en temps réel permet aux utilisateurs d'accéder facilement à leurs données depuis n'importe quel appareil, que ce soit sur le Web ou sur un appareil mobile.

La figure suivante montre la base de données en temps réel utilisée dans notre projet où on va stocker les données de disponibilités du parking ainsi que les informations personnelles de l'utilisateur de notre application :



The screenshot shows the Firebase Realtime Database interface. On the left, there's a sidebar with project settings like Vue d'ensemble du projet, Développer (Authentication, Cloud Firestore, Realtime Database, Storage, Hosting, Functions, Machine Learning), Qualité (Crashlytics, Performance, Test Lab...), Analytics (Dashboard, Events, Conversations, Au...), Enrichir (Predictions, A/B Testing, Cloud Me...), and Extensions. The main area is titled "Realtime Database" and has tabs for Données, Règles, Sauvegardes, and Utilisation. Below the tabs, a URL bar shows https://test-1d156.firebaseio.com/. The main content area displays a hierarchical database structure under the path "test-1d156":

```
test-1d156
  └── P1: 1
      ├── P10: 0
      ├── P2: 1
      ├── P3: 0
      ├── P4: 0
      ├── P5: 1
      ├── P6: 0
      ├── P7: 0
      ├── P8: 1
      ├── P9: 1
      └── S1: 0
          ├── S10: 1
          ├── S2: 0
          ├── S3: 1
          ├── S4: 1
          ├── S5: 0
          ├── S6: 1
          └── S7: 0
```

FIGURE 25 – L'interface Realtime Database

III.3.4 Arduino IDE :

Arduino Software (IDE- Integrated Development Environment) est une application multiplateforme qui est écrite dans des fonctions de C et C ++. Il est utilisé pour écrire et télécharger des programmes sur des cartes compatibles Arduino, mais aussi, avec l'aide de coeurs tiers, d'autres cartes de développement de fournisseurs. L'IDE affiche une fenêtre graphique qui contient un éditeur de texte et tous les outils nécessaires à l'activité de programmation.

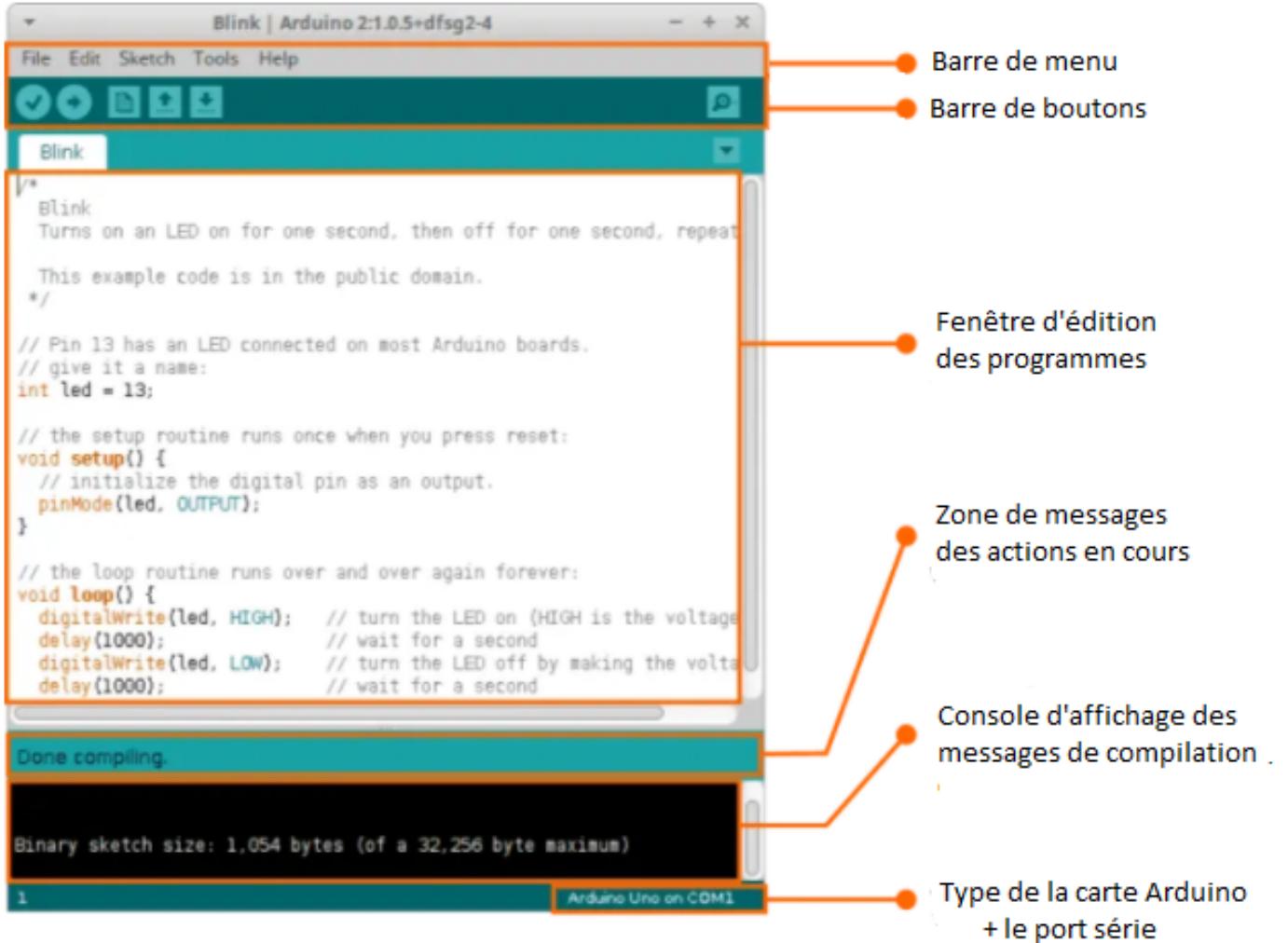


FIGURE 26 – L’interface de logiciel Arduino IDE

III.4 Réalisation et implémentation de notre maquette :

L’aspect général de notre application se résume dans la figure ci-dessous, où nous avons apporté une architecture qui permet à l’utilisateur d’interagir et de communiquer avec un serveur des informations qui sont propres au système (parking), d’une autre manière nous allons créer une relation clients/serveur qui se compose d’un programme client qui envoie des demandes à un serveur contenant un programme qui permet de router et d’exécuter les requêtes produites par les clients.

Donc, nous allons créer une interface graphique sous Android, pour contenir notre application dans le coté client, cette interface permet à l'utilisateur d'obtenir en temps réel l'état de l'ensemble des capteurs placés sur le parking et de les visualiser sous forme simplifiée pour être compris par le client, et elle permet aussi d'envoyer des commandes pour réserver des places avec précision de temps d'arrivée. Toutes ces communications se font à travers un réseau internet basé sur un serveur web(Firebase) embarqué dans le NodeMCU.

La figure suivante illustre le schéma général de fonctionnement du système de notre projet.

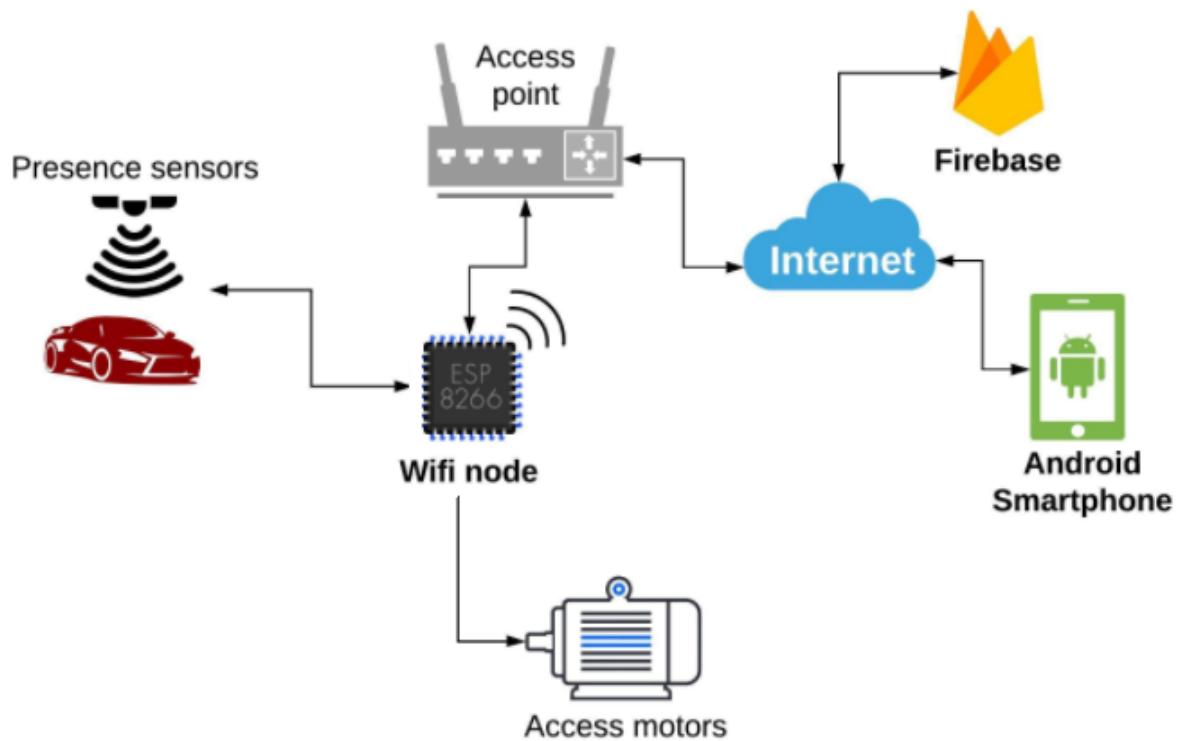


FIGURE 27 – Schéma générale de notre Smart Parking

III.4.1 Circuit :

Dans cette partie, On a utilisé FRITZING afin de pouvoir réaliser le circuit principal du prototype.

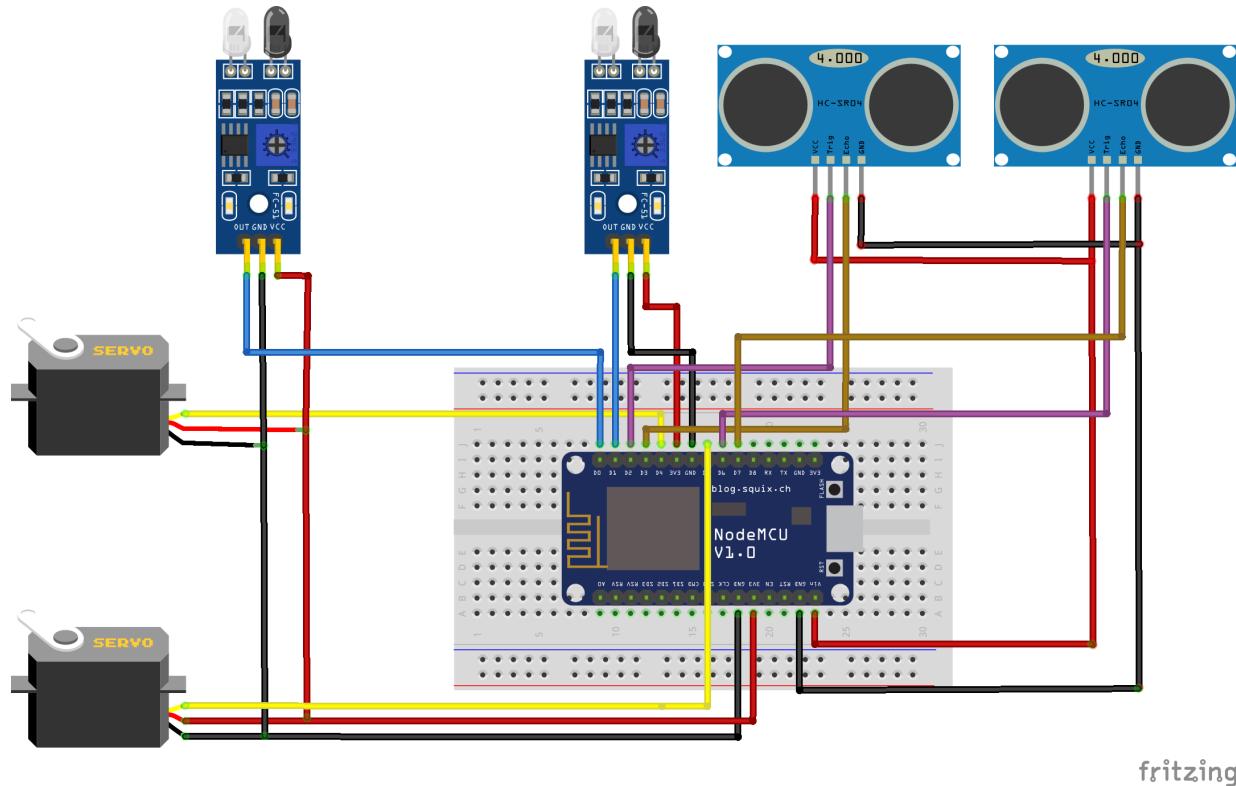


FIGURE 28 – Circuit générale du projet

Dans ce système de stationnement intelligent, on a utilisé 4 capteurs et deux servomoteurs. Les capteurs et les servomoteurs sont connectés au NodeMCU qui contrôle le processus complet et envoie les informations de disponibilité à Firebase avec un code bien précis afin qu'il puisse être surveillé de n'importe où dans le monde à l'aide de cette plate-forme. Deux capteurs infrarouges sont utilisés aux portes d'entrée et de sortie afin de détecter les voitures aux portes d'entrée et de sortie et d'ouvrir et de fermer automatiquement la porte.

Deux servomoteurs sont utilisés comme porte d'entrée et de sortie, donc chaque fois que le capteur infrarouge détecte une voiture, le servomoteur tourne automatiquement de 0° à 90° , et après un délai, il revient à sa position initiale. Trois autres capteurs ultrasons sont utilisés pour détecter si l'emplacement de stationnement est disponible ou occupé et envoyer les données à NodeMCU.

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <Servo.h>
#include <FirebaseArduino.h>
#define FIREBASE_HOST "https://test-1d156.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH "D0YJYzjvqq5uGliaqltis6YUzbWReIOqPZNS1t"
#define WIFI_SSID "ABC" //Wifi name
#define WIFI_PASSWORD "12345678h" //Password for wifi
String fireAvailable = "";

Servo myservo; //servo as gate
Servo myservos; //servo as gate
#define trigPin1 4 //D2 (We Used GPIO Pin Number)
#define echoPin1 0 //D3
#define trigPin2 12 //D6
#define echoPin2 13 //D7
int count =0;
int pos, pos1 ;
int carEnter = D0; // entry sensor
int carExited = D1; //exited sensor
long duration1, duration2, distance1, distance2 ;

void setup() {
delay(1000);
Serial.begin (9600); // serial debugging
myservo.attach(D4); // servo pin to D4
myservos.attach(D5); // servo pin to D5
}

void loop() {
digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(10);

```

FIGURE 29 – Une partie de "Arduino Code"

III.4.2 Caractéristiques de notre maquette :

- Capacité de stationnement est de 2 véhicules.
- Deux barrières une à l'entrée l'autre à la sortie.
- Un capteur ultrason dans chaque place du parking.
- Deux capteurs infrarouges l'un à l'entrée et l'autre à la sortie du parking.
- Deux servomoteur pour l'ouverture et la fermeture des deux barrières.
- ESP8266 NodeMCU qui contrôle les autres composants.

III.4.3 L'application mobile :

Pour bien gérer et commander ce projet, on a utilisé l'application mobile YouParking qu'on développé avec MIT app Inventor.



FIGURE 30 – L'interface frontale

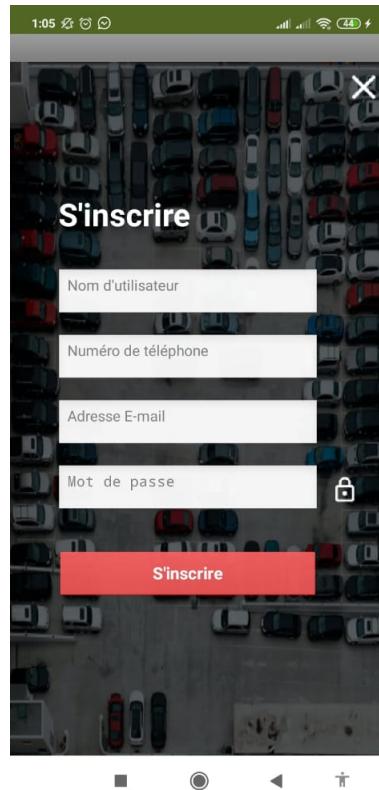


FIGURE 31 – L'interface d'inscription

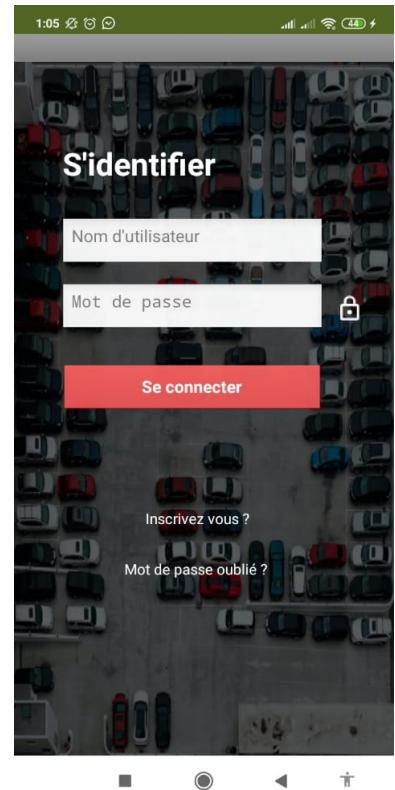


FIGURE 32 – L'interface de connexion

Les étapes de l'utilisation de l'application "YouParking" pour commander le prototype de smart parking :

Première étape :

- Nous devons ouvrir l'application.
- Nous devons s'inscrire en suivant la démarche d'inscription, puis de se connecter. (Les informations d'inscriptions sont stockées dans une base de données sur Firebase)

La figure suivante illustre l'interface « Home » de notre application Android qui s'affiche après la connexion.

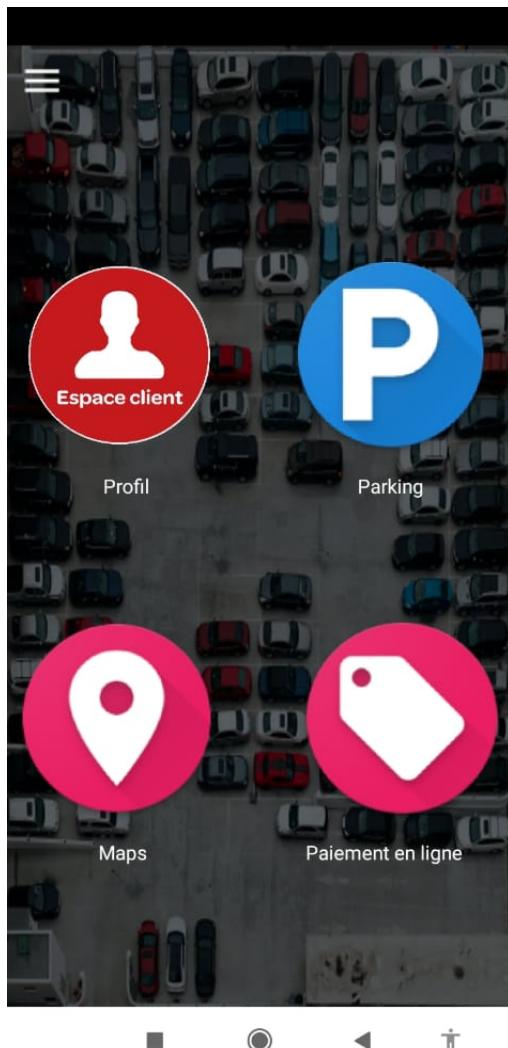


FIGURE 33 – L'interface « Home » de l'application Android

Deuxième étape :

- Nous cliquons sur le bouton « Maps » pour afficher le parking le plus proche de notre position. (On voit sur une carte géographique notre localisation ainsi que celle des parkings).

- Nous cliquons sur le bouton « Parking » pour afficher le nombre des places vacantes pour chaque parking. Il y'a trois parkings et chacun comporte 10 places de stationnement. Puisque le fonctionnement est le même pour chaque place de stationnement et vue de la complexité, on a utilisé qu'un seul parking avec 2 places de stationnement lors de la réalisation du circuit du prototype.
- Nous cliquons sur le Botton « Paiement en ligne » pour réserver une place et régler le paiement en ligne. (Pas encore développée)

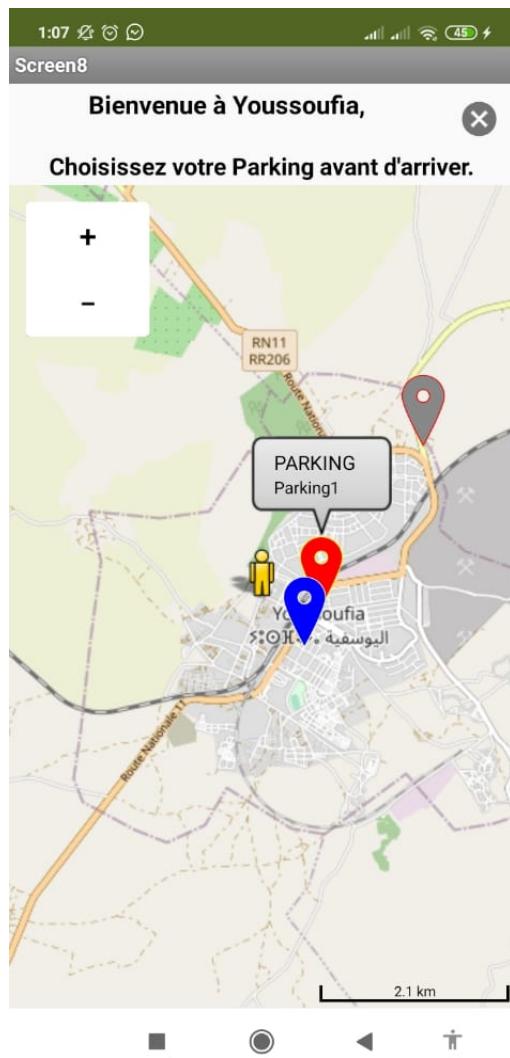


FIGURE 34 – L’interface de l’application lorsqu’on clique sur le bouton « Maps »



FIGURE 35 – L’interface de l’application lorsqu’on clique sur le bouton « Parking »

III.4.3 Expérience :

**Suite au confinement causé par la pandémie et de manque de matériels, l’expérience n’a malheureusement pas pu être menées à bien. **

CONCLUSION

L'objectif de ce projet est la réalisation d'une maquette d'un parking intelligent pour une perspective de l'implémenter dans le cas réel afin de diminuer le problème de la congestion urbaine et réduire l'impact écologique de l'émission de gaz à effet de serre (gaz d'échappements des véhicules). Nous s'appuyons sur les réseaux de capteur sans fil avec le système des cartes programmables ESP8266 NodeMCU ainsi que plusieurs capteurs et actionneurs (ultrason, infrarouge, servo moteur).

Au fil de ce document nous avons parlé sur l'Internet des Objets et sa relation avec le stationnement intelligent. Ainsi que les différentes technologies et outils Hardware et Software qui nous permet de bien comprendre le fonctionnement d'un système de stationnement intelligent.

Avec ce système, les usagers trouvent le meilleur espace libre, ce qui permet d'économiser du temps, de l'argent et de diminuer la pollution. La circulation devient donc plus fluide car il y aura moins de voitures qui circulent à la recherche d'une place de stationnement ouverte.

L'industrie du stationnement intelligent continue d'évoluer avec la croissance des villes. Ainsi que le développement des technologies de l'IoT qui continue d'être au cœur du développement du stationnement intelligent, une grande variété d'autres innovations technologiques permettent des systèmes plus souples tels que les caméras, communications sans fil, l'analyse de données, étiquettes RFID et les algorithmes avancés.

En effet, Le coût de la construction , les aspects de sécurité de notre système ainsi que la mise en œuvre du système proposé à grande échelle dans le monde réel restent des points à étudier dans ce projet.

Bibliographie

- [1] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Villeintelligente>
- [2] <https://www.objetconnecte.net/>
- [3] <https://www.electronique-mixte.fr/>
- [4] <https://www.lemagit.fr/>
- [5] www.defarsci.org/arduino-utilisation-dun-capteur-ultrason
- [6] <http://www.soteca-electric.com/parking-intelligent.asp>
- [7] <https://festivalnezrouges38.fr>