

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE
Département : ELECTRONIQUE
Domaine : SCIENCES ET
TECHNIQUES
Filière : AUTOMATIQUE
Spécialité : AUTOMATIQUE ET
INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Thème:

**Etude, conception et réalisation d'un système de
stationnement intelligent**

Présenté par : KHETTABI Abderrahmen Yacoub
BENCHETIOUI Raouia Nihed

Encadrant : DEBBACHE Nasr Eddine

Prof

UBM ANNABA

Jury de Soutenance :

LAKEL Rabah	Prof	UBM ANNABA	Président
DEBBACHE Nasr Eddine	Prof	UBM ANNABA	Encadrant
LAFIFI Mourad	M.C.A	UBM ANNABA	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

Avant d'enchaîner ce travail, il nous est important de le commencer avec ces remerciements.

Tout d'abord, Dieu merci de nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce travail.

On tient à exprimer nos sincères gratitude et remerciements à monsieur N. DEBBACHE pour sa confiance, ses conseils et son aide durant tout le long de ce chemin, et on espère être à la hauteur de ses espérances.

On remercie ainsi les membres de jury messieurs R. LAKEL et M. LAFIFI d'avoir accepté d'examiner le contenu de ce mémoire.

Pour finir, on aimerait remercier P.R.I.N.T.3 pour son aide en impression des composants nécessaires, ainsi que toute personne qui a contribué à la réussite de ce travail, de près ou de loin.

A nos familles, nos amies et tous ceux qui nous ont chers, merci d'avoir toujours été présents, pour votre soutien, vos encouragements et votre amour.

DEDICACES

Après tant d'efforts, j'aimerais dédier ce travail à les êtres les plus chers à mes yeux, mes parents qui ont toujours crus en moi et n'ont jamais cessé de prier pour ma réussite.

A mes sœurs pour leurs encouragements et leur soutien tout le long du chemin.

A tous mes amis en témoignage de l'amitié sincère qui nous lie.

A mes collègues pour tous ces bons moments qu'on a passé ensemble pendant ces années d'études.

Merci pour votre aide et votre présence.

Yacoub

DEDICACES

« A la mémoire de mon père qui a quitté tôt ce monde, mais qui continue de vivre dans le mien...

A ma mère pour sa patience, ses sacrifices, et son amour...

Que ce travail soit le meilleur cadeau que je puisse vous offrir. »

Nihed

Table des matières

Résumé.....	i
Abstract.....	ii
ملخص.....	iii
Introduction Générale.....	iv

CHAPITRE I : Généralités sur la gestion du stationnement

1. Introduction et objectif	1
2. Le stationnement	1
2.1. Définition	1
2.2. Parkings et aires de stationnement	1
2.3. Différents types des parkings.....	1
2.3.1. Les parkings de surface	1
2.3.2. Les parkings souterrains	2
2.3.3. Les parkings aériens	2
2.3.4. Les parkings automatiques	3
3. Notion d'automatisation et systèmes automatisés.....	4
3.1. Définition	4
3.2. Pourquoi l'automatisation ?	4
3.3. Structure des systèmes automatisées	4
3.4. Avantages et inconvénients de l'automatisation	5
4. Stationnement Intelligent.....	5
4.1. Notion d'intelligence	5
4.2. Gestion intelligente des parkings	5
4.3. Les systèmes intelligents dans la gestion du stationnement	6
4.4. Avantages.....	7
5. Conclusion	7

CHAPITRE II : Architecture matérielle et logicielle

1. Introduction.....	8
2. Les agacements du stationnement	8
3. Cas d'étude.....	10
3.1. Présentation du modèle.....	10
3.2. Modélisation des processus par Grafcet	12

3.2.1.	Présentation du Grafcet	12
3.2.2.	Gestion d'ouverture/fermeture des barrières	12
3.2.3.	Grafcet du cycle de placement du vehicule	13
3.2.4.	Grafcet de récupération du vehicule.....	14
4.	Architecture matérielle	15
4.1.	Carte Arduino.....	16
4.1.1.	Définition.....	16
4.1.2.	Types de cartes Arduino	16
4.1.3.	Constitution de la carte Arduino MEGA.....	17
4.2.	Les capteurs	18
4.2.1.	Capteur Infrarouge	18
4.2.2.	Principe de fonctionnement du capteur IR	19
4.3.	Servomoteur.....	19
4.3.1.	Principe de fonctionnement	19
4.4.	Moteurs pas à pas	20
4.4.1.	Composants électriques	20
4.4.2.	Principe de fonctionnement	20
4.5.	Diode électroluminescente.....	21
4.6.	Bouton pulse	21
5.	Architecture logicielle	21
5.1.	IDE Arduino.....	21
5.2.	Algorithme globale.....	22
6.	Conclusion	23

CHAPITRE III : Réalisation et fonctionnement à l'essai

1.	Introduction.....	24
2.	Fonctionnement.....	24
3.	Schémas électriques	25
4.	Modélisation de la structure.....	26
5.	Impression 3D	29
6.	Montage matériel.....	30
7.	Conclusion	31
	Conclusion générale.....	32
	Bibliographie.....	33
	Annexes.....	35

1. Formulaire « Les agacements de stationnement »	35
2. Programme Arduino	38

Liste des figures

Figure I-1 Parking de surface	2
Figure I-2 Parking souterrain	2
Figure I-3 Parking aérien / en silo	3
Figure I-4 Parking automatisé : a) Rotatoire / b) Verticale.....	3
Figure I-5 Structure des systèmes automatisés	4
Figure I-6 Modèle de gestion intelligente d'un parking	7
Figure I-7 Système de placement et de récupération du vehicule en forme verticale	7
Figure II-1 Statistiques des questions 1, 2, 3, 6 et 7	9
Figure II-2 Structure globale du projet.....	10
Figure II-3 Schéma explicatif des emplacements des capteurs.....	10
Figure II-4 Identification des capteurs	11
Figure II-5 Processus de système de stationnement.....	11
Figure II-6 Grafcet de la barrière d'entrée	12
Figure II-7 Grafcet de la barrière de sortie.....	12
Figure II-8 Conditions d'activation des barrières	13
Figure II-9 Conditions de montée et de descente de l'ascenseur.....	13
Figure II-10 Grafcet du placement du vehicule	14
Figure II-11 Grafcet de récupération du vehicule	15
Figure II-12 Schéma fonctionnel du déroulement du cycle.....	16
Figure II-13 Carte Arduino MEGA.....	17
Figure II-14 Schéma d'un capteur classique.....	18
Figure II-15 Capteur de proximité infrarouge.....	18
Figure II-16 Constituants d'un servomoteur	19
Figure II-17 Schéma de principe d'un servomoteur	20
Figure II-18 Deux différents types des boutons pulse	21
Figure II-19 Programme ouverture barrière.....	22
Figure II-20 Programmes de placement et récupération de la voiture.....	22
Figure III-1 Représentation électrique du prototype.....	25

Figure III-2 Plateau servant à contenir le vehicule	26
Figure III-3 Pièce assurant le mouvement linéaire	26
Figure III-4 Roue dentée assurant le mouvement rotatoire.....	26
Figure III-5 Transmission du mouvement rotatoire en mouvement linéaire pour assurer le déplacement vertical du plateau	27
Figure III-6 Pièce assurant le déplacement horizontal	27
Figure III-7 Roue dentée servant pour le déplacement du plateau	27
Figure III-8 Dispositif pour le déplacement horizontal	28
Figure III-9 Dispositif complet assurant le déplacement du vehicule	28
Figure III-10 Différents composants imprimés en 3D	29
Figure III-11 Structure finale du prototype	30
Figure III-12 Montage ascenseur	30
Figure III-13 Voie d'entrée du parking	31

Résumé

La population urbaine connaît une croissance rapide, le nombre de propriétaires de véhicules ne fait qu'augmenter et la demande reste largement supérieure à l'offre. Cette situation fait que routes, rues et ruelles sont encombrées de voitures et trouver une place ou se garer devient un véritable calvaire.

Les parkings publics ont leur lot d'inconvénients et ne répondent que partiellement à ces problèmes : espaces de stationnement restreints et rapidement saturés, manque de sécurité, perte de temps considérable en recherche de place de parking etc...

L'objectif de ce travail est de créer un prototype de parking automatisé intelligent, possédant un système de stationnement avancé. Ce système fait en sorte de placer le véhicule, après l'avoir fait entrer dans le parking, dans une place préalablement détectée comme étant libre, le tout sans intervention humaine. La récupération du véhicule à la sortie se fait tout aussi automatiquement.

Notre maquette est sous forme de bâtisse verticale, afin d'améliorer la gestion du parking en optimisant le nombre de places disponibles et en facilitant le stationnement.

La réalisation de ce prototype s'est faite à l'aide d'une carte Arduino Méga, de capteurs et d'actionneurs comme les moteurs pas à pas et les servomoteurs qui assurent le déplacement du véhicule dans le parking.

Mot clés : Parking automatisé, Parking intelligent, Gestion des parkings, Système de stationnement automatique

Abstract

The population density in urban areas is constantly rising. The number of vehicle owners is increasing exponentially. The demand for cars is far superior to the offer. This led to streets overcrowded with cars and the availability of parking spaces became an arduous task.

Public car parks now have a lot of disadvantages and only offer a partial solution to the problems met: Important spaces are used by parking lots, lack of security, loss of time in the search for a parking spot, etc.

The objective of this work is the creation of a prototype of a smart automated parking lot, thanks to an advanced parking system that will get rid citizens of all these problems. This system will place the vehicle, after entering the car in the parking lot, in a space that has been detected as free for use, without any human intervention. Retrieving the vehicle before leaving will be just as automatic and effortless.

Our model takes the shape of a vertical building, which will optimize the parking management by giving more space and facilitating the parking process.

The realization of this prototype is based on the Arduino Mega card, sensors and actuators such as stepper motors and servomotors that ensure the movement of the vehicle in the parking lot.

Keywords: Automated parking, Smart parking, Parking management, Automated parking system,

ملخص

يتزايد عدد سكان الحضر بسرعة، ويزداد عدد مالكي المركبات و لا يزال الطلب يفوق العرض بكثير. مما يؤدي هذا الوضع الى ازدحام الطرق والشوارع والأزقة بالسيارات، حيث أصبح العثور على مكان لوقف هذه الاخيرة محنة حقيقية.

مواقف السيارات العامة لها نصيبها من العيوب ولا تستجيب إلا جزئيًا لهذه المشاكل: أماكن وقوف السيارات محدودة وسريعة التشبع، انعدام الأمن، إهدار كبير للوقت في البحث عن مكان لوقف السيارة، وما إلى ذلك.

الهدف من هذا العمل هو إنشاء نموذج أولي لموقف سيارات أوتوماتيكي ذكي، مع وجود نظام متقدم لركن السيارة. يتأكد هذا النظام من وضع السيارة، بعد دخولها الى الموقف، في المكان الشاغر الموجود فيه، وكل ذلك دون تدخل بشري. يتم استرداد السيارة عند المخرج تلقائيًا بنفس الطريقة.

نموذجنا على شكل مبنى عمودي، من أجل تحسين إدارة مواقف السيارات من خلال كسب أكبر عدد من الأماكن المتاحة وتسهيل عملية الوقوف.

تم تحقيق هذا النموذج الأولي باستخدام بطاقة أردوينو ميغا، أجهزة استشعار ومختلف المحركات التي تضمن تحريك السيارة داخل الموقف.

الكلمات الدالة: موقف السيارات الآلي، موقف السيارات الذكي، إدارة مواقف السيارات، الأنظمة الذكية لمواقف السيارات.

Introduction générale

De nos jours, les moyens de transports et les véhicules plus précisément sont désormais un besoin primordial dont beaucoup de gens possèdent. Et pour cela, l'augmentation de la population urbaine et la congestion du trafic deviennent un souci très remarquable qui touche surtout les grandes villes un peu partout dans le monde.

Dû à cet encombrement, il devient très difficile de mettre ces véhicules en lieu sûr ou dans une place adéquate pour les garer. Cette tâche devient tellement frustrante pour de nombreux conducteurs au point qu'ils préfèrent désormais circuler à pied que de faire bouger leurs bolides, par peur de perdre du temps et de l'énergie ou de gaspiller du carburant à trop tourner au tour pour trouver un endroit vacant.

Grâce à l'évolution des technologies, on peut désormais créer des systèmes de stationnement plus pratique, plus intelligents, avec moins d'espace et qui facilitent cette tâche quotidienne aux conducteurs.

Au regard du congestion urbaine dû à la rareté d'espace et à l'accroissement du parc automobile, il devient nécessaire de penser la ville, non plus dans l'horizontalité mais dans la verticalité, d'où la conception d'espaces de stationnement automatiques verticaux, ce à quoi s'attache notre thème.

Ce mémoire est structuré en 3 parties :

Le premier chapitre constitue une étude de l'état de l'art sur la gestion des parkings et une vue globale sur les différentes technologies pouvant résoudre les problèmes de stationnement.

Le deuxième chapitre consiste l'architecture matérielle et logicielle utilisés dans le cadre de ce projet ainsi que la relation fonctionnelle entre les différents éléments.

Le dernier chapitre s'intéresse au côté pratique et aux essais de simulations de la maquette réalisée.

CHAPITRE I

Généralités sur la gestion du stationnement

1. Introduction et objectif

Habituellement, la gestion des parkings se fait manuellement grâce à des agents présents sur place, mais dû à l'augmentation des moyens de transport qui provoque de nos jours un embouteillage remarquable au niveau de la circulation, la simple tâche de stationnement deviens un souci inquiétant.

Cette partie s'intéresse à bien mettre en évidence la problématique de stationnement. Elle passera en revue les différentes technologies, configurations et modes opératoires adaptés pouvant soulager ce problème.

2. Le stationnement

2.1. Définition

Le stationnement fait référence à l'état d'immobilité d'un véhicule pour une durée plus ou moins longue [1]. C'est un objet complexe à bien des égards, il doit être alors géré et réglementé pour beaucoup de considérations. D'abord, il faut se conformer aux normes précises du stationnement, au partage de responsabilité entre usagers et collectivités en ce qui concerne l'occupation des espaces.

2.2. Parkings et aires de stationnement

Un automobiliste a toujours besoin d'un endroit où garer son automobile en toute tranquillité et sécurité, et les parkings sont fait pour satisfaire ce besoin. [2]

Un parking ou une aire de stationnement sont des espaces aménagées ou des bâtiments spécifiques construits pour stationner des véhicules [3], on les trouve un peu partout : endroits ou bâtiments publiques, lieux de travail, quartiers populaires... et ils peuvent être privés ou publiques.

2.3. Différents types des parkings

Il existe plusieurs types dont les suivants :

2.3.1. Les parkings de surface

Ce type de parking est un simple enrobé de surface qui se situe à l'extérieur et dont les emplacements de stationnement sont directement marqués au sol, on l'on trouve en zones de faibles ou moyenne densité. Il se caractérise par sa facilité d'accès et le fait qu'il est le plus économique, figure I-1. [3]



Figure I-1 Parking de surface

2.3.2. Les parkings souterrains

Ce type de parking est un espace fermé qui peut atteindre plusieurs sous niveaux, et chaque niveau s'apparente à un parking classique. Il est entrecoupé de nombreux poteaux pour assurer la stabilité et contient des rampes qui permettent de circuler entre les niveaux. Son principal atout est qu'il permet d'économiser du foncier, figure I-2.

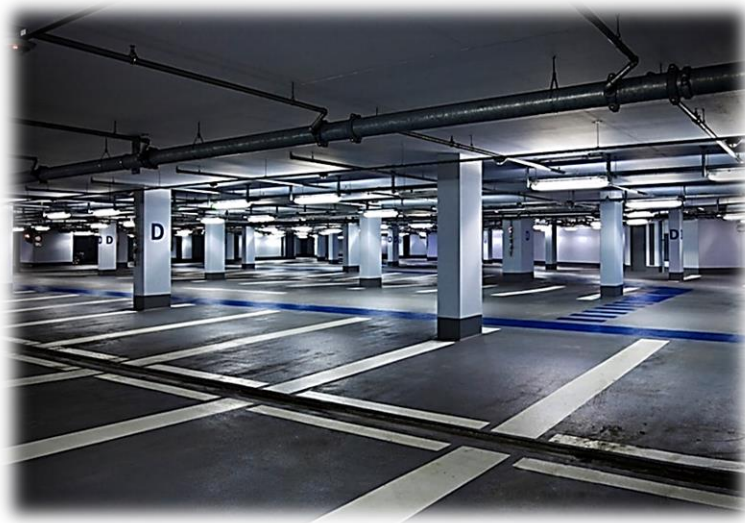


Figure I-2 Parking souterrain

2.3.3. Les parkings aériens

Aussi appelé parkings à étages ou en silo, sont des bâtisses construites en extérieur et peuvent atteindre des hauteurs de plusieurs niveaux, figure I.3.

Le mode de fonctionnement de ces parkings ressemble à celui des parkings souterrains, avec comme différence qu'ils ne demandent pas autant de travaux de creusement des sols lors de la construction [3]. Il présente des avantages économiques, sécuritaires, et écologique.



Figure I-2 Parking aérien / en silo

2.3.4. Les parkings automatiques

Ce sont généralement des ouvrages souterrains ou en élévation dont les rampes sont remplacées par des systèmes de levage et de translation automatiques, et qui permettent de gérer automatiquement le stationnement des véhicules à l'intérieur sans avoir besoin de l'interventions du conducteur [4], figure I.4.

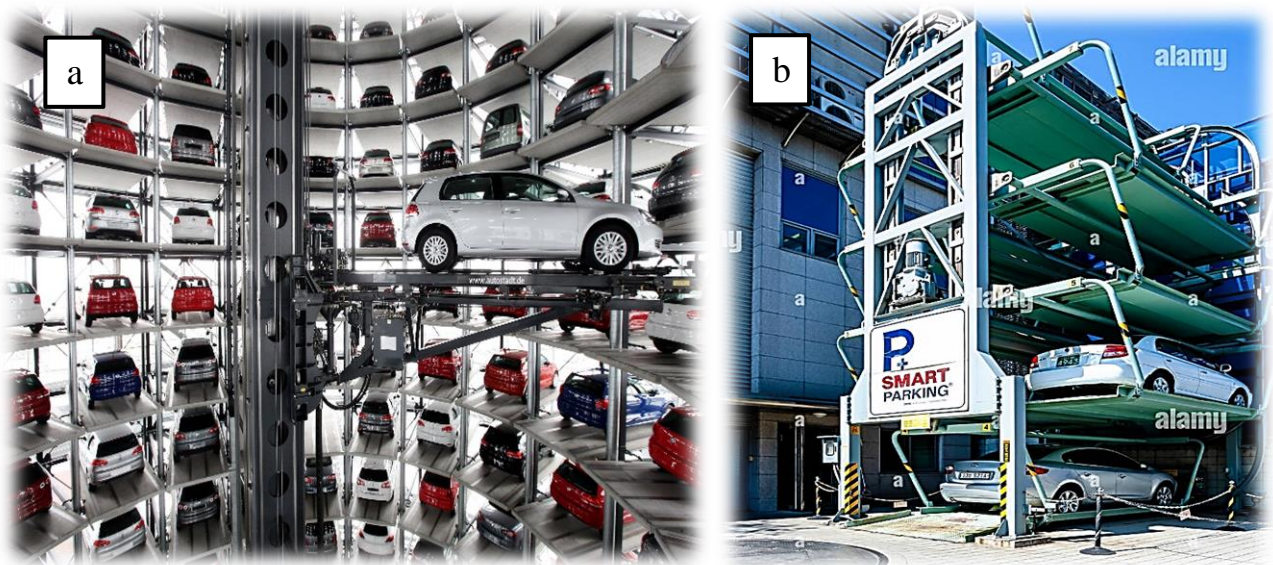


Figure I-3 Parking automatisé : a) Rotatoire

b) Verticale

Avec l'avancement de la technologie, ces parkings automatisés sont désormais la solution la plus innovante et évidente en réponse aux contraintes de stationnement.

3. Notion d'automatisation et systèmes automatisés

3.1. Définition

L'automatisation consiste à « rendre automatique » les opérations qui exigeaient auparavant une intervention humaine.

Elle englobe le déroulement du processus des machines, des instruments ou d'autres technologies de façon autonome, d'où il est possible d'en atteindre des degrés différents selon la complexité des installations requises.

Ces systèmes automatisés sont une combinaison de hardware et de software qui permet de surveiller des processus en temps réel et d'identifier les problèmes qui arrivent tout en les ajustant rapidement.

3.2. Pourquoi l'automatisation ?

Cette technique vise à éliminer le taux d'erreur et les tâches répétitives, améliorer les conditions et la qualité globale d'un produit et la sécurité plus précisément, simplifier le travail de l'humain, ainsi qu'à accroître la productivité... Et tout cela en simplifiant les décisions à donner aux machines avec certains critères (organisation, gestion, optimisation). [5]

3.3. Structure des systèmes automatisés

Un système automatisé est composé de 2 parties : *partie Commande* et *partie Opérative*, figure I-5.

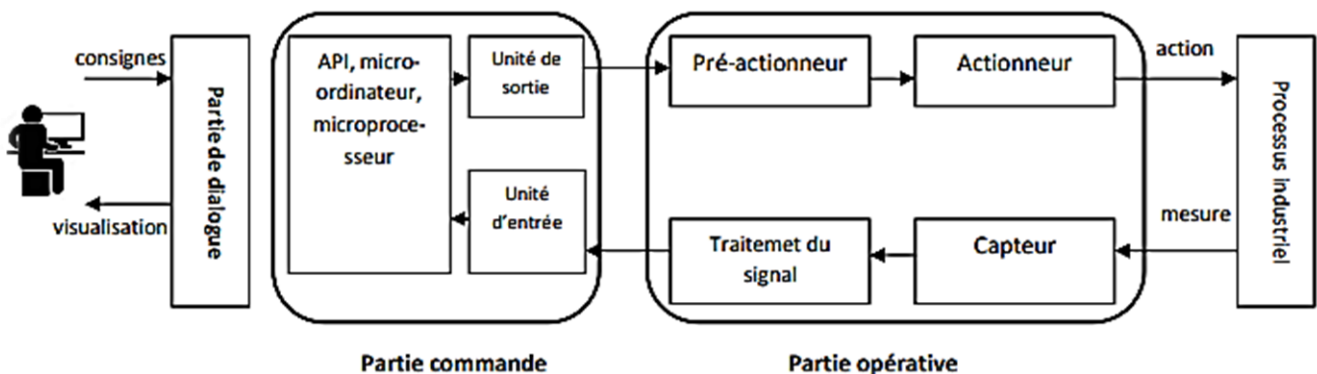


Figure I-5 Structure des systèmes automatisés

- *Partie commande* : Ou ce qu'on appelle chaîne d'information, c'est la partie qui reçoit et traite les informations de l'extérieur et permet d'émettre l'ordre vers la partie opérative.
- *Partie Opérative* : Ou chaîne d'énergie et c'est celle qui exécute les ordres et effectue le travail. Elle comporte des actionneurs et des capteurs. [6]

3.4. Avantages et inconvénients de l'automatisation

Depuis l'arrivée de la technologie d'automatisation dans l'industrie, plusieurs avantages se sont apparus dont on peut citer les suivants :

- Réduction du taux d'erreurs dû à la diminution de l'utilisation manuelle des tâches répétitives.
- Augmentation de la productivité grâce à l'automatisation des processus ce qui contribue à améliorer l'efficacité.
- Amélioration de la qualité du produit.
- Gain du temps et d'argent en réduisant les risques et les pertes ce qui pousse à consacrer plus de temps en innovation et en production.
- Renforcement de la sécurité grâce à la création des plateformes et bases de données fonctionnant en temps réel. [7]

En contrepartie, le souci principal avec cette technologie est le coût global. La complexité de ces systèmes rend plus difficile leur maintenance en cas de problème, ce qui force l'entreprise à devoir être prête à agir en cas de panne pour maintenir ses capacités opérationnelles.

Mais bien qu'il puisse être coûteux d'automatiser les processus d'utilisation, ça reste une technique qui en vaut la peine.

4. Stationnement Intelligent

A l'heure où les villes se destinent à résoudre les problèmes du stationnement automobile en leurs centres, les parkings intelligents apparaissent comme la solution principale pour y parvenir.

« Smart parkings » est une technologie moderne intégrée dans un espace urbain, qui permet de résoudre les soucis qui peuvent faire face aux conducteurs dû au stationnement.

4.1. Notion d'intelligence

L'intelligence est l'intégration de la perception, du comportement de la détection, de la planification et de l'action sur un système afin de réussir à atteindre son objectif. Elle est généralement définie comme la capacité d'un système dit intelligent à adapter son comportement aux contraintes de son environnement. [8]

4.2. Gestion intelligente des parkings

La gestion d'un parking nécessite une mise en place des techniques adaptées ainsi qu'une configuration des lieux pour une organisation optimale.

Une gestion automatique et intelligente devient désormais essentielle pour rentabiliser les espaces de stationnement. C'est une technologie innovante capable de gouverner et d'analyser toutes les activités et les processus reliées à un parking.



Figure I-6 Modèle de gestion intelligente d'un parking

4.3. Les systèmes intelligents dans la gestion du stationnement

L'intelligence des systèmes de stationnement est souvent basée sur leur automatisation.

Le principe le plus répandu de ces systèmes est d'équiper chaque place de stationnement avec un capteur capable de détecter la présence d'un véhicule en temps réel, puis d'informer sur la disponibilité des places, ce qui aidera à gagner du temps et de l'énergie.

Ils peuvent aussi contenir d'autres technologies comme le guidage des véhicules, la lecture des plaque minéralogiques (pour l'identification des véhicules), l'accès par systèmes RFID, paiement par application mobile, des détecteurs de fumées en cas d'accidents... Le stationnement deviendra alors très pratique et posera moins de problèmes. [9]

L'automatisation de ces systèmes mécaniques fonctionne pour le stockage et la récupération des voitures, ils sont dans la plupart des temps conçus en forme verticale pour minimiser les surfaces et maximiser le nombre de places de stationnement, ce qui fait qu'ils deviennent une nécessité dans les zones urbaines de nos jours.



Figure I-7 Système de placement et de récupération du véhicule en forme verticale

4.4. Avantages

Depuis l'arrives de ces systèmes intelligents automatiques, une grande partie des problèmes auxquels on est confrontés quotidiennement a été résolue. Grâce à leurs avantages qui contribuent à améliorer les services pour les usagers de la route, et dont on trouve :

- L'optimisation des espaces qui mène à une gestion meilleure des parkings dans les zones urbaines.
- Réussir à obtenir des informations précises en temps réel des places libres ou occupées ce qui entraîne un gain du temps et d'argent grâce à cette gestion améliorée.
- L'élimination de tout effort manuel grâce aux systèmes mécaniques conçus spécialement pour mettre automatiquement le véhicule dans l'endroit libre qui se trouve dans le parking, dans le but de maintenir son ordre efficacement.
- Assurer la sécurité routière et des véhicules à l'aide des caméras de surveillance, des systèmes d'automatisation et des rampes d'accès qui offrent une surveillance supplémentaire.
- Réduire la pollution et l'utilisation des carburant qui provoque l'émission des gaz toxiques, pour contribuer à une meilleure santé environnementale.
- Simplifier l'expérience du stationnement, faciliter la circulation et augmenter le fait de se déplacer librement pour satisfaire les usagers de la route. [10]

5. Conclusion

En se basant sur cette recherche et grâce aux informations et détails qu'on en a tirés, on peut conclure que l'un des défis pour résoudre les problèmes du congestionnement du stationnement est l'automatisation du processus. Cette démarche est une solution stratégique, économique et respectueuse envers l'environnement et ses habitants.

Aussi, la substance de la partie suivante s'articulera sur l'étude, la conception et la réalisation sous forme de maquette d'un parking automatique intelligent.

CHAPITRE II

Architecture matérielle et logicielle

1. Introduction

Avec les parkings automatiques, garer sa voiture n'a jamais été aussi simple, ce sont désormais le futur du stationnement. La bonne gestion de ces systèmes et leurs processus ont pour but de faire disparaître les désagréments des utilisateurs ce qui fait moins de stress et plus de temps à gagner.

Dans ce chapitre, on s'intéresse à l'architecture globale matérielle et logicielle à mettre en œuvre pour aboutir à la résolution de la problématique de stationnement.

2. Les agacements du stationnement

Au regard du problème de congestionnement de la circulation, nous avons voulu connaître au mieux les inquiétudes et les attentes des usagers. Pour cela, nous avons mis en place un questionnaire que les conducteurs vont renseigner.

Ce questionnaire s'articule essentiellement sur les aspects suivants :

- Q1 : Etes-vous quelqu'un de véhiculé ?
- Q2 : Avez-vous l'habitude de trainer avec quelqu'un de véhiculé ?
- Q3 : Arrivez-vous à trouver facilement des endroits de stationnement au centre-ville ?
- Q4 : En combien de temps vous arriver à trouver où vous stationner ?
- Q5 : Qu'est-ce que vous perdez en cherchant un endroit de stationnement ?
 - Temps
 - Patience
 - Energie
- Q6 : Les parkings publiques sont-ils assez utiles ?
- Q7 : Arriver-vous à sentir que votre véhicule est en sécurité là où vous l'avez laissé ?
- Q8 : Si non, vous a-il déjà arriver un incident dans un parking publique ou quelque part où vous avez laissé votre véhicule ?
- Q9 : Qu'est-ce que vous proposez comme solution à ce sujet ?
- Q10 : Que pensez-vous s'il y avait un parking intelligent qui fait le stationnement automatique pour vous ?

Sur une population de 71 personnes qui ont répondu à ce questionnaire, le traitement des réponses nous a conduit aux résultats suivants :

- R1+2 : La plupart des gens sont des personnes véhiculées, si ce n'est pas le cas, ils traînent sans aucun doute avec des personnes qui le sont.
- R3+4 : Ils trouvent tous des difficultés pour trouver un endroit ou se garer, parfois cela peut aller jusqu'à 20min de circulation autour et souvent ça finit sans succès.
- R5 : D'après les réponses, le temps n'est pas la seule chose à être perdue pendant le déroulement de cette action. Ces gens perdent leur temps, leur énergie et patience ainsi que leur argent que ce soit en liquide ou en cours du gaspillage du carburant.
- R6+7+8 : Après avoir enfin trouver une place, il est très rare que ces gens arrivent à sentir que c'est un endroit de sécurisé en raison de tous les accidents qui peuvent arriver ou qui se sont peut-être déjà arriver à certains.

Car en leurs demandant s'ils en ont déjà eu, les affirmations étaient du genre : vols de rétroviseurs, égratignures, éraflures sur les portes, frottement de stationnement des autres, frôlement et endommagement de la peinture, casse des vitres...

- R9+10 : En conclusion et d'après les suggestions des personnes sur ce qu'ils préfèrent voir comme solution, on a eu deux catégories de réponses : La première est celle de ceux qui ont proposé d'améliorer la sécurité des parkings publics avec des caméras de surveillance un peu partout, ainsi que de définir des agents de gardes qualifiés et plus compétents pour assurer leur travail.

La 2eme tranche qui était majoritaire a encouragée la réalisation des bâtiments de parkings à étages, souterrains ainsi que les parking intelligents verticaux plus précisément.

Le tableau de la figure II-1 représente les statistiques des questions nécessitant des réponses par Oui / Non :

	Questions	Oui	Non
Q1	Etes-vous quelqu'un de véhiculé ?	46	25
Q2	Avez-vous l'habitude de trainer avec quelqu'un de véhiculé ?	64	7
Q3	Arrivez-vous à trouver facilement des endroits de stationnement au centre-ville ?	9	62
Q6	Les parkings publics sont-ils assez utiles ?	41	30
Q7	Arriver-vous à sentir que votre véhicule est en sécurité là où vous l'avez laissé ?	19	52

Figure II-1 Statistiques des questions 1, 2, 3, 6 et 7

Analyse du tableau

D'après le tableau des réponses précédent :

- Presque 65% des personnes qui ont répondu possèdent des voitures.
- Qu'ils en possèdent ou pas, 90% de ces gens trainent avec des personnes véhiculées
- Environ 87% de ces personnes trouvent difficilement où se stationner.
- Quant aux parkings publics, presque 60% des gens n'en valident pas l'utilité.
- Ce qui fait et d'après les réponses, environs 73% de ceux qui ont répondu trouvent que ces parkings publics ne sont pas assez sécurisés pour leurs véhicules.

A partir de ces résultats, on a décidé de mettre en évidence ces exigence et contraintes pour créer un système automatique qui guide l'utilisateur à mettre son automobile dans la place où elle doit être sans devoir faire d'effort.

3. Cas d'étude

Ce projet combine les capacités matérielle et logicielle en un seul système automatique intégré.

Le système recherché vise en premier lieu à se débarrasser de tout souci pouvant faire face à un conducteur tout en améliorant la gestion des parkings. C'est un système basé sur une carte Arduino qui sert à traiter et à contrôler l'ensemble du fonctionnement (mouvement des barrières d'entrée et sortie, fonctionnement des actionneurs et des capteurs...).

3.1. Présentation du modèle

La structure globale du parking envisagé est représentée sur le schéma de la figure II-2 :

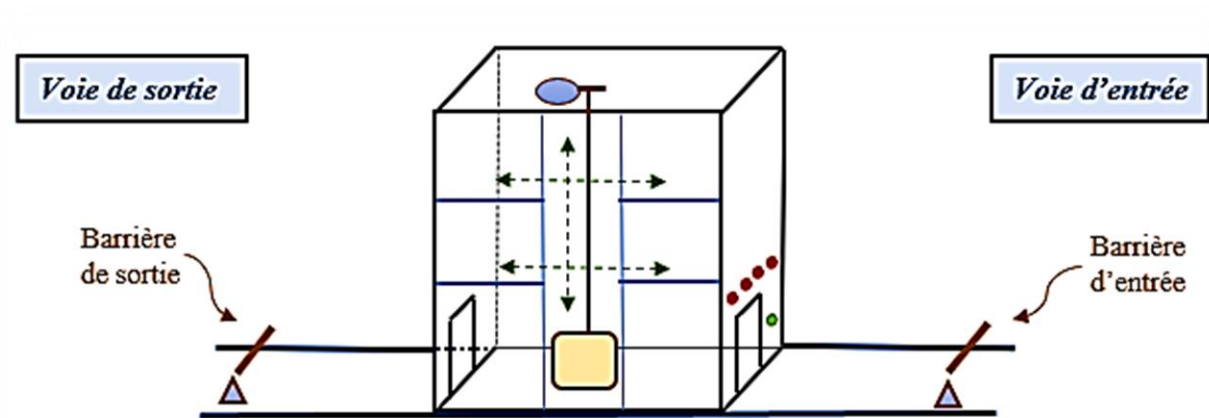


Figure II-2 Structure globale du projet

Il contient deux voies : une pour l'entrée des véhicules et une autre pour la sortie.

Des capteurs Infrarouge sont présents dans chacune de ces voies pour détecter la présence de véhicule devant la barrière. Le système de barrière ne peut s'ouvrir pour permettre l'entrée d'un véhicule que s'il y a disponibilité de place.

D'autres capteurs se trouvent dans chaque place de stationnement pour renseigner de la vacance des places. Ainsi que dans l'ascenseur pour détecter la présence du véhicule.

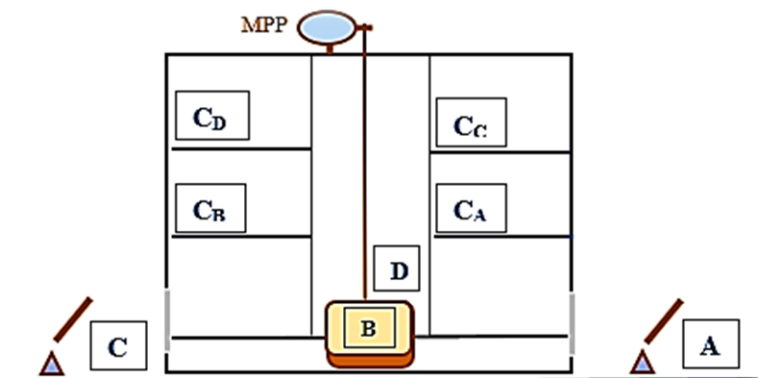


Figure II-3 Schéma explicatif des emplacements des capteurs

Capteurs	Fonctionnement
A	Capteur de la barrière d'entrée.
B	Capteur de l'ascenseur.
C	Capteur de la barrière de sortie.
D	Capteur de l'étage 0.
C _A	Capteur de la place A.
C _B	Capteur de la place B.
C _C	Capteur de la place C.
C _D	Capteur de la place D.

Figure II-4 Identification des capteurs

Dans le schéma des figures II-3 et II-4, tous les capteurs sont identifiés et codifiés à leurs places respectives.

Lorsqu'un véhicule arrive près de la barrière d'entrée, il sera détecté par le capteur présent devant cette dernière. Le signal transmis à la carte ARDUINO sera traité pour l'ouverture de la barrière pendant un certain intervalle de temps et laissera entrer le véhicule.

Un détecteur de présence de véhicule est placé sur le plateau de l'ascenseur, une fois la voiture est détectée par ce premier, le propriétaire doit se retirer de son véhicule et valider un bouton d'acquiescement pour cela. En l'activant, le système prendra en charge, en autonome, le processus de stationnement.

Dès qu'une place vide est annoncée par le capteur qui a permis d'ouvrir la barrière, un moteur pas à pas fera monter l'ascenseur jusqu'à en arriver à l'étage et à la place détectée. Un servomoteur placé sous le plateau de l'ascenseur fera ensuite pousser une plaque un peu vers le haut pour faciliter le déplacement, et un deuxième moteur pas à pas servira à effectuer le déplacement à gauche ou à droite pour enfin placer le véhicule dans l'emplacement trouvé.

Le véhicule sera donc mis dans la place libre automatiquement grâce à l'automatisation du processus, figure II-5.

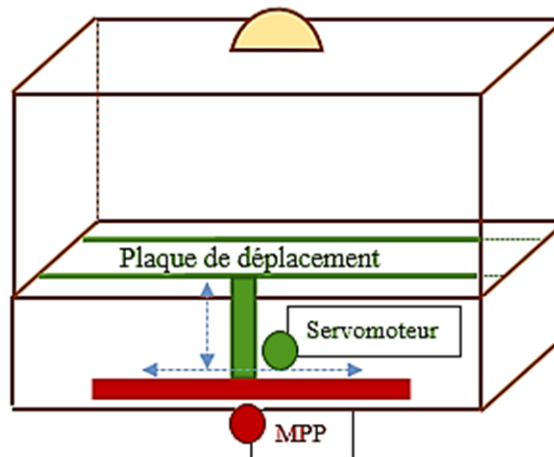


Figure II-5 Processus de système de stationnement

Une fois que c'est fait et que la voiture est bien placée, une led avec le numéro de la place s'allumera à l'entrée pour que le client puisse connaître l'emplacement de son véhicule, ce qui l'aidera à le récupérer à la sortie. On trouvera donc à l'entrée des leds aux nombres de places de stationnement dans le parking.

L'ascenseur revient après ça vers sa position initiale pour attendre une action suivante.

Dans le cas où toutes les places sont occupées, toutes les leds à l'entrée seront allumées et la barrière d'entrées ne s'ouvrira plus.

Pour récupérer son véhicule, des boutons au nombre de places se trouvent à la sortie du parking. Le propriétaire n'aura qu'à cliquer sur le bouton du numéro de la place qui s'est affichée sur les leds d'entrée.

Le même processus du placement se répètera donc pour la récupération, un signal sera envoyé par la carte Arduino aux moteurs pour faire monter l'ascenseur et récupérer le véhicule de la même façon dont il a été placé.

Enfin descendu et détecté par le capteur qui se trouve à la sortie, la barrière de sortie s'ouvrira et le véhicule pourra quitter le lieu.

3.2.Modélisation des processus par Grafcet

3.2.1. Présentation du Grafcet

Le grafcet est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automate, et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre les entrées et les sorties d'un système. [11]

3.2.2. Gestion d'ouverture/fermeture des barrières

Les grafcets qui expliquent le fonctionnement d'ouverture des barrières sont représentés par les figures II-6 et II-7 suivantes :

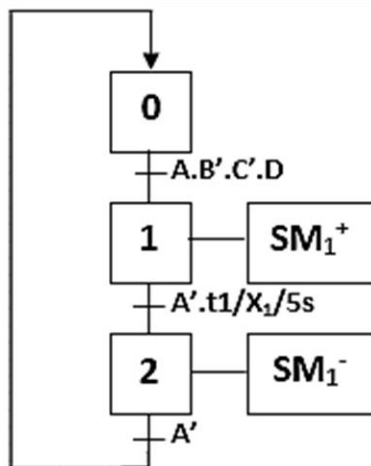


Figure II-6 Grafcet de la barrière d'entrée

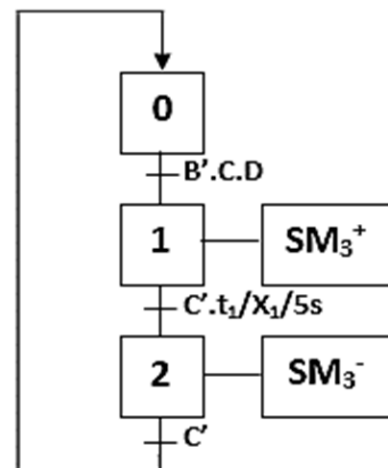


Figure II-7 Grafcet de la barrière de sortie

Cahier des charges

SM₁⁺ : Ouverture de la barrière d'entrée.

SM₃⁺ : Ouverture de la barrière de sortie.

SM₁⁻ : Fermeture de la barrière d'entrée.

SM₃⁻ : Fermeture de la barrière de sortie.

Condition d'activation de la barrière d'entrée	Condition d'activation de la barrière de sortie
<p>A=1 : Présence du véhicule à l'entrée.</p> <p>B=0 : Absence du véhicule dans l'ascenseur.</p> <p>D=1 : Présence de l'ascenseur dans l'étage 0.</p> <p>C=0 : Absence du véhicule à la sortie.</p> <p>a0'+b0'+c0'+d0'=R=1 : Présence d'au moins une place vide dans le parking.</p> <p>Si non R=0 : parking plein.</p>	<p>C=1 : Présence du véhicule.</p> <p>D=1 : Présence de l'ascenseur dans l'étage 0.</p> <p>B=0 : Absence du véhicule dans l'ascenseur.</p>

Figure II-8 Conditions d'activation des barrières

3.2.3. Grafcet du cycle de placement du véhicule

Dans le cadre de notre maquette, nous disposons de 4 places à occuper.

Aussi, la structure du cycle de placement de véhicules dans ces places, se fera par grafcet avec divergence en OU : selon les conditions d'accessibilité de chacune des places.

On donne les conditions et les actions du fonctionnement de ce cycle comme ceci :

Conditions de montée de l'ascenseur	Conditions de descente de l'ascenseur
<p>B=1 : Présence du véhicule dans l'ascenseur.</p> <p>D=1 : Présence de l'ascenseur dans l'étage 0.</p>	<p>D=1 : Présence de l'ascenseur dans l'étage 0.</p> <p>B=0 : Absence du véhicule dans l'ascenseur.</p> <p>C=0 : Absence du véhicule à la sortie.</p>

Figure II-9 Conditions de montée et de descente de l'ascenseur

La figure II-10 représente le grafcet d'état pour la voie d'entrée qui place la voiture dans sa position de stationnement.

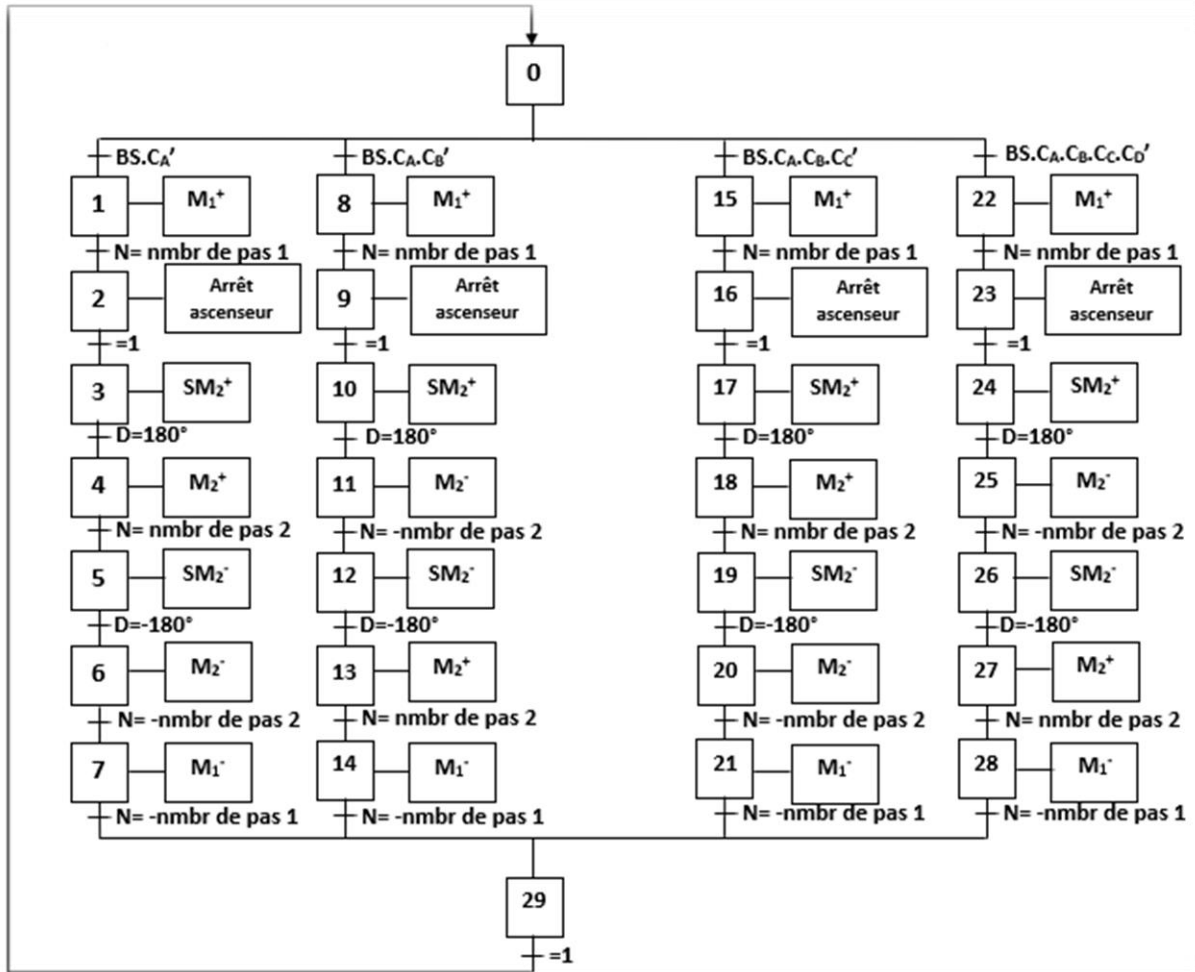


Figure II-10 Grafcet du placement du véhicule

3.2.4. Grafcet de récupération du véhicule

Dans le cadre de notre maquette, nous disposons de 4 places à occuper.

Aussi, la structure du cycle de récupération de véhicules de ces places, se fera par grafcet avec divergence en OU, et on représente le grafcet de la voie de sortie par la figure II-11 suivante :

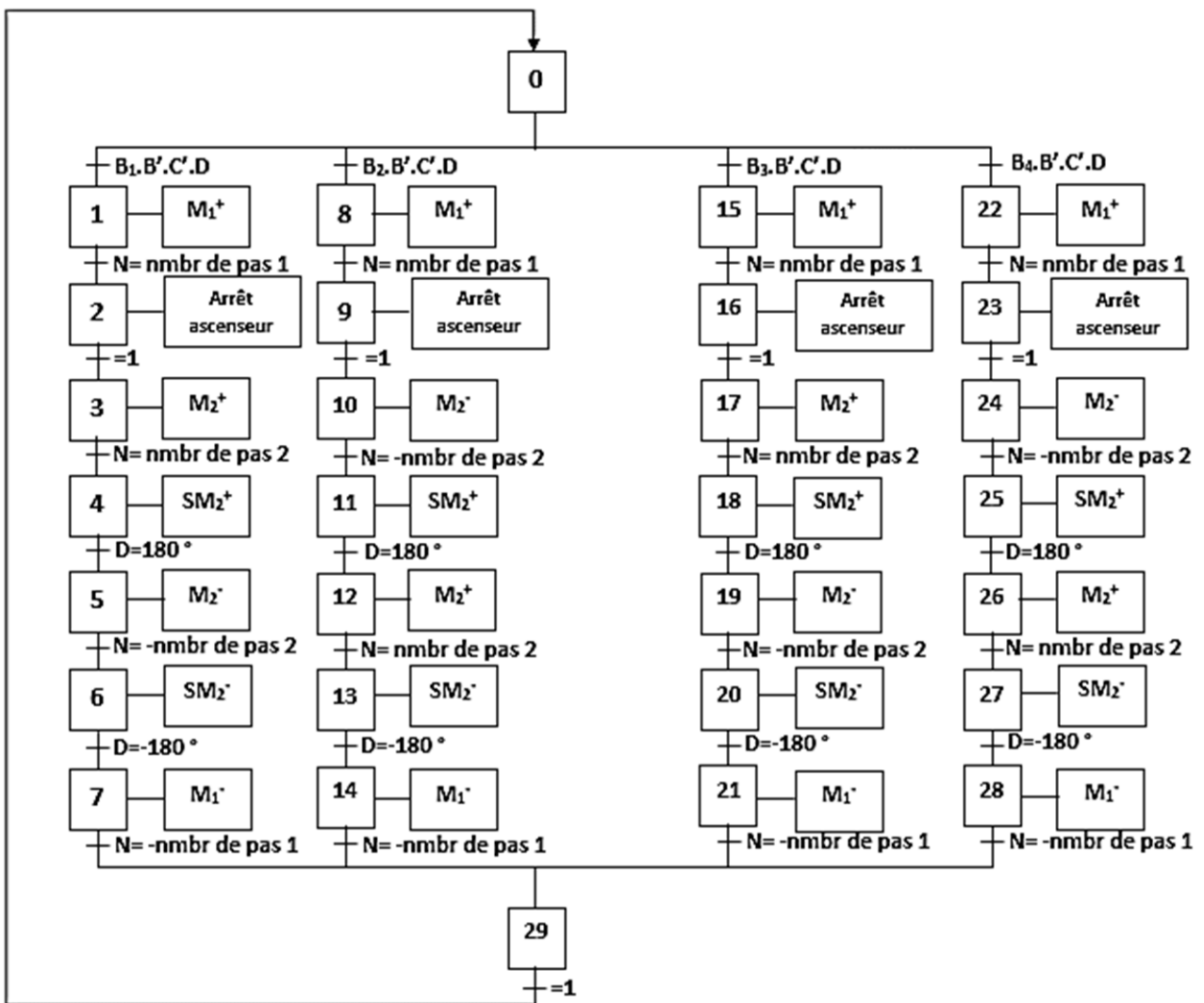


Figure II-11 Grafcet de récupération du véhicule

4. Architecture matérielle

Cette partie représente le côté Hardware qui résume les éléments de base utilisés dans ce projet. Le schéma de la figure II-12 représente la relation fonctionnelle entre les éléments de la maquette :

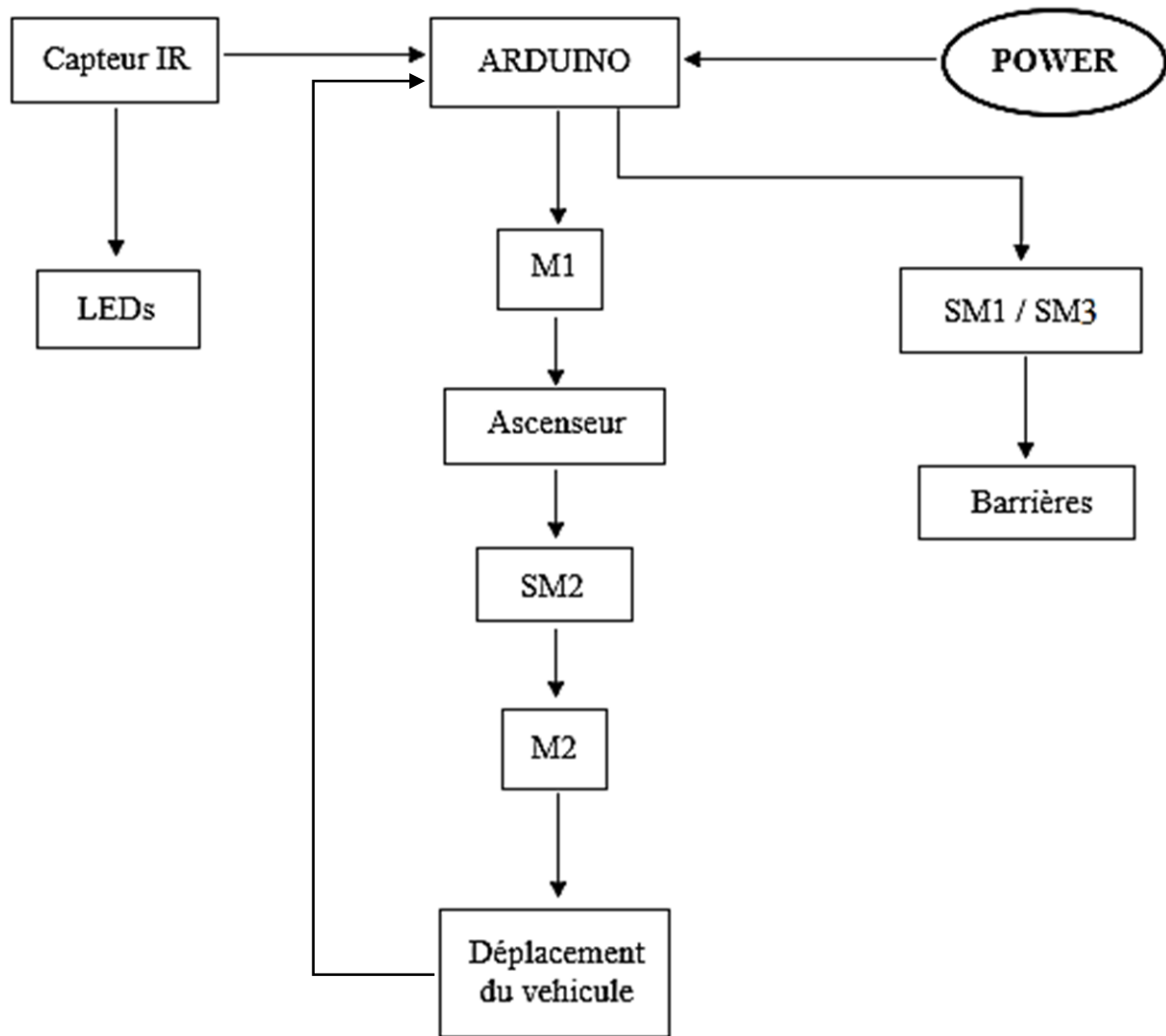


Figure II-12 Schéma fonctionnel du déroulement du cycle

4.1. Carte Arduino

4.1.1. Définition

Les cartes Arduino sont des interfaces de prototypage programmables équipées d'un microcontrôleur qui permet à partir d'événements détectés par des capteurs de commander des actionneurs de différents types (moteurs, vérins, afficheurs...).

Elles peuvent être programmées pour produire des signaux électriques qui aident à effectuer des tâches diverses : pilotage des robots, régulation, informatique embarquée... Ce sont des cerveaux qui permettent de rendre intelligent des systèmes électroniques et d'animer des dispositifs mécaniques. [12]

4.1.2. Types de cartes Arduino

Depuis le début de conception des cartes Arduino chez ATMEL, ces fabricants n'ont pas cessé d'évoluer en leur produit au point qu'il existe maintenant plus de 20 versions.

Arduino n'est donc pas un seul module spécifique mais toute une famille, dont les plus importants sont :

- ❖ ARDUINO UNO : La carte UNO est la carte idéale pour débiter avec l'environnement Arduino, elle est la plus simple ainsi que la plus économique.
- ❖ Arduino MEGA : Etant le plus grand dans la famille Arduino, le MEGA est la carte la plus diffusée après la carte UNO. Elle contient un nombre d'E/S plus important, un processeur plus puissant et une mémoire plus vaste pour permettre d'acquies des projets plus complexes et des applications exigeant des caractéristiques plus complètes que la UNO. [13]

L'Arduino MEGA est la carte avec laquelle on a réalisé notre maquette. On l'a choisi pour le nombre important de ses E/S qui convient le plus au choix de nos composants par rapport aux autres cartes, figure II-13.

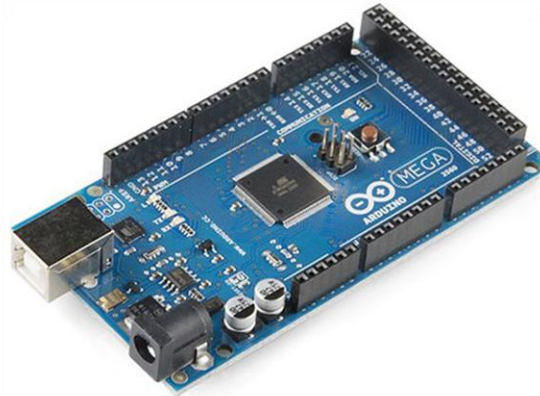


Figure II-13 Carte Arduino MEGA

4.1.3. Constitution de la carte Arduino MEGA

- ❖ Microcontrôleur : *ATmega2560*
- ❖ Tension de fonctionnement : *5V*
- ❖ Tension d'alimentation recommandée : *7-12 V*
- ❖ Tension d'alimentation limite : *6-20V*
- ❖ Broches E/S numériques : *54 (dont 14 PWM)*
- ❖ Broche d'entrées analogique : *16*
- ❖ Intensité maximale disponible par broche : *40mA*
- ❖ Intensité maximale pour la sortie 3.3V : *50mA*
- ❖ Intensité maximale pour la sortie 5V : *500mA max*
- ❖ Mémoire programme Flash : *256 KB*
- ❖ Mémoire SRAM : *8 KB*
- ❖ Mémoire EEPROM : *4 KB*
- ❖ Fréquence d'horloge : *16 MHz*
- ❖ Wifi : *No*

4.2. Les capteurs

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique en une grandeur utilisable à des fins de mesure. [14]

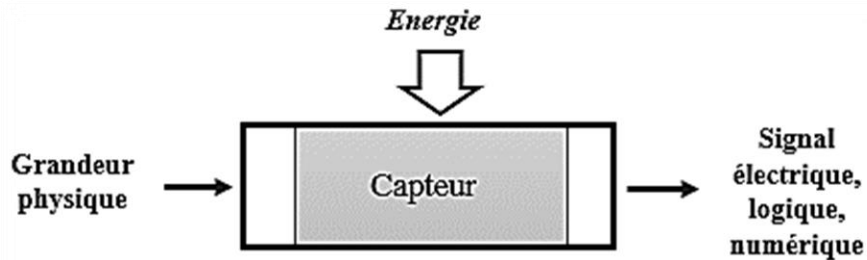


Figure II-14 Schéma d'un capteur classique

Selon la grandeur de sortie, on peut caractériser 3 types de capteurs :

- *Un capteur Tout Ou Rien* si l'information est vraie ou fausse (de manière binaire).
- *Un capteur analogique* si c'est une variation continue.
- *Un capteur numérique* si c'est un échelon de tension ou de courant.

Un capteur TOR permet de détecter un évènement ou un objet à l'endroit où il est placé et d'informer le système, il sert donc à acquérir des informations. [15]

4.2.1. Capteur Infrarouge

Le capteur IR est un capteur d'évitement d'obstacles, c'est un appareil électronique qui détecte les radiations infrarouges de la zone qu'il couvre, figure II-15.

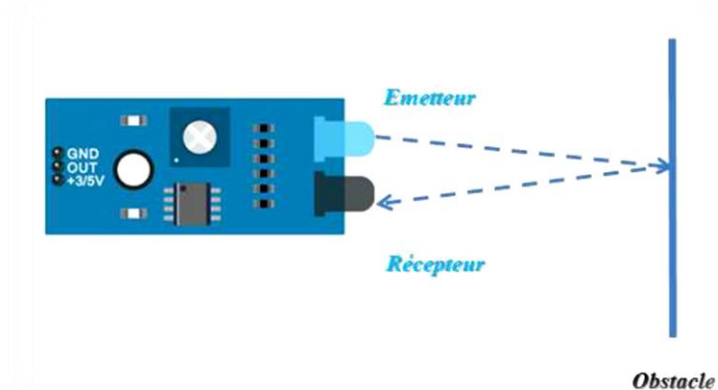


Figure II-15 Capteur de proximité infrarouge

Il est composé de deux parties, un émetteur et un récepteur. Lors de la présence d'un objet à proximité de ce capteur, les rayons infrarouges de l'émetteur se reflètent sur l'objet en question et sont automatiquement détectés par le récepteur qui envoie constamment des données numériques à la sortie du capteur. [16]

4.2.2. Principe de fonctionnement du capteur IR

Ce capteur comprend une LED IR avec laquelle il éclaire l'obstacle, et une photodiode IR avec laquelle il mesure la lumière réfléchi.

L'objet éclairé retransmet une énergie inversement proportionnelle au carré de la distance, une résistance fixe le courant dans la LED et est mesurée par diviseur de tensions ou par mesure du temps de charge ou décharge d'un condensateur, ce qui couvre une gamme de distance plus grande pouvant être contrôlée par un potentiomètre. [17]

La résistance de la photodiode et le changement de tension de sortie sont proportionnels à la lumière infrarouge obtenue. [18]

4.3. Servomoteur

Un servomoteur est un dispositif électrique utilisé en modélisme et est généralement un moteur asservi en position, ce qui veut dire que cette dernière est contrôlée à l'aide d'un potentiomètre en telle sorte que le moteur atteigne la position demandée, elle est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. [19]

Il a un angle d'axe qui peut variée entre 0 et 180° en fonction du signal envoyé, et est généralement utilisé dans le monde de la robotique et de l'automatisation, figure II-16.

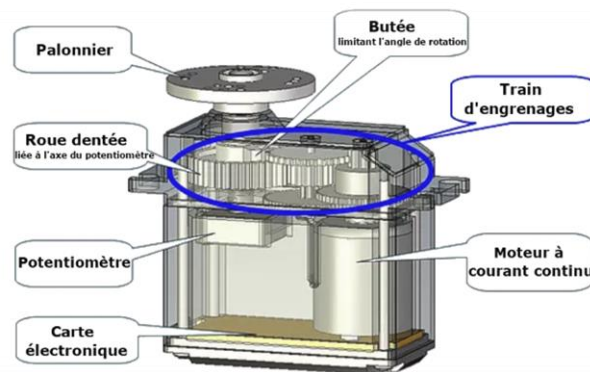


Figure II-16 Constituants d'un servomoteur

Il existe deux types de servomoteurs :

- *Un servo moteur standard* qui a un déplacement de 0 à 180°.
- *Un servomoteur a rotation continue* dont le sens et la vitesse de rotation sont définies par l'impulsion de commande.

4.3.1. Principe de fonctionnement

Un servomoteur est commandé par l'intermédiaire d'un câble électrique a un certain nombre de fils, et fonctionne comme un système en boucle fermée en fournissant le couple et la vitesse commandée.

Le signal de commande envoyé doit générer une fréquence fixe, il définit l'angle désiré et le moteur corrigera l'angle de départ selon la consigne. Après une rapide comparaison avec le dispositif d'asservissement, et si le bras du moteur n'est pas orienté à l'angle demandé par la consigne, l'électronique de commande du servomoteur appliquera une correction pour obtenir le résultat exigé [20], figure II-17.

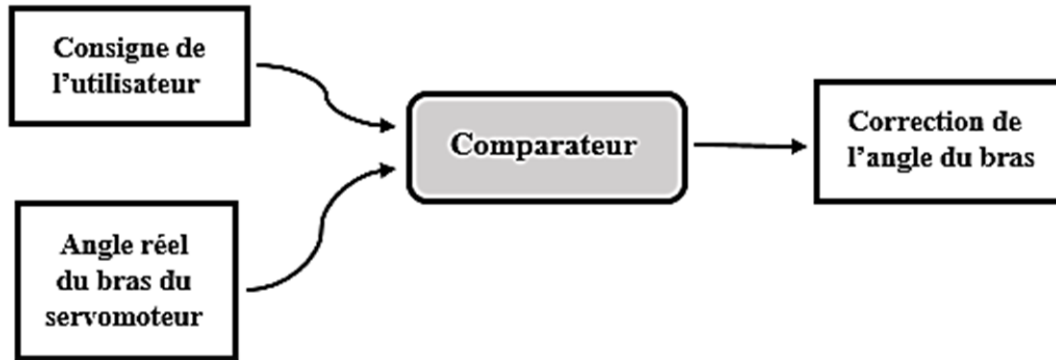


Figure II-17 Schéma de principe d'un servomoteur

Son contrôle est très simple ce qui fait de lui une solution rapide pour mettre en mouvement un mécanisme nécessitant un positionnement précis.

4.4. Moteurs pas à pas

Le moteur pas à pas ou moteur à impulsions est destiné à transformer un signal électrique en un déplacement mécanique angulaire, ce qui le met en faveur dans de nombreuses applications de la commande numérique.

C'est un moteur qui tourne en fonction d'impulsions électriques reçues dans ses bobinages, le passage d'un courant dans chaque bobinage fait tourner l'aimant et l'angle de ces rotations entre deux modifications s'appelle un pas, ce moteur est caractérisé par le nombre de ces pas par tour. [21]

4.4.1. Composants électriques

Comme tout autre type de moteur, il est constitué d'un stator à deux paires de pôles qui est la partie fixe formée d'un circuit magnétique et sert à créer un flux magnétique. Et un rotor bipolaire constitué d'un aimant permanent et qui est la partie mobile placée dans le flux du stator.

4.4.2. Principe de fonctionnement

Le fonctionnement de celui-ci se fait avec la commutation successive des phases, à l'inversement du sens du courant dans ces derniers, les pôles sont permutés et le rotor se déplace pour prendre une nouvelle position. Une commutation provoque un pas quel que soit la durée de l'impulsion.

4.5. Diode électroluminescente

Une LED est un composant opto-électronique à base de semi-conducteur capable d'émettre la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique.

Elle ne laisse passer le courant que dans un seul sens et fonctionne comme une diode classique.

Les LED produisent un rayonnement monochromatique incohérent de faible puissance par conversion d'énergie pendant le traversement du courant.

4.6. Bouton pulse

Un bouton est un interrupteur qui permet d'interrompre ou d'autoriser le passage d'un flux pour contrôler les capacités d'un processus [22]. Il existe deux types de boutons comme dans la figure II-18 :



Figure II-18 Deux différents types des boutons pulse

- Le bouton normalement ouvert ou la liaison électrique est créé lorsqu'on appui sur le bouton.
- Le bouton normalement fermé ou le circuit électrique est ouvert quand on appuie sur le bouton.

5. Architecture logicielle

Après avoir vu différents détails sur l'architecture matérielle et les cartes Arduino dans la partie précédente, celle-ci comporte le coté Software de la réalisation ainsi que ses points les plus importants.

5.1. IDE Arduino

Le logiciel Arduino IDE est une plateforme de prototypage d'objets interactif dotée d'interface de programmation clair, simple et à usage créatif, qui permet de convertir un programme à une série d'instructions compréhensibles pour la carte.

5.2. Algorithme globale

L'Arduino nous a permis d'allier les performances électroniques avec celles de l'informatique afin de créer un programme qui présente le mieux notre cas d'études.

Pour cela, on a utilisé les bibliothèques Arduino des moteurs avec lesquelles on a réalisé notre maquette. On a défini et déclaré toutes les variables et constantes nécessaires, ainsi que les fonctions et boucles qui font partie de la réalisation et du fonctionnement.

On présente quelques parties du programme dans les figures II-19 et II-20 suivantes :

```
void loop() {
  Serial.println (readfreespace());
  digitalWrite (pin_LED_A, !readcapteurplace(1));
  digitalWrite (pin_LED_B, !readcapteurplace(2));
  digitalWrite (pin_LED_C, !readcapteurplace(3));
  digitalWrite (pin_LED_D, !readcapteurplace(4));
  Serial.println ("starting");
  /* le programme ouvre la barriere dans les condition qui sont déclaré dans --if-- */
  if ( !readpin(pin_C_BE) && readpin(pin_C_E0) && readpin(pin_C_AS) && readfreespace() ) {
    Serial.println("detection de voiture, ouverture de la barriere");
    S_barrier_E.write(90);
    while (readpin(pin_C_BE)) {
      delay(5000);
    }
    S_barrier_E.write(0);
  }
}
```

Figure II-19 Programme ouverture barrière

```
programme
// fonction placer voiture direct
void placer_V(int place) {
  M_acensseur.step(hauteur_place[place - 1]);
  S_plaque.write(0);
  S_plaque.write(180);
  delay(3000);
  M_plaque.step(GD_place[place - 1]);
  S_plaque.write(0);
  delay(3000);
  M_plaque.step(-GD_place[place - 1]);
  M_acensseur.step(-hauteur_place[place - 1]);
}

// fonction ramene voiture direct
void ramener_V(int place) {
  M_acensseur.step(hauteur_place[place - 1]);
  S_plaque.write(0);
  delay(3000);
  M_plaque.step(GD_place[place - 1]);
  S_plaque.write(180);
  delay(3000);
  M_plaque.step(-GD_place[place - 1]);
  S_plaque.write(0);
  M_acensseur.step(-hauteur_place[place - 1]);
}
```

Figure II-20 Programmes de placement et récupération de la voiture

6. Conclusion

Ce chapitre a présenté l'architecture globale de la maquette avec ses aspects matériels et logiciels.

Il a décrit le principe de fonctionnement général avec les interactions fonctionnelles de ses différentes parties. Un passage en revue de ses aspects matériel est présenté.

Le chapitre suivant s'articulera sur la réalisation pratique de notre PAI.

CHAPITRE III

Réalisation et fonctionnement à l'essai

1. Introduction

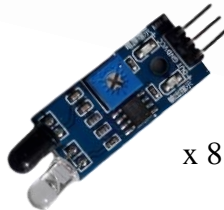
L'objectif de cette partie est d'aboutir à une structure prototype de notre système de stationnement, à sa réalisation en intégrant les différents composants électronique et logiciels et de procéder finalement à des essais de simulation.

Afin d'arriver à la maquette finale, la réalisation de certaines parties de la structure d'assise doit être réfléchi et conçue en SolidWorks, de l'imprimer en technique 3D et ensuite d'assembler le tout autour de cette structure

2. Fonctionnement



- La carte Arduino Méga est l'élément principale de notre projet, c'est celle qui fait le traitement et l'acquisition des données.



x 8

- Les capteurs infrarouges sont les deuxièmes éléments de base de cette réalisation. Ils servent à transmettre des signaux à la carte Arduino. Huit capteurs ont été utilisés : un pour chaque place de stationnement, 2 pour les barrières d'entrée et de sortie, un dans l'ascenseur pour détecter la présence d'un véhicule et 1 à l'étage 0 pour détecter que l'ascenseur s'y trouve.



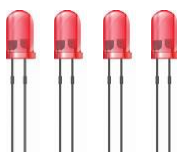
x 2

- Deux moteurs pas à pas sont utilisés dans ce prototype car ils servent à réaliser deux tâches :
 1. Faire monter et descendre l'ascenseur entre les étages.
 2. Déplacer à gauche et à droite la plaque responsable du placement du véhicule.



x 3

- Trois servomoteurs ont été utilisés
 1. Ouverture et fermeture de la barrière d'entrée
 2. Déplacement vers le haut ou vers le bas de la plaque responsable du placement du véhicule.
 3. Ouverture et fermeture de la barrière de sortie.



- Les 4 LED sont au nombre de places qui se trouvent dans le parking, dès qu'une place est occupée une led s'allume à l'entrée du parking.

3. Schémas électriques

Au sens de la théorie des circuits, un circuit électrique est une abstraction des configurations matérielles reliés par des conducteurs idéaux [23]. Les composants, l'alimentation et les signaux d'un circuit, sont traduits par un schéma électrique qui est une représentation graphique du circuit. Aussi, la représentation électrique de notre maquette est représentée par le schéma de la figure III-1 :

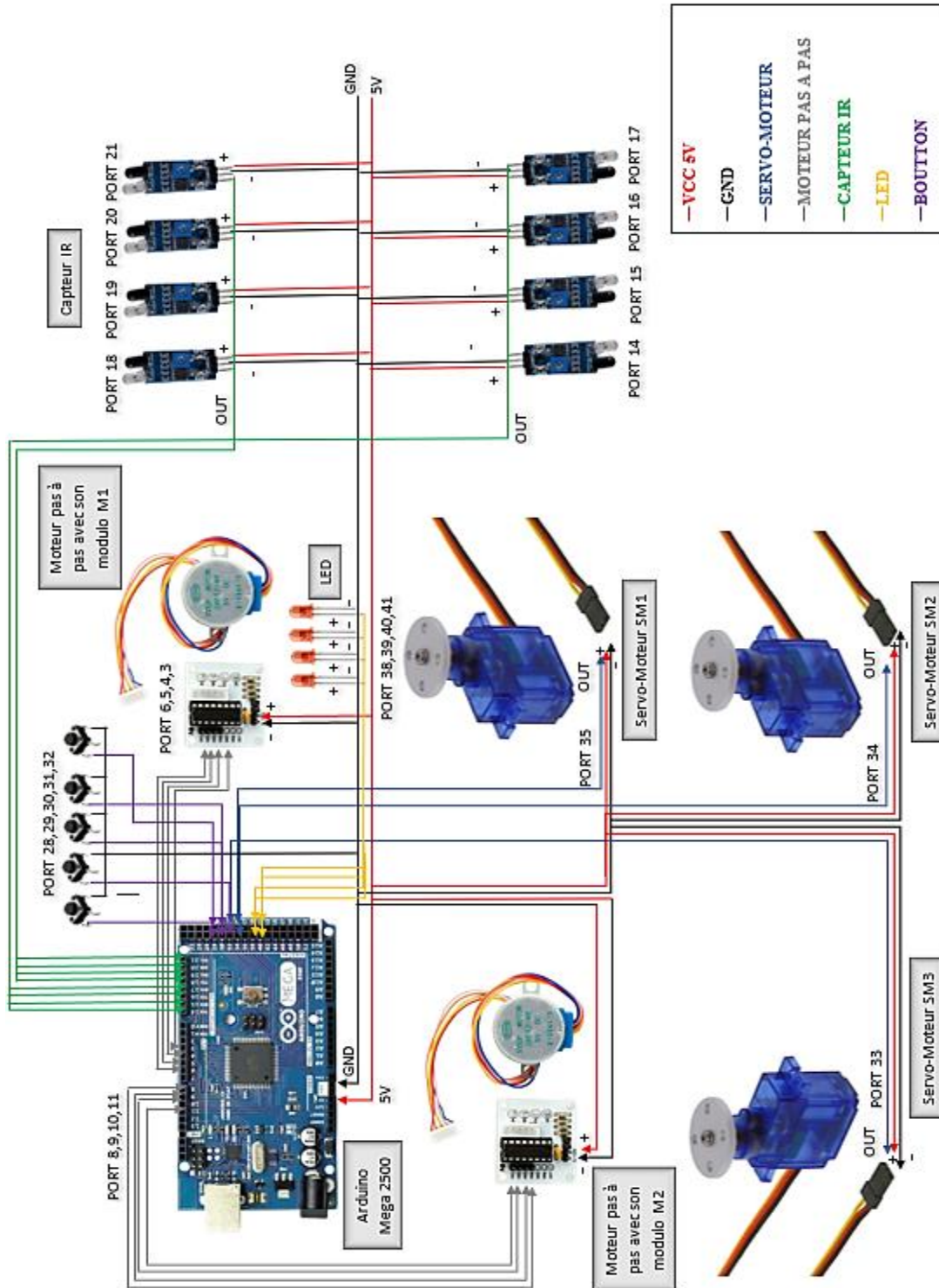


Figure III-1 Représentation électrique du prototype

4. Modélisation de la structure

La structure générale de notre prototype contient certaines parties assez délicates à réaliser et à trouver dans le commerce. Il s'agit du plateau sur élévateur et des mécanismes de déplacement des véhicules de l'ascenseur vers les places d'affectation ainsi que les mécanismes de transmission des mouvements de rotation vers des mouvements linéaires.

Pour ce faire, nous avons utilisé l'outil SolidWorks qui est un logiciel de conception permettant de créer des pièces complexes en 3 dimensions. Les figures suivantes donnent les modèles 3D des différents composants à réaliser.

La figure III-2 représente la plaque qui sert à déplacer le véhicule :

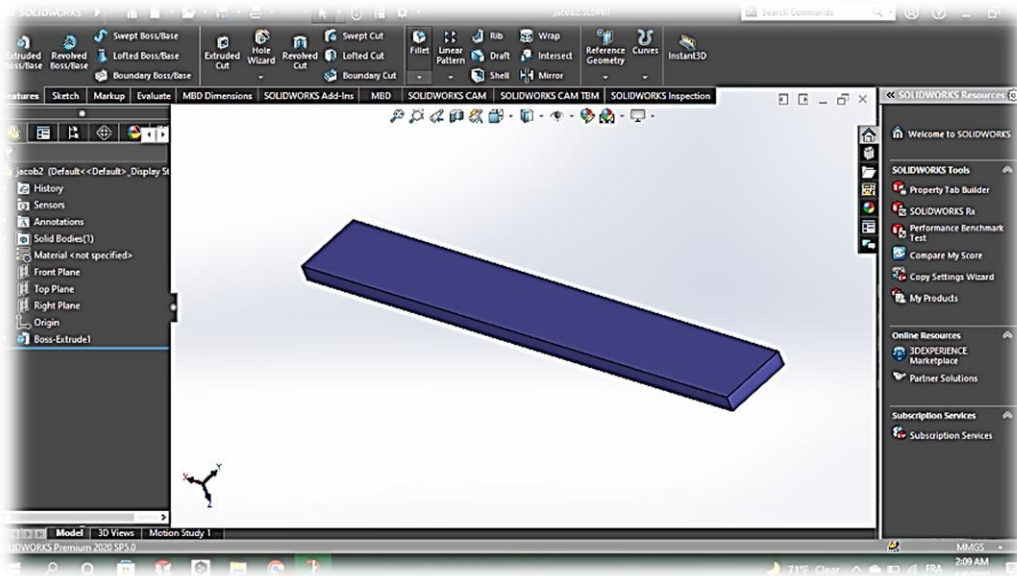


Figure III-2 Plateau servant à contenir le véhicule

Ensuite, les figures qui vont suivre représentent les pièces responsables du déplacement verticale de la plaque :

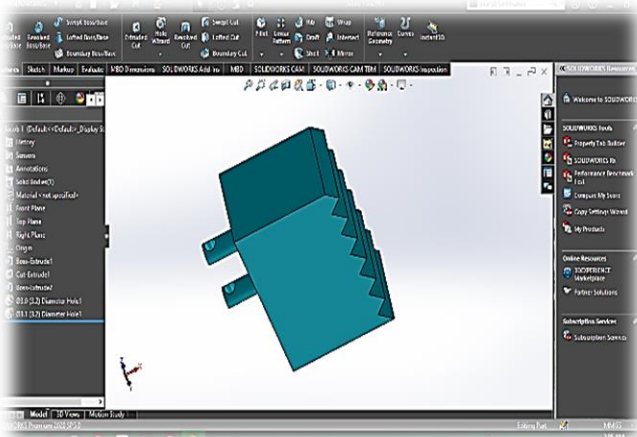


Figure III-3 Pièce assurant le mouvement linéaire

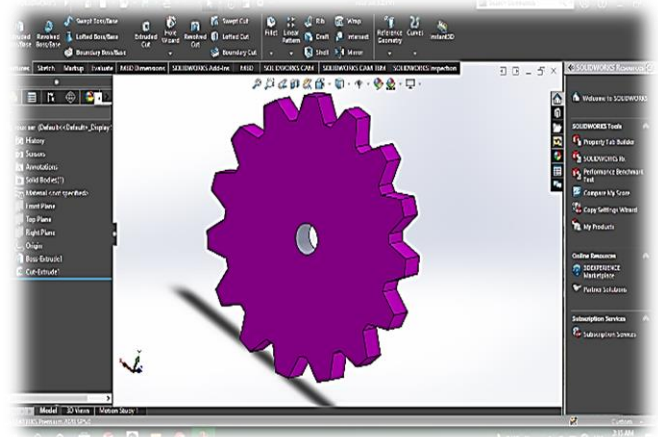


Figure III-4 Roue dentée assurant le mouvement rotatoire

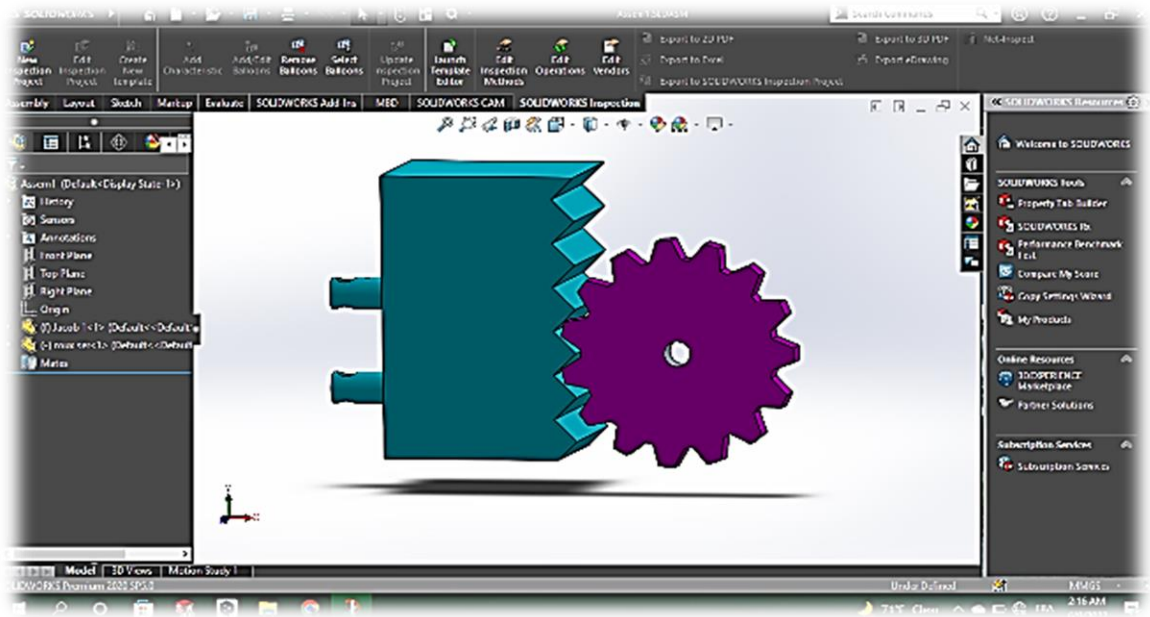


Figure III-5 Transmission du mouvement rotatoire en mouvement linéaire pour assurer le déplacement vertical du plateau

Quant au déplacement horizontal produit par le moteur pas à pas, les pièces responsables de cette tâche sont présentées dans les figures suivantes :

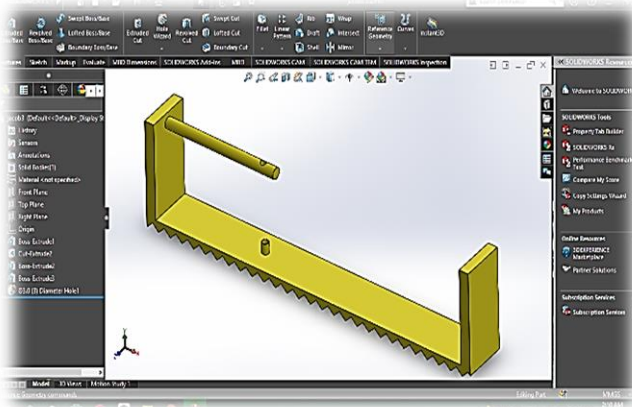


Figure III-6 Pièce assurant le déplacement horizontal

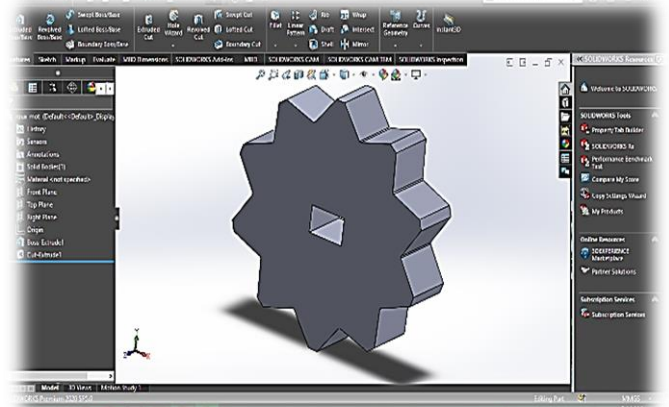


Figure III-7 Roue dentée servant pour le déplacement du plateau

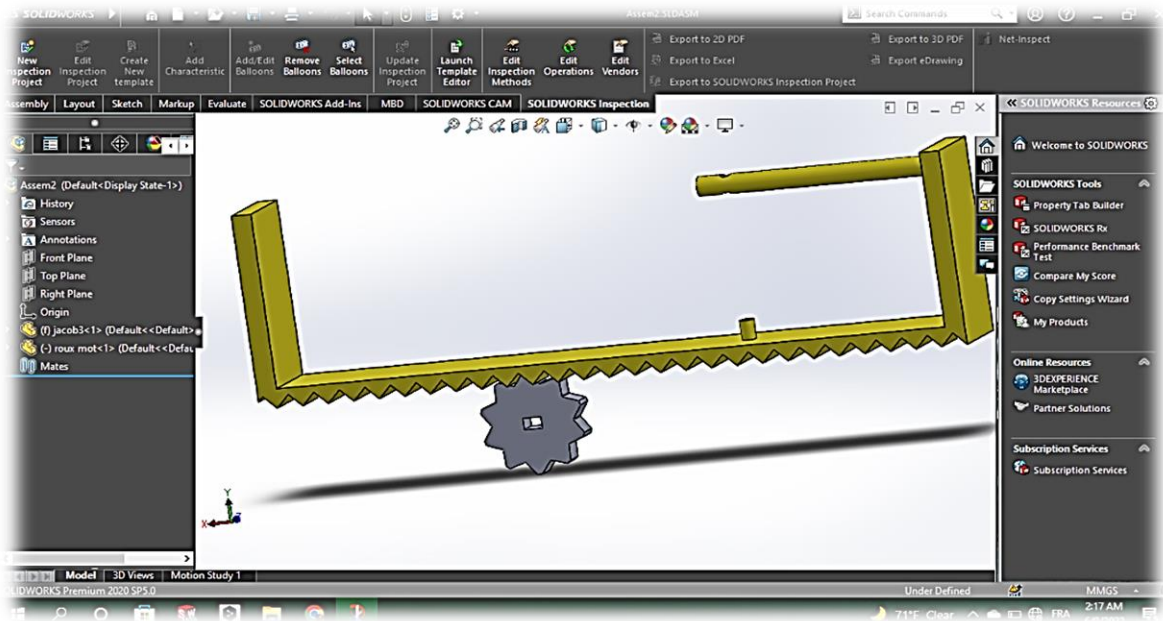


Figure III-8 Dispositif pour le déplacement horizontal

On donne enfin l'assemblage final du mécanisme du système de stationnement par la figure III.9 suivante :

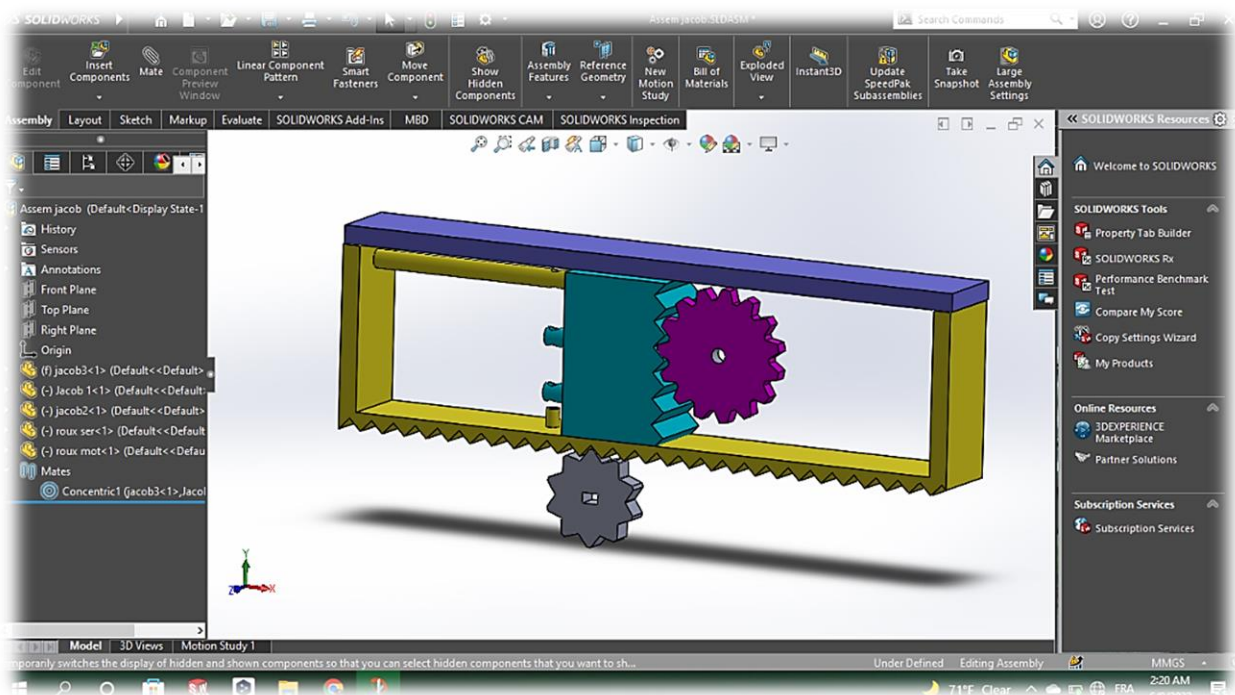


Figure III-9 Dispositif complet assurant le déplacement du véhicule

Au final, on aura un dispositif qui servira à recevoir le véhicule (partie **mauve**). Sa surélévation est assurée par un servo-moteur agissant sur la partie **rouge** avec conversion du mouvement rotatoire en mouvement linéaire (partie **bleue**). La phase de placement des véhicules dans la place assignée est assurée par les parties en **gris** et **jaune**.

5. Impression 3D

Nous présentons l'impression 3D des différents composants cités précédemment, figure III-10 :

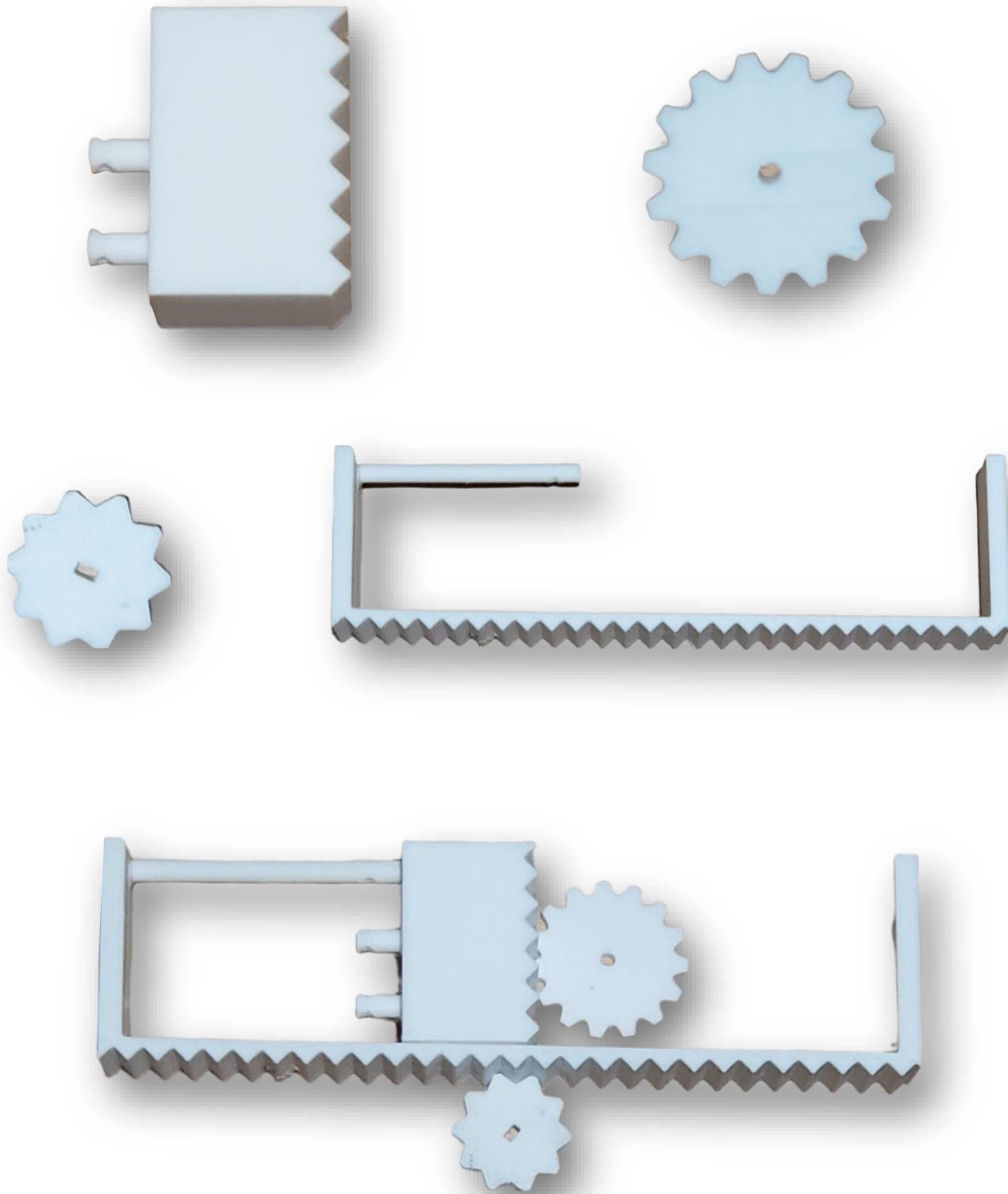


Figure III-10 Différents composants imprimés en 3D

6. Montage matériel

Suite à l'impression réussite des composants nécessaires en 3D, et après avoir fini la suite du montage de la maquette, la structure finale du prototype est représentée par les figures suivantes:

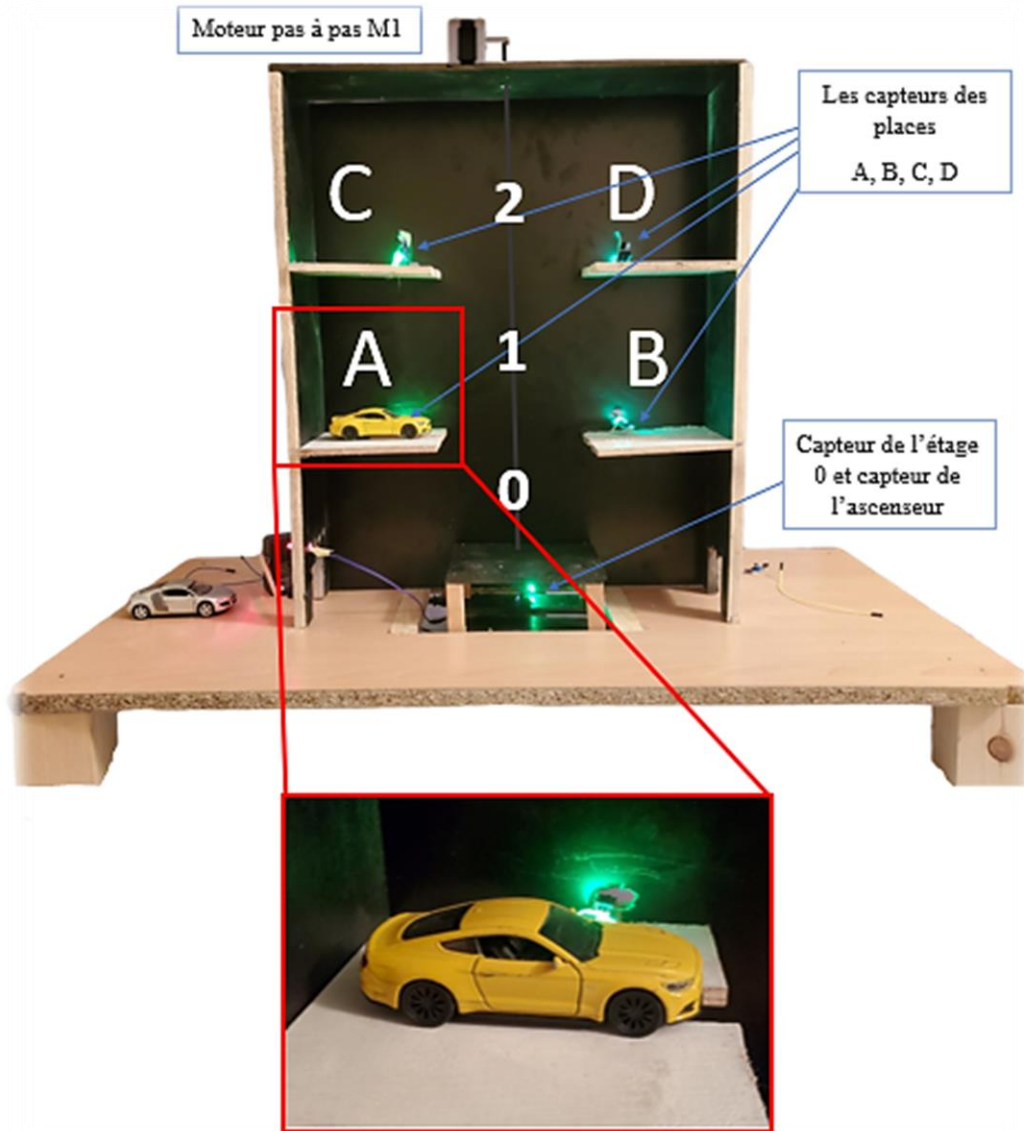


Figure III-11 Structure finale du prototype



Figure III-12 Montage ascenseur

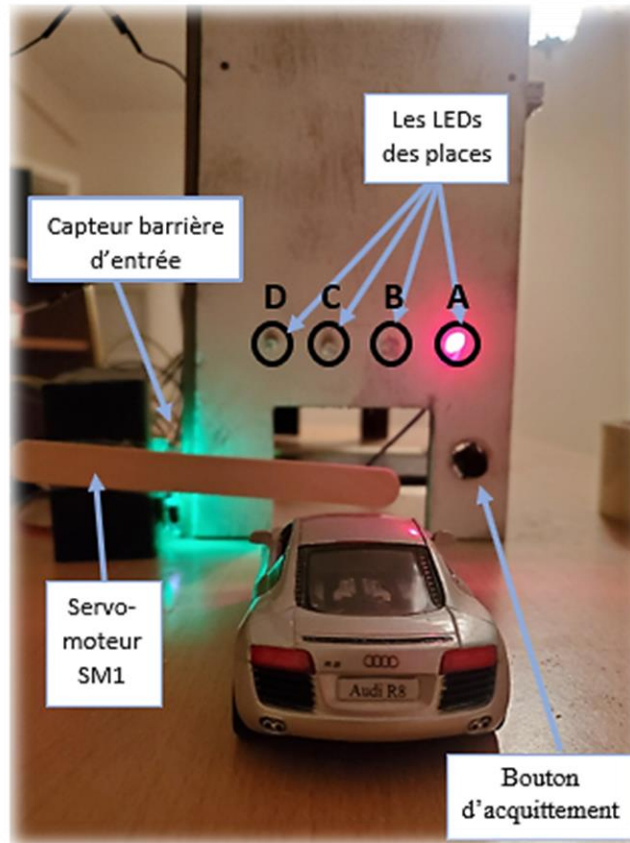


Figure III-13 Voie d'entrée du parking

7. Conclusion

Ce chapitre a passé en revue les différents aspects du prototype d'un parking automatique intelligent.

La relation fonctionnelle ainsi que sa supervision logicielle sont présentées.

Par ailleurs, certaines parties du prototype ont nécessitées le passage par un modèle à des fins d'impression 3D.

Finalement, la structure complète était faite et les essais ont été concluants.

Conclusion générale

Pour répondre aux problèmes de stationnement, les parkings automatiques intelligents représentent une meilleure alternative par rapport aux parkings classiques.

Grâce à l'automatisations de leur processus et les différentes technologies qui peuvent y avoir, ils sont désormais l'avenir de stationnement.

Pour cela, nous avons eu l'idée de réaliser un prototype de parking automatique intelligent en forme verticale pour économiser les espaces, qui sert à faciliter la tâche de stationnement aux conducteurs dans le but l'éliminer le besoin de faire tout effort manuel pour gagner plus de temps et d'énergie.

En premier lieu, nous avons présentés différentes généralités sur la gestion des parkings, ainsi que leurs divers types et les technologies qui peuvent résoudre les problèmes qui s'y trouvent.

Ensuite, on a vu l'architecture matérielle et logicielle utilisées dans le cadre de ce projet, et la relation fonctionnelle entre les différents composants.

Enfin, on est arrivé à la réalisation de la structure finale du prototype en passant par de nouvelles techniques telle que l'impression en 3D de quelques composants, afin d'avoir des résultats réussis et des essais concluants.

Avec de tels systèmes de stationnement, la gestion des parkings deviendra une expérience très facile et posera plus autant de soucis.

Bibliographie

[1] : Missaoui Houda Boujnah, « *Modélisation et simulation du système de stationnement pour la planification de la mobilité urbaine* », Université Paris-Est, decembre 2017.

[2] : <https://www.bilanmagazine.com/parking-ou-aire-de-stationnement-toutes-les-informations/>

[3] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Parking>

[4] : <https://www.ornikar.com/permis/conseils-conduite/stationnement/amenagements/parkings-automatisees>

[5] : <https://www.universalis.fr/encyclopedie/automatisation/1-automatisation-et-intervention-humaine/>

[6] : <http://technologie-sciarretta.ovh/?p=739>

[7] : <https://altametrics.com/fr/business-automation.html>

[8] : Aicha Kharouati, « *Contribution à l'étude de la sûreté de fonctionnement des systèmes instrumentés intelligents* », Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, 2021.

[9] : <https://hesion-park.com/solutions/acces-mobilite/>

[10] : <https://www.sztigerwong.com/fr/what-are-the-advantages-and-disadvantages-of-smart-parking-solutions.html>

[11] : <https://www.technologuepro.com/cours-automate-programmable-industriel/Cours-Grafset-notions-de-base.htm>

[12] : <https://www.positron-libre.com/electronique/arduino/arduino.php>

[13] : <https://www.arduino.cc/en/hardware>

[14] : http://www.lycee-desfontaines.eu/si/IMG/pdf/capteurs_cr.pdf

[15] : <https://sites.google.com/site/pt2systautoprod/capteur-tout-ou-rien>

[16] : Hassan Hamioui, Ali Frachka, « *Parking Intelligent* », mémoire, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah Fès, 2020/2021.

[17] : <https://www.didel.com/kidules/KiDistIr.pdf>

[18] : <https://fr.jf-parede.pt/what-is-an-ir-sensor>

[19] : <https://wikipedia.org/wiki/servomoteur>

[20] : <https://openclassrooms.com/fr/courses/5224916-developpez-un-robot-mobile-connecte-par-bluetooth/5407346-decouvrez-la-constitution-des-servomoteurs>

[21] : Guettafi Amor, « *Moteur pas à pas* », Université Batna 2.

[22] : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Bouton_\(électricité\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bouton_(électricité))

[23] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_électrique

ANNEXE

1. Formulaire « Les agacements de stationnement »

Lien du formulaire :

<https://docs.google.com/forms/d/e/1faipqlsdoypmafhh92ylbaa5yzkcjwuvlvmk9tulpontclchuzh-a4q/viewform>

Il se présente sous la forme suivante :



Les agacements du stationnement !

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études, et au regard du problème de congestionnement de la circulation, nous avons voulu connaitre au mieux les inquiétudes des conducteurs, et pour cela nous mettons a votre disposition ce formulaire. Le questionnaire est totalement anonyme et les résultats seront utilisées dans un cadre purement pédagogique. Nous vous remercions pour votre temps et vos réponses.

 nihed.benchetioui@gmail.com (non partagé) 

[Changer de compte](#)

***Obligatoire**

Etes-vous quelqu'un de véhiculé ? *

Oui

Non

Avez-vous l'habitude de traîner avec quelqu'un de véhiculé ? *

- Oui
- Non

Arrivez-vous à trouver facilement des endroits de stationnement au centre ville ? *

- Oui
- Non

En combien de temps vous arriver à trouver où vous stationner ? *

- 2min-5min
- 5min-10min
- 10min-20min

Qu'est ce que vous perdez en cherchant un endroit de stationnement ? *

- Temps
- Patience
- Energie
- Tout ce qui précède
- Autre : _____

Les parkings publics sont-ils assez utiles ? *

- Oui
- Non

Arriver-vous à sentir que votre véhicule est en sécurité là où vous l'avez laissé ? *

Oui

Non

Si non, vous a il déjà arriver un incident dans un parking publique ou quelque part où vous avez laissé votre véhicule ? *

Votre réponse

Qu'est ce que vous proposer comme solution à ce sujet ? *

Votre réponse

Que pensez-vous si il y avait un parking intelligent qui fait le stationnement automatique pour vous ? *

Votre réponse

Envoyer

Effacer le formulaire

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

Ce contenu n'est ni rédigé, ni cautionné par Google. [Signaler un cas d'utilisation abusive](#) - [Conditions d'utilisation](#) - [Règles de confidentialité](#)

Google Forms

2. Programme Arduino

```
#include<Stepper.h>
#include <Servo.h>

int nombreDePas = 100;

Stepper M_acensseur ( nombreDePas ,28, 27, 29, 26);

Stepper M_plaque ( nombreDePas ,4 , 5 , 6 , 7);

Servo S_barrier_E;
Servo S_barrier_S;
Servo S_plaque;

#define pin_LED_A 13 //LED place A (13)
#define pin_LED_B 12 //LED place B (12)
#define pin_LED_C 11 //LED place C (11)
#define pin_LED_D 10 //LED place D (10)

#define pin_C_A 48 //Capteur place A (48)
#define pin_C_B 47 //Capteur place B (47)
#define pin_C_C 46 //Capteur place C (46)
#define pin_C_D 45 //Capteur place D (45)
#define pin_C_AS 50 //Capteur dakh1 l'ascenseur (50)
#define pin_C_E0 32 //Capteur etage 0 (32)
#define pin_C_E1 33 //Capteur etage 1 (33)
#define pin_C_E2 34 //Capteur etage 2 (34)
#define pin_C_BE 35 //Capteur barrière d'entrée (35)
#define pin_C_BS 36 //Capteur barrière de sortie (36)
#define pin_B_DC 9 //Boutton pour chercher une place (9)
#define pin_B1 22 //Boutton 1 (22)
#define pin_B2 23 //Boutton 2 (23)
#define pin_B3 24 //Boutton 3 (24)
#define pin_B4 25 //Boutton 4 (25)

bool presence = 0;

int hauteur_place[4] = {1000, 1000, 2000, 2000}; //tableau des cordonné X
int GD_place[4] = { -200, 200, -200, 200}; //tableau des cornonné Y

void setup() {

M_acensseur.setSpeed(30);
M_plaque.setSpeed(30);
Serial.begin(9600);

S_barrier_E.attach(52);
S_barrier_S.attach(20);
S_plaque.attach(36);

pinMode(pin_LED_A, OUTPUT);
pinMode(pin_LED_B, OUTPUT);
pinMode(pin_LED_C, OUTPUT);
pinMode(pin_LED_D, OUTPUT);

pinMode(pin_C_A, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_B, INPUT_PULLUP);
```

```

pinMode(pin_C_C, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_D, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_AS, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_E0, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_E1, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_E2, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_BE, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_C_BS, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_B_DC, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_B1, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_B2, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_B3, INPUT_PULLUP);
pinMode(pin_B4, INPUT_PULLUP);
S_barrier_E.write(0);
}

void loop() {
  Serial.println (readfreespace());
  digitalWrite (pin_LED_A, !readcapteurplace(1));
  digitalWrite (pin_LED_B, !readcapteurplace(2));
  digitalWrite (pin_LED_C, !readcapteurplace(3));
  digitalWrite (pin_LED_D, !readcapteurplace(4));
  Serial.println ("starting");
  /* le programme ouvre la barrier dans les condition qui sont declaré dans --if-- */
  if ( !readpin(pin_C_BE) && !readpin(pin_C_E0) && readpin(pin_C_AS) && readfreespace() ) {
    Serial.println("detection de voiture,ouverture de la barriere");
    S_barrier_E.write(90);
    while (readpin(pin_C_BE)) {
      delay(5000);
    }
    S_barrier_E.write(0);
  }

  /*          attente du client pour cliquer sur DIBUT DE CYCLE          */
  while (!readpin(pin_C_AS)) {
    Serial.println("checking");
    if (!readpin(pin_B_DC)) {
      Serial.println("debut de cycle, passer la voiture");
      int placevide = readfreespace();
      placer_V(placevide);
    }
  }

  /*          lectures de tout les boutons          */
  if (read_buttons()) {
    int position_voiture = read_buttons();
    if (readcapteurplace(position_voiture)) {
      Serial.print("recuperation de la voiture de la place :");
      Serial.println(position_voiture);
      ramener_V(position_voiture);
      S_barrier_S.write(90);
      while (readpin(pin_C_AS)) {
        delay(5000);
      }
      while (readpin(pin_C_BS)) {
        delay(5000); // total 10 s + delay fel capteur BS + dela fel capteur AS
      }
      S_barrier_S.write(0);
    }
  }
}

```

```

    }
}

}

// fonction de lecture direct
bool readpin(int pin) {
    bool pindata = digitalRead(pin);
    return pindata;
}

// fonction recherche place vide
int readfreespace() {
    if (readpin(pin_C_A)) {
        return 1;
    }
    if (readpin(pin_C_B)) {
        return 2;
    }
    if (readpin(pin_C_C)) {
        return 3;
    }
    if (readpin(pin_C_D)) {
        return 4;
    }
    return 0;
}

// fonction lecture direct du capteur
bool readcapteurplace(int place) {
    int place_pin[4] = {pin_C_A, pin_C_B, pin_C_C, pin_C_D};
    return readpin(place_pin[place - 1]);
}

// fonction placer voiture direct
void placer_V(int place) {

    M_acensseur.step(hauteur_place[place - 1]);
    S_plaque.write(90);
    S_plaque.write(180);
    delay(3000);
    M_plaque.step(GD_place[place - 1]);
    S_plaque.write(90);
    delay(3000);
    M_plaque.step(-GD_place[place - 1]);
    M_acensseur.step(-hauteur_place[place - 1]);
}

// fonction ramene voiture direct
void ramener_V(int place) {
    M_acensseur.step(hauteur_place[place - 1]);
    S_plaque.write(0);
    delay(3000);
    M_plaque.step(GD_place[place - 1]);
}

```



```
S_plaque.write(180);  
delay(3000);  
M_plaque.step(-GD_place[place - 1]);  
S_plaque.write(0);  
M_acensseur.step(-hauteur_place[place - 1]);  
}
```

```
// fonction lectures boutons
```

```
int read_buttons() {  
    if (!readpin(pin_B1 )) {  
        return 1;  
    }  
    if (!readpin(pin_B2 )) {  
        return 2;  
    }  
    if (!readpin(pin_B3 )) {  
        return 3;  
    }  
    if (!readpin(pin_B4 )) {  
        return 4;  
    }  
    return 0;  
}
```
