

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE ABDERRAHMANE
MIRA -BEJAÏA FACULTE
DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ÉLECTRIQUE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE **MASTER**

Domaine : Science et Technologies,

Filière : Électrotechnique

Spécialité : **AUTOMATISME INDUSTRIEL**

&

ELECTROTECHNIQUE INDUSTRIEL

Thème

**Description et automatisation d'un système de
stationnement (Parking) multi-étages**

Présenté par
BELKHEYAR HICHEM
OUALLAM YANIS

Encadreur
DJERMOUNI KAMEL

2023/2024

REMERCIEMENT

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, nous remercions notre encadreur, Mr Djermouni Kamel, pour ses conseils avisés, son soutien constant et sa disponibilité tout au long de ce projet. Ses précieuses orientations ont été déterminantes dans l'aboutissement de ce travail.

Un grand merci à nos collègues et amis pour leur soutien moral, leurs encouragements et les nombreuses discussions constructives qui ont alimenté notre réflexion.

Nous sommes reconnaissants envers nos familles pour leur amour inconditionnel, leur compréhension et leur soutien indéfectible tout au long de nos études.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Sans leur aide précieuse, ce travail n'aurait pas été possible.

Merci à tous.

Dédicace

À mon binôme Hichem, dont le soutien et la collaboration ont été inestimables tout au long de ce parcours académique,

À mes chers amis Yanis, Amokrane, Halim, Nonor, Amir, Youba et tous les autres qui ont été une source constante de motivation et de soutien.

À mes précieux parents, piliers indéfectibles de mon existence, dont le soutien inconditionnel a été bien plus qu'une simple présence ; c'était un phare dans les moments sombres, une épaule sur laquelle reposer mes peines, et des encouragements chaleureux qui ont illuminé chacune de mes réussites. Votre amour incommensurable m'a porté à travers les hauts et les bas de ce parcours académique, et chaque page de ce mémoire est imprégnée de votre dévouement infini.

À mon frère et mes deux sœurs, compagnons de vie et compagnons de rires, qui ont partagé avec moi les joies et les défis de cette aventure éducative. Vos sourires ont été ma lumière dans les moments de doute, et votre soutien indéfectible a été un roc sur lequel m'appuyer lorsque les tempêtes menaçaient de me submerger. Ce mémoire est dédié à notre lien indéfectible, symbole de notre amour fraternel qui transcende les pages et les mots.

To my future wife, my love, my partner, the one who knew how to see beyond the lines and quotes to discover the very essence of my aspirations. Each word in this memoir bears the imprint of our love, our shared dreams, and our complicity. You have been my muse, my deepest inspiration, and I dedicate these words to you with gratitude and infinite love.

Et enfin, à moi-même, pour avoir persévéré et travaillé avec détermination pour atteindre cet objectif.

Ce mémoire est le fruit de nos efforts collectifs et de notre engagement. Merci du fond du cœur pour votre soutien et votre amour.

YANIS

Dédicace

À Yanis, mon binôme dévoué,

À mes chers amis qui ont été ma source de soutien inébranlable,

À mes chers parents, qui ont toujours cru en moi et m'ont encouragé à poursuivre mes rêves,

À ma sœur, complice de tant de moments précieux,

À mon frère, modèle de persévérance et de courage,

*For my niece **SAFA**, you are an endless source of joy and inspiration in my life. I dedicate this thesis to you with all my love and affection. May your future be as bright and promising as you are to me every day. May you always pursue your dreams with passion and determination.*

With all my love.

Cette réalisation est le fruit de notre travail collectif et de l'amour qui nous unit. Merci d'avoir été à mes côtés à chaque étape de ce parcours. Cette dédicace vous est dédiée, car chacun de vous a contribué à façonner cette réussite.

Hichem

Sommaire

	Introduction générale	1
I.1	Introduction.....	2
I.2	Définition du parking	2
I.3	Le but de ce projet.....	2
I.4	Différents types de parkings.....	2
	I.4.1 Parking de surface	2
	I.4.2 Parking souterrain	2
	I.4.3 Parking aérien.....	3
	I.4.4 Parkings automatiques.....	3
	I.4.4.1 Types de stationnement automatiques disponibles	4
	4.4.1.1 Systèmes semi-automatiques	4
	4.4.1.2 .B Systèmes automatiques	4
	I.4.4.1.2.1 Puzzle parking	4
	I.4.4.1.2.2 Parking vertical.....	4
	I.4.4.1.2.3 Parking automatisé circulaire	5
I.5	Avantage des systèmes de parking automatisés	5
	I.5.1 Utilisation optimale de l'espace.....	5
	I.5.2 Faisabilité et rentabilité	6
	I.5.3 Éco-responsabilité	6
	I.5.4 Sécurité.....	6
I.6	Inconvénients des systèmes de parking automatisés	6
	I.6.1 Consommation d'énergie élevée.....	6
	I.6.2 Complexité de construction.....	6
	I.6.3 Coûts élevés pour les utilisateurs	6
	I.6.4 Risque de dysfonctionnements.....	6
	I.6.5 Acceptation des utilisateurs	6
I.7	Conclusion	6
II.1	Introduction	7
II.2	Description du parking étudié	7
II.3	Fonctionnement du système.....	7

II.4	Instrumentation	10
II.4.1	Architecture des matériaux.....	10
II.4.2	L'automate programmable industriel (API)	11
II.4.2.2	Critères de choix d'un automate	11
II.4.2.3	SIMATIC S7-300	11
II.4.2.4	Caractéristiques de la CPU choisi	12
II.4.3	Les capteurs.....	12
II.4.3.1	Définition.....	12
II.4.3.2	Capteurs utilisés.....	13
II.4.3.2.a	Capteur à ultrasons	13
II.4.3.2.b	Capteur d'infrarouge.....	13
II.4.3.2.c	Détecteurs de présence.....	13
II.4.3.2.d	Capteur magnétique	14
II.4.3.2.e	Capteur photoélectrique.....	14
II.4.3.2.f	Capteur de poids	15
II.4.4	Lecteur de carte IC	15
II.4.5	Écran tactile	16
II.4.6	Système de levage	16
II.4.6.1	Caractéristiques de treuil électrique	16
II.4.7	Moteur de la porte d'entrée et de sortie	17
II.4.7.1	Caractéristiques des moteurs entrée et de sortie.....	17
II.4.8	Vérin hydraulique.....	18
II.4.9	Système de rotation.....	19
II.4.10	Pré-actionneurs	19
II.4.11	Distributeurs	20
II.4.12	Relais thermiques.....	20
II.4.13	Contacteur.....	20
II.4.14	Disjoncteur magnétothermique	20
II.5	Conclusion	21
III.1	Introduction	23
III.2	Définition de GRAFCET	23
III.3	Sous-programme	23
III.4	Grafcet de sécurité	23
III.5	Cahier de charge	24
III.5.1	Fonctionnalités principales du système de parking automatisé.....	24

III.5.1.1	Accueil des Véhicules	24
III.5.1.2	Récupération des Véhicules	24
III.6	Pré-actionneur et rôle	25
III.7	Nomination des capteurs et leurs rôles	25
III.8	Les boutons physiques	26
III.9	Fonction utiliser	27
III.10	GRAFCET de fonctionnement principale	30
III.11	GRAFCET d'accueil du véhicule	31
III.12	GRAFCET de choix de l'étage	32
III.13	GRAFCET de choix de l'emplacement	33
III.14	GRAFCET placement du véhicule et retour à l'état l'accueil.....	34
III.15	GRAFCET de récupération du véhicule.....	35
III.16	GRAFCET de détection d'étage.....	36
III.17	GRAFCET de détection de la place.....	37
III.18	GRAFCET de récupération du véhicule et retour à l'état de sortie	38
III.19	GRAFCET de retour à l'état d'accueil	39
III.20	GRAFCET de l'arrêt urgence	40
III.21	Conclusion	40
IV.1	Introduction	41
IV.2	Définition de logiciel TIA PORTAL.....	41
IV.3	Programmation et Simulation	41
IV.3.1	Appareils et réseaux.....	41
IV.3.1.1	Configurer les appareils.....	41
IV.3.1.2	Configurer les réseaux	42
IV.3.2	Programmation API	43
IV.3.2.1	Vue du programme	43
IV.3.2.2	Bloc de données DB.....	44
IV.3.2.3	Main OB1	44
IV.3.2.4	Fonction FC	45
IV.3.2.4.a	Bloc Fonctionnement principal	45
IV.3.2.4.b	Bloc FB Fonction capteur	48
IV.3.2.4.c	Mise à échelle	48
IV.3.2.4.d	Temporisation.....	48
IV.3.2.4.e	Fonction PCPLi.1.....	48

IV.3.2.5	Tableau des variables.....	49
IV.4	Supervision.....	50
IV.4.1	Configurer de la vue IHM	51
IV.4.2	Table des variables IHM.....	51
IV.4.3	Différent vue IHM	52
IV.4.4	Configurer de la vue SCADA	55
IV.4.5	BLOC FC SCADA	56
IV.4.6	Différent vue SCADA	56
IV.5	Conclusion.....	61
	Conclusion générale.....	62

Liste des figures

Chapitre I

FIGURE I- 1 PARKING DE SURFACE	2
FIGURE I- 2 PARKING SOUTERRAIN	3
FIGURE I- 3 PARKINGS AERIENS	3
FIGURE I- 4 PARKING PUZZLE	4
FIGURE I- 5 PARKING VERTICAL.....	5
FIGURE I- 6 PARKING AUTOMATISE CIRCULAIRE.....	5

Chapitre II

FIGURE II- 1 PARKING AUTOMATISE CIRCULAIRE.....	7
FIGURE II- 2 CARTE IC	8
FIGURE II- 3 BON POSITIONNEMENT DE LA VOITURE SUR LE PLATEAU.....	8
FIGURE II- 4 DISPOSITION DES CAPTEURS	9
FIGURE II- 5 LES PLACES DE STATIONNEMENTS.....	9
FIGURE II- 6 SUPPORT DE PLACEMENT DE LA VOITURE : A) DANS LE PLATEAU B) DANS LES PLACES C) COMBINEE.....	10
FIGURE II- 7 SCHEMA FONCTIONNEL DU DEROULEMENT DU CYCLE	10
FIGURE II- 8 CPU314	11
FIGURE II- 9 CAPTEUR A ULTRASONS.....	13
FIGURE II- 10 CAPTEUR DE PROXIMITE D'INFRAROUGE.....	13
FIGURE II- 11 DETECTEURS DE PRESENCE PAR CONTACT.....	14
FIGURE II- 12 CAPTEUR MAGNETIQUE	14
FIGURE II- 13 CAPTEUR PHOTOELECTRIQUE	15
FIGURE II- 14 CAPTEUR DE POIDS.....	15
FIGURE II- 15 LECTEUR DE CARTE IDENTITE.....	15
FIGURE II- 16 ÉCRAN TACTILE.....	16
FIGURE II- 17 TREUIL ELECTRIQUE.....	16
FIGURE II- 18 MOTEUR ELECTRIQUE	17
FIGURE II- 19 VERIN HYDRAULIQUE	18
FIGURE II- 20 PLATEAU TOURNANT.....	19
FIGURE II- 21 MOTEUR AVEC REDUCTEUR	19
FIGURE II- 22 RELAIS THERMIQUE.....	20
FIGURE II- 23 CONTACTEUR.....	20
FIGURE II- 24 DISJONCTEUR MAGNETOTHERMIQUE.....	21

Chapitre III

FIGURE III-1 SOUS-PROGRAMME	23
FIGURE III-2 GRAFCET DE FONCTIONNEMENT PRINCIPALE.....	30
FIGURE III-3 GRAFCET D'ACCUEIL DU VEHICULE	31
FIGURE III-4 GRAFCET DE CHOIX DE L'ETAGE	32
FIGURE III-5 GRAFCET DE CHOIX DE L'EMPLACEMENT.....	33

FIGURE III-6 GRAFCET PLACEMENT DU VEHICULE ET RETOUR A L'ETAT D'ACCEIL.....	34
FIGURE III-7 GRAFCET DE RECUPERATION DU VEHICULE	35
FIGURE III-8 GRAFCET DE DETECTION D'ETAGE	36
FIGURE III-9 GRAFCET DE DETECTION DE LA PLACE.....	37
FIGURE III-10 GRAFCET DE RECUPERATION DU VEHICULE ET RETOUR A L'ETAT DE SORTIE.....	38
FIGURE III-11 GRAFCET DE A L'ETAT D'ACCUEIL.....	39
FIGURE III-12 GRAFCET DE L'ARRET D'URGENCE	40

Chapitre IV

FIGURE IV- 1 VUE DES APPAREILS UTILISEE.....	42
FIGURE IV- 2 VUE DES RESEAUX.....	43
FIGURE IV- 3 BLOCS UTILISEE.....	44
FIGURE IV- 4 VUE SUR LE BLOC DONNEES	44
FIGURE IV- 5 VUE SUR BLOC MAIN OB1	45
FIGURE IV- 6 VUE SUR LE RESEAU 1 DU BLOC FONCTIONNEMENT PRINCIPAL	46
FIGURE IV- 7 VUE SUR LE RESEAU 2 DU BLOC FONCTIONNEMENT PRINCIPAL	46
FIGURE IV- 8 VUE SUR LE RESEAU 3 DU BLOC FONCTIONNEMENT PRINCIPAL	47
FIGURE IV- 9 VUE SUR LE RESEAU 4 DU BLOC FONCTIONNEMENT PRINCIPAL	47
FIGURE IV- 10 VUE DE BLOC SCALE	48
FIGURE IV- 11 VUE SUR RESEAU 59 DU BLOC FONCTION CAPTEUR.....	48
FIGURE IV- 12 VUE SUR LE RESEAU 5 DU BLOC FONCTION CAPTEUR.....	49
FIGURE IV- 13 TABLEAU DES VARIABLES	50
FIGURE IV- 14 VUE DES PARAMETRES IHM	51
FIGURE IV- 15 VUE DU TABLEAU IHM.....	52
FIGURE IV- 16 PREMIER VUE DE IHM	53
FIGURE IV- 17 DEUXIEME VUE DE IHM.....	53
FIGURE IV- 18 TROISIEME VUE DE IHM	54
FIGURE IV- 19 QUATRIEME VUE DE IHM	54
FIGURE IV- 20 CINQUIEME VUE DE IHM.....	55
FIGURE IV- 21 VUE DE LA CONFIGURATION DU PC DE SUPERVISION.....	55
FIGURE IV- 22 VUE DU BLOC FC SCADA.....	56
FIGURE IV- 23 VUE PRINCIPALE D'INTERFACE SCADA	57
FIGURE IV- 24 LA VUE D'ACCES A L'ETAT DE L'ASCENSEUR ET DE PLATEAU.....	57
FIGURE IV- 25 VUE LORSQUE PLATEAU EST VIDE.....	58
FIGURE IV- 26 VUE LORSQUE LE PLATEAU EST OCCUPE ET LA VOITURE MAL POSITIONNEE.....	58
FIGURE IV- 27 VUE LORSQUE LE PLATEAU EST OCCUPE ET LA VOITURE BIEN POSITIONNEE.....	59
FIGURE IV- 28 VUE QUI REPRESENTE LE BON POSITIONNEMENT ET LE POIDS DU VEHICULE.....	59
FIGURE IV- 29 VUE REVELANT LA POSITION DU PLATEAU DANS L'ASCENSEUR.....	60
FIGURE IV- 30 VUE LORSQUE LE PLATEAU SE TROUVE 2 ^E ETAGE	60
FIGURE IV- 31 VUE D'INTERFACE SCADA QUI MONTRANT L'ETAT DES PLACES.....	61

Liste des tableaux

TABLEAU 1 DIMENSIONNEMENT DE PLACES DE PARKING	7
TABLEAU-2 LES CARACTERISTIQUES DE LA CPU 314C-2PN/DP.....	12
TABLEAU 3 CARACTERISTIQUES DE TREUIL ELECTRIQUE	17
TABLEAU 4 CARACTERISTIQUES MOTEUR ELECTRIQUE.....	18
TABLEAU 5 CARACTERISTIQUES DE MOTEUR DE PATEAU TOURNANT.....	19
TABLEAU 6 PRE-ACTIONNEUR ET LEURS ROLES	25
TABLEAU 7 CAPTEURS ET LEURS ROLES.....	25
TABLEAU 8 BOUTONS PHYSIQUES	26

Listes des abréviations

Etc : Et Cetera

GRAFCET : GRAPHE Fonctionnel de Commande par Étapes et Transitions

TIA-Portal : Totally Integrated Automation Portal

IHM : Interface Homme-Machine

IC : Circuit Integre

LED : Light Emitting Diode

API : Application Programmation Interface

SCL : Structured Control Language

DB : Data Block

OB : Organizatin Block

FC : Function

FB : Function Block

SCADA : Supervisory Control and Data Acquisition

Résumé : Ce mémoire se concentre sur la description et l'automatisation d'un parking multi-étage, en réponse à la croissance rapide de la population urbaine et au besoin croissant de développer l'infrastructure urbaine en Algérie. La problématique abordée est la difficulté de stationnement pour les grandes entreprises et les hôtels, en raison de l'augmentation du nombre de véhicules dans les zones urbaines.

L'objectif de cette étude est de concevoir et de mettre en œuvre un système automatisé pour la gestion des parkings multi-étages, en utilisant les techniques les plus récentes en automatisation. La méthodologie adoptée inclut l'utilisation du logiciel TIA Portal pour programmer le système de contrôle et de supervision. Le programme développé permet non seulement de gérer efficacement les entrées et sorties des véhicules, mais aussi de surveiller et d'optimiser l'utilisation des espaces de stationnement en temps réel.

Les résultats obtenus démontrent que l'automatisation du parking améliore significativement l'efficacité et la commodité du stationnement, réduisant ainsi le temps de recherche d'une place et augmentant la satisfaction des utilisateurs. En conclusion, cette étude propose une solution viable et moderne pour résoudre les problèmes de stationnement dans les zones urbaines denses et suggère des directions pour des recherches futures, telles que l'intégration de technologies Internet des objets pour une gestion encore plus intelligente.

Mots-clés : Automatisation, parking multi-étage, TIA Portal, supervision, infrastructure urbaine.

الخلاصة: يركز هذه المذكورة على وصف وأتمتة مواقف السيارات متعددة الطوابق، استجابةً للزخم السريع للسكان الحضريين والحاجة المتزايدة لتطوير البنية التحتية الحضرية في الجزائر. تتناول المشكلة صعوبة وموقف السيارات للشركات الكبيرة والنزادق، بسبب زيادة عدد المركبات في المناطق الحضرية. يهدف هذا البحث إلى تصميم وتنفيذ نظام آلي لإدارة مواقف السيارات متعددة الطوابق باستخدام أحدث التقنيات الأتمتة. تتضمن المنهجية المستخدمة استخدام برنامج نوا بورنال لبرمجة نظام التحكم والإشراف. يتيح هذا البرنامج التطور ليس فقط إدارة فعالة لدخول وخروج المركبات، ولكن أيضا مراقبة وتحسين استخدام أماكن الوضوف في الوقت الحقيقي. تظهر النتائج أن أتمتة مواقف السيارات تحسن بشكل كبير من كفاءة وراحة الوضوف، مما يقلل من وقت البحث عن مكان ويؤدي من رضا المستخدمين. في الختام، تقدم هذه الدراسة حلاً عصرياً وواضحاً للتطبيق لحل مشاكل وموقف السيارات في المناطق الحضرية الكثيفة وتقدم اقتراحات للبحوث المستقبلية، مثل دمج تقنيات إنترنت الأشياء لإدارة أكثر ذكاءً. الكلمات المفتاحية: الأتمتة، مواقف السيارات متعددة الطوابق، نوا بورنال، الإشراف، البنية التحتية الحضرية.

Abstract: This thesis focuses on the description and automation of a multi-story parking facility, in response to the rapid growth of the urban population and the increasing need to develop urban infrastructure in Algeria. The issue addressed is the difficulty of parking for large companies and hotels due to the rising number of vehicles in urban areas. The objective of this study is to design and implement an automated system for managing multi-story parking facilities using the latest automation techniques. The adopted methodology includes the use of TIA Portal software to program the control and supervision system. The developed program not only efficiently manages the entry and exit of vehicles but also monitors and optimizes the use of parking spaces in real-time. The results obtained demonstrate that the automation of parking significantly improves the efficiency and convenience of parking, thereby reducing the time spent searching for a parking spot and increasing user satisfaction. In conclusion, this study proposes a viable and modern solution to parking problems in dense urban areas and suggests directions for future research, such as the integration of Internet of Things technologies for even smarter management.

Keywords: Automation, multi-story parking, TIA Portal, supervision, urban infrastructure

Introduction générale

L'accroissement 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. L'un des risques les plus préoccupants est le stationnement. Le parking de voiture est un sujet qui a toujours été très présent parce qu'il touche la mobilité de la plupart des personnes. Et pour cela, nous avons besoin d'un nouveau système automatisé qui permet de gérer et de réduire la circulation routière, tout en faisant gagner du temps aux clients.

Dans ce contexte, ce mémoire de fin d'études vise à décrire et à automatiser un système de parking multi-étages. L'objectif principal est de proposer une solution qui facilite la gestion du garage, améliore la fluidité du trafic et la productivité du stationnement, optimise l'utilisation des emplacements disponibles, introduit des fonctionnalités de suivi et de localisation des véhicules, augmente la sécurité et la conformabilité des usagers, et réduit les coûts d'exploitation.

Dans notre étude, nous avons débuté par le premier chapitre qui consiste à présenter les différents types de système de stationnement multi-étages existants, leurs avantages et inconvénients.

Dans le deuxième chapitre, nous décrivons en détail le fonctionnement du système de parking multi-étages que nous avons étudié, en expliquant les technologies utilisées pour son automatisation et la manière dont elles interagissent pour permettre le stationnement et le déplacement des véhicules.

Dans le troisième chapitre, nous expliquant comment nous avons automatisé le système de stationnement multi-étages, en utilisant des capteurs, des actionneurs, des contrôleurs, etc...

Nous avons également présenté les schémas (GRAFCET) de contrôle que nous avons développé pour assurer le fonctionnement de notre système.

Dans le dernier chapitre, nous expliquons comment nous avons programmé notre projet à l'aide du logiciel TIA-Portal et avec la mise en place d'une supervision avec un IHM.

Enfin, nous clôturons notre mémoire par une conclusion générale qui offre une synthèse du travail présenté.

CHAPITRE I

Présentation des systèmes existants

I.1 Introduction

L'augmentation du nombre de véhicules dans les zones urbaines complice de plus en plus la disponibilité des places de stationnement. Dans ce chapitre, nous introduisons un système de stationnement automatisé qui vise à minimiser l'utilisation de l'espace tout en offrant des conditions de stationnement optimales.

I.2 Définition du parking

Le stationnement des automobiles implique le regroupement de véhicules immatriculés, stationnés pour une durée définie sur une surface clôturée. Les parkings sont présents dans divers endroits tels que les aéroports, les hôpitaux, les grands marchés, etc...

I.3 Le but de ce projet

- Progrès dans les systèmes de stationnement automobile.
- Amélioration de l'utilisation de l'espace de stationnement.
- Une bonne gestion de parking (Temps, Sécurité, Paiement automatisé, etc..).

I.4 Différents types de parkings

Il y a plusieurs catégories parmi lesquelles on trouve les suivantes :

I.4.1 Parking de surface

Ce style de stationnement consiste en une simple surface asphaltée située à l'extérieur, où les places de parking sont délimitées directement sur le sol. Il est généralement implanté dans des zones à faible ou moyenne densité. Son principal avantage réside dans sa facilité d'accès et son coût relativement bas. [1]



Figure I- 1 Parking de surface

I.4.2 Parking souterrain

Le parking souterrain est situé sous des bâtiments tels que des aéroports, des centres commerciaux ou des bureaux d'entreprises, offrant ainsi une sécurité renforcée. Cette structure comprend plusieurs niveaux, et pour accéder à leurs emplacements, les conducteurs utilisent

des rampes pour passer d'un niveau à un autre. Ils peuvent ensuite utiliser des ascenseurs ou des escaliers pour quitter le parking en tant que piétons.

Du fait de sa localisation souterraine, ce type de parking nécessite un système d'aération efficace avec de multiples points de ventilation afin de réduire la pollution et d'améliorer la qualité de l'air à l'intérieur du parking. [2]



Figure I- 2 Parking souterrain

I.4.3 Parking aérien

Un parking aérien est une structure de stationnement qui permet de garer des véhicules en hauteur, au-dessus du sol, offrant ainsi une solution innovante pour optimiser l'utilisation de l'espace de stationnement dans les zones urbaines.



Figure I- 3 Parkings aériens

I.4.4 Parkings automatiques

Les parkings ascenseurs ou automatisés sont des installations de stationnement souterraines ou en hauteur, conçues pour garer les véhicules en utilisant des convoyeurs de manière automatique. Selon le système utilisé, l'intervention du conducteur peut être facultative.

Ces systèmes sont conçus par des experts en stationnement sécurisé, qui veillent à intégrer toutes les mesures de sécurité nécessaires pour créer des parkings fonctionnels et adaptés aux besoins spécifiques de chaque client. [3]

I.4.4.1 Types de stationnement automatiques disponibles

Les systèmes de stationnement automatisés peuvent être automatiques ou semi-automatiques.

I.4.4.1.A Systèmes semi-automatiques

Le conducteur a la possibilité d'accéder à l'intérieur du système et de participer au stationnement de son véhicule.

I.4.4.1.B Systèmes automatiques

Permettent le stationnement des véhicules sur la plateforme sans nécessiter l'intervention du conducteur. Le système s'occupe de diriger le véhicule vers un emplacement adéquat.

Ce système est composé de divers types

I.4.4.1.B.1 Puzzle parking

Les systèmes de stationnement Puzzle, également connus sous le nom de Lift & Slide, offrent une solution innovante pour le stationnement de plusieurs véhicules simultanément. Chaque espace est accessible de manière indépendante et peut être construit jusqu'à 4 niveaux. Ce système permet un mouvement vertical et horizontal des plateformes de stationnement, offrant une efficacité maximale tout en garantissant qu'il y a toujours au moins un espace vide pour les déplacements. Ces systèmes sont conçus pour une utilisation pratique, une maintenance aisée et une réduction des coûts opérationnels. [4-5]



Figure I- 4 Parking Puzzle

I.4.4.1.B.2 Parking vertical

Ces parkings permettent de stocker les véhicules sans intervention humaine, en utilisant des technologies d'entreposage automatisé. Ils peuvent généralement se garer deux fois le nombre de véhicules dans le même volume que le stationnement classique.



Figure I- 5 Parking vertical

I.4.4.1.B.3 Parking automatisé circulaire

Un parking circulaire automatique est un équipement de stationnement mécanique entièrement automatisé qui utilise une chaîne de levage pour permettre le stationnement de véhicules de manière efficace et sécurisée.

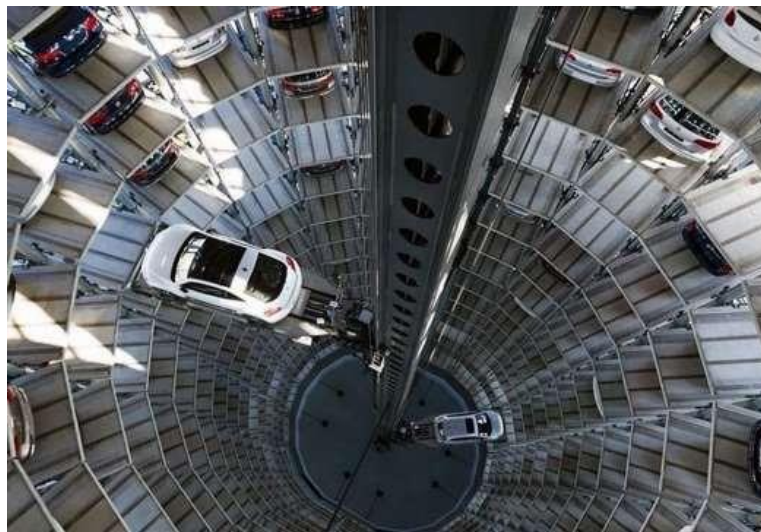


Figure I- 6 Parking automatisé circulaire

I.5 Avantage des systèmes de parking automatisés

I.5.1 Utilisation optimale de l'espace

- Les systèmes de parking automatisés nécessitent jusqu'à 70% moins de surface au sol et 50% moins de volume qu'un parking conventionnel.
- Cela permet d'augmenter le nombre de places de stationnement, Et de laisser l'espace pour les espaces verts ou d'autres aménagements. [6]

I.5.2 Faisabilité et rentabilité

- Les parkings automatisés peuvent être installés dans des espaces où un parking conventionnel serait impossible, offrant plus de flexibilité. [6]

I.5.3 Éco-responsabilité

- Les parking automatisés réduisent les émissions de CO_2 jusqu'à 85% car les véhicules ne circulent pas à l'intérieur. [7]
- Ils nécessitent moins de matériaux et d'excavation lors de la construction, avec un chantier plus court.

I.5.4 Sécurité

- Les parkings automatisés sont intrinsèquement plus sûrs car il n'y a pas d'interaction entre piétons, conducteurs et véhicules.
- Cela élimine les risques de dommages, d'agression ou de vol. [7]

I.6 Inconvénients des systèmes de parking automatisés

I.6.1 Consommation d'énergie élevée

- Le fonctionnement de ces systèmes automatisés nécessite une consommation d'énergie importante pour faire fonctionner les mécanismes de levage, les systèmes de contrôle, etc. [8]

I.6.2 Complexité de construction

- La mise en place de ces parkings automatisés est plus complexe que la construction d'un parking traditionnel, nécessitant des compétences techniques spécialisées. [8]

I.6.3 Coûts élevés pour les utilisateurs

- En raison des investissements importants requis, les tarifs de stationnement dans ces parkings automatisés sont généralement plus élevés pour les clients. [9]

I.6.4 Risque de dysfonctionnements

- Toute défaillance ou erreur dans le système de stationnement automatisé peut entraîner de grands désagréments et perturbations pour les utilisateurs. [9]

I.6.5 Acceptation des utilisateurs

- Certains conducteurs peuvent être réticents à utiliser ces systèmes automatisés, préférant garder le contrôle manuel de leur véhicule. [9]

I.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les différents types de parkings. Ces types des systèmes permet une optimisation de l'espace de stationnement des véhicules, tout en garantissant une gestion efficace et une sécurité renforcée. Dans le chapitre suivant, nous procéderons à une étude détaillée du parking automatisé.

CHAPITRE II

Description détaillée du
Fonctionnement

II.1 Introduction

L'augmentation du nombre de véhicules provoque des problèmes de stationnement, ce qui demande des solutions novatrices. C'est dans cette perspective que nous allons concevoir un système de stationnement automatisé visant à économiser du temps et à diminuer les congestions routières. Dans ce chapitre, nous examinerons et présenterons en détail les différentes composantes d'un parking automatisé circulaire.

II.2 Description du parking étudié

L'objet de notre étude est d'automatiser un parking à plusieurs niveaux, conçu pour une rotation dans le sens horaire ou antihoraire. Le type de parking proposé peut être utilisé dans plusieurs secteurs, pour notre cas on suppose qu'il sera destiné pour les ouvriers d'une administration, il comporte trois niveaux hors sol, avec 9 emplacements par étage.

Les caractéristiques techniques principales de ce système
Le tableau ci-dessous précise les dimensions des places dans le parking.

Tableau 1 Dimensionnement de places de parking [10]

Dimension (en mm)	La Voiture	La marge sécurité	place
La hauteur	De 1600 à 2000 mm	+ 600 mm	2600 mm
La largeur	2100 mm	+ 200 mm	2300 mm
	2200 mm	+ 200 mm	2400 mm
La longueur	5250 mm	+ 600 mm	5850 mm
Le poids	2500 kg	+ 500 kg	-

II.3 Fonctionnement du système

Ce système automatisé de stationnement intègre la technologie IC ainsi que des capteurs pour permettre un stationnement sans effort et sécurisé de votre véhicule.



Figure II- 1 Parking automatisé circulaire

Deux capteurs infrarouges sont présents dans chacune de ces voies pour détecter la présence de véhicule devant les portes. Le système ne peut s'ouvrir pour permettre l'entrée d'un véhicule que s'il y a disponibilité de place et après le passage de la carte IC.



Figure II- 2 Carte IC

Lorsque la voiture approche de la porte d'entrée, elle sera détectée par un capteur situé juste devant cette porte. Le système traite le signal reçu pour ouvrir la porte et permettre à la voiture d'entrer. La porte se referme une fois que la voiture est correctement positionnée dans l'ascenseur.

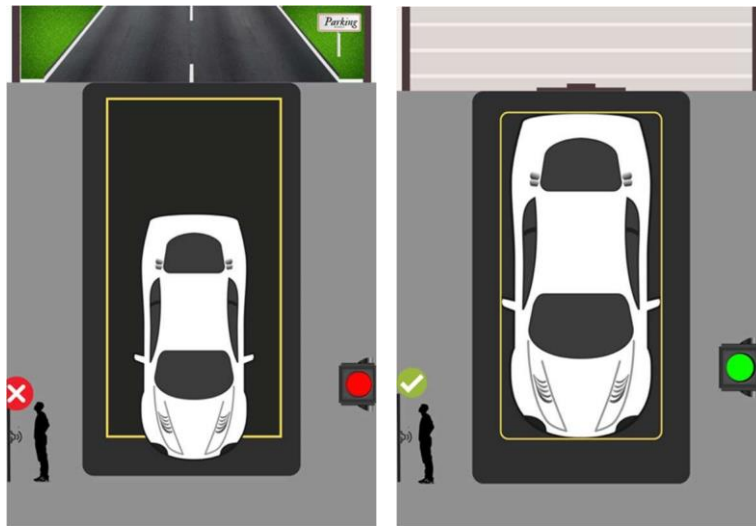


Figure II- 3 Bon positionnement de la voiture sur le plateau

Sur le plateau de l'ascenseur, un dispositif de détection de présence et d'alignement est installé. Lorsque le véhicule est détecté par ces capteurs, le conducteur doit quitter son véhicule et appuyer sur un bouton de validation. Une fois activé, le système prendra en charge de manière autonome le processus de stationnement.

Des capteurs supplémentaires sont installés dans chaque emplacement de stationnement pour indiquer leur disponibilité. De plus, des capteurs sont également présents dans l'ascenseur pour déterminer leur position(étage) du plateau dans le parking.

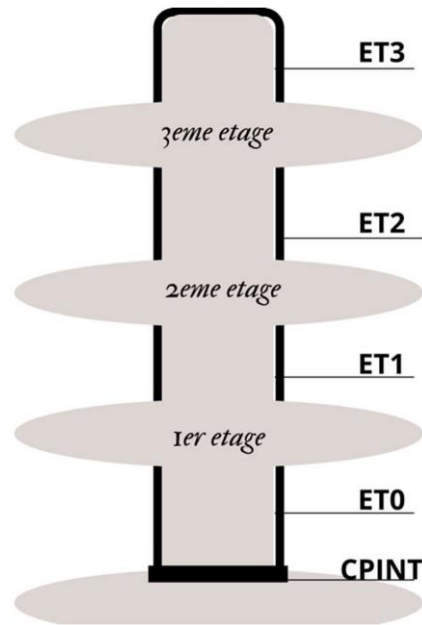


Figure II- 4 Disposition des capteurs

Une fois que le système sélectionne un emplacement vacant, un moteur élèvera l'ascenseur jusqu'à atteindre l'étage désigné. Ensuite, un autre moteur sera utilisé pour effectuer une rotation dans le sens horaire ou antihoraire afin de positionner le véhicule dans l'emplacement désiré.

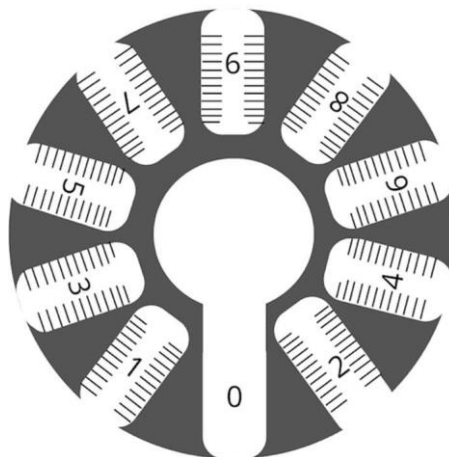


Figure II- 5 Les places de stationnements

Un vérin hydraulique placé sous le plateau de l'ascenseur fera ensuite pousser ce dernier vers la place de parking, l'ascenseur descend à Jusqu' à un niveau inférieur et le vérin se rétracte. Le véhicule sera donc mis dans la place libre automatiquement grâce à l'automatisation du processus.

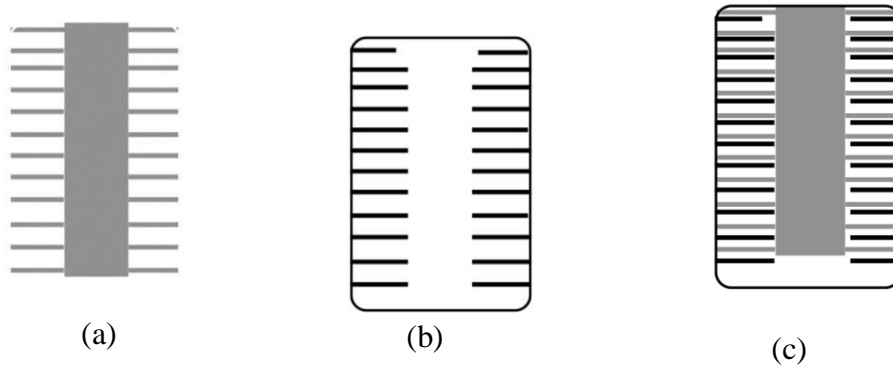


Figure II- 6 Support de placement de la voiture : a) Dans le plateau b) Dans les places c) Combinée

L'ascenseur revient ensuite vers sa position initiale pour attendre une action suivante. Dans le cas où toutes les places sont occupées, la porte d'entrées ne s'ouvrira plus.

Pour récupérer son véhicule, le propriétaire n'aura qu'à passer la carte IC utilisée à l'entrée pour que le système identifie l'emplacement du véhicule un processus inverse à celui du placement se fera pour la récupération, un signal sera envoyé par le système au moteur pour faire monter l'ascenseur jusqu'à atteindre niveau inférieur. L'autre moteur fait une rotation jusqu'à emplacement du la voiture.

Le vérin hydraulique sort vers la place de parking, l'ascenseur monte à un niveau supérieur pour récupérer la voiture puis le vérin se rétracte.

Une fois que l'ascenseur est descendu et détecté par le capteur situé à la sortie, la porte de sortie s'ouvrira, permettant au véhicule de quitter les lieux.

II.4 Instrumentation

II.4.1 Architecture des matériaux

Le schéma de la figure II-7 illustre la relation fonctionnelle entre les éléments de système.

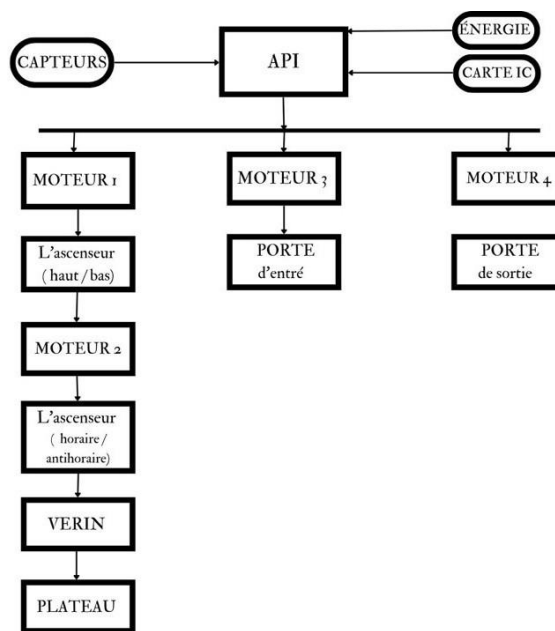


Figure II- 7 Schéma fonctionnel du déroulement du cycle

II.4.2 L'automate programmable industriel (API)

II.4.2.1 Définition

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique spécialisé dans la gestion en temps réel des processus industriels et tertiaires. [11]

II.4.2.2 Critères de choix d'un automate

Le choix d'un automate programmable débute généralement par la sélection d'un fournisseur, souvent basé sur des relations commerciales antérieures et des expériences passées.

Cependant, il est essentiel que le personnel de maintenance soit formé sur ces équipements, car une diversité excessive peut entraîner des complications graves. Une fois cette étape franchie, il est nécessaire de définir précisément les besoins :

- Le nombre d'entrées/sorties : le choix du nombre de cartes peut impacter le nombre de racks nécessaires lorsque le nombre d'entrées/sorties requis est élevé.
- Le type de processeur : les caractéristiques telles que la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctionnalités spéciales offertes par le processeur influent sur le choix, étant donné la diversité souvent importante dans cette gamme.
- Les fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes, comme celles dédiées au contrôle d'axe ou au pesage, peuvent alléger la charge du processeur et doivent offrir les caractéristiques requises, comme la résolution, par exemple.
- Les fonctions de communication : l'automate doit être capable de communiquer avec d'autres systèmes de contrôle (API, supervision, etc.) et offrir des options de communication conformes à des normes standardisées telles que Profibus. [11]

II.4.2.3 SIMATIC S7-300

Le S7-300, issu de la gamme de produits de qualité de Siemens, représente l'avant-garde de la technologie des automates programmables. Polyvalent, il trouve des applications dans pratiquement tous les secteurs industriels, offrant une modularité qui permet la mise en œuvre de fonctions d'automatisation diverses grâce à ses différents modules. [12-13]

La figure II-8 représente une CPU de la famille SIMATIC S7-300



Figure II- 8 CPU314

II.4.2.4 Caractéristiques de la CPU choisi

Nous avons opté pour l'utilisation de la CPU 314C-2PN/DP dans notre projet en raison de ses caractéristiques spécifiques.

Tableau-2 Les caractéristiques de la CPU 314C-2PN/DP [14]

Tension d'alimentation		24V
Mémoire de travaille		192 Kbyte
Temps de traitement		0,07 μ s/bits
Nombre de blocs		1024 (DB, Fe, FB).
Nombre de compteurs		256
Nombre de temporisations		256
Limite inférieure de temporisations		10ms
Limité supérieurs de temporisations		99905 s
Nombre Entrées	TOR	24
	Analogique	5
Nombre Sortie	TOR	16
	Analogique	2
Dimensions	Largeur	120mm
	Hauteur	125mm
	Profondeur	130mm
	Poids	730g

II.4.3 Les capteurs

II.4.3.1 Définition

Un capteur est un dispositif qui transforme l'état d'une grandeur physique en une grandeur utilisable à des fins de mesure. [15]

Selon leur mode de sortie, les capteurs peuvent être classés en trois types distincts :

- Les capteurs Tout Ou Rien, qui fournissent une information binaire, soit vrai soit faux.
- Les capteurs analogiques, qui produisent une variation continue de leur sortie.
- Les capteurs numériques sont des capteurs physiques qui mesurent une grandeur physique et la convertissent en un signal numérique utilisable.[16]

II.4.3.2 Capteurs utilisés

II.4.3.2.a Capteur à ultrasons

Les capteurs à ultrasons offrent la possibilité de détecter des objets sans contact, quelle que soit leur composition. Ils sont largement utilisés dans diverses applications industrielles pour la détection d'objets.

Leur fonctionnement repose sur la mesure du temps nécessaire à l'émission d'une onde ultrasonique (onde de pression) et à la réception de son écho (retour de l'onde émise). [17]



Figure II- 9 Capteur à ultrasons.

II.4.3.2.b Capteur d'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- 10 Capteur de proximité d'infrarouge

Il se compose de deux éléments distincts : un émetteur et un récepteur. Lorsqu'un objet se trouve à proximité du capteur, les rayons infrarouges émis par l'émetteur sont réfléchis par l'objet et captés automatiquement par le récepteur. Ce dernier transmet alors en continu des données numériques en sortie du capteur. [18]

II.4.3.2.c Détecteurs de présence

Ces capteurs sont également désignés sous le nom d'interrupteurs de position. Ils sont activés par le mouvement d'un dispositif de commande. Lorsqu'ils sont activés, ils ouvrent ou ferment un ou plusieurs circuits électriques ou pneumatiques. Il existe de nombreuses variantes adaptées à diverses applications, tenant compte notamment de la taille et du type de mouvement à détecter. Leur signal de sortie est binaire : tout ou rien. [17]



Figure II- 11 Détecteurs de présence par contact

II.4.3.2.d Capteur magnétique

Les détecteurs magnétiques, également connus sous le nom d'interrupteurs lame souple, sont de plus en plus intégrés dans les systèmes automatisés. Ils sont fixés directement sur le corps d'un vérin, où le piston est équipé d'un aimant, offrant ainsi un avantage en termes d'espace et de facilité d'utilisation. Lorsque l'aimant passe à proximité du capteur, le contact électrique se ferme, transmettant ainsi l'information à la partie commande. En revanche, lorsque l'aimant s'éloigne du capteur, le contact s'ouvre, interrompant ainsi le circuit. [17]



Figure II- 12 Capteur magnétique

II.4.3.2.e Capteur photoélectrique

Un détecteur photoélectrique est constitué d'un émetteur (qui est généralement une diode électroluminescente) associé à un récepteur de lumière (généralement un phototransistor). Il délivre une information chaque fois que le faisceau lumineux issu de l'émetteur est interrompu par un obstacle (objet opaque). Le récepteur détecte la coupure de ce faisceau. Si l'émetteur et le récepteur sont dans le même boîtier, le faisceau lumineux doit être renvoyé par un réflecteur ou par l'objet à détecter (objet réfléchissant). Ils sont de technologie électronique. Afin de rendre le dispositif insensible à la lumière ambiante, l'émission de lumière se fait à fréquence fixe (infrarouge par exemple). [17]

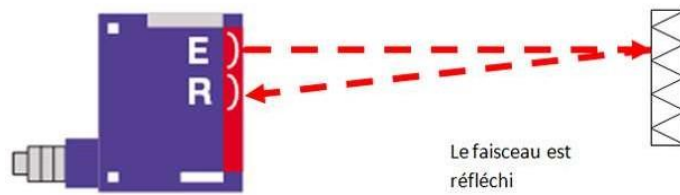


Figure II- 13 Capteur photoélectrique

II.4.3.2.f Capteur de poids

Un capteur de poids est un dispositif conçu pour mesurer la force exercée par un objet sur une surface de support. Ces capteurs convertissent la force de poids en un signal électrique proportionnel, généralement une tension ou un courant, qui peut être mesuré et interprété par un système électronique ou informatique.



Figure II- 14 Capteur de poids

II.4.4 Lecteur de carte IC

Un lecteur de carte à puce (ou lecteur de carte IC) est un dispositif électronique conçu pour interagir avec les cartes à puce ou les cartes à circuit intégré (IC). Ces lecteurs sont capables de lire les données stockées dans la puce électronique de la carte et d'effectuer des opérations telles que l'authentification, la validation d'identité, ou la transaction financière.



Figure II- 15 Lecteur de carte identité

II.4.5 Écran tactile

Un écran tactile (IHM) est un dispositif d'affichage interactif qui permet à l'utilisateur de contrôler et de manipuler des éléments à l'écran en touchant directement sa surface. Il détecte les contacts physiques de l'utilisateur et répond à différents gestes tactiles tels que le toucher, le balayage et le tapotement.



Figure II- 16 Écran tactile

II.4.6 Système de levage

Un système de levage est un ensemble de dispositifs mécaniques, électriques ou hydrauliques conçus pour soulever et déplacer des charges ou des objets d'un emplacement à un autre. Ces systèmes sont utilisés dans une variété d'applications, allant des grues et des ascenseurs industriels aux équipements de levage dans les entrepôts et les usines.



Figure II- 17 Treuil électrique

II.4.6.1 Caractéristiques de treuil électrique

Nous avons opté pour l'utilisation treuil JK5T dans notre projet en raison de ses caractéristiques spécifiques, adéquates à notre application.

Tableau 3 Caractéristiques de treuil électrique [19]

Model		JK5
Capacité de traction de ligne (kg)		5000
Vitesse moyenne de câble métallique (m/min)		28
Diamètre de câble (mm)		22
Boîte de réduction	Type	JZQ650
	Rapport de Transmission	40.17
Tambour (mm)	Diamètre	406
	Longueur	800
Capacité (m)		250
Moteur	Type	YZR250M1-8
	Puissance (kW)	30
	Vitesse tournante (tr/min)	864
Hydraulique de frein		YWZ-300/45
Dimension d'équipement (mm)		1860x1660x950
Poids (kg)		2700

II.4.7 Moteur de la porte d'entrée et de sortie

Dans notre projet, nous avons proposé d'utiliser des moteurs asynchrones

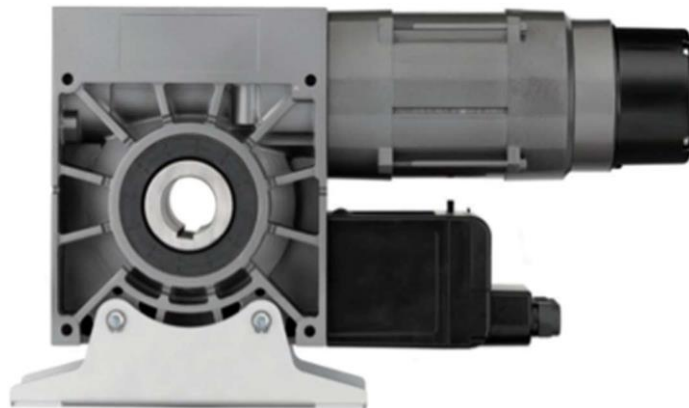


Figure II- 18 Moteur électrique

II.4.7.1 Caractéristiques des moteurs d'entrée et de sortie

Le tableau ci-dessous précise les caractéristiques des moteurs d'entrée et de sortie.

Tableau 4 Caractéristiques moteur électrique

Type de moteur	Tension (V)	Puissance (Kw)	Intensité (A)	Câble alimentation	Indice de protection	Vitesse rotation (tr/min)	nombre de cycles par jour	Couple (nm)
E400	230 triphasée	1,1	8,83	5 x 2,5	IP54	12	100	400

II.4.8 Vérin hydraulique

Le vérin hydraulique industriel est un dispositif mécanique robuste conçu pour convertir l'énergie hydraulique en force linéaire. Il se compose généralement d'un cylindre métallique dans lequel un piston mobile est logé. L'intérieur du cylindre est rempli d'huile hydraulique sous pression.

Les vérins hydrauliques industriels sont disponibles dans une gamme de tailles et de capacités pour s'adapter à diverses applications. Dans notre projet, nous devons sélectionner un vérin avec les caractéristiques techniques suivantes :

- **Le diamètre de piston**

La surface du piston doit être adéquate pour générer la force requise. En considérant une pression de service de 200 bars, on peut calculer le diamètre minimal du piston

$$\text{Surface du piston} = \text{Force} / \text{Pression} = 40\ 000 \text{ N} / 200 \text{ bars} = 200 \text{ cm}^2$$

$$\text{Diamètre} = \sqrt{(200 \text{ cm}^2 \times 4 / \pi)} = 15,9 \text{ cm soit environ } 160 \text{ mm}$$

- **Débit de la pompe**

Le débit de la pompe doit permettre d'obtenir une vitesse de sortie suffisante sur la course de 3 mètres. En considérant une vitesse de sortie de 100 mm/s, le débit nécessaire est de :

$$\text{Débit} = \text{Surface du piston} \times \text{Vitesse} = 200 \text{ cm}^2 \times 0,1 \text{ m/s} = 20 \text{ L/min}$$

- **Puissance du moteur**

La puissance du moteur entraînant la pompe doit être suffisante pour fournir le débit et la pression nécessaires. En considérant un rendement global de 0,8, la puissance minimale est de :

$$\text{Puissance} = \text{Débit} \times \text{Pression} / (\text{Rendement} \times 600) = 20 \text{ L/min} \times 200 \text{ bars} / (0,8 \times 600) = 8,33 \text{ KW}$$

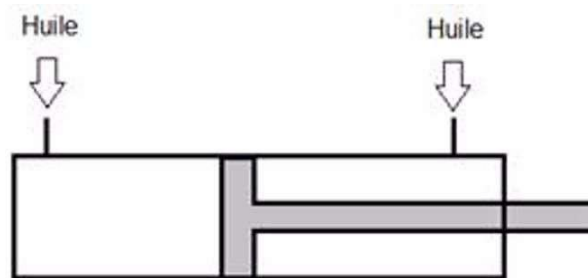


Figure II- 19 Vérin hydraulique

II.4.9 Système de rotation

Dans notre projet, nous avons intégré un plateau tournant pour répondre à nos besoins spécifiques.

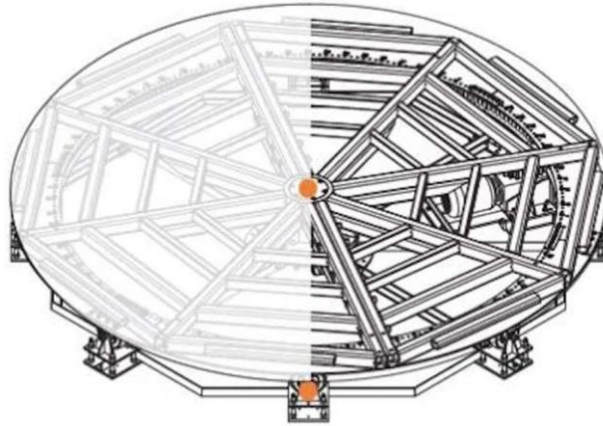


Figure II- 20 Plateau tournant

Voici les caractéristiques du moteur de plateau tournant :

Tableau 5 Caractéristiques de moteur de plateau tournant

Puissance (kw)	0,75/1,1
Vitesse (tr/min)	0,2/1
Tension (v)	110/220/380

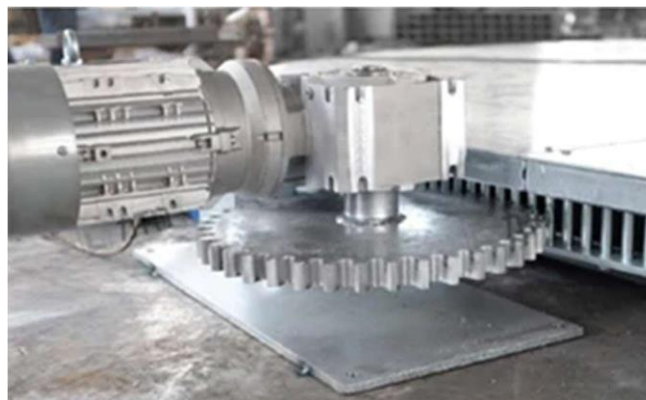


Figure II- 21 Moteur avec réducteur

II.4.10 Pré-actionneurs

Les pré-actionneurs sont des composants permettant :

- La transmission des ordres de la partie commande aux actionneurs.
- Fournir de l'énergie nécessaire pour activer les actionneurs qui exécutent les ordres.

II.4.11 Distributeurs

Est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilise pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression. Le distributeur aura pour rôle de réaliser les deux configurations possibles de branchements, en fonction d'un signal de commande extérieur. [17]

II.4.12 Relais thermiques

Les relais thermiques sont destinés à la protection des moteurs contre les surcharges, les coupures de phase et les démarrages trop longs.

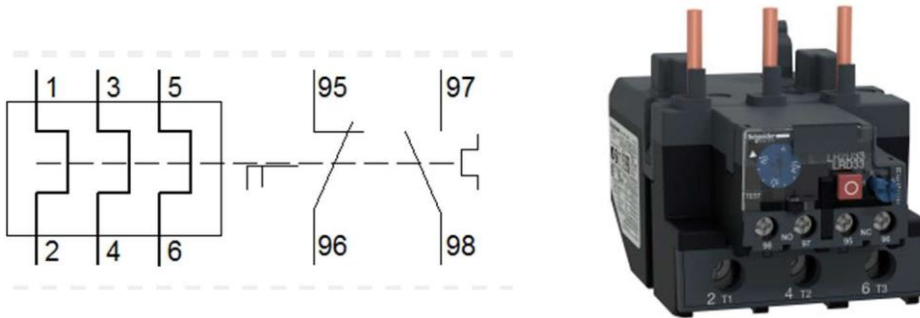


Figure II- 22 Relais thermique

II.4.13 Contacteur

Est un appareil électrotechnique destine à établi ou interrompte le passage de courant

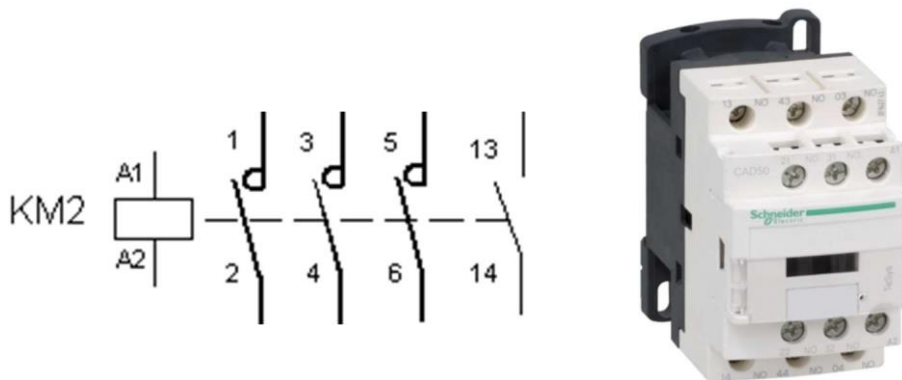


Figure II- 23 Contacteur

II.4.14 Disjoncteur magnétothermique

Les disjoncteurs magnétothermiques assurent en plus de la protection contre les court-circuit, une protection contre les surcharges.

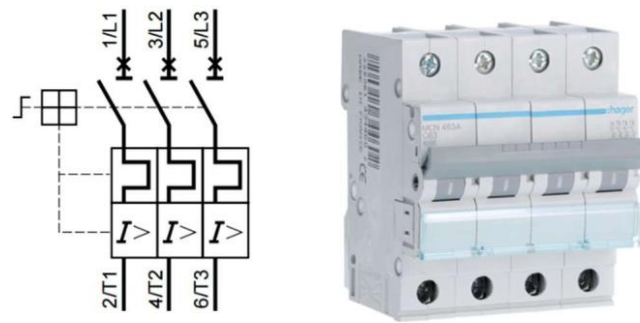


Figure II- 24 Disjoncteur magnétothermique

II.5 Conclusion :

Notre système de stationnement automatisé offre une réponse à des enjeux cruciaux, en visant à optimiser l'utilisation de l'espace, à économiser du temps pour les utilisateurs et à atténuer la congestion routière.

Dans ce chapitre, nous avons exploré les mécanismes de notre processus, soulignant ainsi son potentiel pour répondre aux besoins actuels et futurs de la mobilité urbaine.

Dans le chapitre suivant, nous procéderons à la modélisation de notre système à l'aide de l'outil GRAFCET.

CHAPITRE III

Automatisation du système

Il gère la sécurité de système d'une manière générale et doit pouvoir être activé à n'importe quel instant, contrairement aux autres graficets qui décrivent des tâches ponctuelles. Le graficet de sécurité inclut notamment les procédures d'arrêt d'urgence et de mise en route du système.

III.5 Cahier de charge

III.5.1 Fonctionnalités principales du système de parking automatisé

Dans notre système de parking automatisé, nous identifions deux fonctionnalités principales l'accueil des véhicules et leur récupération. Chaque processus est exécuté de manière alternée, avec des conditions de démarrage spécifiques.

III.5.1.1 Accueil des véhicules

Ce processus démarre dès la détection de la carte IC placée à l'entrée et de la voiture devant la porte d'entrée. Les étapes suivantes sont exécutées :

- Vérification des places disponibles et positionnement du Plateau : vérifier la disponibilité des places dans le parking et s'assurer que le plateau est en position d'accueil.
- Ouverture de la porte d'entrée et positionnement du véhicule : ouvrir la porte d'entrée et garantir le positionnement correct du véhicule.
- Fermeture de la porte et activation de système par le conducteur : fermer la porte d'entrée et attendre l'appui du conducteur sur le bouton de mise en marche.
- Sélection de l'étage : le processus sélectionne un étage en suivant une priorité du plus bas au plus haut, vérifie la disponibilité des places à cet étage et active le moteur pour monter le plateau.
- Sélection de la place : la sélection des places suit une priorité de la place numérotée 01 à la place numérotée 09 premier étage, de la place numérotée 11 à la place numérotée 19 au deuxième étage, et de la place numérotée 21 à la place numérotée 29 au dernier étage. Le moteur de rotation est activé pour atteindre la place désignée.
- Placement du véhicule : activer le vérin pour avancer le plateau avec le véhicule, descendre jusqu'à l'étage inférieur, rétracter le vérin et ramener le plateau à la position initiale.

III.5.1.2 Récupération des véhicules

Ce processus est initié par la détection de la carte IC à la sortie et l'absence de véhicule devant la porte de sortie. Les étapes suivantes sont exécutées :

- Détection de l'étage : sélection de l'étage par le système où le véhicule est stationné et activer le moteur pour monter le plateau à l'étage correspondant.
- Détection de la place : sélectionner la place spécifique et activer le moteur de rotation pour aligner le plateau avec la place du véhicule.
- Récupération du véhicule : activation du vérin pour faire avancer le plateau, montée du plateau à l'étage supérieur pour récupérer le véhicule, rétraction du vérin, et retour du plateau à la position de sortie.
- Retour à l'état d'accueil : une fois le véhicule récupéré, l'ascenseur retourne à sa position initiale en attente d'une nouvelle action.

III.6 Pré-actionneur et rôle

Dans notre projet, nous avons utilisé les pré-actionneurs indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 Pre-actionneur et leurs rôles

Nom de pré-actionneur	Rôle
KM1	Contacteur du moteur qui contrôle le mouvement de montée dans l'ascenseur.
KM2	Contacteur assurant le contrôle de la descente dans l'ascenseur.
KM3	Contacteur responsable de la rotation horaire.
KM4	Contacteur responsable de la rotation antihoraire.
KM5	Contacteur chargé de l'ouverture de la porte d'entrée.
KM6	Contacteur du moteur responsable de la fermeture de la porte d'entrée.
KM7	Contacteur responsable de l'ouverture de la porte de sortie.
KM8	Contacteur responsable de la fermeture de la porte de sortie.
V-	Distributeur commandant le vérin pour rétracter le plateau.
V+	Distributeur contrôlant le vérin pour faire sortir le plateau.

III.7 Nomination des capteurs et leurs rôles

Dans notre projet, nous avons utilisé les capteurs mentionner dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 Capteurs et leurs rôles

Nom de capteur	Rôle de capteur
CDE	Capteur qui identifie la présence d'une voiture devant la porte d'entrée.
CDS	Capteur qui détecte la présence de la voiture devant la porte de sorite
CPL i,j	Capteur qui détecte la disponibilité de l'espace à l'étage i (i=1 :1 :3) spécifiquement à la place numéro j (j=1 : 9).
ICE	Lecteur de carte IC d'entrée.
EP	Capteur qui détecte l'ouverture de la porte d'entrée.
ES	Capteur qui détecte l'ouverture de la porte de sortie.
ET0	Capteur de détection du niveau du rez-de-chaussée.
ET1	Capteur de détection du niveau du premier étage.

ET2	Capteur de détection du niveau du deuxième étage.
ET3	Capteur de détection du niveau du troisième étage.
ED0	Capteur de détection de la position 0 de rotation du plateau tournant.
EDj	Capteur de détection de la position de rotation du plateau tournant.
CBPD	Capteur qui détecte le bon alignement sur la droite.
CBPG	Capteur qui détecte le bon alignement sur la gauche.
CBPB	Capteur qui détecte le positionnement correct en arrière.
CBPH	Capteur qui détecte le positionnement correct en avant.
FV1	Capteur qui détecte la sortie de vérin.
ICS	Lecteur de carte IC de sortie.
CPINT	Capteur de position initial.
FPE	Capteur qui détecte la fermeture de la porte d'entrée.
FPS	Capteur qui détecte la fermeture de la porte de sortie.
FV2	Capteur qui détecte la rentre de vérin.
CP	Capteur de poids.

- CDE et CDS : Ce sont des capteurs à ultrasons
- CPLi,j, CBPD, CBPG, CBPB et CBPH : Ce sont des capteurs d'infrarouge
- ICE et ICS : Lecteurs de carte IC
- EP, ES, ETi, CPINIT, FPE et FPS : Détecteurs de présence par contact
- EDj : Capteur photoélectrique
- FV : Capteur magnétiques
- CP : Capteur de poids

III.8 Les boutons physiques

Dans notre projet, nous avons utilisé les deux boutons présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 Boutons physiques

Bouton	Role
REARMAMENT	Bouton rearmament
STOP	Bouton d'arrêt d'urgence
BM	Bouton de marche

III.9 Fonction utiliser

Pour faciliter la rédaction et améliorer la compréhension de nos GRAFCET, nous utilisons les fonctions suivantes :

- **Fonction CPL₁**

Cette fonction est utilisée pour détecter la disponibilité d'une place libre au premier étage.

$$CPL_1: Cpl_{1.1} + Cpl_{1.2} + Cpl_{1.3} + Cpl_{1.4} + Cpl_{1.5} + Cpl_{1.6} + Cpl_{1.7} + Cpl_{1.8} + Cpl_{1.9}$$

- **Fonction CPL₂**

Cette fonction est utilisée pour détecter la disponibilité d'une place libre au deuxième étage.

$$CPL_2: Cpl_{2.1} + Cpl_{2.2} + Cpl_{2.3} + Cpl_{2.4} + Cpl_{2.5} + Cpl_{2.6} + Cpl_{2.7} + Cpl_{2.8} + Cpl_{2.9}$$

- **Fonction CPL₃**

Cette fonction est utilisée pour détecter la disponibilité d'une place libre au troisième étage.

$$CPL_3: Cpl_{3.1} + Cpl_{3.2} + Cpl_{3.3} + Cpl_{3.4} + Cpl_{3.5} + Cpl_{3.6} + Cpl_{3.7} + Cpl_{3.8} + Cpl_{3.9}$$

- **Fonction CPL**

Cette fonction est utilisée pour détecter la disponibilité d'une place libre dans le parking.

$$CPL: CPL_1 + CPL_2 + CPL_3$$

- **Fonction PCPL_{i.1}**

Cette fonction est utilisée pour établir la priorité des emplacements 1, 11 et 21 par rapport aux autres emplacements.

$$PCPL_{i.1}: (Cpl_{1.1} \times Et1) + (Cpl_{2.1} \times Et2) + (Cpl_{3.1} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.2}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 2, 12 et 22 par rapport aux autres, en excluant ceux de 1, 11 et 21.

$$PCPL_{i.2}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times Cpl_{1.2} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times Cpl_{2.2} \times Et2) + (\overline{Cpl}_{3.1} \times Cpl_{3.2} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.3}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 3, 13 et 23 par rapport aux autres, en excluant ceux de 1, 11, 21, 2, 12 et 22.

$$PCPL_{i.3}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times Cpl_{1.3} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times \overline{Cpl}_{2.2} \times Cpl_{2.3} \times Et2) + (\overline{Cpl}_{3.1} \times \overline{Cpl}_{3.2} \times Cpl_{3.3} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.4}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 4, 14 et 24 par rapport aux autres, en excluant ceux de 1, 11, 21, 2, 12, 22, 3, 13 et 23.

$$PCPL_{i.4}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times Cpl_{1.4} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{\Phi}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times Et2) + (\overline{\Phi}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{\Phi}_{3.4} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.5}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 5, 15 et 25 par rapport aux 6,16,26,7,17,27,8,18,28,9,19 et 29.

$$PCPL_{i.5}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times \overline{Cpl}_{1.4} \times Cpl_{1.5} \times Et1) + (\overline{\Phi}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{Cpl}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times \overline{\Phi}_{2.5} \times Et2) + (\overline{Cpl}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{\Phi}_{3.4} \times Cpl_{3.5} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.6}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 6, 16 et 26 par rapport aux 7,17,27,8,18,28,9,19 et 29.

$$PCPL_{i.6}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times \overline{Cpl}_{1.4} \times \overline{Cpl}_{1.5} \times Cpl_{1.6} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{Cpl}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times \overline{\Phi}_{2.5} \times \overline{\Phi}_{2.6} \times Et2) + (\overline{Cpl}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{Cpl}_{3.4} \times \overline{\Phi}_{3.5} \times \overline{\Phi}_{3.6} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.7}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 7, 17 et 27 par rapport aux 8,18,28,9,19 et 29

$$PCPL_{i.7}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times \overline{Cpl}_{1.4} \times \overline{Cpl}_{1.5} \times \overline{Cpl}_{1.6} \times Cpl_{1.7} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{\Phi}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times \overline{\Phi}_{2.5} \times \overline{\Phi}_{2.6} \times \overline{\Phi}_{2.7} \times Et2) + (\overline{Cpl}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{\Phi}_{3.4} \times \overline{\Phi}_{3.5} \times \overline{\Phi}_{3.6} \times \overline{\Phi}_{3.7} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.8}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 8, 18 et 28 par rapport aux 9,19 et 29

$$PCPL_{i.8}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times \overline{Cpl}_{1.4} \times \overline{Cpl}_{1.5} \times \overline{Cpl}_{1.6} \times \overline{Cpl}_{1.7} \times Cpl_{1.8} \times Et1) + (\overline{Cpl}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{\Phi}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times \overline{\Phi}_{2.5} \times \overline{\Phi}_{2.6} \times \overline{\Phi}_{2.7} \times \overline{\Phi}_{2.8} \times Et2) + (\overline{\Phi}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{\Phi}_{3.4} \times \overline{\Phi}_{3.5} \times \overline{\Phi}_{3.6} \times \overline{\Phi}_{3.7} \times Cpl_{3.8} \times Et3)$$

- **Fonction PCPL_{i.9}**

Cette fonction établit la priorité des emplacements 9, 19 et 29

$$PCPL_{i.9}: (\overline{Cpl}_{1.1} \times \overline{Cpl}_{1.2} \times \overline{Cpl}_{1.3} \times \overline{Cpl}_{1.4} \times \overline{Cpl}_{1.5} \times \overline{Cpl}_{1.6} \times \overline{Cpl}_{1.7} \times \overline{Cpl}_{1.8} \times Cpl_{1.9} \times Et1) + (\overline{\Phi}_{2.1} \times \overline{\Phi}_{2.2} \times \overline{\Phi}_{2.3} \times \overline{\Phi}_{2.4} \times \overline{\Phi}_{2.5} \times \overline{\Phi}_{2.6} \times \overline{\Phi}_{2.7} \times \overline{Cpl}_{2.8} \times \overline{\Phi}_{2.9} \times Et2) + (\overline{\Phi}_{3.1} \times \overline{\Phi}_{3.2} \times \overline{\Phi}_{3.3} \times \overline{\Phi}_{3.4} \times \overline{\Phi}_{3.5} \times \overline{Cpl}_{3.6} \times \overline{\Phi}_{3.7} \times \overline{\Phi}_{3.8} \times \overline{\Phi}_{3.9} \times Et3)$$

- **Fonction ICSE₁**

Cette fonction permet de sélectionner le premier étage.

$$ICSE_1: I_{sc} == 1 + I_{cs} == 2 + I_{cs} == 3 + I_{cs} == 4 + I_{cs} == 5 + I_{cs} == 6 + I_{cs} = \\ = 7 + I_{cs} == 8 + I_{cs} == 9$$

- **Fonction $ICSE_2$**

Cette fonction permet de sélectionner le deuxième étage.

$$ICSE_2: I_{sc} == 11 + I_{cs} == 12 + I_{cs} == 13 + I_{cs} == 14 + I_{cs} == 15 + I_{cs} = \\ = 16 + I_{cs} == 17 + I_{cs} == 18 + I_{cs} == 19$$

- **Fonction $ICSE_3$**

Cette fonction permet de sélectionner le troisième étage.

$$ICSE_3: I_{sc} == 21 + I_{cs} == 22 + I_{cs} == 23 + I_{cs} == 24 + I_{cs} == 25 + I_{cs} = \\ = 26 + I_{cs} == 27 + I_{cs} == 28 + I_{cs} == 29$$

- **Fonction $ICSP_1$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 1,11 et 21

$$ICSP_1: I_{cs} == 1 + I_{cs} == 11 + I_{cs} == 21$$

- **Fonction $ICSP_2$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 2,12 et 22

$$ICSP_2: I_{cs} == 2 + I_{cs} == 12 + I_{cs} == 22$$

- **Fonction $ICSP_3$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 3,13 et 23

$$ICSP_3: I_{cs} == 3 + I_{cs} == 13 + I_{cs} == 23$$

- **Fonction $ICSP_4$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 4,14 et 24

$$ICSP_4: I_{cs} == 4 + I_{cs} == 14 + I_{cs} == 24$$

- **Fonction $ICSP_5$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 5,15 et 25

$$ICSP_5: I_{cs} == 5 + I_{cs} == 15 + I_{cs} == 25$$

- **Fonction $ICSP_6$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 6,16 et 26

$$ICSP_6: I_{cs} == 6 + I_{cs} == 16 + I_{cs} == 26$$

- **Fonction $ICSP_7$**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 7,17 et 27

$$ICSP_7: Ics == 7 + Ics == 17 + Ics == 27$$

- **Fonction ICSP₈**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 8,18 et 28

$$ICSP_8: Ics == 8 + Ics == 18 + Ics == 28$$

- **Fonction ICSP₉**

Cette fonction permet de sélectionner les emplacements 9,19 et 29

$$ICSP_9: Ics == 9 + Ics == 19 + Ics == 29$$

- **Fonction CBP**

Fonction utilisée pour repérer correctement le positionnement.

$$CBP: CBPH \times CBPB \times CBPG \times CBPD \times CP < 100 \times \overline{CP} > 5000$$

III.10 GRAFCET de fonctionnement principale

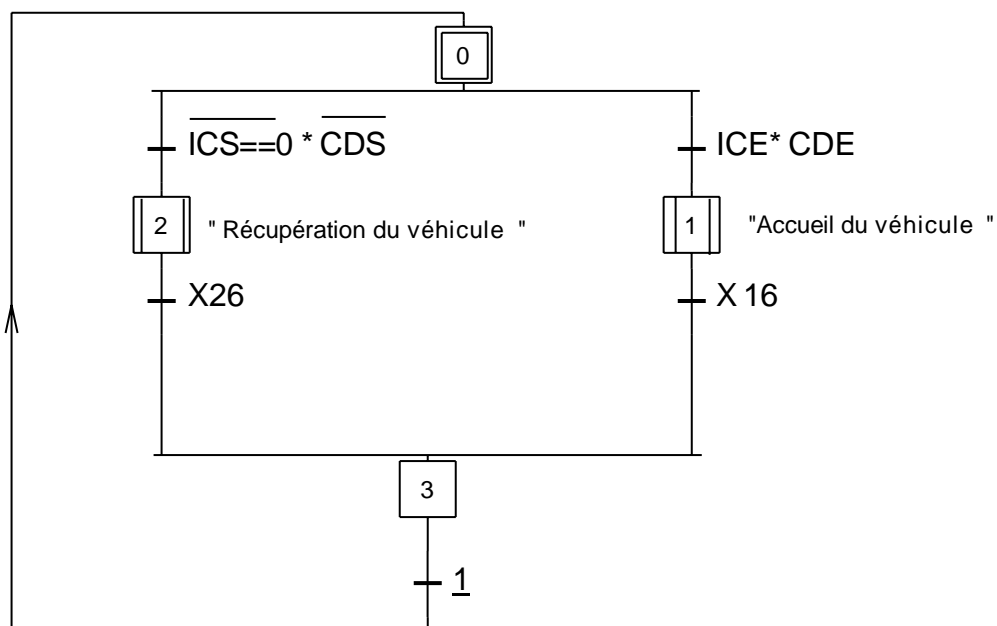


Figure III-2 GRAFCET de fonctionnement principale

III.11 GRAFCET d'accueil du véhicule

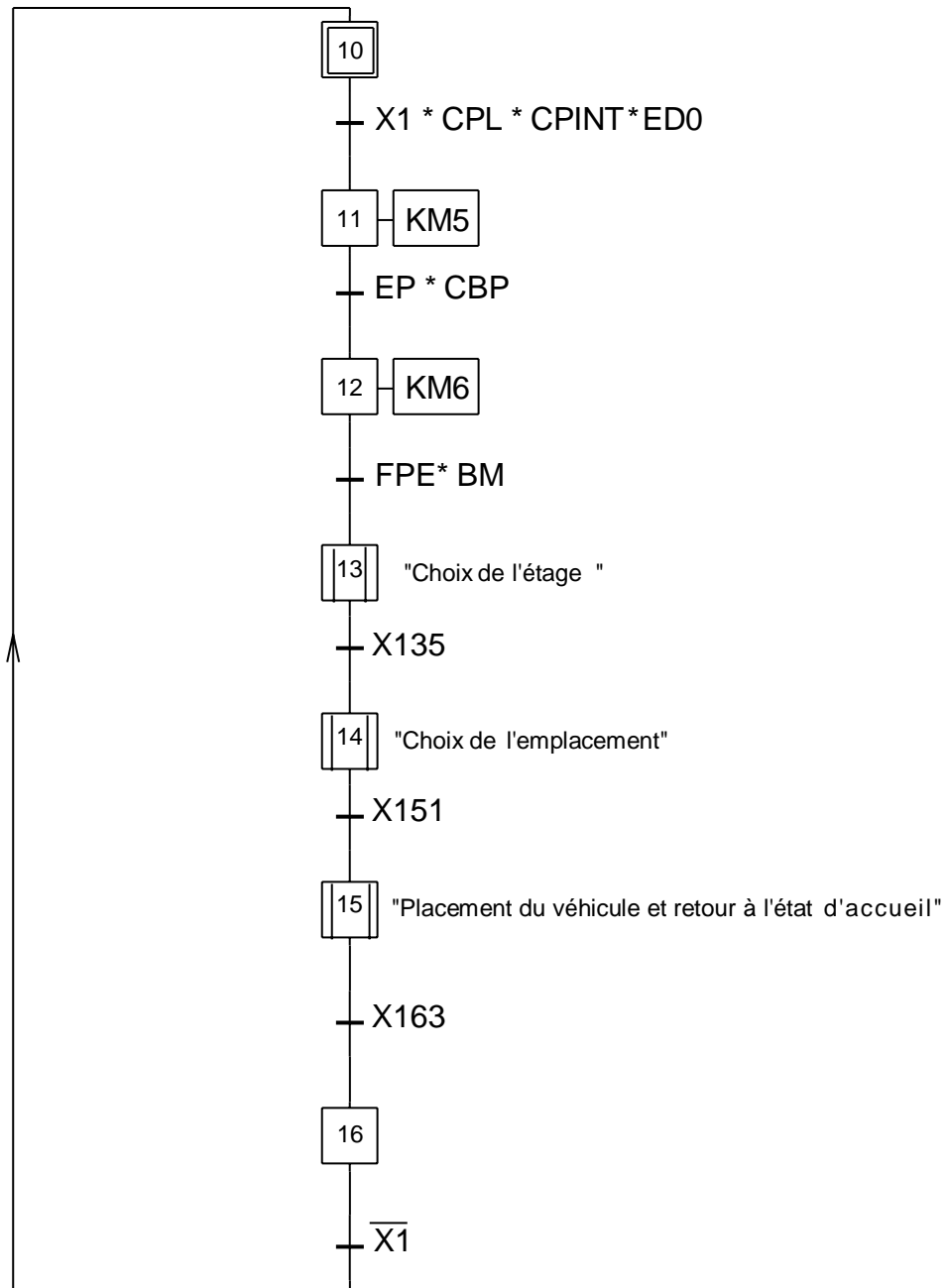


Figure III-3 GRAFCET d'accueil du véhicule

III.12 GRAFCET de choix de l'étage

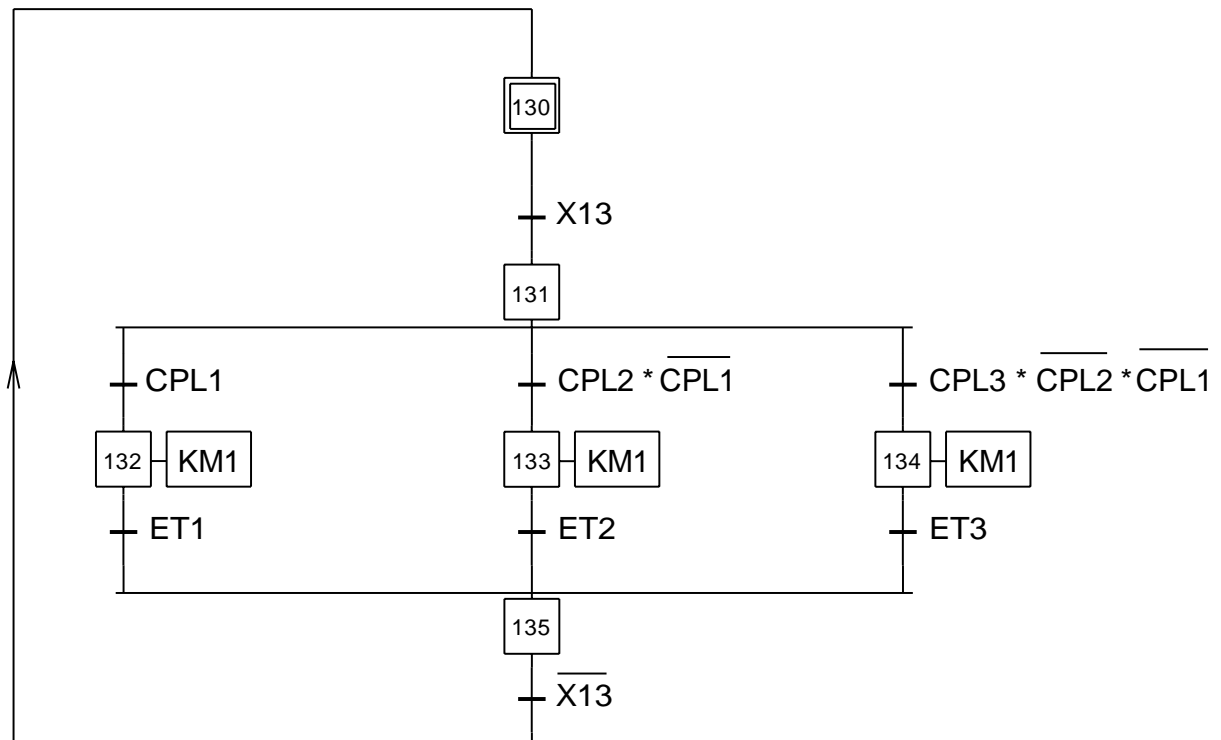


Figure III-4 GRAFCET de choix de l'étage

III.13 GRAFCET de choix de l'emplacement

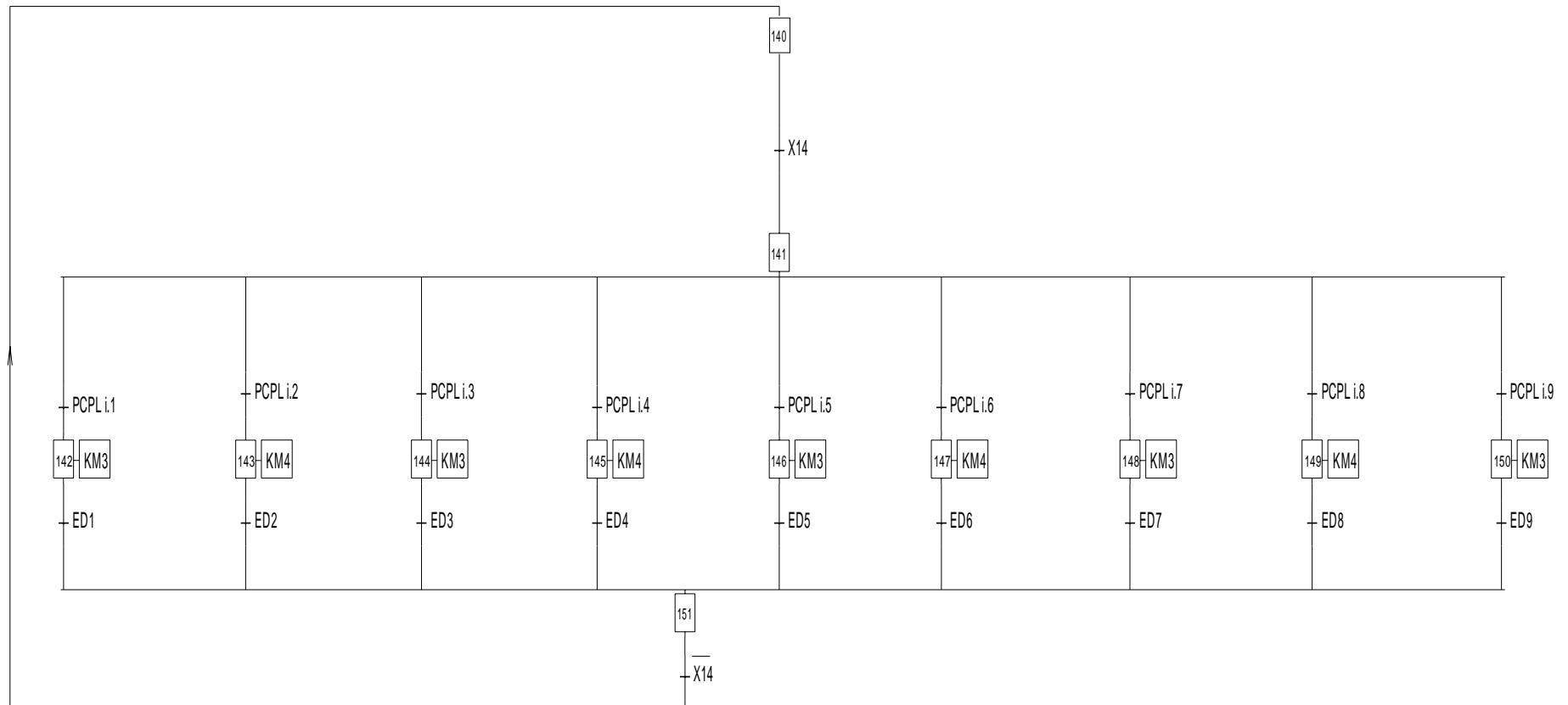


Figure III-5 GRAFCET de choix de l'emplacement

III.14 GRAFCET placement du véhicule et retour à l'état d'accueil

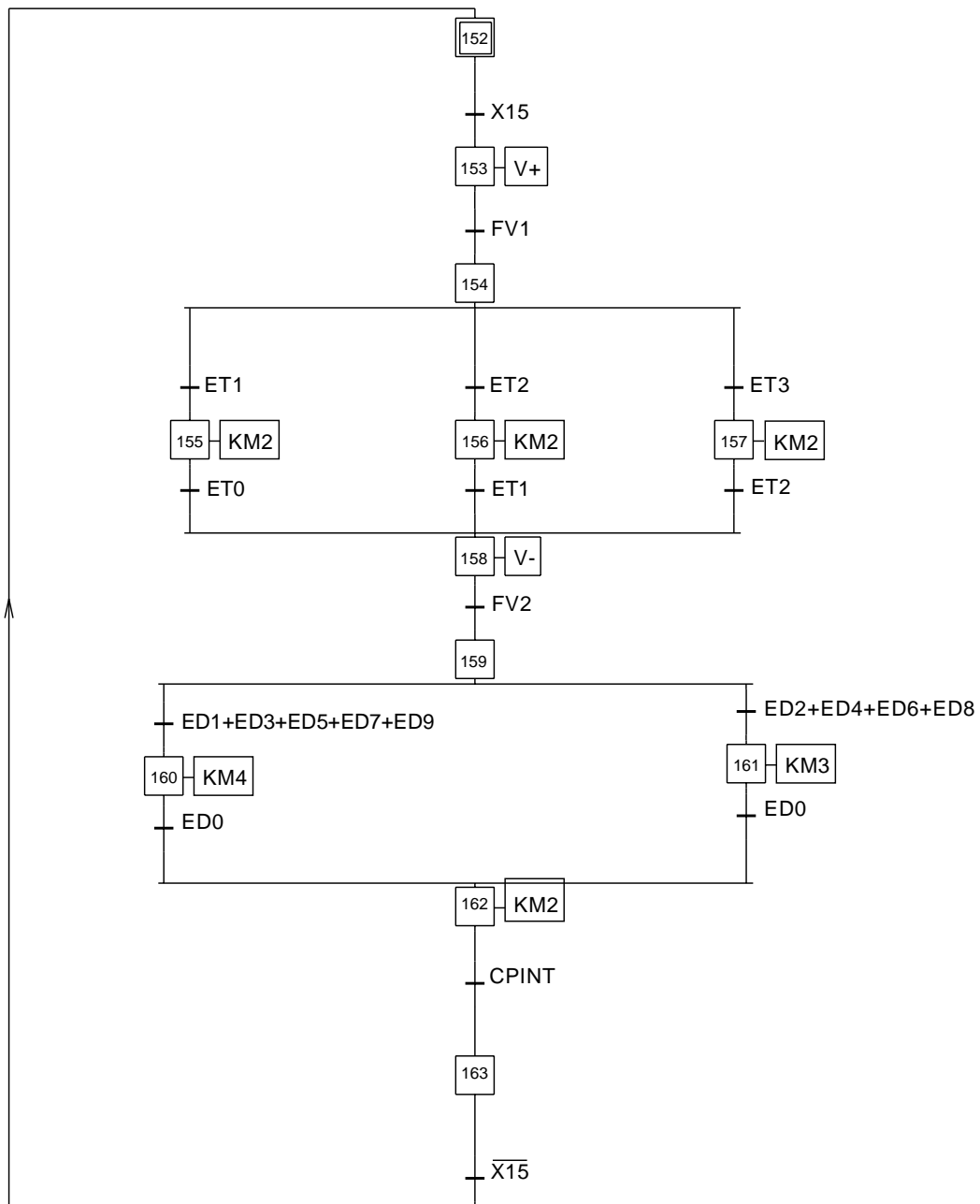


Figure III-6 GRAFCET placement du véhicule et retour à l'état d'accueil

III.15 GRAFCET de récupération du véhicule

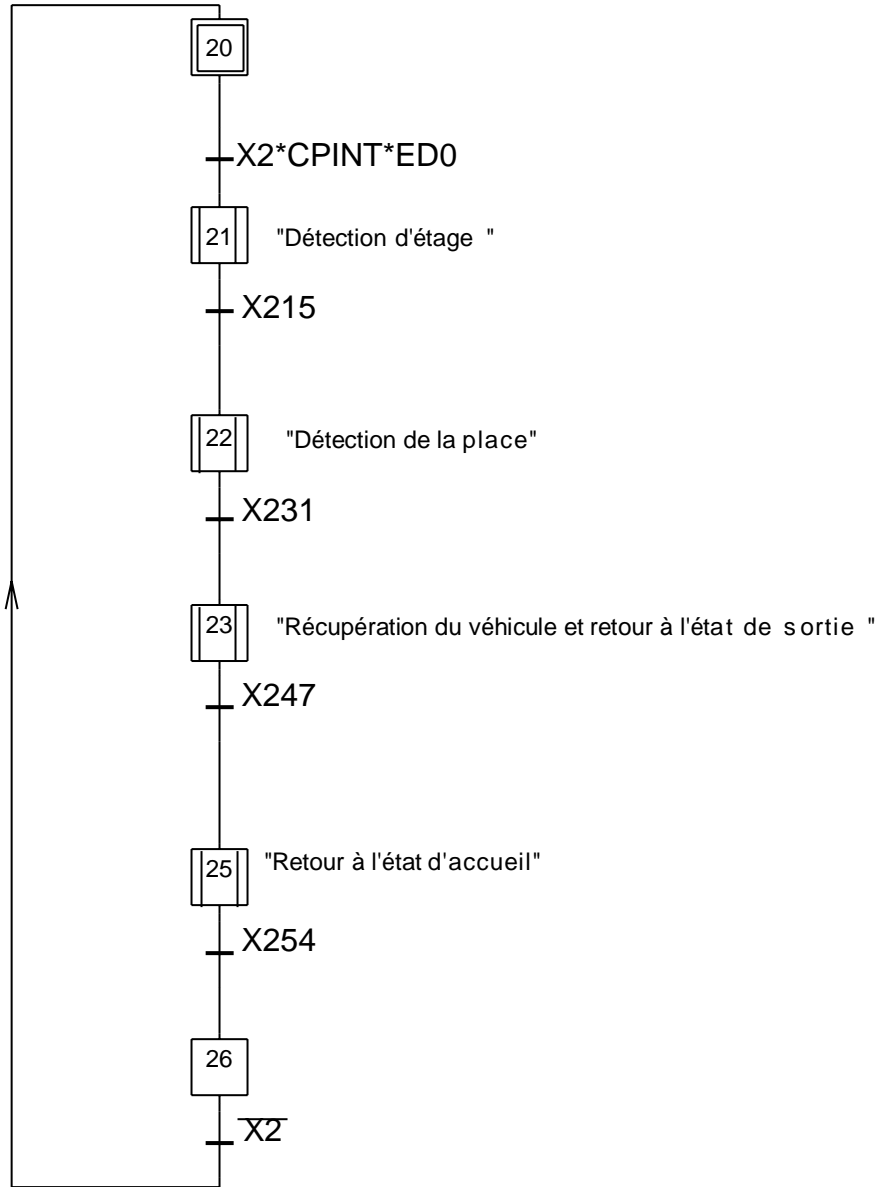


Figure III-7 GRAFCET de récupération du véhicule

III.16 GRAFCET de détection d'étage

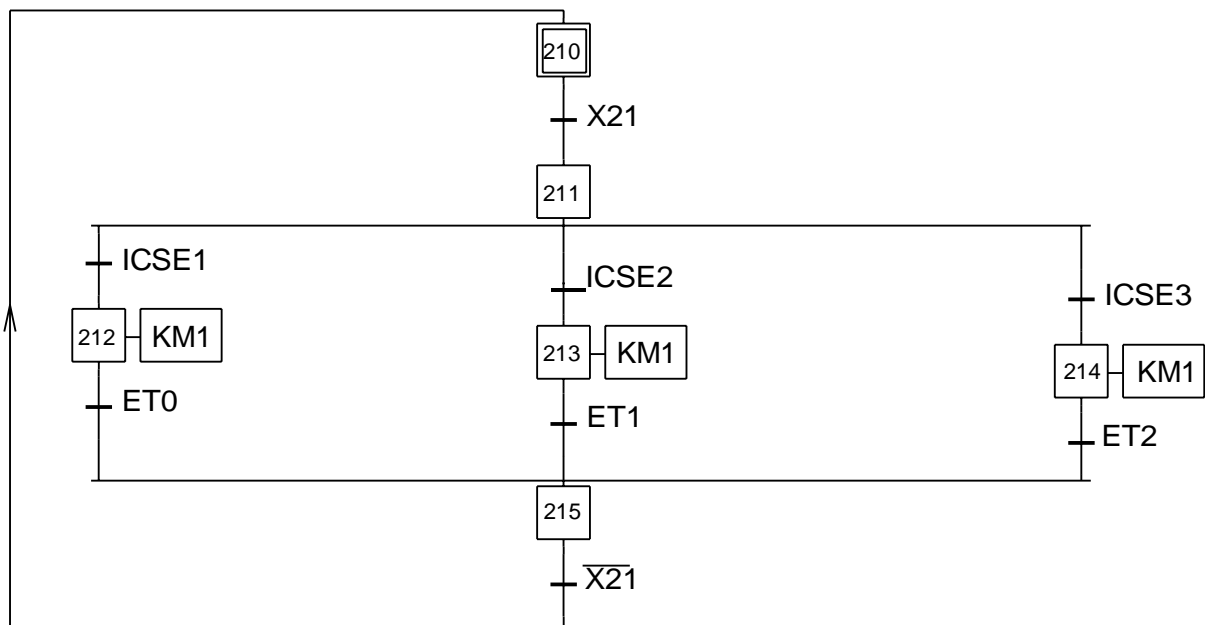


Figure III-8 GRAFCET de détection d'étage

III.17 GRAFCET de détection de la place

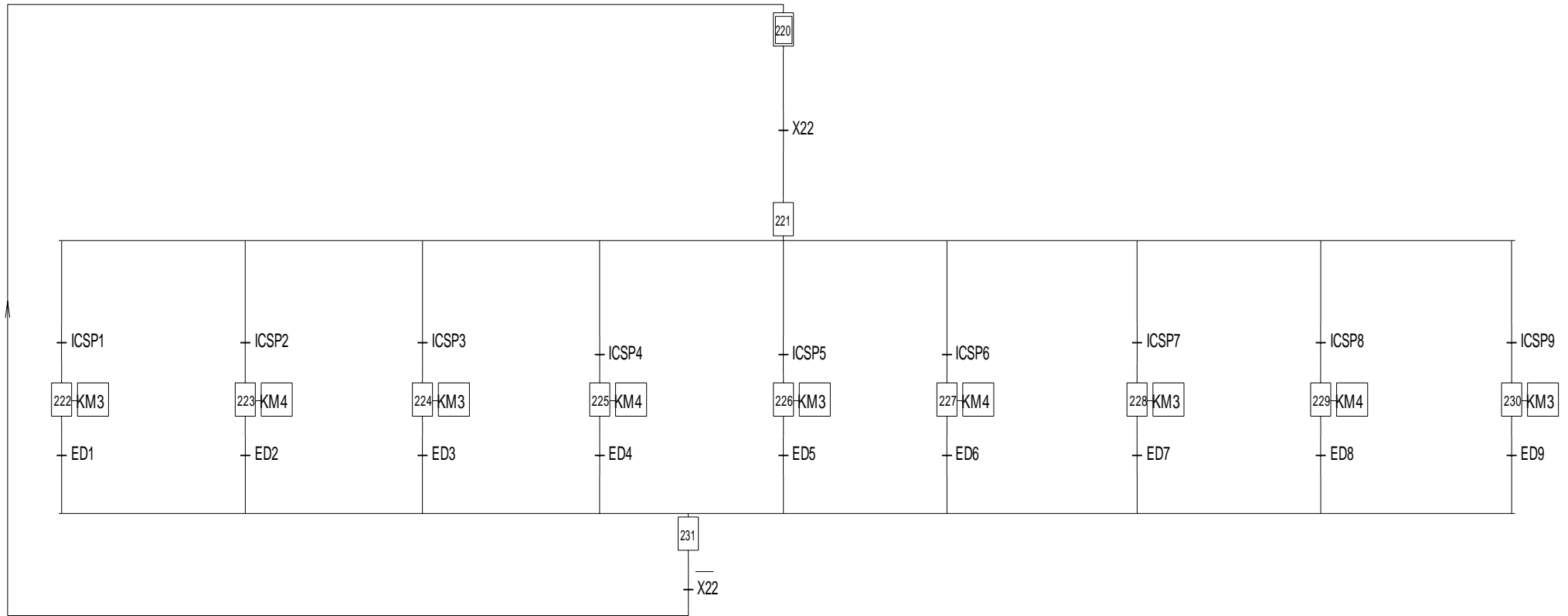


Figure III-9 GRAFCET de détection de la place

III.18 GRAFCET de récupération du véhicule et retour à l'état de sortie

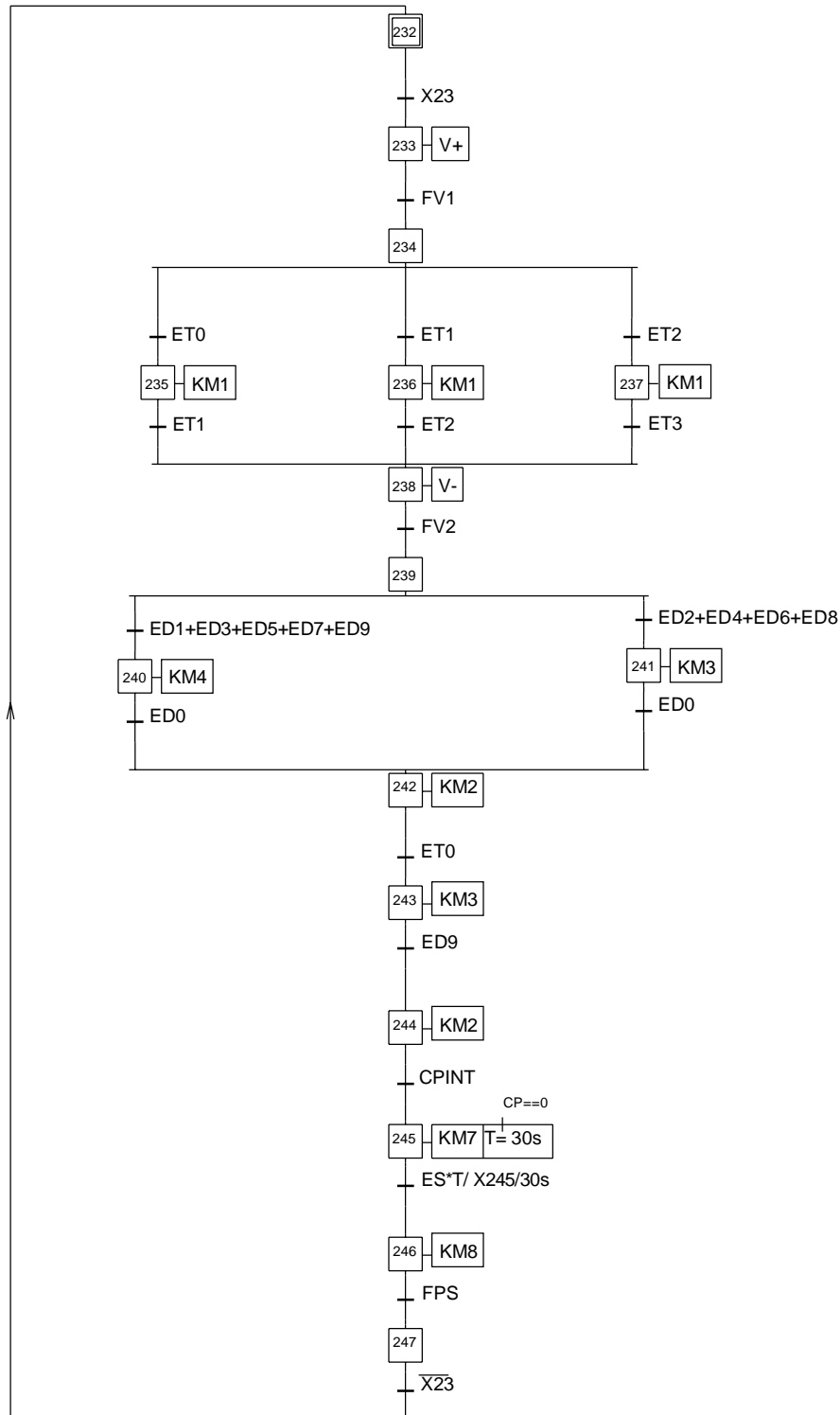


Figure III-10 GRAFCET de récupération du véhicule et retour à l'état de sortie

III.19 GRAFCET de retour à l'état d'accueil

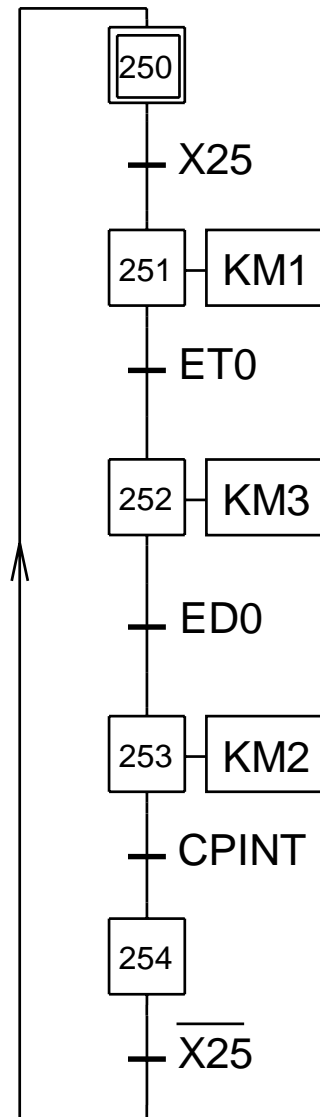


Figure III-11 GRAFCET de à l'état d'accueil

III.20 GRAFCET de l'arrêt urgence

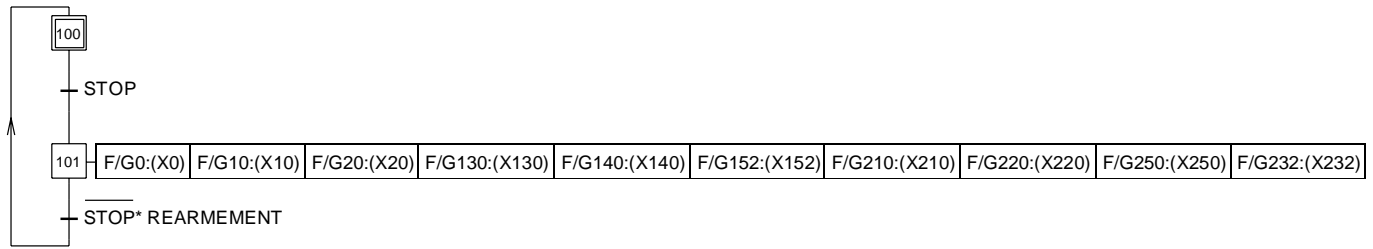


Figure III-12 GRAFCET de l'arrêt d'urgence

III.21 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les GRAFCET, qui sont un outil de modélisation qui facilite la transition entre le cahier des charges et l'un des langages de programmation utilisés par les automates programmables industriels.

Après la modélisation fonctionnelle de notre système, le chapitre suivant détaillera la conversion du GRAFCET en code automate, ainsi que l'implémentation de la supervision, en utilisant le logiciel TIA Portal version 15.

CHAPITRE IV

Programmation et supervision

IV.1 Introduction

TIA Portal de Siemens représente une avancée majeure dans le domaine de l'automatisation industrielle et constitue la dernière évolution des logiciels de programmation. L'objectif de ce chapitre est de développer un programme dans l'environnement TIA Portal afin de piloter de manière basique les différents actionneurs utilisés dans notre parking et de mettre en place une supervision pour permettre aux clients et aux propriétaires de surveiller en temps réel les activités au sein du parking.

IV.2 Définition de logiciel TIA PORTAL

La plate-forme TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré, dans un seul logiciel cette plateforme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer, en plus de l'automate, les dispositifs HMI les variateurs...etc. [11]

Les avantages du logiciel TIA portal

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développée SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Performance augmentée grâce aux fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec TeleService et diagnostic système cohérent.
- Technologie flexible.
- Sécurité accrue avec Security Integrated.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal.

IV.3 Programmation et Simulation

Après avoir créé un projet, nous suivons les étapes proposées par le logiciel.

IV.3.1 Appareils et réseaux

IV.3.1.1 Configurer les appareils

Nous avons choisi d'utiliser un API(S7-300), une station PC(SIMATIC) et un appareil HMI (TP900 Comfort). Comme la figure IV-1 indique.

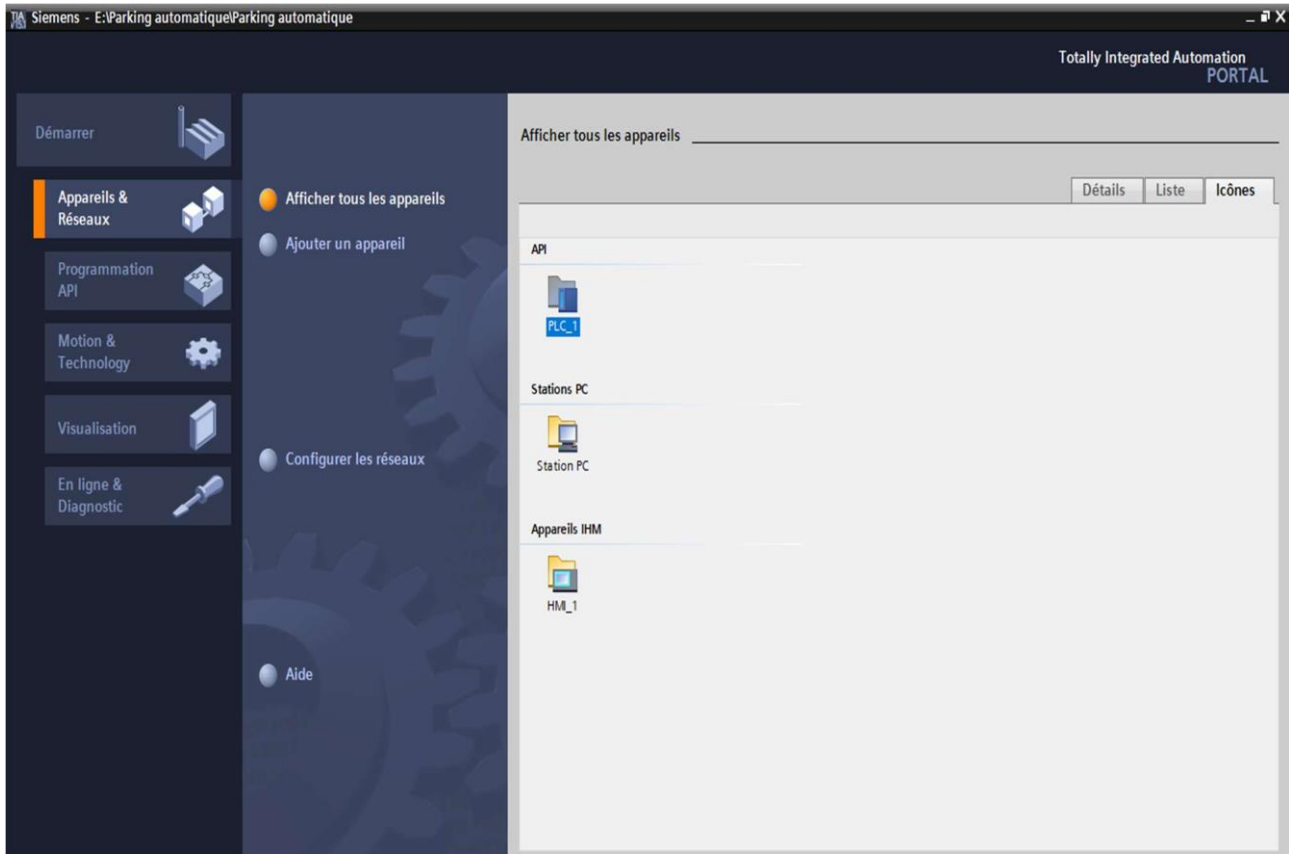


Figure IV- 1 Vue des appareils utilisée

IV.3.1.2 Configurer les réseaux

Notre réseau inclut des appareils illustrés dans la Figure IV-1 ainsi que des modules E/S décentralisés (ET 200 SP) placés à chaque étage et sur notre plateau. Pour assurer la liaison entre les différentes parties de notre projet, nous avons choisi d'utiliser le mode de communication Profinet (figureIV-2).

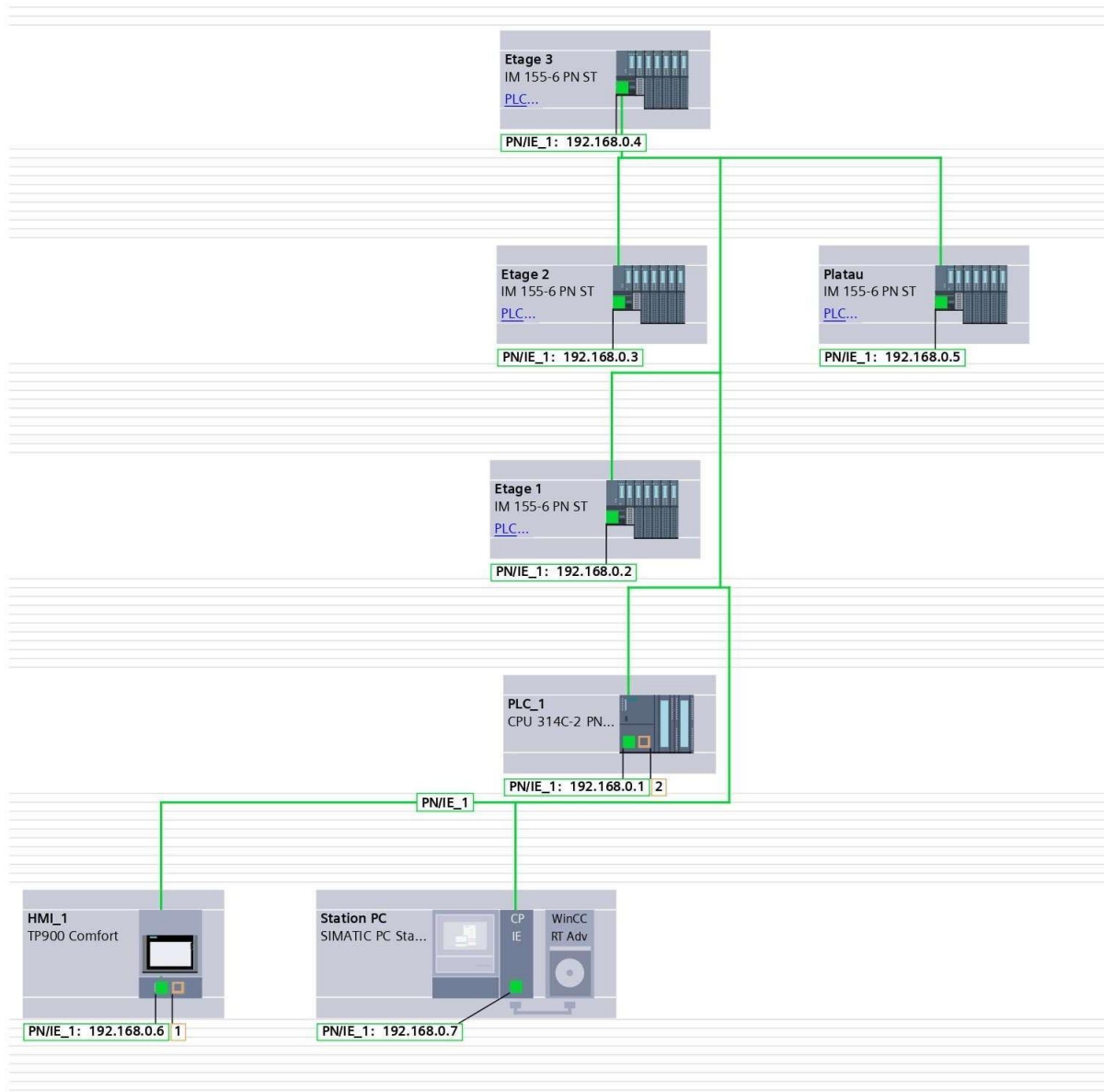


Figure IV- 2 Vue des réseaux

IV.3.2 Programmation API

IV.3.2.1 Vue du programme

Pour insérer un programme sur TIA Portal, nous devons créer des blocs et introduire les instructions correspondant au fonctionnement de notre système.

La figure IV-3 nous présente les différents types de blocs que nous avons utilisés

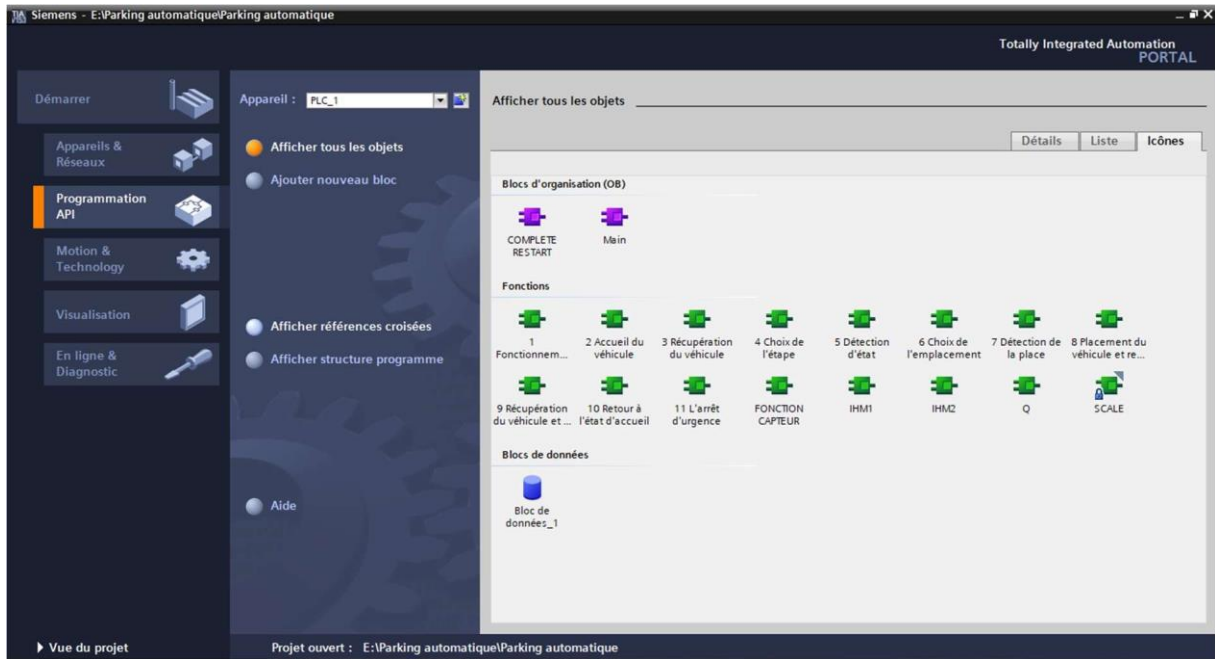


Figure IV- 3 Blocs utilisée

IV.3.2.2 Bloc de données DB

Le bloc de données nous permet d'enregistrer et de mémoriser les données variables du programme, c'est pourquoi on a choisi de l'utilisé de notre projet.

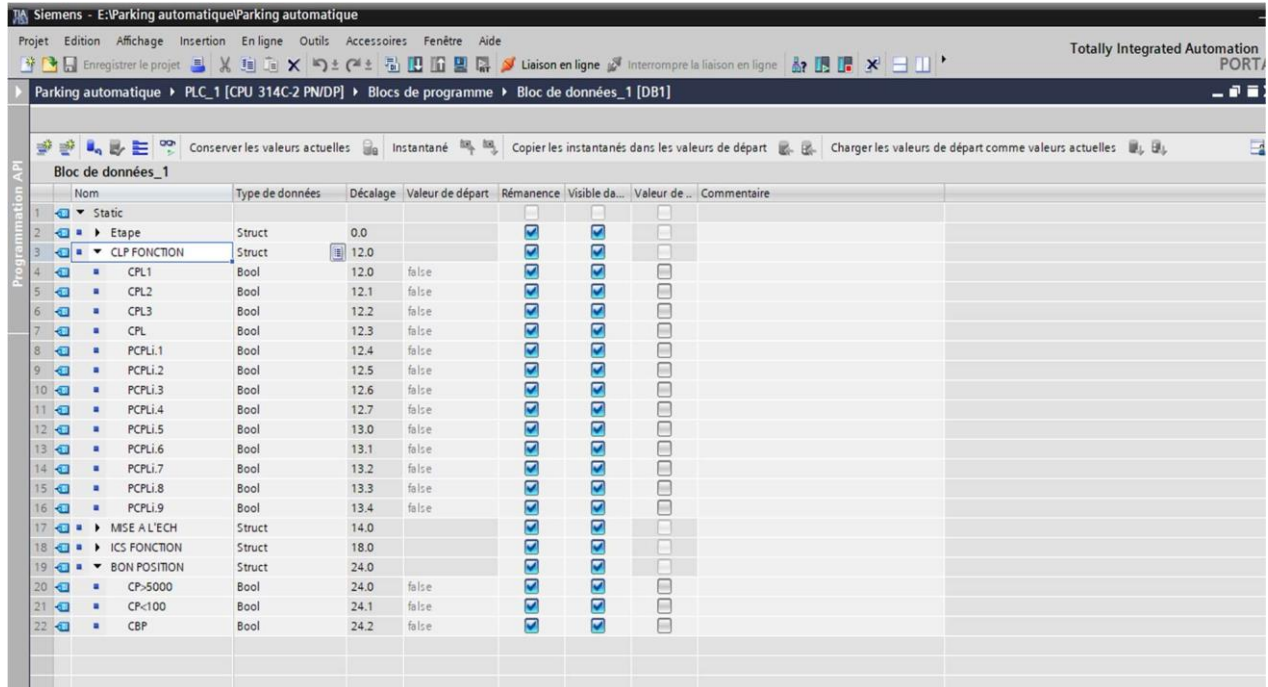


Figure IV- 4 Vue sur le bloc données

IV.3.2.3 Main OB1

Le bloc d'organisation OB1 joue un rôle crucial dans la définition de la structure de notre

programme. Il est invoqué par le programme principal et fonctionne de manière récurrente selon un cycle défini.

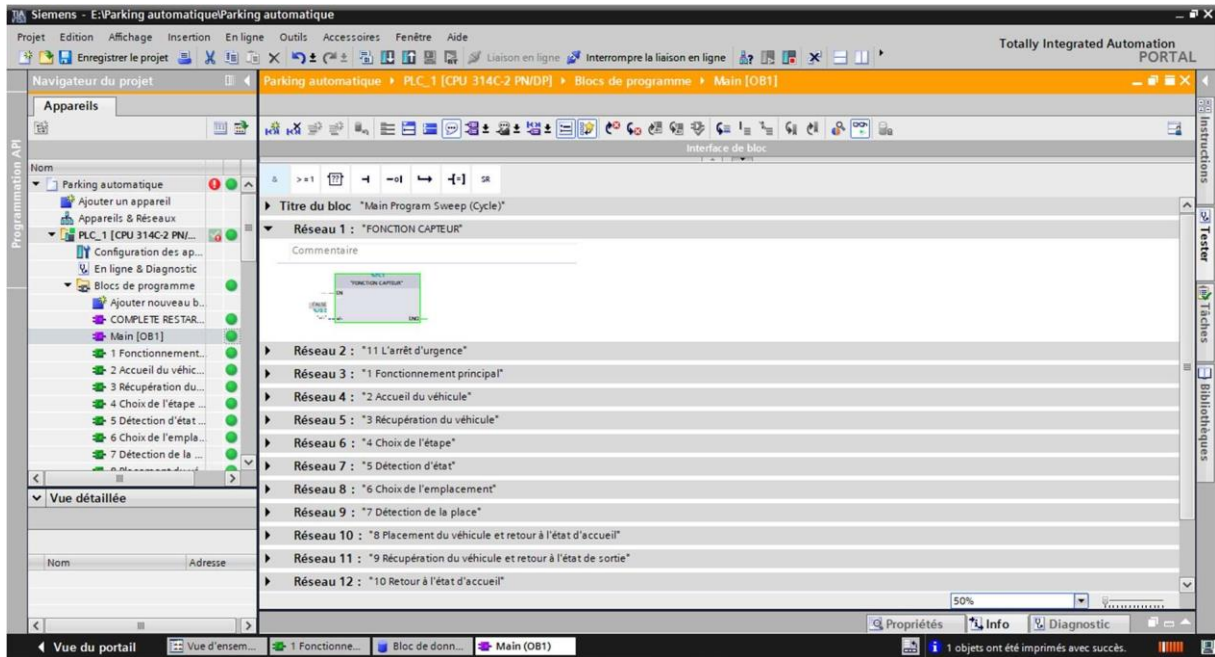


Figure IV- 5 Vue sur bloc Main OB1

IV.3.2.4 Fonction FC

Les fonctions sont des blocs de code sans mémoire, quand on a utilisé pour programmer le fonctionnement indiquer (expliquer) dans les figures III-7, figures III-8, figures III-9, figures III-10, figures III-11, figures III-12, figures III-13, figures III-14, figures III-15 et figures III-16.

Voici quelques exemples de l'utilisation de ce type de bloc dans notre projet :

IV.3.2.4.a Bloc Fonctionnement principal

Le bloc fonction (**fonctionnement principal**) représente la traduction du GRAFCET de la figure III-7 vers langage logigramme.

- Équation du réseau 1

$$R_0 = X_1 + X_2$$

$$S_0 = X_3 + X_{101}$$

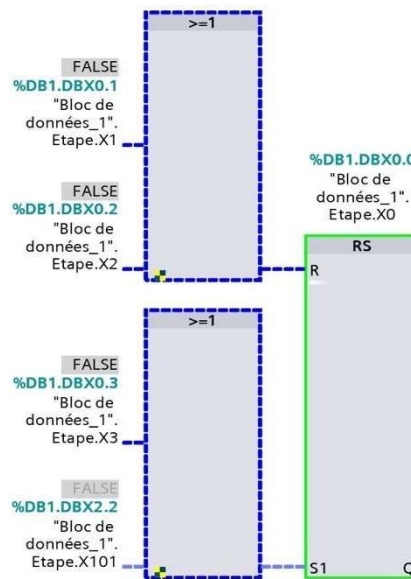


Figure IV- 6 Vue sur le réseau 1 du bloc fonctionnement principal

- Équation du réseau 2

$$S_1 = X_0 * CDE * ICE$$

$$R_1 = X_3 + X_{101}$$

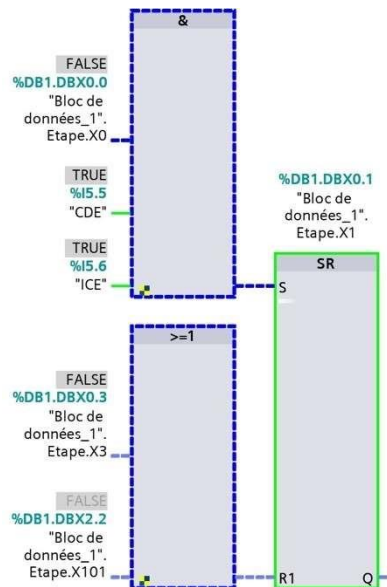


Figure IV- 7 Vue sur le réseau 2 du bloc fonctionnement principal

- Équation du réseau 3

$$S_2 = X_0 * ICS == 0 * CDS$$

$$R_2 = X_3 + X_{101}$$

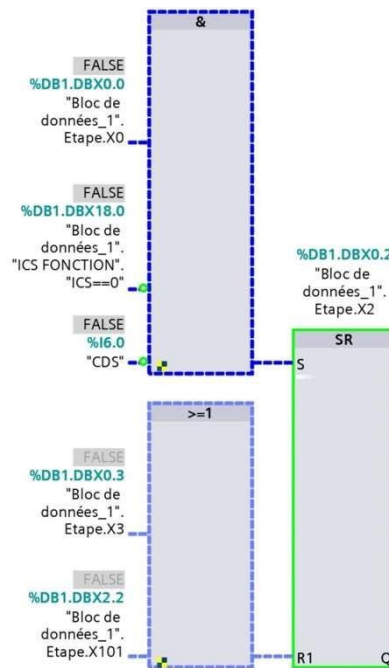


Figure IV- 8 Vue sur le réseau 3 du bloc fonctionnement principal

- Équation du réseau 4

$$S_3 = X_2 * X_{26} + X_1 * X_{16}$$

$$R_3 = X_0 + X_{101}$$

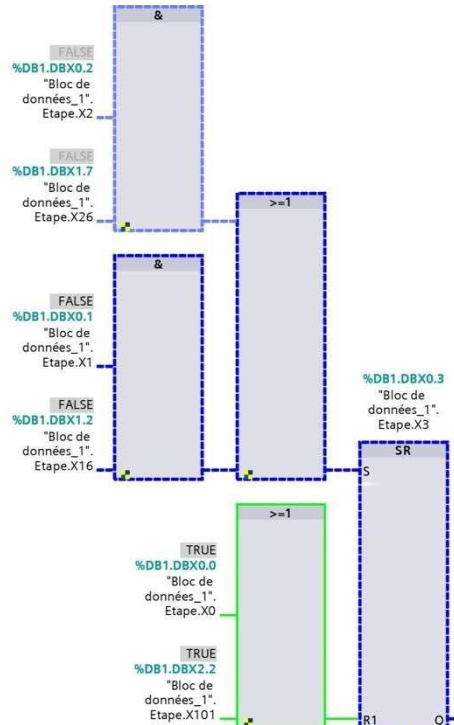


Figure IV- 9 Vue sur le réseau 4 du bloc fonctionnement principal

IV.3.2.4.b Bloc FB Fonction capteur

Le bloc fonction capteur est utilisé pour réaliser les mises à l'échelle des capteurs analogique et traduire les équations utiliser dans notre programme

IV.3.2.4.c Mise à échelle

La figure VI-10 représente le réseau 55 du bloc FB fonction capteur, qui contient le programme responsable de la mise à l'échelle

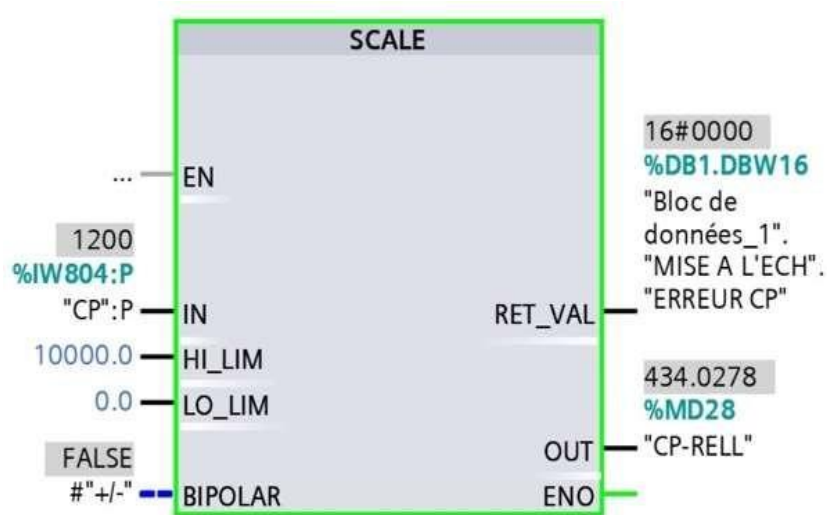


Figure IV- 10 Vue de bloc SCALE

IV.3.2.4.d Temporisation

La figureIV-11 représente le réseau 59 du bloc FB fonction capteur, qui représente la temporisation lancée dans l'étape 254 et conditionner par la fonction CP<100

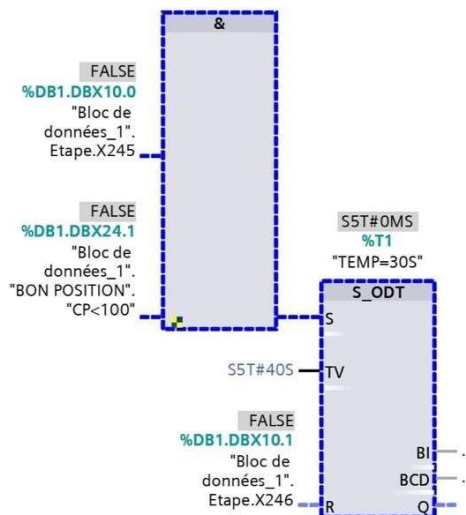


Figure IV- 11 Vue sur réseau 59 du bloc fonction capteur

IV.3.2.4.e Fonction PCPLi.1

La figure VI-12 représente la traduction de l'équation $PCPL_{i.1}$ au langage logigramme

$$PCPL_{i,1}: (Cpl_{1,1} \times Et1) + (Cpl_{2,1} \times Et2) + (Cpl_{3,1} \times Et3)$$

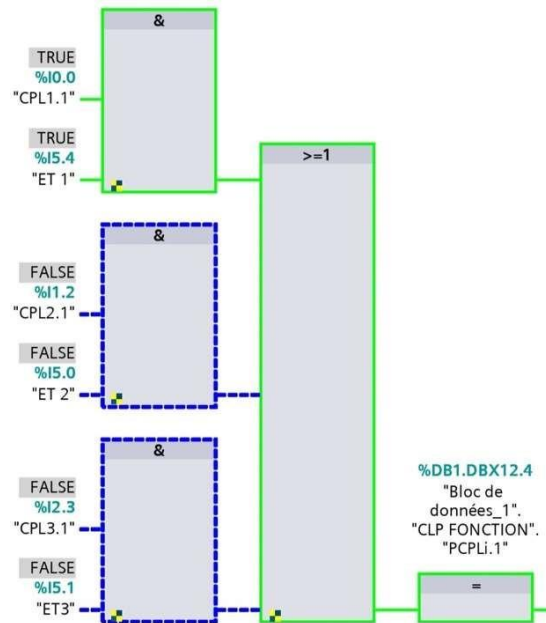


Figure IV- 12 Vue sur le réseau 5 du bloc fonction capteur

IV.3.2.5 Tableau des variables

Dans tout programme, il est essentiel de définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation. Pour cela, on a créé un tableau des variables afin d'y insérer les variables du système.

Variables API				Variables API				
Nom	Type de données	Adresse	Nom	Type de données	Adresse	Nom	Type de données	Adresse
CPL1.1	Bool	%I0.0	CP	Int	%IW804	CP	Int	%IW804
CPL1.2	Bool	%I0.1	CP-RELL	Real	%MD28	CP-RELL	Real	%MD28
CPL1.3	Bool	%I0.3	+/-	Bool	%I9.0	+/-	Bool	%I9.0
CPL1.4	Bool	%I0.4	BM	Bool	%I9.1	BM	Bool	%I9.1
CPL1.5	Bool	%I0.5	FV1	Bool	%I9.2	FV1	Bool	%I9.2
CPL1.6	Bool	%I0.6	FV2	Bool	%I9.3	FV2	Bool	%I9.3
CPL1.7	Bool	%I0.7	STOP	Bool	%I0.2	STOP	Bool	%I0.2
CPL1.8	Bool	%I1.0	REARMEMEN	Bool	%I9.4	REARMEMEN	Bool	%I9.4
CPL1.9	Bool	%I1.1	Tag_3	DWord	%ID10	Tag_3	DWord	%ID10
CPL2.1	Bool	%I1.2	ED10	Bool	%I8.3	ED10	Bool	%I8.3
CPL2.2	Bool	%I1.3	TEMP=30S	Timer	%T1	TEMP=30S	Timer	%T1
CPL2.3	Bool	%I1.4	Tag_4	Bool	%M255.7	Tag_4	Bool	%M255.7
CPL2.4	Bool	%I1.5	Tag_5	Bool	%Q5.1	Tag_5	Bool	%Q5.1
CPL2.5	Bool	%I1.6	KM1	Bool	%Q5.2	KM1	Bool	%Q5.2
CPL2.6	Bool	%I1.7	KM2	Bool	%Q5.3	KM2	Bool	%Q5.3
CPL2.7	Bool	%I2.0	KM3	Bool	%Q5.4	KM3	Bool	%Q5.4
CPL2.8	Bool	%I2.1	KM4	Bool	%Q5.5	KM4	Bool	%Q5.5
CPL2.9	Bool	%I2.2	KM5	Bool	%Q5.6	KM5	Bool	%Q5.6
CPL3.1	Bool	%I2.3	KM6	Bool	%Q5.7	KM6	Bool	%Q5.7
CPL3.2	Bool	%I2.4	KM7	Bool	%Q12.0	KM7	Bool	%Q12.0
CPL3.3	Bool	%I2.5	KM8	Bool	%Q12.1	KM8	Bool	%Q12.1
CPL3.4	Bool	%I2.6	V+	Bool	%Q12.2	V+	Bool	%Q12.2
CPL3.5	Bool	%I2.7	V-	Bool	%Q12.3	V-	Bool	%Q12.3
CPL3.6	Bool	%I3.0	vue3	Bool	%M0.0	vue3	Bool	%M0.0
CPL3.7	Bool	%I3.1	non	Bool	%M0.1	non	Bool	%M0.1
CPL3.8	Bool	%I3.2	oui	Bool	%M0.2	oui	Bool	%M0.2
CPL3.9	Bool	%I3.3	Tag_1	Timer	%T2	Tag_1	Timer	%T2
ET 0	Bool	%I5.3	Tag_2	Int	%IW806	Tag_2	Int	%IW806
ET 1	Bool	%I5.4	BM-MI	Bool	%M0.3	BM-MI	Bool	%M0.3
ET 2	Bool	%I5.0	Tag_6	Int	%IW802	Tag_6	Int	%IW802
ET3	Bool	%I5.1						
CPINT	Bool	%I5.2						
ICS	Int	%IW800						
CDE	Bool	%I5.5						
CDS	Bool	%I6.0						
ICS-RELL	Real	%MD26						
ICE	Bool	%I5.6						
ED0	Bool	%I6.1						
ED1	Bool	%I6.2						
ED2	Bool	%I6.3						
ED3	Bool	%I6.4						
ED4	Bool	%I6.5						
ED5	Bool	%I6.6						
ED6	Bool	%I6.7						
ED7	Bool	%I7.0						
ED8	Bool	%I7.1						
ED9	Bool	%I7.2						
EP	Bool	%I7.3						
ES	Bool	%I7.4						
FPE	Bool	%I7.5						
FPS	Bool	%I7.6						
CBPD	Bool	%I7.7						
CBPG	Bool	%I8.0						
CBPB	Bool	%I8.1						
CBPH	Bool	%I8.2						

Figure IV- 13 Tableau des variables

IV.4 Supervision

Dans les systèmes automatisés, la visualisation joue un rôle crucial pour permettre aux opérateurs de surveiller et de contrôler efficacement les processus industriels. Deux technologies majeures sont largement utilisées à cette fin : les Interfaces Homme-Machine (IHM) et les systèmes SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). C'est pour cela on n'a choisi de les utiliser dans notre projet.

IV.4.1 Configurer de la vue IHM

Nous intégrons dans notre système une IHM tactile TP 900 confort afin de faciliter la communication avec le client. Cette interface permet de démarrer le système et de suivre l'avancée des opérations.

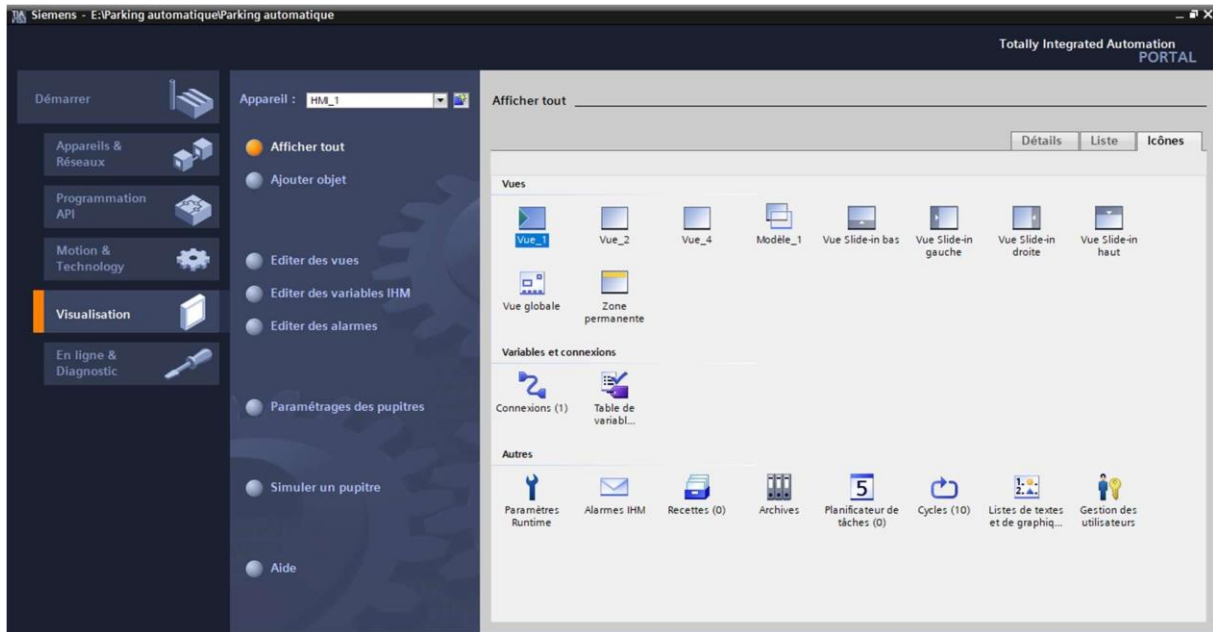


Figure IV- 14 Vue des paramètres IHM

IV.4.2 Table des variables IHM

Les adresses mémoire dans une IHM sont utilisées pour référencer et stocker différentes informations, telles que les valeurs des capteurs, les états des actionneurs, les paramètres de configuration, etc. Elles permettent d'établir une communication bidirectionnelle entre l'IHM et les autres composants du système automatisé, comme les automates programmables.

En utilisant des adresses mémoire, l'IHM peut accéder aux données pertinentes et les afficher de manière appropriée à l'utilisateur. De plus, ces adresses permettent également à l'IHM d'envoyer des commandes et des instructions aux équipements du système, ce qui facilite le contrôle et la supervision des processus industriels.

	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
1	PHO3	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	PHO4	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	PHO5	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	CBP	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	PHO1	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	PHO2	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	etage1 comple	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	etage1 partiel	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	etage1 vide	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	etage2 comple	Bool	%M1.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	etage2 partiel	Bool	%M1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	etage2 vide	Bool	%M1.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	etage3 comple	Bool	%M2.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	etage 3 partiel	Bool	%M2.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	etage 3 vide	Bool	%M2.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	REARMEMENT	Bool	%M2.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	START	Bool	%M2.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	REARMEMEN-IHM	Bool	%M2.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	STOP-IHM	Bool	%M2.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	ARR	Bool	%M2.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	<Ajouter>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV- 15 Vue du tableau IHM

IV.4.3 Différent vue IHM

Notre IHM est dédiée au conducteur pour lui permettre de suivre le processus de stationnement de son véhicule. Elle est composée de plusieurs vues représentées dans les figures figure IV- 16, figure IV- 17, figure IV- 18, figure IV- 19 et figure IV- 20.

La première vue, illustrée dans la figure IV- 16 affiche l'écran de mise en veille. Elle est activée lorsque notre système ne détecte pas la présence d'un véhicule

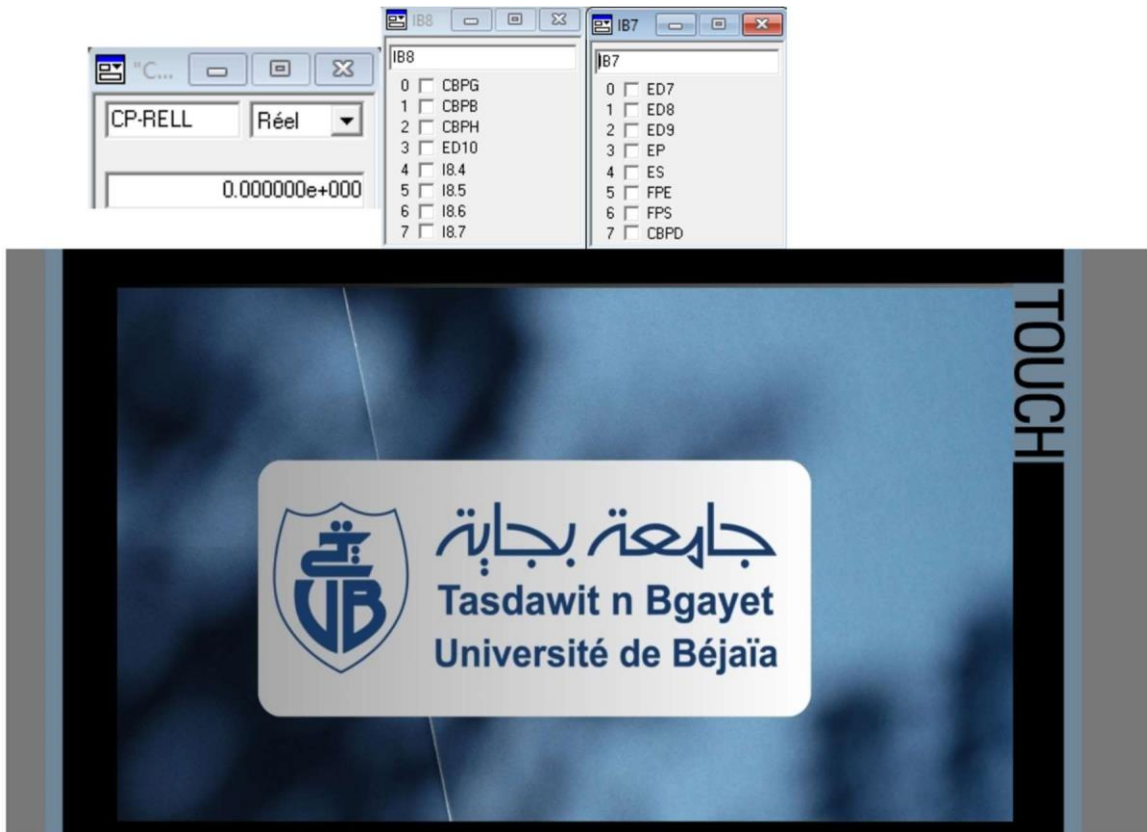


Figure IV- 16 Premier vue de IHM

La deuxième vue, représentée dans la figure IV- 17 présente un bouton "Démarrer le système". Elle est activée après la détection d'une voiture sur le plateau et son positionnement correct.



Figure IV- 17 deuxième vue de IHM

La troisième vue, illustrée dans la figure IV- 8 permet de confirmer le lancement de l'opération en cliquant sur le bouton "Oui" et de revenir à la deuxième vue en cliquant sur le bouton "Non". Cette troisième vue est activée après l'appui sur le bouton "démarrer le système".

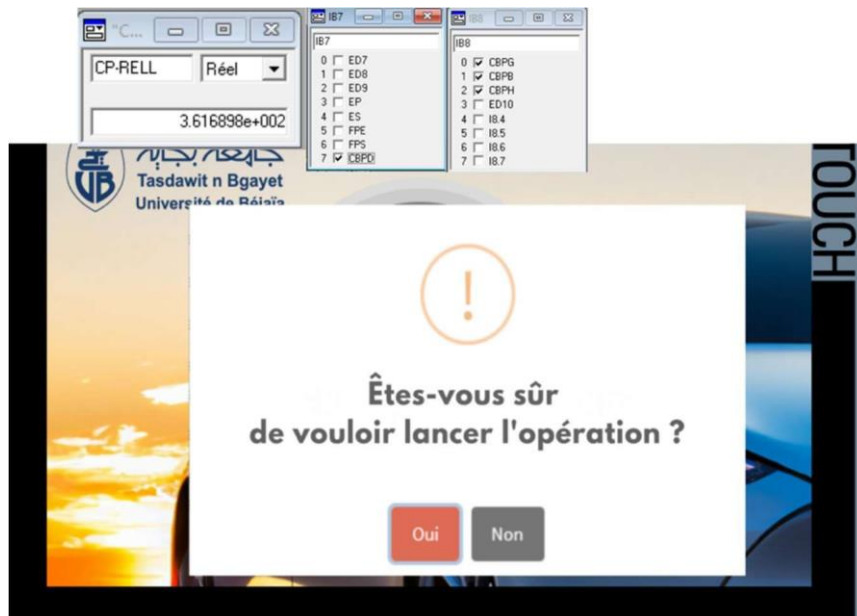


Figure IV- 18 Troisième vue de IHM

La quatrième vue, représentée dans la figure IV- 19 est une vue d'attente pendant que le système gare la voiture. Elle est activée après l'appui sur le bouton "Oui"



Figure IV- 19 Quatrième vue de IHM

Enfin, la dernière vue, illustrée dans la figure IV- 20 informe le client du bon positionnement de sa voiture dans le parking. Elle est activée dès que le plateau est vide.

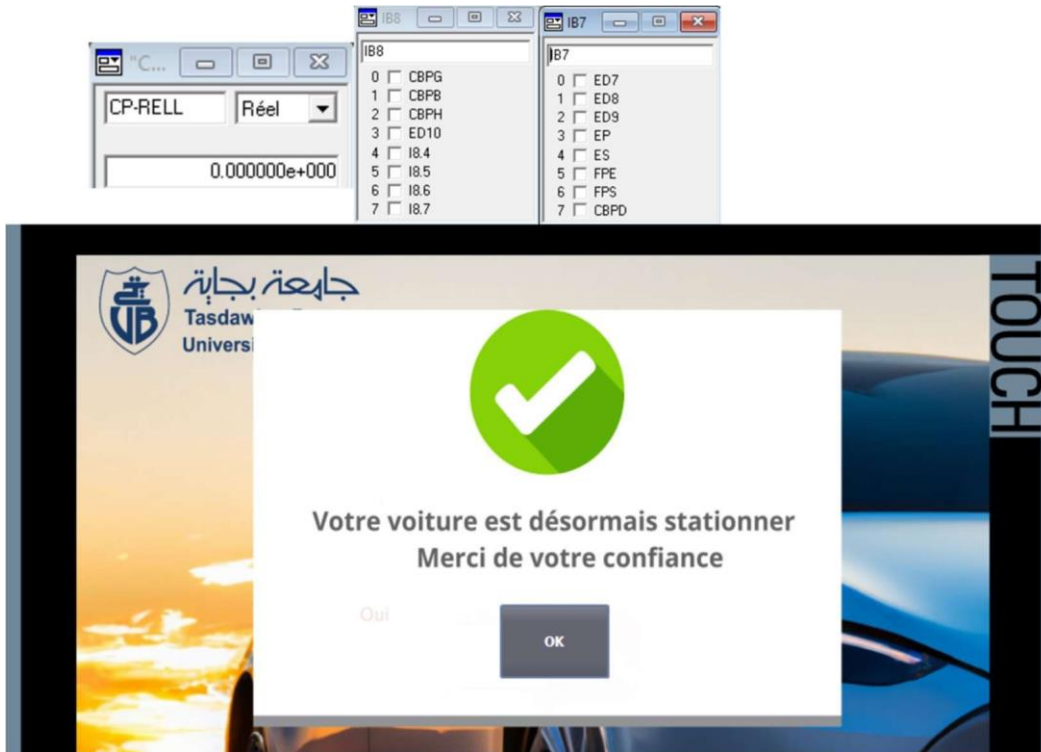


Figure IV- 20 Cinquième vue de IHM

IV.4.4 Configurer de la vue SCADA

L'intégration d'un système SCADA est important dans un système automatique car il offre une plateforme centralisée permettant la surveillance, le contrôle et l'optimisation des processus industriels. Cette solution contribue à améliorer la productivité, la sécurité et l'efficacité globale du système. C'est pourquoi nous avons équipé notre projet de ce système.

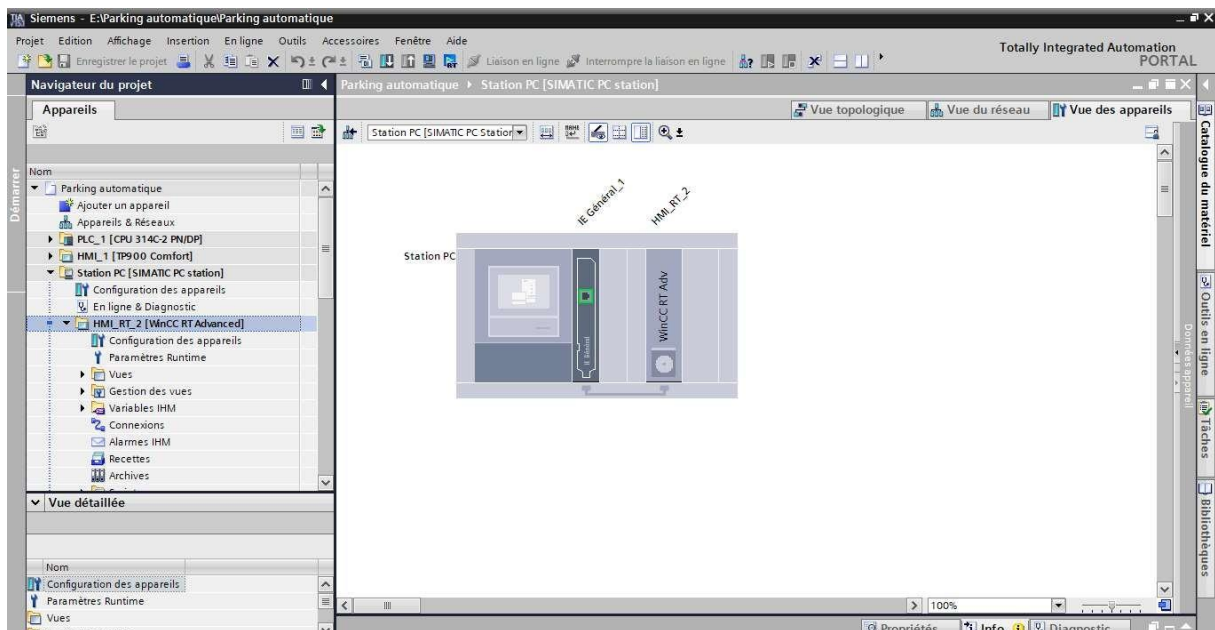


Figure IV- 21 Vue de la configuration du PC de supervision

IV.4.5 BLOC FC SCADA

Pour assurer une expérience utilisateur optimale et un rendu visuel attrayant, nous avons intégré un bloc de fonction "SCADA" dans notre programme. Cela nous permet d'animer les divers schémas et texte inclus dans notre IHM SCADA.

Voici un exemple d'animation dans la figure IV-22 où nous avons développé un réseau dans notre bloc. Ce réseau utilise une mémoire pour indiquer l'état des places dans l'étage 1, et il est connecté à une vue pour animer un texte, le faisant apparaître ou disparaître en fonction de l'état de cette mémoire.

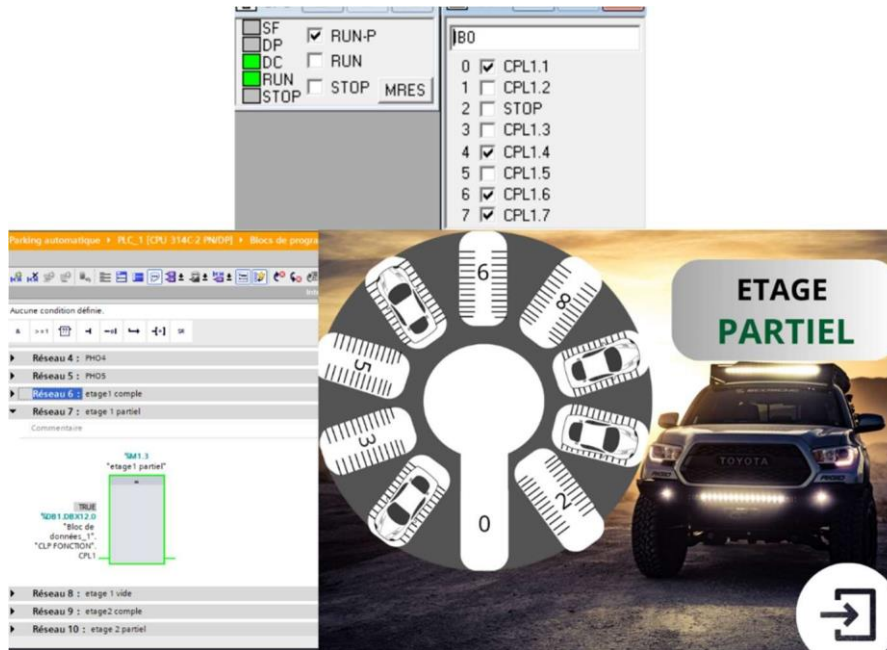


Figure IV- 22 Vue du bloc FC SCADA

IV.4.6 Différent vue SCADA

Notre interface SCADA est dédiée aux opérateurs pour suivre les opérations en cours et l'état général du système. Elle est composée de plusieurs vues représentées dans les figures suivantes.

La figure VI-23 présente la vue principale, qui comprend des boutons pour l'arrêt d'urgence et le réarmement, ainsi que l'état du système de levage et de rotation.



Figure IV- 23 Vue principale d'interface SCADA

L'appui sur le bouton "Ascenseur et plateau", nous permet l'accès à la vue représentée dans la figure VI-24.

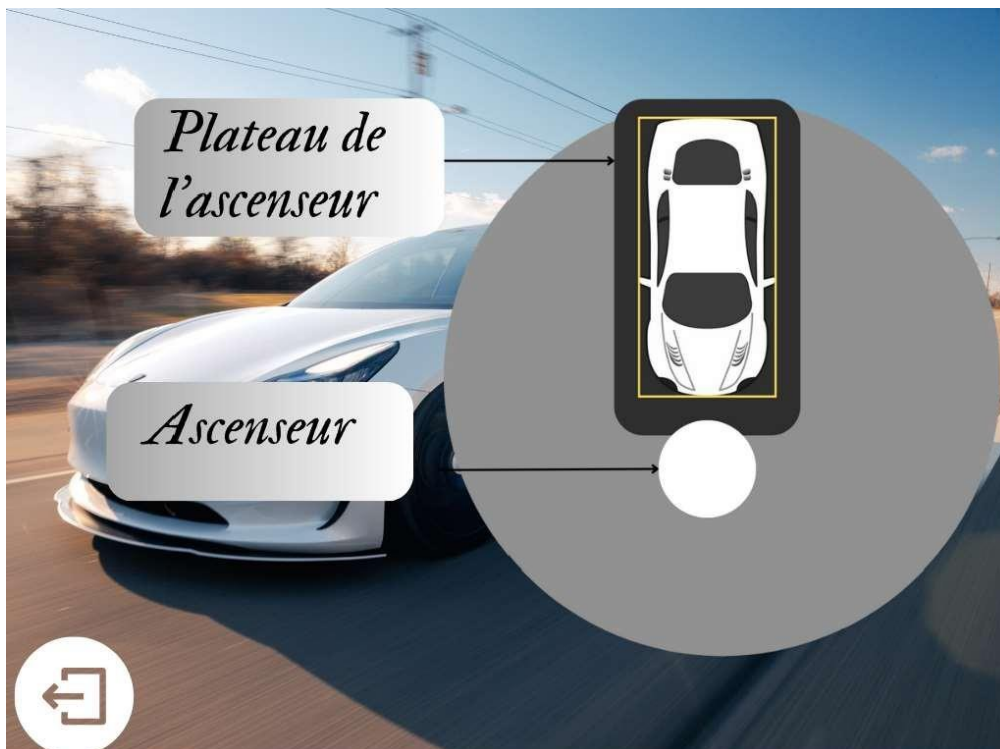


Figure IV- 24 La vue d'accès à l'état de l'ascenseur et de plateau

L'appui sur le bouton " Plateau de l'ascenseur ", fait apparaitre l'une des vues représenter sur les figures VI-25, figure VI-26 ou figure VI-27, qui décrire les devers états du plateau et de la porte d'entrée.

La figureVI-25 illustre la vue lorsque le plateau est vide et la porte est fermée.



Figure IV- 25 Vue lorsque le plateau est vide

La figureVI-26 décrit la vue lorsque le plateau est occupé mais la voiture est mal positionnée et la porte est ouverte.



Figure IV- 26 Vue lorsque le plateau est occupé et la voiture mal positionnée

La figureVI-27 représente la vue lorsque le plateau est occupé, la voiture est bien positionnée, et la porte est fermée.

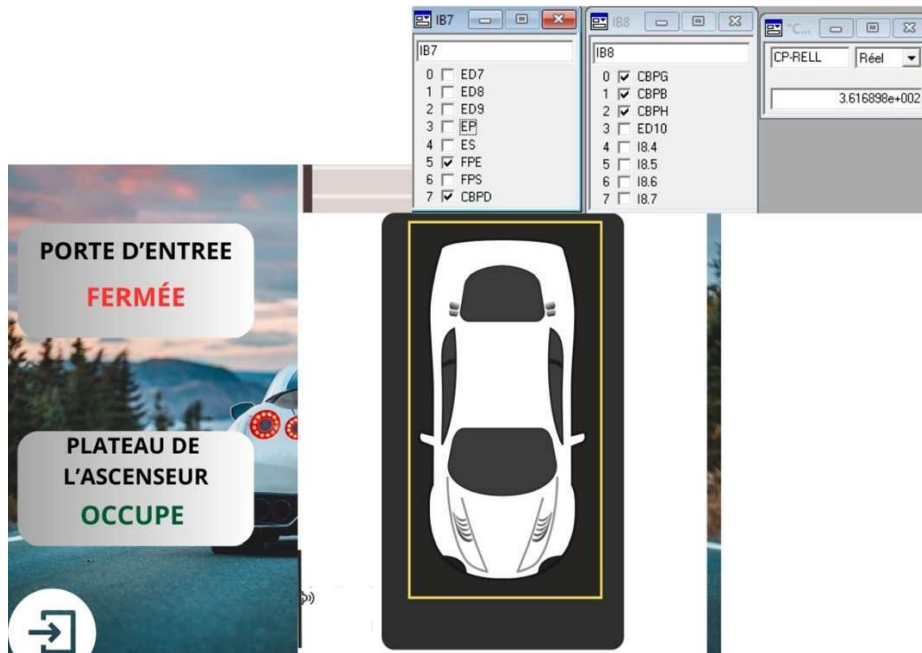


Figure IV- 27 Vue lorsque le plateau est occupé et la voiture bien positionnée

La figureVI-28 présente la vue indiquant le poids de la voiture et son bon positionnement, activée par l'appui sur le bouton "Plateau de l'ascenseur".

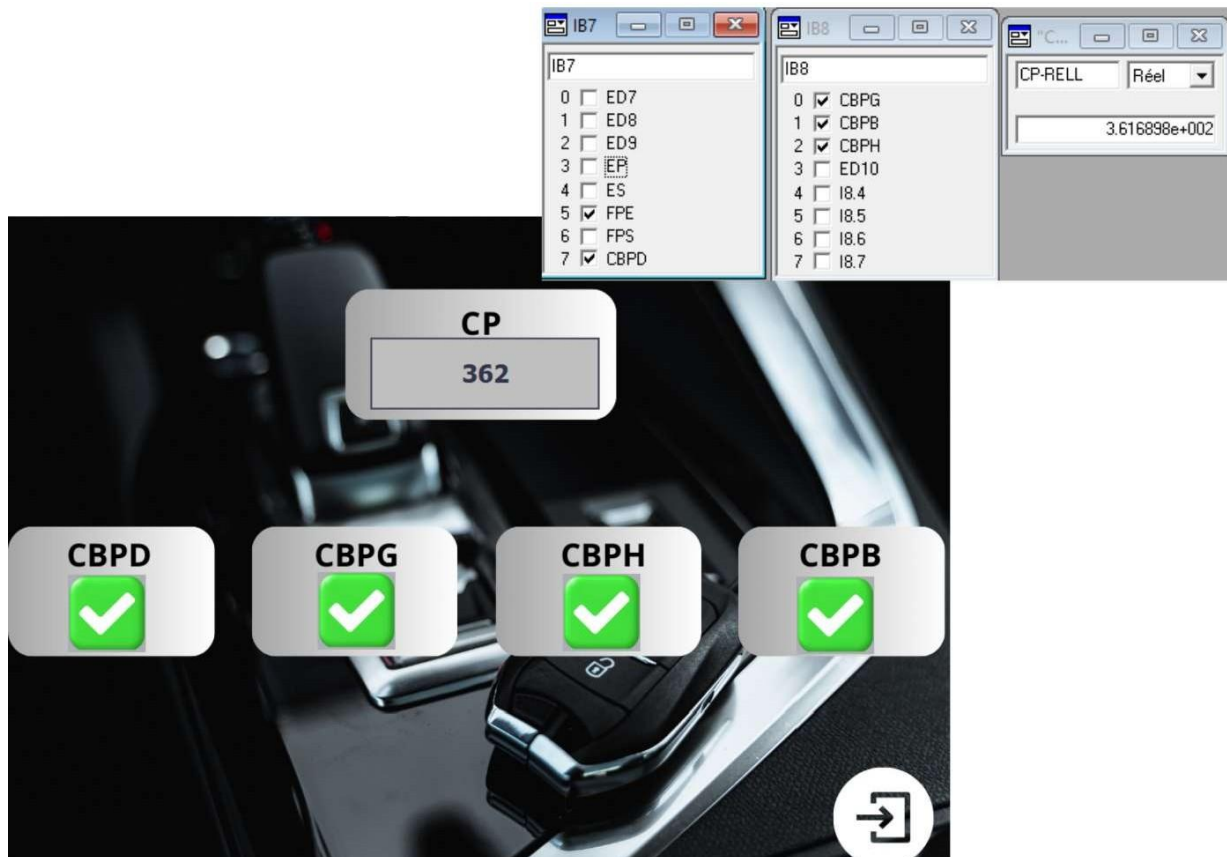


Figure IV- 28 Vue qui représente le bon positionnement et le poids du véhicule

La figureVI-29 montre la vue, révélant la position du plateau dans l'ascenseur et permettant l'accès à l'état des places dans chaque étage, activée par l'appui sur le bouton "Ascenseur".

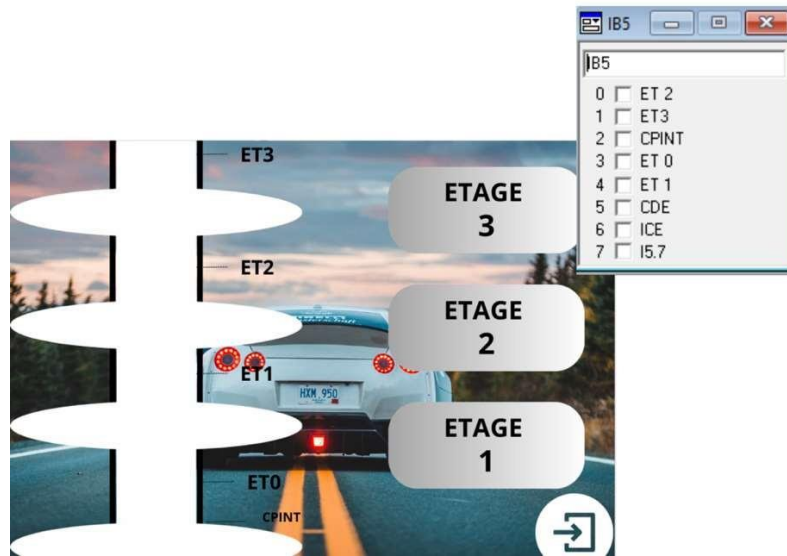


Figure IV- 29 Vue révélant la position du plateau dans l'ascenseur

La figureVI-30 illustre la vue lorsque le plateau se trouve au deuxième étage.

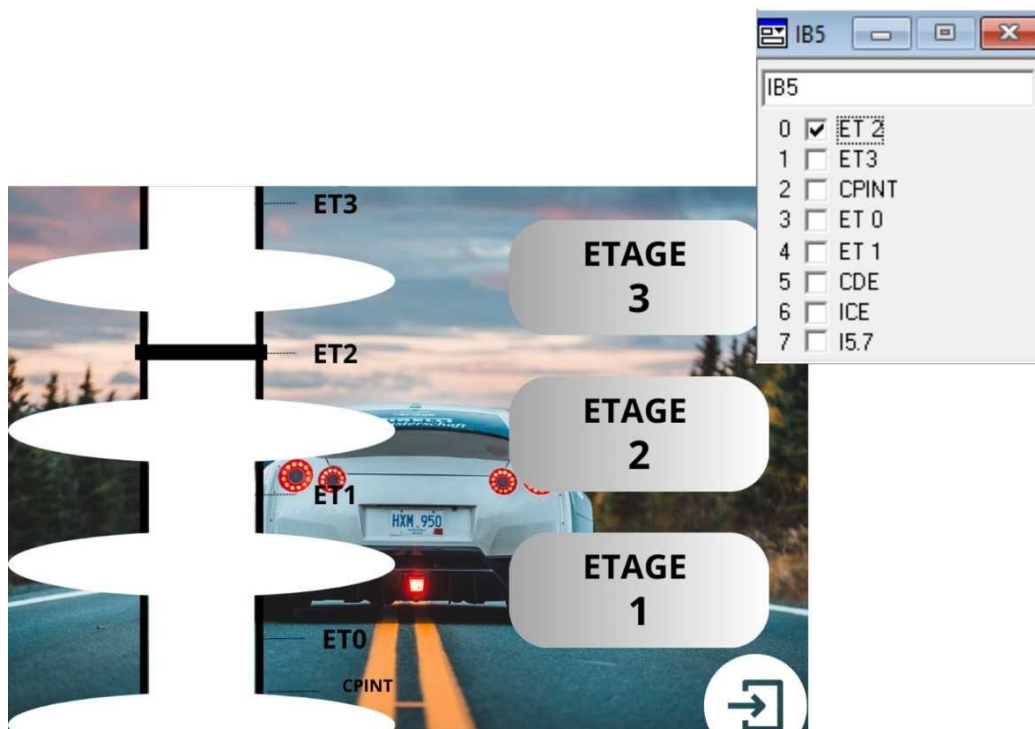


Figure IV- 30 Vue lorsque le plateau se trouve 2^e étage

La figureVI-31 représente la vue, indiquant l'état de l'étage 1, activée par l'appui sur le bouton "Étage 1".

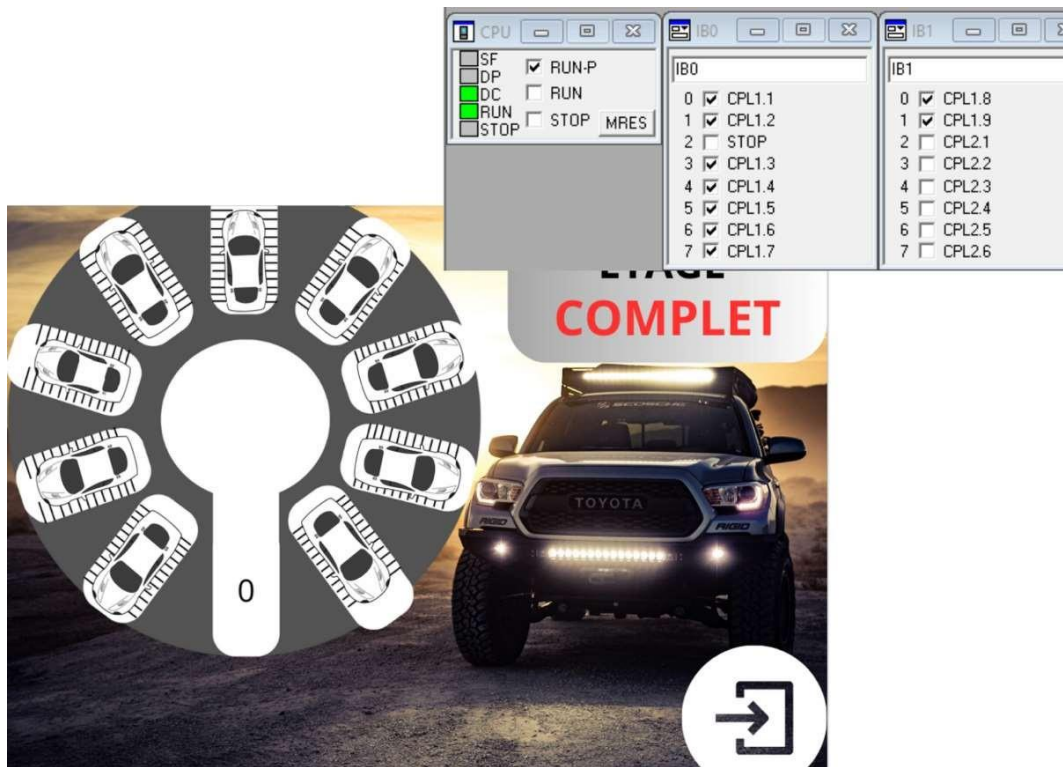


Figure IV- 31 Vue d'interface SCADA qui montrant l'état des places

IV.5 Conclusion

Le TIA Portal de Siemens constitue une avancée significative dans le domaine de l'automatisation industrielle, en tant que la plus récente évolution des logiciels de programmation. Dans ce chapitre, nous avons développé un programme efficace dans l'environnement TIA Portal qui pilote les actionneurs de notre parking de manière simple et fiable. De plus, la mise en place d'un système de supervision robuste offre une visibilité complète aux clients et aux propriétaires, leur permettant de surveiller en temps réel les activités au sein du parking. Ce projet démontre non seulement l'importance d'un contrôle précis des actionneurs mais aussi la valeur ajoutée d'une surveillance continue pour assurer la sécurité et la satisfaction des utilisateurs.

Conclusion générale

Ce mémoire de fin d'études vise à décrire et à automatiser un système de parking multi-étages. L'objectif principal est de proposer une solution qui facilite la gestion des garages, améliore la fluidité du trafic et la productivité du stationnement, optimise l'utilisation des emplacements disponibles, introduit des fonctionnalités de suivi et de localisation des véhicules, augmente la sécurité et le confort des usagers, et réduit les coûts d'exploitation.

Notre étude s'est déroulée en plusieurs étapes (Chapitres) :

1. Présentation des systèmes existants : Dans le premier chapitre, nous avons examiné les différents types de parkings, mettant en évidence leur importance pour l'optimisation de l'espace et la sécurité des véhicules.
2. Description détaillée du fonctionnement : dans le deuxième chapitre, nous avons présenté notre solution de stationnement automatisé comme une réponse innovante à ces défis, axée sur l'optimisation de l'utilisation de l'espace et la réduction de la congestion routière.
3. Automatisation du système : Dans le troisième chapitre, nous avons étudié l'outil de modélisation GRAFCET, soulignant son rôle crucial dans la transition entre le cahier des charges et la programmation des automates programmables industriels.
4. Programmation et supervision : dans le quatrième chapitre, nous avons exploré en détail le logiciel TIA Portal de Siemens et développé un programme efficace pour piloter les actionneurs du parking, tout en mettant en place un système de supervision robuste pour assurer la sécurité et la satisfaction des utilisateurs.

Ce projet démontre l'importance de l'automatisation dans la gestion efficace des espaces de stationnement, contribuant ainsi à la réduction de la congestion urbaine et à l'amélioration de la qualité de vie des citoyens, en regardant vers l'avenir, il est clair que les solutions de stationnement automatisé continueront à jouer un rôle essentiel dans la gestion des défis urbains liés à la mobilité. Il reste encore beaucoup à faire pour perfectionner ces systèmes, notamment en matière d'intégration avec les technologies émergentes telles que l'intelligence artificielle et l'Internet des objets. Ces avancées pourraient permettre une gestion encore plus efficace de l'espace de stationnement, une réduction des temps d'attente pour les utilisateurs et une amélioration globale de l'expérience de stationnement.

De plus, l'aspect environnemental jouera un rôle de plus en plus important dans le développement de ces solutions. En tirant parti des énergies renouvelables et en adoptant des pratiques de conception durable, il sera possible de réduire l'empreinte carbone des infrastructures de stationnement automatisé et de contribuer ainsi à la lutte contre le changement climatique.

Enfin, une collaboration étroite entre les acteurs publics et privés sera cruciale pour assurer le déploiement efficace de ces solutions à grande échelle. Les gouvernements locaux, les entreprises technologiques et les développeurs urbains devront travailler ensemble pour créer des environnements urbains plus intelligents, plus sûrs et plus durables pour les générations futures.

Bibliographie

- [1] Available: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Parking>. Consulter le (06/04/2024).
- [2] «<https://sareco.eu/index.php>,». Consulter le (16/04/2024).
- [3] «<https://www.lecerclepoints.com/systeme-de-stationnement-automatique-quels-sont-les-types-et-avantages.html>,». Consulter le (01/05/2024).
- [4] «<https://www.parkmatic.com/automated/puzzle/>,». Consulter le (03/05/2024).
- [5] «<https://www.youtube.com/watch?v=XCz1bg-h8rQ>,». Consulter le (03/05/2024).
- [6] «<https://verticalparking.ca/solutions/automated-parking/?lang=fr>,». Consulter le (06/05/2024).
- [7] «<https://skyline-parking.fr/automated-parking-systems/aps-benefits/>,». Consulter le (06/05/2024).
- [8] «<https://www.lecerclepoints.com/systeme-de-stationnement-automatique-quels-sont-les-types-et-avantages.html>,». Consulter le (06/05/2024).
- [9] B.LAID et B.YAKOUBE, « Etude et conception de parking automatisé ». Université KASDI-MARBAH, OUARGLA, 2018
- [10] H.YOUNES et K. HAMZA, « Conception d'un système de parking automatisé pour les voitures légères » Université ABOUBEKR-BELKAID, Tlemcen, 2017.
- [11] G. ALAIN, « Les automates programmables industriels », 2004.
- [12] S. AKROUR et N. ARAB, « Automatisation et supervision d'une station de transport du sucre à l'usine Coca-Cola Rouïba » Université SKIKDA, 2009.
- [13] Catalogue Siemens ST-70, 2015.
- [14] SIEMENS, Manuel de référence, 2001.
- [15] http://www.lycee-desfontaines.eu/si/IMG/pdf/capteurs_cr.pdf. Consulter le (20/05/2024).
- [16] <https://sites.google.com/site/pt2systautoprod/capteur-tout-ou-rien>. Consulter le (20/05/2024).
- [17] S. THIERRY, « guide des automatismes », Lycée Etienne MIMARD Saint Etienne, France, 2007.
- [18] H. Hassan et F. Ali, « Parking Intelligent », Université SIDI-MOHAMED BEN ABDALLAH FES, 2021.
- [19] <http://chmachinery.cn/web/index.aspx>. Consulter le (01/06/2024).

