

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الدكتور الطاهر مولاي سعيادة

Université Saida Dr Tahar Moulay

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du Diplôme de MASTER

En : Automatique

Spécialité : Automatique et Systèmes

Par :

CHADLI Khadidja

BELBRAHEM Fatima Zohra Nesrine

Sujet

Automatisation d'un parking par un API et le système SCADA

Soutenue publiquement en 29/06/2022 devant le jury composé de :

Mr. MEKKAOUI Mohammed

Univ. Saida

Président

Mr. MOSTEFAI Mohammed

Univ. Saida

Rapporteur

Mr. LABANE Cherif

Univ. Saida

Examineur

Année universitaire 2021/2022

REMECIMENT

On remercie le dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas eu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr. Mostefai Mohammed, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adressent également à tous les membres de Jury qui ont accepté de nous honorer de leur présence et de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous les membres de Jury qui ont accepté de nous honorer de leur présence et de juger notre travail.

Et Merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à notre soutien moral

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect à :

Ma défunte Mère celle dont l'absence m'a tant pesé mais dont le souvenir m'a tant apaisé.

Mon Père, source de tendresse, de noblesse et d'affection que dieu lui donne santé, bonheur et longue vie.

Tous les membres de ma famille mes sœurs en particulier Ibtissem et Abir, pour leur aide et leur soutien.

Mes chères copines Fatima, Fouzia, et Khadidja et mes camarades Chaïf Merzoug, Meslem Aïmene, Abdelkader Benhmida et Mehidi Lahcen et pour tous ce qu'on a partagés ensemble.

Et en fin à tous ceux qui m'ont aidé de près comme de loin.

Et sans oublié mes meilleures Professeures.

Khadidja

Tout d'abord, louange au grand dieu tout puissant, et qui sans lui rien n'est possible, sa lumière m'a illuminé et m'a donnée la force de ne jamais se désespérer les nombreuses difficultés et souffrances.

Ma très chère Maman qui est toujours à mes côtés pour m'encourager et me soutenir, et sans elle je ne serais pas ce que je suis maintenant et à qui je fais serment devant leur sacrifice et bien sûr sans oublié le premier homme dans ma vie mon cher Papa que dieu leur porte santé, bonheur et longue vie.

A celle qui est très chère à mon cœur, ma sœur Imane et Nawel.

A mes très chers frères Miloud et Aïd qui sont toujours présent dans ma vie pour m'aider.

A mes chères amies Khadidja, Fouzia et Khadidja, et mes camarades Chaïf Merzoug, Meslem Aïmene, Mehidi Lahcen et Abdelkader Benhmida

et pour tous ce qu'on a partagés ensemble.

Et sans oublié mes meilleures Professeures.

Fatima Nesrine

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Table de matière	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des symboles	
Introduction générale.....	1
I.1 Introduction.....	2
I.2 Historique.....	2
I.3 Evolution des parkings automatisés	3
I.4 Système de parking automatique	3
I.4.1 Plus économique	3
I.4.2 Plus esthétique	3
I.4.3 Plus sûr	3
I.4.4 Plus écologique	4
I.5 Importance de la gestion d'un parc automobile pour l'entreprise	4
I.6 La gestion du parc automobile c'est quoi ?	4
I.7 Définition de système de gestion du stationnement.....	4
I.8 Quels sont les enjeux de la gestion d'un parc automobile ?	5
I.8.1 Réaliser des économies à court, moyen et long terme	5
I.8.2 Assurer la sécurité des conducteurs	5
I.8.3 Respecter les enjeux environnementaux	5
I.9 Comment gérer son parc automobile ?	6
I.9.1 La charte automobile.....	6
I.9.2 Les outils d'aide à la gestion du parc	6
I.10 Les 5 facteurs de la gestion du parc automobile	6
I.10.1 La marchandise	6
I.10.2 L'espace géographique	7
I.10.3 Le véhicule de transport.....	7
I.10.4 Les ressources humaines.....	8
I.10.5 La technologie.....	8
I.11 Le stationnement.....	8
I.12 Stationnements intelligents	9
I.13 Les différents types de stationnement	10
I.13.1 Stationnement public	10

I.13.2 Stationnement privé	10
I.13.3 Le stationnement payant	10
I.13.4 Le stationnement gratuit	10
I.13.5 Le stationnement unilatéral.....	10
I.13.6 Le stationnement interdit	10
I.13.7 Le stationnement pour personnes handicapées	10
I.13.8 Le stationnement incitatif	10
I.13.9 Le stationnement de longue durée	11
I.13.10 Le stationnement de courte durée	11
I.13.11 Le stationnement temporaire.....	11
I.13.12 Le stationnement sur rue.....	11
I.13.13 Le stationnement hors rue.....	11
I.13.14 Le stationnement en parallèle (ou longitudinal)	11
I.13.15 Le stationnement à angle (en épi ou en bataille).....	11
I.14 Stationnement intelligent en voirie	12
I.15 Analyse des besoins et des avantages du stationnement intelligent	13
I.15.1 Avantages.....	13
I.15.2 Les défis de stationnement.....	14
I.16 Les différents types catégories des parkings	14
I.16.1 Les parkings en surface.....	14
I.16.2 Les parkings fermés ou souterrains.....	14
I.16.3 Les parkings aériens.....	15
I.17 Conclusion	15
Bibliographie du chapitre I.....	16
II.1 Introduction	18
II.2 Automates Programmables Industrielles (API)	18
II.2.1 Historique	18
II.2.2 Définition	18
II.3 Structure d'un automate programmable industriel	18
II.3.1 Description générale	18
II.4 La structure interne d'API	19
II.4.1 Le processeur	20
II.4.2 Gestion des entrées/sorties.....	20
II.4.3 Les piles	20
II.4.4 Zone de mémoires	20
II.4.5 Interface d'entrées/sorties	21
II.4.6 Cartes d'entrées	21
II.4.7 Cartes de sorties	21

II.5 Fonctionnement d'un API	22
II.6 Langages de programmation des API	22
II.6.1 Grafcet	22
II.6.2 Schéma FBD	22
II.6.3 Schéma Ladde	22
II.6.4 Texte structuré	22
II.6.5 Liste d'instructions	22
II.7 Critères de choix d'un automate	23
II.8 Domaines d'utilisation des automates programmables industriels.....	23
II.8.1 Les avantages et inconvénients des API	23
II.9 L'automate S7-1200	24
II.9.1 Présentation de l'automate S7-1200	24
II.9.2 Constitution de l'automate S7-1200	24
II.9.3Caractéristique de S7-1200	25
II.10 Structure matérielle du S7-1200	25
II.11 Avantage de l'automate s71200 par rapport s7400 et s7300.....	26
II.12 Définition de la supervision HMI.....	27
II.13 Avantage de la supervision HMI	27
II.14 Branchement de l'automate avec HMI.....	28
II.14.1 SIMATIC HMI Panel Basic	28
II.14.2 Structure du HMI Basic pour PROFINET	29
II.14.3 Concept de mémoire.....	30
II.15 Logiciel de programmation WinCC Basic	30
II.15.1 SIMATIC Basic Panels.....	30
II.15.2 Paramètres de base pour WinCC Basic dans TIA Portal.....	31
II.16 Différentes vues pour faciliter votre travail.....	31
II.16.1 Vue du portail	32
II.16.2 Vue du projet	33
II.17 Configurations matérielles et logicielles requises	33
II.18 Liaison et variable HMI	34
II.19 Conclusion	36
Bibliographie du chapitre II	37
III.1 Introduction :.....	38
III.2 Logiciel TIA PORTAL « Totally Integrated Automation Portal »	38
III.3 Description du logiciel TIA Portal	38
III.4 Les avantages du logiciel TIA portal	38
III.5 Composition de TIA PORTAL	39
III.5.1 Vue du portail et vue du projet :	39

III.6 Les étapes pour programmer l'automate	40
III.6.1 Création d'un projet et configuration d'une station de travail :	40
III.6.2 Configuration matériel (hardware)	41
III.6.3 Ajout de l'API.....	42
III.7 Les étapes pour crée interface HMI	43
III.7.1 Ajout de l'IHM	43
III.8 Exemple de crée et programmer l'automate et l'interface HMI	43
III.9 Conclusion	49
Bibliographie du chapitre III.....	50
IV .1 Introduction :.....	51
IV .2 Cahier de charge :	51
IV .4 Le schéma bloc :	53
IV .5 Grafcet du parc.....	54
IV .6 Partie HARDWARE :	55
a) Le capteur :.....	55
b) Servo Moteur:.....	56
c) Barriere :.....	57
d) Feux d'état du parc (Feu rouge/rouge/vert):	57
e) Feux des états des positions occupées (Feu rouge/rouge/rouge/rouge)	58
f) Les capteurs de positions :	59
IV .7 Partie programmation.....	61
a) Le programme de l'automate :	61
b) Supervision HMI :	67
Bibliographie du chapitre IV	69
Conclusion générale.....	67

Liste des figures

Figure I.1 : Image du premier paramètre. Créé par Carl Magee et installé en juillet 1935 à Oklahoma City, Oklahoma (The Expired Meter, 2010).....	2
Figure I.2 : le premier garage automatisé au monde a été construit à Paris, en France	3
Figure I.3 : Exemple d'un parking	5
Figure I.4 : Le stationnement des véhicules Sur le bord de la route	9
Figure 1. 5 : Le stationnement intelligent des véhicules	8
Figure I.6 : Exemple de marquage d'un stationnement en parallèle	12
Figure I.7 : Exemple de marquage d'un stationnement en épi à 45 o (Wikipédia, 2011a).....	12
Figure I.8 : Exemple de marquage d'un stationnement en bataille (à 90)(Wikipédia,2011a). 3	
Figure I.9 : Les places de stationnement sur voirie.....	13
Figure II.1 : Structure détaillée d'un API.....	19
Figure II.2 : Structure interne d'un API	19
Figure II.3 : Les interfaces d'entrées/sorties	21
Figure II.4 : Automate SIEMENS S7-1200	24
Figure II.5 : Possibilités d'extension de la CPU	26
Figure II.6 : écran HMI	27
Figure II.7 : HMI.....	30
Figure II.8 : over view	31
Figure II.9 : vue de portail.....	32
Figure II.10 : vue du projet.....	32
Figure II.11: vue de projet liaison avec l'automate.....	34
Figure II.12: Liaison avec HMI.....	35
Figure III.1 : Vue du portail	39
Figure III.2 : Vue du projet	40
Figure III.3 : Créer un projet	41
Figure III.4 : Création d'un projet.....	41
Figure III.5 : Première méthode de configuration et paramétrage du matériel	42
Figure III.6 : Vue des appareils choisis	42
Figure III.7 : Ajout d'IHM	43
Figure III.8 : HMI.....	43
Figure III.9 : Ajout d'API	44
Figure III.10 : Description de l'appareil ajouté.....	44
Figure III.11 : Ajout d'extensions entrées/sorties analogique.....	45
Figure III.12 : informations sur l'extension SM 1234 AI/AQ2	45

Figure III.13 : Vue des appareils choisis	45
Figure III.14 : Ajout d'IHM	46
Figure III.15 : Description d'IHM ajouté	46
Figure III.16 : partie de la table de variables.....	47
Figure III.17 : blocs de programmation	47
Figure III.18 : programme principale de système	47
Figure III.19 : Vue initial	48
Figure III.20 : Configuration des éléments des vues.....	48
Figure III.21 : Configuration des boutons	48
Figure IV.1 : Description du maquette.....	52
Figure IV.2 : Description du système.....	53
Figure IV.3 : Schéma bloc du système.....	53
Figure IV.4 : Grafcet du programme principal	54
Figure IV.5 : Emetteur laser	55
Figure IV.6 : capteur LDR	55
Figure IV.7 : photo LDR	55
Figure IV.8: principe du capteur	56
Figure IV.9 : Servo moteur avec barrière.....	56
Figure IV.10 : Servo moteur SG90	56
Figure IV.11 : Barrière	57
Figure IV.12 : Feux d'état du parc	58
Figure IV.13 : Feux des états des positions occupées	58
Figure IV.14 : capteur de position (capteur infrarouge).....	59
Figure IV.15 : Les capteurs de positions.....	59
Figure IV.16 : Schéma du capteur magnétique avec l'automate.....	60
Figure IV.17 : Schéma du circuit pour amplifier la tension.....	60
Figure IV.18 : Photo de la carte d'interface	61
Figure IV.19 : Réseau 1.....	61
Figure IV.20 : Réseau 2.....	61
Figure IV.21 : Réseau 3.....	62
Figure IV.22 : Configuration de la durée d'impulsion du bloc PWM	62
Figure IV.23 : Réseau 4.....	62
Figure IV.24 : Réseau 5.....	63
Figure IV.25 : Réseau 6.....	63
Figure IV.26 : Réseau 7.....	63
Figure IV.27 : Réseau 9.....	64
Figure IV.28 : Réseau 10.....	64

Figure IV.29 : Réseau 11.....	64
Figure IV.30 : Réseau 12.....	65
Figure IV.31 : Réseau 13.....	65
Figure IV.32 : Réseau 14.....	65
Figure IV.33 : Réseau 15.....	66
Figure IV.34 : Réseau 16.....	66
Figure IV.35 : Réseau 17.....	66
Figure IV.36 : Réseau 18.....	67
Figure IV.37 : Interface HMI pour superviser ET contrôler le parc	67

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Les avantages et l inconvénients d'un api	23
--	----

Liste des symboles

HMI : human interface machine

TCO: total cost of ownership

ERP: entreprise source planing

UTI : unité de transport intermodal

SCM : supply chain managment

GCL : gestion de la chaine logistique

UL : unités logistique

UM : unité de manutention

ETD: estimated time of departuel

ETA: estimated time of arrival

HTM : hommes tout main

TMS : transport management system

SGT : système de gestion de transport

API : automate programmable industriel

SCC : système de contrôle/commande

CP: carte de communication

ROM: read only memory

PROM: program read only memory

EEPROM: electrically _erasable programmable read only memory

RAM: random acces memory

PCMCIA: personal computer memory card international association

CPU: contral processing unit

PM: power module

SM : les modules des signaux

CM : module de communication

CP : processeur de communication

SB : signal board

CB : communication board

USB : universal serial bus

Résumé

Le parking intelligent regroupe les technologies de l'électronique, de l'automatique, de l'informatique et des télécommunications permettant d'améliorer le trafic dans la ville à circuler plus librement, guide les résidents et les visiteurs du stationnement disponible. Permet des décisions intelligentes à l'aide de données, Le parking intelligent joue un rôle majeur dans la création d'un meilleur environnement urbain en réduisant les émissions de CO2 et autres polluants.

Le but de ce travail est de réaliser un prototype d'un parking intelligent à base d'un automate programmable industriel et un écran de supervision pour visualiser et gérer en temps réel ce parking. La maquette et le programme réaliser nous ont permet de tester et de valider notre idée.

ملخص

تجمع المواقف الذكية بين الإلكترونيات والأتمتة والكمبيوتر وتقنيات الاتصالات لتحسين حركة المرور في المدينة للتحرك بحرية أكبر وتوجيه السكان والزوار إلى مواقف السيارات المتاحة. يتيح اتخاذ قرارات ذكية باستخدام البيانات ، ويلعب وقوف السيارات الذكي دورًا رئيسيًا في خلق بيئة حضرية أفضل من خلال تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون والملوثات الأخرى.

الغرض من هذا العمل هو إنتاج نموذج أولي لموقف سيارات ذكي يعتمد على وحدة تحكم منطقية صناعية قابلة للبرمجة وشاشة إشراف لعرض وإدارة موقف السيارات هذا في الوقت الفعلي. سمح لنا النموذج والبرنامج باختبار فكرتنا والتحقق من صحته

Introduction générale

Introduction Générale

Le stationnement intelligent aide l'un des plus gros problèmes de conduite dans les zones urbaines, à trouver des places de stationnement vides et à contrôler le stationnement illégal. Déployé en tant que système, le stationnement intelligent réduit ainsi les émissions des voitures dans les centres urbains en réduisant la nécessité pour les gens d'encercler Introduction générale 2 inutilement les pâtés de maisons à la recherche de stationnement. Cela permet également aux villes de gérer avec soin leur park de stationnement.

Le stationnement intelligent concerne l'installation de divers dispositifs et systèmes connectés pour collecter des données à l'aide de capteurs, actionneurs et autres objets physiques, pour assurer la surveillance. La gestion des systèmes automatisés permettant aux utilisateurs de réserver leur stationnement à l'avance ou prédire très précisément où ils vont probablement trouver une place.

L'objectif principal de notre travail est de concevoir et réaliser un parking intelligent commandé par un Automate Programmable Industriel s7 1200. Ce dernier a pour fonction de traiter les informations entrantes pour émettre des ordres de sorties en fonction d'un programme. C'est un automate programmable à usage industriel destiné à commander les systèmes.

Pour cela, nous avons décomposé notre mémoire comme suit :

Le premier chapitre fera l'objet d'une généralité sur les différentes méthodes de gestion des parcs

Le deuxième chapitre concernera l'étude de la description de l'automate S71200 et HMI.

Le troisième chapitre comprendra le langage de programmation TIA PORTAL

Le dernier chapitre sera réservé à la partie pratique.

Finalement nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I

1.1 Introduction

Dans un contexte économique et environnemental de plus en plus contraignant, l'optimisation des coûts est devenue une priorité pour de nombreuses entreprises. Ce défi est encore plus important pour celles qui disposent d'un parc automobile, tant le transport est un secteur coûteux. Il est donc impératif de mettre en place une gestion du parc automobile rigoureuse. Elle permettra la mise en évidence des leviers sur lesquels le gestionnaire du parc pourra influencer afin de réaliser d'importantes économies [1].

1.2 Historique

Depuis la vente, aux États-Unis en 1896, de la première voiture à carburant fossile (Flink, 1976), le taux de motorisation ne cesse de progresser. Au début, le stationnement ne constituait pas un problème, car il suffisait de se garer dans les rues. Toutefois, dans les années 1930, avec la croissance de la motorisation, la problématique du stationnement commence à se faire ressentir. Pour remédier à cette problématique, le parcmètre est inventé et installé en 1935 (voir Figure) et les plans de zonages incluent, désormais, le concept de stationnement hors rue, que devront comprendre les nouvelles constructions (Shoup, 2005a). Avec l'essor de la motorisation, qui advient après la fin de la Deuxième Guerre mondiale, le problème de stationnement est loin d'être résolu. Ainsi, en 1951, plus de 1 million de parcmètres sont en fonction aux États-Unis, alors que le premier parcmètre de l'Europe fut installé à Londres, en Angleterre, en 1958 (Will Pavia & Malvern, 2008). Malgré la multiplication de ces appareils, estimés à plusieurs millions dans le monde (Wikipédia), la gestion du stationnement reste, aujourd'hui plus que jamais, un défi important pour les acteurs du milieu urbain. (2)



Figure I.1 : Image du premier parcmètre. Créé par Carl Magee et installé en juillet 1935 à Oklahoma City, Oklahoma (The Expired Meter, 2010)

1.3 Evolution des parkings automatisés

Le stationnement automatisé n'est pas nouveau. En 1905, le premier garage automatisé en activité au monde a été construit à Paris, en France. Conçu par Auguste Perret et connu sous le

nom de Garage Rue de Ponthieu, le concept technologique de l'époque comprenait la création d'un garage automobile. (3)



Figure I.2 : le premier garage automatisé au monde a été construit à Paris, en France.

1.4 Système de parking automatique

1.4.1 Plus économique :

- Parkings plus petits
- Ou avec plus de places de stationnement
- Meilleur rendement au mètre carré
- Efficacité énergétique améliorée
- Moins d'éclairage
- Moins d'installations techniques et moins de ventilation
- Pas de sorties de secours ni d'escaliers d'accès
- Pas de rampes d'accès
- Moins de frais d'entretien
- Aucun frais dû au vandalisme (3)

1.4.2 Plus esthétique :

- Densification très discrète
- Plus de routes bouchées
- Moins de trafic de recherche de places de stationnement
- Plus de véhicules encombrant les trottoirs et les pistes cyclables
- Environnements urbains moins encombrés
- Modernisation des monuments historiques
- Grande liberté de conception pour les architectes
- Nouveaux potentiels de création de valeur (3)

1.4.3 Plus sûr :

- Pas d'accès possible pour les personnes non autorisées
- Sécurité augmentée pour tout le voisinage

- les objets de valeur peuvent rester dans la voiture
- Stationnement sans angoisse
- Pas d'escaliers ni de couloirs sombres
- Pas d'accès via des rampes ou des ruelles étroites
- Accessible aux handicapés
- Parking plus sécurisant pour les femmes
- Aucun dommage accidentel causé par les occupants des véhicules voisins (3)

1.4.4 Plus écologique :

- Moins de trafic
- Moins de gaz d'échappements
- Réduction significative des émissions de CO₂
- Consommation d'énergie nettement inférieure
- Efficacité énergétique supérieure
- Plus d'espaces verts possibles grâce à la consommation d'espace réduite (3)

1.5 Importance de la gestion d'un parc automobile pour l'entreprise

Dans une entreprise, le parc auto est considéré comme un centre de coût, sa gestion est un métier complexe qui doit s'exercer indépendamment des loueurs. Il est donc primordial d'avoir une gestion précise de toutes les opérations liées à votre flotte auto. Sa gestion réduit le temps d'immobilisation des véhicules et augmente la productivité des utilisateurs (qu'il s'agisse de véhicules commerciaux, d'après-vente ou de transport). Quel que soit le mode de gestion choisi par l'entreprise (gestion interne ou partiellement externalisée), l'acquisition d'un progiciel de gestion de parc se traduit par des gains de productivité et par des économies sensibles, à travers :

- ✓ L'optimisation des choix de gestion
- ✓ La maîtrise des coûts
- ✓ Une gestion administrative rapide et facile. (4)

1.6 La gestion du parc automobile c'est quoi ?

1.7 Définition de système de gestion du stationnement

Le système de gestion du stationnement est un terme générique utilisé pour de nombreux produits dans l'industrie du stationnement et il peut parfois être difficile de comprendre ce que cela signifie réellement.

Gérer un parking n'est pas aussi simple que vous le pensez et il y a beaucoup d'éléments à prendre en compte. C'est là que les solutions de gestion du stationnement entrent en jeu. L'idée de base derrière tout système de gestion de stationnement est exactement ce que son nom indique : c'est tout simplement un système qui aide les personnes à gérer leur parking.

De nombreux éléments peuvent être inclus dans les systèmes de gestion du stationnement.

Pourtant, il y a quatre éléments essentiels à retenir :

- Les modes des paiements
- Les options de contrôle du stationnement
- Les contrôles d'accès
- Rapports (1)



Figure I.3 : Exemple d'un parking

1.8 Quels sont les enjeux de la gestion d'un parc automobile ?

La gestion d'un parc automobile passe par la mise en place d'une stratégie, qui permet d'optimiser les coûts liés au transport dans une entreprise, tout en favorisant le développement de ses activités et en assurant la sécurité des conducteurs. De ce fait, elle repose entre autres sur des enjeux économiques, écologiques et sécuritaires. (1)

1.8.1 Réaliser des économies à court, moyen et long terme

Comme précédemment expliqué, l'objectif principal d'une bonne gestion d'un parc est de permettre à l'entreprise de réduire ses dépenses en optimisant ses coûts logistiques. Pour ce faire, il est important de connaître son TCO (Total Cost of Ownership), c'est-à-dire, le coût total de possession.

Le calcul préalable du TCO met en évidence les pôles de dépenses à optimiser. Il comprend les coûts directs et les coûts indirects ou appelés « coûts cachés ». Une bonne gestion de flotte automobile, entraîne un TCO faible, grâce aux actions mises en place par le gestionnaire de flotte. (1)

1.8.2 Assurer la sécurité des conducteurs

La gestion d'un parc automobile implique également de veiller à la sécurité des conducteurs. En effet, une bonne gestion vise à prévenir les risques d'accident en assurant un contrôle strict des véhicules. Cela passe notamment par la planification des tâches de maintenance et la formation des conducteurs sur le bon entretien de leur véhicule. (1)

1.8.3 Respecter les enjeux environnementaux

Les réglementations entrées en vigueur en Europe concernant les émissions de gaz polluants contraignent les entreprises dans la gestion de leur parc. Elles doivent aujourd'hui se fixer des objectifs précis et mettre tout en œuvre pour les atteindre. Plusieurs solutions peuvent être envisagées comme, par exemple, l'acquisition de véhicules dont les émissions de CO₂ sont minimisées ou la sensibilisation des conducteurs à l'éco-conduite. (1)

1.9 Comment gérer son parc automobile ?

La gestion d'un parc automobile peut s'opérer différemment suivant la taille de l'entreprise, le

Chapitre I : Les différentes méthodes de gestion des Parcs

nombre de véhicules qui constituent la flotte et ses besoins. Pour assurer un bon suivi de parc, il est particulièrement recommandé de s'appuyer sur une charte automobile rédigée par l'entreprise (Car Policy) et des outils d'aide à la prise de décision. (5)

1.9.1 La charte automobile

La Car Policy est un document sur lequel un gestionnaire de parc peut s'appuyer. Elle est rédigée entre la direction générale, le gestionnaire de la flotte automobile, les conducteurs et le service financier de l'entreprise. Elle régit l'utilisation des véhicules dans le cadre des activités de l'entreprise. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une charte obligatoire, il est vivement conseillé d'en rédiger une. (5)

1.9.2 Les outils d'aide à la gestion du parc

Afin de vous aider dans la gestion d'un flux de véhicules, de nombreux outils et applications existent. Parmi eux, il y a les GPS à bord des véhicules ainsi que des logiciels d'aide au pilotage de la flotte automobile. Leur but est d'appuyer le gestionnaire du parc dans ses missions.

Les systèmes de géolocalisation des véhicules permettent de faire remonter de nombreuses informations particulièrement utiles à la gestion d'un parc auto. Ils enregistrent les itinéraires, mais aussi les comportements des conducteurs (respect des limitations de vitesse, des itinéraires définis par le gestionnaire du parc etc.). Grâce à ces renseignements, le gestionnaire peut déduire des informations sur la consommation de carburant ou la durée de vie des pièces, par exemple.

Les ERP, ou Pro logiciels, disposent de nombreuses fonctionnalités qui permettent une gestion complète du parc, grâce à la collecte d'informations précises et de leur centralisation. Ces solutions permettent notamment de faire remonter les données suivantes : les itinéraires suivis, le nombre de km parcourus, les dépenses en carburant ou encore l'état physique des véhicules.

Sur la base de ces données, les pôles de dépenses sont identifiés et les axes d'améliorations possibles sont mis en évidence. Ainsi, le gestionnaire du parc dispose d'une vue totale sur les véhicules et les coûts qui en résultent.

Découvrez le top logiciel de gestion de votre flotte mobile, une sélection Feu Vert Entreprise. (5)

1.10 Les 5 facteurs de la gestion du parc automobile

La gestion du parc automobile est une composante de la SCM (Supply Chain Management) ou GCL (en français Gestion de la Chaîne Logistique). Théoriquement, elle peut être découpée en 5 facteurs : La marchandise, l'espace géographique, le véhicule, les ressources humaines, la technologie. (6)

1.10.1 La marchandise

La marchandise influence le choix des moyens de transport et de manutention. Il est important d'avoir au préalable une information juste sur le type d'emballage ou le conditionnement des UL (Unités Logistiques) et des UM (Unités de Manutention). Informations qui plus tard servent à renseigner les documents de transport, permettent d'anticiper sur la nature des moyens matériels à mobiliser au lieu du chargement et au lieu du déchargement des marchandises.

Éléments clés :

- ✓ Respect du dimensionnement du véhicule
- ✓ Optimisation du chargement
- ✓ Respect des contraintes liées aux moyens de manutention à mobiliser
- ✓ Respect des conditions de transport (emballage, protection, sécurité ...) (6)

1.10.2 L'espace géographique

L'espace géographique influence outre le choix des moyens, mais aussi l'organisation de l'opération de transport. Pour chaque opération de transport, il est essentiel de définir le lieu de départ, le lieu d'arrivée et les principaux points d'escaliers qui ensemble constituent l'itinéraire. L'organisateur de l'opération de transport peut ainsi recenser les lieux de prélèvements et de livraisons successifs des marchandises tout au long de son itinéraire et déterminer le chemin optimal.

La détermination de l'itinéraire permet d'évaluer les moyens de manutention nécessaires et disponibles à chaque point de rupture de charge. L'itinéraire choisit sert à prévoir le nombre de barrières de contrôle, le nombre de péage routier, les points de pesage routier et d'intégrer ces éléments dans le cahier de charge du chauffeur.

L'espace géographique enfin permet de prendre aussi en considération l'état des routes, le relief, le climat, les mœurs de populations qui influencent chacun à sa manière le choix du véhicule et le choix des horaires dans le planning. Ex. ETD (estimated time of departure) et ETA (estimated time of arrival) en fonction des heures de travail dans la région. (6)

1.10.3 Le véhicule de transport

La marchandise à transporter et l'itinéraire du transport permettent de faire un premier choix du type de véhicule de transport. Trois autres contraintes vont permettre de finaliser et de valider ce choix. Il s'agit de contraintes techniques, contraintes administratives, contraintes logistiques.

- ✓ Les contraintes techniques se rapportent à :
- ✓ La pneumatique (état des roues et présence de roues de secours)
- ✓ La signalisation lumineuse
- ✓ La signalisation sonore
- ✓ La présence à bord du matériel de sécurité (triangle de sécurité, extincteurs, ARI ...)
- ✓ La présence du matériel de premiers secours

Ce sont là quelques-uns des éléments techniques sur lesquels on peut facilement effectuer un contrôle. Cependant, la présence de la « visite technique » valide est une preuve du bon état de marche du véhicule. C'est le document administratif qui atteste que le véhicule est apte à la circulation. (6)

1.10.3.1 Les contraintes administratives

- ✓ Les documents du véhicule ;
- ✓ Le marquage et l'étiquetage de l'automobile ;
- ✓ Les documents du chauffeur ;
- ✓ Les documents de la marchandise. (6)

1.10.3.2 Les contraintes logistiques :

- ✓ L'avitaillement du véhicule

Ceci sous-entend aussi l'intégration d'une gestion des stocks de consommables aux responsabilités du gestionnaire du parc automobile. (6)

1.10.4 Les ressources humaines

Le personnel affecté à un système de gestion du parc automobile est varié. Outre les chauffeurs, il existe généralement une équipe de mécaniciens, les HTM (Hommes Tout Main) et le personnel administratif. (6)

1.10.5 La technologie

Il est devenu difficile de dissocier gestion logistique, optimisation et technologie. La gestion du parc automobile utilise les logiciels de type TMS (Transport Management System) ou SGT (en français Système de Gestion du Transport). (6)

1.11 Le stationnement

Nous disons le véhicule est garé pour quelque raison que ce soit afin qu'il ne soit pas désactivé et se trouve dans l'endroit pour arrêter avec la présence de signaux de guidage, qui permettent d'arrêter soit avec paiement ou gratuite.

Le véhicule doit être garé sur le bord de la route afin qu'il ne perturbe pas la route des usagers et ne leur cause aucun problème est que le conducteur soit à l'aise avec sa voiture. (8)



Figure I.4 : Le stationnement des véhicules Sur le bord de la route.

1.12 Stationnements intelligents

Le stationnement intelligent, ou smart parking est une application de technologies moderne qui permet d'éliminer de beaucoup besoins en peu de temps, et ceci est limité à la facilité de circulation et à la sécurité routière, aux places de réservation et aux différents moyens de paiement avec amélioration et la rapidité ce faisant.

Le principe consiste à équiper chaque place de stationnement d'un capteur intelligent capable de détecter la présence d'un véhicule et d'informer en temps réel que la place est libre ou occupée. Le capteur est complètement autonome et ne nécessite donc aucune infrastructure à proximité, ce qui réduit les coûts d'investissement et surtout de maintenance. Il s'installe directement dans la chaussée, au centre de chaque place de stationnement, en moins de 10 minutes.

Parmi ces technologies, vous pouvez réserver et payer de différentes façons, de manière intelligente et parmi ces méthodes, cartes à puce (smart cards), cartes sans contact, cartes de crédit/débit....etc. ces technologies rendent le stationnement plus attrayant et populaire, encourageant le développement et le paiement. (9)

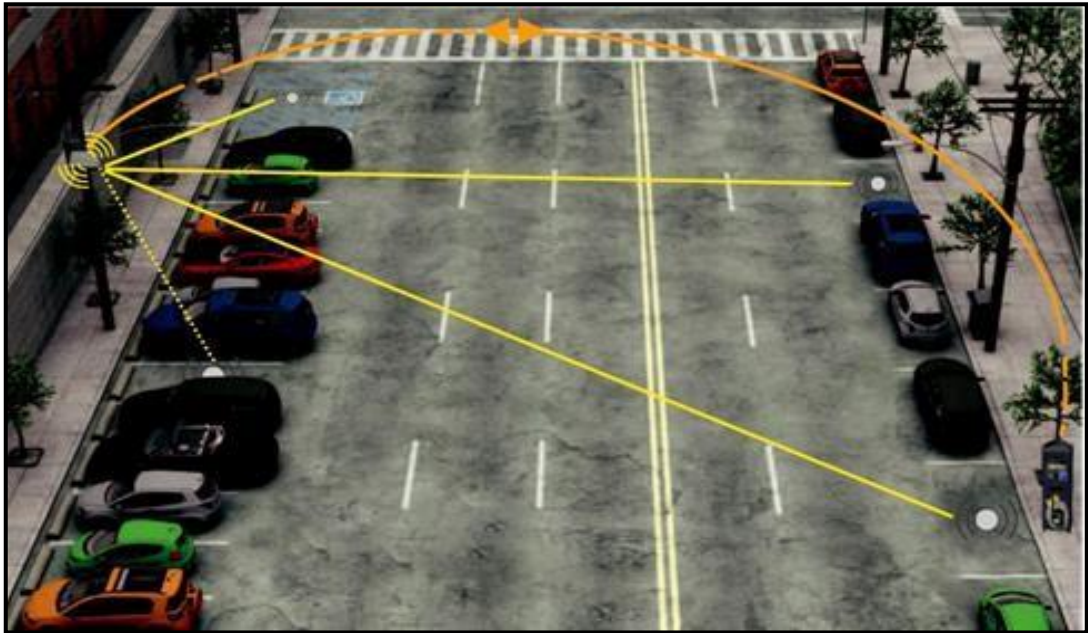


Figure 1. 5 : Le stationnement intelligent des véhicules.

1.13 Les différents types de stationnement

1.13.1 Stationnement public

Il est convenu d'appeler stationnement public, tout stationnement, souvent hors-rue, accessible à tous sans réserve. Les stationnements loués à des individus sont considérés publics lorsqu'ils peuvent être loués à quiconque au moment de refaire le contrat de location (10)

1.13.2 Stationnement privé

Il est convenu de catégoriser comme stationnement privé, les espaces de stationnement qui sont réservés (ou interdits) à une catégorie spécifique d'utilisateurs (employés, résidents, propriétaires, etc.). (10)

1.13.3 Le stationnement payant

Un stationnement est dit payant, lorsque l'acte de stationnement est autorisé moyennant une charge monétaire. Le montant exigé peut être fixe ou peut varier selon : le temps de stationnement, le moment de la journée ou la saison. (10)

1.13.4 Le stationnement gratuit

Un stationnement est dit gratuit, s'il n'exige pas un paiement à la suite d'un acte de stationnement. D'autres zones de stationnement gratuit existent, et elles peuvent être soumises à des règles spécifiques, comme les zones bleues, qui bénéficient d'une limitation de temps. Cette

limitation, contrôlée grâce aux disques de stationnement, diffère selon les municipalités. De plus, depuis le 18 mai 2015, tous les usagers possédant une carte de mobilité inclusion peuvent stationner gratuitement sur toutes les places de stationnement ouvertes au public. (10)

1.13.5 Le stationnement unilatéral

Le stationnement unilatéral est une modalité spécifique de stationnement. Elle permet d'alterner le côté du trottoir où il est possible de stationner, en fonction des différentes périodes d'un mois. Les conducteurs sont informés des règles de stationnement à respecter par l'intermédiaire d'un panneau de signalisation qui est implanté à l'entrée de la zone concernée. (10)

1.13.6 Le stationnement interdit

Le stationnement interdit est une interdiction délivrée aux usagers de la route au niveau d'un ou de plusieurs emplacements de la chaussée qui auraient pu accueillir un véhicule en stationnement. Les autorités en charge de la circulation peuvent décider d'appliquer à ces emplacements les règles du stationnement interdit si celui-ci devait s'y avérer abusif, gênant (ou très gênant) ou bien dangereux. Le stationnement interdit est généralement signalé aux usagers de la route par le biais du marquage au sol, grâce à des lignes jaunes sur les trottoirs en agglomération, ou via des panneaux d'interdiction de stationner. (10)

1.13.7 Le stationnement pour personnes handicapées

Un espace de stationnement est dit pour personnes handicapées, s'il est exclusivement réservé pour des personnes à mobilité réduite. Généralement, il respecte les géométries exigées par les normes en vigueur. (10)

1.13.8 Le stationnement incitatif

Un stationnement incitatif est un espace de stationnement pour automobiles, généralement situé en périphérie d'une agglomération et qui a pour but d'inciter les automobilistes à accéder à leurs centres d'intérêt en transport en commun. Il peut être intérieur ou extérieur, payant ou gratuit. (10)

1.13.9 Le stationnement de longue durée

Un stationnement est dit de longue durée, lorsqu'il est conçu pour un roulement plus lent (périodes de stationnement plus longues). Il est généralement présent dans des endroits où l'on trouve des voyageurs (aéroports, gares, ports...)(10).

1.13.10 Le stationnement de courte durée

Un stationnement de courte durée est prévu pour un roulement rapide (période de stationnement plus court). Il est généralement présent sur rue dans les centres d'affaires. (10)

1.13.11 Le stationnement temporaire

Un espace de stationnement est dit temporaire, lorsqu'il est créé afin de corriger ou d'accommoder, pour une durée déterminée, une contrainte temporaire au stationnement (chantier, inondation...). (10)

1.13.12 Le stationnement sur rue

Un espace de stationnement sur rue est un espace de stationnement situé le long d'une voie de circulation automobile. (10)

1.13.13 Le stationnement hors rue

Un espace de stationnement hors rue est un espace de stationnement qui n'est pas situé le long d'une voie de circulation automobile. (10)

1.13.14 Le stationnement en parallèle (ou longitudinal)

Le stationnement en parallèle est un mode de stationnement qui consiste à garer une automobile parallèlement à un trottoir. Ce type de stationnement est essentiellement réservé aux stationnements sur rue (voir la Figure I.6). Il est considéré comme étant le type de stationnement sur rue le plus sûr et donc le plus recommandé (Institute of Transportation Engineers, 1994). (10)

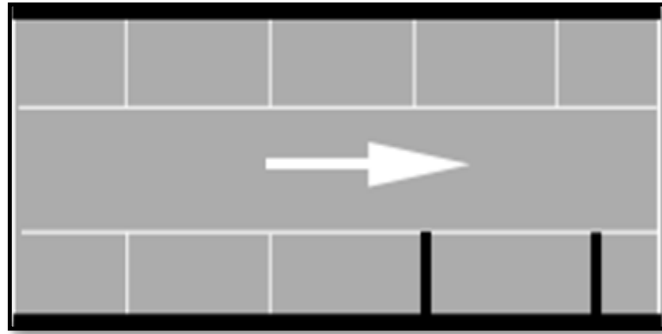


Figure I.6 : Exemple de marquage d'un stationnement en parallèle

1.13.15 Le stationnement à angle (en épi ou en bataille)

Le stationnement à angle est un type de stationnement qui consiste à garer une automobile de biais, de sorte à former un angle de 90° , 75° , 60° , ou 45° avec la voie de circulation connexe (voir la Figure I.7).

On utilise le terme stationnement en bataille pour les stationnements à 90° (Figure I.8) et le terme stationnements en épis pour les stationnements à 75° , 60° , ou 45° .

Les planches ci-dessous montrent les géométries à respecter, selon les normes du ministère des Transports du Québec. Ces normes peuvent différer selon les pays, provinces, villes. Elles peuvent également changer selon les lois en vigueur. (10)

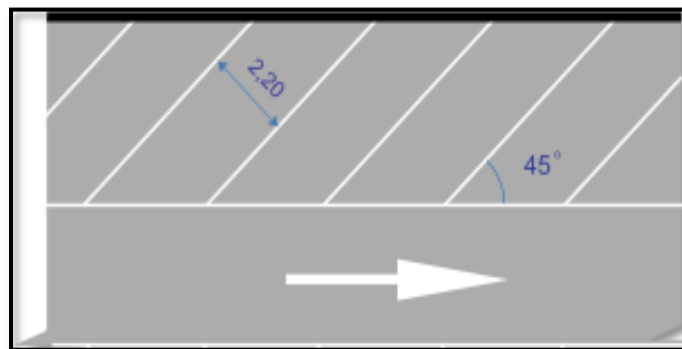


Figure I.7 : Exemple de marquage d'un stationnement en épi à 45° (Wikipédia, 2011a).

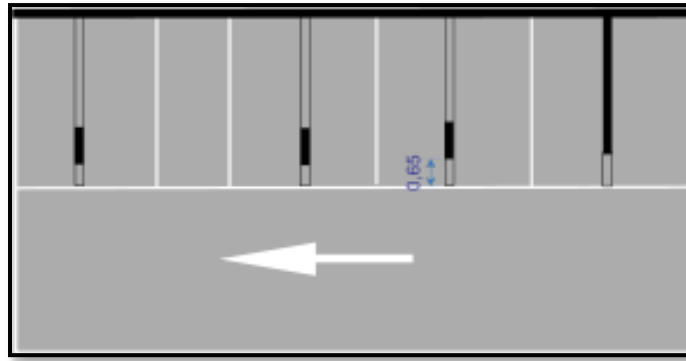


Figure I.8 : Exemple de marquage d'un stationnement en bataille (à 90 °)(Wikipédia,2011a).

1.14 Stationnement intelligent en voirie

En raison des nombreux besoins que le conducteur passe dans la journée à ramener sa voiture à l'endroit le plus proche où le flottement se gare au bord de la route et sera pour une courte période de temps suffisante pour satisfaire son besoin qui s'appelle stationnement en voirie.

Le stationnement intelligent en voirie est limité sur des capteurs au sol autonomes et valable pour la maintenance sont disponibles partout les espaces d'un stationnement de véhicule envoyer des informations au conducteur ou à la voiture qu'il a apprises sur des places de stationnement vides ou occupés. (10)

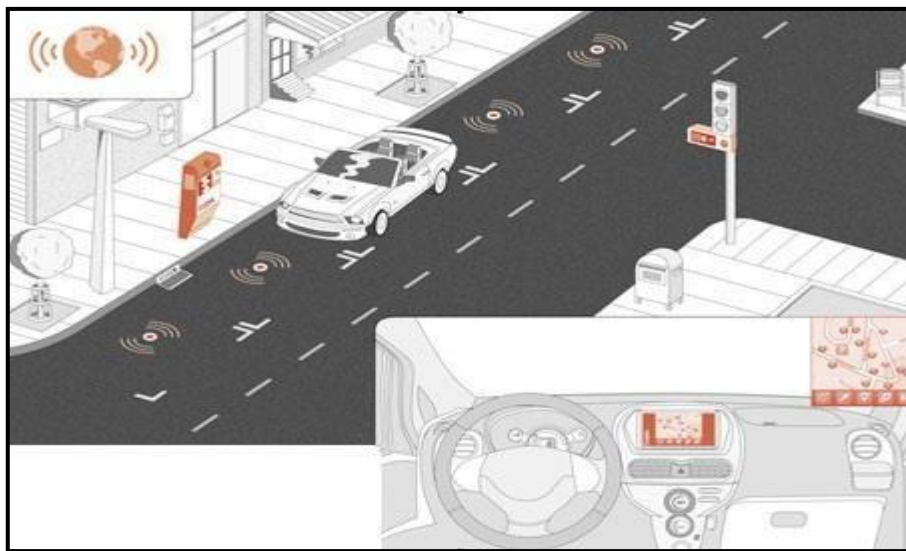


Figure I.9 : Les places de stationnement sur voirie.

1.15 Analyse des besoins et des avantages du stationnement intelligent

1.15.1 Avantages

Depuis le stationnement la nouvelle technologie intelligente a plusieurs avantages et des besoins qui contribuent à améliorer les services pour les conducteurs et les usagers de la route et la ville aussi et il est représenté comme suivent :

- Obtenez des informations précises sur les emplacements occupés ou non occupés en temps réel.
- Guide et donne les informations pour les usages et les touristes du stationnement disponible et non occupé.
- la commodité et facilité d'utilisation des places de stationnement.
- Augmenter l'activité et se déplacer plus librement dans la ville en utilisant les technologies modernes.
- Assurer la sécurité du trafic pour les conducteurs et les utilisateurs.
- Avantage et profit le temps du recherche du espace libre pour stationnement
- Le stationnement intelligent joue un rôle clé dans la réduction de la pollution et la réduction de l'utilisation de l'essence et l'émission de gaz toxiques.
- Le stationnement intelligent permet une surveillance et une gestion améliorées et en temps réel de l'espace de stationnement disponible, ce qui entraîne une génération de revenus significative.
- Simplifie l'expérience de stationnement et ajoute de la valeur pour les intervenants du stationnement, tels que les conducteurs et les commerçants.
- Permet des décisions intelligentes à l'aide de données, notamment des applications d'état en temps réel et des rapports d'analyse historique.
- Analyse de la méthode et traitement du stationnement
- Travailler sur la communication d'informations aux usagesavant, pendant et après de stationnement. (11)

1.15.2 Les défis de stationnement

La création de nouvelles technologies sera le résultat de confrontations de certains problèmes et difficultés sur le terrain. Il développe certains d'entre eux à un bon niveau et se débarrasse des autres et peut être l'établissement de nouvelles solutions afin que utile sur le terrain et pour certaines de ces

- **Protection contre la pollution** : comme nous savons que le nombre de voitures augmente et par conséquent nous avons une ruée vers la ville en raison du mouvement des voitures car la poursuite du trafic cause la pollution de l'air due au dégagement de gaz toxiques et la faciliter de stationnement aide à minimiser la circulation et donc à réduire la pollution.
- **La facilité de mobilité** : minimiser la congestion du trafic vous aide à naviguer facilement et ainsi obtenir du personnel à temps et passer du temps en peu de temps.
- Exploitation des terres et des espaces vides comme lieux de stationnement.
- **Manque de sécurité** : Le véhicule s'arrête à des endroits aléatoires et sans surveillance et constitue un danger pour le véhicule et le conducteur.
- **Apporter et fournir un service aux touristes** : Toute nouvelle personne dans la ville a du mal à trouver une place pour arrêter sa voiture. (11)

1.16 Les différents types catégories des parkings :

1.16.1 Les parkings en surface

Très courant dans les communes, ce type de parking comprend le stationnement en voirie (le long d'une rue, d'un quai...), les espaces dédiés au stationnement entre des bâtiments, qu'ils soient publics ou privés, des anciens terrains vagues... Si ces parkings, situés de plain-pied et en extérieur, sont appréciés pour leur facilité d'accès, ils font en revanche l'objet d'une emprise au sol importante. Il s'agit du parking de plain-pied : celui que l'on trouve principalement en zones de faible ou moyenne densité, notamment en zone industrielle ou d'activité commerciale. Une aire de terre compactée ou un simple enrobé de surface et les emplacements de stationnement sont créés via le marquage au sol. Il s'agit du moyen le plus économique. Excepté depuis 2014 pour toute construction neuve ou rénovation d'un bâtiment d'activité commerciale, les parkings de surface sont en recul : l'aire de stationnement au sol doit correspondre à 75% de la surface de plancher allouée au commerce, contre 150% auparavant. (14)

1.16.2 Les parkings fermés ou souterrains

Situés sous des bâtiments d'habitation, des équipements (aéroports, gare...), les parkings souterrains sont construits sur plusieurs niveaux pour permettre le stationnement d'un grand nombre de voitures. Impliquant un coût de construction plus élevé, ces parkings nécessitent par ailleurs des contraintes réglementaires plus fortes en termes de sécurité et d'environnement, et est d'économiser du foncier. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle il est devenu obligatoire dans certaines zones urbaines lors de la construction d'immeubles d'habitation.

Construit en béton et pouvant atteindre plusieurs sous-niveaux, cette infrastructure est un espace fermé. Le parking souterrain est entrecoupé de nombreux poteaux requis pour la stabilité de l'ouvrage dans sa totalité (le parking et la construction en surface). (14)

1.16.3 Les parkings aériens

Construits également sur plusieurs niveaux, les parkings aériens à étages, ou parkings silo, sont visibles dans l'espace public. Bénéficiant d'un coût de construction moitié moins cher que les parkings souterrains, les parkings aériens se distinguent également par leur meilleure ventilation. Plusieurs modes de construction existent pour ces parkings : en béton, à structure métallique ou mixte béton/métal. À noter l'existence dans cette catégorie de ce que l'on appelle les parkings en superstructure largement ventilé (PSSLV). Disposant de larges ouvertures en façade, ces parkings profitent d'une ventilation naturelle sans participation mécanique et sont plus économes en énergie électrique.

Aussi appelés parkings aériens, ces parkings en silos sont construits en élévation depuis le sol, ils peuvent être accolés à des bâtiments d'activités, tertiaires ou commerciaux, et atteindre des hauteurs de 8 niveaux.

Les systèmes de parking en silo proposés à la location créent de nouveaux champs de possibles. Adapter en un temps record l'offre de stationnement aux fluctuations d'activité, envisager un usage temporaire, ou encore garantir la préservation d'un espace foncier qui pourrait être destiné à d'autres projets par la suite. (14)

1.17 Conclusion

En conclusion, la gestion d'un parc automobile doit être adaptée aux besoins de l'entreprise, car elle peut influencer le fonctionnement de ses activités. Correctement effectuée, elle permet à celle-ci de rester compétitive et d'avoir une maîtrise de ses coûts. Pour en savoir plus sur l'optimisation d'un parc, n'hésitez pas à consulter le guide complet de la flotte automobile.

Bibliographie du chapitre I

- [1] <https://www.feuvert-entreprises.fr/parutions/tout-savoir-gestion-parc-automobile/>.
- [2] <http://www.okhistory.org/okjourneys/parkingmeter.html>.
- [3] https://www.liftsysteme.fr/media/documentation_stopa_lift_systeme.pdf.
- [4] ANASE, K. (2014). Système de gestion de gestion de parc automobile. Consulté le 6 13, 2021.
- [5] <https://wayleadr.com/blog/quest-ce-quun-systeme-de-gestion-du-stationnement/>.
- [6] <http://www.logistiqueconseil.org/Articles/Transport-routier/Parc-automobile.htm>.
- [7] <https://e-solution.ma/pages/voir/Gestion-de-Parc-Auto>.
- [8] Laboratoire de circulation et de sécurité routière. (2006). Conception routière. In Ministère des Transports du Québec (Ed.), Normes-Ouvrages Routiers (pp. 10). Québec : Les publication du Québec.
- [9] ATEC ITS France, « les rencontres de la mobilité intelligente » ,2016.
- [10] Abdoulaye Diallo «mémoire présenté en vue de l’obtention du diplôme de maîtrise ès sciences appliquées», département des génies civil, géologique et des mines école polytechnique de Montréal, 2012.
- [11] smart parking, Happiest Minds Technologies, The mindful IT Company.
- [12] <https://www.parkup-systems.com/guide-du-parking/>.
- [13] <https://www.ornikar.com/permis/conseils-conduite/stationnement/types>.
- [14]. <https://www.groupe-pigeon.com/fr/notre-groupe/notre-actualite/quels-sont-les-differents-types-de-parking>.
- [15] <https://dspace.univ-bba.dz/bitstream/handle/123456789/1989/m%C3%A9moire-Application-Mobile-SmartParking1111.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Chapitre II

II.1.INTRODUCTION

L'automation est un domaine très important dans les processus industriels, Elle n'a pas besoin d'être justifiée, surtout, sur le plan économique. Le temps de fabrication joue un rôle primordial dans la diminution du coût de production.

Depuis, l'apparition du premier système d'automatisation est née avec la guerre froide et la concurrence entre les grandes puissances vers l'industrialisation en particulier militaire. Les spécialistes de ce domaine n'ont pas cessé de chercher à améliorer et perfectionner les systèmes de commande les plus appropriés et les plus efficaces. Ils sont passés de la logique câblée (qui a montré des limites avec le développement de la complexité des systèmes) pour arriver au cours des années 70 à la logique programmée avec l'apparition des microprocesseurs qui a ouvert de larges perspectives pour les systèmes automatisés et a montré une grande souplesse d'utilisation.

Dans ce chapitre nous allons bien détailler les différents composants d'un API ainsi que l'Automate SIEMENS que nous avons utilisé S7-1200 et son HMI.

II.1 Automates Programmables Industriels (API) :

II.1.1 Historique :

Les Automates Programmables Industriels sont apparus aux Etats-Unis vers la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (+General Motors) qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automates programmables. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a changé très vite, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes. De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles ; depuis les nano automate bien adapté aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes. [1]

II.1.2 Définition :

L'automate programmable industriel est un dispositif électronique programmable destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel des données. Il envoie des ordres vers la partie puissance ou bien opérative (contient des actionneurs) à partir des pré-actionneurs en fonction des données d'entrée (capteur ou boutons poussoirs) de la partie commande ou Système de Contrôle / Commande (SCC), qui sont dirigés par un programme informatique. [1]

II.2 Structure d'un automate programmable industriel

II.2.1 Description générale :

Un automate programmable industriel se présente sous la forme d'un ou plusieurs profilés supports (racks) dans lesquels viennent s'enchâsser les différents modules fonctionnels :

- L'alimentation 110/220 VCA ou 24 VCC.
- L'unité centrale de traitement à base de microprocesseur.
- Des cartes d'entrées/sorties logiques (TOR).
- Des cartes d'entrées/sorties analogiques (ANA).
- Des cartes de comptage rapide, - Des cartes de communication (CP).
- Des cartes spécifiques pour : réseaux, asservissement, régulation commande d'axe. [2]

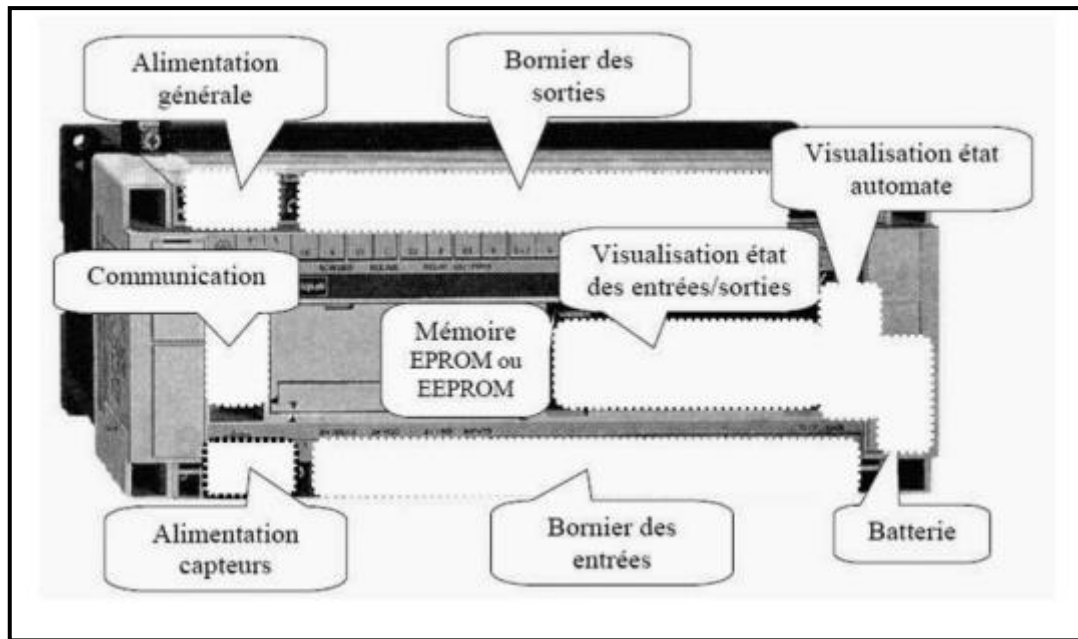


Figure II.1 : Structure détaillée d'un API.

II.3 La structure interne d'API :

La structure interne d'API se présente comme suit : [1]

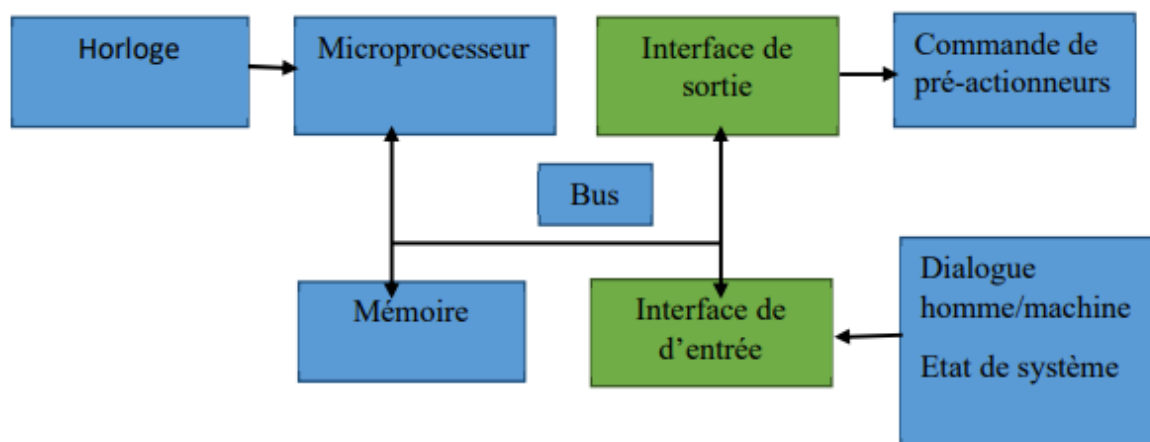


Figure II.2 : Structure interne d'un API

L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire.

Un API donc se compose de quatre grandes parties :

II.3.1 Le processeur :

Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions. [2]

Chapitre II : L'automate programmable S71200 et HMI

II.3.2 Gestion des entrées/sorties.

Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.

Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.

Le processeur est organisé autour d'un certain nombre de registres, ce sont des mémoires rapides permettant la manipulation des informations qu'elles retiennent, ou leur combinaison avec des informations extérieures.

Les principaux registres existants dans un processeur sont :

- **L'accumulateur** : C'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.
- **Le registre d'instruction** : Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.
- **Le registre d'adresse** : Ce registre reçoit, parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.
- **Le registre d'état** : C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine. [2]

II.3.3 Les piles :

Une organisation spéciale de registres constitue une pile, ces mémoires sont utilisées pour contenir le résultat de chaque instruction après son exécution. Ce résultat sera utilisé ensuite par d'autres instructions, et cela pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur. [1]

II.3.4 Zone de mémoires :

Un système de processeur est accompagné par un ou plusieurs types de mémoires. Elles permettent : - De stocker le système d'exploitation dans des ROM ou PROM, - Le programme dans des EEPROM, - Les données système lors du fonctionnement dans des RAM. Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA. [1]

II.3.5 Interface d'entrées/sorties :

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions.

Plusieurs types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée : [2]

II.3.5.1 Modules TOR (Tout Ou Rien) :

L'information traitée ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par une cellule photoélectrique, un bouton poussoir ...etc.

Modules analogiques : l'information traitée est continue et prend une valeur qui évolue dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (débitmètre, capteur de niveau, thermomètre...etc.).

II.3.5.2 Modules spécialisés :

L'information traitée est contenue dans des mots codes sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

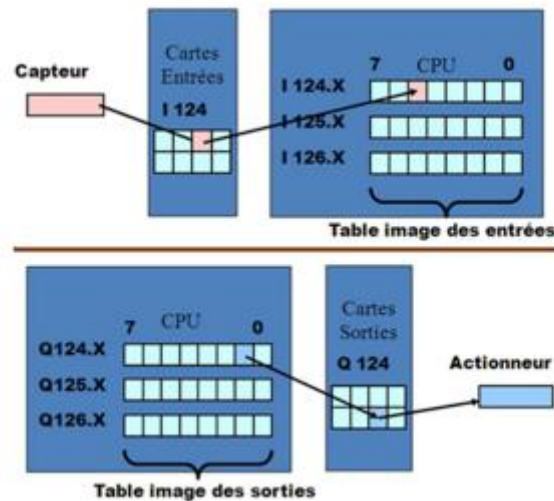


Figure II.3 : Les interfaces d'entrées/sorties

II.3.6 Cartes d'entrées :

Elles sont destinées à recevoir l'information en provenance des capteurs et adapter le signal en le mettant en forme, en éliminant les parasites et en isolant électriquement l'unité de commande de la partie opérative. [2]

II.3.7 Cartes de sorties :

Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative du système en garantissant une isolation galvanique entre ces dernières. [2]

II.4 Fonctionnement d'un API :

Lorsque le programme est introduit dans la mémoire de l'automate en utilisant soit une console de programmation, soit un PC, la phase d'exécution est alors possible. Elle est généralement obtenue après la mise en RUN de l'automate (cette commande peut être logicielle ou matérielle). Généralement, le traitement est mono tâche, c'est un traitement cyclique, c'est-à-dire qu'il est relancé à la fin de chaque exécution. Le processeur exécute les instructions, une après l'autre, dans l'ordre de la liste. Ce cycle est réalisé en trois étapes principales :

- acquisition des entrées
- traitement du programme
- mise à jour des sorties [3]

II.5 Langages de programmation des API :

Il existe plusieurs types de langages de programmation : [3]

II.5.1 Grafcet :

Ce langage de programmation de haut niveau permet la programmation aisée de tous les procédés séquentiels.

II.5.2 Schéma FBD :

Le langage FBD permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Il permet de manipuler tous les types de variables.

II.5.3 Schéma Ladder :

Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes.

II.5.4 Texte structuré :

Ce langage est un langage textuel de haut niveau. Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

II.5.5 Liste d'instructions :

Ce langage textuel de bas niveau est un langage à une instruction par ligne. Il peut être comparé au langage assembleur.

L'automate programmable industriel traduit le langage de programmation en langage compréhensible directement par le microprocesseur. Ce langage est propre à chaque constructeur, il est lié au matériel mis en œuvre.

Chaque instruction du programme est composée :

- de l'opération à effectuer (la nature de l'opération est codée 1 ou 0).
- de la variable sur laquelle l'opération va être effectué (variable de sortie, variable d'entrée, variable interne...)
- de la nature de la variable (binaire, numérique, texte, ...)
- Chaque instruction est écrite dans une partie de la mémoire appelée adresse.

II.6 Critères de choix d'un automate :

Le choix d'un automate programmable est généralement basé sur :

- Nombre d'entrées/sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées/sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus ...). [1]

II.7 Domaines d'utilisation des automates programmables industriels

Pour les raisons qui viennent d'être évoquées, les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels. Ces machines fonctionnent dans les principaux secteurs et dans de l'enseignement. Parmi ces applications on trouve :

- Mécanique et automobile.
- Industries chimiques
- Industries pétrolières
- Industries agricoles et alimentaires
- Transport et manutention [1]

II.7.1 Les avantages et inconvénients des API :

Les avantages	Les inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Il facilite la documentation des applications, donc leur maintenance.- L'API est favorable aux traitements évalués, calculs numérique, régulation etc.- La possibilité d'agir deux paramètres matériel et programme.- Les API permettent d'ajuster la disponibilité du système aux besoins	<ul style="list-style-type: none">- l'API ne supprime pas tout le reliage, il reste le câblage du circuit de puissance- sa vitesse peut s'avérer insuffisante.- le déroulement cyclique des programmes peut s'avérer un facteur de complexité et limite les possibilités d'organisation des tâches.

Tableau II.1 : Les avantages et l'inconvénients d'un api [3]

II.8 L'automate S7-1200

II.8.1 Présentation de l'automate S7-1200 :

L'automate SIMATIC S7-1200 fabriqué par SIEMENS est un automate de conception modulaire et compact, polyvalent, destiné à des tâches d'automatisation simple mais d'une précision extrême, il constitue donc, un investissement sûr et une solution parfaite à une grande variété d'applications. Une conception modulaire et flexible, une interface de communication répondant aux exigences les plus sévères dans l'industrie et une large gamme de fonctions technologiques performantes et intégrées, font de cet automate, un composant à part entière d'une solution d'automatisation complète [3]

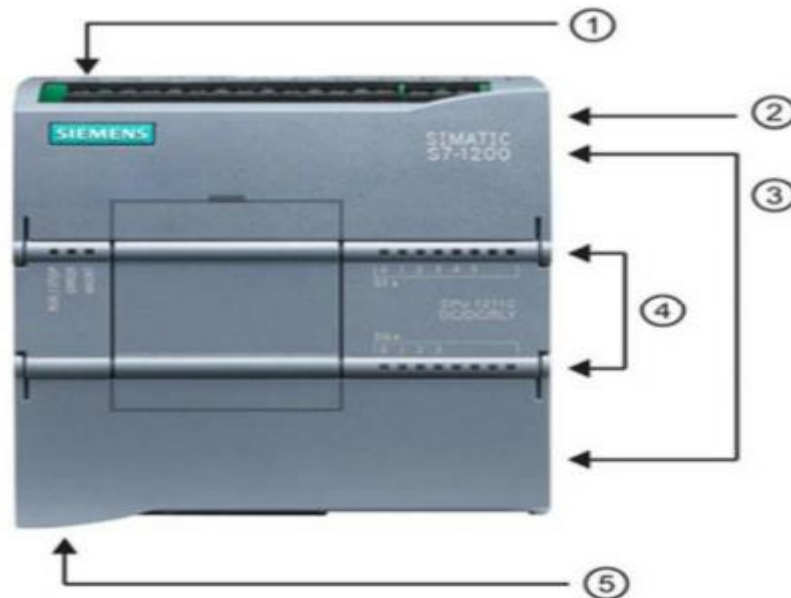


Figure II.4 : Automate SIEMENS S7-1200

- 1- Prise d'alimentation.
- 2- Logement pour carte mémoire sous le volet supérieur.
- 3- Connecteurs amovibles pour le câblage utilisateur (derrière les volets).
- 4- DEL d'état pour les entrées/sorties.
- 5- Connecteur PROFINET (sur la face intérieure de la CPU). [3]

II.8.2 Constitution de l'automate S7-1200 :

L'automate S7-1200 est constitué de : [3]

II.8.2.1 Unités centrales (CPU 1214C) :

Unité centrale 1214C qui a les caractéristiques techniques suivantes :

- 14 entrées et sorties intégrées
- Interface Ethernet intégrée.
- Contrôleur PID de base
- Horloge en temps réel intégrée
- Entrées d'alarme.
- Bornes détachables sur tous les modules.

II.8.2.2 Module d'alimentation (PS) :

Module de puissance PM (Power Module) avec une entrée AC 120/230V, 50Hz/60Hz, 1.2A/0.7A, et une sortie DC 24V/2.5A.

II.8.2.3 Modules de signal SM (Signal Module) :

Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées et des modules de sorties TOR, ainsi que des modules d'entrées et des modules de sorties analogiques.

II.8.3 Caractéristique de S7-1200 :

II.8.3.1 Conception modulaire flexible :

Platines d'extension, modules d'E/S, modules de communication / installation simple et conviviale / borniers amovibles / Encombrement minimale [3]

II.8.3.2 Communication industrielle

L'automate SIMATIC S7-1200 assure en tant que contrôleur d'E/S PROFINET la fonctionnalité intégrale de raccordement de stations d'E/S PROFINET. En outre, l'interface PROFINET intégrée garantit une communication optimale avec le système d'ingénierie intégré SIMATIC STEP 7 Basic pour la configuration et la programmation. Elle permet la programmation ainsi que la communication avec les pupitres SIMATIC HMI Basic Panels pour la visualisation, avec des automates supplémentaires pour la communication de CPU à CPU et avec des appareils d'autres constructeurs pour des possibilités d'intégration élargies. La connexion au bus de terrain normalisé PROFIBUS, en vue par exemple de temps de réactions courts, est également possible avec les nouveaux modules de communication PROFIBUS, de plus, des capteurs et actionneurs AS-i peuvent être raccordés grâce au module de communication AS-i Maître. [3]

II.8.3.3 Technologie intégrée :

Dans le secteur de l'automatisation, le nom SIMATIC est depuis de nombreuses années synonymes de fiabilité. Sur la base de notre longue expérience, nous avons intégré dans le nouvel automate des fonctions technologiques éprouvées, allant des fonctions de comptage à des fonctions de contrôle de procédés basiques en passant par le comptage et la mesure ou par le contrôle de vitesse, de position ou de cycles. Cette grande diversité vous permet de résoudre un grand éventail d'applications. [3]

II.9 Structure matérielle du S7-1200

L'automate S7-1200 est composé d'une CPU, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégrée, des E/S rapides de commande mouvement ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant.

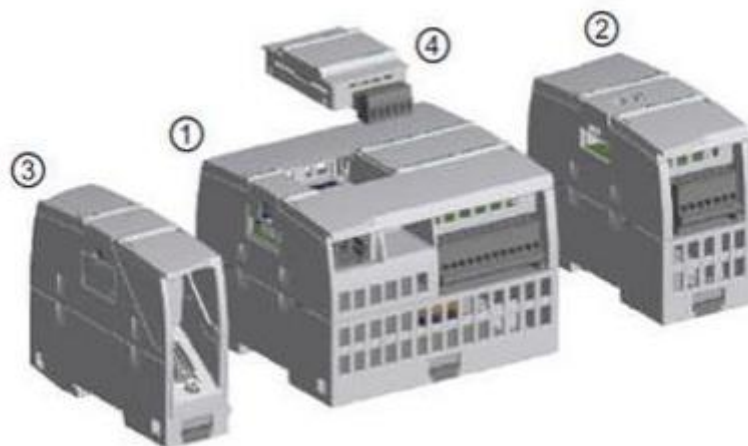


Figure II.5 : Possibilités d'extension de la CPU

Il faudrait se référer aux caractéristiques techniques pour des informations détaillées sur un module spécifique :

Chapitre II : L'automate programmable S71200 et HMI

1. CPU
2. Module d'entrées-sorties (SM)
3. Module de communication (CM), processeur de communication (CP) ou adaptateur TS Adapter
4. Signal Board (SB), Communication Board (CB) [3]

II.10 Avantage de l'automate s71200 par rapport s7400 et s7300

Les CPU S7-1200 avec Safety Integrated gèrent à la fois la tâche standard et les tâches de sécurité. Une conception compacte avec des E/S intégrées, des interfaces de communication qui répondent aux exigences les plus élevées de l'industrie et une gamme de puissantes fonctions technologiques intégrées font de ce contrôleur une partie intégrante d'une solution d'automatisation complète.

Conception évolutive et flexible : La famille de contrôleurs SIMATIC S7-1200 a été conçue avec une flexibilité maximale pour s'adapter aux exigences individuelles de votre machine. Cela vous permet de personnaliser votre système de contrôleur pour répondre à vos besoins ; il rend également les futures extensions du système rapides et faciles.

Communication industrielle : L'interface PROFINET intégrée du SIMATIC S7-1200 permet une communication transparente avec le système d'ingénierie de base SIMATIC STEP 7 pour la programmation, avec les pupitres de base SIMATIC HMI pour la visualisation, avec des automates supplémentaires pour la communication entre automates et avec des appareils tiers pour des fonctions avancées possibilités d'intégration. [4] [2]

II.11 Définition de la supervision HMI

HMI signifie interface homme-machine et fait référence à un tableau de bord qui permet à un utilisateur de communiquer avec une machine, un programme informatique ou un système. Techniquement, vous pourriez appliquer le terme HMI à n'importe quel écran utilisé pour interagir avec un appareil, mais il est généralement employé pour décrire des écrans utilisés dans les environnements industriels. Les HMI affichent des données en temps réel et permettent à l'utilisateur de contrôler les machines grâce à une interface utilisateur graphique. [5]



Figure II.6 : écran HMI

II.12 Avantage de la supervision HMI :

Amélioration de la visibilité : une IHM haute performance vous offre une meilleure visibilité de vos opérations, à tout moment. Cela vous permet de visionner la performance de votre équipement ou de votre installation sur un seul tableau de bord. Vous pouvez même visualiser ce tableau de bord à distance. Ces fonctionnalités vous aident à améliorer peu à peu votre productivité et à répondre plus rapidement aux alertes.

Augmentation de l'efficacité : étant donné qu'une IHM fournit un accès constant aux données en temps réel, vous pouvez l'utiliser pour surveiller la production et vous adapter en temps réel à l'évolution de la demande. La visualisation des données, surtout lorsqu'elle est combinée avec les technologies d'analyse des données, peut vous aider à identifier les domaines dans lesquels vous pouvez améliorer l'efficacité de vos procédures.

Diminution des temps d'arrêt : grâce aux alertes sur le tableau de bord central, vous pouvez réagir plus rapidement aux problèmes, ce qui réduit les temps d'arrêt. L'affichage et l'analyse des données de performance des équipements peuvent également vous aider à identifier les signes de problèmes mécaniques à venir et à les résoudre avant qu'ils ne dégénèrent et ne deviennent des problèmes capables d'entraîner des temps d'arrêt importants.

Amélioration de l'ergonomie : les IHM facilitent la visualisation et la compréhension des données et des équipements de contrôle pour les utilisateurs. Elles présentent les données à l'aide de graphiques, de tableaux et d'autres visualisations, ce qui permet aux utilisateurs de les interpréter rapidement. Avec zenon, les utilisateurs peuvent également personnaliser leurs tableaux de bord en fonction de leurs besoins et de leurs préférences.

Unification du système : avec zenon, vous pouvez contrôler tous les équipements à l'aide d'une seule plate-forme, ce qui permet aux opérateurs d'apprendre plus facilement comment contrôler

Chapitre II : L'automate programmable S71200 et HMI

les équipements. Vous pouvez également visualiser toutes vos données à un seul endroit, ce qui vous aide à obtenir un aperçu clair de l'ensemble de votre installation. De plus, tous les utilisateurs reçoivent des mises à jour en temps réel, donc votre équipe est toujours sur la même longueur d'onde. [5]

II.13 Branchement de l'automate avec HMI

II.13.1 SIMATIC HMI Panel Basic

II.13.1.1 Description de l'appareil

- ✓ La gamme de produits SIMATIC HMI Basic Panels est constituée de pupitres tactiles et à clavier (commande par clavier et écran tactile).
- ✓ Les SIMATIC HMI Basic Panels répondent à toutes les exigences du chapitre précédent.

Le logiciel WinCC Basic (TIA Portal) est nécessaire pour la configuration et la programmation. Ce logiciel est inclus dans la livraison du package SCE pour formateurs "SIMATIC HMI KTP700 BASIC Color PANEL pour S7-1200 ! [2]

- **Remarque :**

Tous les appareils de cette gamme possèdent une fonctionnalité similaire. Il est donc également possible d'utiliser les chapitres de cette documentation pour d'autres variantes de la gamme.

Le pupitre tactile Touch Panel Basic peut également être représenté sur le PC comme simulation Runtime avec WinCC Basic [2]

II.13.2 Structure du HMI Basic pour PROFINET

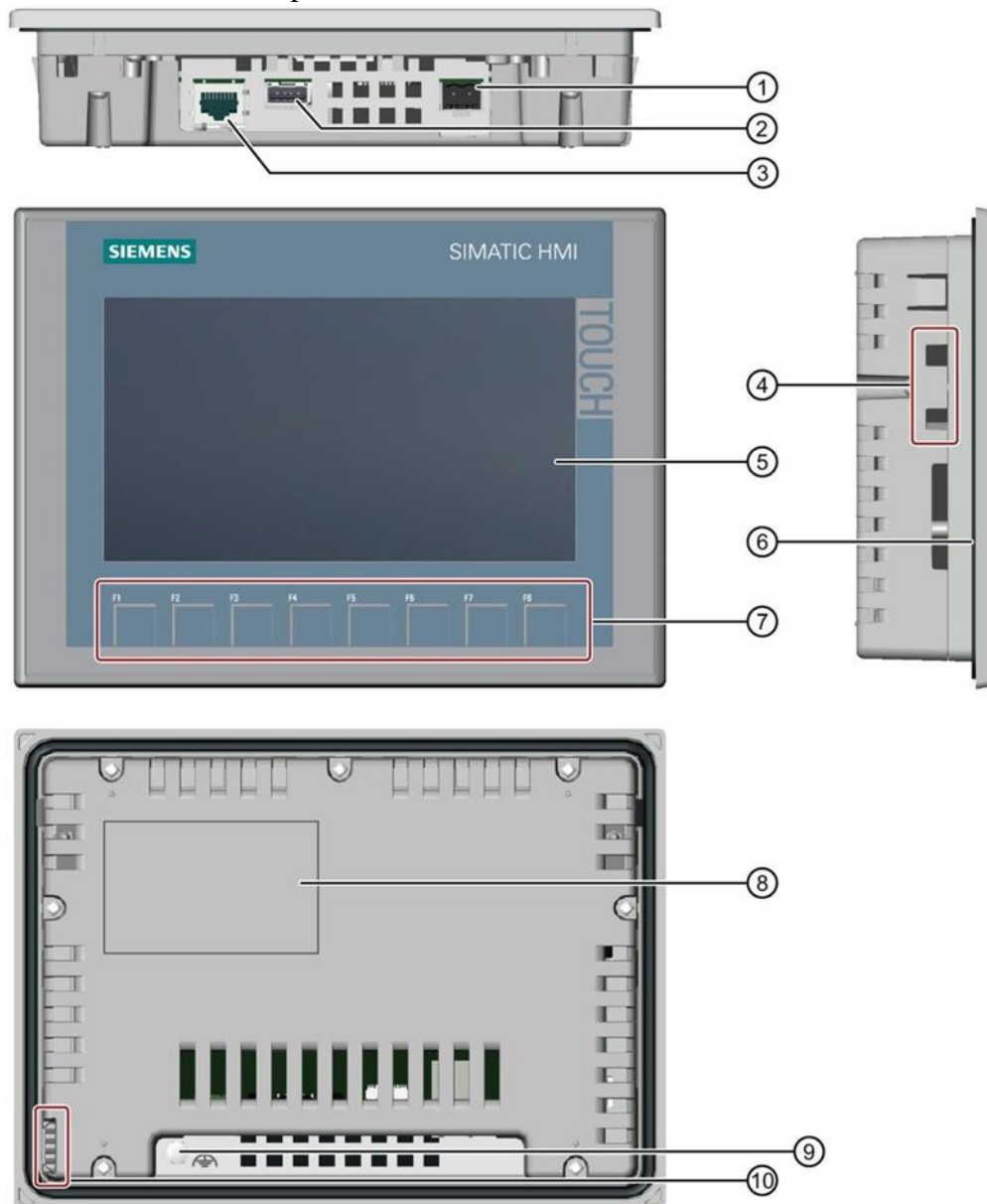


Figure II.7 : HMI

- ① Connecteur pour l'alimentation
- ② Port USB pour périphérique de mémoire de masse USB ou souris USB
- ③ Interface PROFINET
- ④ Encoches pour un clip de montage
- ⑤ Afficheur/écran tactile
- ⑥ Joint de montage
- ⑦ Touches de fonction
- ⑧ Plaque signalétique

⑨ Prise de terre fonctionnelle

⑩ Glissière des bandes de repérage [2]

II.13.3 Concept de mémoire

Les pupitres opérateur peuvent utiliser les mémoires suivantes : [2]

- Mémoire interne
- Mémoire de masse USB sur le port USB

II.13.3.1 Mémoire interne

- ✓ Les données suivantes sont enregistrées ici :
- ✓ Système d'exploitation
- ✓ Fichier de projet
- ✓ Clés de licence
- ✓ Gestion des utilisateurs
- ✓ Recettes

II.13.3.2 Mémoire de masse USB sur le port USB

- ✓ Les données suivantes peuvent être enregistrées ici :
- ✓ Système d'exploitation pour la mise à jour
- ✓ Fichier de projet comme sauvegarde
- ✓ Gestion des utilisateurs comme sauvegarde
- ✓ Recettes comme sauvegarde
- ✓ Logiciel de restauration pour la réinitialisation aux paramètres d'usine via une clé USB
- ✓ Clés de licence pour le transfert sur le pupitre
- ✓ Certificats pour la communication basée sur le Web

II.14 Logiciel de programmation WinCC Basic

Dans TIA Portal, le logiciel WinCC Basic fait partie intégrante de STEP 7 Basic ou STEP 7 Professional et il est l'outil de programmation pour le système de visualisation suivant : [2]

II.14.1 SIMATIC Basic Panels

WinCC Basic vous permet d'utiliser les fonctions suivantes pour la création de systèmes IHM :

- ✓ Configuration et paramétrage du matériel
- ✓ Définition de la communication et réalisation d'un couplage à un API
- ✓ Création et configuration de vues avec une structure hiérarchique
- ✓ Création de variables internes et externes
- ✓ Création d'alarmes et de vues d'alarmes
- ✓ Création et affichage d'archives sous forme de courbe ou de tableau
- ✓ Création de recettes et de vues de recettes
- ✓ Création et impression de journaux
- ✓ Test, mise en service et maintenance avec les fonctions d'exploitation et de diagnostic
- ✓ Documentation
- ✓ Une aide en ligne détaillée décrit toutes les fonctions.

II.14.2 Paramètres de base pour WinCC Basic dans TIA Portal

L'utilisateur peut définir des valeurs par défaut individuelles pour certains paramètres dans TIA Portal. Le chemin menant aux paramètres pour la visualisation est indiqué à cet endroit.

Dans la vue du projet, sélectionnez dans le menu "Outils" (Options) puis "Paramètres" (Settings).

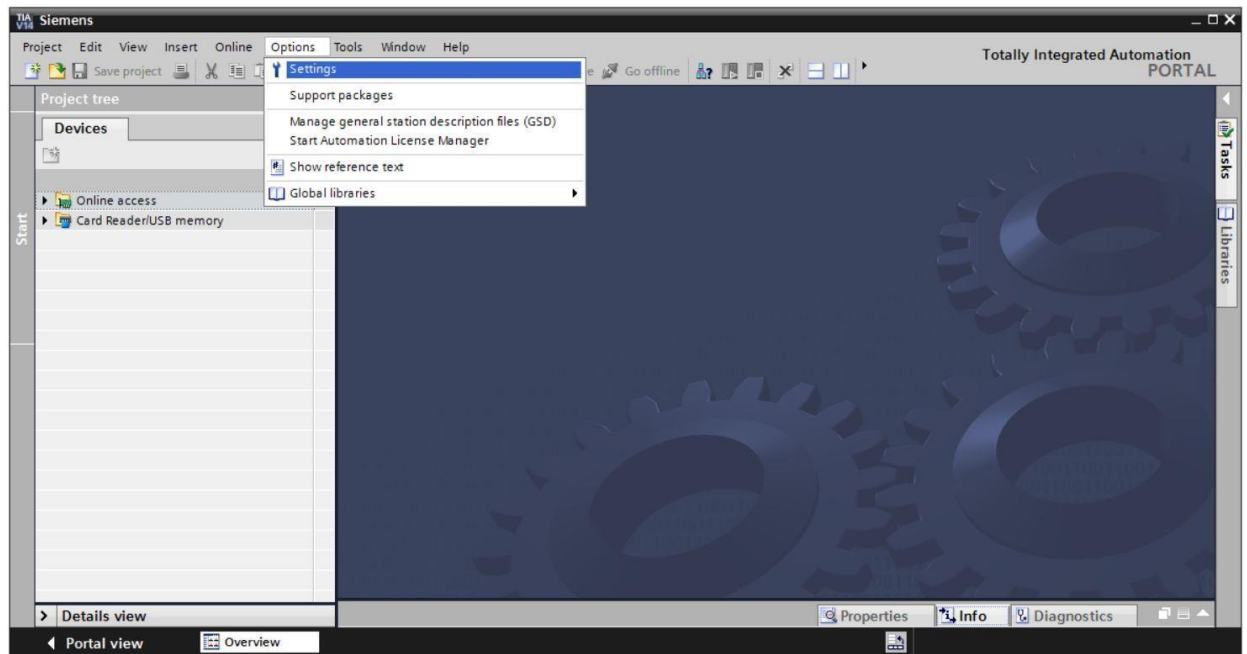


Figure II.8 : over view

II.15 Différentes vues pour faciliter votre travail

STEP 7 offre un environnement convivial pour développer la logique du contrôleur, configurer la visualisation IHM et établir la communication réseau. Pour permettre d'augmenter votre productivité, STEP 7 offre deux vues différentes du projet : un ensemble orienté tâche de portails qui sont organisés selon la fonctionnalité des outils (vue du portail) et une vue orientée projet des éléments dans le projet (vue du projet). Choisissez la vue qui permet un travail le plus efficace possible. Avec un simple clic, vous pouvez faire le va-et-vient entre la vue du portail et la vue du projet. [6]

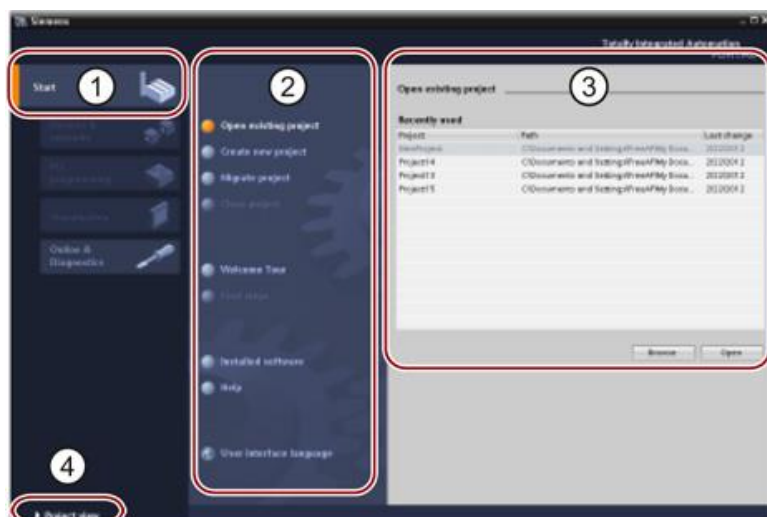


Figure II.9 : vue du portail

II.15.1 Vue du portail

- ① Portails des différentes tâches
- ② Tâches du portail sélectionné
- ③ Panneau de sélection de l'action
- ④ Bascule dans la vue du projet [6]

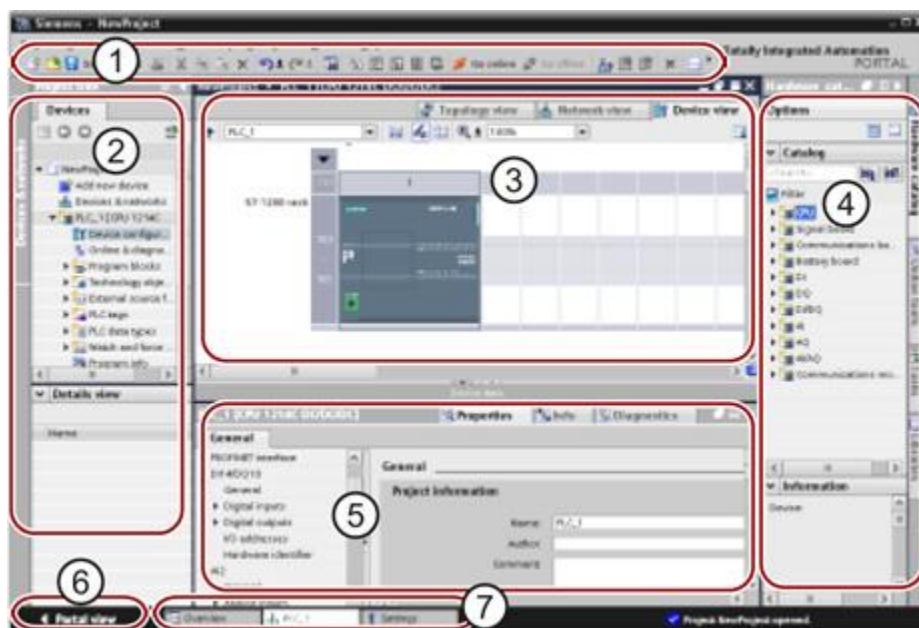


Figure II.10 : vue du projet

II.15.2 Vue du projet

- ① Menus et barre d'outils
- ② Navigateur du projet
- ③ Zone de travail
- ④ Task Cards
- ⑤ Fenêtre d'inspection
- ⑥ Bascule dans la vue du portail
- ⑦ Barre d'édition

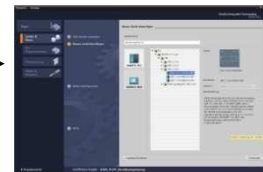
Comme tous ces composants sont regroupés à un endroit, vous pouvez facilement accéder à chaque élément de votre projet. La fenêtre d'inspection montre, par exemple, les propriétés et

Chapitre II : L'automate programmable S71200 et HMI

informations de l'objet que vous avez sélectionné dans la zone de travail. Lorsque vous sélectionnez différents objets, la fenêtre d'inspection affiche les propriétés que vous pouvez configurer. La fenêtre d'inspection contient des onglets vous permettant de voir les informations de diagnostic et autres messages. [6]

II.16 Configurations matérielles et logicielles requises :

1. Logiciel STEP7 Basic VX.X (Totally Integrated Automation (TIA) Portal VX.X)
2. Connexion Ethernet entre le PC et la CPU 1214C
3. API SIMATIC S7-1200 ; par exemple, la CPU 1214C. Les entrées doivent être mises en



évidence sur un pupitre. [2]

PC STEP7 Basic (TIA Portal

Connexion Ethernet



S7-1200 avec CPU 1214C

II.17 Liaison et variable HMI :

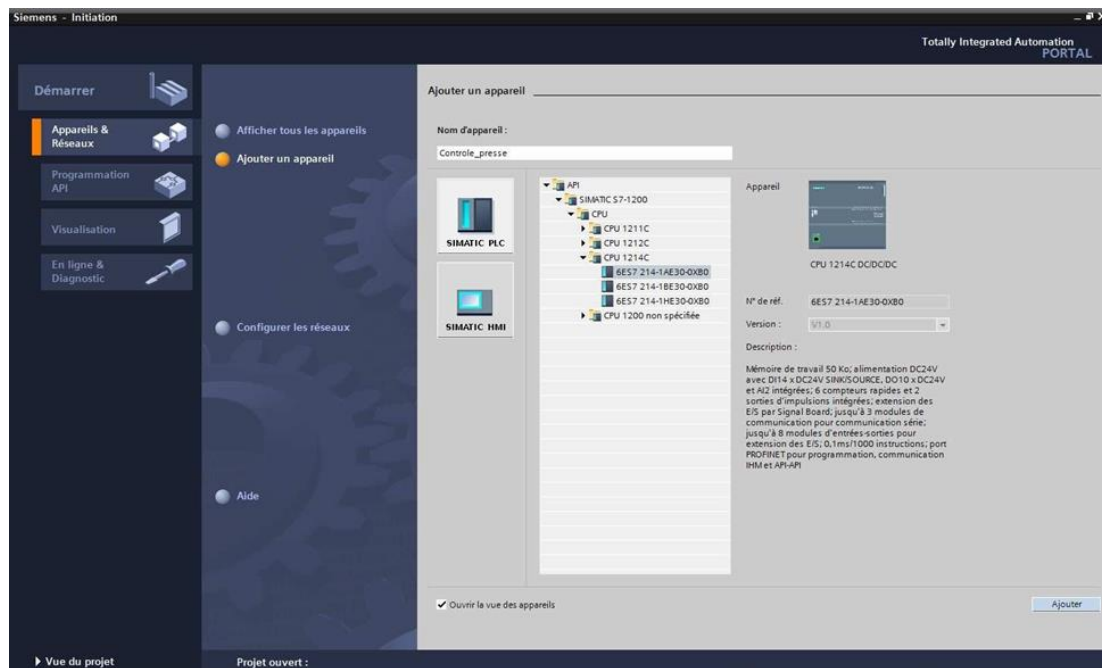


Figure II.11 : vue de projet liaison avec l'automate

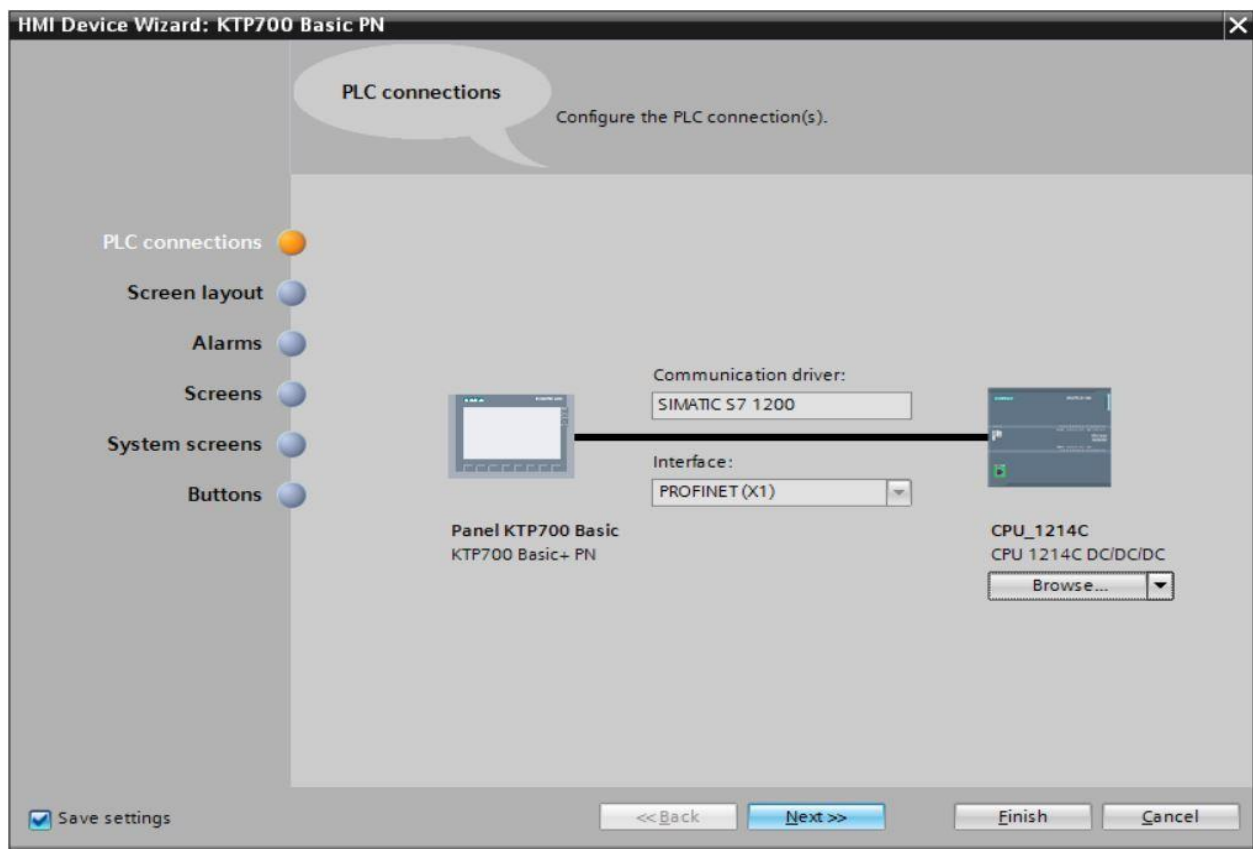


Figure II.12 : Liaison avec HMI

II.18 Conclusion

Nous avons présentés dans ce chapitre, l'étude des différentes composantes de l'automate programmable industriel de la gamme S7-1200, qui nous a permis d'évaluer leurs importances et de constater leur rôle primordial dans la gestion des processus industriels et l'avantage de la supervision HMI.

Bibliographie du chapitre II

- [1]. <http://193.194.80.38:8080/jspui/bitstream/123456789/11153/1/M%C3%A9moire.pdf>.
- [2]. 041-101-wincc-baisc-ktp700-1200-r1709-fr.docx, Utilisation libre pour les instituts publics de formation et de R&D. © Siemens AG 2018. Tous droits réservés.
- [3]. <http://dSPACE.univ-ghardaia.dz:8080/xmlui/bitstream/handle>.
- [4]. https://www.precimacsystems.com/simatic-s7-300-s71200-s7-1500-plc.html?fbclid=IwAR0eNbUcBP193jx8wtnp3wdpyOZv7V3PHshf_ZVguLTKrtkO6Onl_M4HfXk.
- [5]. <https://www.copadata.com/fr/produits/zenon-software-platform/visualisation-contrôle/quest-ce-qu'une-ihm-interface-homme-machine-copa-data/>.
- [6]. s71200_System_Manual_fr-FR_fr-FR.
- [7]. <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/visualization-s7-1200/sce-041-101-wincc-basic-ktp700-s7-1200-r1709-fr.pdf>.

Chapitre III

Chapitre III : Le langage de programmation TIA PORTAL

III.1.Introduction :

Ce chapitre sera consacré sur les outils logiciels de programmation utilisés pour programmer l'automate SIEMENS ainsi que son HMI et en détaillant chaque étape pour mieux comprendre leur fonctionnement.

III.1 Logiciel TIA PORTAL « Totally Integrated Automation Portal »

TIA Portal ou Totally integrated automation est un environnement de développement, tout en un permettant de programmer non seulement des automates mais aussi des afficheurs industriels (HMI).

Le TIA Portal contient le Step7 (permettant la programmation d'automate) et le Wincc (permettant de programmer des afficheurs Siemens). Il intègre aussi la gestion des fonctionnalités motion, comptage etc...

Step7 fait partie de la suite TIA Portal et permet seulement de programmer des automates. C'est comme la suite Office de Microsoft qui est constituée de Word, Excel, Powerpoint etc... Par comparaison on peut dire que TIA Portal est la suite Office et Word est Step7. Le souhait de SIEMENS est d'intégrer toutes leurs gammes de produits dans un seul logiciel. [1]

TIA PORTAL apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes tiers. Avec ses principales caractéristiques et robustesse, Le TIA Portal accompagne l'ensemble du cycle de vie d'une machine ou d'une installation. L'architecture système complète offre des solutions complètes pour chaque segment d'automatisation sur la base d'une gamme de produits complète. [2]

III.2 Description du logiciel TIA Portal :

La plateforme « Totally Intergrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intègre comprenant les logiciels SIMATIC Step7 et SIMATIC Win CC.

III.3 Les avantages du logiciel TIA portal :

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP7 : programmation symbolique uniforme, Calculate Box, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec Télé Service et diagnostic système cohérent.
- Technologie flexible : Fonctionnalité motion control évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal. [2]

III.4 Composition de TIA PORTAL

III.4.1 Vue du portail et vue du projet :

Lorsqu'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose de deux types de vue :

- Vue du portail : elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.

Chapitre III : Le langage de programmation TIA PORTAL

- Vue du projet : elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue. [3]

III.4.1.1 Vue du portail :

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche (action), la fenêtre affiche la liste des actions peuvent être réalisées pour la tâche sélectionnée. La vue de portail TIA PORTAL est représentée par la figure ci-dessous. [3]



Figure III.1 : Vue du portail

III.4.1.2 Vue du projet :

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée. La figure suivante montre la vue de projet TIA PORTAL. [3]

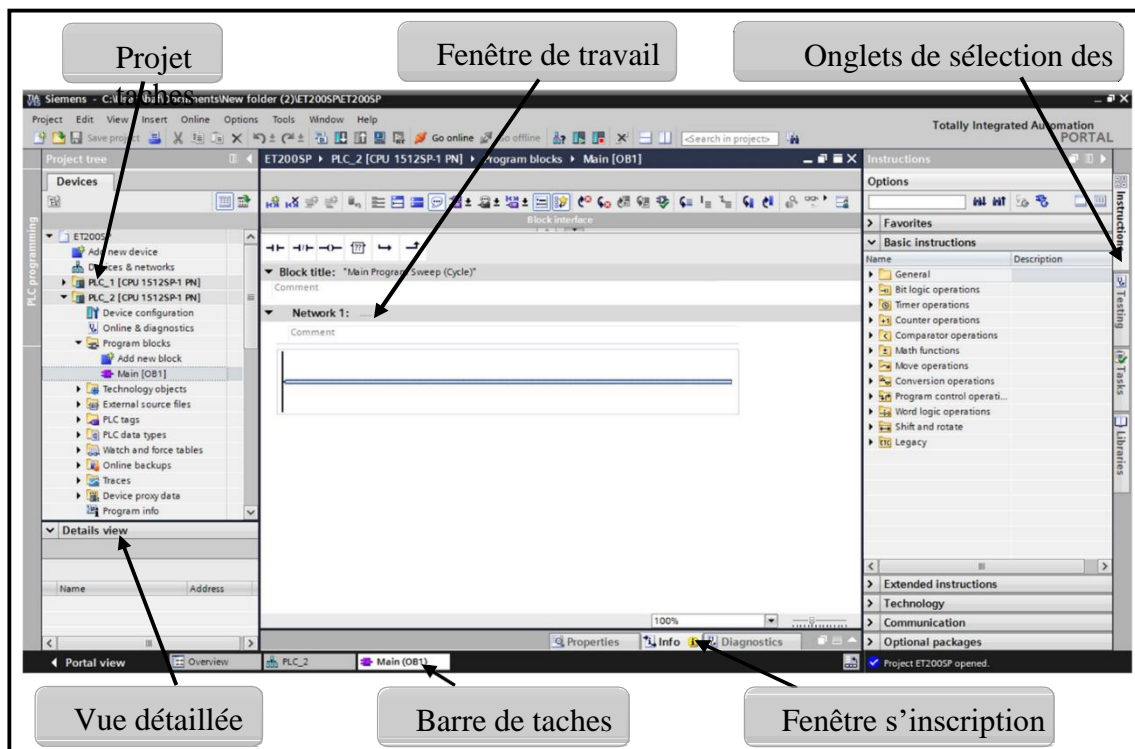


Figure III.2 : Vue du projet

- La fenêtre de travail permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces hommes machines (IHM)
- La fenêtre d'inspection permet de visualiser des informations complémentaires sur objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme, ...).
- Les onglets de sélection de tâches ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation).
- Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas et de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres. [4]

III.5 Les étapes pour programmer l'automate :

III.5.1 Création d'un projet et configuration d'une station de travail :

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « **Créer un projet** ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « **créer** », la figure ci-dessous indiquée comment créer un projet. [4]

La fenêtre suivante s'affiche en cliquant sur la touche crée.

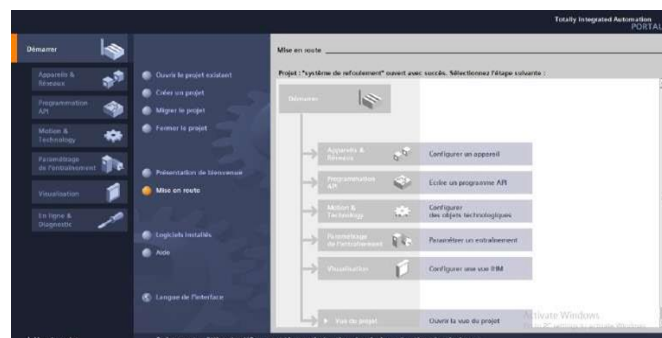


Figure III.3 : Créer un projet.

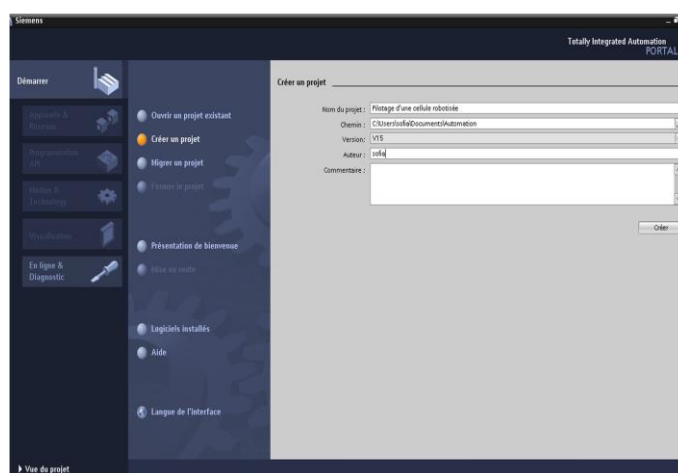


Figure III.4 : Création d'un projet

Chapitre III : Le langage de programmation TIA PORTAL

III.5.2 Configuration matériel (hardware) :

Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Les paramètres ou les adresses pré-réglés d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.
- Une fois un projet est créé, on peut configurer la station de travail. La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la « vue du projet » et cliquer sur « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.
- La liste des éléments qu'on peut les ajouter apparaît (API, IHM, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication, etc.). La première méthode de la configuration et paramétrage du matériel est représenté par la figure suivante. [4]

III.5.3 Ajout de l'API

On commence par choisir un API dans la liste proposée.

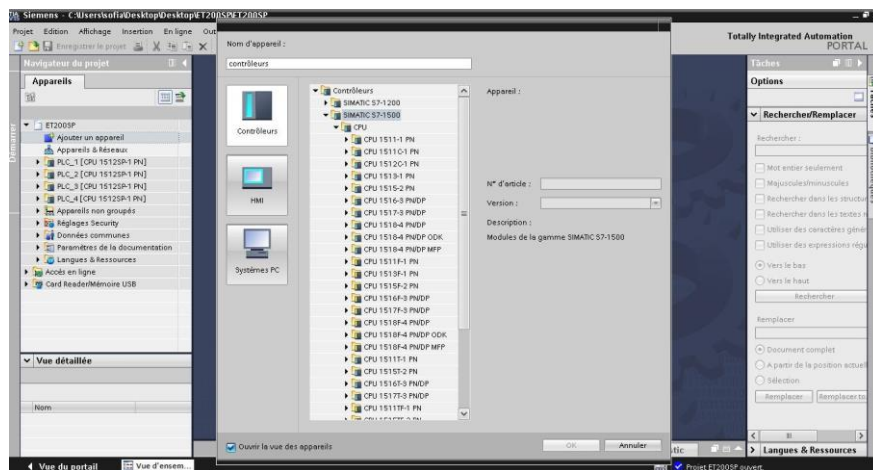


Figure III.5 : Première méthode de configuration et paramétrage du matériel

La fenêtre suivante illustre l'appareil choisi avec trois modules extension E/S.

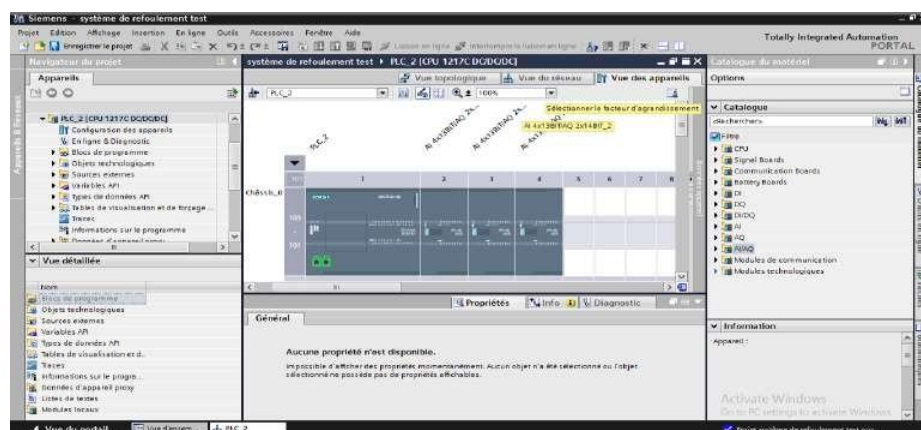


Figure III.6 : Vue des appareils choisis

Chapitre III : Le langage de programmation TIA PORTAL

III.6 Les étapes pour crée interface HMI :

III.6.1 Ajout de l'IHM

Après l'ajout API nous allons ajouter un appareil d'interface Homme/Machine, le logiciel nous affiche plusieurs types des IHM, puis nous choisissons l'HMI de type WinCC RT Advanced [3]

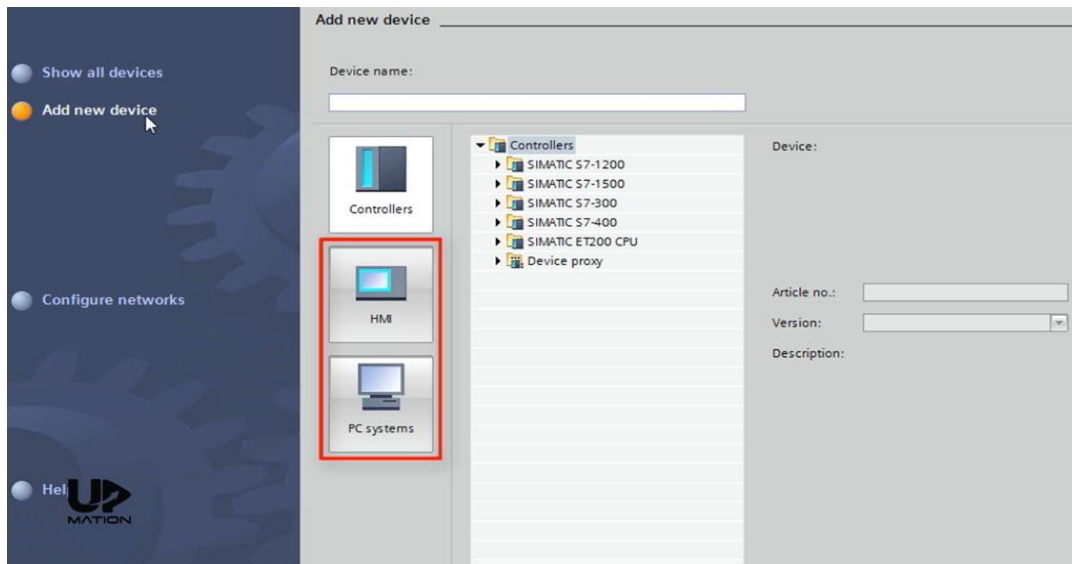


Figure III.7 : Ajout d'IHM.

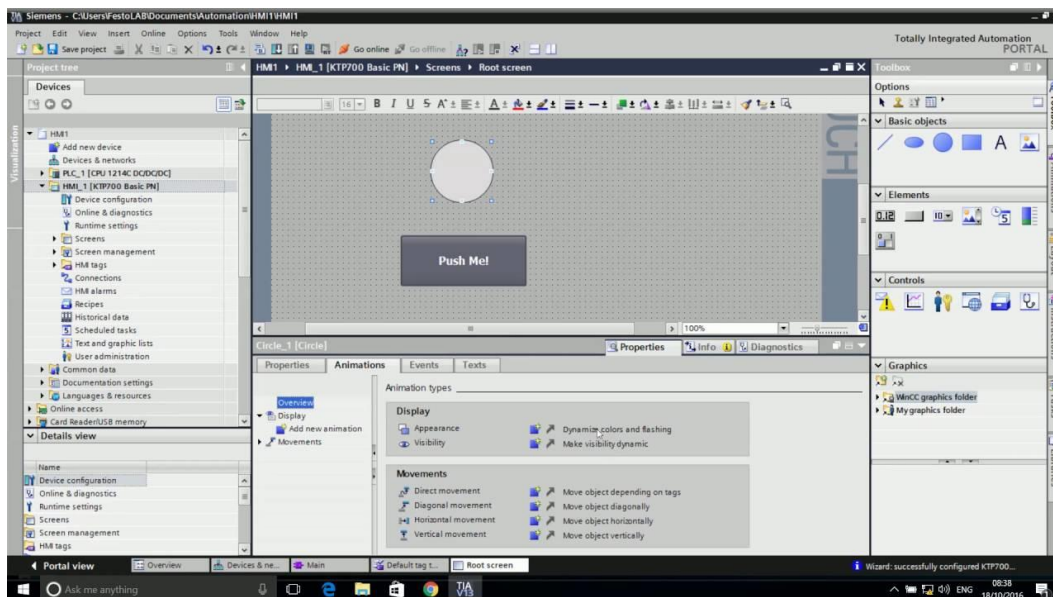


Figure III.8 : HMI

III.7 Exemple de crée et programmer l'automate et l'interface HMI :

- On commence par choisir un API dans la liste proposée. [5]

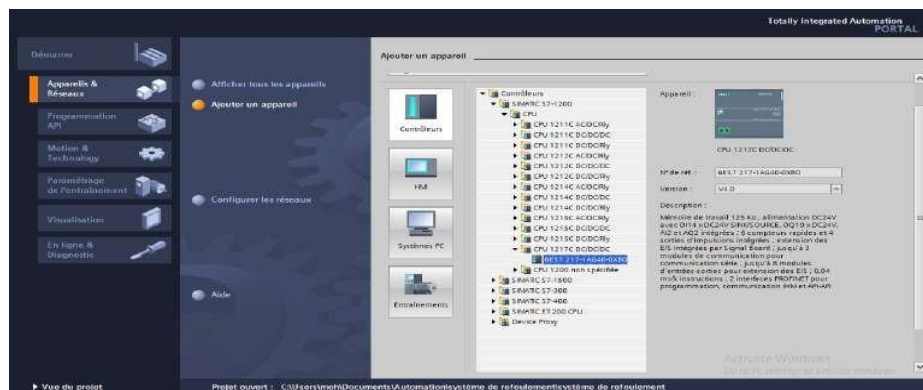


Figure III.9 : Ajout d'API.

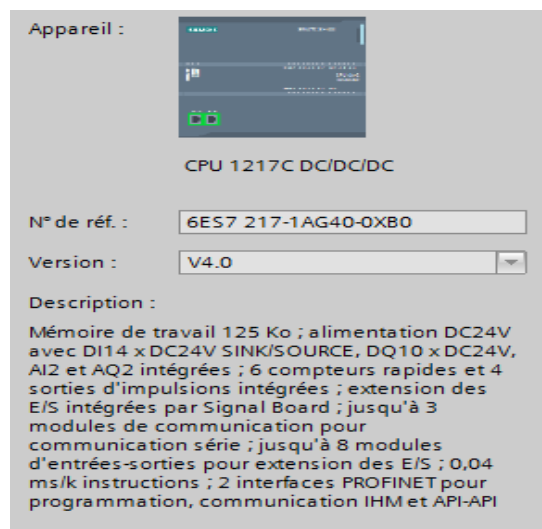


Figure III.10 : Description de l'appareil ajouté.

- Nous avons choisis SIMATIC S7-1200 CPU 1217C DC/DC/DC version 4.0. Après cela, nous avons choisi aussi les trois extensions SM 1234 AI/AQ2 entrées/sorties analogique pour compléter le manque des entrées analogique. Comme ci-dessous : [5]

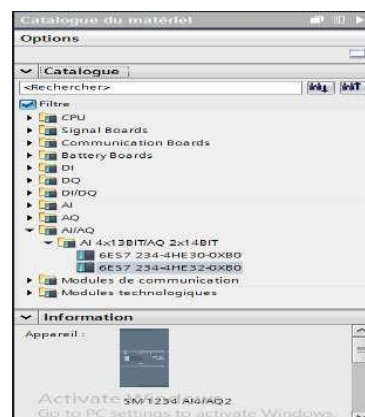


Figure III.11 : Ajout d'extensions entrées/sorties analogique

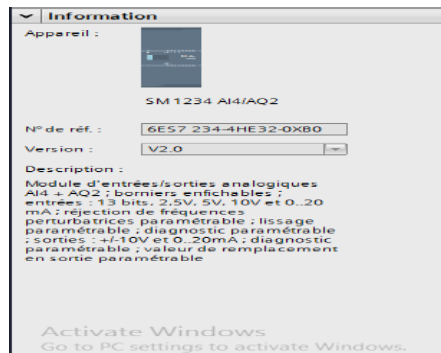


Figure III.12 : informations sur l'extension SM 1234 AI/AQ2

- La fenêtre suivante illustre l'appareil choisi avec trois modules extension E/S.

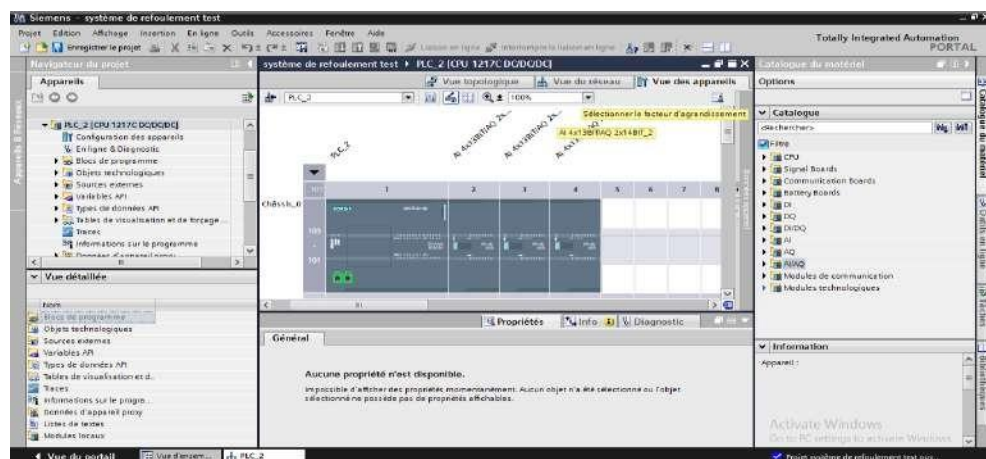


Figure III.13 : Vue des appareils choisis

- Après l'ajout API nous allons ajouter un appareil d'interface Homme/Machine, le logiciel nous affiche plusieurs types des IHM, puis nous choisissons l'HMI de type WinCC RT Advanced de référence 6AV2 104-0xxxx-xxxx, version 13.0.0.0. [5]

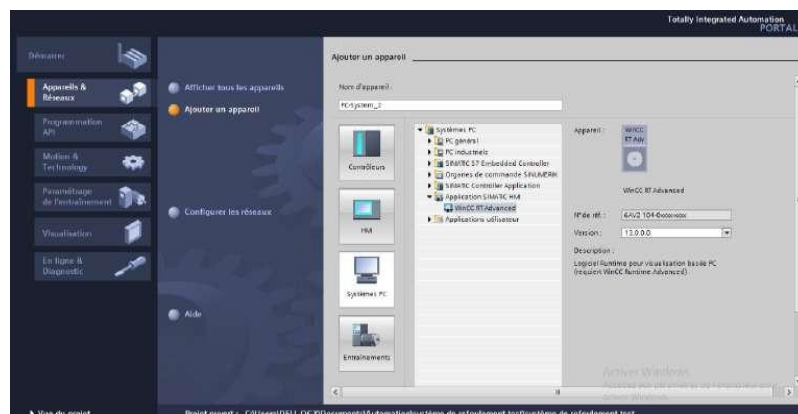


Figure III.14 : Ajout d'IHM.

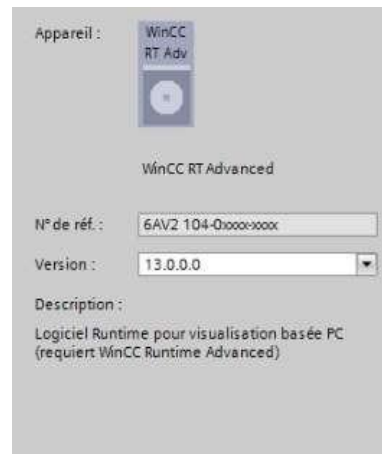


Figure III.15 : Description d'IHM ajouté.

- Avant de commencer la programmation on déclare d'abord toutes les variables avec

Lesquelles on va contrôler le système.

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les Constantes utilisées dans le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL, IN.
- L'adresse absolue : par exemple Q 1.5.

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. [5]

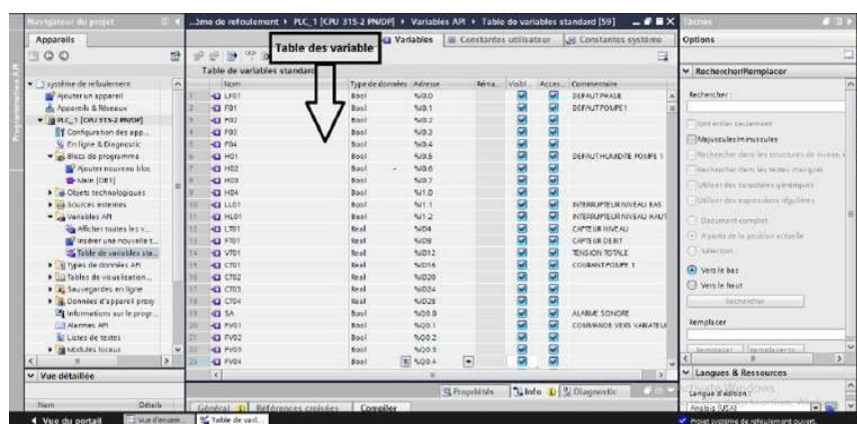


Figure III.16 : partie de la table de variables

- Ajout des blocs de programmation :

Chapitre III : Le langage de programmation TIA PORTAL

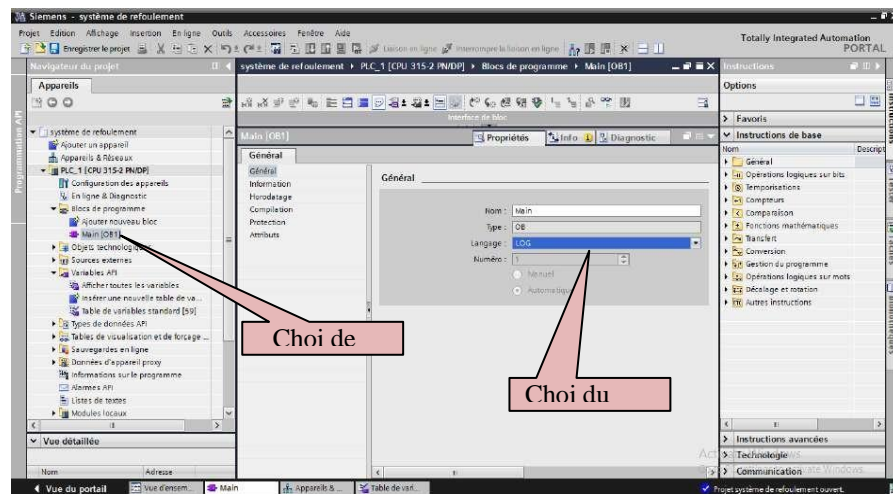


Figure III.17 : blocs de programmation

- Programme principale main [OB1] :

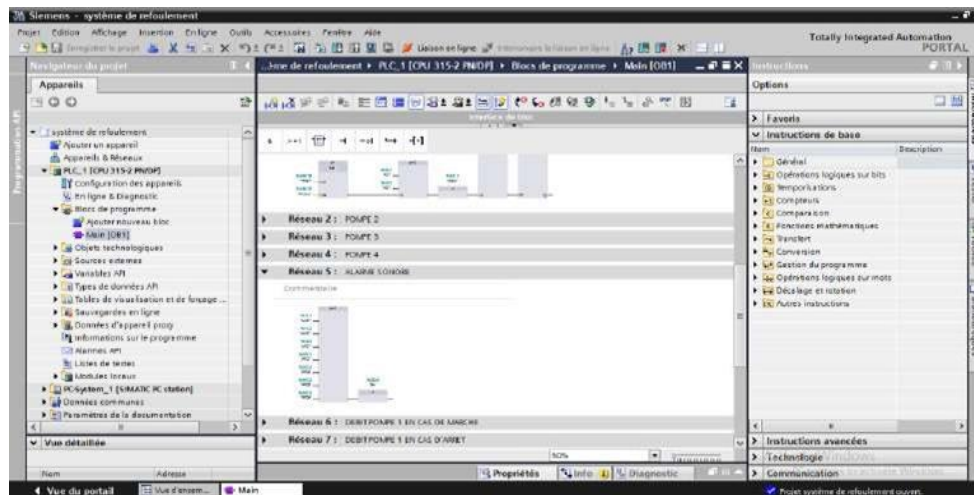


Figure III.18 : programme principale de système

- Configuration IHM :

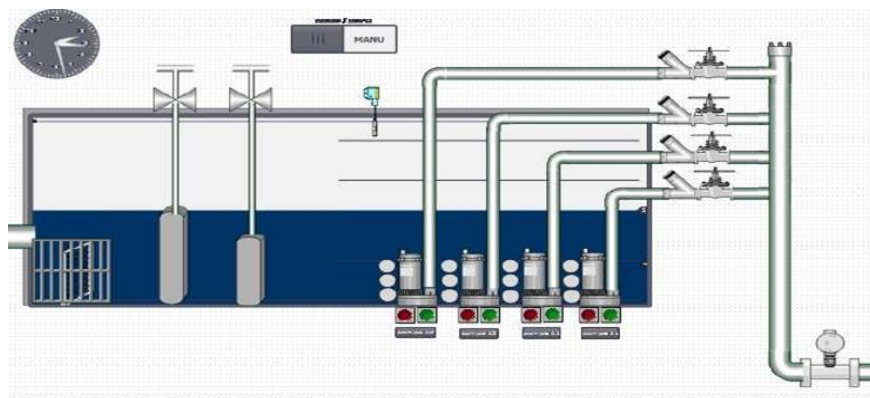


Figure III.19 : Vue initial

- Configuration des éléments des vues :



Figure III.20 : Configuration des éléments des vues

- Configuration des boutons :

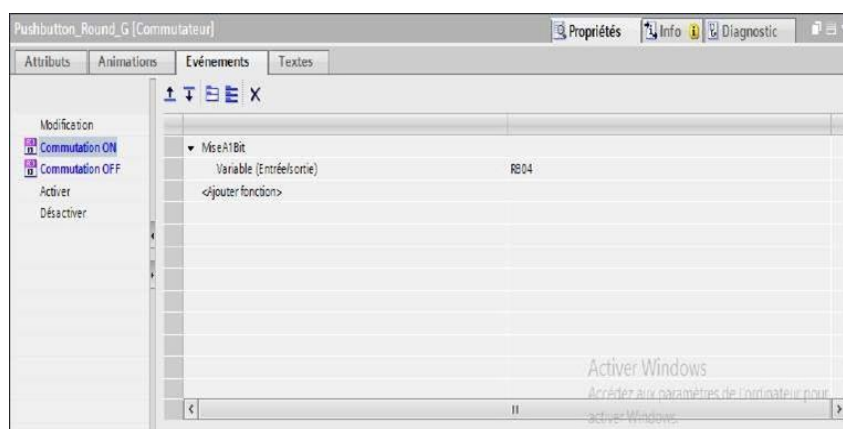


Figure III.21 : Configuration des boutons

- Et finalement on charge le programme.

III.8 Conclusion :

Ce chapitre décrit une description du TIA PORTAL V15. Ainsi que Les différentes étapes pour crée un programme sur l'automate S71200, et une interface HMI.

Bibliographie du chapitre III

- [1]. Logiciel TIA PORTAL, Logiciel système pour SIMATIC S7-300/400 - Fonctions standard et fonctions système Volume 1/2 Manuel de référence.
- [2]. S. Mellali, L. Yousfi, Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres Niagara à CEVITAL, mémoire de Master, université Abderrahmane Mira, Bejaia, 2017.
- [3]. K. Benamsili, K. Ghanem, Automatisation et supervision via TIA PORTAL V13 d'une centrale de production d'air comprimé pour le process de CEVITAL, mémoire de Master, université de Abderrahmane Mira, Bejaia, 2015.
- [4]. H. Ourad, N. Smahi, Pilotage d'une Plateforme d'Assemblage Robotisée Apport des techniques Hardware-in-The-Loop, Mémoire de master, université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 2018.
- [5]. Bekkari.Barka, Mémoire de.

Chapitre VI

IV .1.Introduction :

Dans ce chapitre nous présenterons la conception du parking intelligent à fin de guider automatiquement les voitures à leur positions à l'intérieur du parking contrôlé par un automate programmable s7 1200 et un écran de supervision. Le contrôle et la gestion du parc est entièrement autonome et automatique. La conception du parking intelligent sera divisée en deux parties essentielles :

- **Partie HARDWARE** : matériels utilisés dans la simulation
- **Partie SOFTWARE** : le programme du Tia Portal V15 et HMI

IV .2.Cahier de charge :

Notre cahier de charge a pour objectif de concevoir un système pour contrôler l'accès et le stationnement des véhicules dans un Park. Chaque position est indiquée par une led, l'état du Park est indiqué par 3 leds et l'accès au Park est contrôlé par une barrière.

Les étapes de la gestion du parking sont :

1. Lorsque la voiture est devant l'entrée du parking il y a 3 leds qui indiquent l'état du parc comme suit :
 - a) (parking plein)
 - b) parking plein sauf réservé
 - c) parking vide
2. L'automate détecte la voiture et si le parc est vide (led verte on) il donne l'accès au parc à la première position vide(POS1) en allumant la led1 des postions et l'ouverture de la barrière. Si la position 1 est occupée il donne l'accès à la position 2(POS2) et si les deux postions sont occupées il donne l'accès à la position 3(POS3) allume la deuxième led de l'état du parc (parking plein sauf réservé).
3. Si les trois postions sont occupées l'automate donne l'accès à la position réservé (payant) par l'intermédiaire d'une carte magnétique et allume la première led de l'état du parc (parking plein).

IV .3.Description du système :

Le parking intelligent se compose des éléments suivant :

- a) La maquette réalisé qui se compose de :
 - 3 leds pour indiquer l'état du parc (vide plein)
 - 4 leds pour indiquer les positions occupées
 - Une barrière contrôlée par un servo moteur
 - Un capteur LDR et un émetteur LASER pour contrôler l'accès au parc
 - un capteur magnétique pour simuler l'accès au parc une carte.

La figure IV.1 montre une photo du prototype du parking réalisé.

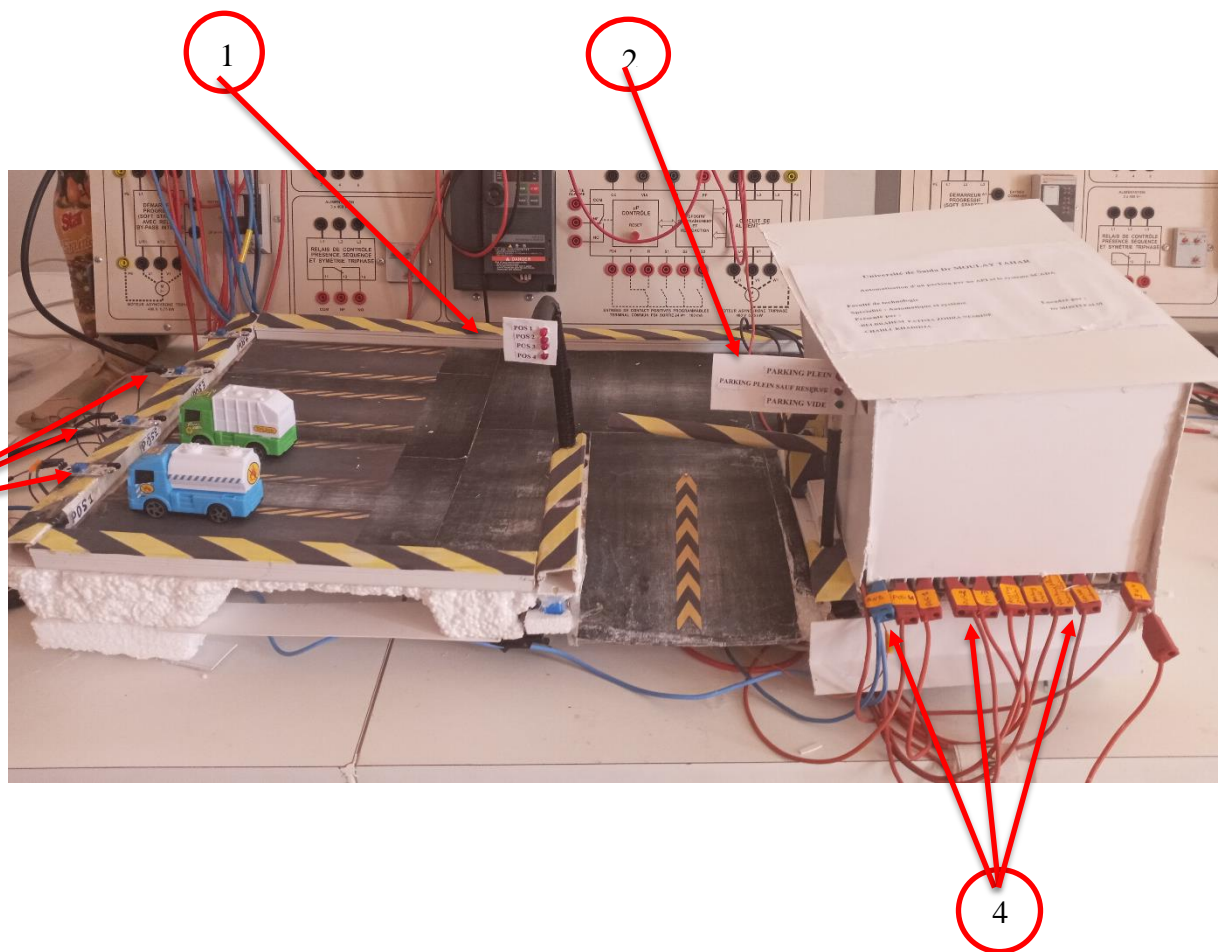


Figure IV.1 : Description de la maquette

1 : 4 leds pour les positions occupées

2 : 3 leds pour l'état du parc

3 : Les capteurs des positions

4 : Les sorties

L'automate programmable S71200 et l'écran HMI pour la supervision. La figure IV.2 montre une photo de l'automate utilisé

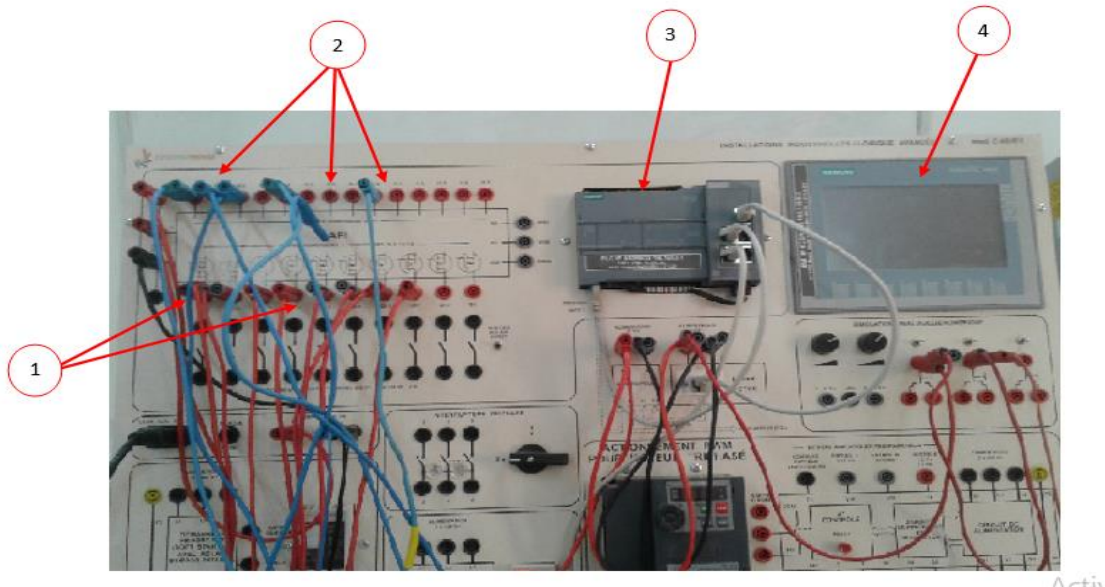


Figure IV.2 : Description du système.

1 : Les sorties de l'automate (Q0.0 à Q0.7)

2 : Les entrées de l'automate (I0.0 à I0.7)

3 : API S7 1200

4 : Interface HMI

IV .4.Le schéma bloc :

Le schéma bloc de la Figure IV.3 résume le principe de fonctionnement du système

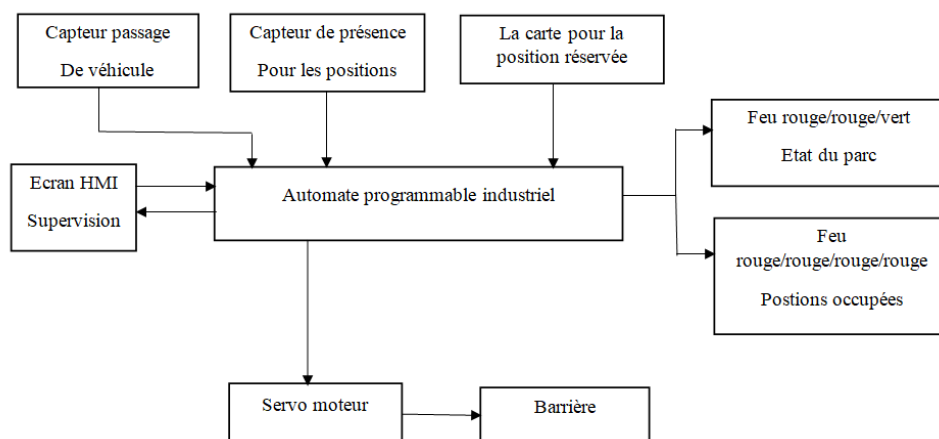


Figure IV.3 : Schéma bloc du système.

IV .5.Grafcet du parc

La figure IV.4 montre le grafcet du programme. Après le cycle le départ l'automate test le capteur de présence de voiture à l'entrée du parc.

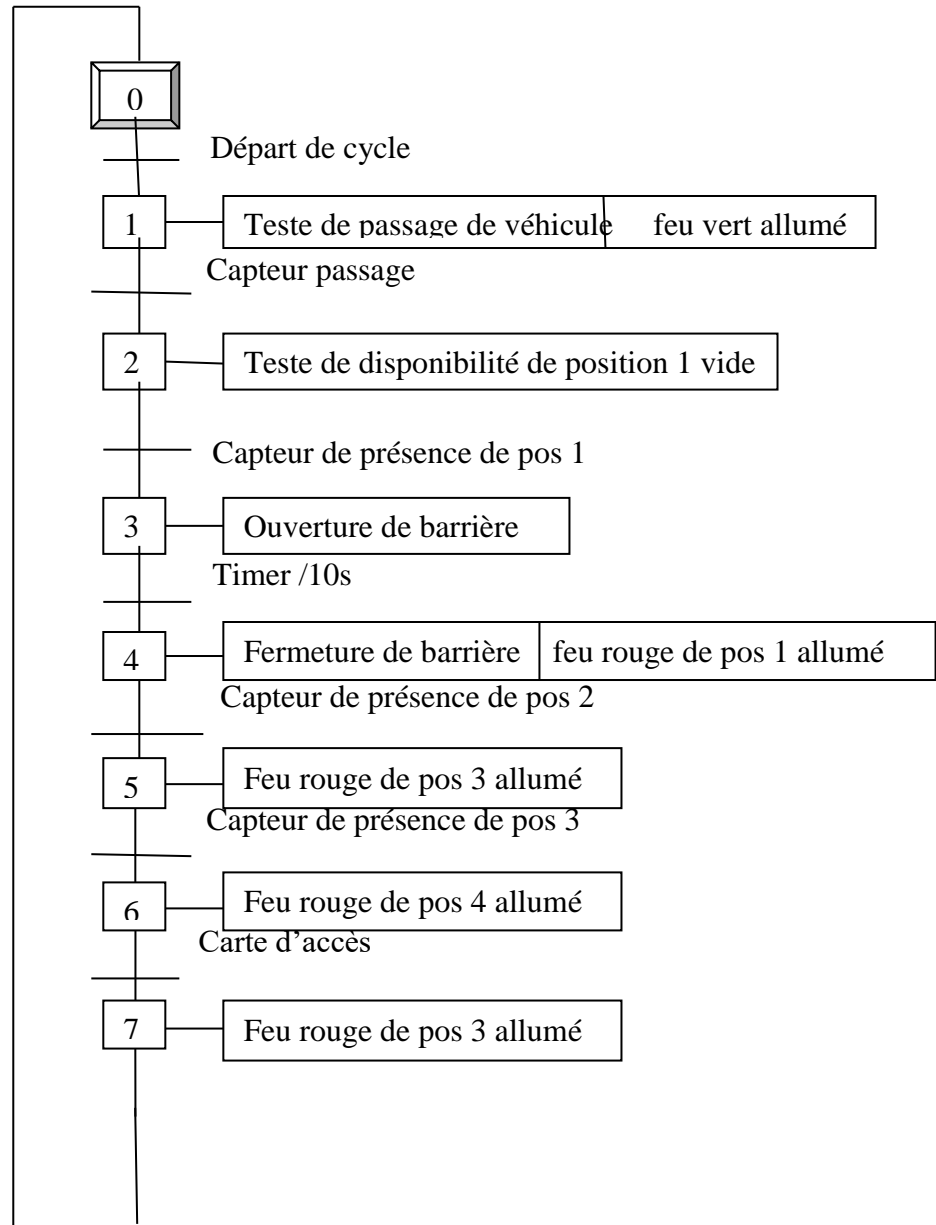


Figure IV.4 : Grafcet du programme principal

Si il y a une voiture et le parc est vide, il ouvre la barrière par l'intermédiaire du servo moteur et allume la position 1 (POS1) pour diriger la voiture vers la position 1. Si la position 1 est occupée il dirige la deuxième voiture vers la position 2 (POS2) et si la position 2 est occupée il dirige la troisième voiture vers la position 3 (POS3). . Si les trois positions sont occupées l'automate donne l'accès à la position réservée (payant) par l'intermédiaire d'une carte magnétique et allume la première led de l'état du parc (parking plein)

IV .6.Partie HARDWARE :

Cette partie décrit le matériel utilisé dans maquette réalisée.

a) Le capteur :

On a choisi un capteur LDR et un émetteur Laser pour détecter le véhicule.

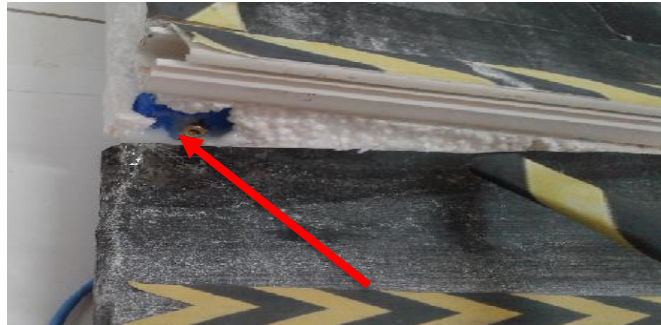


Figure IV.5 : émetteur Laser

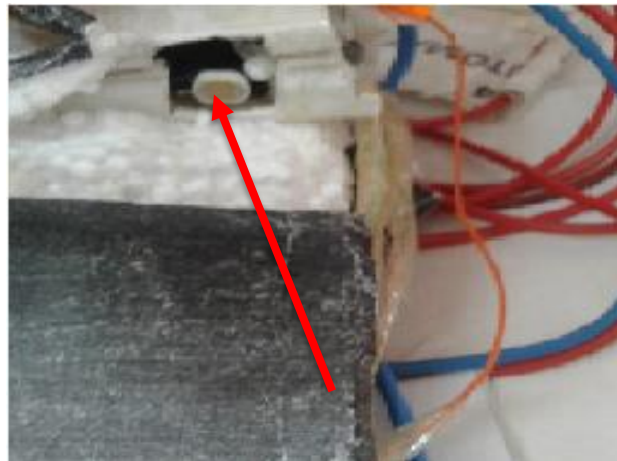


Figure IV.6 : capteur LDR

LDR (photorésistance) est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente. On peut également la nommer résistance photo-dépendante (light-dépendent resistor (LDR)) ou cellule photoconductrice [1].

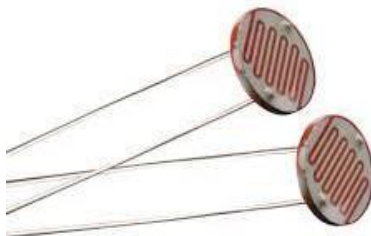


Figure IV.7 : photo LDR

La figure IV.7 montre le principe du capteur LDR

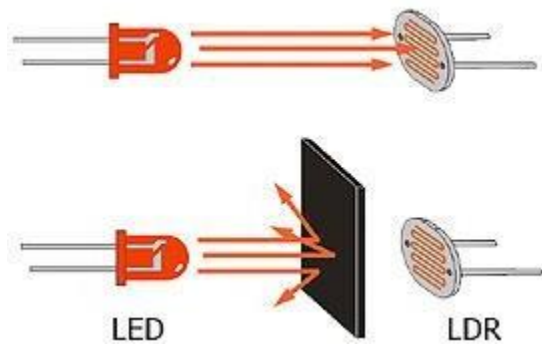


Figure IV.8 : Principe du capteur LDR

b) Servo Moteur :



Figure IV.9 : Servo moteur avec barrière

La figure IV.10 montre la photo du servo utilisé.



Figure IV.10 : Servo moteur SG90

Caractéristiques du SG90 :

Chapitre IV : Partie pratique

- Alimentation : 4,8 à 6 Vcc
- Course : $2 \times 60^\circ$
- Couple : $1,6 \text{ kg.cm}$ à 4, 8 Vcc
- Vitesse : $0,12 \text{ s}/60^\circ$
- Longueur du cordon : 240 mm
- Dimensions : 24 x 13 x 29 mm

c) Barrière :

Cette barrière est commandée par le servo moteur, elle est utilisée pour l'ouverture et la fermeture.



Figure IV.11 : Barrière

d) Feux d'état du parc (Feu rouge/rouge/vert):

Il se compose de trois led, la première led allume en rouge quand le parking est plein et la deuxième en rouge quand le parking est plein sauf réservé et la troisième led en vert le parc est vide.



Figure IV.12 : Feux d'état du parc

e) Feux des états des positions occupées (Feu rouge/rouge/rouge/rouge)

Il se compose de quatre LED, la première LED allume quand la première position est vide (disponible) , la deuxième LED allume quand la deuxième position est vide ,la troisième LED allume quand la troisième position qui est la position réservé est vide et la quatrième LED allume quand la quatrième position est vide.



Figure IV.13 : Feux des états des positions occupées

f) Les capteurs de positions :

Pour capter la position des voitures on utilise un capteur infrarouge utilisé pour la détection d'obstacle

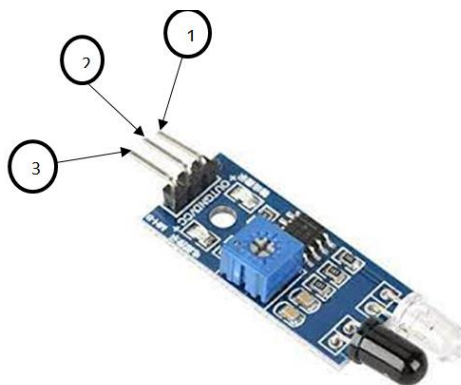


Figure IV.14 : capteur de position (capteur infrarouge)

Chapitre IV : Partie pratique

La figure IV.14 résume les fonctions du capteur utilisé.

1 : GND

2 : 5 V

3 : sortie digitale (1 présence d'obstacle ; 0 rien)

La lumière infrarouge émise par la diode émettrice est renvoyée ou non par un obstacle, la diode réceptrice reçoit ou non cette lumière. La distance de détection de ce module est de 2 à 30 cm (ou plus selon les modèles), l'angle de détection est de 35°. Cette distance de détection peut être contrôlée par le potentiomètre. La Figure IV.15 montre les capteurs placés sur la maquette.

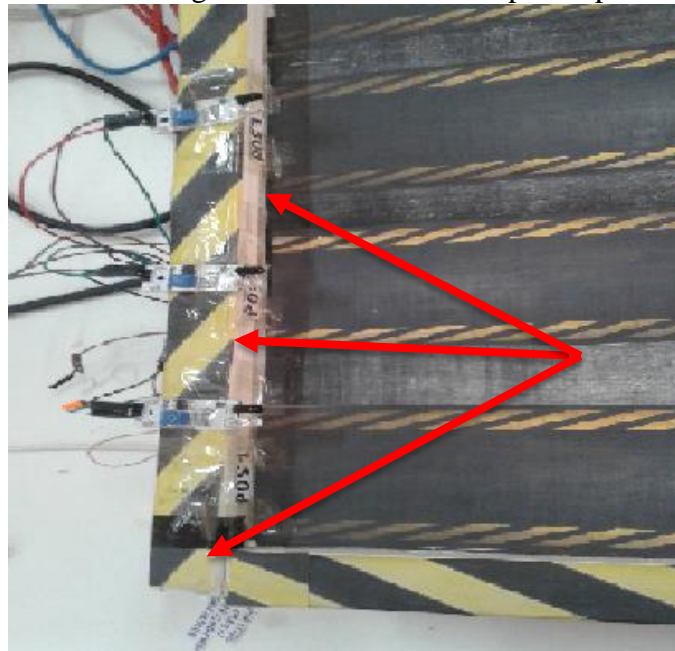


Figure IV.15 : Les capteurs de positions

g) La carte d'accès :

Pour simuler un lecteur de carte on a utilisé un capteur magnétique TOR qui détecte la présence de champ magnétique. Il est composé de deux lames métalliques souples et sensibles au champ magnétique. Lorsqu'un champ magnétique est proche du capteur, les deux lames se mettent en contact et laissent alors passer le courant électrique. C'est relativement semblable à un interrupteur mais qui est actionné par un champ magnétique [3]. La Figure IV.16 montre le branchement du capteur avec l'automate.

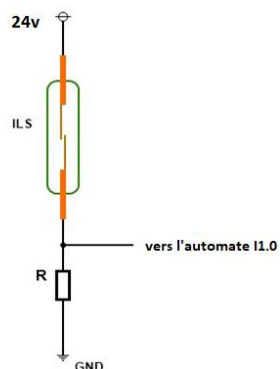


Figure IV.16 : Schéma du capteur magnétique avec l'automate

h) interface entre capteur et automate

Le capteur de position délivre une tension de 5 V qui ne peut pas activer l'entrée de l'automate (24 v), c'est pour cela on a utilisé un amplificateur de tension de 5 v vers 24V. La Figure IV.17 montre le principe de fonctionnement de l'amplificateur de tension. Le principe est simple un transistor en collecteur commun est utilisé pour ne pas inversé l'état logique de sortie est utilisé comme interface d'entrée entre l'automate et le capteur de position.

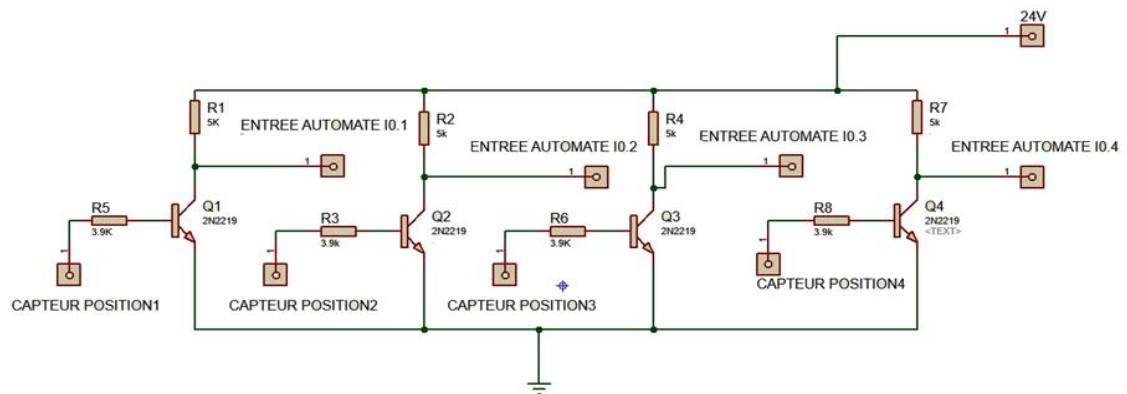


Figure IV.17 : Schéma du circuit pour amplifier la tension

La Figure IV.18 montre la photo de la carte d'interface.

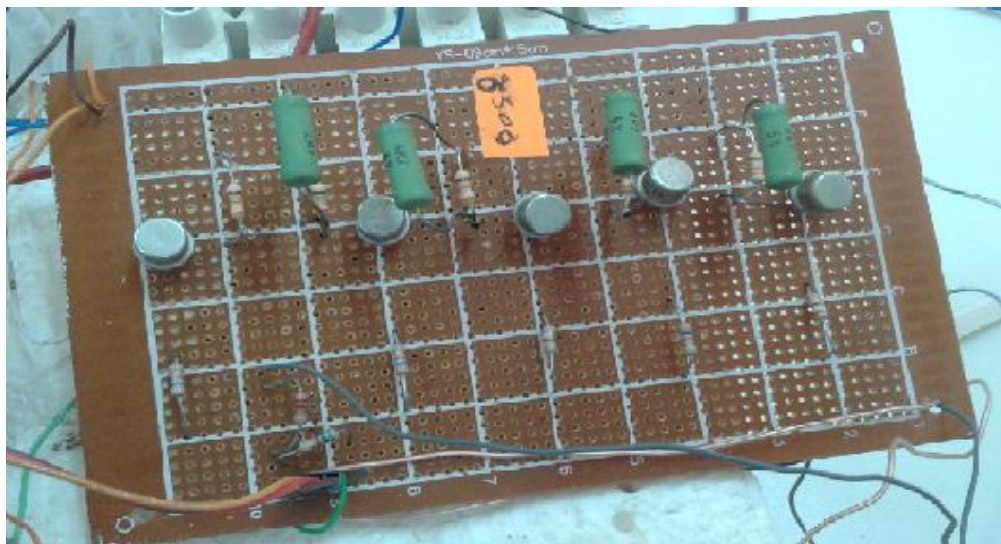


Figure IV.18 : Photo de la carte d'interface

IV .7.Partie programmation

a) Le programme de l'automate :

Le programme de l'automate est écrit sous TIA portal V15 de Siemens en langage ladder (contact).Le programme se compose de 18 réseaux .on commence par le premier réseau

Réseau 1 :

Allume la LED verte du parking quand la position 1 est vide

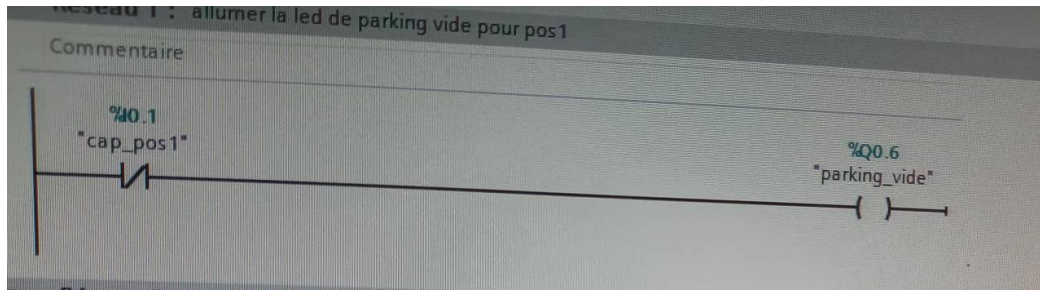


Figure IV.19 : Réseau 1

Réseau 2 :

Allume la LED verte du parking quand la position 2 est vide

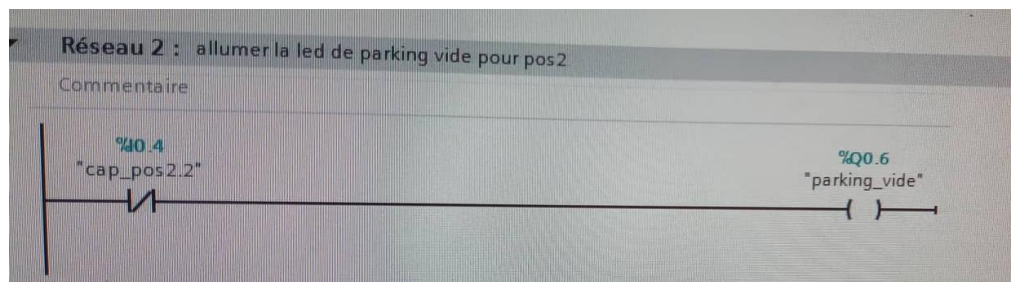


Figure IV.20 : Réseau 2

Réseau 3 :

C'est l'instruction MOVE permet de placer la valeur 1000 dans QW1000 qui permet d'ouvrir ou la fermeture de la barrière (la valeur 500 ouvre et 1000 ferme la barrière).

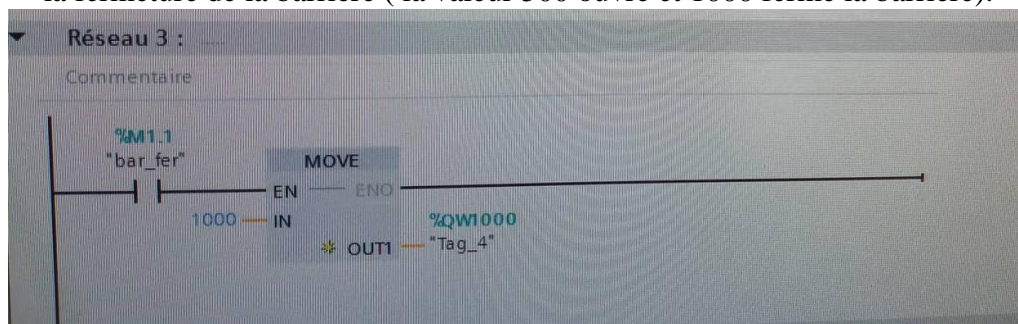


Figure IV.21 : Réseau 3

Réseau 4 :

La largeur d'impulsion du S71200 peut être exprimée sous forme de centièmes de la période (0 à 100), de millièmes (0 à 1000), de dix millièmes (0 à 10000). La largeur d'impulsion peut varier de 0 (pas d'impulsion, toujours désactivée) à la pleine échelle. Dans notre programme nous avons choisis un pas de 0 à 10000.

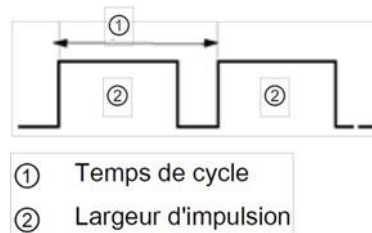


Figure IV.22 : Configuration de la durée d'impulsion du bloc PWM

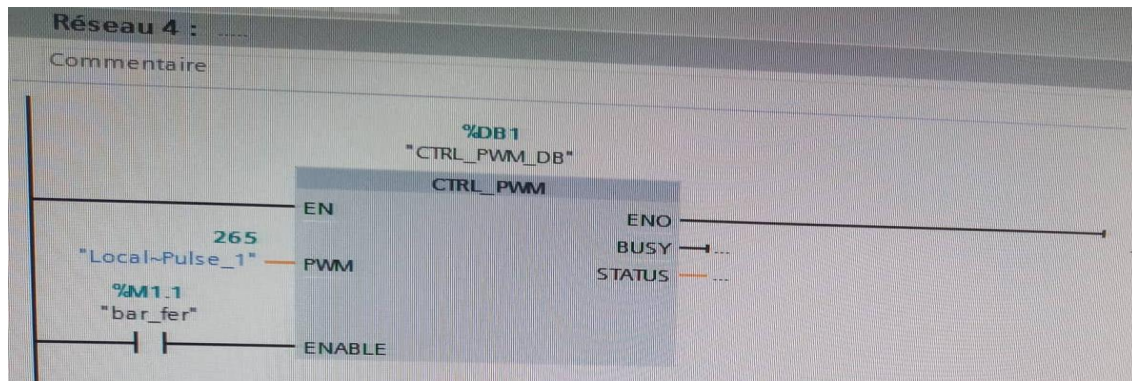


Figure IV.23 : Réseau 4

Réseau 5 :

Nous avons fait un timer d'une seconde (1S) c'est le temps pour l'ouverture de la barrière après la détection de la voiture et l'instruction MOVE place la valeur 500 dans QW1000 qui permet l'ouverture de la barrière c'est à dire la rotation du cerveau moteur.

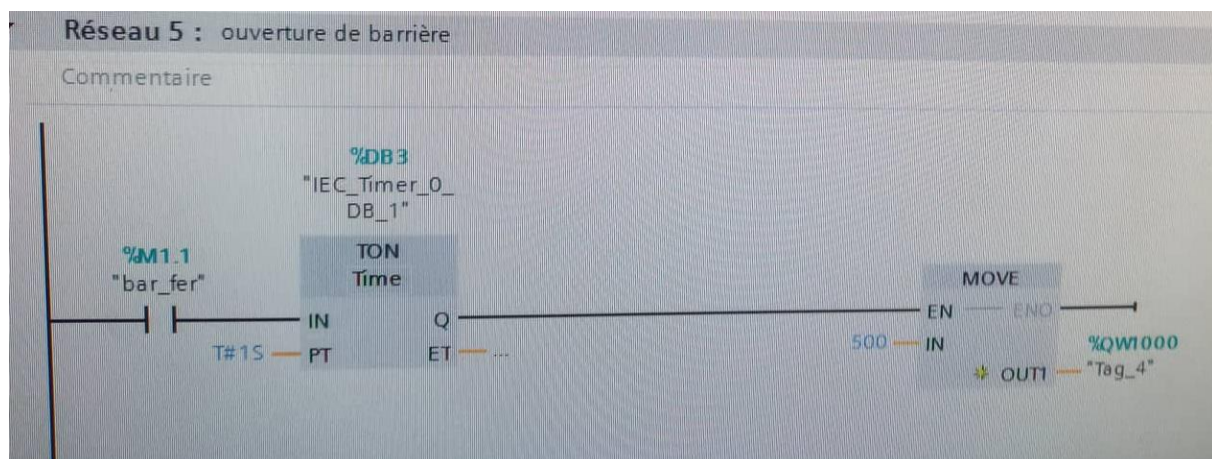


Figure IV.24 : Réseau 5

Réseau 6 :

Nous avons fait timer de 10 secondes c'est la durée pour la barrière reste ouvert et l'instruction MOVE la valeur mille pour la fermeture de la barrière après 10s (la rotation du servo à son état initial).

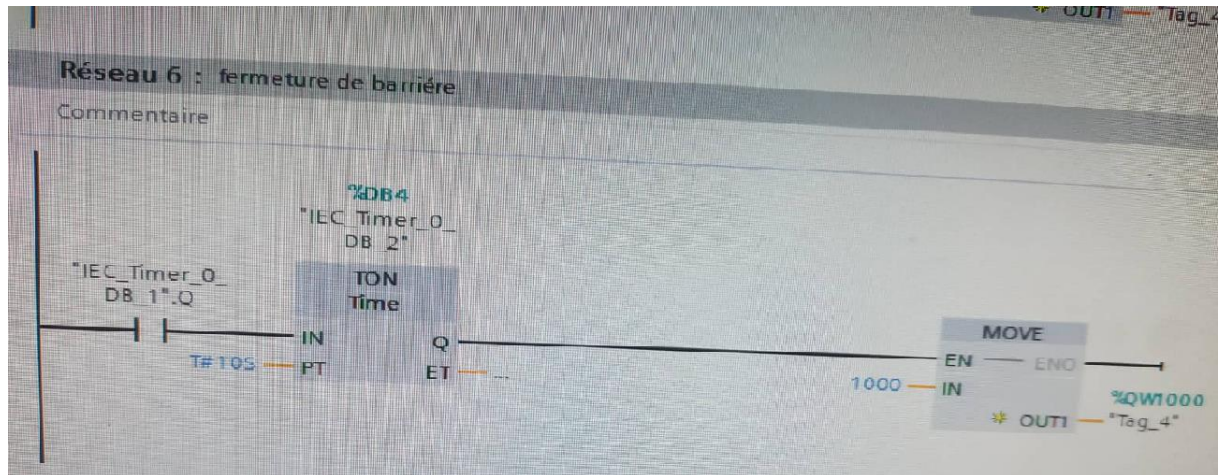


Figure IV.25 : Réseau 6

Réseau 7 :

Ce réseau permet d'actionner la barrière ouvrent si les positions sont pleines avec la carte de magnétique.

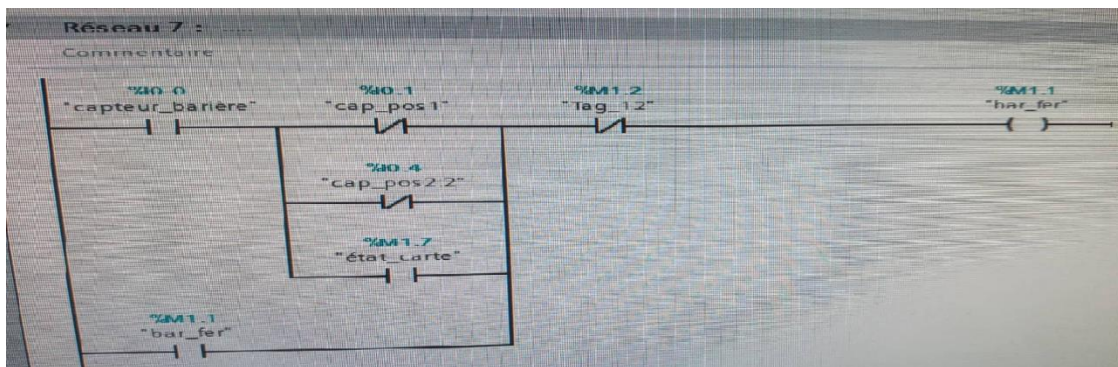


Figure IV.26 : Réseau 7

Réseau 9 :

Ce réseau permet d'allumer la LED de position 1 quand la position 1 est vide et la barrière est fermée.

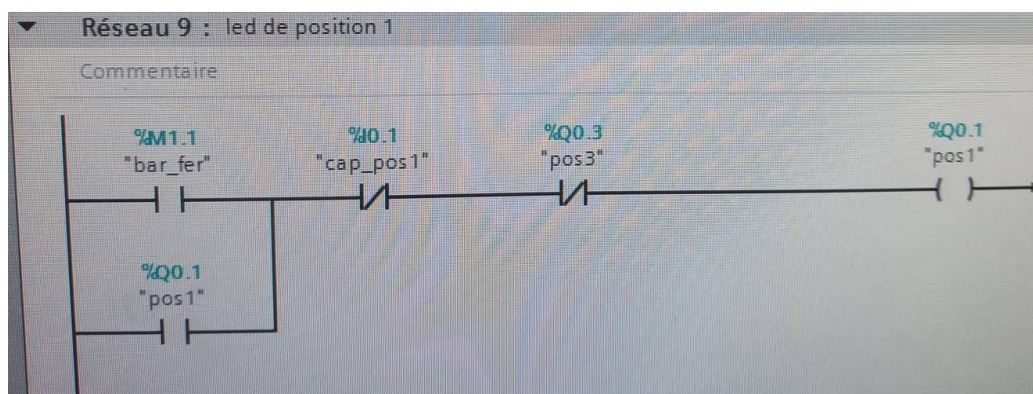


Figure IV.27 : Réseau 9

Réseau 10 :

Ce réseau permet d'allumer la led verte (parking vide) quand la position 1 ou la position 2 sont vides.

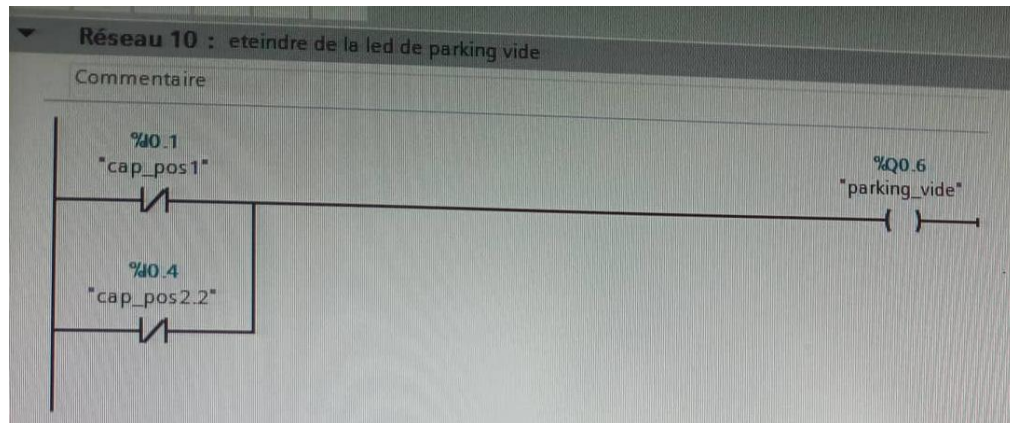


Figure IV.28 : Réseau 10

Réseau 11 :

Ce réseau permet d'allumer la LED de la position 2 Quand la position 1 est pleine et la position 2 est vide.

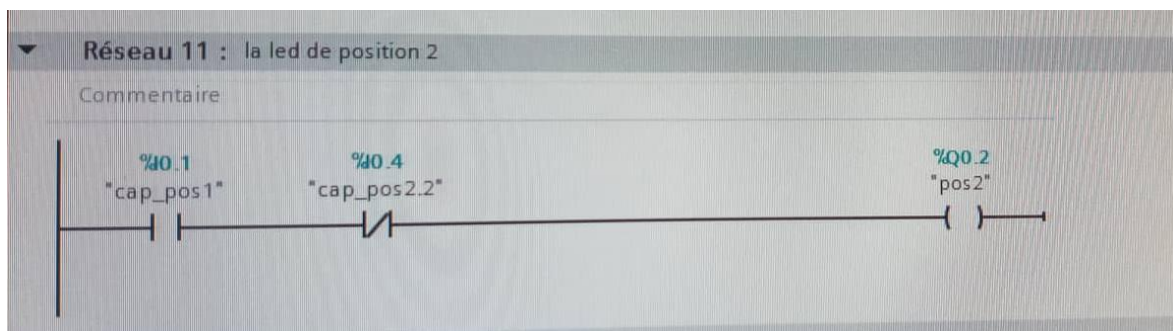


Figure IV.29 : Réseau 11

Réseau 12 :

Quand la position 1 et la position 2 sont pleines la LED du parking plein sauf réservé s'allume.

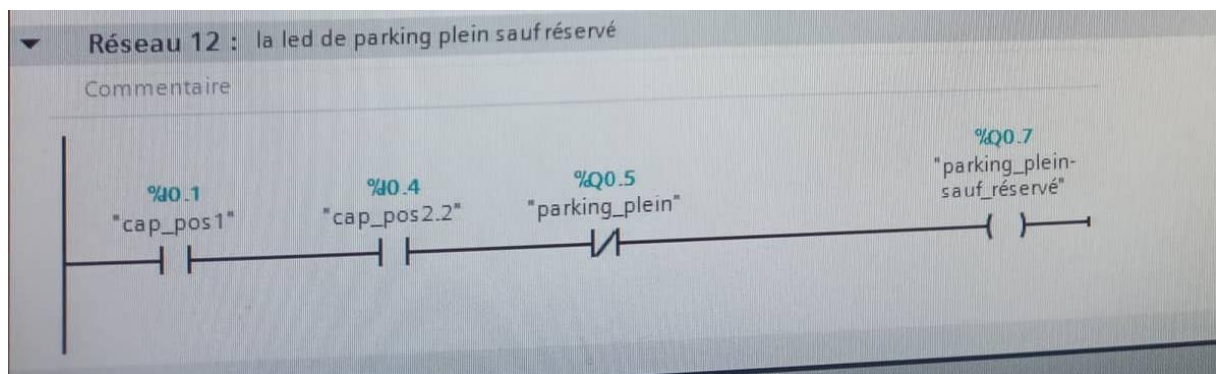


Figure IV.30 : Réseau 12

Réseau 13 :

Quand les trois positions sont pleines la LED du parking plein s'allume.

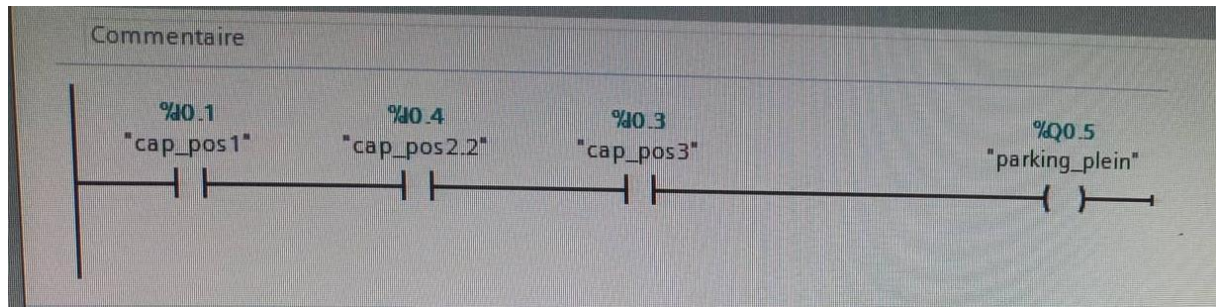


Figure IV.31 : Réseau 13

Réseau 14 :

Ce réseau est pour la carte d'accès (la carte pour la position réservé) quand l'automate la détecte la barrière s'ouvre.

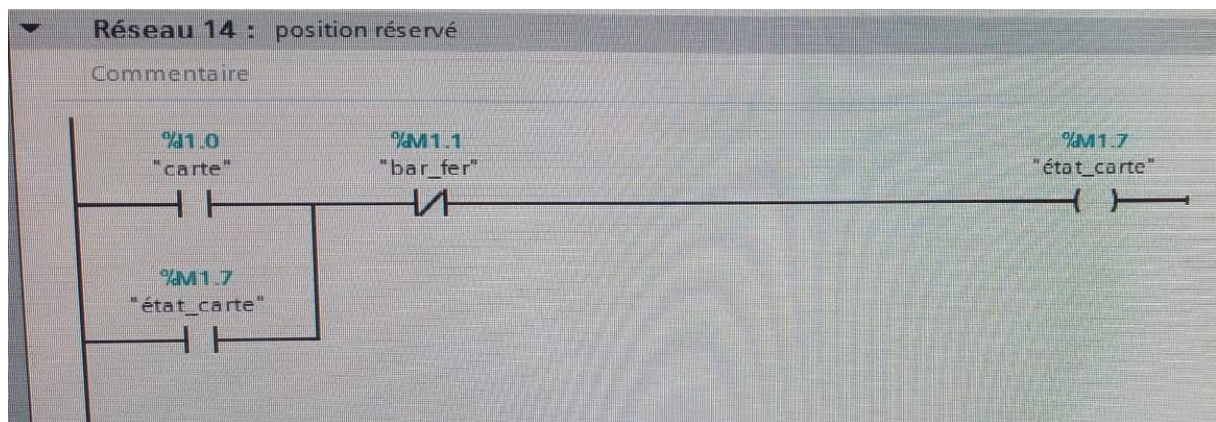


Figure IV.32 : Réseau 14

Réseau 15 :

Quand la position 3 est vide la LED de la position 3 est allumée, cette action est détecté par le capteur infrarouge de la position 3.

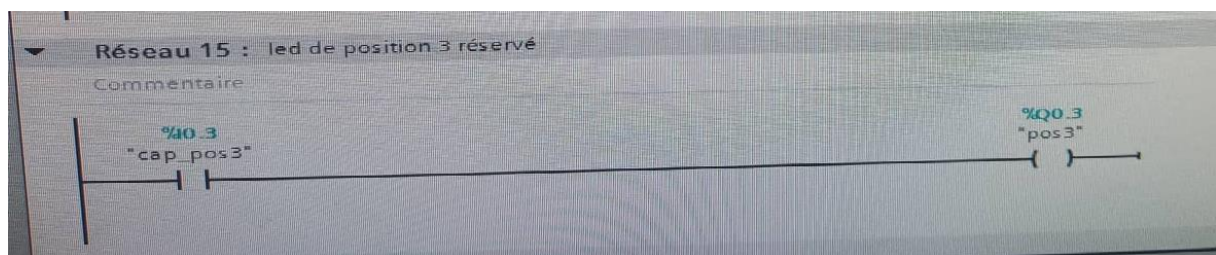


Figure IV.33 : Réseau 15

Réseau 16 :

Ce réseau est pour l'ouverture de la barrière manuellement et l'instruction MOVE la valeur 500 est pour l'ouverture de la barrière (la rotation du moteur).

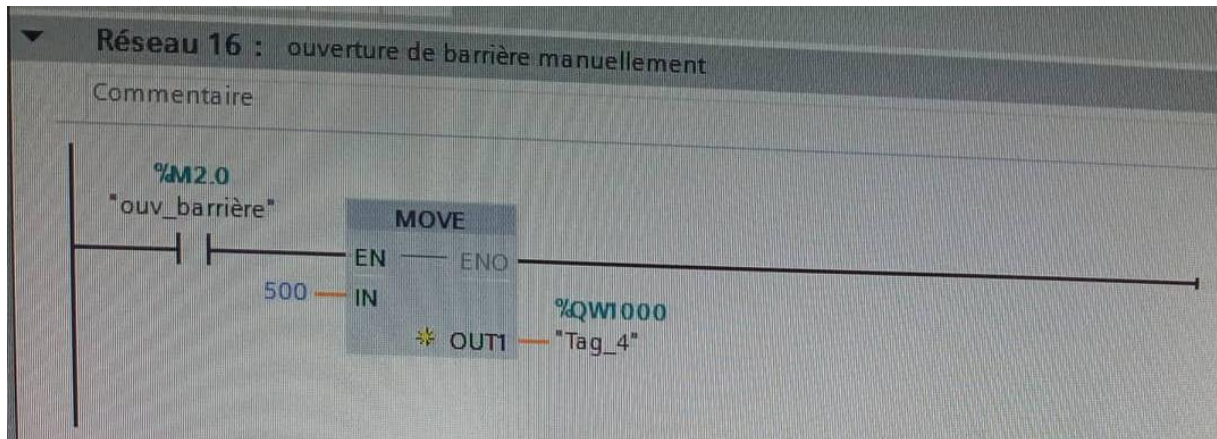


Figure IV.34 : Réseau 16

Réseau 17 :

Ce réseau est pour la fermeture de la barrière manuellement par un bouton et l'instruction MOVE place la valeur 1000 dans QW1000 qui ferme la barrière .

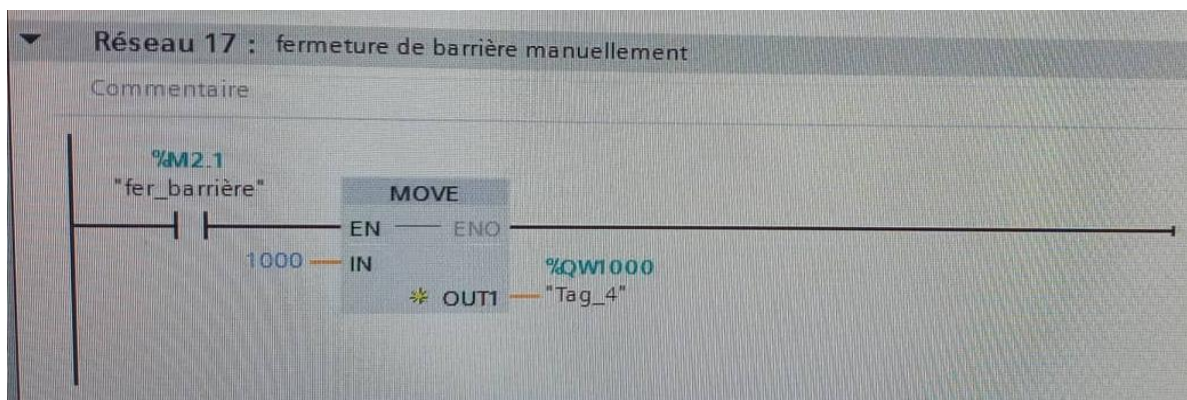


Figure IV.35 : Réseau 17

Réseau 18 :

Quand la carte est détectée la LED de la position 3 s'allume.

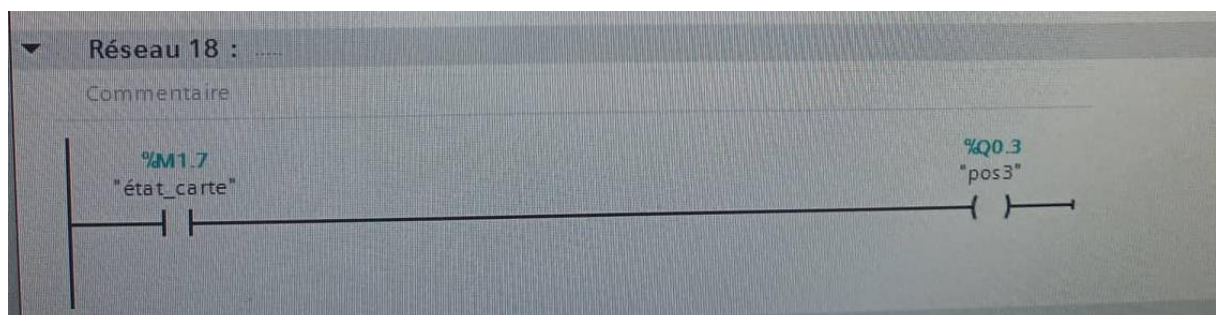


Figure IV.36 : Réseau 18

b) Supervision HMI :

Interface HMI pour tester le prototype.

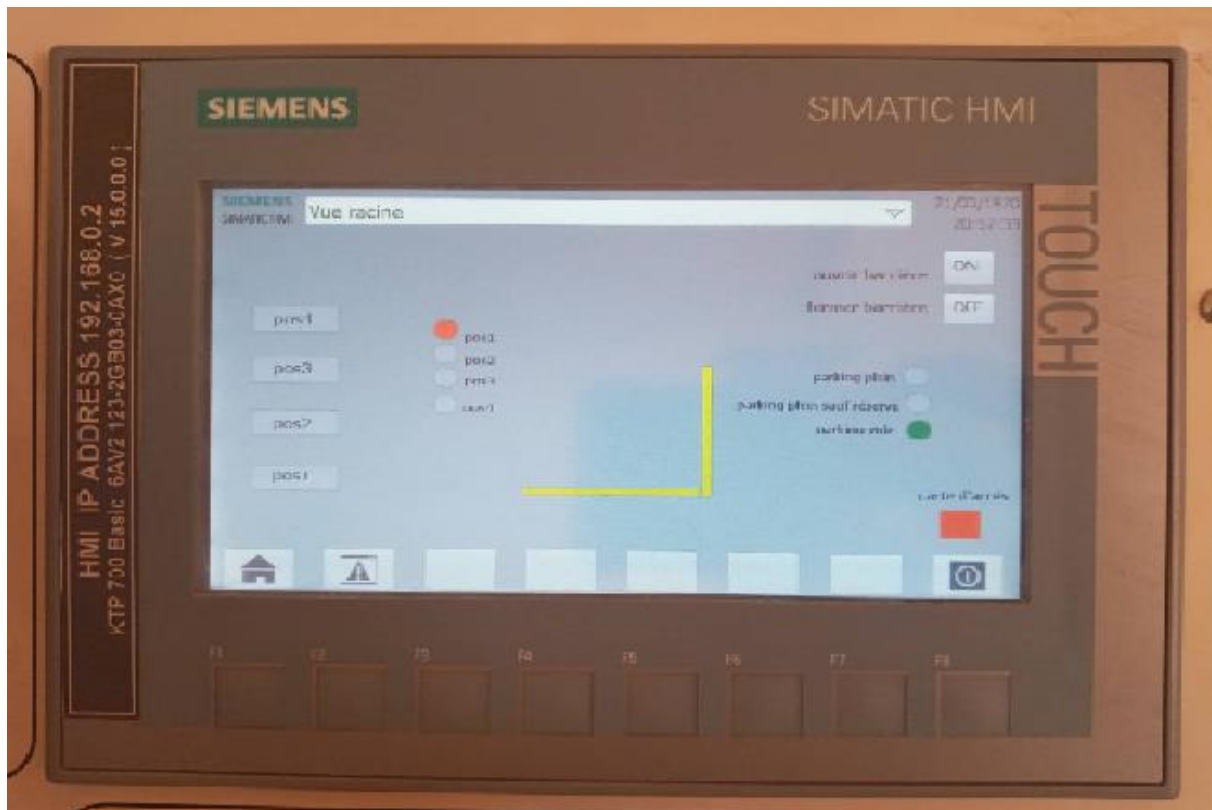


Figure IV.37 : Interface HMI pour superviser et contrôler le parc

Cette interface se compose d'une seule vue qui contient:

- Quatre capteurs de position qui s'allument quand les positions sont pleines.
- Quatre LED qui guident la voiture à sa position.
- Une barrière.
- Deux boutons ON et OFF qui commande l'ouverture et la fermeture de la barrière manuellement.
- Trois LED, la première LED s'allume quand le parking est plein, la deuxième s'allume quand le parking est plein sauf réserve et la troisième LED allume quand le parking est vide
- La carte d'accès (carte pour la position réservé).

IV .8.Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présentées les différentes étapes de la construction du prototype et la programmation et la supervision HMI de l'automate s7 1200.Nous a testé avec succès le programme de la gestion du parc. Les différents tests ont confirmé le bon travail du prototype et la tâche demandée par le cahier de charge.

Bibliographie du chapitre IV

[1]. G. Ruscassié - Ac. Toulouse – Juillet 2016, Utilisation de Ardublock - Programmation Arduino.

[2]. https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/746_les-capteurs-et-lenvironnement-autour-darduino/3435_differeents-types-de-mesures/.

[3]. <https://maker.pro/arduino/tutorial/how-to-use-an-ldr-sensor-with-arduino>.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce manuscrit porte la conception et la réalisation d'un parking intelligent à base d'un automate programmable industriel S71200 et un écran de supervision.

Grace à ce projet nous avons eu l'opportunité d'employer et d'exploité nos connaissances que nous avons acquises pendant cette formation afin d'améliorer et développer notre travail qui s'intéresse sur l'automatisation d'un parking grâce à l'utilisation d'un Automate Programmable Industriel (API) pour la commande. Qui nécessite de mettre en œuvre des outils comme le TIA portal v15, grafcet, et l'instrumentation.

Après, d'avoir atteint l'objectif final demandé, ce projet nous a été très bénéfique car il nous a permis de maîtriser plusieurs techniques et de manipuler des outils très complexes. Et n'oublions pas que c'est une étude et conception initiale, et peut être développée au futur avec plus de travail et recherche afin de l'améliorée.

Enfin, Nous souhaitons dans le futur réaliser notre système et le rendre facile à utiliser dans nos parkings en commençant par notre université. Ce projet a été très bénéfique pour nous de point de vue d'utilisation de nos connaissances pour arriver à faire l'étude et la conception spécifique pour notre système avec une maquette qui représente notre travail.