

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERY DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes De MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Informatique
Industrielle

Présenté par

Maissa ZALOUK

Ouiza ZAMOUM

Thème

Automatisation de la machine à injection de plastique (TOSHIBA IS 25 EP) avec le S7-1200 sous TIA Portal

Mémoire soutenu publiquement le 01/10/ 2024 devant le jury composé de :

Mme Fatima OUENDI

MCB, UMMTO, Président

Mme Ouardia CHILALI

MCB, UMMTO, Encadrant

M. Yacine FERROUK

Chef de service, Entreprise ENIEM, Co-Encadrant

Mme Karima HOUACINE

MCB, UMMTO, Examineur

Promotion 2023/2024

Entreprise Nationale des Industries de l'ElectroMénagers (ENIEM)



Remerciements

Avant tout propos, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la patience et la volonté d'entamer et de terminer ce projet de fin d'études.

Tout d'abord, ce travail n'aurait pas été aussi riche sans l'aide et l'encadrement de Mme CHILALI Ouardia. Nous la remercions pour la qualité exceptionnelle de son encadrement, sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce travail de fin d'études.

Nous tenons, également, à remercier M. CHARIF Moussa et M. MAIDI Ahmed pour leur aide et le temps qu'ils nous ont accordé.

Nos vifs remerciements vont, pareillement, à l'équipe de l'ENIEM, en particulier M. FERROUK Yacine, pour leur accueil chaleureux, leur orientation, leur aide et soutien tout au long de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter d'évaluer et de juger notre travail.

Nos remerciements s'adressent, autant, au chef de département, M. TOUAT Mohan Achour, ainsi qu'à tous nos professeurs pour leur générosité et leur précieuse contribution à notre réussite tout au long de nos études.

Nos remerciements les plus chaleureux vont à nos familles, et surtout à nos parents, qui sont la source de notre réussite et qui nous ont soutenus et encouragés tout au long de ce travail.

Enfin, nous remercions nos ami(e)s et tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir et beaucoup d'émotion que je dédie ce modeste travail à :

MA TRÈS CHÈRE MÈRE

Autant de phrases, aussi expressives soient-elles, ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé de tendresse et d'affection tout au long de mon parcours. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçois ce travail en signe de ma vive reconnaissance et de ma profonde estime. Que Dieu Tout-Puissant te donne santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

MON TRÈS CHER PÈRE

Aucune expression, aussi éloquente soit-elle, ne saurait exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu m'as inculqué le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain. Je ferai toujours de mon mieux pour être ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu Tout-Puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A mes grands-parents que Dieu me les garde.

A mes frères, Ahmed et Gaya, mes sœurs, Kenza et Dassine et ma très chère famille.

A ma binôme Ouiza et sa famille.

MAISSA

Dédicaces

C'est avec un grand plaisir et beaucoup d'émotion que je dédie ce modeste travail à :

MA TRÈS CHÈRE MÈRE

Autant de phrases, aussi expressives soient-elles, ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé de tendresse et d'affection tout au long de mon parcours. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçois ce travail en signe de ma vive reconnaissance et de ma profonde estime. Que Dieu Tout-Puissant te donne santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

MON TRÈS CHER PÈRE

Aucune expression, aussi éloquente soit-elle, ne saurait exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu m'as inculqué le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je te dois ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain. Je ferai toujours de mon mieux pour être ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu Tout-Puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

A mes grands-parents que Dieu me les garde.

A mes frères, Marzouk, Remdane et Hocine, mes sœurs, Zohra, Yamina, Farida et Dihia, et ma très chère famille.

A ma binôme MAISSA et sa famille.

OUIZA



Table des matières

Table des matières

Listes des figures et des tableaux

Liste des abréviations

Présentation de l'entreprise ENIEM

Introduction générale..... 1

CHAPITRE I : Etude technique et fonctionnelle de la machine à injection de plastique

I.1. Introduction..... 3

I.2. Procédée d'injection de plastique..... 3

 I.2.2. Le déroulement du cycle d'injection de plastique..... 3

I.3. Présentation de la machine à injection de plastique..... 4

I.4. La description de la machine à injection de plastique..... 4

 I.4.1. Unité d'injection (Groupe de plastification ou bien ponton) 7

 I.4.2. Unité de fermeture (Le dispositif de mouvement du moule) 10

I.5. Instrumentation générale..... 12

I.6. La problématique et solution..... 17

I.7. Conclusion 18

CHAPITRE II : Modélisation par l'outil GRAFCET

II.1. Introduction..... 19

II.2. Présentation de l'outil de GRAFCET 19

II.3. Description des nouveaux composants de la machine..... 22

 II.3.1. Nouveaux composants dans la partie opérative 22

 II.3.1.1. Potentiomètre linéaire 22

 II.3.1.2. Capteur de position 24

 II.3.2. Nouveaux composants dans la partie commande 24

II.4. Nouveau cahier de charges 24

II.5. Modélisation du fonctionnement de la machine d'injection..... 28

II.6. Conclusion..... 30

CHAPITRE III : Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

III.1. Introduction 31

III.2. Généralités sur l'API 31


III.3. Présentation de l'automate programmable S7-1200.....	33
III.4. Programmation sous TIA Portal.....	35
III.4.1. Présentation de la plateforme TIA Portal	35
III.4.2. Création du projet sous TIA Portal.....	37
III.4.2.1. Configuration matérielle.....	38
III.4.2.2. Tableau des mnémoniques	41
III.4.2.3. Programme d'exécution.....	42
III.4.2.4. Communication avec une console de programmation.....	44
III.4.2.5. Simulation du programme	46
III.5. Conclusion.....	47

CHAPITRE IV : Développement de la plateforme de supervision

IV.1. Introduction.....	48
IV.2. Supervision industrielle.....	48
IV.3. Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA PORTAL.....	49
IV.4. Les étapes d'accomplissement de la supervision de notre station.....	51
IV.5. Développement de la plateforme de supervision de la machine	52
IV.5.1. Création des vues	52
IV.5.1.1. Vue d'accueil.....	52
IV.5.1.2. Vue globale	53
IV.5.1.3. Vue des paramètres	54
IV.5.1.3. Vue d'alarmes	55
IV.5.2. Simulation et validation	56
IV.6. Conclusion.....	57

Conclusion générale.....	58
---------------------------------	-----------

Références bibliographiques



Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations

Liste des figures

Présentation de l'entreprise

Figure I. Direction de l'entreprise ENIEM.

Figure II. Organigramme de l'organisation de l'entreprise ENIEM.

Chapitre I : Etude technique et fonctionnelle de la machine à injection de plastique

Figure I.1. Procédé d'injection de plastique	3
Figure I.2. Le cycle d'injection.	4
Figure I.3. La machine à injection de plastique.....	5
Figure I.4. Les différentes unités de la machine.	5
Figure I.5. La structure de la machine à injection de plastique.	6
Figure I.6. Unité d'injection et plastification.....	7
Figure I.7. Les colliers chauffants.	7
Figure I.8. Vue de face et de profil de la pompe hydraulique.	8
Figure I.9. Constituants et fonctionnement d'un vérin double effet.	8
Figure I.10. La buse d'injection.	9
Figure I.11. Clapet anti-retour, son symbole et sa structure interne.	9
Figure I.12. La vis d'injection, sa structure interne et ses caractéristiques.	9
Figure I.13. L'électrovanne et son symbole.	10
Figure I.14. Dispositif de l'unité de fermeture.....	10
Figure I.15. Le moule d'injection.	11
Figure I.16. Matrice d'un moule.	11
Figure I.17. Vérin de fermeture.	11
Figure I.18. Pupitre de commande (partie gauche et partie droite).	13
Figure I.19. Armoire électrique.	13
Figure I.20. Capteur de fin course et sa schématisation.....	13
Figure I.21. Capteur de position.....	13
Figure I.22. Un thermocouple.	14
Figure I.23. Encodeur linéaire.	14

Figure I.24. Système de refroidissement.	15
Figure I.25. Le fonctionnement de la machine à injection de plastique.	15
Figure I.26. La phase de plastification et de dosage.	16
Figure I.27. La phase d'injection.	16
Figure I.28. La phase de compactage.	16
Figure I.29. La phase de refroidissement et d'éjection.	17

Chapitre II : Modélisation par outil GRAFCET

Figure II .1. Eléments graphiques d'un grafcet.	20
Figure II.2. Etape initiale.	20
Figure II.3. Evolution simultanée.	20
Figure II.4. Les niveaux de GRAFCET	22
Figure II.5. Potentiomètre linéaire et ses caractéristiques.	23
Figure II.6. Le fonctionnement d'un potentiomètre linéaire.	23
Figure II.7. La machine d'injection après modification.	24
Figure II.8. S7-1200 SIMATIC et ses caractéristiques.	24
Figure II.9. Les composants de l'unité d'injection.	25
Figure II.10. Les Différentes zones de la vis d'injection.	25
Figure II.11. Chargement de la matière dans la vis.	26
Figure II.12. Fermeture et verrouillage du moule.	26
Figure II.13. Injection.	27
Figure II.14. Refroidissement.	27
Figure II.15. Ouverture du moule.	27
Figure II.16. Grafcet niveau 2 du fonctionnement de notre machine.	29

Chapitre III: Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

Figure III.1. Structure d'un système automatisé de production	31
Figure III.2. Automate compact (gauche) et automate modulaire (droite).	32
Figure III.3. Structure interne d'un API.	32

Figure III.4. Automate S7-1200.....	34
Figure III.5. Les constituants de la CPU du S7 1200.	34
Figure III.6. Module d'extension du S7-1200.	34
Figure III.7. Vue de lancement du logiciel TIA Portal V15.1.	35
Figure III.8. Vue du portail V15.1.	35
Figure III.9. Les actions principales dans la vue de portail.	36
Figure III.10. Vue du projet.	36
Figure III.11. Les étapes de création d'un projet sur TIA Portal.	37
Figure III.12. Etapes pour configurer le matériel.	37
Figure III.13. Fenêtre de la configuration matérielle.	38
Figure III.14. Catalogue pour ajouter des modules E/S.	38
Figure III.15. La configuration matérielle de notre projet.	39
Figure III.16. Adressage des E/S.	39
Figure III.17. Etapes de la réalisation de la table des mnémoniques.	40
Figure III.18. Tableau des mnémoniques.	40
Figure III.19. Etapes de réalisation du programme.	41
Figure III.20. Les blocs de notre programme.	42
Figure III.21. Programme d'alimentation du moteur.	42
Figure III.22. Programmation d'avance de la buse.	42
Figure III.23. Les étapes de création de la liaison réelle avec PROFINET.	43
Figure III.24. Configuration porte de communication PROFINET.	43
Figure III.25. L'adresse Ethernet pour la CPU.	43
Figure III.26. L'adresse Ethernet pour le pupitre.	44
Figure III.27. Chargement du programme dans l'API.....	44
Figure III.28. Les étapes de simulation du programme	45
Figure III.29. Deux exemples d'une partie de notre programme après l'exécution.	45

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

Figure IV.1. La structure d'un système de supervision.	47
---	----

Figure IV.2. Vue d'ensemble du logiciel WinCC.	48
Figure IV.3. Etapes pour la conception d'une interface via WinCC.	49
Figure IV.4. La liaison entre l'API et l'IHM.	49
Figure IV.5. Exemple d'une partie du programme après exécution.	50
Figure IV.6. Les étapes de création des liaisons IHM.	50
Figure IV.7. Table des variables IHM.	50
Figure IV.8. Les différentes vues créées.	51
Figure IV.9. La vue d'accueil.	51
Figure IV.10. La vue globale.	52
Figure IV.11. La vue globale après simulation.	53
Figure IV.12. La vue des paramètres.	54
Figure IV.13. La vue des paramètres après simulation.	54
Figure IV.14. La Vue d'alarmes...	55
Figure IV.15. Simulation du programme avec S7 PLCSIM.	55
Figure IV.16. La simulation et validation du programme.....	56

Liste des tableaux

Chapitre II : Modélisation par outil GRAFCET

Tableau II.1. divergence et convergence en OU	21
Tableau II.2. Divergence et convergence en ET.....	21
Tableau II.3. Les abréviations utilisées.....	28

Chapitre III: Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

Tableau. III.1. Les différents langages de programmation d'API.....	33
--	----

Abréviations

ENIEM : Entreprise des Industries de l'Electro-Ménagère.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de commande des étapes de Transition.

API : Automate programmable industriel.

CPU : Central Processing Unit.

IHM : Interface Homme Machine.

PLC : Programmable Logic Controller.

PROFINET : Process Field Network.

TOR : Tout ou Rien.

TIA Portal : Totally Integrated Automation Portal.

PC : Personal Computer.

LD : Ladder Diagram.

FBD : Function Block Diagram.

ST : Structured Text.

IL : Instruction List.

SCADA : Supervisory Control And Data Acquisition.

E/S : Entrées et Sorties.



***Description de
l'entreprise ENIEM***

I. Introduction

E.N.I.E.M (*Entreprise Nationale des Industries et de l'Electroménager*), est une entreprise algérienne à caractère industriel (Figure I). Elle est spécialisée dans l'industrie des produits électroménagers.



Figure I. Direction de l'entreprise ENIEM.

II. Historique et situation géographique

L'ENIEM est une entreprise publique économique de droit Algérien constituée le **02 janvier 1983** mais qui existe depuis **1974** sous tutelle de l'entreprise SONELEC. A compter du **8 octobre 1989**, l'ENIEM est transformée juridiquement en société par action (SPA). Son capital social est de **10.279.800.000 DA**, détenu en totalité par la société de gestion et de participation.

Son siège se situe au chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou. Les unités de production sont implantées dans la zone industrielle AISSAT Idir à Oued-Aïssi, **7 km** du chef-lieu.

En 1987, elle a débuté l'expérience des installations automatisées, grâce à TOSHIBA, suite à la mise en œuvre de la chaîne **RI** (chaîne de production des réfrigérateurs à l'unité froid) entièrement automatique. C'est dans la même année qu'elle s'est équipée d'une nouvelle installation automatique, pilotée par un automate de la firme SIEMENS. L'unité cuisson est automatisée en **1991** par des automates de la firme SIEMENS, puis en **2005** une autre installation est commandée par un automate de la firme SCHNEIDER. Actuellement l'entreprise cherche à moderniser toutes ses installations.

III. Organisation générale de l'entreprise

L'entreprise s'est organisée par un centre d'activités stratégique qui se compose de trois unités de production (Unité de cuisson, unité de climatisation et unité froid), d'une unité commerciale et d'une unité de prestations techniques ainsi que deux filiales (Figure II).

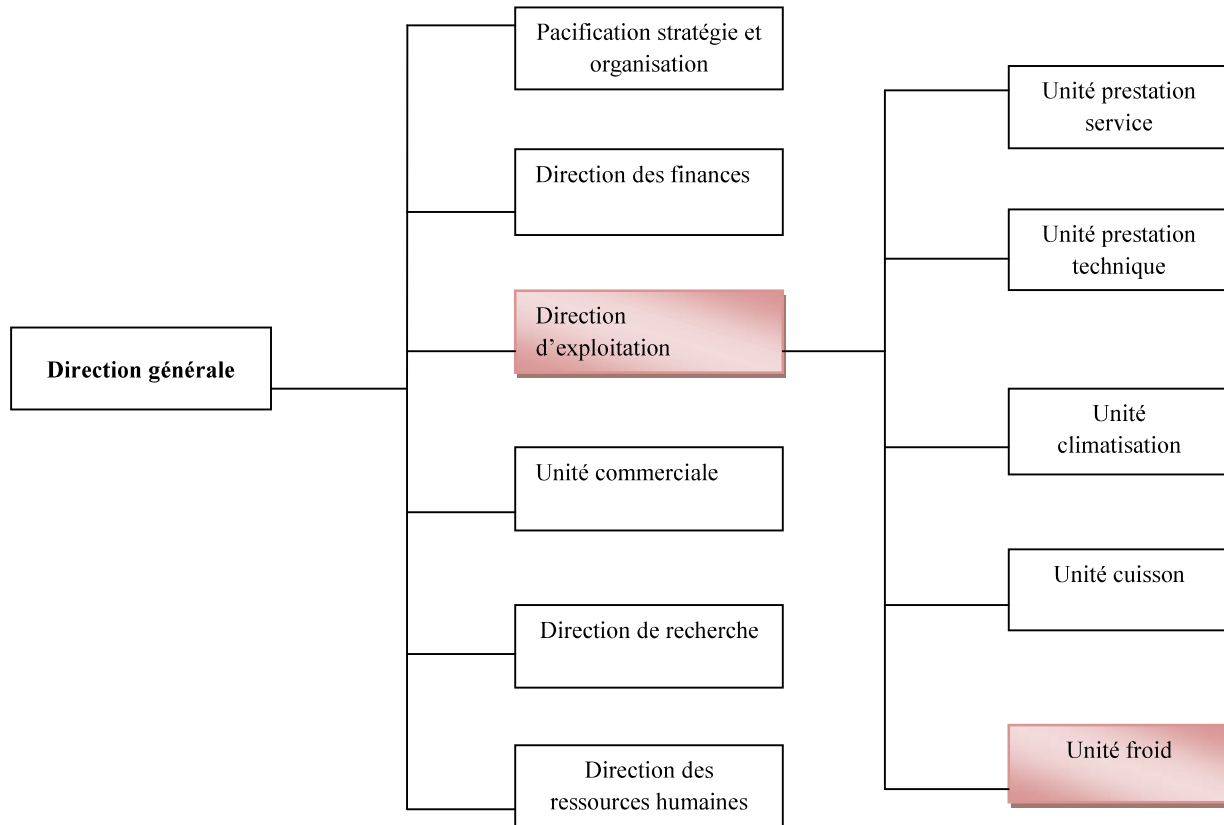


Figure II. Organigramme de l'organisation de l'entreprise ENIEM.

Notre stage pratique s'est déroulé au niveau de l'unité froid.

IV. Présentation de l'unité froid

L'unité est chargée de produire et de développer les produits de froid domestiques tels que :

- Les réfrigérateurs (petits et grands modèles).
- Les congélateurs horizontaux et verticaux.

L'unité dispose d'un laboratoire central composé de trois sections :

- Laboratoire de chimie.
- Laboratoire de métallurgie.
- Laboratoire d'essais produits.

Elle dispose, en plus, d'un ensemble d'ateliers assurant différents traitements :

- Atelier d'injection plastique.
- Atelier presse et soudure.
- Atelier de refondage et de mise en longueur.
- Atelier de traitement et de revêtement de surface (peinture).
- Atelier de fabrication de pièces métalliques.
- Atelier d'injection polyuréthane.
- Atelier de thermoformage.
- Atelier de montage final.



Introduction générale

Introduction générale

Depuis plusieurs années, nous assistons à une révolution dans le monde industriel. Cette révolution est due à l'automatisation des machines et systèmes industriels. En effet, de nos jours, l'automatisme est le cœur de toutes les installations industrielles et il a, principalement, comme objectif d'assurer les tâches répétitives, autrefois réalisées par des humains, de renforcer la sécurité, d'accroître la productivité, d'économiser les matières premières et l'énergie et de maintenir la qualité. D'ailleurs, ces objectifs sont classés en deux catégories, les objectifs sur la compétitivité du produit (coût, qualité, innovation, disponibilité), et les objectifs sur de l'exploitation de la machine de production (sûreté de fonctionnement, productivité, flexibilité). L'introduction des automates programmables industriels (API) représentent, actuellement, l'outil de base d'automatisation des systèmes de production. L'intégration des API dans l'industrie a renforcé aussi le degré de fiabilité des équipements et a offert une très grande adaptabilité face aux évolutions de l'environnement.

Actuellement, pour faire face à une concurrence internationale de plus en plus difficile, les entreprises modernes contraintes d'automatiser leurs systèmes de production. Dans ce contexte, l'entreprise nationale des industries de l'électroménagères ENIEM, qui est leader de l'Electroménager en Algérie, s'est dirigée vers des installations automatisées utilisant les automates programmables industriels.

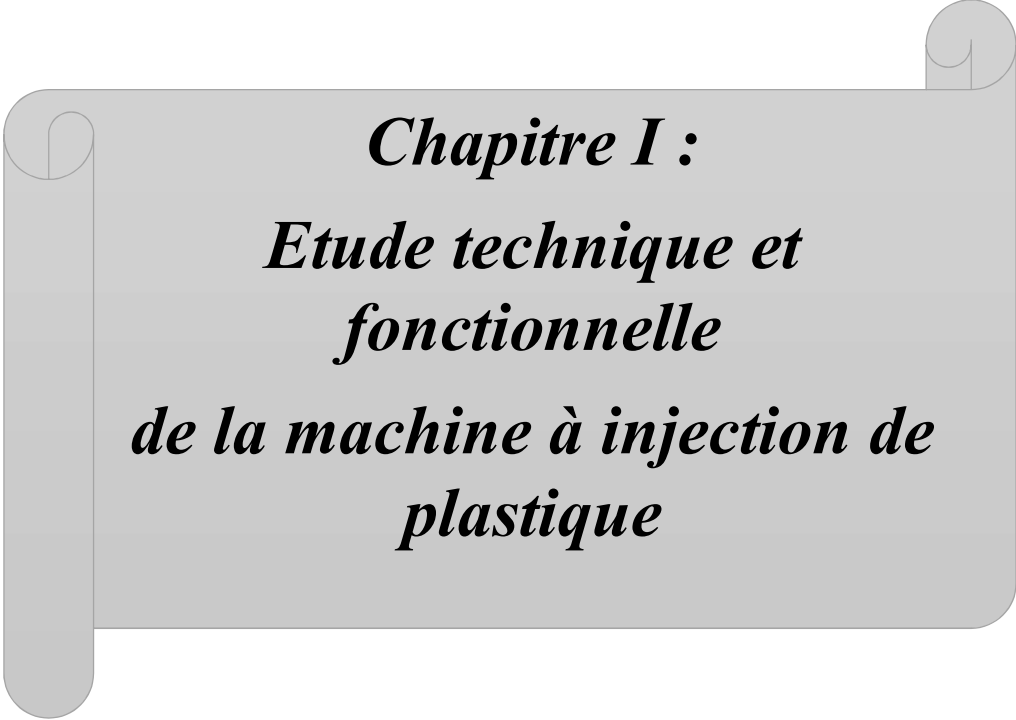
C'est dans ce cadre que le département maintenance de l'unité froid d'ENIEM nous a proposé de faire une étude technologique complète et détaillée de la machine à injection de plastique (TOSHIBA IS25EP), qui est commandée par un API TOSHIBA. Le but de notre projet est d'apporter un nouveau souffle à la machine en lui apportant des améliorations en développant une solution de commande et de supervision à base d'un automate API S7-1200.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux suivants :

- Le **premier chapitre** sera consacré à la description de la machine, ainsi que son cycle de fonctionnement.
- Le **deuxième chapitre** présentera les améliorations proposées, la description du fonctionnement séquentiel du système (cahier des charges) ainsi que l'élaboration du grafcet.

- Dans le **troisième** chapitre nous présenterons les automates programmables Industriels de manière générale, ainsi que l'automate SIEMENS S7-1200, en particuliers. Ce chapitre englobera, en plus, la description de la plateforme TIA Portal, la conception du programme, la méthodologie suivie pour le réaliser et sa simulation par S7-PLCSIM.
- Le **quatrième chapitre** consistera à la réalisation de la plateforme de supervision de la machine à l'aide du logiciel WinCC flexible.

Enfin, nous terminerons notre travail par une **conclusion générale**.



Chapitre I :
Etude technique et
fonctionnelle
de la machine à injection de
plastique

I.1. Introduction

L'injection de plastique est l'un des procédés les plus couramment utilisés dans l'industrie de la fabrication de pièces en plastique. Cette méthode de production offre une grande flexibilité, une efficacité élevée et une précision remarquable. Ce qui la rend un choix populaire pour la fabrication de pièces en plastique de toutes formes et tailles. Le processus d'injection de plastique repose sur le principe de transformer un matériau plastique, généralement sous forme de granulés, en une pièce solide et fonctionnelle. Cela implique une combinaison habile de chaleur, de pression et de précision pour créer des produits plastiques de haute qualité.

Dans ce chapitre, nous allons nous concentrer sur ce procédé, utilisé à l'ENIEM, en détaillant son déroulement ainsi que le matériel utilisé pour son bon fonctionnement.

I.2. Procédée d'injection de plastique

I.2.1. Définition de l'injection de plastique

L'injection de plastique est un procédé cyclique (Figure I.1) pour la fabrication des pièces et composants en matières plastiques. Ce procédé, en usine, consiste à faire fondre un polymère, à l'aide d'une vis sans fin, pour l'injecter dans un moule.

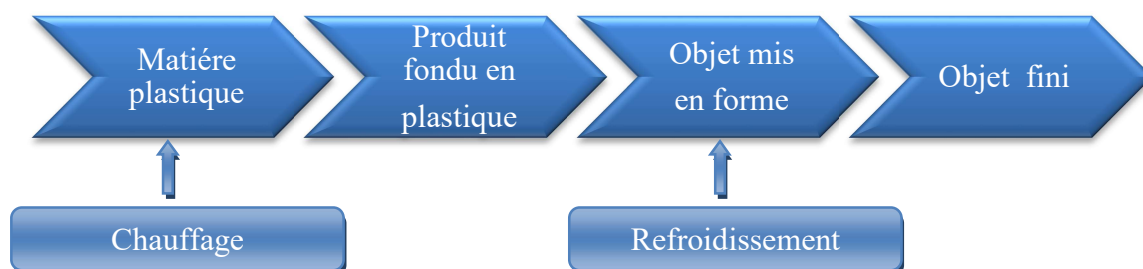


Figure I.1. Procédé d'injection de plastique [1].

I.2.2. Le déroulement du cycle d'injection de plastique

Le procédé (Figure I.2) consiste à faire chauffer des granulés de plastique, puis à injecter la matière, ainsi ramollie, dans un moule. Une fois que le plastique est correctement réparti dans l'empreinte, la pièce est refroidie ce qui va avoir pour effet de la solidifier. Enfin, elle est éjectée du moule et le cycle peut recommencer.

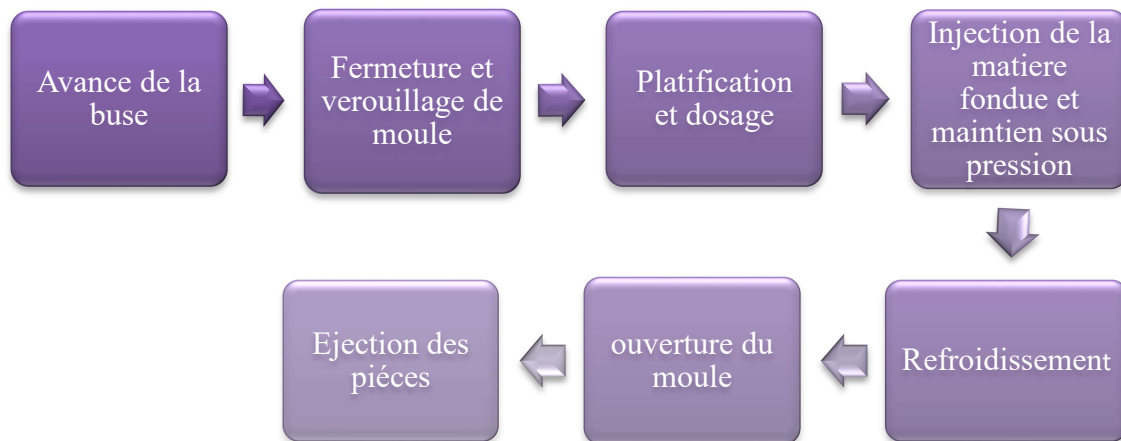


Figure I.2. Le cycle d'injection.

I.3. Présentation de la machine à injection de plastique

C'est une machine de moulage par injection **TOSHIBA IS 25 EP¹** (Figure I.3), du type horizontal, munie d'un dispositif d'injection à vis en ligne et d'un dispositif de serrage de moule à pression directe. Elle assure les modes d'opération « manuel », « semi-automatique » et « automatique » au moyen de la pression d'huile et la commande électrique.

Cette machine de moulage, s'appliquant aux diverses sortes de résines thermoplastiques, permet de produire des objets moulés de meilleure qualité. En outre, cette machine est conçue en donnant une grande importance à la sécurité des opérateurs. Cette dernière est assurée par le triple dispositif de sécurité (assurant l'interruption du circuit électrique, le circuit d'huile hydraulique, le mouvement de serrage du moule, et l'empêchement, en même temps, de l'avancement de la plaque matrice) lorsque la porte de sécurité est ouverte [2].

I.4. La description de la machine à injection de plastique

La machine est composée principalement de deux parties (Figure I.4) : unité d'injection (groupe de plastification) et unité de fermeture (Le dispositif du mouvement du

¹ **IS** : Cela présente la série de la machine (**Injection Séries**). Cette désignation indique que la machine fait partie de la série de machines de moulage par injection de TOSHIBA.

25 : Ce chiffre représente la force de fermeture du moule, mesurée en tonnes. Pour l'IS25EP, cela signifie que la machine a une force de fermeture de 25 tonnes.

EP : indique "**Elite Performance**", signifiant que la machine est conçue pour offrir des performances de haut niveau avec des caractéristiques avancées, telles qu'une meilleure vitesse d'injection, une précision accrue ou une stabilité améliorée.

Chapitre I : Etude technique et fonctionnelle de la machine à injection de plastique

moule). La structure de base de la machine est donné en figure I.5 sachant que sa dimension est de $3.1*1.1*1.8\text{ m}$ et son poids est de 1.9 tonnes .



Figure I.3. La machine à injection de plastique .



Figure I.4. Les différentes unités de la machine.

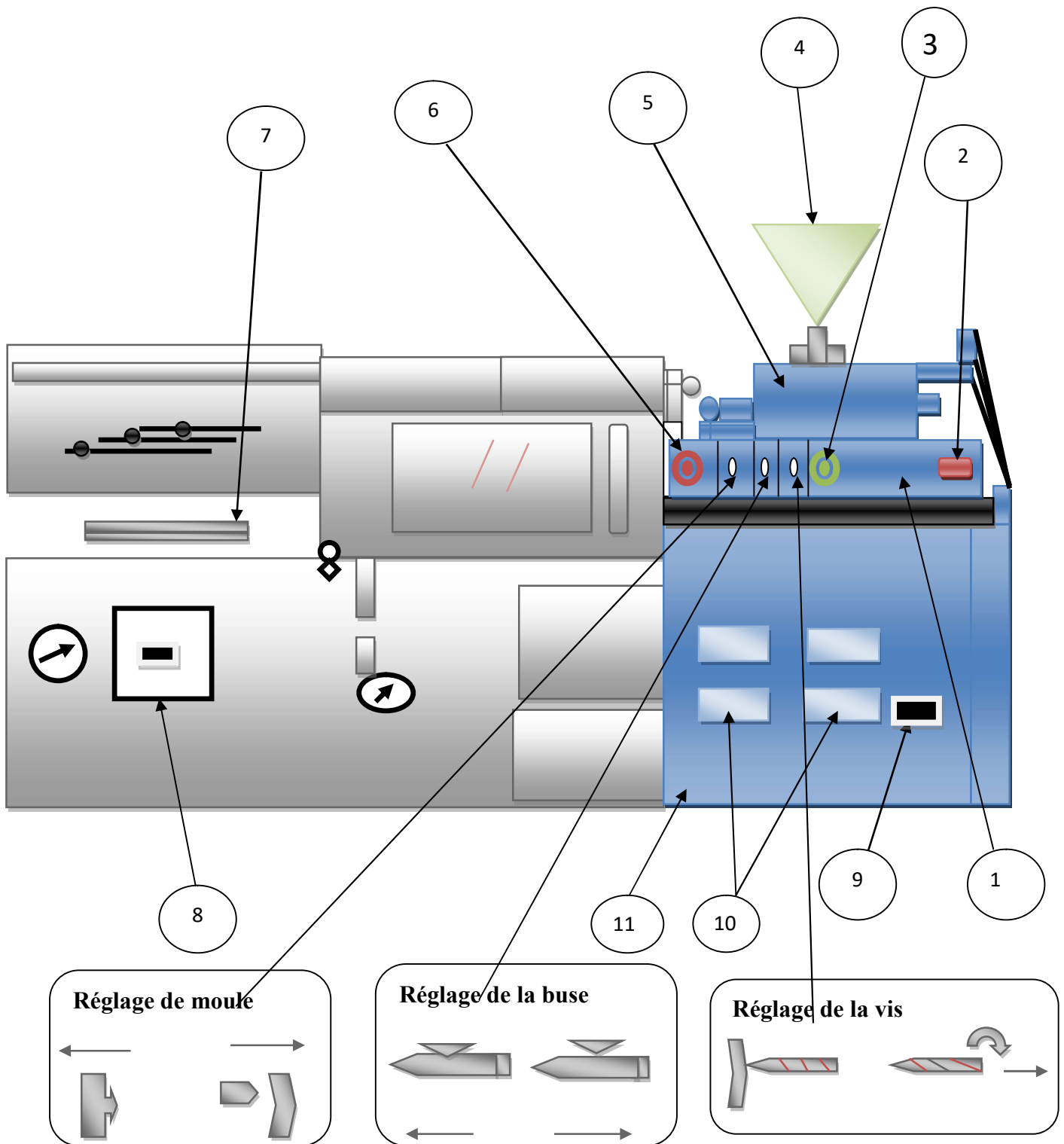


Figure I.5. La structure de la machine à injection de plastique.

1- Le tableau de bord (pupitre de commande).

2- Voyant d'alimentation du moteur.

3- Bouton poussoir de marche du moteur (pour la pompe).

4- La trémie.

5- La buse.

6- L'arrêt d'urgence.

7- Capteur de position du moule.

8- Soupape de sûreté.

9- Interrupteur d'alimentations de moteur.

10- Réglages de la température des colliers chauffants.

11- Armoire électrique.

I.4.1. Unité d'injection (Groupe de plastification ou bien ponton)

L'unité d'injection dans la machine à injection de plastique est la partie de la machine où le plastique fondu est injecté dans le moule pour former la pièce en plastique. Elle comprend un système de vis qui fond le plastique et le pousse à travers une buse dans le moule (Figure I.6).

Caractéristique de l'unité d'injection :

Le symbole d'injection : i 1.

Pression d'injection : 2.070 kg/cm.

Taux d'injection : 52 cm/sec.

Puissance de plastification : 20kg/h.

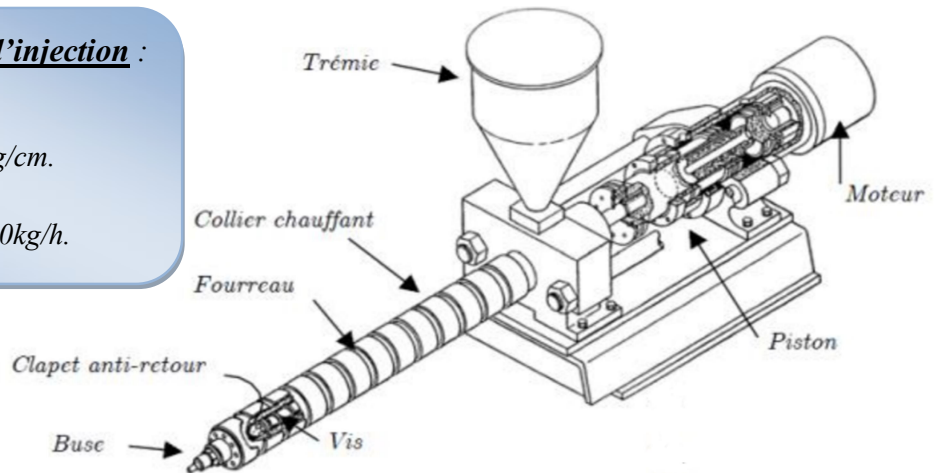
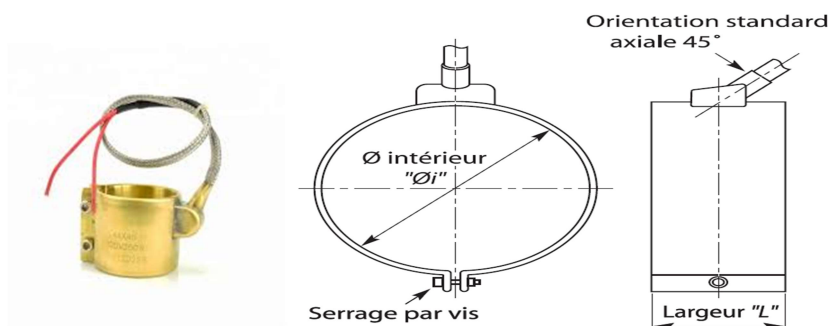


Figure I.6. Unité d'injection et plastification.

Les principaux éléments constitutifs de ce groupe sont (Figure I.5) :

- 1. Trémie :** C'est l'endroit où sont placés les granulés de matière plastique [5].
- 2. Fourreau :** C'est un cylindre qui entoure la vis d'injection.
- 3. Le réservoir d'huile.**
- 4. Les colliers chauffants :** sont des éléments de chauffage qui entourent le cylindre de la vis. Ils sont conçus pour fournir une chaleur contrôlée afin de maintenir la matière plastique à une température optimale pour l'injection. (Figure I.7).



Caractéristique des colliers chauffants :

Capacité du réchauffeur : 4,7 KW.

Figure I.7. Les colliers chauffants.

5. La pompe hydraulique : C'est un composant de pression. Grâce à un moteur, elle transforme l'énergie dite mécanique en une énergie hydraulique. Son rôle est d'assurer le fonctionnement de la vis (Figure I.8) [3].

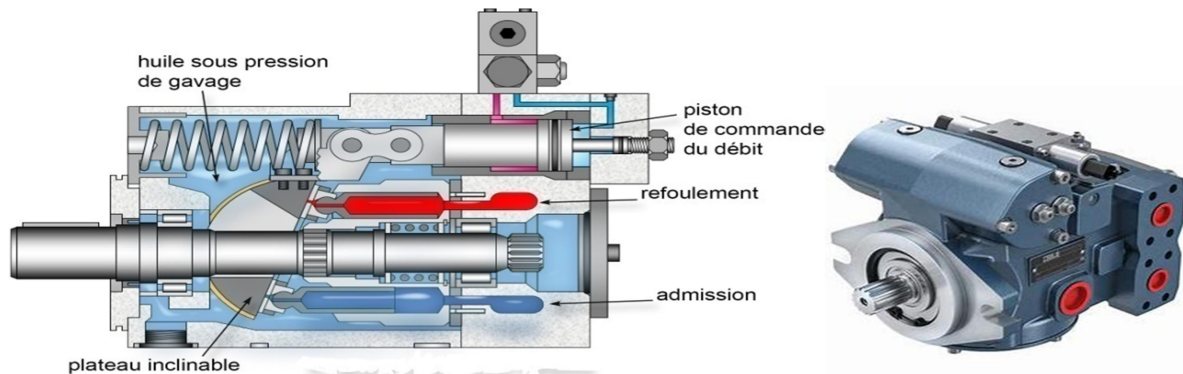


Figure I.8. Vue de face et de profil de la pompe hydraulique.

6. Les distributeurs à commande électriques : Ce sont des pré-actionneurs qui permettent de distribuer l'énergie nécessaire pour le fonctionnement du vérin. Dans notre machine on distingue un seul type de distributeur : distributeur 5/3 bistable à commande électrique.

7. Les vérins : Le vérin est un actionneur linéaire qui convertit l'énergie hydraulique en travail mécanique. Dans notre système, nous utilisons exclusivement un vérin à double effet. Ce type de vérin hydraulique permet au piston de se déplacer dans les deux directions sous l'effet du fluide sous pression (voir Figure I.9) [4]. Dans la machine, il est chargé de réguler le mouvement de la buse (avance/recul). Plus précisément, il ajuste la position de la buse par rapport au moule et est également responsable de la translation de la vis lors de l'injection.

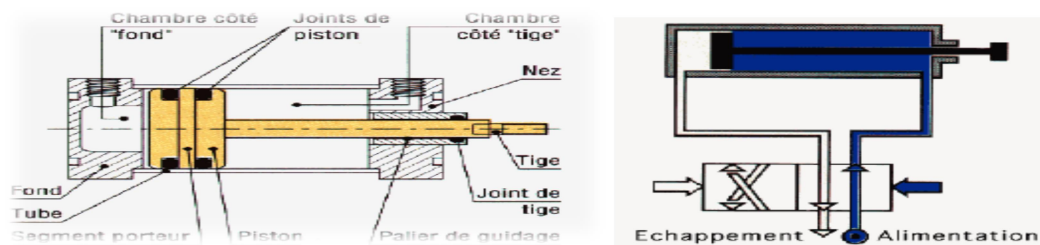


Figure I.9. Constituants et fonctionnement d'un vérin double effet.

8. La buse : Cet élément, situé à l'extrémité du fourreau, est responsable de l'injection du plastique fondu dans le moule. Il assure la transition entre le cylindre de plastification et le moule, garantissant un transfert efficace du matériau (Figure I.10).

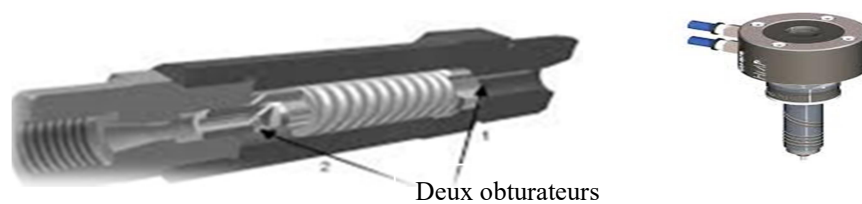


Figure I.10. La buse d'injection.

9. Clapet anti-retour : Il permet le passage de la matière plastique fondue vers l'avant lors de la phase de dosage, tout en empêchant tout retour en arrière de la matière dans le système (Figure I.11).

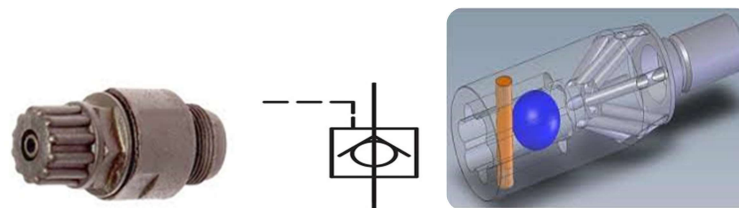


Figure I.11. Clapets anti-retour, son symbole et sa structure interne.

10. La vis d'injection : Est un élément rotatif situé à l'intérieur du cylindre de la machine. Elle est conçue pour transporter, fondre et injecter le matériau plastique dans le moule pour former la pièce plastique finale (Figure I.12) [5].



Figure I.12. La vis d'injection, sa structure interne et ses caractéristiques.

11. Le Moteur électrique : C'est un dispositif qui convertit l'énergie électrique en un mouvement mécanique. Il assure le démarrage de la pompe hydraulique. Dans la machine, il présente une puissance de **7.5Kwatt**.

12. Les électrovannes : Grâce à cet organe, il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique (Figure.13). Dans cette partie de la machine nous trouvons 2 électrovannes. La première électrovanne permet le chargement de la matière. La deuxième commande la vitesse du moteur.

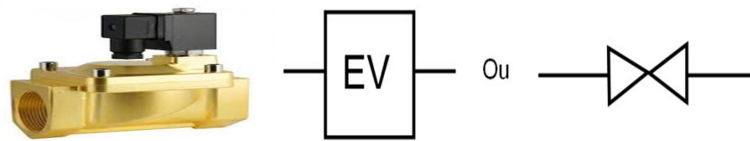


Figure I.13. L'électrovanne et son symbole.

I.4.2. Unité de fermeture (Le dispositif de mouvement du moule)

Également appelée unité de serrage, sa fonction principale est de maintenir le moule fermée, avec une force suffisante, pendant le processus d'injection de plastique, afin de résister à la pression élevée générée par le plastique fondu (Figure I.14).

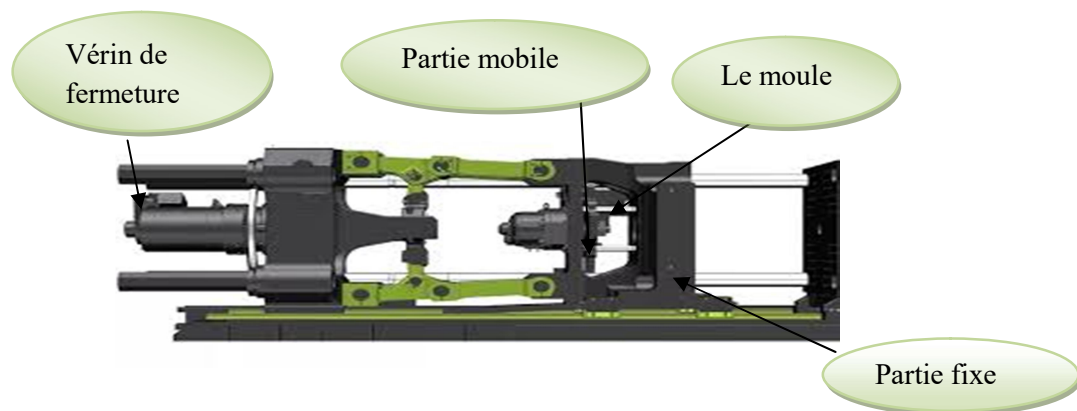


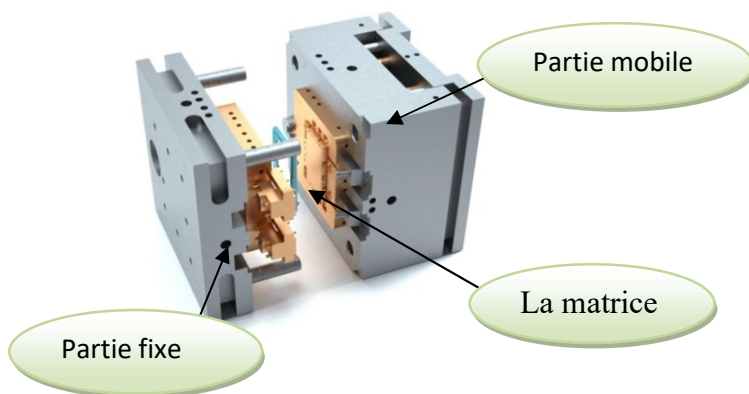
Figure I.14. Dispositif de l'unité de fermeture.

Les principaux éléments constitutifs de ce groupe sont (Figure I.14) :

1. Le moule : Un moule d'injection est un ensemble des pièces métalliques qui sont bien assemblées, dans l'objectif est de fabriquer des pièces en plastiques d'une manière automatique. Il est constitué le plus souvent de deux parties (Figure I.14) :

- ✓ **Partie mobile :** C'est la partie du moule qui se déplace pour éjecter la pièce moulée. Elle contient la matrice du moule (Figure I.15).
- ✓ **Partie fixe :** C'est la partie du moule qui reste fixe pendant le processus d'injection. Elle contient les canaux de refroidissement.

Ces deux parties sont fortement pressées l'une contre l'autre, au moment du moulage, puis écartées pour permettre l'éjection de la pièce moulée (Figure I.15) [6].



Les caractéristiques du moule :
Puissance de serrage : 25 tonnes.
Puissance d'ouverture : 2,5 tonnes.
Epaisseur minimal d'un moule : 150mm.
Course de serrage : 280mm.

Figure I.15. Le moule d'injection.



Les caractéristiques de la matrice du moule :
Puissance de foulage : 1,7 tonne.
Course de foulage : 50mm.
Dimension de la plaque matrice : 380*380mm.

Figure I.16. Matrice d'un moule.

2. Le vérin de fermeture : C'est un vérin hydraulique double effet. Il est responsable de l'ouverture et de la fermeture du moule (Figure I.17).



Figure I.17. Vérin de fermeture.

3. Vérin éjecteur : C'est un vérin hydraulique double effet. Il permet d'éjecter la pièce en plastique vers l'extérieur.

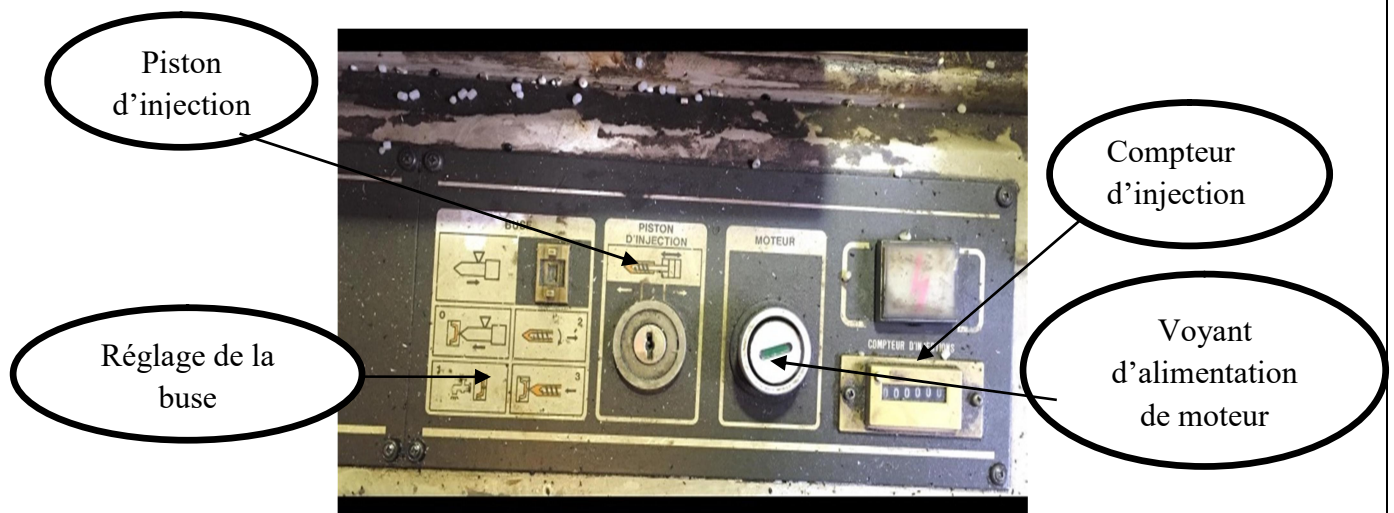
4. Les électrovannes : Nous trouvons, dans cette partie, neuf électrovannes dont sept électrovannes de type TOR (commande (ouverture / fermeture) du moule, commande le verrouillage du moule en haute pression, commande le dégagement de la pression du moule (ouverture ou fermeture), commande (avance / recul) de la buse, commande le verrouillage en basse pression, commande du freinage (la vitesse d'ouverture et fermeture du moule) et commande des éjecteurs).

5. Un réservoir d'eau : Pour le stockage d'eau.

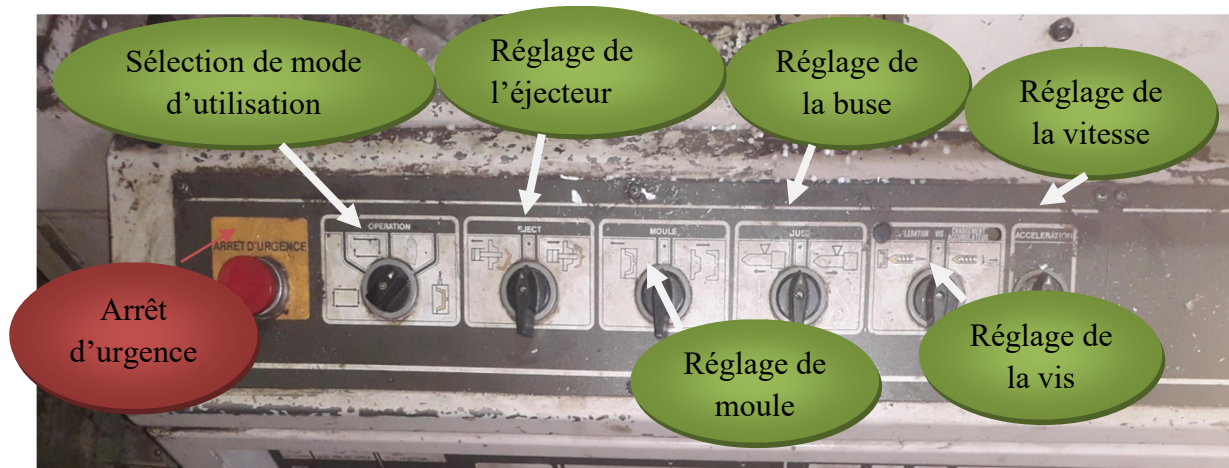
I.5. Instrumentation générale

En plus de ce qui est cité dans les unités précédentes, on y trouve aussi :

- ☞ **Le pupitre de commande** : c'est un pupitre qui permet de faire fonctionner la machine manuellement, à travers une interface à boutons (Bouton poussoir, bouton poussoir d'urgence, sélecteur) qui gère les paramètres de la machine (Figure I.18).
- ☞ **L'armoire électrique** : Il s'agit des boîtiers robustes utilisés pour protéger les composants électriques ou électroniques et les appareillages de commutation (Figure I.19). On y trouve des disjoncteurs, des transformateurs, des relais thermiques, des fusibles, des contacteurs
- ☞ **Des capteurs** : C'est un dispositif qui permet de convertir une grandeur physique en un signal électrique. Dans la machine d'injection, il existe quatre sortes de capteur :
 - **Capteur de fin de course** : C'est un commutateur commandé par le déplacement d'un organe de commande. Lorsque ce dernier est actionné, il ouvre ou il ferme un contact électrique (Figure I.21).
 - **Capteur de position** : Il permet de contrôler facilement et à moindre coût la position du piston d'un vérin. Le signal de détection qu'ils produisent peut être utilisé pour contrôler ou ordonner des actions à des points spécifiques du cycle de production, en fonction de la position du piston du vérin (Figure I.22).



(a)



(b)

Figure I.18. Pupitre de commande (partie droite (a) et partie gauche (b)).

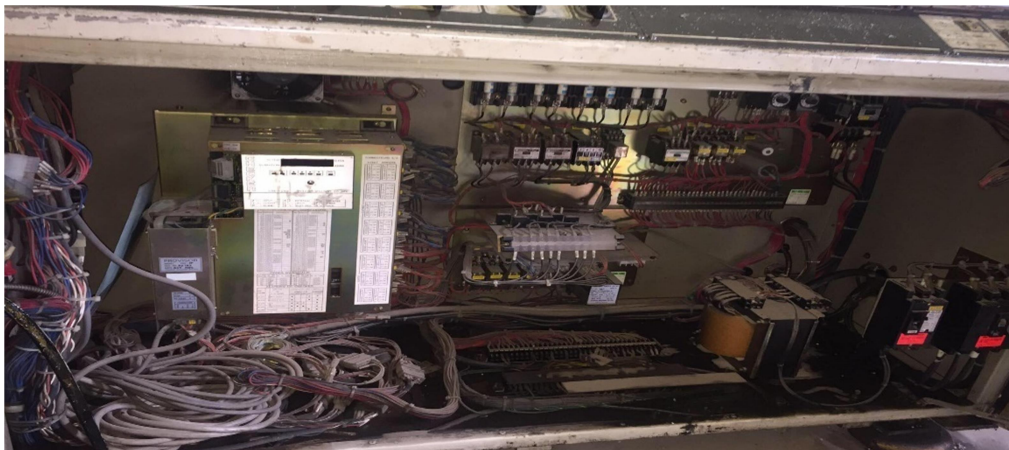


Figure I.19. Armoire électrique.

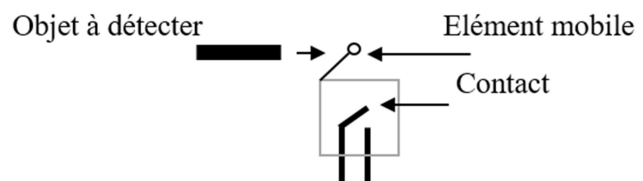


Figure I.20. Capteur de fin course et sa schématisation.



Figure I.21. Capteur de position.

- **Un thermocouple** : C'est un capteur utilisé pour mesurer la température. Il envoie un signal au système de contrôle qui ajuste la température pour garantir des conditions de fusions optimales (Figure I.22).



Figure I.22. Un thermocouple.

- **La règle digitale (encodeur linéaire) (Figure I.23)** : c'est une règle graduée utilisée pour mesurer la position d'un objet en translation. Il convertit un déplacement linéaire en un signal électrique. Dans le cadre d'une machine d'injection plastique, la règle digitale se déplace en synchronisation avec la vis d'injection, lorsque cette dernière se déplace pour charger la matière, la règle attachée se déplace également le long du même axe. Sa conception se compose principalement des éléments suivants :
 - **Une tête de lecture fixe** : Il détecte les graduations sur la règle digitale.
 - **Système de guidage** : Un mécanisme pour guider le déplacement linéaire de la règle digitale afin qu'elle suive précisément le mouvement de la vis d'injection.
 - **Un système de traitement de signal** : Un dispositif électronique qui interprète les signaux de la tête de lecture pour calculer la position exacte de la vis d'injection.



Figure I.23. Encodeur linéaire.

- ☞ **Système de refroidissement** : Le refroidissement se fait par circulation d'un fluide de refroidissement (l'eau) dans les canaux du moule. Ce fluide absorbe la chaleur de la pièce en plastique (Figure I.24).

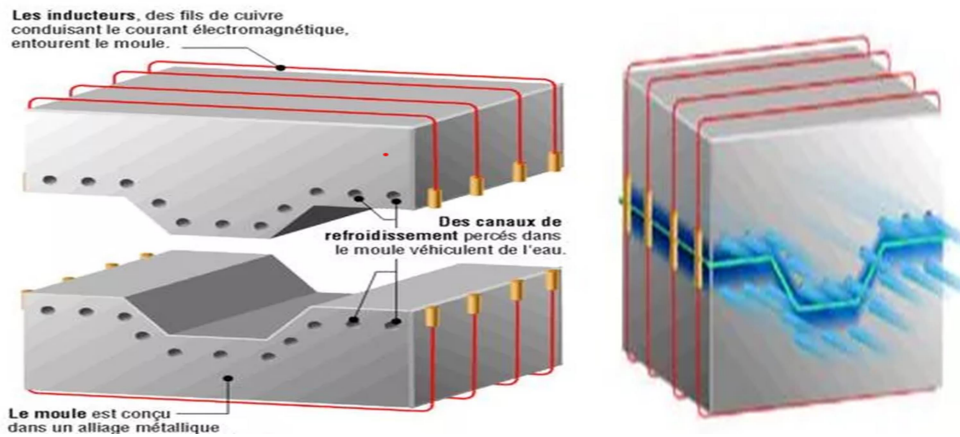


Figure I.24. Système de refroidissement.

I.6. Le fonctionnement de la machine à injection de plastique

Le processus de moulage par injection de plastique (Figure I.26), aussi appelé injection de plastique, se compose de cinq phases principales :

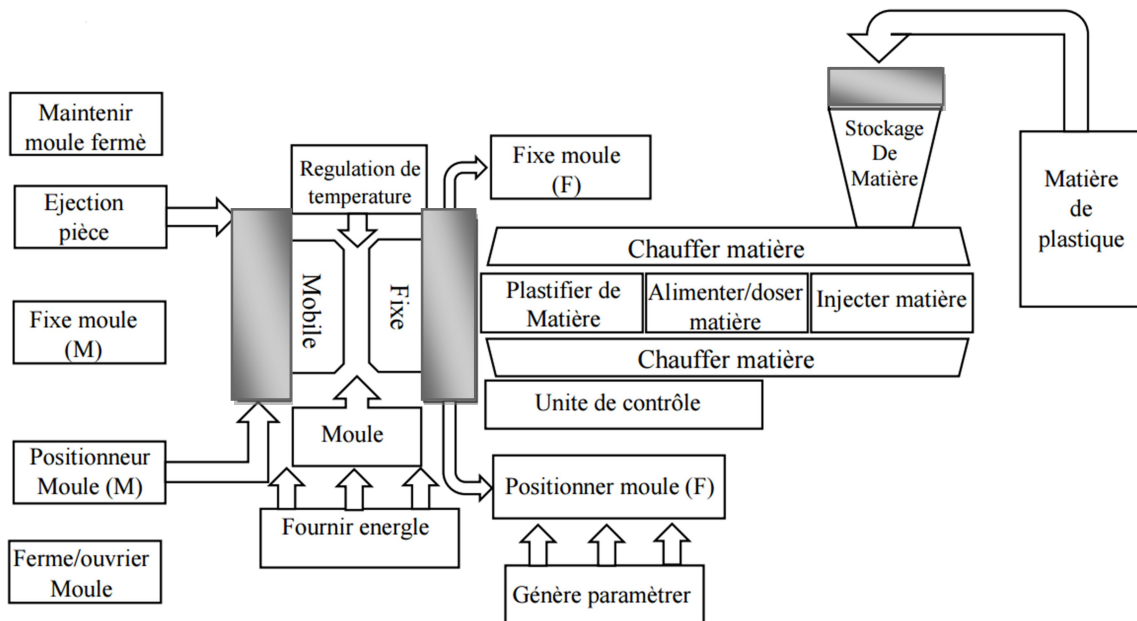


Figure I.25. Le fonctionnement de la machine à injection de plastique.

- **La phase de plastification et du dosage :** La matière plastique, avant transformation, se présente sous forme de petits granulés, dépassant rarement quelques millimètres. Ces granulés servent à alimenter la vis de plastification. Celle-ci est chauffée et régulée en température via le fourreau. La rotation de la vis et l'action conjuguée de la température du fourreau permet de ramollir les granulés de matière plastique les amenant jusqu'à un état visqueux. Cette matière est acheminée à l'avant de la vis, donnant ainsi une réserve de matière prête à être injectée (Figure I.26).

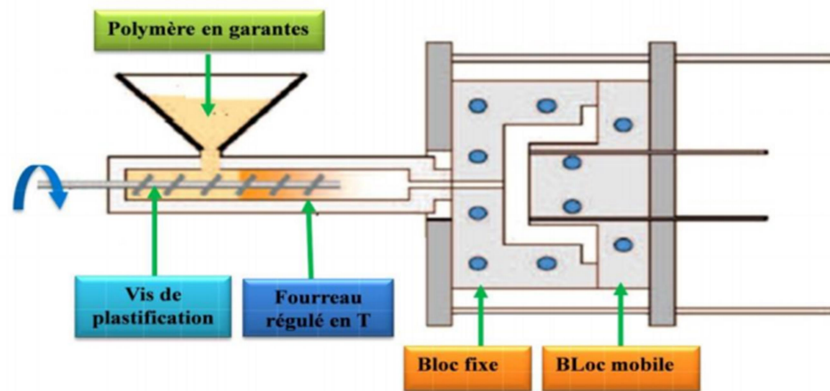


Figure I.26. La phase de plastification et de dosage.

- **La phase d'injection :** La matière présente à l'avant de la vis de plastification est injectée sous forte pression à l'intérieur d'un moule présentant la forme de la pièce souhaitée (Figure I.27).

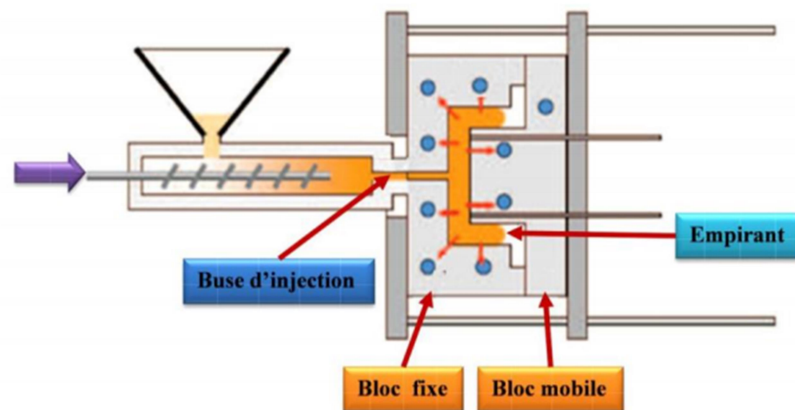


Figure I.27. La phase d'injection.

- **La phase de compactage :** La matière plastique fondue est maintenue sous pression dans le moule, pour combler les éventuels espaces vides et assurer une bonne qualité de la pièce finale (Figure I.28).

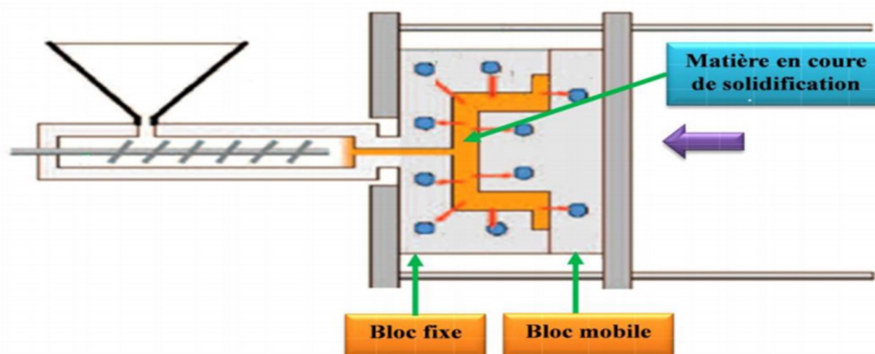


Figure I.28. La phase de compactage.

- **La phase de refroidissement et d'éjection** : Après l'injection de la matière plastique fondue dans le moule, la pièce doit être refroidie pour permettre sa solidification et sa démoulabilité. La pièce est refroidie durant quelques secondes puis éjectée (Figure I.29).

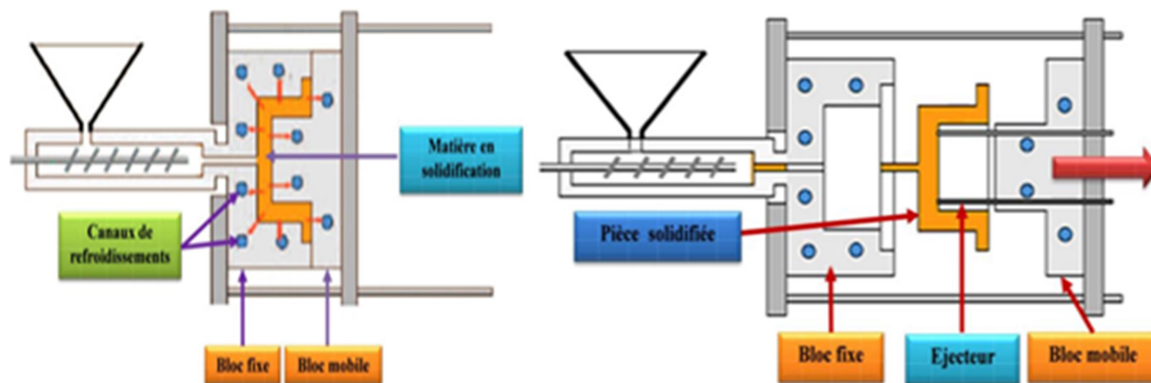


Figure I.29. La phase de refroidissement et d'éjection.

I.7. La problématique et solution

Au court de notre stage pratique effectué à l'entreprise ENIEM et après l'étude technique et fonctionnelle de la machine, nous avons constaté, en plus de ceux soulevés par l'entreprise, quelques problèmes. Nous citons entre autre :

- La machine est en bonne état mais le système ne s'arrête pas en cas d'ouverture de la porte de sécurité ;
- La précision des mesures fournies par la règle digitale ne répond pas aux exigences nécessaires, ce qui affecte la fiabilité de nos processus de contrôle et de production ;
- Les deux automates programmables industriels (API), qui commandent notre machine d'injection, sont devenus de plus en plus obsolètes ;
- L'absence d'un écran de supervision de la machine.

Pour cela, nous avons proposé ces solutions afin de remédier à ces problèmes :

- ☞ La mise en œuvre d'un système plus sécurisé qui permet d'arrêter le fonctionnement de la machine en cas d'ouverture de la porte. Celui-ci enclenchera une alarme pour informer l'opérateur dans le cas d'arrêt du système ;
- ☞ Changement de la règle digitale par un potentiomètre linéaire étant donné que cet instrument est désormais obsolète sur le marché et qu'il ne répond plus aux exigences de précision nécessaires ;

- ↳ Changement des deux automates précédents (TOSHIBA) par un automate SIEMENS série S7-1200 ;
- ↳ Elaboration d'une plateforme de supervision de cette machine, qui permet un bon suivi de l'évolution de la production ;
- ↳ La suppression des fins de course au niveau du moule et leur remplacement par un potentiomètre linéaire afin d'améliorer la précision ;
- ↳ L'ajout d'un capteur de position de la buse.

I.7. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une étude descriptive des différentes parties de la machine d'injection, ainsi que ses composants. Par la suite, nous avons présenté le fonctionnement de cette machine.

Cette étude nous permettra de faciliter la modélisation et la programmation que nous allons étudier dans les chapitres suivants. Ainsi, le chapitre suivant sera consacré à la description des améliorations et du nouveau cahier de charges de notre machine et au développement et la modélisation de la solution par l'outil GRAFCET.



Chapitre II :
Modélisation par outil
GRAFCET

II.1. Introduction

L'analyse et la description d'un système automatisé nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de modélisation capable de décrire complètement le fonctionnement du procédé. Parmi ces outils on trouve ceux établis par les chercheurs (réseau de pétri) et ceux établis par les industriels (Diagramme de Girard, Organigramme, GRAFCET) [7].

Les possibilités de description fonctionnelle, ne tenant pas compte des réalisations technologiques, font du GRAFCET un outil de dialogue très performant. Il est, ainsi, utilisé pour la description du fonctionnement de tout système séquentiel lors de l'élaboration d'un cahier de charges ou d'un dossier technique [7]. C'est, donc, un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de diagramme entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser [8].

Dans le début de ce chapitre, nous allons décrire théoriquement l'outil GRAFCET. Par la suite, nous allons présenter notre grafcet accompagné de toutes les modifications et améliorations apportées à notre système.

II.2. Présentation de l'outil de GRAFCET

En 1975, une commission de l'AFCET (association française pour la cybernétique économique et technique), composée de chercheurs et d'industriels se met au travail pour aboutir en 1977 à la définition du contenu d'un cahier des charges et d'un outil de représentation : le GRAFCET (*Graphe de Commande Etapes Transitions*). Depuis le début des années 80, le GRAFCET s'est enrichi de notions nouvelles, prenant ainsi en compte la complexité toujours croissante des systèmes automatisés [8].

Le GRAFCET est caractérisé par (Figure II.1) [9] :

- La représentation de la succession des étapes dans le cycle,
- L'évolution du cycle étape par étape qui est contrôlée par une transition disposée entre chaque étape.
- A chaque étape peut correspondre une action.
- A chaque transition correspond une condition (réceptivité) qui doit être satisfaite pour que la transition puisse être franchie.
- Des règles d'évolution définissent le comportement de la partie commande ainsi décrite.

— Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

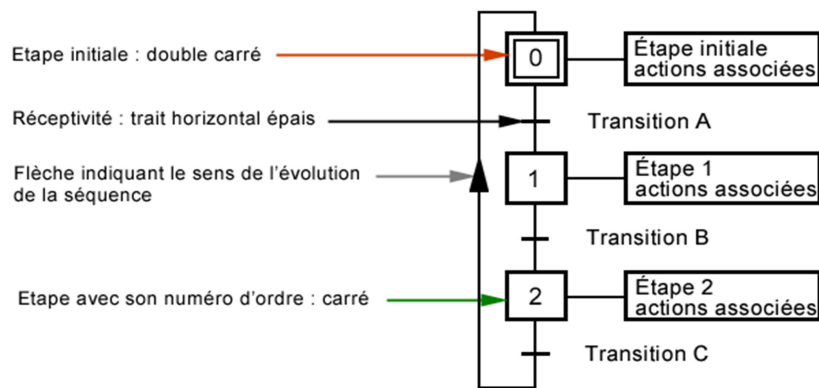


Figure II.1. *Eléments graphiques d'un grafcet.*

On distingue cinq règles d'évolution d'un grafcet [10, 11, 12] :

- **Règle N°1 : Situation initiale.** Elle caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative, de l'opérateur et/ou des éléments extérieurs. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement (Figure II.2).



Figure II.2. *Etape initiale.*

- **Règle N°2 : Franchissement d'une transition.** Pour qu'une transition soit validée, il faut que toutes ses étapes en amont (immédiatement précédentes reliées à cette transition) soient actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée, et seulement si la réceptivité associée est vraie.
- **Règle N°3 : Evolution des étapes actives.** Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.
- **Règle N°4 : Franchissement simultané.** Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies (Figure II.3).

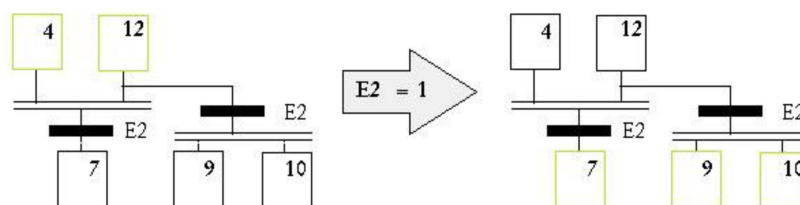


Figure II.3. *Evolution simultanée.*

- **Règle N°5 : Conflit d'activation.** Si une étape doit être simultanément désactivée par le franchissement d'une transition aval, et activée par le franchissement d'une transition amont, alors elle reste active. L'activation doit être prioritaire sur la désactivation au niveau d'une même étape.

La grafcet peut se présenter sous plusieurs configurations (Tableau II.1 et Tableau II.2)

Divergence en OU	Convergence en OU
<p>Cette structure permet un choix entre les séquences 2 et 3</p>	<p>Venant de la branche 3 ou de la branche 2, le grafcet converge vers une même étape 4</p>
<p><i>Etape active 2 si l'étape 1 active et réceptivité $a=1$</i></p>	<p><i>Si étape 2 active et réceptive $b=1$, alors étape 4 active</i></p>
<p><i>Etapes 3 active si étape 1 active et réceptive $b=1$</i></p>	<p><i>Si étape 3 active et réceptive $a=1$, alors étape 4 active</i></p>

Tableau II.1. Divergence et convergence en OU.

Divergence en ET	Convergence en ET
<p><i>A partir de 1 on active deux branches simultanément</i></p>	<p><i>Le GARFCET converge vers une même étape</i></p>
<p><i>Activation des étapes 3 et 2 si l'étape 1 active et réceptive $a=1$</i></p>	<p><i>Activation de l'étape 4 si les étapes 3 et 2 actives et réceptive $b=1$</i></p>
<p><i>Désactivation de l'étape 1 : étapes 3 et 2 sont actives</i></p>	<p><i>Désactivations des étapes 2 et 3 : étape 4 est active</i></p>

Tableau II.2. Divergence et convergence en ET.

Il existe deux niveaux de présentations d'un grafcet [13] (Figure II.4) :

- ⇒ **GRAFCET niveau 1** : Il décrit sous forme d'actions fonctionnelles le comportement de la partie opérative pour obtenir les actions désirées. Dans ce grafcet le système sera décrit sous forme littérale, sans tenir compte de la technologie utilisée. Il est souvent utilisé pour vendre ou décrire un système. Il est l'outil idéal pour expliquer un système à des non professionnels ou établir un cahier des charges.
- ⇒ **GRAFCET niveau 2** : A ce niveau, le concepteur s'implique dans le fonctionnement de la partie commande. Le langage est codé. Il reçoit des informations et émet des ordres, le choix technologique est retenu. Ce GRAFCET met en œuvre et décrit la partie opérative et s'adresse à des spécialistes. Il est utilisé pour la réalisation ou le dépannage des systèmes automatisés.

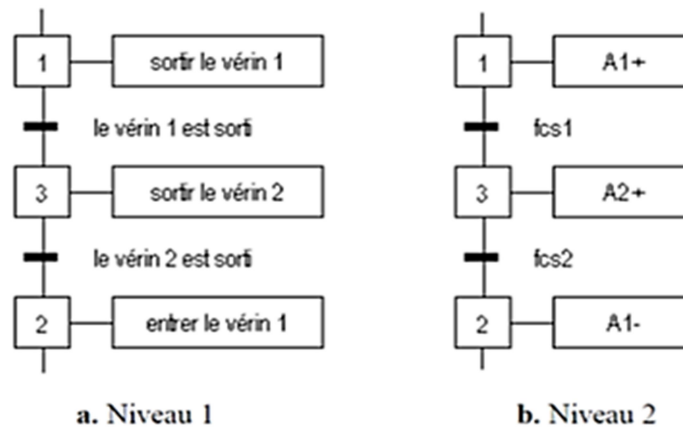


Figure II.4. Les niveaux de GRAFCET [13].

II.3. Description des nouveaux composants de la machine

Généralement, n'importe quel système automatisé possède deux parties essentielles assurant son bon fonctionnement : partie opérative et partie commande. Pour l'amélioration de notre travail, nous avons inclus de nouveaux composants dans chaque partie.

II.3.1. Nouveaux composants dans la partie opérative

II.3.1.1. Potentiomètre linéaire

Le potentiomètre linéaire (Figure II.5) est un capteur de position utilisé pour mesurer des déplacements linéaires avec une grande précision. Son fonctionnement repose sur une résistance variable qui change en fonction de la position de la tige (Borne B) par rapport à ses extrémités fixes (Borne A, reliée à une référence de tension, souvent la masse, et borne C, créant une différence de potentiel avec la borne A lorsqu'une tension est appliquée) (Figure

II.6). Lorsqu'un objet pousse ou tire la tige du potentiomètre, le contact glisse le long d'une piste résistive interne, modifiant ainsi la résistance. Ce changement de résistance est converti en un signal électrique proportionnel à la distance parcourue. En effet, lorsque le curseur se déplace, il divise la tension entre A et C, générant une tension de sortie proportionnelle à la position du curseur sur la piste résistive. Cette tension est ensuite envoyée à un contrôleur qui peut interpréter la position exacte de l'objet déplacé.

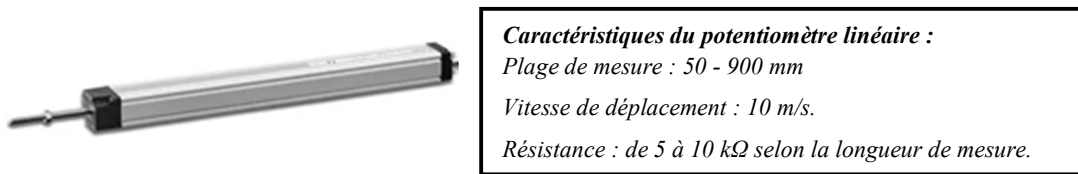


Figure II.5. Potentiomètre linéaire et ses caractéristiques.



Figure II.6. Le fonctionnement d'un potentiomètre linéaire.

Dans notre machine, nous avons introduit le potentiomètre pour deux objectifs :

- **Contrôle de la vitesse d'ouverture et de fermeture du moule :** Le potentiomètre ajuste la position du curseur, ce qui modifie la résistance dans le circuit électrique. Cette variation de résistance génère un signal électrique qui est transmis à l'automate de la machine. L'automate utilise ce signal pour déterminer la vitesse souhaitée pour l'ouverture et la fermeture du moule. En fonction des commandes de l'automate, les électrovannes proportionnelles régulent le débit du fluide hydraulique. Une augmentation du débit permet une fermeture plus rapide du moule, tandis qu'une diminution du débit ralentit les mouvements d'ouverture et de fermeture.
- **Contrôle de la position de la vis et la quantité de matière injectée :** Le potentiomètre mesure précisément la position angulaire de la vis. Ces mesures sont cruciales pour le système de contrôle, qui ajuste de manière précise le mouvement de la vis. Une régulation précise de la position de la vis permet de contrôler le volume de plastique injecté dans le moule avec exactitude, garantissant ainsi que les pièces produites respectent les spécifications requises. En fournissant des données en temps réel, le potentiomètre permet

un ajustement dynamique du processus d'injection, optimisant ainsi l'efficacité de la production et la qualité des pièces fabriquées.

II.3.1.2. Capteur de position

Un capteur de position TOR à contact est un dispositif qui génère un signal binaire (ON/OFF) en fonction de la présence ou de l'absence d'un contact physique avec un objet. Dans une machine d'injection plastique, un capteur TOR à contact peut être employé pour vérifier si la buse a atteint sa position finale, lors de son déplacement vers le moule (Figure II.7). Ce capteur assure la détection précise de la position avancée de la buse, garantissant ainsi que celle-ci est correctement alignée pour l'injection.

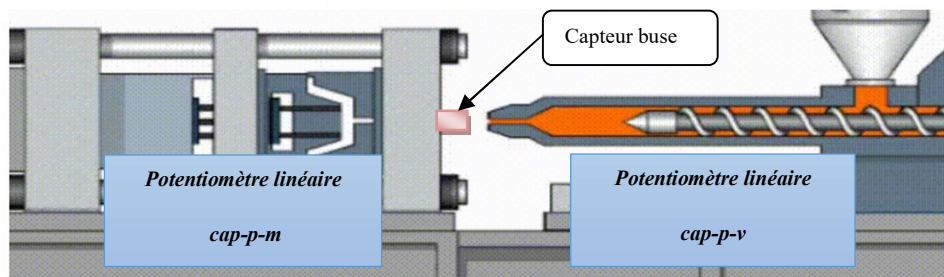


Figure II.7. La machine à injection de plastique après modification.

II.3.2. Nouveaux composants dans la partie commande

La partie commande sera assurée par un automate programmable de la famille SIEMENS, en l'occurrence le S7-1200 (Figure II.8). Nous ajouterons, également, un écran tactile. Nous reviendrons, en détails pour ces deux éléments dans le chapitre 3.



- La référence 6ES7 214-1HE30-0XB0.
- CPU 1214 DC/DC/RLY CPU compacte.
- Alimentation intégrées DC 24V.
- 6 compteurs rapides et sorties d'impulsion intégrés.
- Mémoires de travail 100ko.
- Interface PROFINET.

Figure II.8. S7-1200 SIMATIC et ses caractéristiques.

II.4. Nouveau cahier de charges

La machine fonctionne selon deux modes : manuel et automatique. Le passage du mode manuel au mode automatique permet à l'opérateur de s'assurer que tous les paramètres sont

correctement réglés avant de lancer la production en série. Toutefois, certaines conditions initiales sont obligatoires. En effet, avant le démarrage de tout cycle de production, les conditions suivantes doivent être vérifiées et remplies :

- ✓ La porte de sécurité doit être fermée. Cette condition est surveillée par un capteur (capteur cap-C1).
- ✓ Assurer que la trémie contient suffisamment de granulés de plastiques pour la production.
- ✓ La machine doit être alimentée en électricité par l'activation du disjoncteur principal.

• Mode manuel

1. Allumer la pompe hydraulique en actionnant un bouton sur le pupitre de commande.
2. Activer les résistances de chauffage de la vis (Figure II.9). Lorsque ces dernières atteignent la température optimale (zone 1 à 180°C, zone 2 à 190°C, zone 3 à 195°C et zone 4 à 200°C), l'opérateur peut charger la matière dans la vis (Figure II.10).

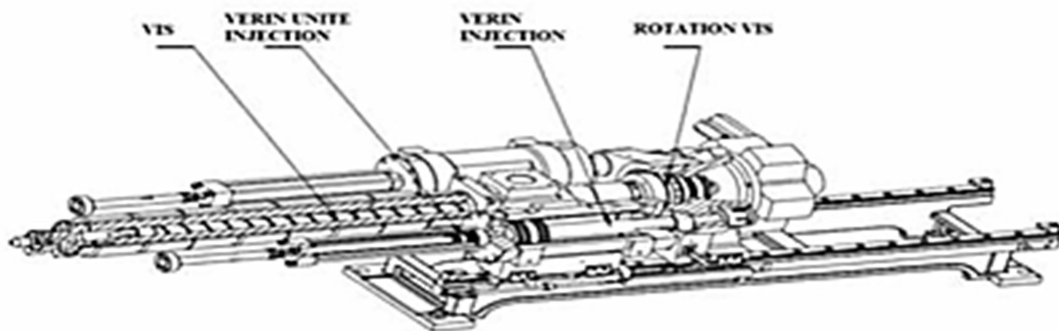


Figure II.9. Les composants de l'unité d'injection.

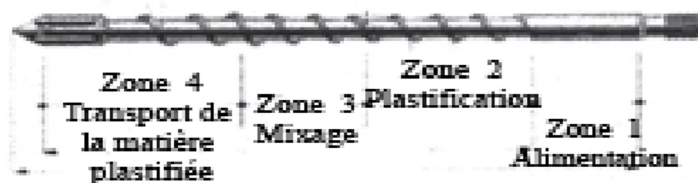


Figure II.10. Les Différentes zones de la vis d'injection.

3. La matière est chargée dans la vis grâce au le moteur hydraulique (Figure II.11). Ce dernier entraîne la rotation de la vis sans fin équipée des colliers chauffants (servant de système de dosage et de chauffage), afin de charger les granulés du plastique dans la vis et acheminer la matière en plastique vers l'avant de la vis.

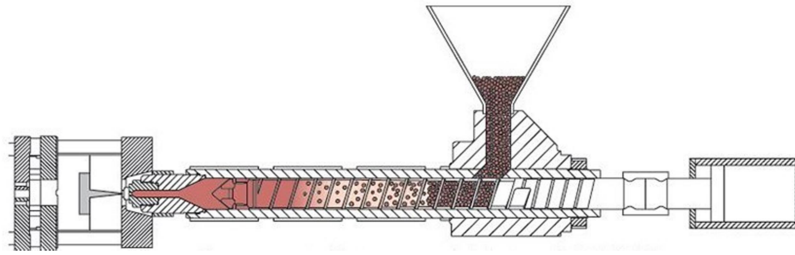


Figure II.11. Chargement de la matière dans la vis.

4. Le chargement de la matière s'arrête dès que la vis arrive à sa position finale et que les **200 mm** sont atteints.
5. Fermeture du moule et injection du fluide dans le moule. Après l'exécution du temps de refroidissement (**2s**), le moule s'ouvre et l'opérateur peut retirer la pièce en plastique.

Après avoir contrôlé tous les mouvements de la machine en mode manuel, l'opérateur passe en mode automatique.

• Mode automatique

Lorsque le mode automatique est enclenché et que le démarrage du cycle (**d-cyc**) est activé :

1. Activation de la soupape **EV4/a** pour que la buse avance jusqu'à s'attacher à l'unité de fermeture. Cette soupape doit s'arrêter lorsque le capteur de position de la buse (**capteur-buse**) est actif.
2. L'électrovanne **EV1/a** s'active pour fermer le moule (les vitesses de fermeture varient grâce aux deux électrovannes **T2** et **R2** qui sont responsables de 3 vitesses différentes). La fermeture du moule (Figure II.12) s'arrête lorsque ce dernier atteint sa position finale, détectée par le capteur **cap-p-m**.

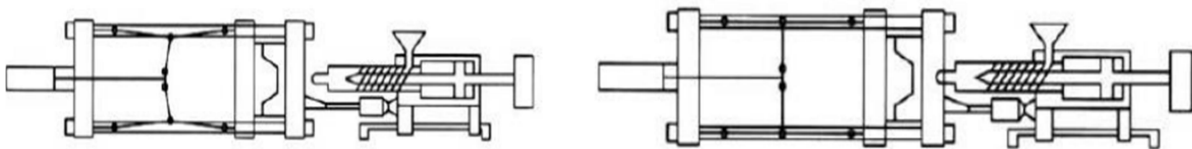


Figure II.12. Schématisation de la fermeture et verrouillage du moule.

3. Activation de la soupape **EV5/a** pour commander le vérin injecteur (la matière est injectée dans le moule par un vérin qui pousse la matière vers l'avant de la vis). Cette opération s'arrête lorsque la vis atteint la consigne finale désirée : tous les **200 mm**, de la matière sont injectés dans le moule (Figure II.13).

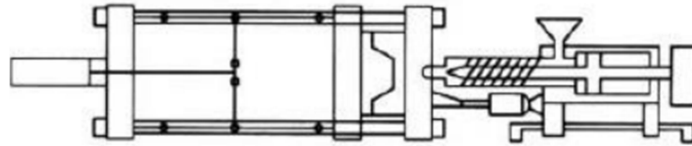


Figure II.13. Schématisation de l'injection du plastique.

4. Le rechargement de la matière s'active (le dosage), la vis tourne à l'aide d'un moteur hydraulique, par excitation de l'électrovanne **EV3**. La matière se charge faisant, ainsi, reculer le vérin d'injection, en parallèle avec l'étape de refroidissement qui s'exécute pour former la pièce finale (Figure II.14).

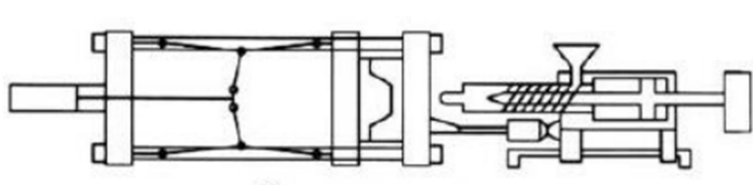


Figure II.14. Schématisation du refroidissement.

5. Activation de l'électrovanne **EV1/b** pour l'ouverture du moule (le moule s'ouvre tout en respectant les consignes saisies par le régleur) (Figure II.15). Cette activation est lancée par le capteur **cap-p-m**.
6. Activation de l'électrovanne **EV2/a** pour éjecter la pièce à l'extérieur. Une fois que la pièce est éjectée, le capteur **c-f-éjecteur** la détecte, puis l'électrovanne **EV2/b** s'active pour le retour du vérin éjecteur.

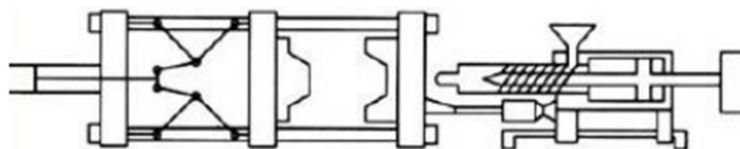


Figure II.15. Ouverture du moule.

Le système est conçu pour s'arrêter immédiatement en cas d'urgence. L'arrêt peut être déclenché par :

- L'appui sur le bouton poussoir d'arrêt d'urgence.
- L'ouverture de la porte de sécurité.

Ce cahier des charges précise les conditions de fonctionnement de la machine en modes manuel et automatique, permettant de garantir une utilisation sécurisée et optimisée pour des performances maximales.

II.5. Modélisation du fonctionnement de la machine d'injection

Le fonctionnement est modélisé par un grafcet niveau 2 (Figure II.16). Mais avant, nous dressons la table des différentes abréviations (Tableau II.3).

	<i>L'abréviation</i>	<i>Le nom et le rôle</i>
1	d-cyc	Démarrage cycle
2	Arrêt d'urgence	Bouton d'arrêt d'urgence machine
3	ct	Capteur de température
4	d-m	Contacteur du moteur
5	manuel	Mode manuel
6	auto	Mode automatique
7	cap-p-m	Capteur de position du moule
8	cap-p-v	Capteur de position de la vis
9	capteur-buse	Capteur de position de la buse
10	c-f-éjecteur	Capteur fin éjection
11	c-d-éjecteur	Capteur début éjection
12	cap-p1	Capteur de sécurité de la porte
13	ev1/a	Fermeture du moule
14	ev1/b	Ouverture du moule
15	ev2/a	Sortie du vérin éjecteur
16	ev2/b	Entrée du vérin éjecteur
17	ev3	Rotation de la vis
18	ev4/a	Avance de la buse
19	ev4/b	Reculé de la buse
20	ev5/a	Avance de la vis
21	ev5/b	Reculé de la vis
22	Km1	contacteur moteur

Tableau II.3. Les abréviations utilisées.

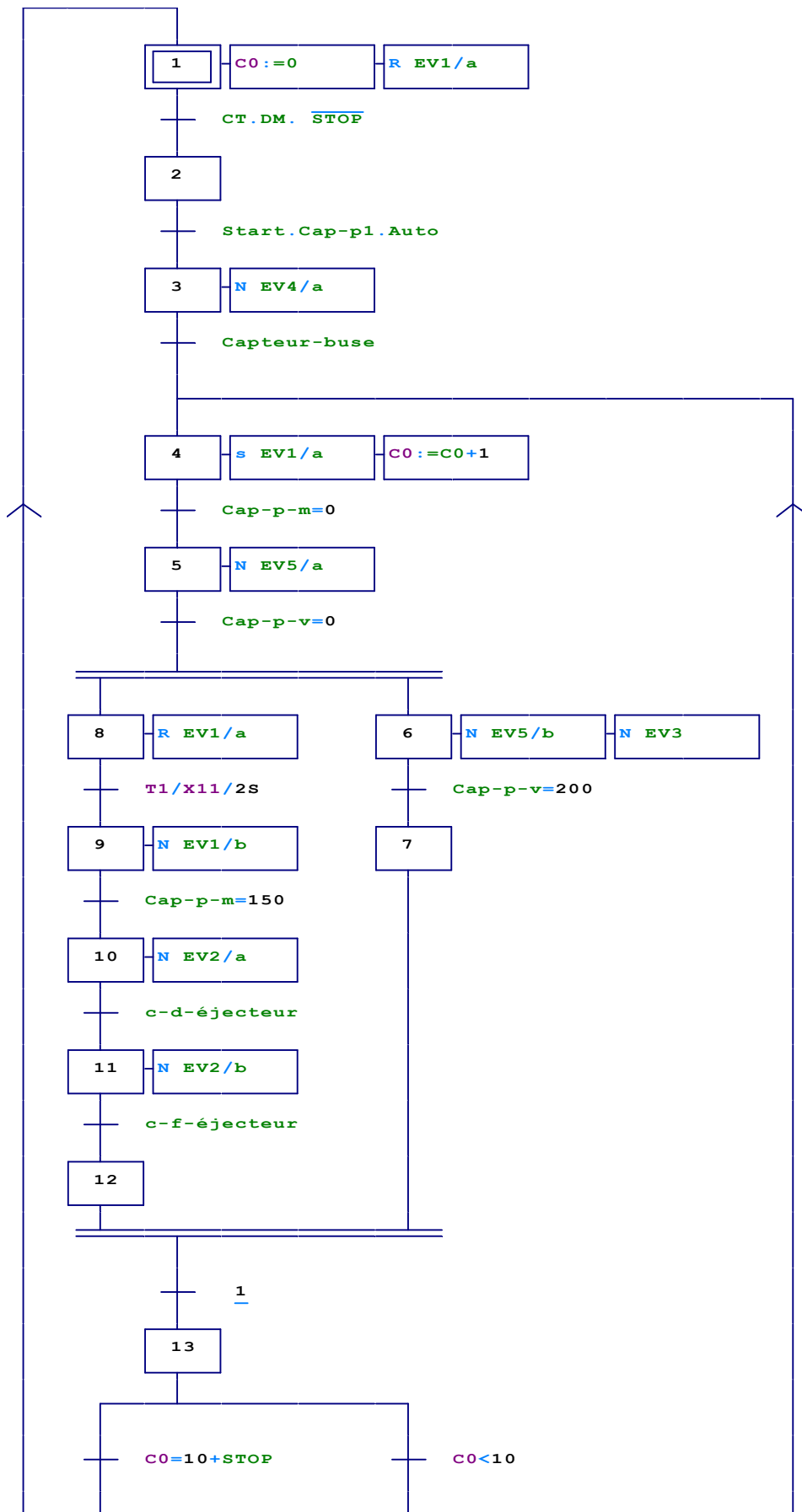
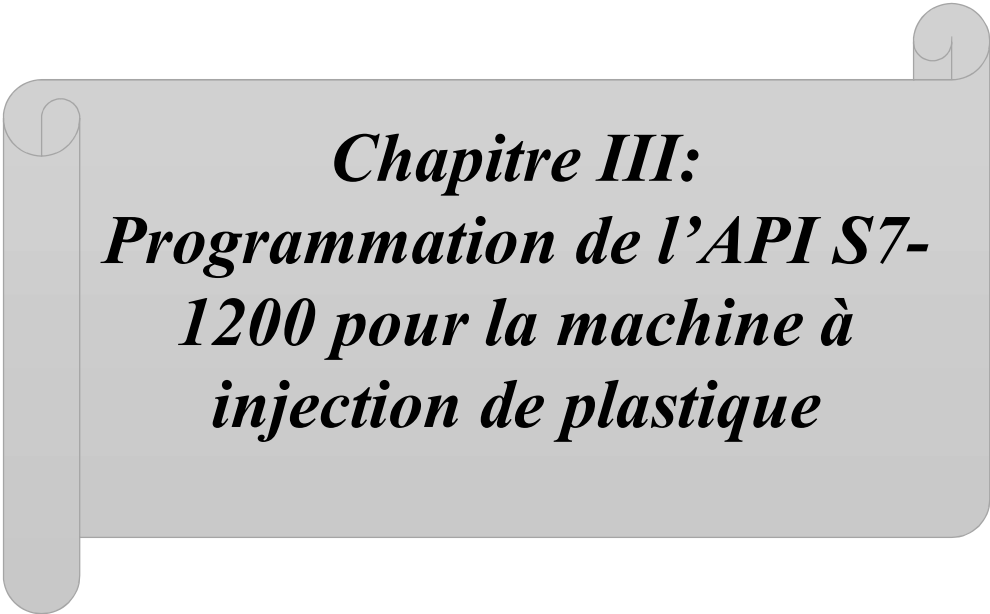


Figure II.16. Grafcet niveau 2 du fonctionnement de notre machine.

II.6. Conclusion

Dans le cadre de notre analyse, nous avons modélisé le processus de commande en utilisant le GRAFCET, tout en tenant compte de la complexité et des contraintes spécifiques à l'entreprise. Nous avons également développé un GRAFCET de niveau 2, qui décrit en détail la partie opérative du système.

En conclusion de ce chapitre, nous affirmons que le GRAFCET constitue un outil de modélisation efficace pour établir un lien entre un cahier de charges fonctionnel et un langage d'implantation, tout en décrivant le comportement attendu de la partie commande d'un système automatisé. Cet outil facilite la transition entre la description et la modélisation, et nous prépare à aborder, dans le chapitre suivant, la programmation de la partie opérative, qui sera réalisée avec TIA Portal V15.1.



***Chapitre III:
Programmation de l'API S7-
1200 pour la machine à
injection de plastique***

III.1.Introduction

Les progrès technologiques de ces dernières années ont abouti au développement des automates programmables industriels (API) et à une révolution conséquente de l'ingénierie de contrôle/commande. Actuellement, l'industrie des automates programmables connaît un développement technologique remarquable, et suit l'avancée technologique des systèmes à microprocesseur. Ces avancées affectent non seulement la conception des automates programmables, mais aussi l'approche philosophique de l'architecture du système de contrôle et, par la suite, le système automatisé de production (SAP) (Figure III.1). En effet, l'automatisation des SAPs consiste à utiliser des technologies et des systèmes automatiques pour contrôler et surveiller les processus de fabrication. Cela comprend l'utilisation, principalement, d'automates programmables mais aussi des capteurs, d'actionneurs et de logiciels de contrôle pour effectuer des tâches qui étaient auparavant réalisées manuellement.

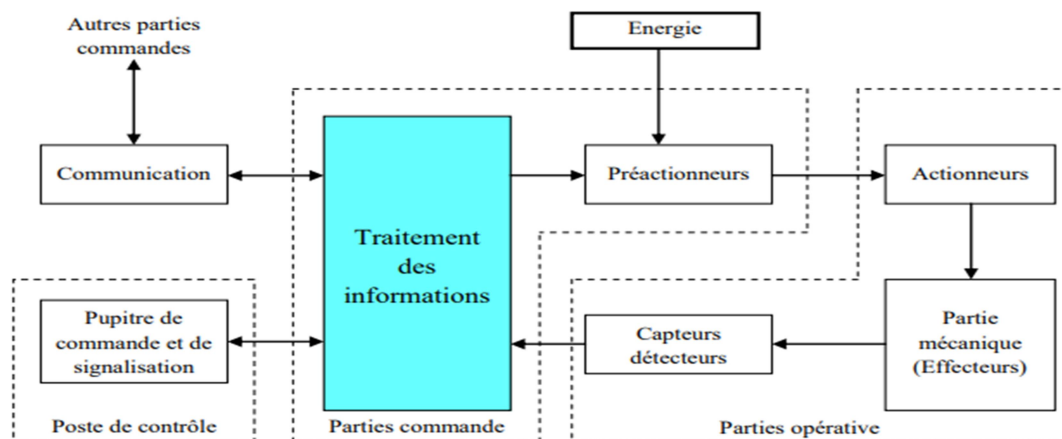


Figure III.1. Structure d'un système automatisé de production [15].

Ainsi, ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables en général, et plus particulièrement à ceux de la firme SIEMENS, notamment le modèle S7-1200. Nous aborderons, également, le logiciel de programmation TIA PORTAL V15.1, qui nous permettra de programmer notre machine.

III.2. Généralités sur l'API

Un API (en anglais *Programmable Logic Controller, PLC*) est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques et comportant une mémoire programmable, par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance,

en temps réel, de processus industriels.

Les automates programmables sont apparus aux USA vers la fin des années soixante. A l'époque, ils étaient destinés, essentiellement, à automatiser les chaînes de montages automobiles. Ils sont, par la suite, de plus en plus employés dans l'industrie [16].

On distingue généralement deux types d'API, en fonction de leur architecture et de leurs capacités (Figure III.2) : les automates compacts et les automates modulaires.



Figure III.2. Automate compact (gauche) et automate modulaire (droite).

L'API est constitué, essentiellement, d'une unité centrale, d'un module (ou interface) d'entrée/sortie, d'un coupleur ou d'une console de programmation (Figure III.3). Ces parties sont reliées entre elles par des bus (ensembles de câblés autorisant le passage de l'information entre ces différents secteurs).

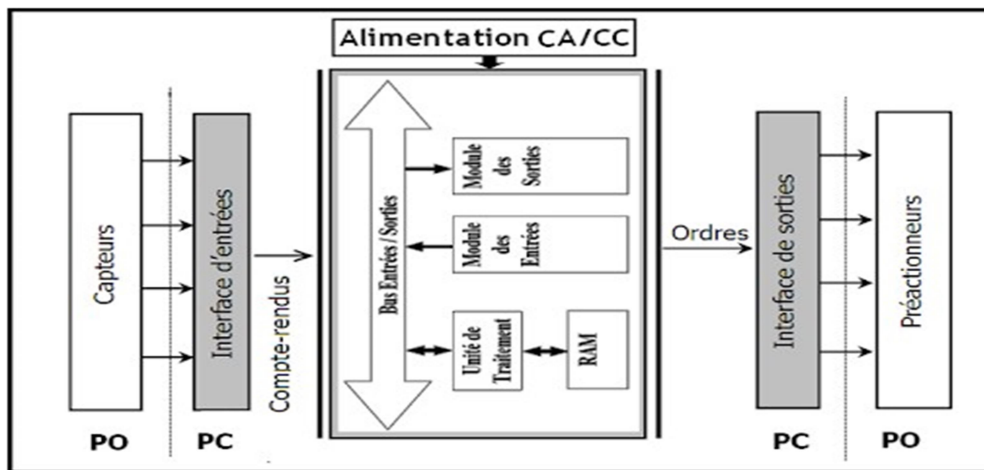


Figure III.3. Structure interne d'un API [17].

Il existe cinq langages de programmation qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels (Tableau III.1).

Le choix d'API dépend de plusieurs critères tels le nombre et la nature de ses entrées/sorties intégrées, la capacité de traitement de son processeur, la capacité de sa mémoire, sa puissance, sa fiabilité, sa robustesse et son immunité aux parasites, la qualité de service après-vente, la durée de garantie, la communication avec les autres systèmes.

Nom en français	Nom en anglais	Son rôle
<i>Le langage à contact</i>	<i>Ladder Diagram (LD)</i>	<i>Il se base sur une approche visuelle évoquant des schémas électriques</i>
<i>Les listes d'instructions</i>	<i>Instruction List (IL)</i>	<i>Ce langage est très proche du langage informatique dit assembleur.</i>
<i>Les diagrammes de schémas fonctionnels</i>	<i>Function Block Diagram (FDB)</i>	<i>C'est un langage graphique qui permet la construction d'équations complexes.</i>
<i>Le texte structuré</i>	<i>Structured Text(ST)</i>	<i>Il s'agit d'un langage textuel de haut niveau qui est utilisé pour décrire des procédures complexes.</i>
<i>Les graphes de fonction séquentielle</i>	<i>Sequential Function Charts (SFC)</i>	<i>Ce langage est issu du langage GRAFCET.</i>

Tableau III.1. Les différents langages de programmation d'API [18].

Actuellement, la machine d'injection du plastique est équipée d'un automate (maitre/esclave) de type TOSHIBA. De nos jours, ce système est devenu obsolète ce qui pourrait provoquer un arrêt brusque de la production dans le cas où une panne surgisse sur les composants de l'API. Aussi, et après avoir établie le cahier de charges de notre machine, dans les chapitres précédents, et après l'aval de l'entreprise, notre choix s'est orienté vers un automate programmable industrielle SIMATIC S7-1200(CPU 1214C DC/DC/RLY). Bien sûr, ce choix a été dicté par le nombre d'entrées et sorties de notre système et, surtout, par l'exigence de l'entreprise, qui envisage d'adopter la firme SIEMENS.

III.3. Présentation de l'automate programmable S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 est un système de commande compact (Figure III.4). Il offre des possibilités d'automatisation maximales pour un investissement contrôlé. Il présente plusieurs caractéristiques [19] :

- Entrées/Sorties TOR et analogique intégrées.
- Possibilité d'extension des E/S TOR ou analogique par signal board ou modules complémentaires.
- Interface PROFINET intégrée qui permet une communication rapide sur le bus de terrain.
- Interface de communication intégrée (Ethernet) pour la mise en réseau et la communication avec d'autres appareils.

Chapitre III : Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

- Extrême simplicité de montage, de programmation et de manipulation.
- Fonctions technologiques performantes intégrées (comptage, mesure, régulation, etc.)
- Possibilité d'ajouter des modules de communication pour PROFIBUS, AS-Interface, etc.



Figure III.4. Automate S7-1200[19].

L'automate S7 1200 est composé d'une CPU (Figure III.5), une alimentation intégrée, des circuits d'entrées et de sorties, un PROFINET intégrée, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques. L'automate S7-1200 dispose d'une large gamme de CPU tel que la CPU 1214C, utilisée dans notre projet.

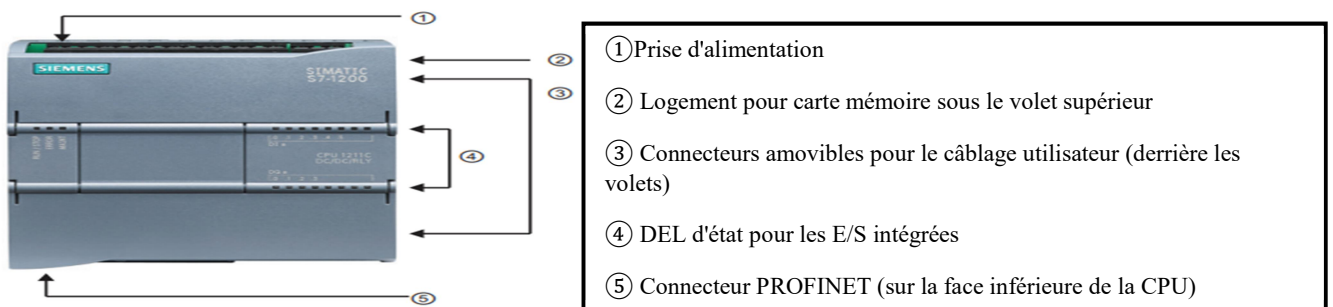


Figure III.5. Les constituants de la CPU du S7 1200.

La CPU du S7 1200 prend en charge des cartes et modules d'extension, à savoir [19] (Figure III.6) :

- Un signal board (SB) : Il prend des E/S supplémentaires pour la CPU.
- Une communication board (CB) : Il permet d'ajouter une autre porte de communication à la CPU.
- Le module d'entrées/sorties (SM) : il permet d'ajouter des E/S numériques ou analogiques.
- Les modules de communication(CM) : fournit un port de communication supplémentaire.

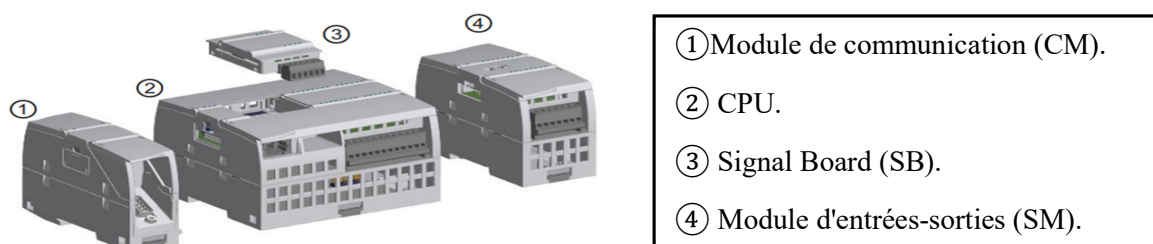


Figure III.6. Module d'extension du S7-1200.

Ces modules d'extension permettent de configurer et d'adapter le S7-1200 aux besoins spécifiques de chaque application, augmentant ainsi sa flexibilité et son efficacité dans divers environnements industriels.

L'évolution rapide de la technique d'automatisation a donné naissance à une multitude de langage de programmation. STEP7 est l'outil de base pour la configuration et la programmation du système d'automatisation SIMATIC et dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel de programmation TIA Portal, qui est le nouvel environnement de travail SIEMENS.

III.4. Programmation sous TIA Portal

III.4.1. Présentation de la plateforme TIA Portal

La plateforme de développement TIA Portal de SIEMENS permet de faire un gain important en temps lors du développement de systèmes d'automatisation. C'est une plateforme tout en un comportant le logiciel **STEP7**, pour la programmation d'automates, et **WinCC Flexible**, pour les interfaces homme-machine. Aussi, grâce à **PLCSIM**, il est possible simuler, de manière intuitive, n'importe quel projet avant de la déployer sur un contrôleur. De ce fait, pour notre travail, nous avons utilisé la **version 15.1** du logiciel TIA Portal (Figure III.7) [20] [21].



Figure III.7. Vue de lancement du logiciel TIA Portal V15.1.

Lorsqu'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose de deux types de vues : vue de portail (Figures III.8 et III.9) et vue du projet (Figure III.10).

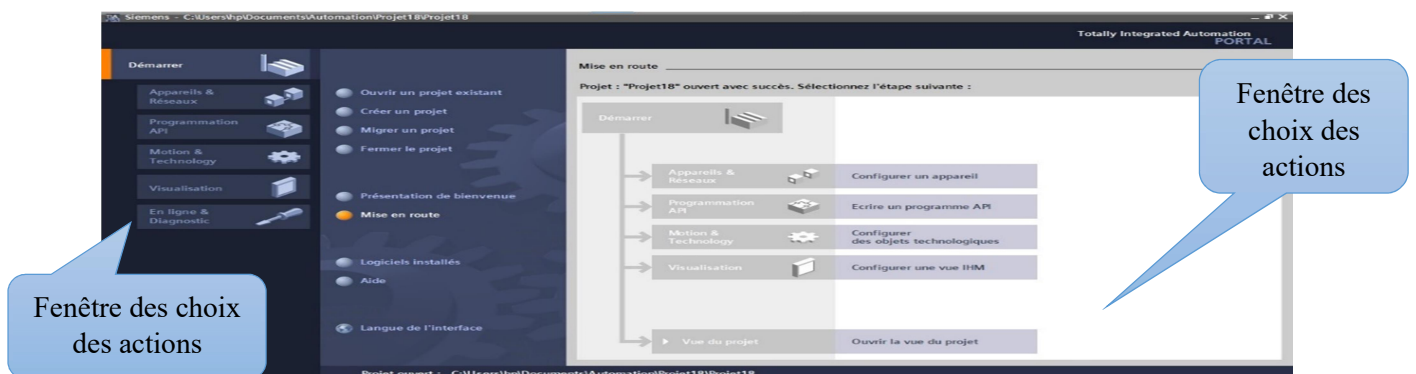


Figure III.8. Vue du portail V15.1.

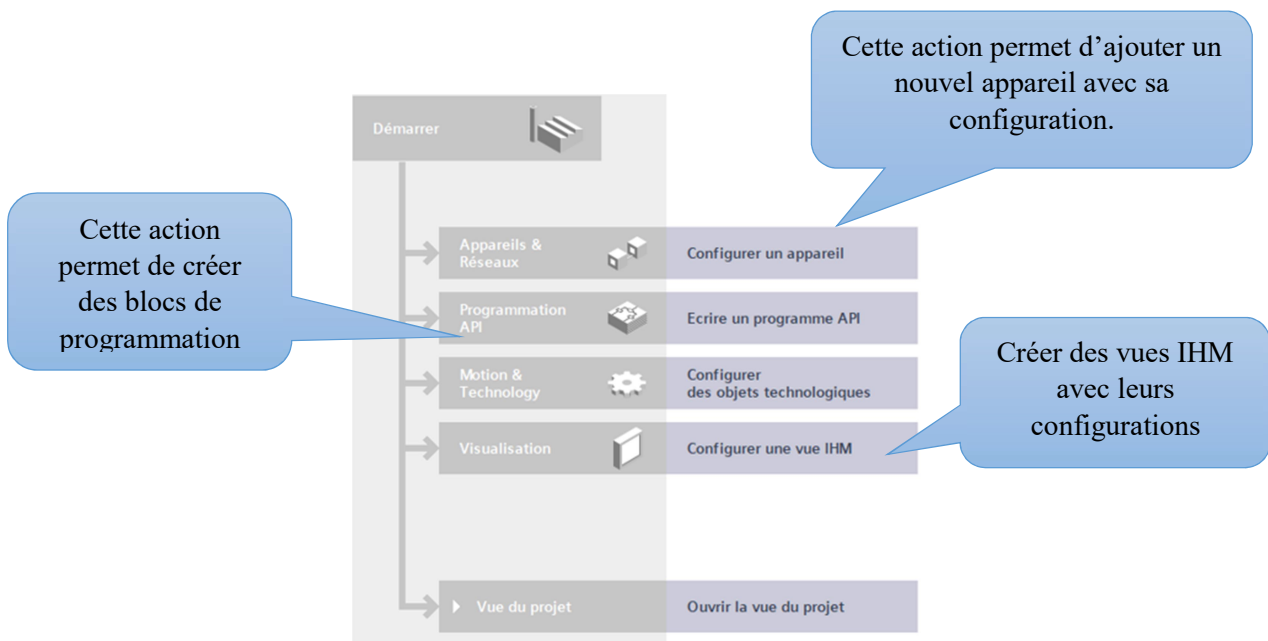


Figure III.9. Les actions principales dans la vue de portail.

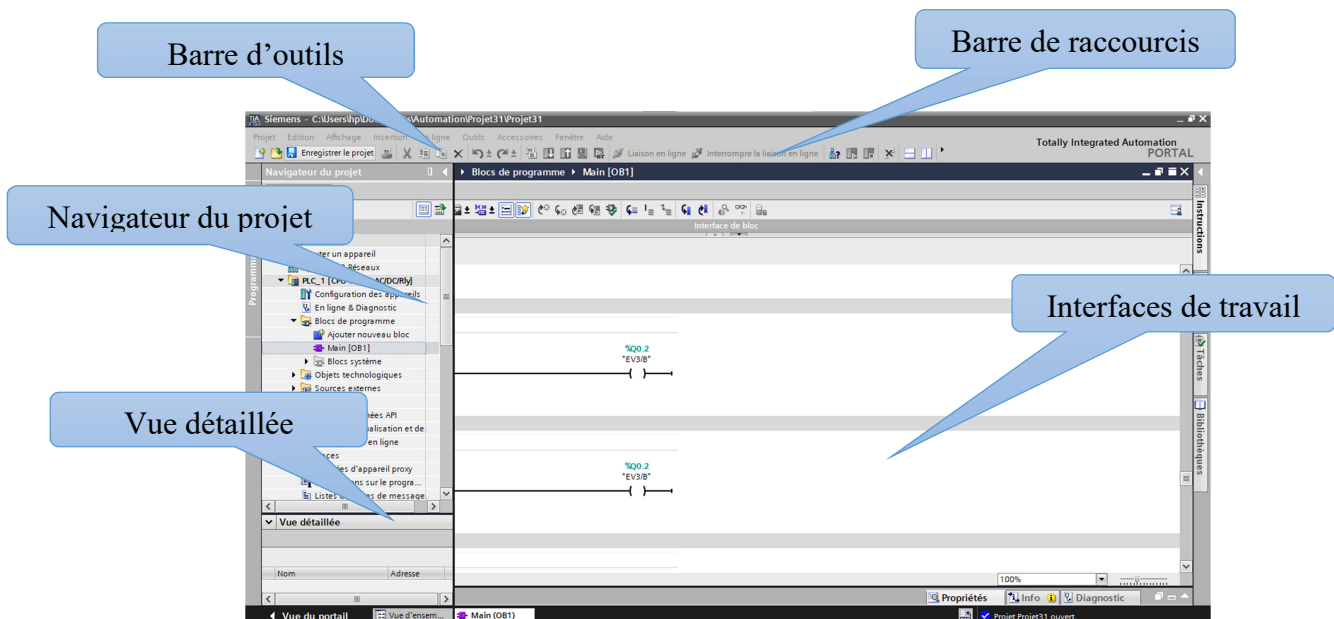


Figure III.10. Vue du projet.

III.4.2. Création du projet sous TIA Portal

Pour créer un projet sous TIA Portal, on dispose d'une certaine liberté d'action. Deux approches sont possibles (Figure III.11). Dans notre cas, nous avons choisis la première alternative, qui impose le passage par des tâches fonctionnelles à savoir :

- Création de projet SIMATIC STEP7.
- Configuration matérielle.
- Définition des mnémoniques.

➤ Création du programme utilisateur.

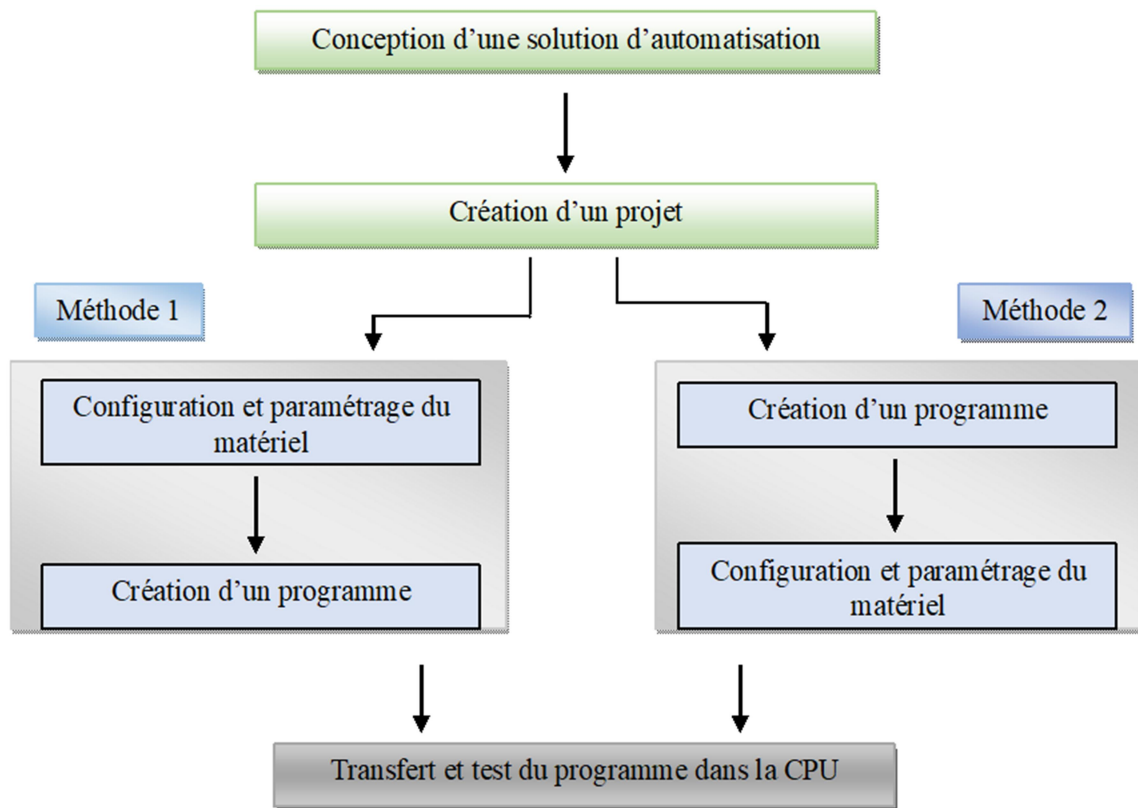


Figure III.11. Les étapes de création d'un projet sur TIA Portal [22].

En plus, pour rédiger un programme, il faut utiliser les blocs de code, qui permettent de créer une structure efficace. Parmi ces blocs on trouve : les blocs d'organisation (OB) les blocs fonctions (FC), les blocs fonctionnels (FB) et les blocs de données (DB) [23].

III.4.2.1. Configuration matérielle

La configuration matérielle requière la définition de la CPU ainsi que les modules introduits dans notre projet. Pour se faire, il suffit de suivre les étapes de la figure III.12.

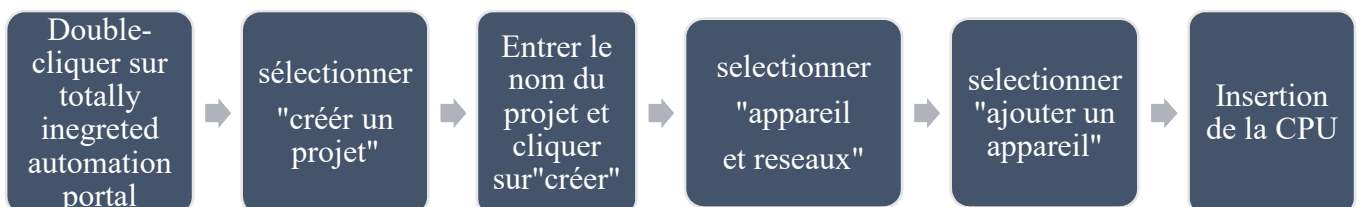


Figure III.12. Etapes pour configurer le matériel.

Nous obtenons, vers la fin, la fenêtre de la figure III.13.

Chapitre III : Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

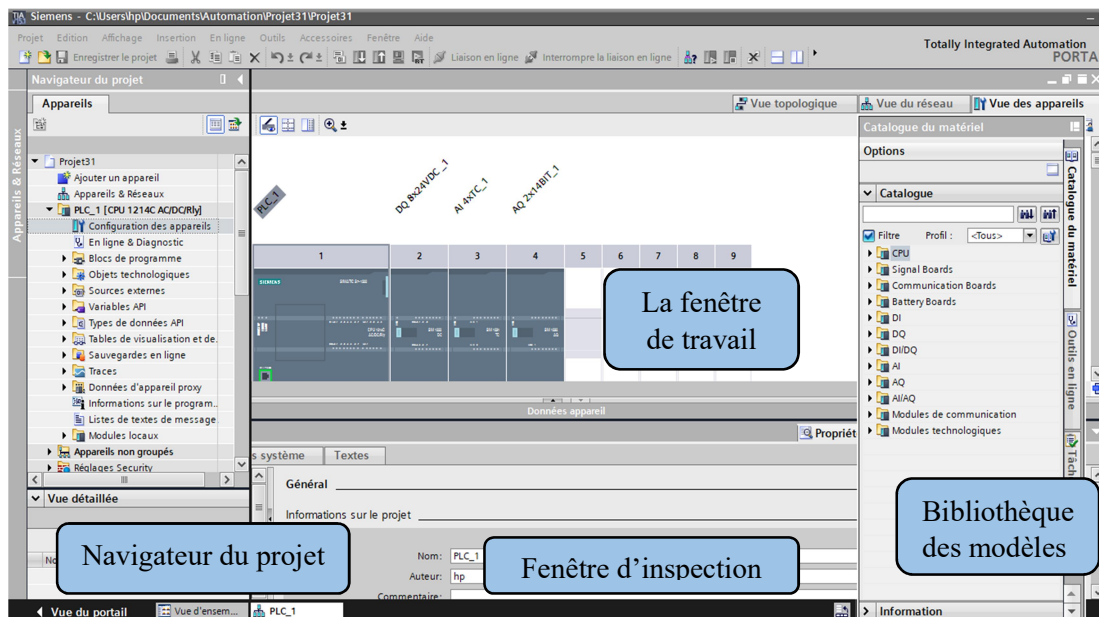


Figure III.13. Fenêtre de la configuration matérielle.

Ensuite, un catalogue de matériel, pour ajouter des modules d'entrées / sorties numériques ou analogiques supplémentaires, est additionné à la configuration matérielle (Figure III.14). Ces modules se raccordent sur le côté droit de la CPU.

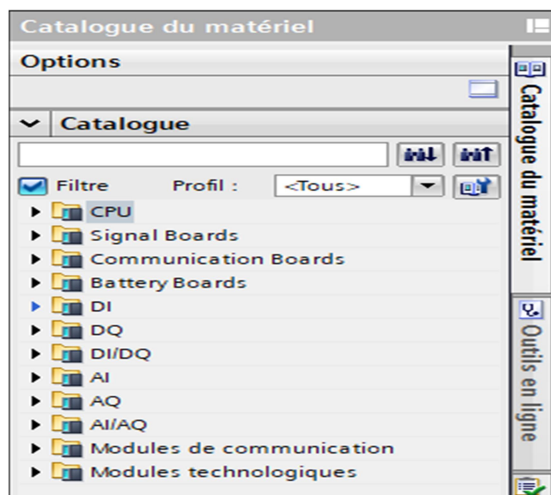


Figure III.14. Catalogue pour ajouter des modules E/S.

Pour notre travail, notre choix s'est porté sur les modules suivants (Figure III.15) :

- **Unité Central CPU 1214C DC/DC/RLY :**
 - Mémoire de travail 100 ko ;
 - Alimentation DC24V ;
 - 14 entrées TOR ,10 sorties TOR et 2 entrées analogiques ;

Chapitre III : Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

- 6 compteurs rapides et sorties d'impulsion intégrés ;
 - Extension des E/S intégré par Signal Board ;
 - Jusqu'à 3 modules de communication série ;
 - 0,04ms/k instruction ;
 - Interfaces PROFINET pour programmation ;
 - Communication IHM et API-API.
- **Module d'entrées/sorties** : DI 16/DQ 16x24VDC ;
 - **Module d'entrées analogiques** : AI 8x13BIT ;
 - **Module de sorties analogique** : AQ 4x14BIT.



Figure III.15. La configuration matérielle de notre projet.

Signalant, que pour connaître l'adressage des entrées et des sorties, présentées dans la configuration matérielles, il faut aller dans « appareil et réseaux » dans le navigateur du projet (Figure III.16).

Module	Empla.	Adresse I	Adresse O	Type	N° d'article	Firmware	Commentaire
PLC_1	1			CPU 1214C AC/DC/RI	6ES7 214-1BG40-0XB0	V4.2	
DI 14/DQ 10_1	1.1	0..1	0..1	DI 14/DQ 10			
AI 2_1	1.2	64..67		AI 2			
HSC_1	1.16	1000..10...		HSC			
HSC_2	1.17	1004..10...		HSC			
HSC_3	1.18	1008..10...		HSC			
HSC_4	1.19	1012..10...		HSC			
HSC_5	1.20	1016..10...		HSC			
HSC_6	1.21	1020..10...		HSC			
Pulse_1	1.32		1000..10...	Générateur d'impulsio...			
Pulse_2	1.33		1002..10...	Générateur d'impulsio...			
Pulse_3	1.34		1004..10...	Générateur d'impulsio...			
Pulse_4	1.35		1006..10...	Générateur d'impulsio...			
Interface PROFINET_1	1.X1			Interface PROFINET			
DQ 8x12VDC_1	2		8	SM 1232 DQB x DC24V	6ES7 222-1BF30-0XB0	V1.0	
AI 4x12C_1	3	128..135		SM 1231 AI4 x 12C	6ES7 231-SQ030-0XB0	V1.0	
AQ 2x14BIT_1	4		144..147	SM 1232 AQ2	6ES7 232-4HB30-0XB0	V1.0	
	5						
	6						

Figure III.16. Adressage des E/S.

III.4.2.2. Tableau des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposé. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement le grand nombre de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Pour la réaliser, nous avons suivi les étapes de la figure III.17. Pour notre travail, nous avons créé la table de la figure III.18.



Figure III.17. Etapes de la réalisation de la table des mnémoniques.

Table de variables standard								
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
6	ev2/a	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sortie verin ejecteur
7	ev2/b	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	rentre verin ejecteur
8	ev3	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	retation vis
9	ev4/a	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	avance buse
10	ev4/b	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	recule buse
11	ev5/a	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	avance vis
12	ev5/b	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	recule vis
13	d-cyc	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	demarrage cycle
14	cap-t1	Int	%IW150	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur temperature zone 1
15	cap-t2	Int	%IW152	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur temperature zone 2
16	cap-t3	Int	%IW154	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur temperature zone 3
17	cap-t4	Int	%IW156	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur temperature zone 4
18	cap-p-m	Int	%IW158	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur position moule
19	cap-p-v	Int	%IW160	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur position vis
20	cap-l	Int	%IW162	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur de reatation
21	t1	Int	%QW164	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	electrovanne proportionnelle
22	r1	Int	%QW166	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	electrovanne proportionnelle
23	km1	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	contacteur moteur
24	d-m	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	demarrage moteur
25	d-r	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	allumage resistance de chauffage
26	r1(1)	Bool	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	resistance zone 1
27	r2	Bool	%Q1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	resistance zone 2
28	r3	Bool	%Q1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	resistance zone 3
29	r4	Bool	%Q1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	resistance zone 4
30	temperature-zone1	Real	%MD52	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valeur temperature zone 1
31	temperature-zone2	Real	%MD56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valeur temperature zone 2
32	temperature-zone3	Real	%MD64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valeur temperature zone 3
33	temperature-zone4	Real	%MD70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valeur temperature zone 4

Figure III.18. Tableau des mnémoniques.

III.4.2.3. Programme d'exécution

Après avoir déclaré les mnémoniques, nous avons entamé le programme d'exécution. Le développement de ce programme se fait en utilisant tous les blocs fonctionnels et les blocs de données nécessaires au déroulement du processus. Pour concevoir ce programme, nous avons suivi les étapes de la figure III.19.



Figure III.19. Etapes de réalisation du programme.

Nous avons utilisé le langage CONT/LADDER pour la programmation de notre machine en raison de sa simplicité, de sa facilité de visualisation et d'identification des anomalies, ainsi que notre familiarité avec ce langage pendant notre formation.

La méthode la plus efficace, pour une bonne organisation du projet, est de créer des fonctions et d'attribuer à chacune une tâche particulière à exécuter. Dans notre cas nous avons utilisé les blocs suivants (Figure III.20) :

- **Bloc d'organisation** : Il est présent par défaut. Il constitue l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. Il est appelé automatiquement par le système et exécuté d'une façon cyclique. Dans notre travail, nous l'avons nommé **Main [OB1]**. Il fournit la structure de base de notre programme.
- **Bloc fonction (FC)** : C'est un sous-programme qui est exécuté lorsqu'il est appelé par un autre bloc de code (OB, FB ou FC). Les sous-programmes utilisés dans notre programme :
 - ✓ [FC1] : Pour la partie d'injection ;
 - ✓ [FC2] : Pour la partie du moule.
- **Bloc de données (DB)** : Il est utilisé pour mémoriser des données utilisées par les autres blocs.

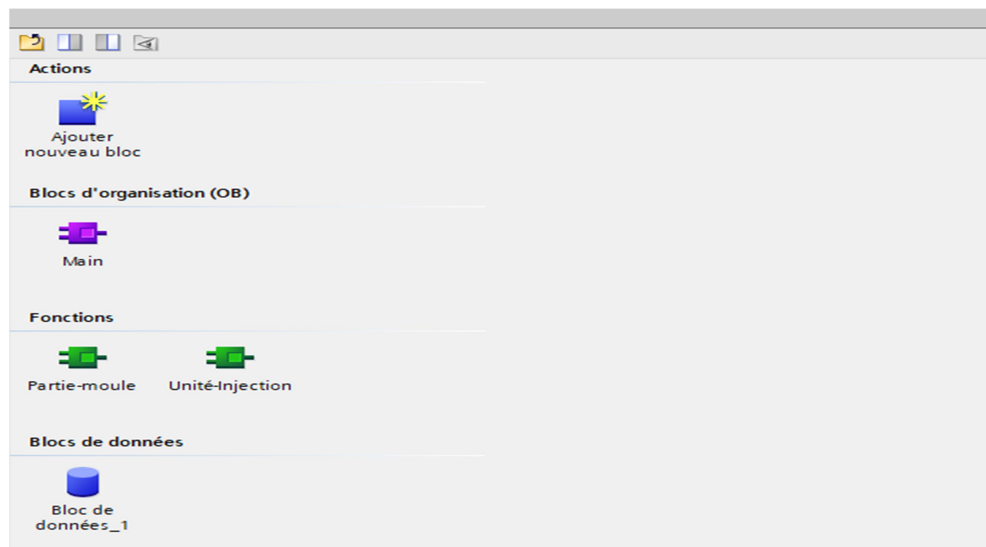


Figure III.20. Les blocs de notre programme.

Les figures III.21 et III.22 représentent et donnent deux exemples de notre programme.

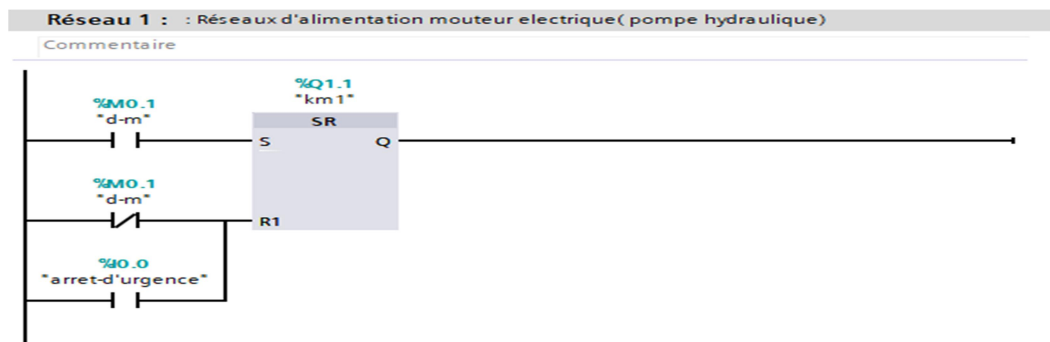


Figure III.21. Programme d'alimentation du moteur.

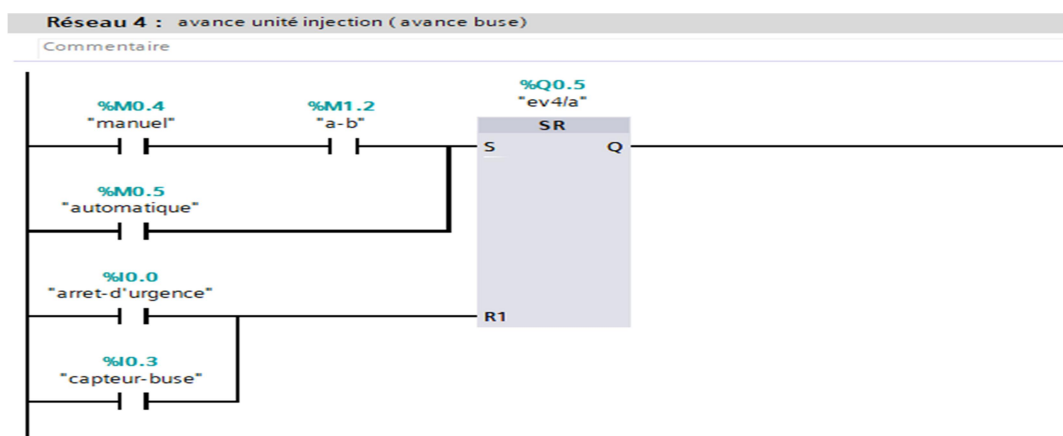


Figure III.22. Programmation d'avance de la buse.

III.4.2.4. Communication avec une console de programmation

Dans la CPU que nous avons choisi, il existe un PROFINET intégré qui est utilisé pour la communication entre l'API et le pupitre IHM ou PC. Nous avons, donc, établi la communication grâce à ce réseau. Pour cela, il a suffi de suivre les étapes de la figure III.23.



Figure III.23. Les étapes de création de la liaison réelle avec PROFINET.

Pour configurer les paramètres pour l'interface PROFINET, nous sélectionnons le carré PROFINET vert, sur la CPU (Figure III.24). L'onglet « propriétés », de la fenêtre d'inspection, affiche le port PROFINET et celui de la CPU, pour configurer cette dernière la communication.

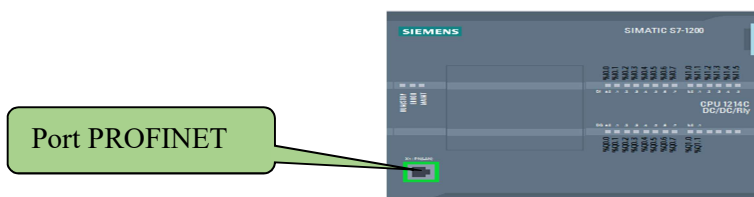


Figure III.24. Configuration porte de communication PROFINET.

Chaque appareil doit, également, comporter une adresse IP (Internet protocole). Cette adresse permet à l'appareil de transmettre les données dans un réseau routé plus complexe. Nous avons utilisé les deux adresses suivantes :

- 1) Pour l'automate, l'adresse IP de la CPU est donnée dans la figure III.25.

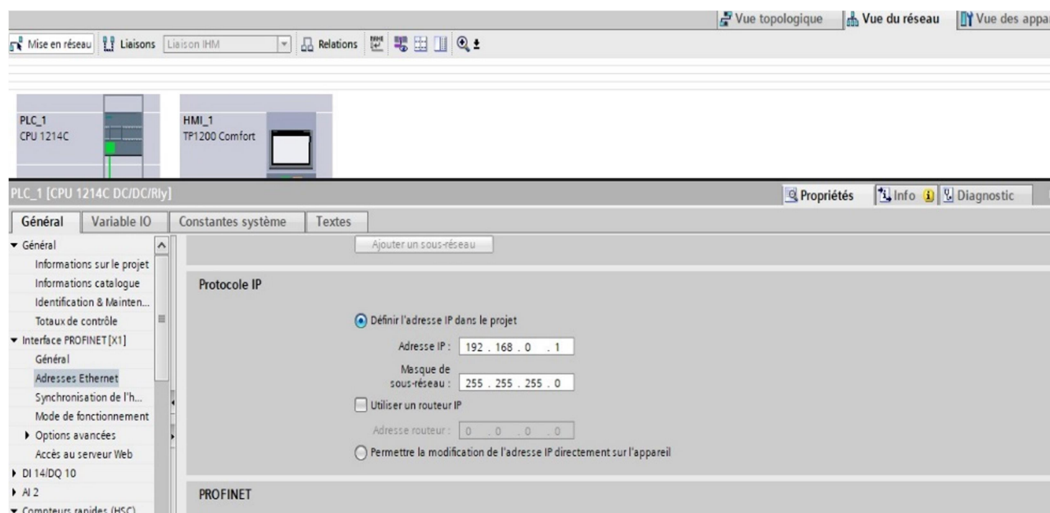


Figure III.25. L'adresse Ethernet pour la CPU.

2) Pour le pupitre, l'adresse IP est donnée dans la figure III.26.

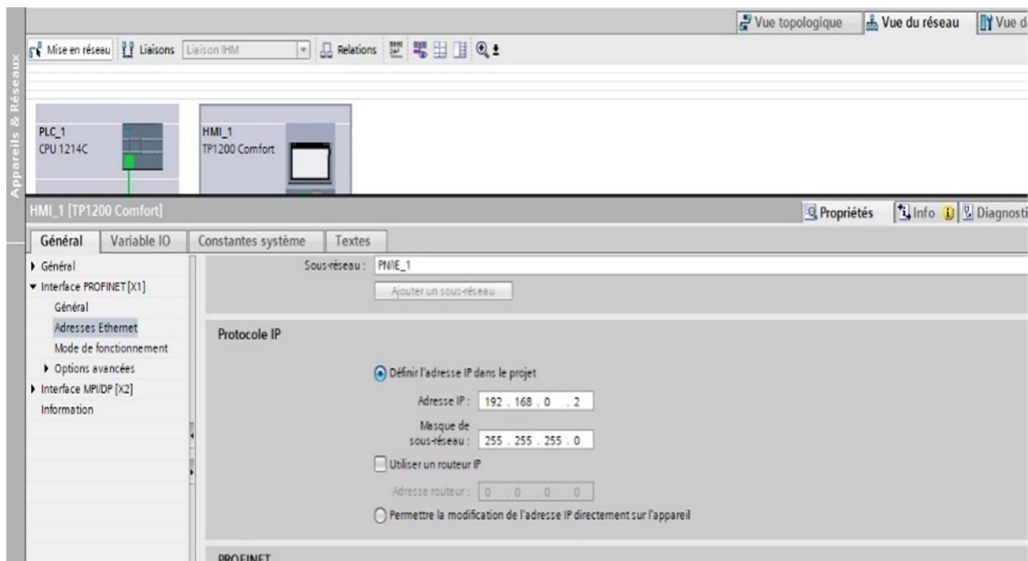


Figure III.26. L'adresse Ethernet pour le pupitre.

Une fois la configuration (réseau PROFINET et CPU) est achevée, nous avons chargé les éléments de notre projet de la console de programmation vers la CPU (Figure III.27). Lors du chargement du projet, la CPU sauvegarde le programme utilisateur en mémoire permanente et toutes les adresses IP sont configurées.

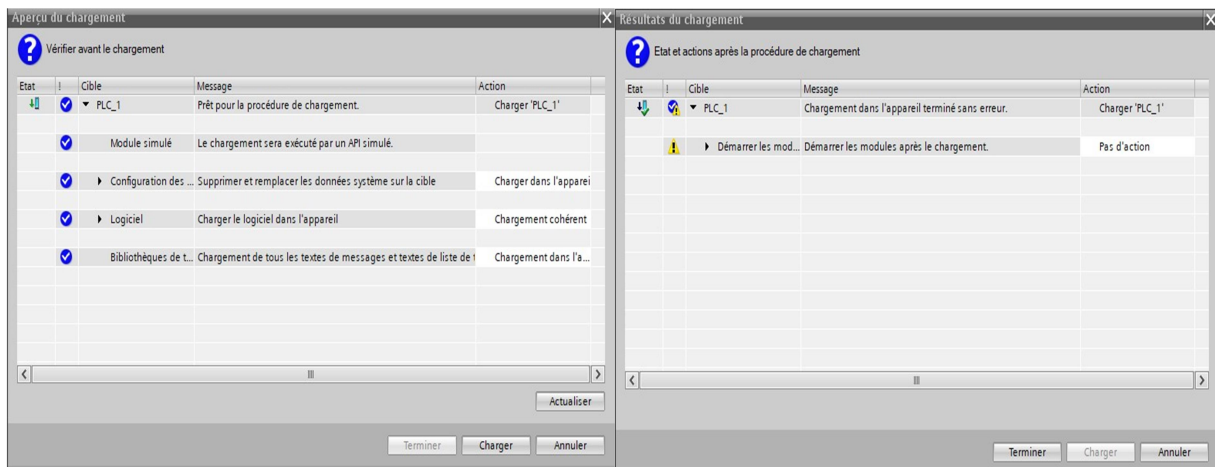


Figure III.27. Chargement du programme dans l'API.

III.4.2.5. Simulation du programme

Pour pouvoir simuler notre programme avec le logiciel TIA PORTAL, il faut suivre quelques étapes (Figure III.28).

Chapitre III : Programmation de l'API S7-1200 pour la machine à injection de plastique

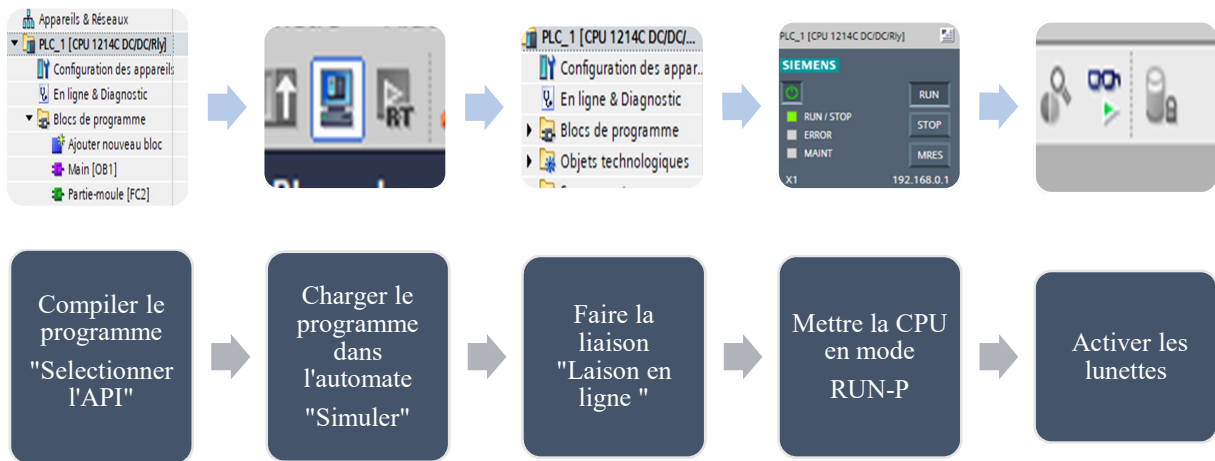


Figure III.28. Les étapes de simulation du programme .

Notons que le changement des couleurs et l'apparition des valeurs signifie que le programme fonctionne convenablement (Figure III.29).

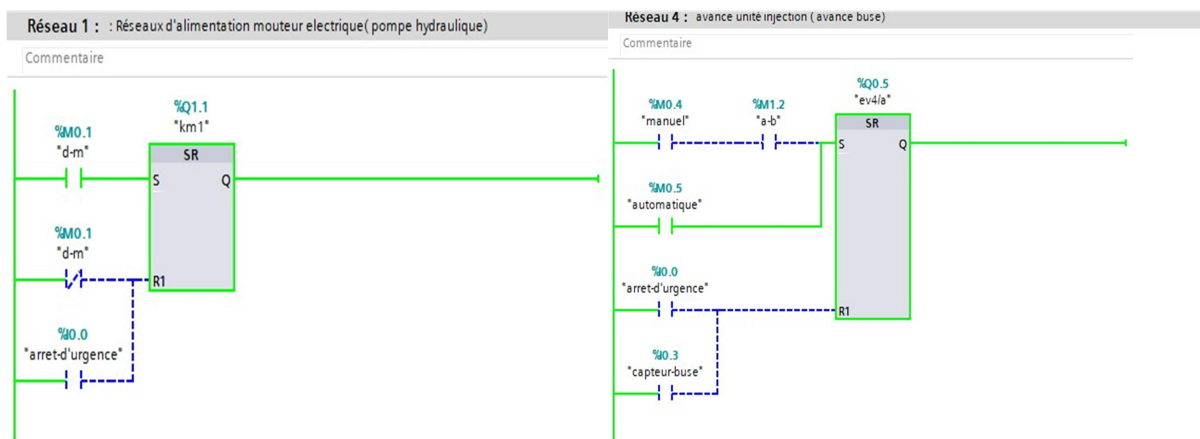


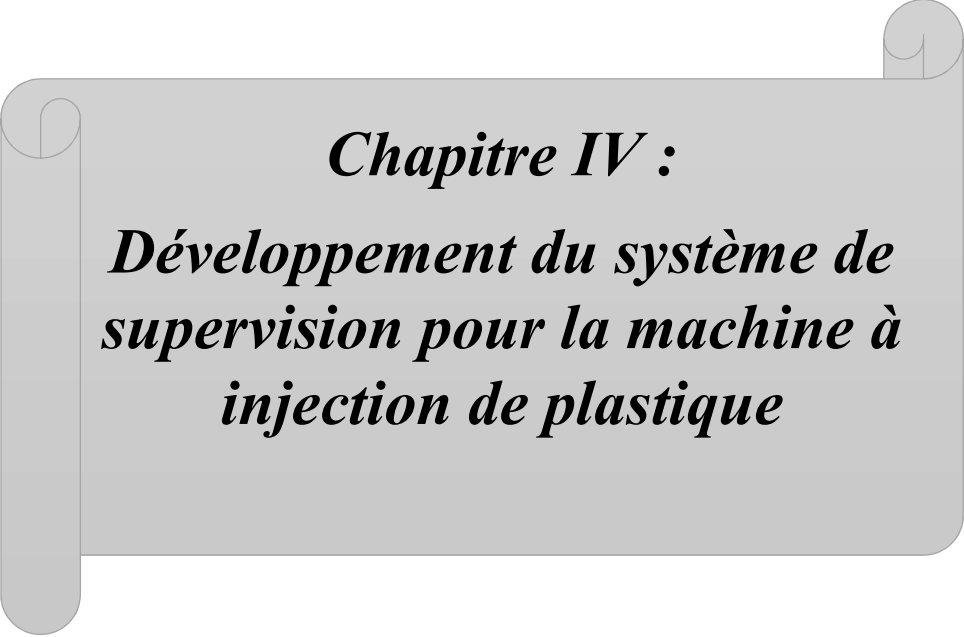
Figure III.29. Deux exemples d'une partie de notre programme après l'exécution.

III.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons approfondi notre compréhension des automates programmables industriels S7-1200 de SIEMENS et du logiciel de programmation TIA Portal V15.1. Cette analyse nous a permis d'appréhender en détail le fonctionnement et la contribution essentielle de ces outils dans les systèmes automatisés.

La simulation de la programmation de la machine d'injection plastique a été réalisée avec le logiciel S7-PLCSIM, facilitant ainsi la validation et l'observation du comportement de la machine avant son intégration sur un automate réel. Cette approche a été déterminante pour effectuer les ajustements nécessaires à nos programmes.

Dans le chapitre suivant, nous développerons une plateforme de supervision dédiée, visant à suivre en temps réel l'évolution du procédé et à garantir une gestion et un contrôle optimisés de l'ensemble du système.



Chapitre IV :
***Développement du système de
supervision pour la machine à
injection de plastique***

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

IV.1. Introduction

Actuellement, les tâches industrielles sont de plus en plus complexes et nécessitent des contrôles, des surveillances, des diagnostics et des travaux de maintenance souvent difficiles. Cependant, l'utilisation de la supervision industrielle peut résoudre ces problèmes tout en permettant de gagner du temps. La communication entre l'opérateur et le processus est assurée par une interface Homme-Machine. Le contrôle proprement dit est assuré par le système d'automatisation.

Notre objectif, dans ce chapitre, est la réalisation d'un système de supervision pour la machine d'injection à l'aide du logiciel de supervision WinCC Flexible.

IV.2. Supervision industrielle

La supervision est une forme évoluée de dialogue Homme-Machine. Elle sert à représenter et surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé. La supervision est, donc, composée d'un ou plusieurs ordinateurs en réseau, équipés de logiciels adéquats. Mais celle-ci se fait, aussi, sur des consoles ou des écrans tactiles. La mise en place d'un système de supervision permet de visualiser en temps réel la bonne marche de l'installation et d'être alerté, immédiatement, en cas de défauts ou d'alarmes.

La majorité des systèmes de supervision se compose, généralement, d'un moteur central auquel se rattachent des données provenant des équipements. Ce moteur central assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques (Figure IV.1) [24].

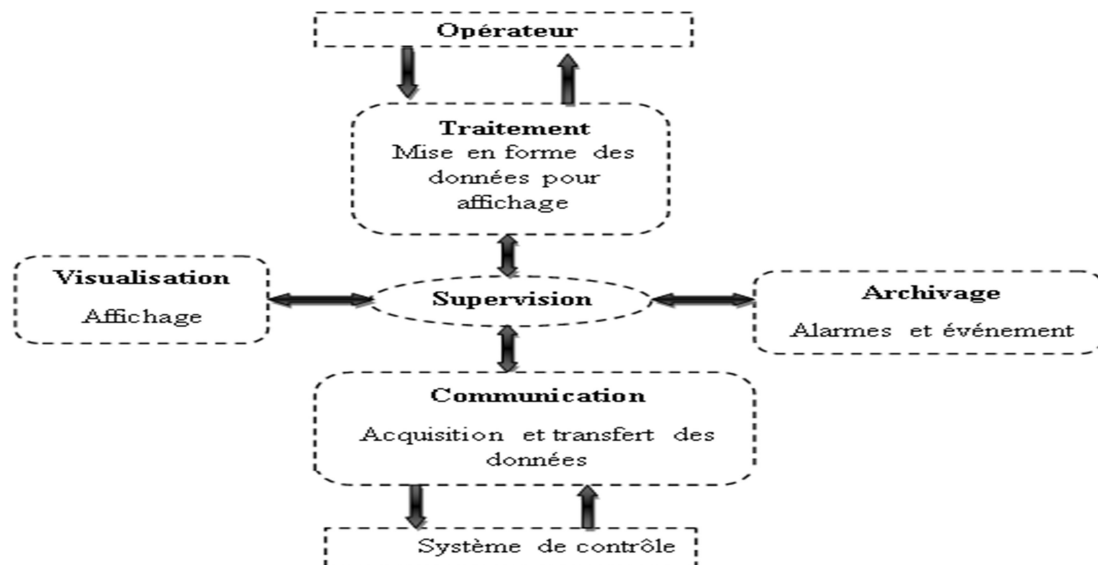


Figure IV.1. La structure d'un système de supervision.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

Avec SIEMENS, c'est le logiciel SIMATIC WinCC qui est utilisé. En effet, intégré depuis peu sur TIA Portal, WinCC permet de programmer des panels de supervision SIEMENS.

IV.3. Développement d'un système de supervision sous WinCC TIA PORTAL

WinCC TIA Portal est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de pupitres SIMATIC, de PC industriel SIMATIC et de PC standard par le logiciel de visualisation (Figure IV.2). C'est le logiciel pour toutes les applications IHM allant de solutions de commande simples avec basic panels aux applications SCADA pour système multipostes basé sur PC [25].

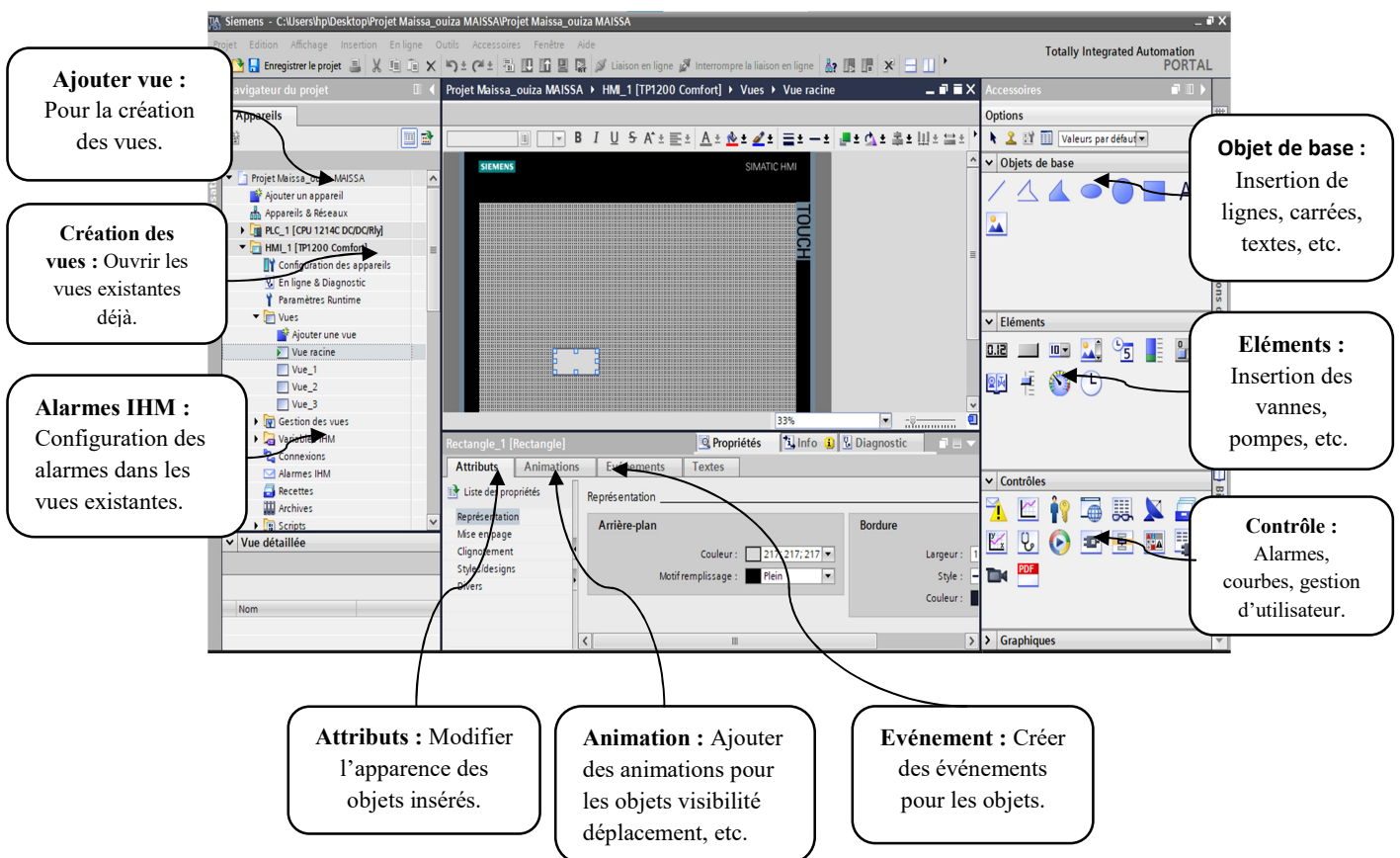


Figure IV.2. Vue d'ensemble du logiciel WinCC.

Dans WinCC, chaque projet crée contient, principalement, des vues que l'on crée pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du processus. La conception d'une interface passe par plusieurs étapes résumées dans figure IV.3 [26].

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

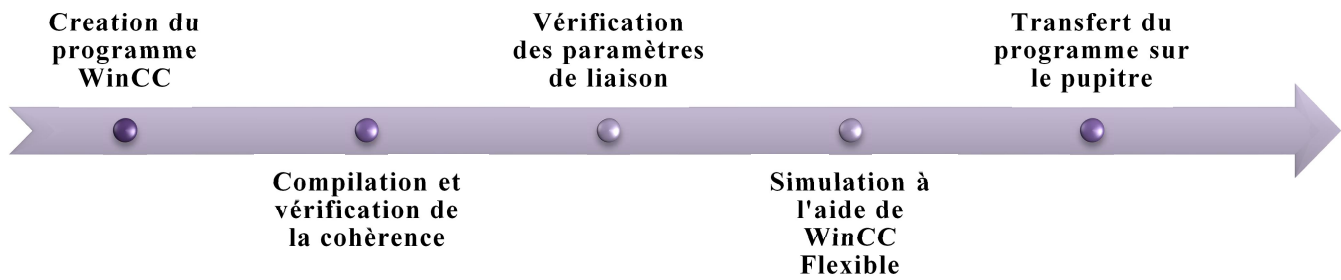


Figure IV.3. Etapes pour la conception d'une interface via WinCC.

Le pupitre de supervision, que nous avons choisi, permet de visualiser les étapes de création des vues de la machine d'injection et nous informer, ainsi, de l'état de chaque composant en temps réel.

Pour notre système de supervision, nous avons choisi l'IHM TP1200 Comfort. Cette IHM présente les caractéristiques suivantes :

- Ecran TFT de **12.1** pouces, avec une résolution de **1280 x 800** pixels, capable d'afficher jusqu'à 16 millions de couleurs.
- Connectivité comprenant MPI/PROFIBUS DP, PROFINET /Industriel Ethernet avec prise en charge de MRP (Media Redundancy Protocol) et RT/RT (Real-Time/Isochronous Real-Time) (2 ports).
- 2 emplacements pour cartes multimédia pour l'extension de la mémoire ou le stockage de données supplémentaires.
- 3 ports USB pour la connexion de périphérique externes.

La communication entre la CPU de l'API et l'IHM est réalisée par le réseau PROFINET (Figure IV.4).

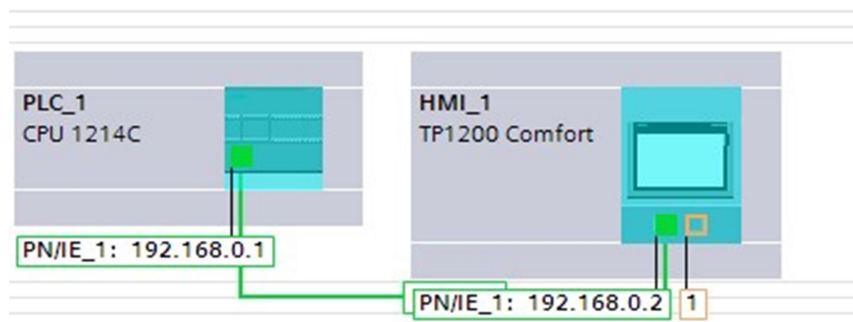


Figure IV.4. La liaison entre l'API et l'IHM.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

IV.4. Les étapes d'accomplissement de la supervision de notre station

La supervision de la machine consiste à intégrer un écran de supervision IHM (écran tactile) selon différentes étapes.

A- Assurer que le programme est correcte (il n'y a pas des erreurs de programmation) (Figure IV.5).

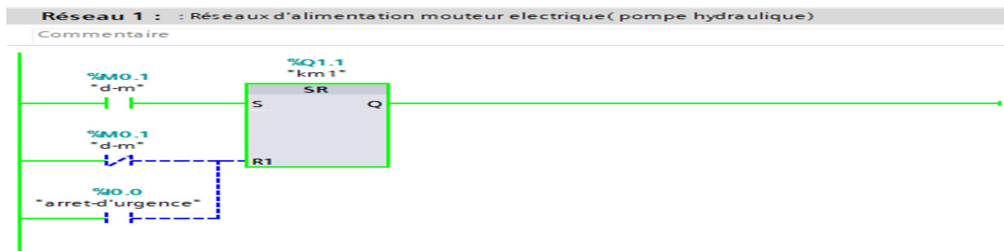


Figure IV.5. Exemple d'une partie du programme après exécution.

B- Assurer une bonne liaison entre l'API et l'IHM : La liaison se fait avec PROFINET qui assure l'échange des données avec l'API. La conception de cette liaison passe par plusieurs étapes (Figure IV.6).



Figure IV.6. Les étapes de création des liaisons IHM.

C- Création de la table des variables : Elle est créée à partir de la table des variables de L'API. Elle consiste à utiliser la table des variables du programme de l'API. Dans ce cas, la table des variables IHM va être créée automatiquement (Figure IV.7).

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse
a_ejecteur	Bool	HM_Liaison...	PLC_1	a_ejecteur	
a-b	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"a-b"	
alarme	Word	HM_Liaison_1	PLC_1	alarme	
automatique	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	automatique	
a-v	Bool	HM_Liaison_1	PLC_1	"a-v"	
Bloc de données_1_consigne-t-z1	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".con...	
Bloc de données_1_consigne d...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".co...	
Bloc de données_1_consigne-f...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".con...	
Bloc de données_1_consigne-t...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".con...	
Bloc de données_1_consigne-t...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".con...	
Bloc de données_1_consigne-t...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".con...	
Bloc de données_1_position-f...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-f...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-f...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-o...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-o...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-o...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_position-v-f	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".posi...	
Bloc de données_1_vitesse-fm...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".vite...	
Bloc de données_1_vitesse-fm...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".vite...	
Bloc de données_1_vitesse-fm...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".vite...	
Bloc de données_1_vitesse-o...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".vite...	
Bloc de données_1_vitesse-o...	Real	HM_Liaison_1	PLC_1	"Bloc de données_1".vite...	

Figure IV.7. Table des variables IHM.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

D- *Configuration des entrées /sorties* : Dans TIA Portal, la configuration des entrées-sorties (E/S) fait référence à la manière dont les modules d'E/S physiques sont configurés et intégrés dans un système d'automatisation.

IV.5. Développement de la plateforme de supervision de la machine

IV.5.1. Création des vues

Nous avons réalisé quatre vues (Figure IV.8) : vue d'accueil, vue globale, vue des paramètres et vue des alarmes.

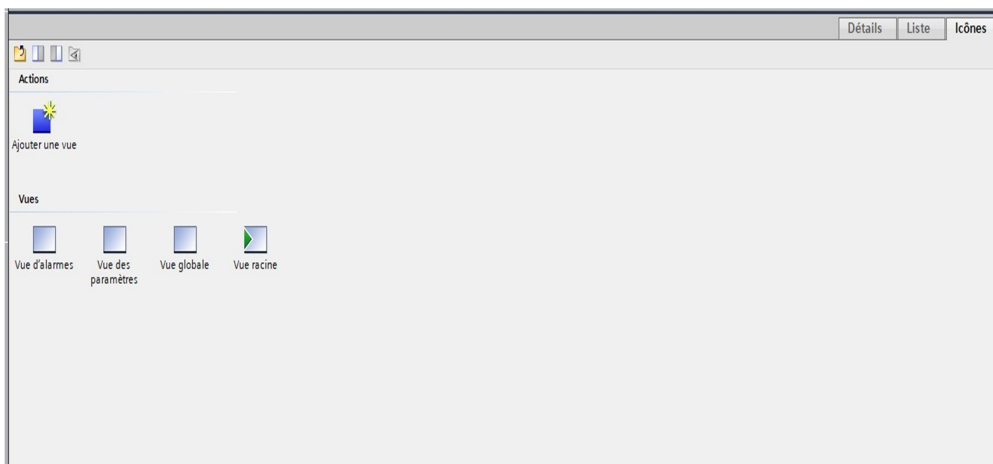


Figure IV.8. Les différentes vues créées.

IV.5.1.1. Vue d'accueil

A partir de cette vue (Figure IV.9), nous pouvons accéder à la vue globale du système à partir du bouton « Aller à ».



Figure IV.9. La vue d'accueil.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

IV.5.1.2. Vue globale

Dans cette vue (Figure IV.10), tous les composants de notre machine sont représentés. Elle offre une vue d'ensemble du fonctionnement de la machine, incluant notamment la section moule et la section injection. De plus, elle intègre des boutons qui permettent d'accéder à l'ensemble des différentes vues que nous avons développées. La figure IV.11 montre le résultat d'une simulation.

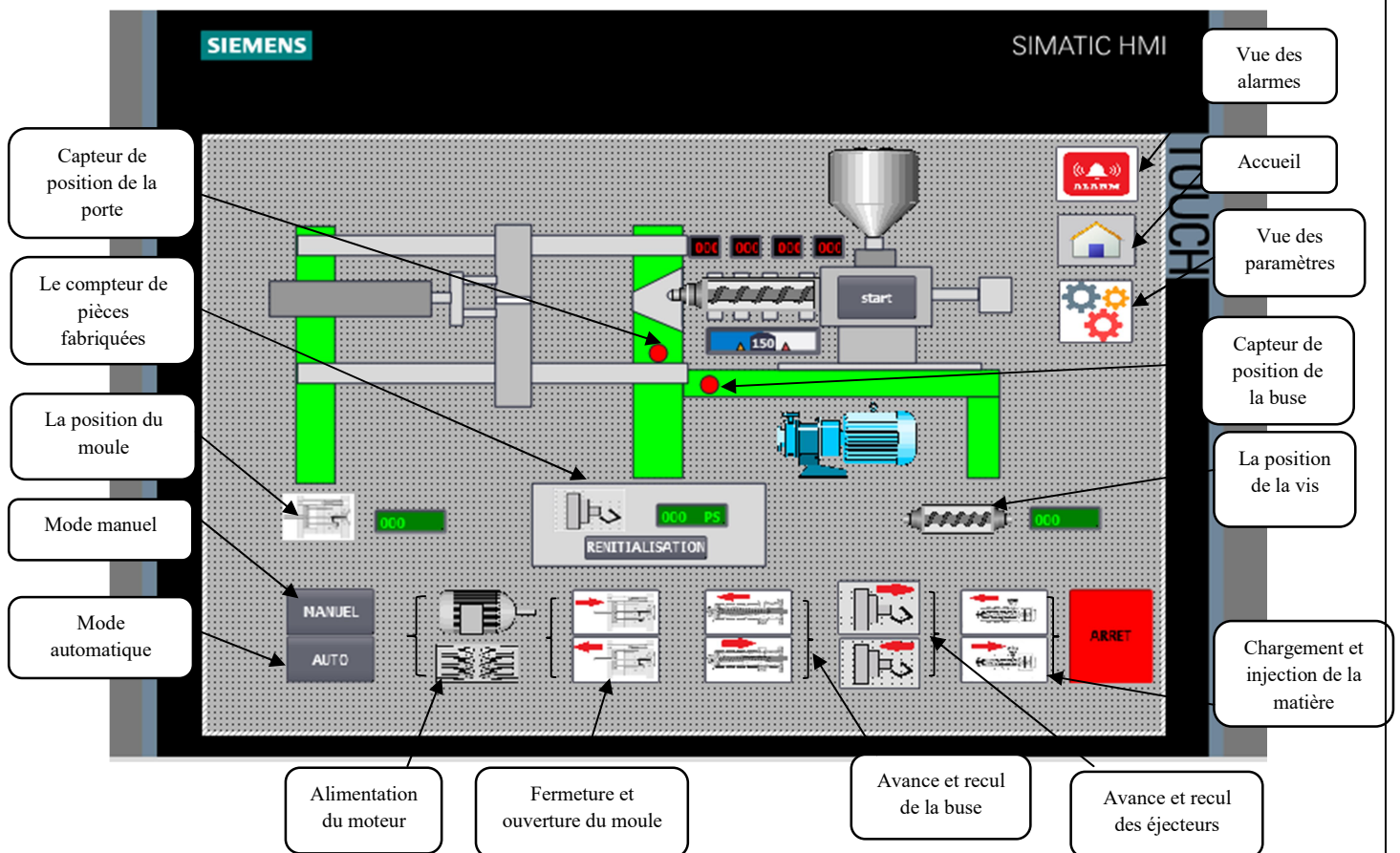


Figure IV.10. La vue globale.

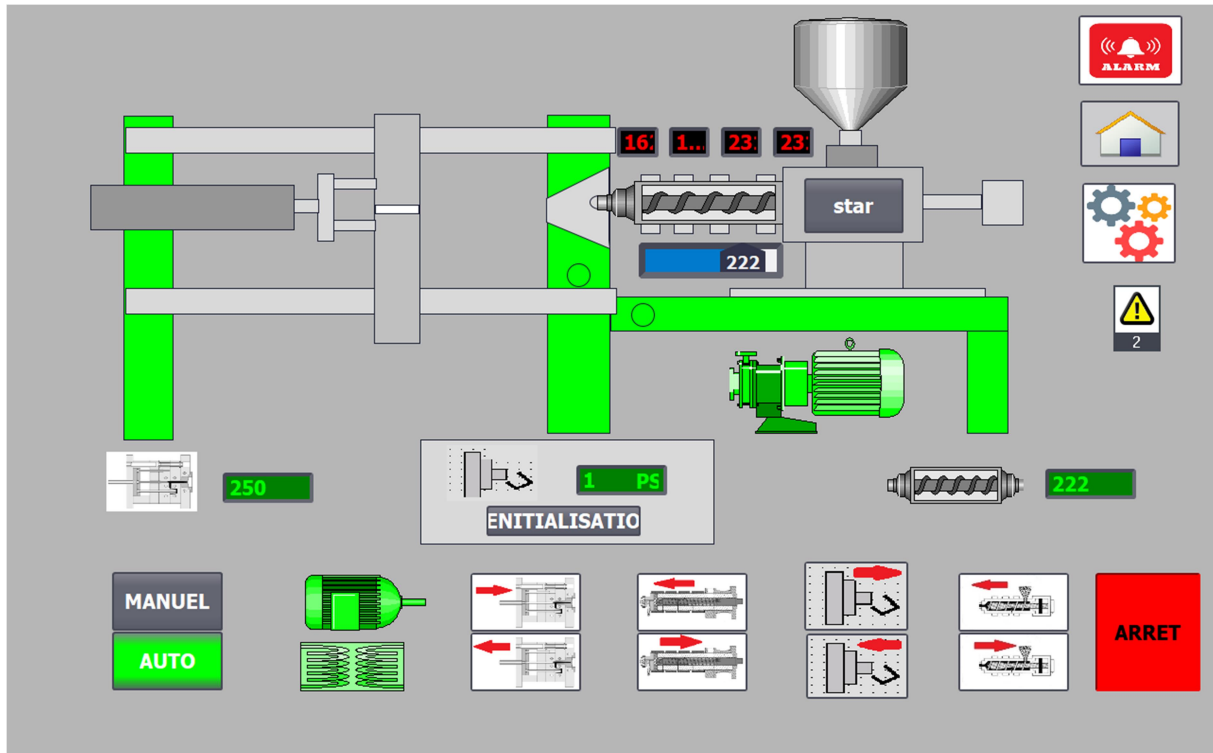


Figure IV.11. La vue globale après simulation.

IV.5.1.3. Vue des paramètres

Cette interface de supervision (Figure IV.12) joue un rôle clé dans le bon fonctionnement de la machine à injection de plastique. Elle fournit des informations essentielles permettant à l'opérateur de surveiller et de contrôler les différents paramètres et étapes du processus de moulage :

- À gauche, l'interface affiche des paramètres critiques tels que la vitesse et la position du moule, lors de l'ouverture et de la fermeture de ce dernier. (Figure IV.13).
- À droite, une vue en coupe de la vis d'injection est présentée, illustrant les différentes zones de chauffage du plastique. Cette section affiche, également, les consignes de température pour chaque zone de chauffage, la consigne de dosage, ainsi que la position finale de la vis fournissant un contrôle précis des étapes d'injection et de plastification. Ces éléments permettent à l'opérateur d'assurer un contrôle précis du processus, garantissant la qualité des produits injectés tout en optimisant les performances de la machine.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

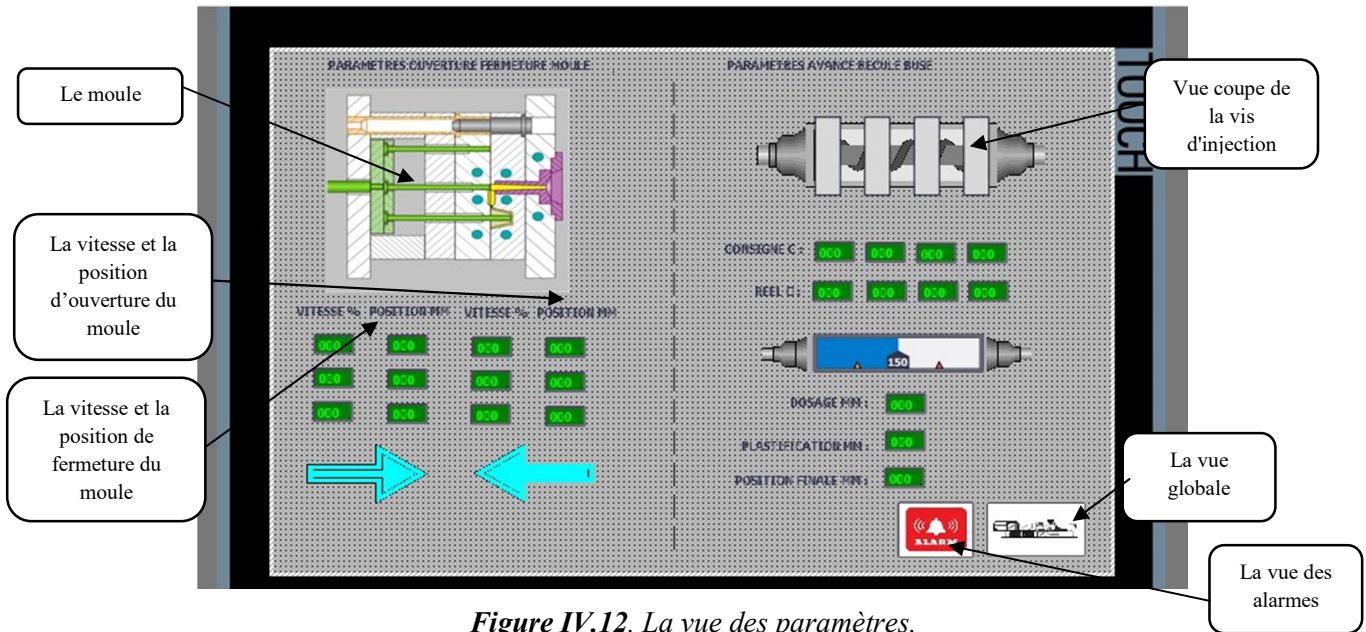


Figure IV.12. La vue des paramètres.

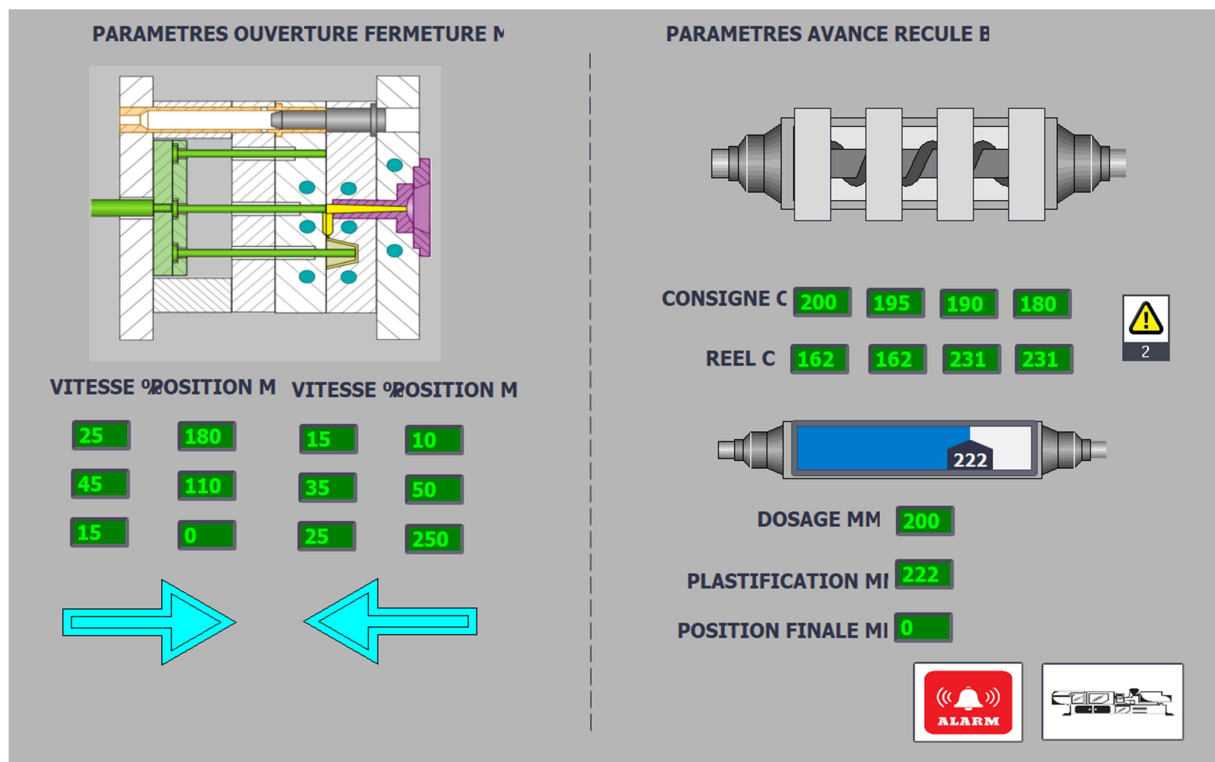
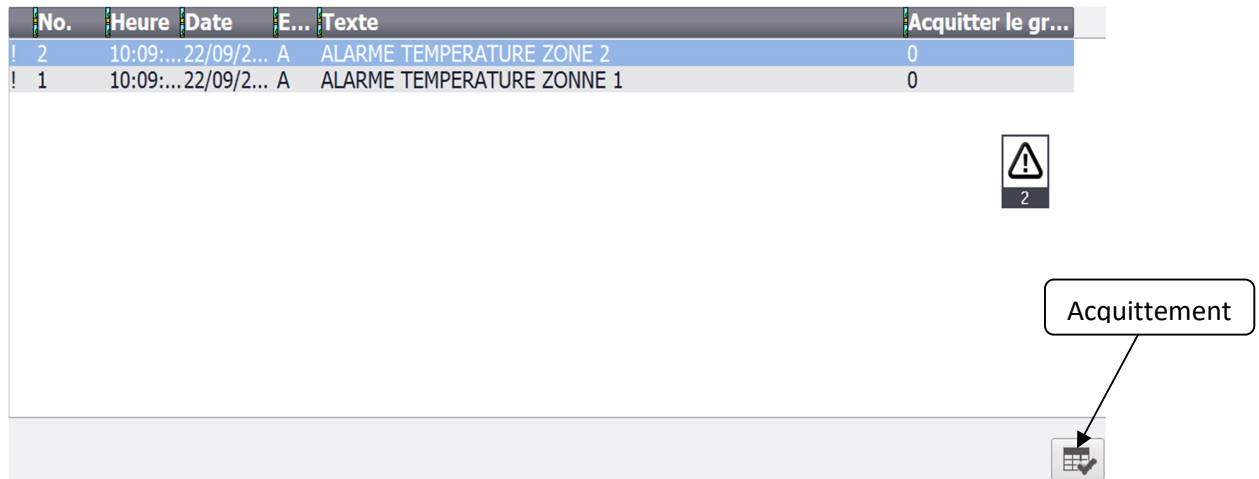


Figure IV.13. La vue des paramètres après simulation.

IV.5.1.3. Vue d'alarmes

La vue des alarmes (Figure IV.14) nous permet d'afficher des messages d'erreurs en cas de détection de n'importe quelle anomalie sur le système. Les alarmes sont programmées dans toutes les vues pour être déclenchées.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique



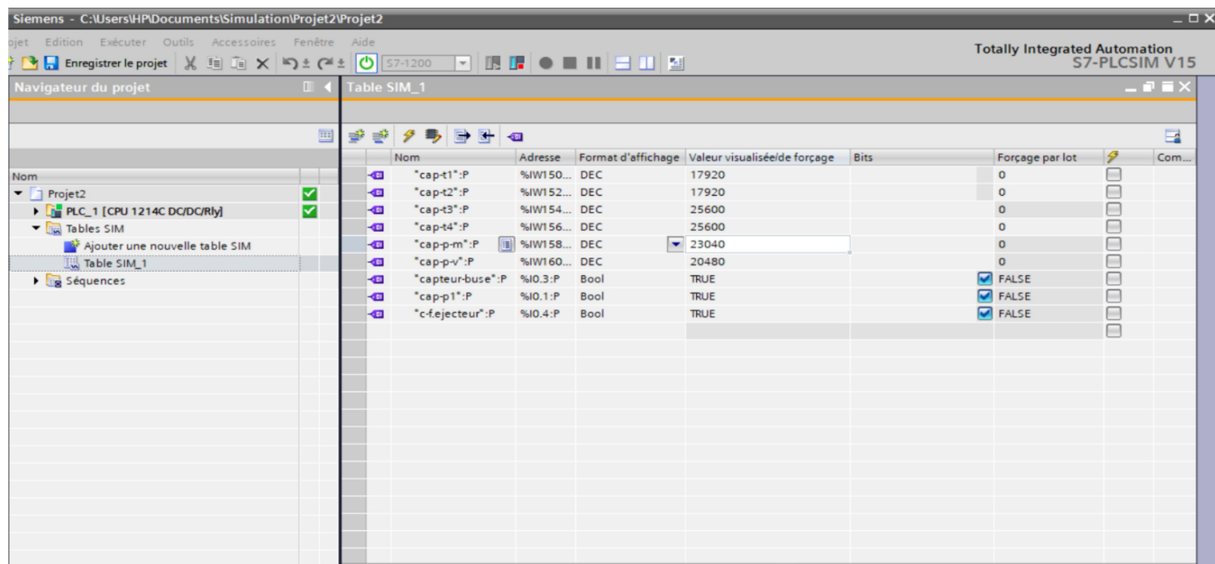
No.	Heure	Date	E...	Texte	Acquitter le gr...
2	10:09:...	22/09/2...	A	ALARME TEMPERATURE ZONE 2	0
1	10:09:...	22/09/2...	A	ALARME TEMPERATURE ZONNE 1	0

Acquitterment

Figure IV.14. La Vue d'alarmes.

IV.5.2. Simulation et validation

La simulation sous S7-PLCSIM (Figure IV.15) permet d'exécuter et de tester les programmes directement sur un automate programmable virtuel, simulé sur un ordinateur. Grâce au logiciel TIA Portal, il est possible de simuler le comportement du programme sans nécessiter de connexion à un matériel physique. Dans notre, la simulation effectuée sur la plateforme développée indiquait qu'elle est admissible (Figure IV.16).



Nom	Adresse	Format d'affichage	Valeur visualisée/de forçage	Bits	Forçage par lot	Com...
cap-t1:P	%IW150...	DEC	17920		<input type="checkbox"/>	
cap-t2:P	%IW152...	DEC	17920		<input type="checkbox"/>	
cap-t3:P	%IW154...	DEC	25600		<input type="checkbox"/>	
cap-t4:P	%IW156...	DEC	25600		<input type="checkbox"/>	
cap-p-m:P	%IW158...	DEC	23040		<input type="checkbox"/>	
cap-p-v:P	%IW160...	DEC	20480		<input type="checkbox"/>	
capteur-buse:P	%IO.3:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE
cap-p1:P	%IO.1:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE
c-fejecteur:P	%IO.4:P	Bool	TRUE		<input checked="" type="checkbox"/>	FALSE

Figure IV.15. Simulation du programme avec S7 PLCSIM.

Chapitre IV : Développement du système de supervision pour la machine à injection de plastique

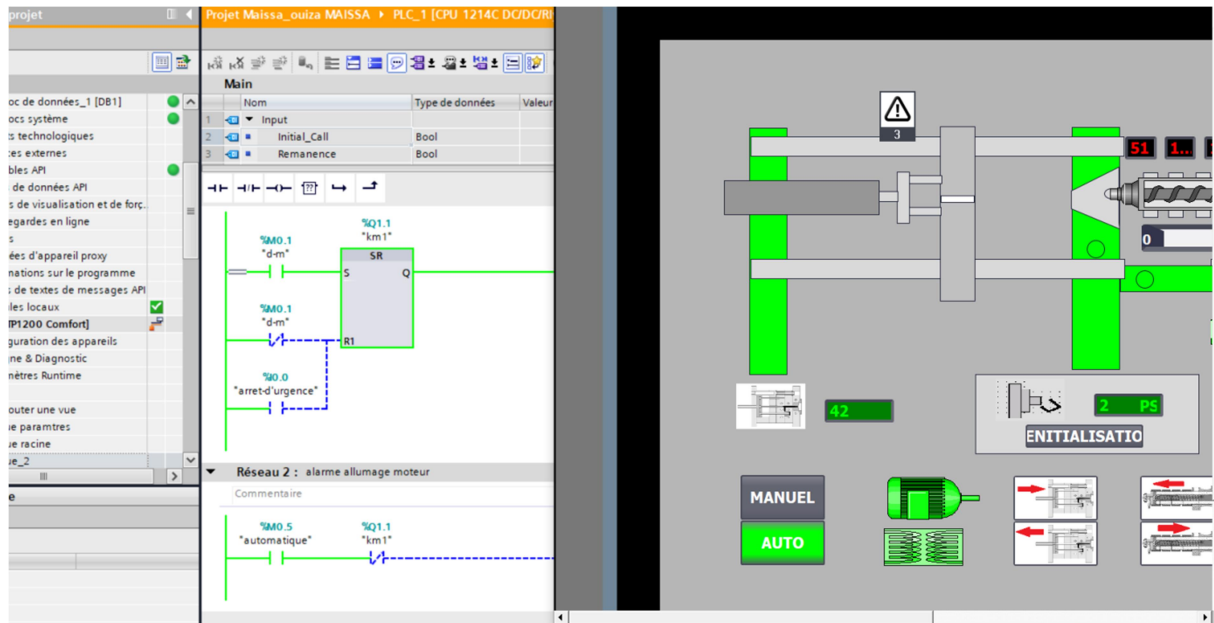


Figure IV.16. La simulation et validation du programme.

IV.6. Conclusion

Ce chapitre a permis de faire un tour d'horizon sur les fondements de la supervision et son rôle stratégique dans l'industrie. Nous avons utilisé le logiciel WinCC intégré pour élaborer des vues permettant de suivre les processus en temps réel. Il est apparu que WinCC intégré se distingue par ses fonctionnalités étendues et sa capacité à offrir des solutions d'automatisation intégrées. Ce logiciel assure un flux d'information fluide et continu, tout en facilitant l'intégration des diverses applications requises grâce à son interface intuitive. En combinant une architecture moderne compatible avec les environnements Windows et une conception graphique ergonomique, WinCC fournit l'ensemble des outils nécessaires pour une visualisation efficace et un pilotage précis des procédés industriels.

La plateforme, que nous avons élaborée, permet de contrôler et de superviser facilement toutes les opérations d'automatisation de notre système. Ce qui permettra de minimiser l'effort physique et de gagner du temps.



Conclusion générale

Conclusion générale

Notre projet de fin d'études a été effectué, en grande partie, au sein de l'entreprise ENIEM, dans le but de concevoir une solution programmable pour la machine d'injection plastique et remplacer le système de commande à base d'un automate TOSHIBA par un automate SIEMENS s7-1200.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, nous avons suivi une démarche reposant sur plusieurs étapes. Tout d'abords, nous avons commencé par prendre connaissance des parties de la presse d'injection plastique. Puis, nous avons exposé la procédure générale d'opération d'injection. Nous avons, aussi, fait le choix de matériel de commande API et supervision IHM, après l'étude de la structure de la machine d'injection. Au cours de ce travail, une modélisation du fonctionnement a été mise en œuvre par l'outil GRAFCET. Un programme personnalisé basé sur l'automate S7-1200 a été développé, par la suite, afin de résoudre les problèmes liés à la sécurité du personnel et aux tâches répétitives. Afin de valider le programme, nous avons simulé ce dernier à l'aide de logiciel de simulation S7-PLCSIM, qui nous a permis de visualiser et de valider les résultats obtenus, qui étaient satisfaisants.

Toutefois, des perspectives futures pour notre solution sont envisageables. En effet, par exemple, il faut rendre la station de remplissage, au niveau de la trémie, automatique. Cette automatisation sera accompagnée de l'intégration d'un robot conçu pour maintenir les pièces pendant le processus d'éjection.

Ce projet nous a permis de nous perfectionner avec les automates programmables industriels en général, et le S7-1200 en particulier, et nous familiariser avec le logiciel de programmation TIA PORTAL, de mettre en œuvre nos connaissances théoriques et de faire face à une situation purement industrielle. Il nous a permis aussi d'enrichir nos connaissances dans le domaine d'automatisation des procédés industriels, et d'apprendre à dépasser toutes les difficultés qui présentent une telle situation d'automatisation.

Nous espérons que notre solution sera mise en œuvre dans le contexte réel de l'entreprise, contribuant ainsi à son développement. Nous souhaitons également que ce projet serve de référence et de support pour les futures promotions d'étudiants, les aidants à mieux comprendre et optimiser les opérations de maintenance.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1]. "Conception de moules – Chapitre 3 : Conception d'un moule d'injection plastique", Technologie Pro, <https://www.technologiepro.com/cours-conception-moules-sb/chapitre-3-conception-moule-injection-plastique.pdf>. Consulté le 29-07-2024.
- [2]. Document ENIEM, « *Machine à injection de plastique TOSHIBA IS 25 EP* ».
- [3]. SOC AH Hydraulique, « *Définition de la pompe hydraulique* ». <https://www.socah-hydraulique.fr/definition-pompe-hydraulique>. Consulté le 23-03-2024.
- [4]. Luce Hydro. « *Qu'est-ce qu'un vérin hydraulique* ». <https://www.luce-hydro.fr/definition-verin-hydraulique/> . Consulté le 23-09-2024.
- [5]. BOUCHELARM Mohammed, « *Procédés de mise en forme* », polycopié de cours, université Djillali Liabes de Sidi BelAbbès, https://www.univsba.dz/ft/images/Polycopie/Polycopi%C3%A9_Proc%C3%A9d%C3%A9s_de_mise_en_forme_BOUCHELARM_Mohammed_UDL-SBA.pdf. Consulté le 24/05/2024.
- [6]. "Presses à injection plastique", <https://x3d-group.com/presses-injection-plastique>. Consulté le 24/05/2024.
- [7]. DELUCHE Jean-Bernard, « *Automatique de la théorie à l'application industrielles* », Edition EPANDUES, 2000.
- [8]. BENCHIMOL Gui, VERLINDE Christian et ROSTA Georges, « *Méthodes d'automatisation Industrielle* », Edition HERMES Flachat, 1991.
- [9]. BLANCHARD, Michel. « *Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET* ». Éditions DUNOD, 2011.
- [10]. DAVID René et ALLA Hassane, « *Du Grafcet aux réseaux de Pétri* », Edition HERMES, Paris, 1997.

Références bibliographiques

- [11]. BLEUX Jean Michel, FACHON Jean Louis : « *Automatisme Industriels* », Edition NATHAN, 1996.
- [12]. « *Ressource d'apprentissage en ligne* ». polycopié de cours de l'université de Biskra, 2020, <http://elearning.univ-biskra.dz/moodle2020/mod/resource/view.php?id=34301>. Consulté le 29-03-2024.
- [13]. Techniques de l'Ingénieur, « *Réalisation technologique du GRAFCET* ». <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/automatique-robotique-th16/supervision-des-systemes-industriels-42396210/realisation-technologique-du-grafcet-s8032>. Consulté le 24-04-2024.
- [14]. « *Fiche technique du potentiomètre linéaire LRW* », <https://www.waycon.biz/fileadmin/signal-conditioners/Signal-Conditioner-PMX-24.pdf>. Consulté le 18-09-2024.
- [15]. « *Systèmes automatisés* », Cours automatisation des Systèmes Industriels, master I Construction Mécanique. Université Larbi Ben M'hidi, OUM EL BOUAGHI, 2023, http://tele-ens.univ-oeb.dz/moodle/pluginfile.php/225660/mod_resource/content/1/RESUME%20COURS%20AUTOMATISATION.pdf. Consulté le 18-09-2024.
- [16]. MOUHOUB Lyes et DABOUZ Rabah, « *Automatisation et supervision d'une chaîne auto-bras et presse hydraulique* », mémoire de master en automatique et informatique industrielle, département d'automatique, université Mouloud MAMMERI de Tizi Ouzou, 2018.
- [17]. GILLES Michel, « *Architecture et application des automates programmables* », Edition DUNOD, Paris, 1988.
- [18]. Guides de lancement produit, Schneider Electric, « *Automates programmables (PLC)* », <https://www.se.com/fr/fr/work/products/product-launch/guides/plc.jsp>. Consulté le 18-09-2024.
- [19]. Document SIEMENS, « *SIMATIC S7 Automate programmable S7-1200, Manuel système* », 2011, <https://support.industry.siemens.com/cs/attachments/>, Consulté le 18-09-2024.

- [20]. Document SIEMENS, « *Support d'apprentissage / de formation Siemens Automation Cooperates with Education (SCE)| A partir de la version V14SP1* », 2017, <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/basics-programming-s7-1200/sce-031-410-basics-diagnostics-s7-1200-r1709-fr.pdf>. Consulté le 18-09-2024.
- [21]. SI HADJ MOHAND Yanis et CHALALI Boukhalfa, « *Mise en place d'un système automatisé de remplissage des seaux de 5kg ,10kg et 20kg, à base d'un automate S7-1200* », mémoire de master professionnel en automatique industrielle, Département d'automatique, université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2021.
- [22]. JUTON A., « *Automatismes industriels* », Edition Nathan, 2007.
- [23]. HALZOUN Lynda, « *Automatisation et supervision de la station de confection des poignets de cuisinière (SIRIO 370, la cintrouse, l'acier poignet)* », mémoire de master professionnel en automatique industrielle, Département d'automatique, université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2022.
- [24]. BONNET Pierre. « *Introduction à la supervision* ». Cours master, Université de Batna 2, 2010, https://staff.univ-batna2.dz/sites/default/files/benlamoudi_azzeddine/files/cours_intro_super.pdf. Consulté le 25-08-2024.
- [25]. OUACEL Idir, « *Automatisation du système de régulation de l'eau glacée du mixeur ligne PET* », mémoire de master académique en automatique et informatique industrielle, Département d'automatique, université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou.2023.
- [26]. Manuel SIEMENS, « *SIMATIC S7 Automate programmable, Manuel système* », 2011.

Résumé

Notre mémoire traite de l'automatisation d'une machine à injection du plastique (TOSHIBA IS 25 EP) au sien de l'entreprise ENIEM. Le projet vise à remplacer l'automate programmable industriel (API) de TOSHIBA par un automate SIEMENS S7-1200 , tout en utilisant la plateforme TIA Portal pour la programmation et la supervision de la machine .l'objectif est d'améliorer la productivité ,la sécurité et la flexibilité de la machine tout en résolvant certains problèmes de sécurité du personnel .le processus a inclus la modélisation de système avec l'outil GRAFCET, la programmation de l'automate et la validation via une simulation avec S7-PLCSIM. des perspectives d'amélioration future sont également envisagées ,notamment l'intégration d'une automatisation supplémentaire et de robots pour des tâches spécifiques.

Mots clés

Machine à injection de plastique, TOSHIBA IS 25 EP, GRAFCET, S7-1200, S7-PLCSIM, ENIEM, IHM, TIA Portal.