

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

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

# Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Electronique

Spécialité : Industries électroniques

Par :

- *Kellou hadj ahmed*
- *Alouani kacem*

Intitulé

**Programmation et commande d'une presse d'injection  
Horizontale Marque HAITIAN type SA8000II  
par automate programmable industrielle**

Évalué le : .....

Par la commission d'évaluation composée de\* :

<i>Nom &amp; Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M. Bendib Sarra</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Mezaache Salaheddine</i>	<i>MCB</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Zaidi Elyaizid</i>	<i>Doctorant</i>	<i>Co-Encadreur</i>	<i>EMP</i>
<i>M. Seif Eddine AZOUG</i>	<i>MCB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2020/2021

\* Conformément à :

- L'arrêté n°055 du 21 janvier 2021 Fixant dispositions exceptionnelles autorisées en matière d'organisation et gestion pédagogique, de l'évaluation et de la progression des étudiants, durant la période COVID-19 au titre de l'année universitaire 2020-2021 ;
- Procès-verbal de la réunion de l'équipe du domaine des Sciences et Technologies du mois de Mai 2021.

# Remerciements

*En préambule à ce mémoire, Nous souhaitons adresser nos remerciements  
Les plus sincères aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui  
ont contribué à l'élaboration de ce mémoire ainsi qu'à la réussite de  
cette formidable année universitaire.*

Nous tenons à remercier sincèrement **M. Mezaache Salaheddine**  
**et M. Zaidi Elyaizid**, qui, entant que Directeur de mémoire,  
s'est toujours montré à l'écoute et très disponible  
tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour  
l'inspiration, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu  
nous consacrer et sans elle ce mémoire n'aurait jamais  
vu le jour...

Nous adressons tous nos remerciements à **M. Bendib Sarra** et **M. Seif Eddine AZOUG** pour  
l'honneur qu'ils nous font en jugeant ce travail.  
Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements  
à tous nos proches et amis, qui nous ont toujours  
soutenue et encouragée au cours de la réalisation de ce mémoire.

# Dédicace

Je Dédie ce travail : A ceux qui me sont chers

A ceux qui ont toujours cru en moi

A ceux qui m'ont toujours encouragé

A ma très chère mère

Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente

Pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices

Qu'elle m'a cessé de me donner depuis ma naissance,

Durant mon enfance et même à l'âge adulte.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour.

Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé,

Longue vie et bonheur.

A mon très cher père la miséricorde de dieu : ce modeste travail est le fruit de tant

De sacrifices déployés pour notre éducation.

Tu as fourni beaucoup d'efforts aussi bien physiques que moraux à notre égard.

ouer, que dieu lui fasse miséricorde

Les grands encadreurs m.Mezaache Salaheddine et M. Zaidi Elyazid

A mes chers frères : Youcef et Brahim et Abderrahmane et Mohammed.

A mes adorables sœurs : Aicha, Fatima.

A mes chers neveux : BAY AHMED et GUIRAA et SEKOUTI Ahmed .

À ceux qui sont proches : TOUNSI Brahim et BERBAR Brahim et Mohammed et

SEKOUTI Omar et MAIZ Yacine et DAHMANI Nadir et BENHAMAIDA Adel

et TERAÏ Salim et ABANOÛ Hocine.

À mon cher trinôme : Djber et Hadjou. A toute la famille ALOUANI.

A mes amis de l'Equipe de blida DZ inventors.

A mes très chers amis : Salim , Slimane, Fethallh, Salah Eddine, Fayçal,bammoune faissal ,saoudi toufik ,kerrouchi

slimane , bahdi mohamed, Walid, Amer, Bachir, Abdellah taleb bahmed, Bilal.

A mes enseignants du département d'électronique Université BBA.

A mes collègues de la promotion MCIL.

Kacem

## SOMMAIRE

Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux.....	x
Spécification générales du projet.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	02

### CHAPITRE 01 : Etude théorique de la presse d'injection

I.1. INTROODUCTION.....	04
I.2. Développement historique un presse d'injection .....	04
I.3 Généralités sur l'injection .....	06
I.3.1. Les presses à injecter .....	06
I.3.2. La structure de presse d'injection.....	07
I.3.3. Principes de fonctionnement de presse d'injection.....	08
I.3.3.1. Fourreau .....	08
I.3.3.2. Colliers chauffants .....	08
I.3.3.3. Buse.....	09
I.3.3.4. Vise.....	09
I.3.3.5. Vérin d'injection.....	09
I.3.3.6. Clapet anti-retour.....	09
I. 3. 4. Composition des presses d'injection.....	10
I. 3. 4. 1. Groupe de fermeture .....	11
I. 3. 4. 1. 1. Unité de fermeture .....	11
I. 3. 4. 1. 2. Unité Plastification /Injection .....	14
I.3. 5. Cycle d'injection de moulage.....	17
I.3. 6. L'organigramme de fonctionnement du processus de la machine d'injection.....	18
I.3. 7. La méthode d'injection .....	19
I.3.8 Sécurité des presses à injecter .....	21

I. 3. 8. 1. Robot et extracteur.....	22
I. 4. Le Moule d'injection.....	23
I.7. Les différents types de presse d'injection .....	24
I .7.1. Presse à injection horizontale .....	24
I.7.2. Presse à injection Verticale.....	24
I. 6. Conclusion .....	25

## **CHAPITRE 02 : Etude générale sur les automates programmables industrielles API**

II.1. INTROODUCTION.....	27
II.2. Définition de L'automate programmable industriel (API).....	27
II.2.1. Généralités sur les automates programmables industriels (API) .....	27
II.2.2. Structure des systèmes automatisés.....	28
II.2.3. Architecture d'un API.....	28
II.2.3.1. Aspect extérieur.....	28
II.2.3.2. Structure interne .....	29
II.2.3.2.1. Le Processeur .....	30
II.2.3.2.2. Les mémoires .....	30
II.2.3.2.3. Les modules d'entrée/sortie .....	31
II.2.3.2.4. L'alimentation électrique .....	32
II.2.3.2.5. Les liaison.....	32
II.2.3.6. Eléments auxiliaires .....	33
II.2.4. Protection de l'automate .....	33
II.2.5. Environnement.....	33
II.2.6. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel.....	34
II.2.7. Les gammes des automates programmables industriels.....	35
II.2.7.1. Les automates de petite gamme.....	35
II.2.7.2. Les automates de moyenne gamme.....	35
II.2.7.3. Les automates de haute gamme .....	35

II.2.7.4. Les gamme SIEMENS.....	35
II.2.8. Critère de choix de l'automate programmable industriel .....	36
II.2.9. Description de l'Automate S7-300 .....	36
II.2.9.1. Constitution de l'automate S7-300.....	36
II.2.9.2. Caractéristique d'automate S7-300.....	37
II.2.9.3. Fonctionnement de S7-300 .....	38
II.2.10. Différents types de réseaux de communication S7-300.....	38
II.2.10.1. Le réseau As-i .....	38
II.2.10.2. Le réseau MPI .....	39
II.2.10.3. Le réseau PROFIBUS .....	39
II.2.10.4. Industriel Ethernet .....	39
II.3 Description du STEP 7.....	40
II.3.1 Applications du logiciel de base STEP7 .....	40
II.3.2 Création d'un projet avec STEP7 .....	41
II.3.3. Configuration matérielle (Partie Hardware) .....	43
II.3.4 Création de la table des mnémoniques .....	44
II.3.5 Le simulateur des programmes PLCSIM.....	45
II.3.6 Chargement de programme .....	46
II.3.7 Exécution et visualisation du programme .....	46
II.3.6 Organisation générale des programmesS7 (Partie Software) .....	48
II.3.6.1 Les blocs d'organisation (OB) .....	48
II.3.6.2 Les blocs fonctionnels (FB), (SFB) .....	48
II.3.6.3 Les fonctions (FC), (SFC) .....	49
II.3.6.4 Les blocs de données (DB).....	49
II.3.7.1 Langage de programmation Graph (commande séquentielle) .....	49
II.4 Les langages de programmation Step 7 .....	49
II.4.1. Langage de programmation LIST (liste d'instructions) .....	49
II.4.2. Langage de programmation CONT (schéma à contacts) .....	50
II.3.4 Langage de programmation Graph S7 (commande séquentielle) .....	50
II.5 Le GRAFCET .....	52

II.5.1 Introduction .....	52
II.5.2 Les éléments de base de Grafcet .....	52
II.5.3 Règles d'évaluation du Grafcet .....	52
II.5.4 Structure de base .....	53
II.5.5 Niveaux de Grafcet .....	55
II.6 Conclusion .....	55

### **CHAPITRE 03 : Automatisation de presse d'injection horizontale marque HAITIAN**

III.1. INTRODUCTION.....	57
III.2 TRAVAIL DÉVELOPPÉ.....	57
III.2.1 ETUDE DU PROCESSUS.....	57
III.2.2 Entreprise CONDOR ELECTRONICS SPA .....	58
III.2.3 Unité de production .....	58
III.3 Présentation de presse d'injection <i>HAITIAN</i> type <i>SA8000 II</i> .....	59
III.2.1 Constitution de machine .....	60
III.2.1.1 La Trimé .....	60
III.2.1.2 Nozzel .....	61
III.2.1.3 Fermeture moule .....	62
III.2.1.4 La lubrification .....	63
III.2.1.5 Utilitaire .....	63
III.2.1.6 Description des composants du moule utilisé pour l'injection .....	68
III.2.2 Contrôler de machine de presse d'injection .....	69
III.2.2.1 Fonctions de traitement .....	69
III.2.2.2 Fonctions de contrôle .....	70
III.2.3 Description du cahier de charges de la presse d'injection type HAITAIN SA8000II .....	71
III.3 Le Grafcet de la presse d'injection.....	78
III.3.1 Grafcet de fonctionnement manuel (spécification) .....	78
III.3.2 Grafcet de mode manuel (réalisation).....	80
III.3.3 Grafcet de fonctionnement automatique (spécification) .....	82

III.3.4 Grafset de mode automatique (réalisation) .....	84
III.4 Programmation avec Step 7 de la presse d'injection .....	86
III.4.1 Choix d'automate <i>S7-300</i> .....	86
III.4.2 Tableau des mnémoniques .....	87
III.4.3 Validation du programme .....	88
III.4.4 Exemple de programme avec Step7 et simulation .....	89
III.4.4.1 Programme et simulation de la régulation température .....	89
III.4.4.2 Programme et simulation de la régulation et la commande de début .....	90
III.4.4.4 Programme et simulation de circuit de lubrification .....	91
III.4.4.5 Programme et simulation de la fermeture moule (manuellement et automatiquement) .....	92
III.5 Recommandations .....	94
III.6 Conclusion .....	97
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>99</b>
<b>Annexe</b> .....	<b>101</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>107</b>

## Liste des figures

### CHAPITRE 01 : Etude théorique de la presse d'injection

<b>Figure 1.1</b> : Alexander Parkes.....	06
<b>Figure I.2</b> : Cycle de production d'une presse à injection de plastique. ....	06
<b>Figure I.3</b> : architecture d'une presse à injecter.....	07
<b>Figure I.4</b> : La structure de presse d'injection.....	08
<b>Figure I.5</b> : les composant d'unité d'injection.....	10
<b>Figure I.5</b> : Différentes des unités de la presse d'injection.....	11
<b>Figure I.6</b> : Mécanismes de fermeture hydraulique .....	12
<b>Figure 1.7</b> : Fermeture à genouillères simple .....	12
<b>Figure I.8</b> : Fermeture à genouillères double.....	13
<b>Figure I.9</b> : Fermeture à genouillères simple.....	13
<b>Figure I.10</b> : Fermeture Mixte (Hydraulique-Mécanique) .....	14
<b>Figure I.11</b> : Système de plastificatio.....	15
<b>Figure I.12</b> : Unité d'injection principale.....	16
<b>Figure I.13</b> : Schéma d'un groupe de plastification.....	16
<b>Figure I.14</b> : Profil d'une vis de plastification.....	17
<b>Figure I.15</b> : La buse.....	17
<b>Figure 1.16</b> : Déroulement de cycle d'injection.....	18
<b>Figure I.17</b> : L'organigramme de fonctionnement de presse d'injection.....	18
<b>Figure I.18</b> : La phase de plastification.....	19
<b>Figure I.19</b> : La phase de remplissage .....	19
<b>Figure I.20</b> : La phase de compactage .....	20
<b>Figure I.21</b> : La phase de refroidissem .....	20
<b>Figure I.22</b> : La phase d'éjection .....	21
<b>Figure I.23</b> : Zoom du moule d'une presse à injection. ....	21
<b>Figure I.24</b> : (A) Robot multiaxes. / (B) Robot cartésien. ....	22
<b>Figure 1.25</b> : Les différents éléments d'un moule d'injection .....	23

<b>Figure I.26</b> : Presse à injection horizontale .....	24
<b>Figure I.27</b> : Presse à injection verticale .....	25

## **CHAPITRE 02 : Etude générale sur les automates programmables industrielles API**

<b>Figure II.1</b> : structure d'un système automatisé .....	28
<b>Figure II.2:</b> a- API type modulaire./b- API type compact.....	29
<b>Figure II.3:</b> Architecture interne d'un automate programmable.....	29
<b>Figure II.4:</b> L'environnement de l'API.....	34
<b>Figure II.5</b> : Fonctionnement d'un API.....	35
<b>Figure II.6:</b> Présentation de module S7-300.....	38
<b>Figure II.7:</b> Différents types de réseaux.....	39
<b>Figure II.8</b> : Applications du logiciel de base STEP7.....	41
<b>Figure II.09</b> : Création d'un projet avec STEP7.....	42
<b>Figure II.10</b> : Page de démarrage de Step7.....	42
<b>Figure II.11</b> : Configuration et paramétrage du matériel.....	43
<b>Figure II.12</b> : Représentations de la parité Hardware et Software.....	43
<b>Figure II.13</b> : Création des mnémoniques.....	44
<b>Figure II.14</b> : Table des mnémoniques du projet.....	44
<b>Figure II.15</b> : Interface de simulation S7-PLCSIM.....	45
<b>Figure II.16</b> : Chargement de programme dans l'API de simulation.....	46
<b>Figure II.17</b> : fenêtre S7-PLCSIM1 .....	47
<b>Figure II.18</b> : Langage de programmation LIST.....	48
<b>Figure II.19</b> : Langage de programmation LOG.....	49
<b>Figure II.20</b> : Page de démarrage de GRAPH.....	50
<b>Figure II.21</b> : Séquentielle du Graph.....	50
<b>Figure II.22</b> : Les éléments de base d'un Grafcet .....	51
<b>Figure II .23</b> : Séquence unique .....	53
<b>Figure II .24</b> : Saut d'étape. ....	53
<b>Figure II .25</b> : Reprise d'étape.....	53

<b>Figure II .26 :</b> Séquence exclusives (OU) .....	53
<b>Figure II .27:</b> Séquence simultanément (ET).....	53

### CHAPITRE 03 : Automatisation de la presse d'injection horizontale marque HAITIAN

<b>Figure III.1:</b> Unité injection plastique-condor électrons .....	58
<b>Figure III.2:</b> logo d'entreprise CONDOR ELECTRONICS SPA.....	58
<b>Figure III.3:</b> Fiche technique de la machine presse d'injection HAITIAN type SA8000 II ....	59
<b>Figure III.4 :</b> La presse d'injection plastique <i>HAITIAN</i> de type <i>SA8000 II</i> .....	60
<b>Figure III.5 :</b> La trimé.....	61
<b>Figure III.6 :</b> Représentation de Noozel.....	61
<b>Figure III.7 :</b> Mécanisme de déplacement moule.....	62
<b>Figure III.8 :</b> Mécanisme de verrouillage moule.....	62
<b>Figure III.9 :</b> Système de lubrification de la machine.....	63
<b>Figure III.10 :</b> Carte de commande de presse d'injection.....	63
<b>Figure III.11 :</b> Console de commande générale.....	64
<b>Figure III.12 :</b> Système de refroidissement par chiler.....	65
<b>Figure III.13 :</b> Refroidisseur.....	66
<b>Figure III.14 :</b> Protection et Refroidissement d'huile.....	67
<b>Figure III.15 :</b> Bloque de distributeur.....	67
<b>Figure III.16 :</b> Fin-course de déplacement unité d'injection.....	68
<b>Figure III.17 :</b> Fin-course de fermeture porte avant et arrière. ....	68
<b>Figure III.18 :</b> Moule d'injection des tubes à essai .....	69
<b>Figure III.19 :</b> Contrôle de l'éjecteur .....	71
<b>Figure III.20 :</b> Fenêtre <i>S7-PLCSIM1</i> .....	88
<b>Figure III.21 :</b> Simulation de la régulation température de plaque chauffant.....	89
<b>Figure III.22 :</b> Simulation de régulation et commande de début.....	90
<b>Figure III.23 :</b> Simulation du circuit de lubrification.....	91

<b>Figure III.24 :</b> Simulation de la fermeture moule manuellement.....	92
<b>Figure III.25 :</b> Simulation de la fermeture moule automatiquement.....	93
<b>Figure III.26 :</b> Supervision de la machine presse d'injection plastique.....	94
<b>Figure III.27:</b> Situations dangereuses de la machine presse d'injection plastique.....	95
<b>Figure III.28:</b> Simulation 3D de machine presse d'injection plastique.....	97

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Compensent de presse d'injection .....	10
<b>Tableau 2</b> : Phénomènes dangereux et dommages possibles -1-.....	22
<b>Tableau 3</b> : Phénomènes dangereux et dommages possibles -2-.....	22
<b>Tableaux III.1</b> : Tableaux des mnémoniques.....	87

## Le cahier des charges du projet

### 1. Nom du projet

« Commande par Automate Programmable Industriel d'une Presse D'injection Horizontale Marque HAITIAN Type SA8000 II : Analyse et Programmation »

### 2. Maitre d'ouvrage

- Le maitre d'ouvrage est la société CONDOR ELECTRONCS dans un atelier d'injection plastique.
- La faculté des sciences et de la technologie ,LE DIPLOME DE MASTER, FILIERE : Electronique

,**Spécialité** : Industries électroniques , présenté par *ALOUANI kacem et Kellou hadj ahmed* avec l'encadrement de *M. Mezaache Salaheddine et M. Zaidi Elyaizid*,

### 3. Processus de développement

Avant de mettre les premières pas dans ce projet, il est très important d'établir un processus de travail à suivre lors de la période de ce stage, nous avons choisir un plan basé sur ces deux étapes :

- Description : dans cette étape on a étudié la machine de fabrication de la semelle et cette machine fonctionne seulement manuellement donc c'est une point faible alors on a proposé le fonctionnement automatique.
- Management : La réalisation de notre Projet.

### 4. Problématique

Dans le cadre de notre projet nous avons rencontrés deux problèmes principaux.

Un sur le niveau Soft :

- Nous étions contraints au niveau de la réalisation non seulement d'absence de tous les schémas électrique et documentation, mais aussi le programme en raison de confidentialité, le non accessibilité du code source.
- Deux sur le niveau Hard :  
Ou l'absence de toute information sur l'automate, qui n'est pas aisément utilisé dans le monde industriels pèse lourdement sur la réalisation du projet.

### 5. Méthodologie

Pour la réalisation du projet et en vue d'accomplir notre mission, nous avons opté pour la méthodologie suivante :

- Etablir les schémas électriques.
- Fonder les grafcet.
- Faire la communication avec l'API via STAP7.

### 6. Méthodes imposées

- A. Outils descriptifs
  - Grafcet.
- B. Outils informatique
  - Stap7.
  - Editeur de Grafcet.

## **7. Plan de travail**

Pour atteindre notre objectif, nous avons poursuivi la démarche suivante :

- Description moulage par l'injection.
- Fixer l'objectif.
- Recherche des solutions.
- Programmation et développement.
- Simulation.

# Introduction générale

# Introduction générale

Le développement massif des techniques de l'automatisme a permis le passage de la machine automatisée à celui des systèmes automatisés de production, qui gèrent l'alimentation en énergie et qui permettent d'avoir une meilleure qualité des produits en plus de la sécurité et de la flexibilité des processus. Cependant, cela entraîne un accroissement des besoins, en particulier, la manipulation d'un grand nombre de variables et la gestion de véritables flux de communication.

Un automate programmable est un système électronique destiné à être utilisé dans un environnement industriel. Il utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur pour la mise en œuvre de fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties divers types de machines ou de processus [15].

L'injection plastique avec moulage est un procédé utilisé depuis longtemps pour la mise en forme des matières plastique en la transformant en des pièces solides de la forme d'un moule. Elle est utilisée notamment dans le domaine de l'industrie automobile, électroménager, emballage,... etc. Ce procédé assure une moindre perte de la matière. Le moulage par injection est une technique de fabrication de pièces en grande ou très grande série (moules permanents).

La presse d'injection de marque HAITIAN type SA8000 fait partie de l'équipement des stations de l'unité d'injection plastique du groupe *SPA Condor electronics*. C'est une machine qui fabrique plusieurs pièces des accessoires des composants climatiseurs et des réfrigérateurs. Elle est contrôlée et commandée par une carte électronique à base de microprocesseur. Cependant, l'inconvénient majeur d'une commande par microprocesseur est la grande difficulté pour la réalisation d'un simulateur qui permet de tester les solutions programmables proposées dont le but d'améliorer le déroulement des différentes séquences. Une solution à base d'automates programmables industriels devient une solution intéressante et hautement flexible pour la commande d'un tel système.

L'avantage d'une solution à base d'automates programmables est qu'il permet une souplesse agrandie concernant la commande de machines de même type et de série différentes. Il serait ainsi avantageux de créer un système unifié où les différentes machines sont connectées

à un seul poste de contrôle. Cette solution permet de garder un enregistrement (fichier log) des évènements (temps de production, du nombre total de pièces fabriquées, défauts des pièces, mal fonctionnement du procédé, etc.) Ces informations sont utilisées pour affiner la commande et ainsi corriger la stratégie pour augmenter la production.

Dans ce travail, Nous avons utilisé l'automate *S7-300 (CPU 314-2DP)* de la société Siemens pour le développement des programmes de commande. La simulation est réalisée dans le simulateur *S7-PLCSIMI*. Ensuite, les programmes sont testés sur l'automate.

Le présent manuscrit est réparti en trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous présentons les notions de commande à base d'automates programmables industriels. Nous introduisons le Grafcet et le logiciel de programmation Step7.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation des presses d'injection.

Dans le dernier chapitre, nous discutons du processus de l'élaboration de la commande de la presse d'injection HAITIAN SA8000 en utilisant l'automate programmable *S7-300*.

Finalement nous terminons avec une conclusion et des perspectives.

*Chapitre 1*

Etude théorique de *la presse*  
**d'injection**

## I. 1. Introduction

Depuis la fin des années 1800 et l'invention de la première machine d'injection par les frères John et Isiah Hyatt, le procédé d'injection-moulage n'a pas cessé d'être perfectionné pour devenir actuellement le procédé de fabrication de pièces plastiques le plus utilisé au monde. Il peut en effet s'adapter autant à l'élaboration de pièces imposantes (plusieurs kilogrammes) qu'à la production d'objets beaucoup plus petits, de l'ordre du gramme. L'avantage principal de ce procédé réside dans la possibilité d'obtenir des géométries de pièces très complexes tout en ayant des temps cycles très rapides, permettant une production à très haute cadence. Une machine d'injection-moulage comprend une unité de plastification, une unité de fermeture (dans laquelle est fixé le moule) et une unité de commande. Son principe de fonctionnement est le suivant : Dans l'unité de plastification, la vis est placée dans un fourreau cylindrique, chauffé par conduction. Elle peut être entraînée soit en rotation, soit en translation. Lorsqu'elle tourne, sa fonction est tout d'abord de faire fondre des granulés de polymère, de les mélanger et de convoyer la matière à l'entrée de l'unité de fermeture. Ensuite, elle agit comme un piston pour injecter la matière fondue dans un moule. Ce dernier, généralement réglé à une température proche de la température ambiante va permettre de figer le plus rapidement possible le polymère. C'est ce qui se passe lorsque l'on transforme des thermoplastiques. Pour les polymères thermodurcissables ou des élastomères, en général, le mélange est tiède et injecté dans un moule chaud permettant l'initiation de la polymérisation [04].

## I.2. Développement historique un presse d'injection

Le premier plastique synthétique a été inventé en Grande-Bretagne en 1851 par Alexander Parkes [08]. Il l'a démontré publiquement à l'exposition internationale de 1862 à Londres, appelant le matériel qu'il a produit « Parkesine ». Dérivée de la cellulose, la parkésine peut être chauffée, moulée et conserver sa forme lorsqu'elle est refroidie. Il était cependant coûteux à produire, sujet à la fissuration et hautement inflammable.

En 1868, l'inventeur américain John Wesley Hyatt a développé une matière plastique qu'il a nommée Celluloid, améliorant l'invention de Parkes afin qu'elle puisse être transformée en une forme finie [08]. Avec son frère Isaiah, Hyatt a breveté la première machine de moulage par injection en 1872 [08]. Cette machine était relativement simple par rapport aux machines utilisées aujourd'hui. Il fonctionnait comme une grosse aiguille hypodermique, utilisant un piston pour injecter du plastique à travers un cylindre chauffé dans un moule. L'industrie a progressé lentement au fil des ans, produisant des produits tels que des haubans, des boutons et des peignes à cheveux.

L'industrie s'est développée rapidement dans les années 1940 parce que la Seconde Guerre mondiale a créé une énorme demande de produits bon marché et fabriqués en série [08]. En 1946, l'inventeur américain James Watson Hendry construit la première machine d'injection à vis, qui permet un contrôle beaucoup plus précis de la vitesse d'injection et de la qualité des articles produits [08]. Cette machine permettait également de mélanger le matériau avant l'injection, de sorte que du plastique coloré ou recyclé pouvait être ajouté au matériau vierge et bien mélangé avant d'être injecté. Aujourd'hui, les machines d'injection à vis représentent la grande majorité de toutes les machines d'injection [08]. Dans les années 1970, Hendry a développé le premier procédé de moulage par injection assisté par gaz, qui a permis la production d'articles creux complexes qui refroidissaient rapidement [08]. Cette flexibilité de conception considérablement améliorée ainsi que la résistance et la finition des pièces fabriquées tout en réduisant le temps de production, le coût, le poids et les déchets.

Outre coute, les développements ultérieurs dans les machines de moulage par injection ont été réalisés après l'utilisation de la première technologie; et finalement, les demandes pour les produits en plastique ont augmenté continuellement. Les développements des machines de moulage par injection améliorées se sont concentrés sur la capacité des unités de serrage et une large possibilité de polyvalence dans la production. Par conséquent, le développement de la prochaine machine de moulage par injection comprenait l'utilisation d'un cylindre pneumatique qui a allégé le fardeau des opérateurs. Il a également augmenté la pression d'injection. Le développement majeur de la technologie de moulage par injection a été introduit à la fin des années 1930, qui utilisaient un système hydraulique en injection (Crawford 2005) [08]. Cela a révolutionné le système d'injection en réglant avec précision la force de serrage pendant l'injection. Les déformations plastiques ont pu être réduites efficacement grâce à cette technologie. La production de différents polymères thermoplastiques avait également augmenté côte à côte. Pendant ces périodes, les machines de moulage par injection n'ont pu traiter que certains polymères spécifiques. Cela a conduit à la nécessité de concevoir et de fabriquer des machines de moulage par injection qui peuvent incorporer le processus d'une large gamme de types de polymères. Crawford (2005) explique qu'en 1950 et au-delà, les développements constants réalisés dans la fabrication de machines de moulage par injection ont été couronnés de succès à cet égard [08]. La conception de base des machines de moulage par injection n'a pas changé par la suite. En principe, chaque machine de moulage par injection suit certaines procédures mécaniques lors de la production.

De nos jours, de nombreux développements dans cette technologie se concentrent sur l'automatisation des systèmes de contrôle (Gerd et Walter, 1995). L'automatisation d'un système de contrôle a rendu la technologie d'injection hautement sophistiquée et autocontrôlée. En outre, la précision de la production de pièces, la possibilité de fabriquer des profilés complexes, des cadences de production élevées et la facilité d'ajustement de différents 16 paramètres pour différents types de polymères thermoplastiques sont les caractéristiques de ces machines de moulage par injection nouvellement mécanisées [01].



*Figure 1.1* : Alexander Parkes [08].

### **I. 3. Généralités sur l'injection :**

Les procédés de transformation des matières plastiques sont divers et variés. Les plus connus sont : l'injection, l'extrusion, le thermoformage, le soufflage et le rotomoulage.

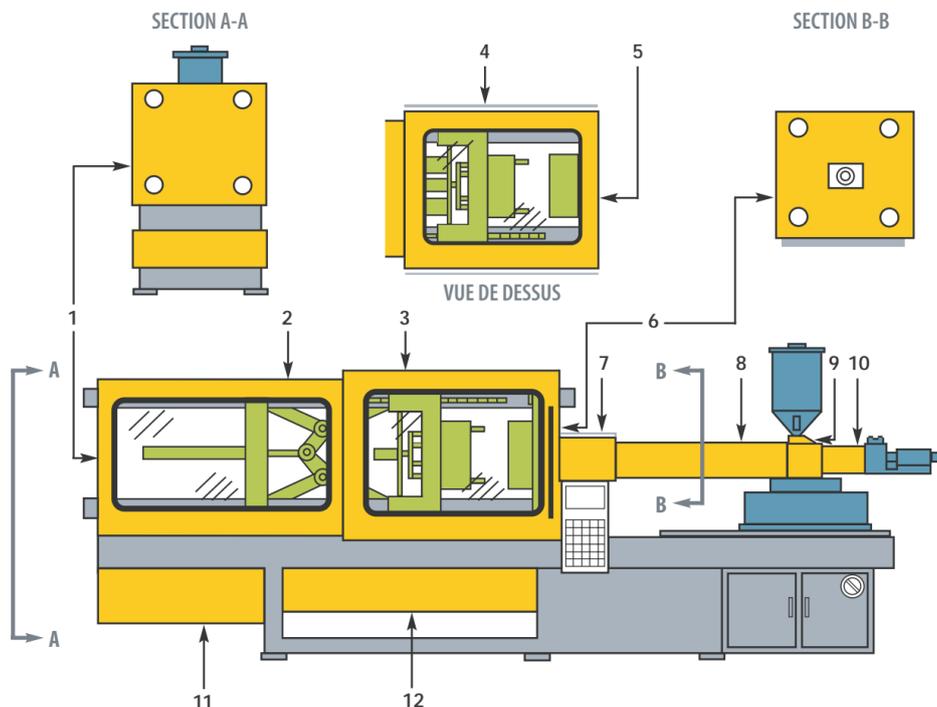
D'un point de vue économique, le procédé d'injection est de loin le plus utilisé car il permet de produire à grande cadence, avec une grande régularité et de façon automatique des pièces massives et/ou de formes complexes. Le principe de l'injection est de remplir de polymère thermoplastique fondu une cavité, appelée empreinte, à l'intérieur d'un moule. Lorsque le moule se refroidit, la pièce se solidifie tout en se contractant : le volume occupé par la pièce solidifiée est inférieur à celui de l'empreinte. On appelle ce phénomène le retrait. Lorsque la solidification est terminée, il y a ouverture du moule et éjection de la pièce [02].



**Figure I.2:** Cycle de production d'une presse à injection de plastique.

### I. 3. 1. Les presses à injecter

La matière plastique est injectée dans le moule par l'intermédiaire d'une presse à injecter. Elle est composée en général de deux groupes fonctionnels: le groupe d'injection et le groupe de fermeture (**figure I.3**). Le premier groupe d'injection, comme son nom l'indique, a comme fonction première de procéder à l'injection du polymère fondu dans l'empreinte de l'outillage. Cette fonctionnalité est assurée par l'ensemble vis-fourreau. Le deuxième groupe de fermeture a pour fonction, quant à lui, d'accueillir l'outillage et d'assurer les mouvements d'ouverture et de fermeture du moule lors du cycle de mise en forme. Par conséquent, le premier groupe assure l'injection du polymère fondu dans l'empreinte de l'outillage. Le deuxième groupe assure les mouvements d'ouverture et de fermeture du moule lors du cycle de mise en forme. Dans notre travail nous allons nous choisir la presses horizontales.

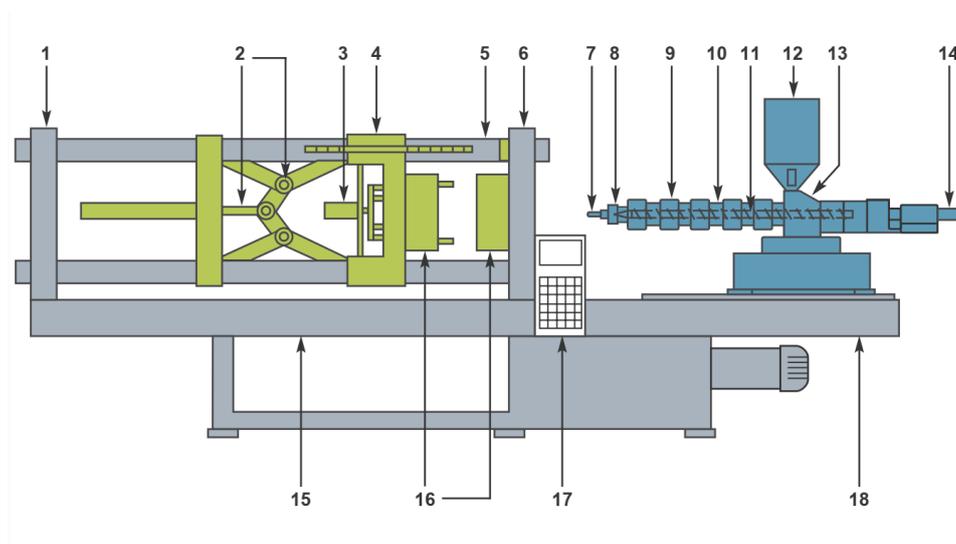


**Figure I.3:** architecture d'une presse à injecter [3].

1. Protecteur au bout du mécanisme de fermeture (section A-A)
2. Protecteur du mécanisme de fermeture
3. Protecteur de la zone du moule (côté de l'opérateur de production)
4. Protecteur opposé à l'opérateur de production
5. Protecteur de dessus
6. Protecteur au bout de la zone du moule (section B-B)
7. Protecteur anti-éclaboussure de la buse
8. Protecteur du baril d'injection
9. Carter de la goulotte d'alimentation
10. Protecteur d'accouplement de la vis
11. Protecteur sous le mécanisme de fermeture
12. Protecteur (ou convoyeur ou trémie) de la décharge des pièces.

### I. 3. 2 la structure de presse d'injection

La presse d'injection comprend une unité de plastification, qui transforme les granulés solides en polymère fondue pour l'injecter ensuite dans le moule, et une unité de fermeture à laquelle le moule est fixé, il est représenté sur la **figure I.4** [03].



**Figure I.4:** La structure de presse d'injection [3].

1. Plateau arrière fixe
2. Mécanisme de fermeture genouillère et vérin
3. Éjecteur
4. Plateau mobile
5. Colonne de guidage

6. Plateau fixe d'injection
7. Buse d'injection
8. Tête du baril
9. Bande chauffante
10. Baril d'injection
11. Vis
12. Trémie d'alimentation
13. Goulotte d'alimentation
14. Motorisation de la vis
15. Décharge de pièce
16. Moule
17. Console de commande
18. Bâti.

### **I. 3. 3. Principes de fonctionnement de presse d'injection**

Ce module couvre les principes fondamentaux du processus de moulage par injection. Il fait apparaître l'ensemble du procédé à travers le cycle et la technologie de la machine d'injection. Le principe des étapes de presse d'injection est :

1. Transporter et faire fondre la matière ;
2. Appliquer une pression pour transférer la matière dans le moule ;
3. Garder le moule ferme pendant l'injection et le refroidissement ;
4. Ouvrir le moule et retirer la pièce moulée.

#### **I. 3. 3. 1. Fourreau**

Les thermoplastiques peuvent être moulés parce qu'ils fondent lorsqu'ils sont chauffés. La première condition requise pour permettre le processus d'injection est d'avoir une source de chaleur. Ceci est réalisé à travers un long cylindre d'acier appelé le fourreau. La trémie est au-dessus du fourreau et alimente la matière première nécessaire au processus.

#### **I. 3. 3. 2. Colliers chauffants**

Un certain nombre de colliers chauffants sont disposés le long du fourreau. Ceux-ci sont connectés à des instruments de contrôle, sur lesquels s'effectue le réglage des températures imposées. Une chauffe suffisante est appliquée pour atteindre et maintenir la température réglée.

La température du fourreau est mesurée par des thermocouples. Ceux-ci sont situés dans des trous, percés dans le fourreau. La régulation de la chauffe tient compte des températures mesurées par les thermocouples au sein de chaque zone.

### **I. 3. 3. 3. Buse**

Un élément appelé buse est vissé en bout de fourreau et permet de faire le lien entre le fourreau et le moule. La buse sera équipée de ses propres colliers chauffants et instruments de régulation.

### **I.3. 3. 4. Vis**

La vis nécessaire de transporter la matière à travers les zones chauffées. De plus, cette vis située dans le fourreau remplit cette fonction. La vis doit être capable d'effectuer trois types de mouvements, tourné, reculé et avance.

### **I. 3. 3. 5. Vérin d'injection**

L'entraînement à vis est généralement un entraînement par moteur hydraulique, bien que Les unités d'entraînement électriques sont de plus en plus courantes. Cependant, il s'agit simplement de convertir l'énergie hydraulique (ou électrique) en énergie mécanique pour faire tourner la vis.

L'entraînement à vis effectue certaines fonctions supplémentaires qui ont une incidence sur l'efficacité du processus et la qualité de la fonte. L'entraînement par vis peut exercer une pression vers l'avant (ou une résistance à son mouvement vers l'arrière) pendant que la vis tourne, provoquant un mouvement de mélange et de cisaillement plus important à l'intérieur du canon. Cette pression vers l'avant est curieusement appelée contre-pression et est fréquemment utilisée pour aider à fondre le plastique et pour augmenter l'action de mélange de la vis [06].

### **I. 3. 3. 6. Clapet anti-retour**

Pendant la rotation, la matière plastique accumulée à l'avant de la vis va ouvrir le clapet anti-retour, autorisant le passage de la matière. La matière peut alors s'écouler devant la vis et forcer celle-ci à reculer sous la pression. Quand une quantité de matière suffisante pour remplir le moule est accumulée en bout de vis, la position de la vis active un capteur de fin de course. La vis s'arrête alors de tourner et de reculer. La machine d'injection est alors prête à injecter la matière plastique fondue dans le moule (**figure I.5**).

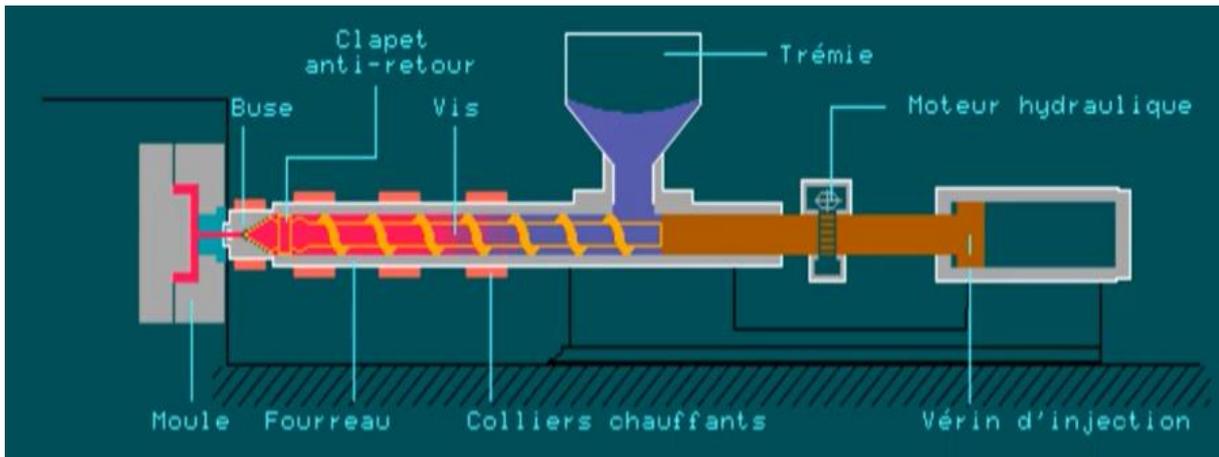


Figure I.5: les composant d'unité d'injection .

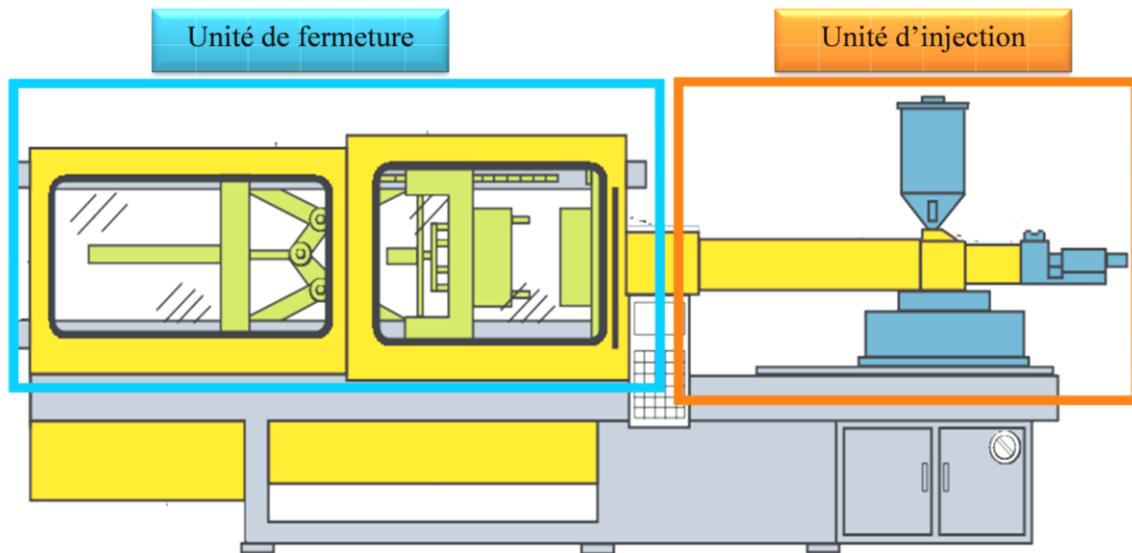
### I. 3. 4. Composition des presses d'injection

La presse est composée plusieurs sous-ensembles : le bâti, le pupitre de commande, les plateaux (fixe et mobile), le groupe de fermeture, les colonnes, l'ensemble vis-fourreau.

Tableau 1 : Compensent de presse d'injection

Éléments	Définition
Bâti	Le bâti est le sommier en acier soude ou en fonte qui supporte l'ensemble des organes nécessaires au bon fonctionnement de la presse
Pupitre de commande	Le pupitre de commande est la partie qui sert à la programmation de la presse
Les plateaux	Les plateaux permettent de fixer le moule à la presse
Le groupe de fermeture	Le groupe de fermeture est le dispositif de manœuvre des plateaux qui doit assurer l'ouverture , la fermeture et le verrouillage du moule avec une force suffisante pour s'opposer a l'ouverture du moule pendant l'injection
Les colonnes	Les colonnes servent à guider le plateau mobile pendant les phases d'ouverture fermeture .Elles relient le plateau fixe au plateau arrière

Les presses à injections comportent un groupe d'injection et un groupe de fermeture positionnés sur le bâti (**Figure I.5**).



**Figure I.5:** Différentes des unités de la presse d'injection [03].

### I. 3. 4. 1. Groupe de fermeture

#### I. 3. 4. 1. 1. Unité de fermeture

Le principe de fonctionnement de cette partie de machine est simple. En effet, deux objectifs sont à atteindre, la première partie pour la fermeture/ouverture de l'outillage, la deuxième partie d'autre part pour le verrouillage.

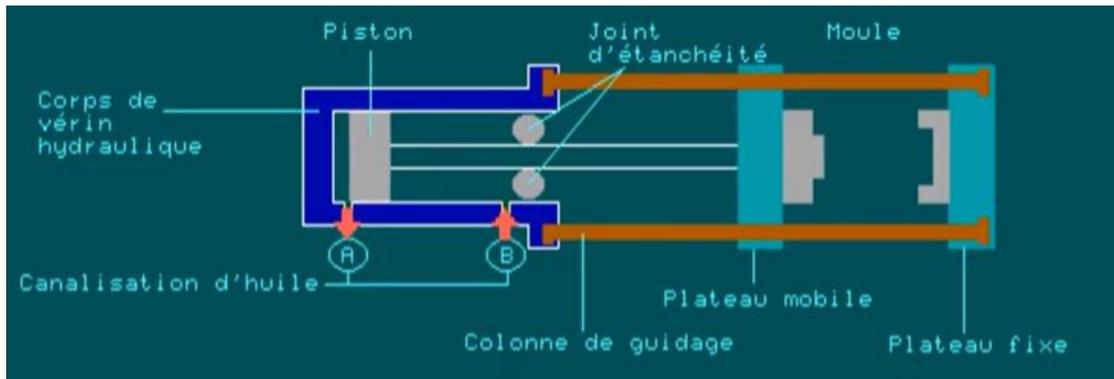
La fermeture/ouverture du moule est un mouvement de grande amplitude. Il est fait à grande vitesse avec des forces faibles. Outre coute, le verrouillage est un mouvement de faible amplitude mais de puissance élevée. La capacité d'un système de fermeture est définie à l'aide de deux paramètres :

- La force de verrouillage disponible (de 1 à 10000 tonnes) ;
- Les dimensions du plateau porte-moule.

Les différents dispositifs de verrouillage se distinguent par la technologie employée. De manière générale, les différents mécanismes de fermeture représente par :

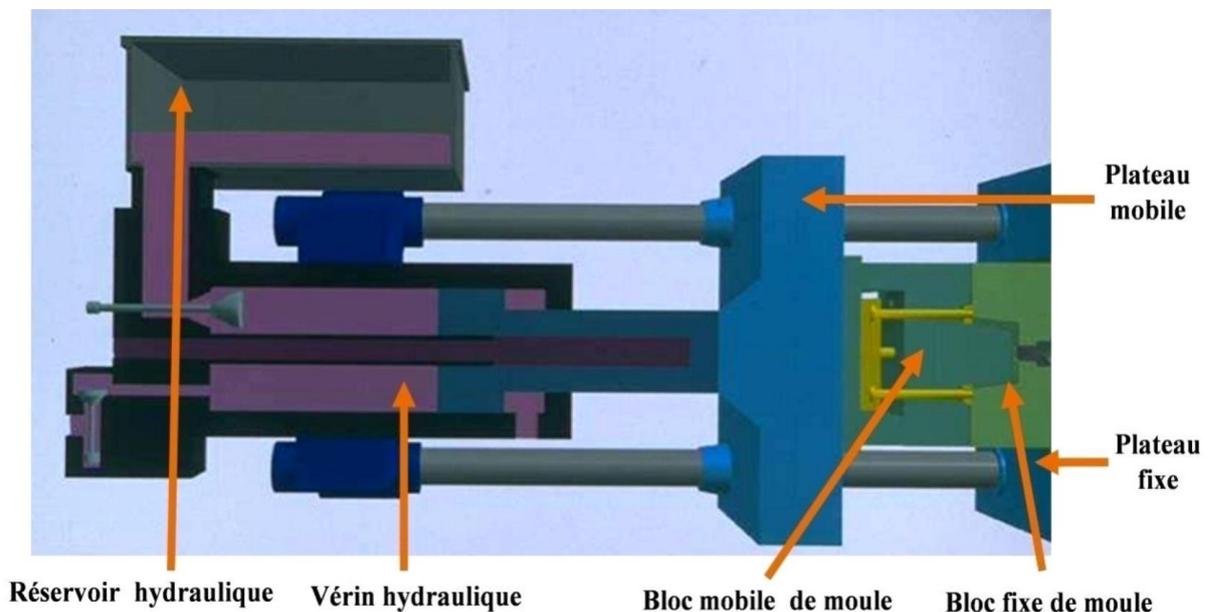
#### A- Fermeture Hydraulique :

La partie mobile du moule est montée sur le plateau de presse se déplaçant sur les colonnes de guidage. Ce plateau est solidaire d'un vérin hydraulique. La pression exercée sur le piston du vérin va entraîner l'ouverture et la fermeture du moule. Si A est l'orifice d'admission et B l'orifice d'échappement de l'huile, le piston se déplace vers la droite fermant le moule, il représente sur la **figure I.6**.



**Figure I.6:** Mécanismes de fermeture hydraulique.

A l'ouverture du moule, l'opération est inversée. L'admission d'huile s'effectue par l'orifice B et l'échappement en A. La différence de pression entre les deux chambres du vérin force le déplacement du piston vers la gauche et entraîne donc l'ouverture du moule. Le système de fermeture hydraulique (verrouillage direct) s'adapte automatiquement à l'épaisseur du moule. Presses avec une fermeture hydraulique ont une épaisseur de moule mini male à respecter. Si l'épaisseur de moule est trop faible, le piston viendra en butée contre le joint d'étanchéité du vérin, causant l'endommagement du système (**figure I.7**).



**Figure I.7 :** Fermeture à genouillères simple

➤ **Les avantages :**

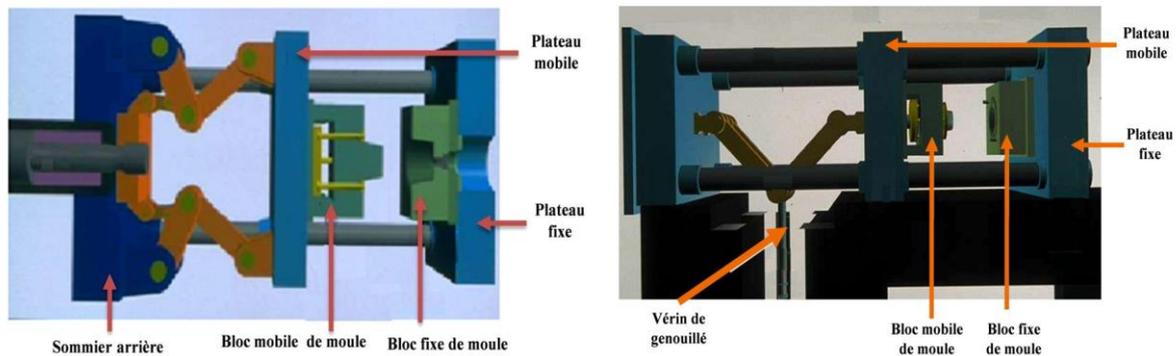
- Contrôle direct de la force de verrouillage.
- Effort de verrouillage central qui entraîne une bonne répartition des pressions.

➤ **Les inconvénients :**

- Taille importante des pièces en mouvement.
- Volumes d'huile déplacés importants.
- Mouvements de fermeture/ouverture lents.

**B- Fermeture Mécanique (Simple et Double genouillère) :**

La fermeture double genouillère utilise deux biellettes reliées au piston d'un vérin hydraulique. Lorsque le piston rentre, les biellettes se redressent et le moule se ferme. A cause de la géométrie du mécanisme, la vitesse initiale de fermeture du moule est élevée. Elle diminue à mesure que les biellettes se redressent. Lorsque les deux moitiés du moule se rencontrent, une force de verrouillage intense se développe allongeant les colonnes de guidage de la presse (Figure I.8 et I.9).



**Figure I.8 :** Fermeture à genouillères double. **Figure I.9 :** Fermeture à genouillères simple.

➤ **Les avantages :**

- Vitesse de Fermeture /ouverture élevée.
- Déformations axiales faibles.

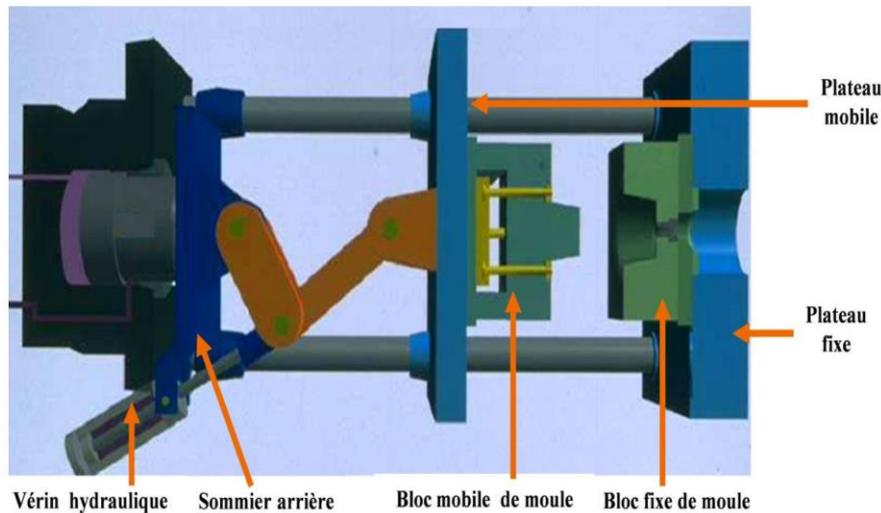
➤ **Les inconvénients :**

- Contrôle difficile de la force de verrouillage.
- Chocs sur le plan de joint.
- Fatigue mécanique des articulations.
- Flexion du plateau mobile.

**C- Fermeture Mixte (Hydraulique -Mécanique)**

Ce procédé est une hybridation entre la fermeture hydraulique et la fermeture mécanique. En effet, les mouvements d'ouverture et de fermeture se font uniquement par des genouillères, tandis que le verrouillage est assuré par un ou des vérins hydrauliques. Ce type de fermeture,

dite mixte, présente d'excellentes performances, mais au prix d'une certaine complexité de réalisation, qui la renchérit.



**Figure I.10:** Fermeture Mixte (Hydraulique-Mécanique).

➤ **Les avantages :**

- La vitesse de fermeture/ouverture élevée.
- Faible consommation d'huile.
- Contrôle direct de la force de fermeture.
- Effort de verrouillage central.

➤ **Les inconvénients :**

- Ce dispositif est réputé pour ne pas présenter d'inconvénient particulier.
- Sa seule limite concerne la force de verrouillage.
- En effet, au-delà de 600 tonnes, le dimensionnement de la genouillère se traduit par un encombrement élevé.

### 3. 4. 1. 2. Unité Plastification /Injection

#### A- Système de plastification :

La matière est plastifiée lors du dosage par l'action simultanée de la rotation de la vis de plastification et du système de chauffage du fourreau. Durant cette étape, la matière est convoyée de la goulotte jusqu'à l'avant de la vis car les frottements de la matière sont plus élevés sur le fourreau (plus chaud) que sur la vis (plus froide). La pression générée par le flux de matière plastifiée à l'avant du fourreau repousse la vis vers l'arrière, et fait reculer le piston du vérin d'injection (**figure I.11**) [04]. De plus, lors de l'injection, le piston du vérin d'injection avance et le reflux de matière le long de la vis ferme le clapet anti-retour, la vis fait alors office de piston.

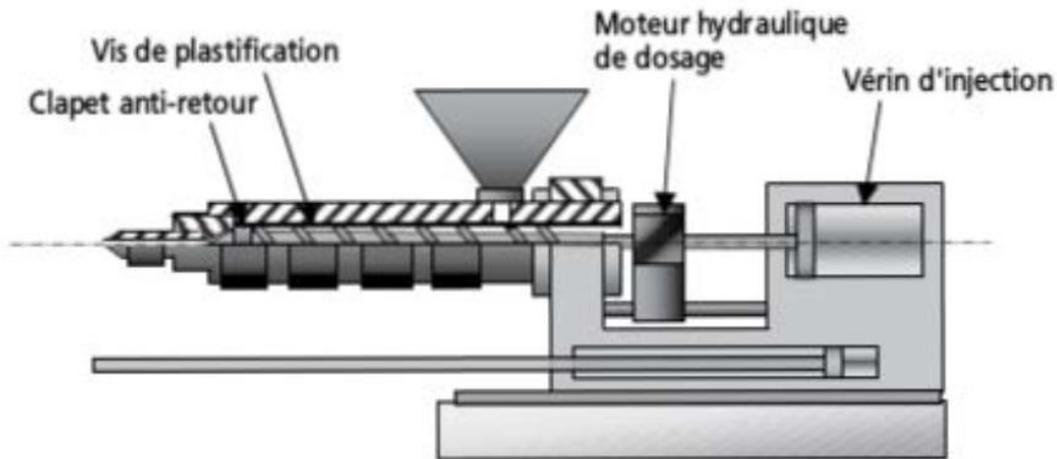


Figure I.11 : Système de plastification [04].

### B-Groupe de plastification

L'unité d'injection principale est constituée des ensembles suivants : la force de fermeture commandée par un vérin hydraulique et une genouillère de fermeture, le fourreau (cylindre de plastification), un clapet anti-retour, un support mobile, la buse d'injection et d'une vis de plastification et de dosage de la matière plastique. Les principaux éléments constitutifs de ce groupe sont (**figure I.12**) :

- **La trémie d'alimentation** : située à l'arrière du groupe, elle approvisionne l'unité de plastification en matière première (sous forme de poudre ou de granulés), en général par simple gravité,
- **L'ensemble vis-fourreau** : la vis est située dans un fourreau cylindrique, mis en température à l'aide de résistances électriques ou colliers chauffants. Leur rôle est de contribuer à l'apport d'énergie nécessaire à la plastification des polymères. La régulation de la température des résistances est assurée par une boucle de contrôle utilisant le plus souvent des thermocouples.
- **Le moteur** : Il assure la mise en rotation de la vis par des systèmes électriques ou hydrauliques.
- **Le système de vérin hydraulique** : il permet le déplacement transversal de la vis. La force nécessaire à l'injection du polymère dans le moule est développée en imposant une pression hydraulique sur le cylindre d'injection.
- **Le clapet "anti-retour"** : il est fixé à l'avant de la vis, et permet d'éviter le reflux de matière pendant la phase d'injection proprement dite.
- **La buse d'injection** : elle effectue la liaison entre le pot d'injection et le moule.

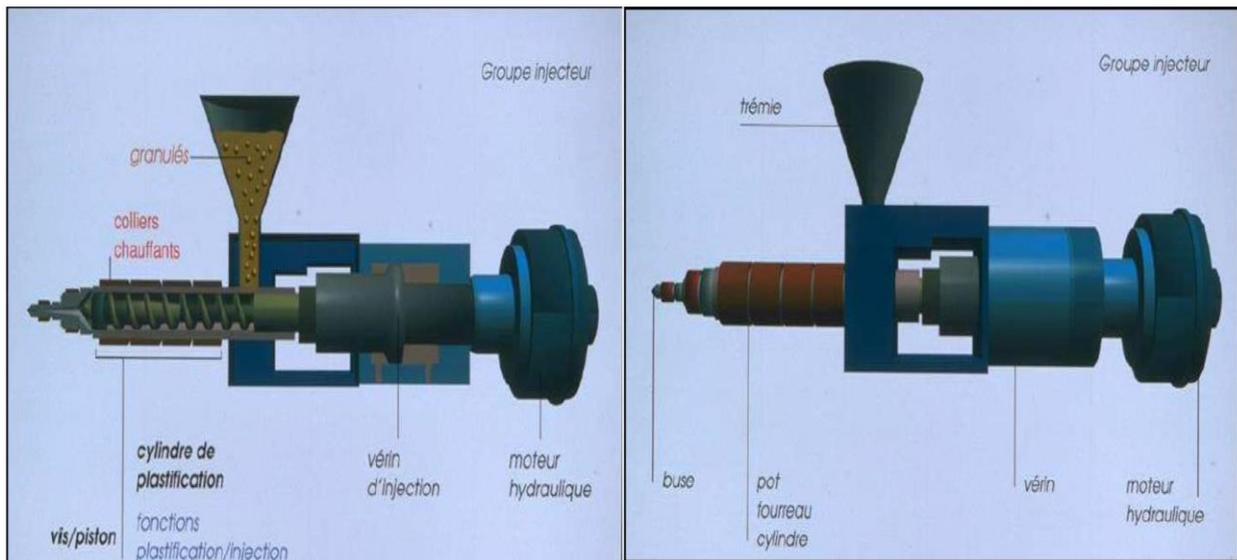


Figure I.12 : Unité d'injection principale.

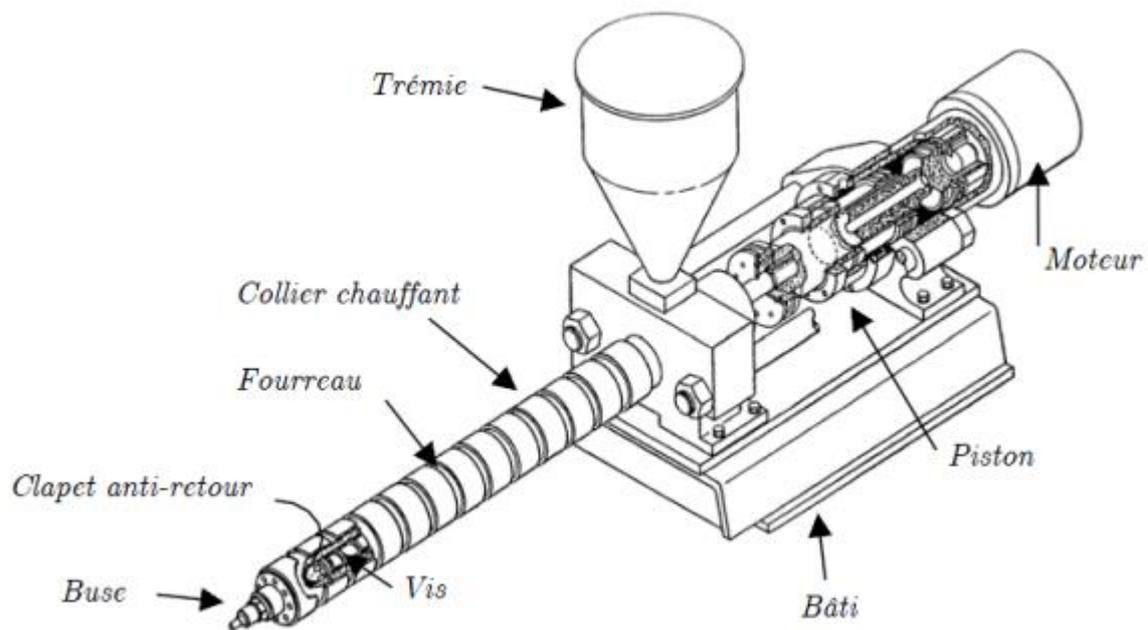


Figure I.13 : Schéma d'un groupe de plastification [05].

### ➤ La vis d'injection :

la vis est l'élément le plus important de la presse à injecter. Le but étant de plastifier une matière sans lui faire perdre ses caractéristiques au moment du passage en fusion. La vis par la variation de sa forme remplit trois fonctions importantes :

- Une zone d'alimentation ;
- Une zone de travail généralement conique (compression) ;
- Une zone d'homogénéisation ou de pompage généralement cylindrique ;

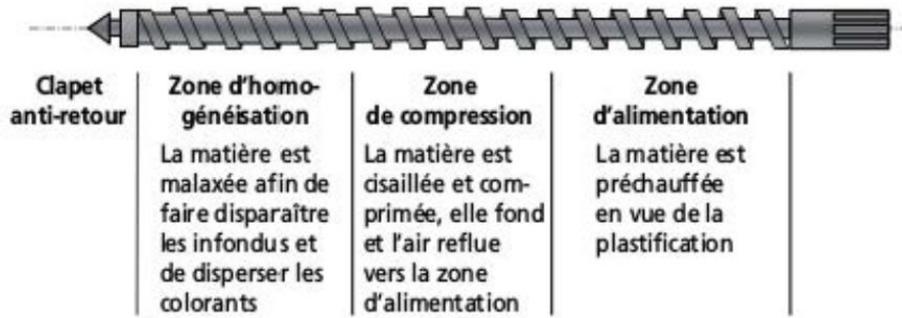


Figure I.14 : Profil d'une vis de plastification.

➤ **La buse**

Elle doit assurer un contact étanche avec le moule durant l'injection, la forme est généralement sphérique ou tronconiques ou planes. Elle doit également présenter une surface de contact réduite avec le moule afin de limiter le refroidissement [03].

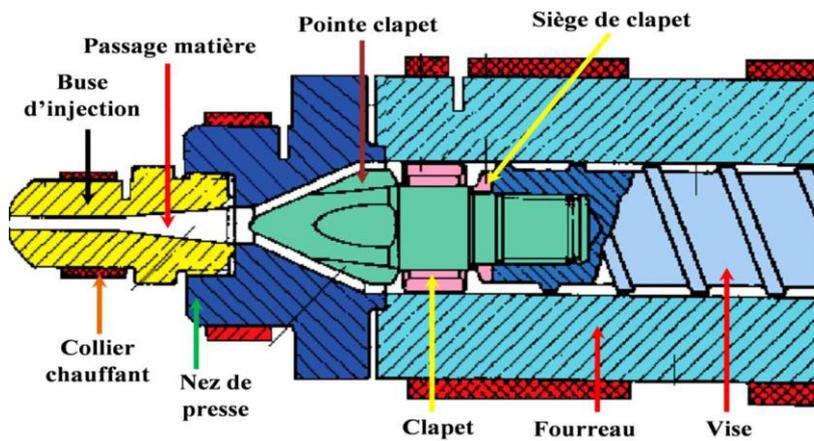


Figure I.15 : La buse.

**3. 5. Cycle d'injection de moulage**

La structure organisationnelle suivante montre les différentes étapes du cycle de moulage simplifié d'une pièce injecté, Il se compose en plusieurs étapes :

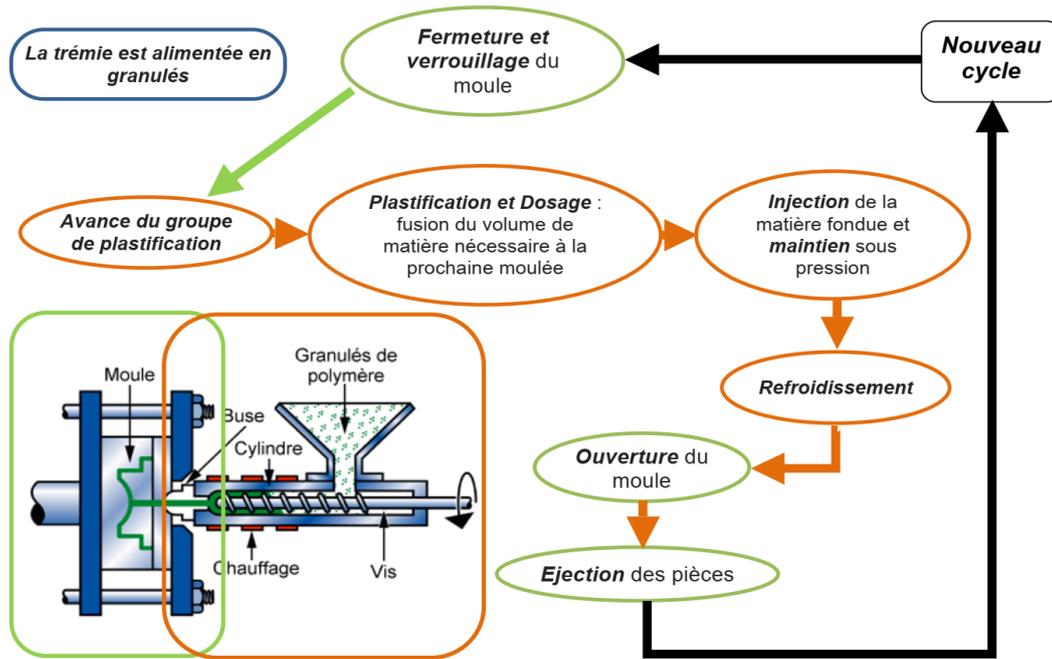


Figure 1.16: Déroulement de cycle d'injection.

### 3. 6. L'organigramme de fonctionnement du processus de la machine d'injection

La figure I.17 présente schématiquement les fonctions nécessaires qui doivent être assurées par la presse [02].

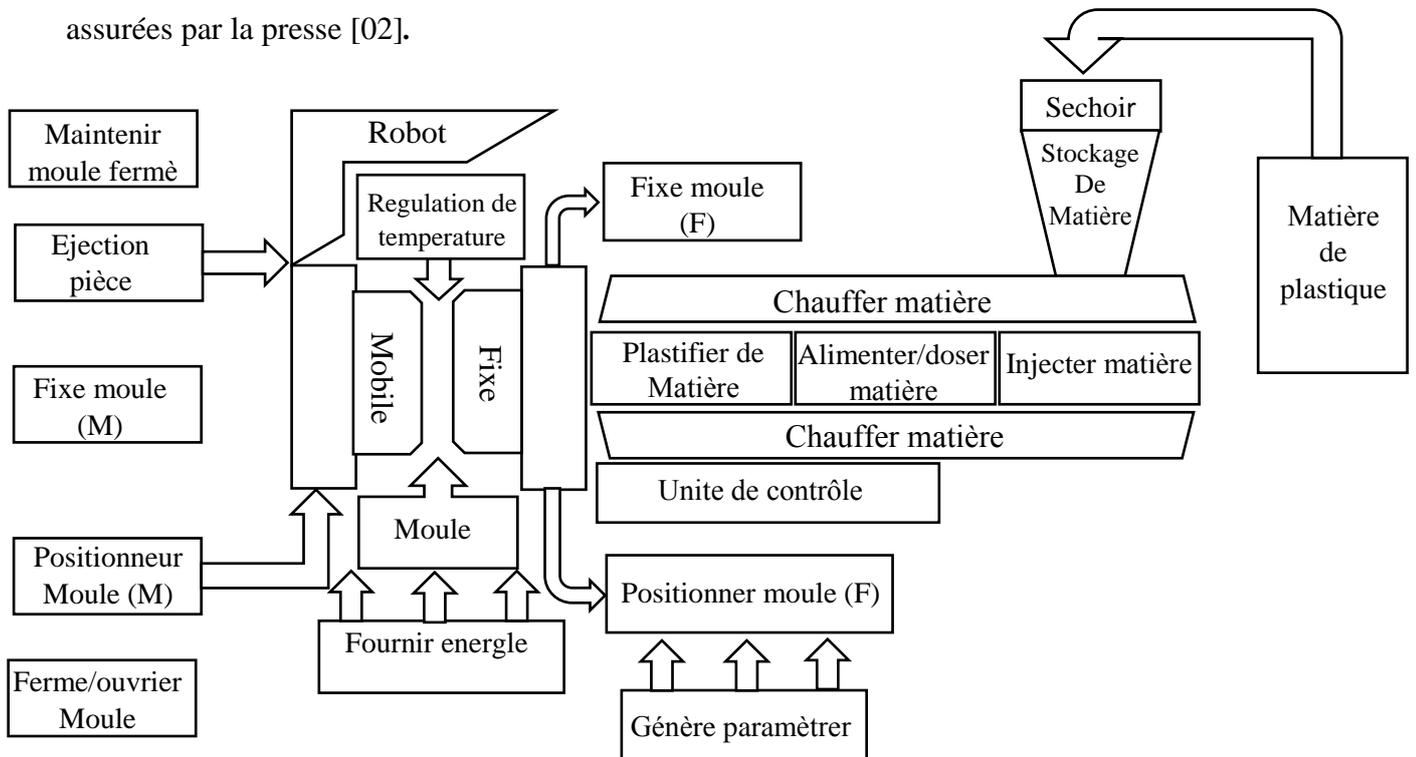


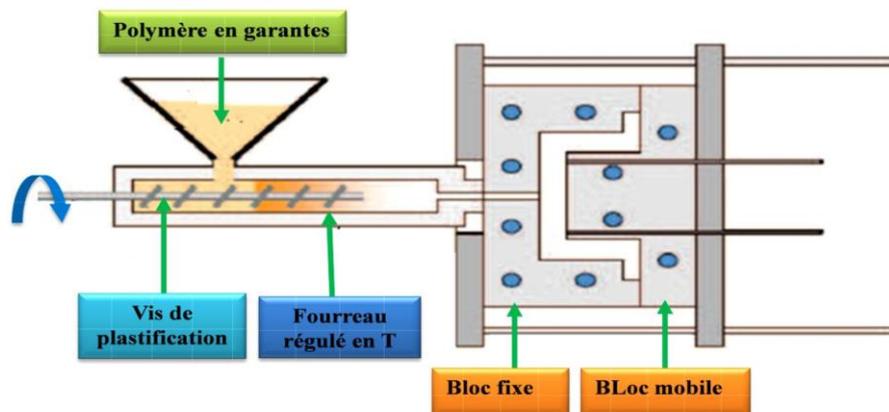
Figure I.17 : L'organigramme de fonctionnement de presse d'injection [06].

### 3. 7. La méthode d'injection

Lors d'une opération de moulage par injection, la fabrication de chaque pièce passe par quatre phases principales du cycle d'injection:

#### A-La phase de plastification

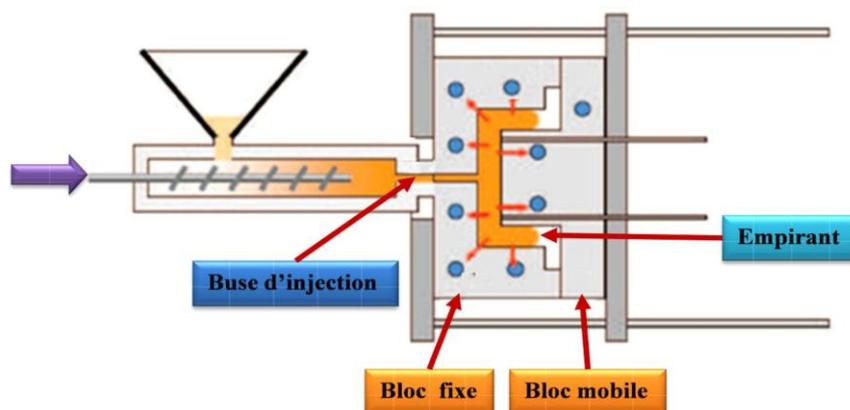
La phase de plastification pour objectif de faire passer le polymère de l'état solide (sous forme de granulés) à l'état fondu. Cette transformation est réalisée par l'ensemble vis-fourreau dont la fonction est de broyer et de chauffer le granulés pour l'amener peu à peu à l'état fondu. Pour cela, la vis de l'unité possède un mouvement de rotation pour permettre l'auto échauffement de la matière par malaxage, et de translation pour stocker à l'avant du fourreau la quantité de matière à injecter dans la cavité du moule (**figure I.18**) [03].



*Figure I.18* : La phase de plastification [03].

#### B- La phase de remplissage

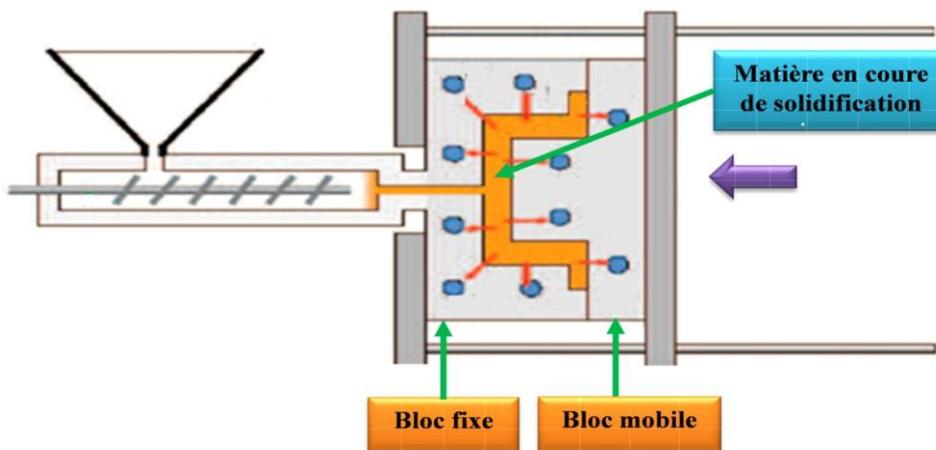
Une fois la matière accumulée en tête de fourreau, celle-ci est injectée dans l'empreinte de l'outillage par une avancée de la vis. Cette phase du cycle de transformation est appelée phase dynamique du remplissage. L'avancée de la vis est réglée en débit ou en pression pour maîtriser la vitesse d'injection du thermoplastique dans l'empreinte. Ce remplissage à une durée très courte, par rapport à celle de la phase de refroidissement (**Figure I.19**) [03].



*Figure I.19*: La phase de remplissage [03].

### C- La phase de compactage

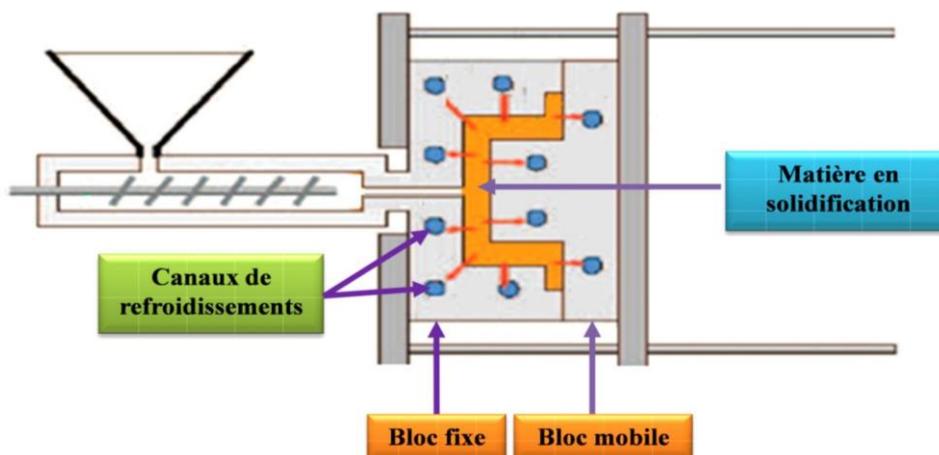
Le compactage est l'instant clé de la méthode d'injection. Il s'agit de l'instant de transition entre la phase de remplissage dynamique et la phase de maintien. A cet instant, le pilotage de l'injection passe d'une régulation de vitesse à une régulation de pression. En général, on choisit de commuter au moment où l'empreinte est complètement remplie. Cet instant est notifié par la présence d'un pic de pression d'injection prononcé. Cet événement est alors utilisé pour déclencher la commutation dès lors où la commutation est enclenchée, la presse applique au niveau du bloque d'injection une consigne de pression de maintien (**Figure I.20**) [03].



*Figure I.20:* La phase de compactage [03].

### D- La phase de refroidissement

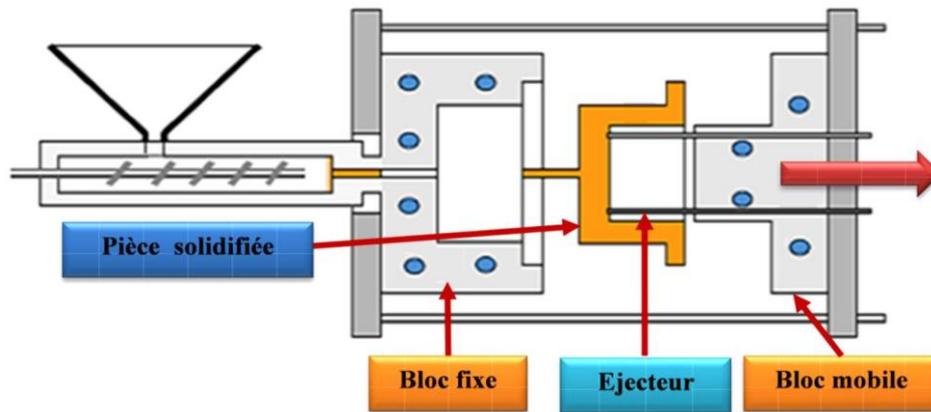
Lorsque le polymère est entièrement figé au niveau des seuils d'injection, il n'est plus nécessaire d'appliquer une pression de maintien, et la pièce continue de se refroidir jusqu'à ce qu'elle soit complètement solidifiée. La vis peut alors reprendre son cycle de rotation à l'étape 1 (**Figure I.21**) [02]



*Figure I.21:* La phase de refroidissement [03].

## E- La phase d'éjection

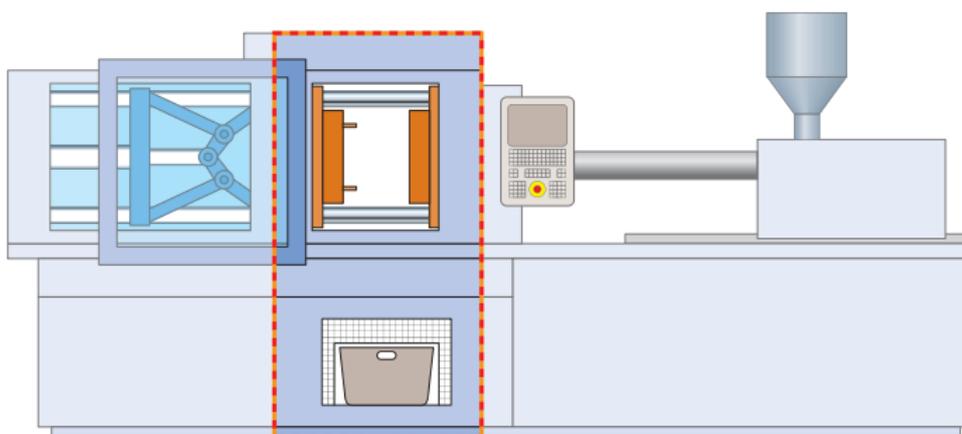
La vis de plastification recule avant de commencer un nouveau dosage de matière en vue du démarrage du cycle suivant, ce processus est effectué après la confirmation de l'ouverture du moule, puis l'éjecteur dérailier la pièce du moule (**Figure I.22**) [03].



*Figure I.22:* La phase d'éjection [03].

### 3. 8. Sécurité des presses à injecter

Travailler sur les presses à injection et leurs équipements périphériques engendre de très nombreuses situations dangereuses à l'origine des dommages encourus par les travailleurs. Sans être exhaustifs, les tableaux suivants (**Tableau 2**) résument les plus importants phénomènes dangereux qui peuvent être présents ou survenir dans la zone du moule et les dommages qu'ils peuvent causer. Lors d'interventions dans la zone du moule (changement de moule, installation d'un convoyeur, programmation d'un robot), les travailleurs peuvent être exposés aux principaux phénomènes dangereux associés à la presse à injection [05].



*Figure I.23:* Zoom du moule d'une presse à injection.

**Tableau 2 :** Phénomènes dangereux et dommages possibles -1-

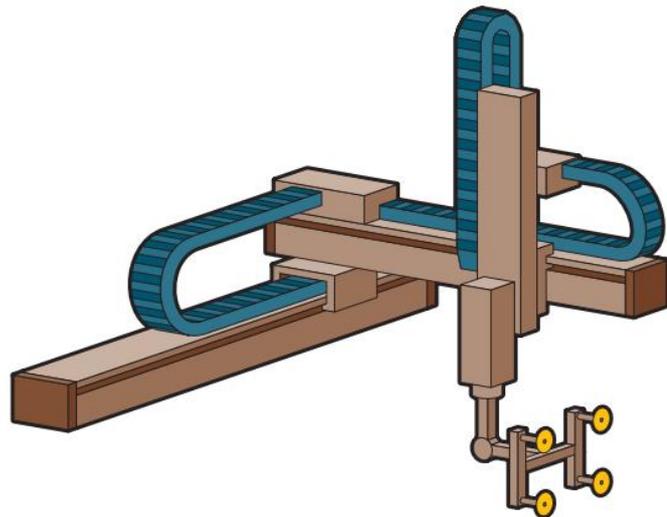
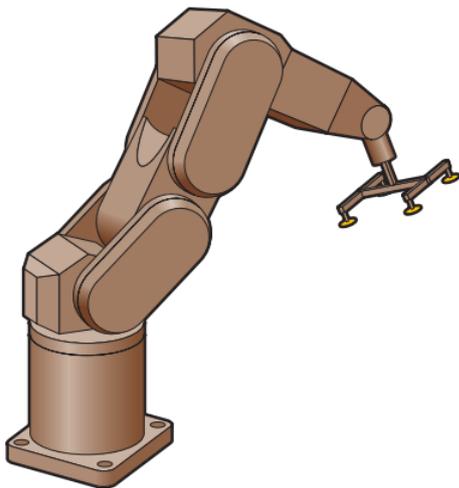
PHÉNOMÈNES DANGEREUX	DOMMAGES POSSIBLES
 Mouvements du plateau mobile qui créent une zone de coincement	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Coupure</li> <li>○ Écrasement</li> <li>○ Sectionnement</li> <li>○ Amputation</li> <li>○ Fracture</li> <li>○ Contusion</li> <li>○ Ecchymose</li> <li>○ Blessure aux yeux</li> <li>○ Piqûre</li> <li>○ Brûlure</li> <li>○ Décès</li> </ul>
 Mouvements des éjecteurs, des noyaux et des plaques	
 Forme pointue ou coupante des éléments	
 Projection de pièces de métal ou de plastique chaud	

**3. 8. 1. Robot et extracteur**

Le robot ou l'extracteur évolue dans la zone du moule, suscitant des phénomènes dangereux additionnels importants pour les travailleurs.

**Tableau 3 :** Phénomènes dangereux et dommages possibles -2-

PHÉNOMÈNES DANGEREUX	DOMMAGES POSSIBLES
 Mouvements des bras du robot ou de l'extracteur, du préhenseur, de la charge portée	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ecchymose</li> <li>○ Fracture</li> <li>○ Coincement</li> <li>○ Blessure aux yeux</li> <li>○ Choc</li> <li>○ Écrasement</li> <li>○ Décès</li> </ul>
 Chute ou projection de la charge manipulée par le robot ou l'extracteur	



**Figure I.24:** (A) Robot multiaxes.

(B) Robot cartésien.

## I. 4. Le Moule d'injection

Un moule est un bloc de métal creux dans lequel du plastique fondu est injecté à partir d'une certaine forme fixe. Bien qu'ils ne soient pas illustrés dans la figure ci-dessous, il y a en réalité de nombreux trous percés dans le bloc pour le contrôle de la température au moyen d'eau chaude, d'huile ou de radiateurs.

Le plastique fondu s'écoule dans un moule à travers une carotte et remplit les cavités au moyen de canaux et de portes. Ensuite, le moule est ouvert après le processus de refroidissement et la tige d'éjection de la machine de moulage par injection pousse la plaque d'éjection du moule pour éjecter davantage les moulages. Par conséquent, le moule est composé de deux parties bien distinctes, une partie mobile et une partie fixe. La partie fixe, où se situe la buse moule, ne se déplace pas. Elle va être en contact avec le ponton lors de chaque cycle. La partie mobile, où se situe l'éjection, va subir un déplacement en translation, d'où leurs nominations [03].

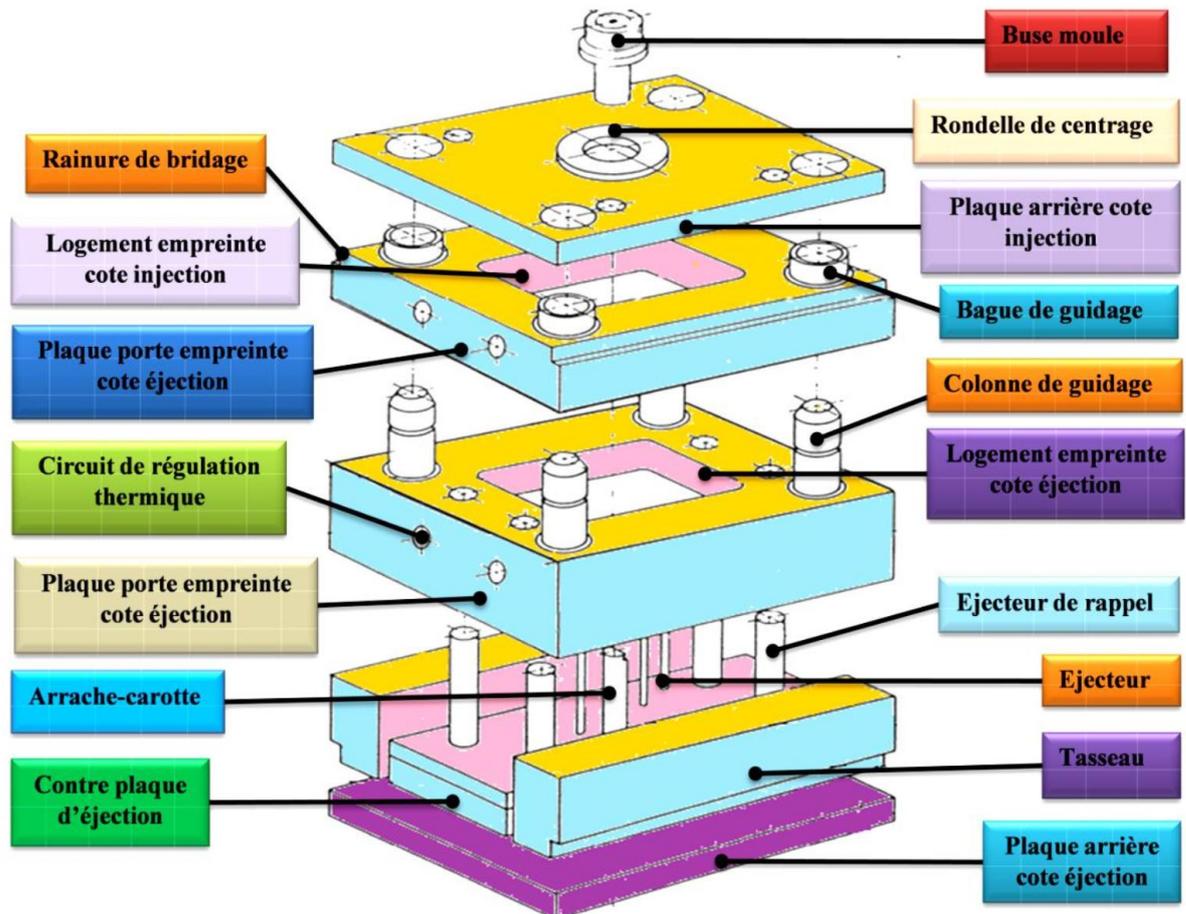


Figure 1.25: Les différents éléments d'un moule d'injection [03].

## 1.7. Les différents types de presse d'injection

Actuellement, il existe plusieurs presses d'injection plastique : presse à piston, à vis sans fin, à plateau tournant. Elles sont nommées couramment dans l'industrie « presses à injection » ou « presses à injecter ».

Le nom de presse est dû au fait que le moule est fortement fermé et comprimé dans une presse hydraulique ou électrique spéciale. Les presses à injection sont classées par tonnage pouvant varier de 5 tonnes à 9 000 tonnes. Plus le tonnage est élevé, plus la presse peut mouler les pièces de grande surface projetée (dans le plan d'ouverture du moule). Suivant le sens d'injection, on distingue deux configurations de presse possible :

### 1.7.1. Presse à injection horizontale

Dans la presse horizontale, le moule est difficile à mettre en place, il prend une position verticale par rapport à l'axe de la vis ou du piston qui est horizontal, son ouverture provoque alors la sortie immédiate de la pièce par gravité après éjection, d'où un gain de temps est automatisé possible de l'emballage des produits fabriqués[07].



Figure I.26 : Presse à injection horizontale [07]

### 1.7.2. Presse à injection Verticale

Dans ce cas, la presse à moins d'encombrements, l'axe de la vis est vertical et l'ouverture du moule est dans un plan horizontal. Ce type de presse s'utilise pour des moules comportant des insertions de prisonnier métallique mais le démoulage de la pièce nécessite un transfert. Cette presse préoccupe peu de place au sol [07].



**Figure I.27 :** Presse à injection verticale [07]

## I. 6. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de comprendre la structure de la presse d'injection. Nous avons pu expliquer les types des fermetures de presse d'injection, des unités de plastification/injection, et les différentes phases de moulage par injection (plastification, remplissage, compactage, refroidissement et éjection) et Sécurité des presses à injecter. Nous avons vu, d'une manière générale, que le bon écroulement de la procédé et la bonne qualité des pièces produites sont basées sur la sélection optimale des paramètres de réglage de chaque phase de cycle d'injection.

Dans le chapitre suivant nous donnerons la procédure d'automatisation de presse d'injection, de plus nous présenterons une définition sur la machine d'injection *HAITAIN* type *SA8000 II*. Ensuite, nous exposerons des raisons de choix *API S7-300*. On terminera par un programme de la machine d'injection.

*Chapitre 2*

***Etude générale sur les automates  
programmables industrielles API***

## II.1. Introduction

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969 où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer la commande automatisées des chaînes de fabrication qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Actuellement, la commande d'une presse d'injection par un microprocesseur est le centre de décision. En effet, le fonctionnement de la machine à injecter pour la production de pièces plastique est relativement une tâche simple. De plus, le bon fonctionnement d'une presse à injecter est assuré par plusieurs parties : un automate programmable industriel, un logiciel et une interface homme-machine.

Dans ce chapitre, nous aborderons une définition de l'automate programmable industrielle (API) de type *SIMATIC S300*. Ensuite, nous donnerons les éléments et les caractéristiques de l'API, aussi la structure générale de l'API. De plus, ce chapitre est consisté à présenter la méthode de configuration et le logiciel de programmation d'API. En fin, nous avons passé à la présentation graphique de grafcet set.

## II.2 Définition de L'automate programmable industriel (API)

API (Automate Programmable Industriel) ou en anglais PLC (Programmable Logic Controller) est un appareil électronique destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel (Il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs). Qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Cont,...) pour le stockage interne des instructions.

Un automate permet de contrôler, coordonner, et d'agir sur l'actionneur comme par exemple un robot, un bras manipulateur, alors on peut dire que un API est utilisé pour automatiser des processus. L'API est structure autour d'une unité de calcul (processeur), de cartes d'entrées-sorties, de bus de communication et de modules d'interface et de commande [03].

### II.2.1 Généralités sur les automates programmables industriels (API)

Un automate programmable industriel (API) est un appareil électronique spécialisée dans la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels et tertiaires. Il exécute une suite d'instructions introduites dans sa mémoire sous forme de programme et s'apparente par conséquent aux machines de traitement d'information. Trois caractéristiques fondamentales le

distinguent totalement des outils d'informatiques tels que les ordinateurs utilisés dans les entreprises et tertiaires :

- Connexion directe aux différents capteurs et actionneurs grâce à ces entrées/sortie.
- Fonctionnement dans des conditions industrielles sévères (température, vibrations, humidité, microcoupure de l'alimentation en énergie électrique...).
- Son aspect pratique grâce à la possibilité de sa programmation en utilisant un langage spécialement développé pour le traitement de fonctions d'automate (Step 7).

### **II.2.2. Structure des systèmes automatisés**

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC) et une partie opérative (PO). Pour faire fonctionner ce système, l'opérateur va donner des consignes à la PC. Celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la PO. Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC, par un retour d'information, qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé.

#### **A- Partie commande :**

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé. Elle est, en général, composée d'un ordinateur qui contient dans sa mémoire un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient ;
- Des informations reçues par les capteurs ;
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

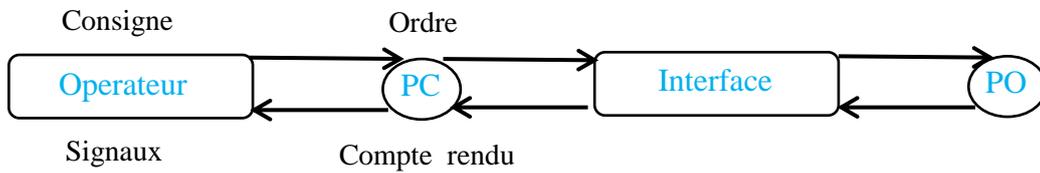
#### **B- Partie opérative :**

Cet élément est consomme l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique. Elle comporte, en général, un boîtier (appelé bâti) contenant :

- Des actionneurs (transforment l'énergie reçue en énergie utile : moteur, vérin, pompe) ;
- Des capteurs (transforment les variations des grandeurs physiques liées au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de position, de température, bouton poussoir).

### C- Interface :

L'**interface** est une partie opérative (PO) et une partie de commande (PC). En effet, l'interface est un système de traduction d'informations entre la PC et la PO.



*Figure II.1* : structure d'un système automatisé.

## II.2.3. Architecture d'un API

### II.2.3.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

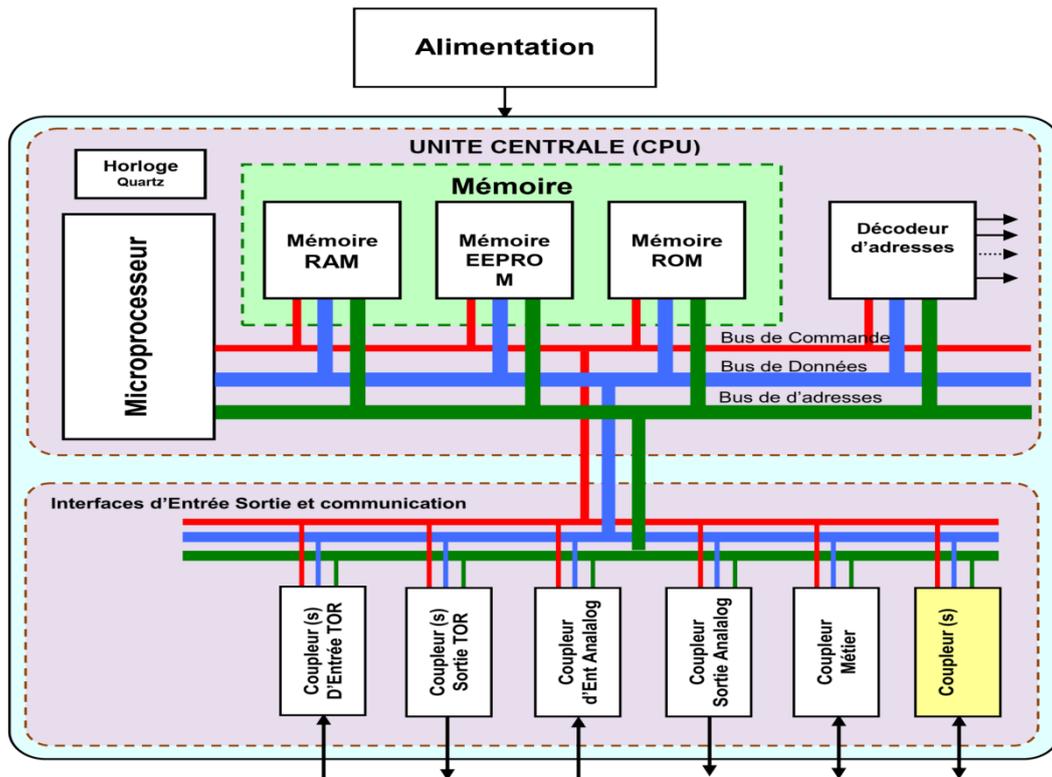
- **Compact** : Il intègre le processeur, l'alimentation et les entrées/sorties. Il peut réaliser certaines fonctions supplémentaires et recevoir des extensions limitées. Il est généralement destiné à la commande de petits automatismes.
- **Modulaire** : Dans ce modèle le processeur, l'alimentation et les interfaces entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes de grande puissance et de capacité de traitement.



*Figure II.2*: a- API type modulaire. b- API type compact.

### II.2.3.2. Structure interne

La structure matérielle interne d'un API obéit au schéma donné sur la figure dessous :



**Figure II.3:** Architecture interne d'un automate programmable.

Nous analyserons successivement chacun des composants qui apparaissent sur ce schéma :

#### II.2.3.2.1. Le Processeur

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

- Gestion des entrées/sorties;
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement;
- Dialogue avec le terminal programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données;

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

Les principaux registres existants dans un processeur sont :

- A- L'accumulateur :** C'est le registre où s'effectuent les opérations du jeu d'instruction, les résultats sont contenus dans ce registre spécial.
- B- Le registre d'instruction :** Il reçoit l'instruction à exécuter et décode le code opération. Cette instruction est désignée par le pointeur.
- C- Le registre d'adresse :** Ce registre reçoit, parallèlement au registre d'instruction, la partie opérande de l'instruction. Il désigne le chemin par lequel circulera l'information lorsque le registre d'instruction validera le sens et ordonnera le transfert.
- D- Le registre d'état :** C'est un ensemble de positions binaires décrivant, à chaque instant, la situation dans laquelle se trouve précisément la machine.
- E- Les piles :** Une organisation spéciale de registres constitue une pile, ces mémoires sont utilisées pour contenir les résultats de chaque instruction après exécution. Ce résultat sera utilisé ensuite par d'autre instruction, et cela pour faire place à la nouvelle information dans l'accumulateur.

#### II.2.3.2.2. Les mémoires

Un système à processeur est toujours accompagné d'un ou de plusieurs types de mémoires. Les automates programmables industriels possèdent pour la plupart les mémoires suivantes :

##### **A- Mémoire de travail**

La mémoire de travail (mémoire vive) contient les parties du programme significatif pour son exécution. Le traitement du programme a lieu exclusivement dans la mémoire de travail et dans la mémoire système.

##### **B- Mémoire système**

La mémoire système (mémoire vive) contient les éléments de mémoire que chaque CPU à la disposition du programme utilisateur comme, par exemple, mémoire image des entrées, mémoire image des sorties, mémentos, temporisation et compteurs. La mémoire système contient, en outre, la pile des blocs et la pile des interruptions. Elle fournit aussi la mémoire temporaire allouée au programme (pille des données locales).

##### **C- Mémoire de chargement**

La mémoire de chargement sert à l'enregistrement du programme utilisateurs sans affectation de mnémonique ni de commentaires (ces derniers restent dans la mémoire de la console de programmation).

La mémoire de chargement peut être soit une mémoire vive (RAM), soit une mémoire EPROM.

### **E-Mémoire RAM non volatile**

Zone de mémoire configurable pour sauvegarder des données en cas de défaut d'alimentation.

### **F-Mémoire ROM**

Contient le système d'exploitation qui gère la CPU.

#### **II.2.3.2.3. Les modules d'entrée/sortie**

Ils traduisent les signaux industriels en informations API réciproquement, appelées aussi coupleurs. Beaucoup d'automates assurent cet interfaçage par des modules amovibles être modulaires par carte ou par rack. D'autres automates ont une structure monobloc, avec des modules intégrés dans un châssis de base, (cas des automates de télémécanique TSX17 et SIMATIC S7-314 IFM).

Le nombre total de modules est évidemment limité, pour des problèmes physiques :

- Alimentation électrique.
- Gestion informatique.
- Taille du châssis.

Différents types de modules sont disponibles sur le marché selon l'utilisation souhaitée, les plus répandus sont :

#### **A- Entrées/sorties TOR (Tout ou Rien)**

La gestion de ce type de variables constituant le point de départ historique des API reste une de leurs activités majeures.

Leur nombre est en général de 8,16, 24 ou 32 entrées/sorties, qui peuvent fonctionner :

- En continu : 24V, 48V.
- En alternatif : 24V, 48V, 100/120V, 220/240V.

#### **B- Entrées/Sorties analogique**

Elles permettent l'acquisition de mesures (entrées analogique), et la commande (sorties analogiques). Ces modules comportent un ou plusieurs convertisseurs Analogique/Numérique (A/N) pour les entrées et Numérique / Analogique (N/A) pour les sorties dont la résolution est de 8 à 16 bits. DE plus, les standards les plus utilisés sont :  $\pm 10V$ , 0-10V,  $\pm 20mA$ , 0-20mA et 4-20mA.

Ces modules sont en général multiplexés en entrée pour n'utiliser qu'un seul convertisseur A/N, alors que les sorties exigent un convertisseur N/A par voie pour pouvoir garder la commande durant le cycle de l'API.

### C- Module spécialisés

Ils assurent non seulement une liaison avec le monde extérieur, mais aussi une partie du traitement pour soulager le processeur et donc améliorer les performances. En effet, Ces modules peuvent posséder un processeur embarqué ou une électronique spécialisée. On peut citer :

- **Les cartes de comptage rapide** : Elles permettent saisir des événements plus courts que la durée du cycle travaillant à des fréquences qui peuvent dépasser 10kHz
- **Les Entrées/Sorties déportées** : Leur intérêt est de diminuer le câblage en réalisant la liaison avec détecteur, capteurs ou actionneurs au plus près de ceux-ci, ce qui a pour effet d'améliorer la précision de mesure ;

La liaison entre le boîtier déporté et l'unité centrale s'effectue par le biais d'un réseau de terrain suivant des protocoles bien définis. L'utilisation de la fibre optique permet de porter la distance à plusieurs kilomètres.

#### II.2.3.2.4. L'alimentation électrique

Elle a pour rôle de fournir les tensions continues nécessaires aux composants avec de bonnes performances, notamment face aux microcoupures du réseau électrique qui constitue la source d'énergie principale. De plus, la tension d'alimentations peut être de 5V, 12V ou 24V. D'autres alimentations peuvent être nécessaires pour les châssis d'extension et pour les modules entrées/sorties. Un onduleur est nécessaire pour éviter les risques de coupures non tolérées.

#### II.2.3.2.5. Les liaisons

Elles s'effectuent :

- Avec l'extérieur par des borniers (à vitesse, à clipser, ...), sur lesquels arrivent des câbles transportant les signaux électriques ;
- Avec l'intérieur par des bus, liaisons parallèles entre les divers éléments. Il existe plusieurs types de bus, car on doit transmettre des données, des états, des adresses ;

#### II.2.3.2.6. Eléments auxiliaires

- Un ventilateur: est indispensable dans les châssis comportant de nombreux modules ou dans le cas où la température ambiante est susceptible de devenir assez élevée ;

- Un support mécanique : il peut s'agir d'un rack, l'automate se présente alors ;
- Sous forme d'un ensemble de cartes, d'une armoire, d'une grille, et des fixations correspondantes ;
- Des indicateurs d'état : concernant la présence de tension, la charge de la batterie, le bon fonctionnement de l'automate etc ;

#### **II.2.4. Protection de l'automate**

La protection des circuits d'entrée contre les parasites électriques est souvent résolue par découplage opto-électrique. Le passage des signaux par un stade de faisceau lumineux assure en effet une séparation entre les circuits internes et externes.

Du côté sorties, on doit assurer le même type de protection, mais amplification de puissance, avec au final un courant continu ou alternatif selon les cas. Deux types de cartes électroniques sont utilisés:

##### **A- Les modules à sorties statiques**

Relais statiques intégrant des composants spécialisés : transistor bipolaires, thyristors. Ces composants n'ont aucune usure mécanique et leurs caractéristiques de commutation se maintiennent dans le temps.

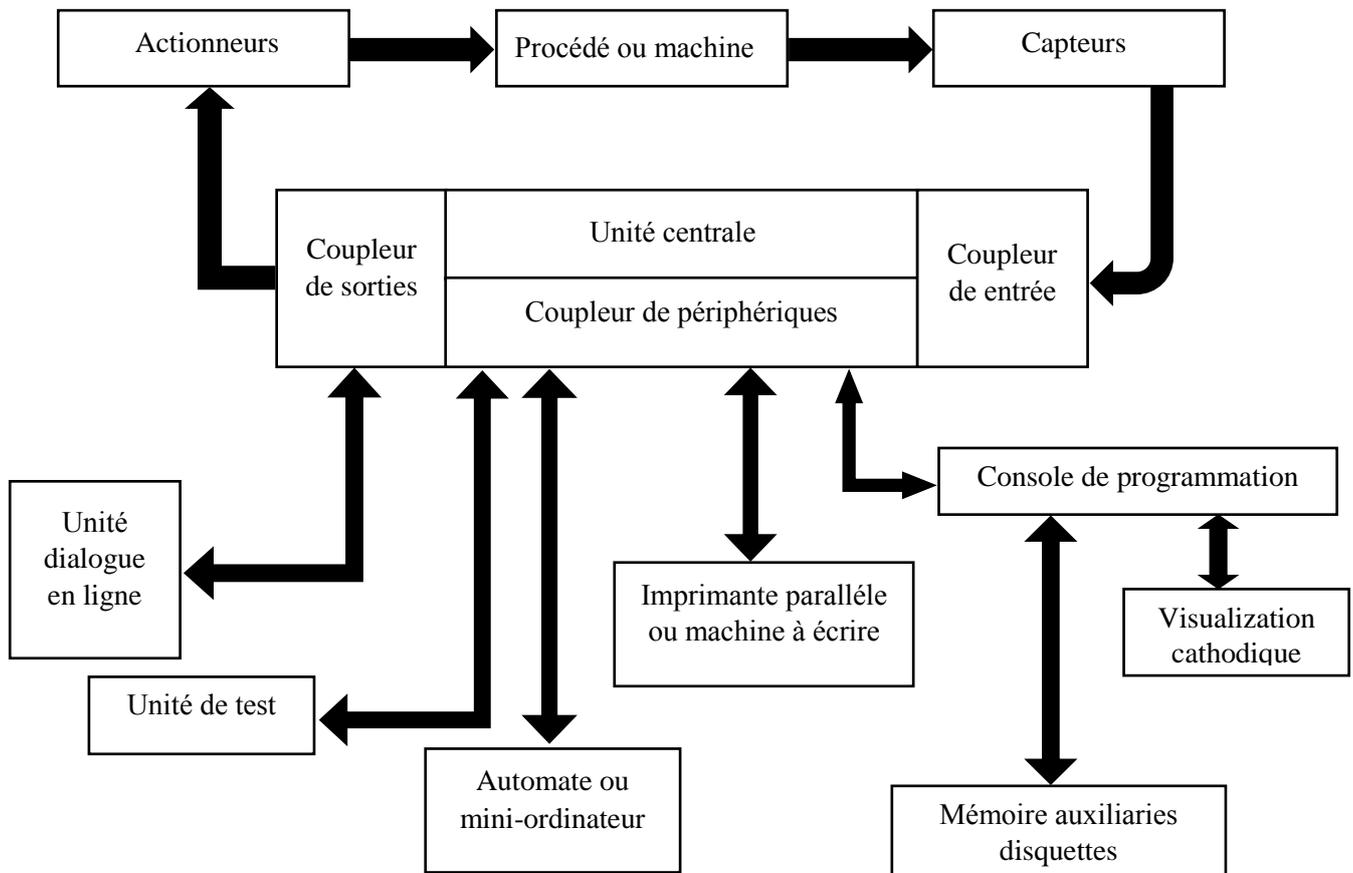
##### **B- Les modules à relais électromagnétique**

Où le découplage résulte de l'existence de deux circuits électriques (Bobines d'excitation, circuits de puissance), ces relais électromagnétique ont l'avantage d'avoir une faible résistance de contact, une faible capacité de sortie et surtout un faible coût, mais une durée de vie et une vitesse de commutation inférieures aux sorties statiques.

#### **II.2.5. Environnement**

Dans le cadre d'une évolution conduisant à une automatisation de plus en plus globale, l'automate est de moins en moins acquis seul, et même si c'est le cas, il doit pouvoir se connecter à d'autres matériels à processeur, et dialoguer avec les agents d'exploitation.

Les types de communication supportés par les API modernes sont : la communication avec un opérateur par un pupitre ou un terminal industriel : ils permettent une communication homme-machine, et ce dans les deux sens (clavier, ...) [09]



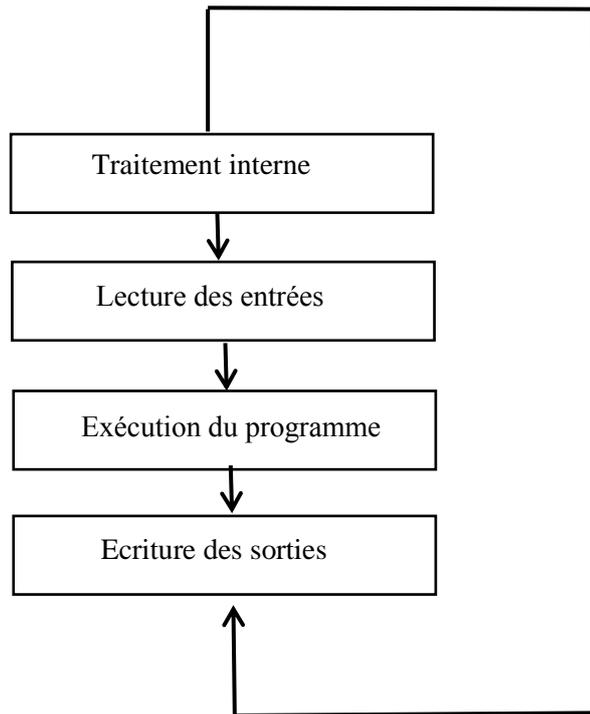
*Figure II.4:* L'environnement de l'API.

## II.2.6. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- a. **Traitement interne** : l'automate effectue des opérations de contrôles et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN/STOP, mises à jour des valeurs de l'horodateur,...) ;
- b. **Lecture des entrées** : l'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées ;
- c. **Exécution du programme** : l'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties ;
- d. **Ecriture des sorties** : l'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties ;

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique).



*Figure II.5* : Fonctionnement d'un API.

## **II.2.7. Les gammes des automates programmables industriels**

### **II.2.7.1. Les automates de petite gamme**

Ces automates sont destinées pour de petite application. Le nombre des entres/ sorties ne dépasse pas 48. Ils se présentent dans des boitiers compacts ou tous les modules (CPU, Alimentation, Module d'E/S, interface de communication) sont intégrés dans une mémoire boitier.

### **II.2.7.2. Les automates de moyenne gamme**

Dans cette gamme le nombre d'E/S peut atteindre 400, ces automatisons une structure modulaire extensible.

### **II.2.7.3. Les automates de haute gamme**

Ce sont des automates super puissant dont les performances permettant de gérer jusqu' à 2024 E/S et plus. Il dispose d'une structure modulaire.

### **II.2.7.4. Les gamme SIEMENS**

Siemens fabrique et développe des Automates Programmables Industriels des plus 30 ans. De plus, cette expérience à été capitalisée dans la conception de famille Step 7 la compatibilité des appareils, nous apporte une sécurité d'investissement sur des dizaines d'années.

La famille de contrôleurs SIMATIC se positionne dans tous les secteurs d'activité et domaines d'application :

- Classique, secrété ou de disponibilité élevée avec des API modulaires ;
- Commande et supervisions dans un produit compact avec des systèmes intégrés ;
- Automatisation décentralisée avec CPU classique ou de sécurité ;

Parmi les familles de gamme SIEMENS il y a le S5 et S7 qui ont le même plusieurs type S5: S5-90U, S5-95U, S5-100U, S5 -115U, S5-135U et S5-155U.S7: S7-200, S7-300 et S7-400.

### II.2.8. Critère de choix de l'automate programmable industriel [10]

Après avoir étudié notre système dans les chapitres précédent, le choix des API revient à considérer certains critères important tels que :

- Nombre et la nature des entrées/sorties ;
- Le type du processeur, la taille de la mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur ;
- Fonction ou modules spéciaux : certaine modules permettent de soulager le processeur en calcul afin de sécuriser le traitement et la communication avec le procédé ;
- Communication avec d'autre système ;
- La fiabilité et la robustesse ;
- Protection contre les parasites (champs électromagnétiques), baisse et pic de tension;

Pour notre travail, nous avons choisi à l'automate SIEMENS S7-300 et cela vue

- Le nombre d'entrées/sorties (23 /10) ;
- La nature TOR d'entrées/sorties .

### II.2.9. Description de l'Automate S7-300 [11]

Le S7-300 est un automate modulaire d'une gamme excellente des produits SIEMENS, il est synonyme de la nouvelle technologie des automates programmables. Le S7-300 est utilisé dans presque toutes les branches de l'industrie où les applications les plus variées. Sa modularité permet de réaliser des fonctions d'automatisations les plus diverses à partir des différents modules. Ses principales caractéristiques son :

- Sa puissance et sa rapidité ;
- La possibilité d'intégration de nouvelles taches ;
- Haute performance grâce aux nombreuses fonctions intégrées ;

### II.2.9.1. Constitution de l'automate S7-300

Un système d'automatisation **S7-300** est un système modulaire, comprend les composantes indiquées ci-dessous :

- ✚ **Module d'alimentation (PS) :** Transforme la tension secteur en une tension d'alimentation, et délivre sous une tension de 24 V, un courant de sortie assigné de 2A, 5A et 10A.
- ✚ **Unité centrale :** C'est le cerveau de l'automate, exécute le programme utilisateur et commande les sorties, elle comporte les éléments suivants en face avant:
  - ❖ Des leds pour la signalisation d'état et de défaut;
  - ❖ Commutateur à clé amovible à 4 positions;
  - ❖ Raccordement pour tension 24 V DC;
  - ❖ Interface multipoint MPI pour console de programmation ou couplage à un autre système d'automatisation;
  - ❖ Compartiment pour pile de sauvegarde;
  - ❖ Logement pour carte mémoire.
- ✚ **Module de signaux(SM) :** C'est des modules E/S sont sélectionnés en fonction de la plage de tension ou de la tension de sortie, utilisés pour les E/S TOR ou analogiques et qui est devisé :
  - Modules d'entrée: permettent à l'automate de recevoir des informations prévenantes soit de la part des capteurs (entrée logique, analogique ou numérique) ou bien du pupitre de commande;
  - Modules de sortie: permettent de raccorder l'automate avec les différents prés-actionneurs (contacteurs, relais....) ainsi avec les actionneurs (moteurs, pompes...)
- ✚ **Module coupleur (IM) :** C'est un coupleur qui permet la configuration multi rangée du S7-300, et assure la liaison entre les châssis et le couplage entre les différentes unités.
- ✚ **Module de fonction (FM) :** Assure des taches lourdes en calcul ainsi des fonctions spéciale comme le positionnement, la régulation, le comptage, la commande numérique... etc.
- ✚ **Modules analogique :** Ces modules sont spécifiques pour raccorder des capteurs et actionneurs à l'automate de type analogique.

- ✚ **Module de simulation** : C'est un module très indispensable car il permet à l'utilisateur et l'automaticien de tester son programme lors de la mise en marche de la machine configuré du processus.
- ✚ **Processeur de communication (CP)** : Par des exigences très fortes en vitesse de transmission rapide, de gros volumes de données, le module de communication joue un rôle clé dans le cadre de la communication industrielle. Il permet d'établir des liaisons homme-machine qui sont effectuées à l'aide des interfaces de communication ;
  - **Le Rais Profilé** : Constitue le châssis de S7-300 ;
  - **Châssis d'extension (UR)** : Les châssis d'extensions sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.
  - **Console de programmation (PG ou PC SIMATIC)** : C'est l'endroit principal où se produit la saisie, le traitement et l'archivage des données machines et celles de processus ainsi que la suppression du programme.

### II.2.9.2. Caractéristique d'automate S7-300

Le **S7-300** est un automate de conception modulaire destiné à des tâches d'automatisation des moyennes et hautes complexités, sa gamme est caractérisée par [12] :

- Gamme diversifiée de la CPU ;
- Gamme complète de module ;
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;
- Possibilité de mise en réseaux avec ;
  - Profibus ;
  - L'interface multiple (MPI) ;
  - L'industriel Ethernet ;
  - As-i.
- Raccordement centrale de la console de programmation (PG) avec accès à tous les modules ;
- Liberté de montage aux différents emplacements ;

### II.2.9.3. Fonctionnement de S7-300

Le S7-300 est un automate modulaire conçu pour les applications d'entrée et de milieu de gamme figure I.11, il permanence et à grande vitesse des informations du programme dans la mémoire. Selon la modification des entrées, il réalise les opérations logiques entre information d'entrée et de sortie.

Le temps de lecture d'un programme est pratiquement inférieur à 10  $\mu s$  ce temps est très inférieur un temps d'évaluation d'une séquence.

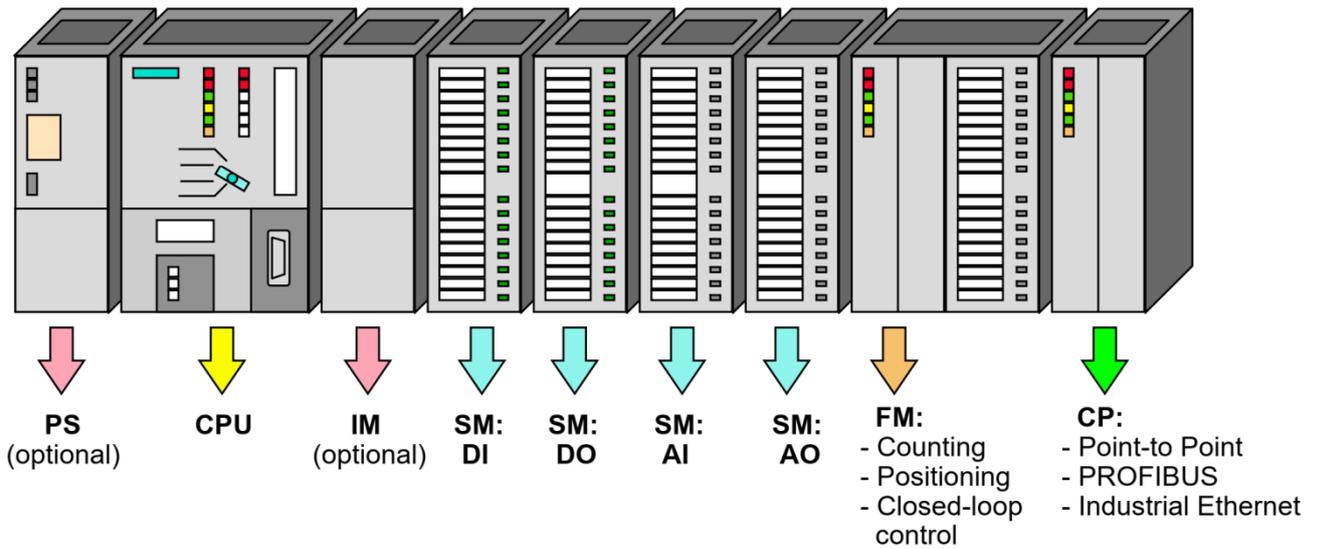


Figure II.6: Présentation de module S7-300 [07].

## II.2.10. Différents types de réseaux de communication S7-300

### II.2.10.1. Le réseau As-i

Un réseau AS-i est un réseau d'automatisation de type maître –esclave conçu spécialement, pour gérer les automatismes de terrain bas niveau (niveau capteur et actionneur). Ainsi, ce réseau AS-i représente une interface directe qui à travers laquelle l'unité de traitement (API, PC) peut surveiller les états du système à l'aide des chaînes de mesure et des commande par des actionneurs.

### II.2.10.2. Le réseau MPI

Le réseau MPI (Multi Point Interface) est utilisé pour les interconnexions de faible étendue aux niveaux terrain et cellule. Il ne peut cependant être utilisé qu'avec les automates SIMATIC S7. L'interface MPI du module unité centrale de l'automate est utilisée pour la communication. Celle-ci a été conçu comme interface de programmation elle atteint rapidement ses limites lorsque les exigences de la communication sont sévères. Un ordinateur doté de sa propre carte MPI peut accéder à un réseau MPI. Tous les processeurs de communication permettant d'accéder à un PROFIBUS peuvent également être utilisés.

### II.2.10.3. Le réseau PROFIBUS

Le réseau PROFIBUS (Process Field Bus) est un réseau conçu pour les niveaux cellule, et terrain. C'est un système de communication ouvert (non propriétaire), il est utilisé pour transmettre des volumes de données petits et moyens entre un nombre restreint de correspondants. Utilisé en liaison avec le protocole DP, PROFIBUS assure la communication des composants de terrain intelligents. Ce type de communication est caractérisé par un échange de données cyclique rapide.

### II.2.10.4. Industriel Ethernet

Industriel Ethernet est un réseau pour les niveaux cellule et supervision. Il permet échange de grande quantité de données sur de longues distances entre un grand nombre de station. Il est le réseau le plus puissant des réseaux disponibles pour la communication industrielle. Il nécessite peu de manipulation de configuration et aisément extensible.

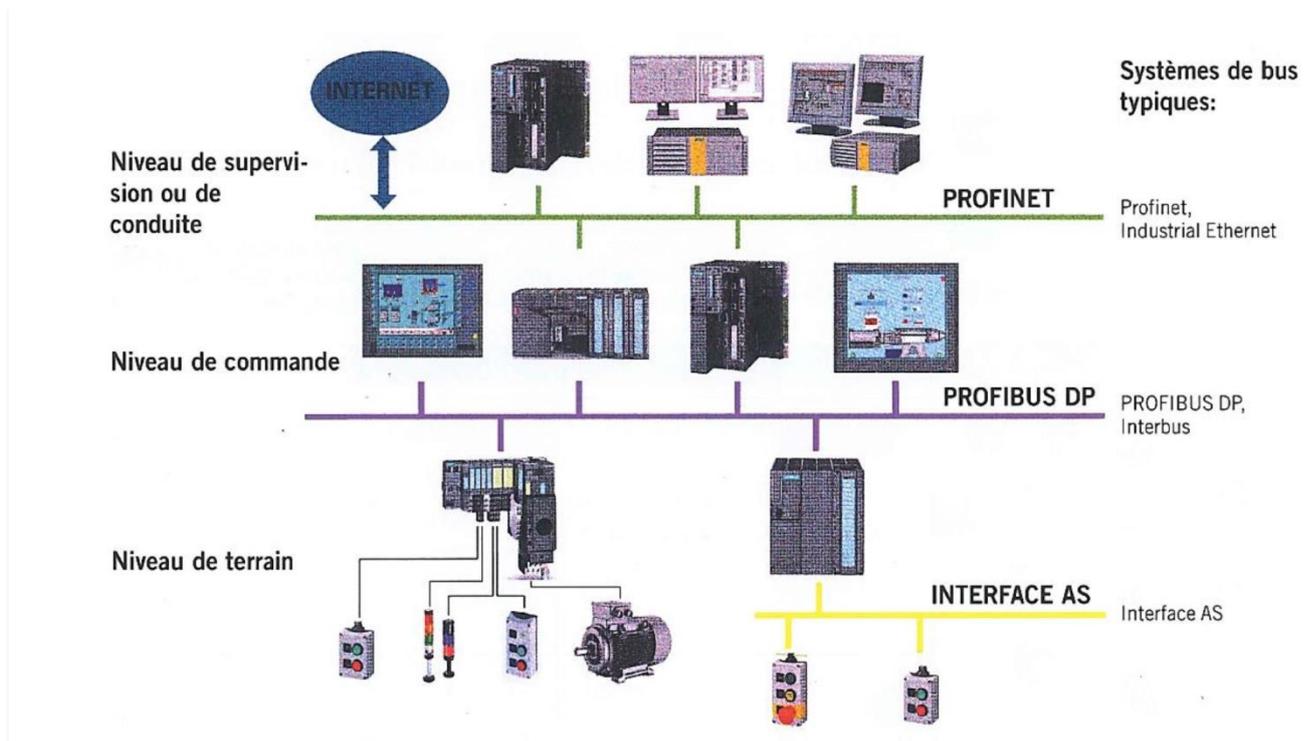


Figure II.07: Différents types de réseaux.

### II.3 Description du Step7

Le Step7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il représente le logiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation. Le progiciel de base STEP 7 existe en plusieurs versions :

- STEP 7 Micro/DOS et STEP 7 Micro Win pour des applications autonomes simple SIMATICS7-200 ;
- STEP 7 Mini pour des applications autonomes simple sur SIMATIC S7-300 et SIMATIC ; C7- 620.
- STEP 7 pour des applications sur SIMATIC s7-300/400 ; SIMATIC M7-300/400 et SIMATIC C7 présentant des fonctionnalités supplémentaires :
  1. Possibilité d'extension grâce aux application proposées par l'industrie logiciel SIMATIC.
  2. Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication
  3. Forçage et fonctionnement multiprocesseur.
  4. Communication par donnés globales.
  5. Transfert de données commande par événement à l'aide de blocs fonctionnels
  6. Configuration de liaisons.

Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation Sont.

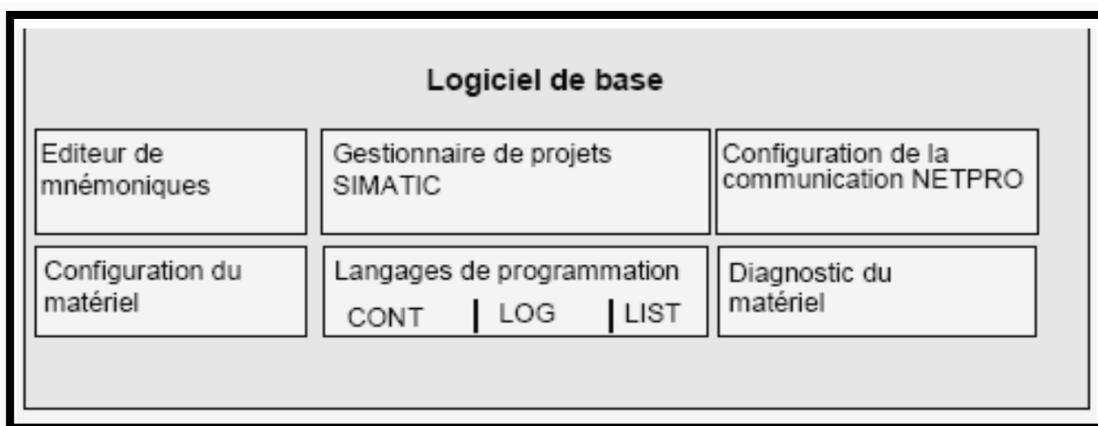
- 1) La création et gestion de projets ;
- 2) La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication ;
- 3) La gestion des mnémoniques ;
- 4) La création des programmes ;
- 5) Le chargement de programmes dans les systèmes cibles ;
- 6) Le test de l'installation d'automatisation ;
- 7) Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation ;

Il s'exécute sous les systèmes d'exploitation de MICROSOFT à partir de la version Windows 95. Et s'adapte par conséquent à l'organisation graphique orientée objet qu'offrent ces systèmes d'exploitation.

### II.3.1 Applications du logiciel de base STEP7

Le logiciel STEP7 met à disposition les applications de base suivantes :

- a. Le gestionnaire de projets ;
- b. La configuration du matériel ;
- c. L'éditeur de mnémoniques ;
- d. L'éditeur de programmes CONT, LOG, LIST ;
- e. Le S7GRAPH pour la programmation séquentielle ;
- f. La configuration de la communication NETPRO ;
- g. Le diagnostic du matériel.



*Figure II.08* : Applications du logiciel de base Step7.

### II.3.2 Création d'un projet avec Step7

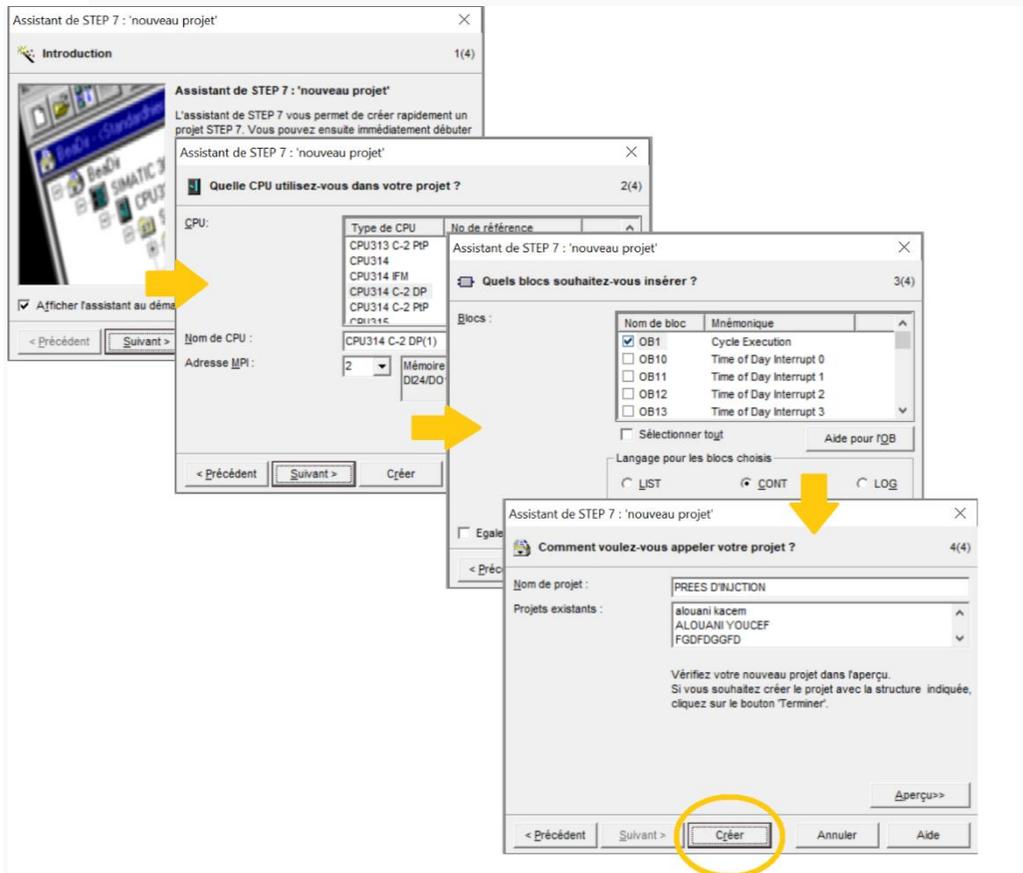
Un projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte donc deux grandes parties : la description du matériel, et la description du fonctionnement (le programme). En entrant dans Step7, il peut avoir un assistant qui nous propose de créer un nouveau projet, il vaut mieux l'annuler car par défaut, il configure mal la liaison avec l'automate. On choisira donc plutôt « fichier nouveau » ou « fichier ouvrir ». N'utilisez pas un projet existant, suivant les filières les projets peuvent être incompatibles. Les étapes à suivre sont les suivantes:

#### Etape 1:

- Choisir la CPU utilisée pour le projet ;
- Choisir l'adresse MPI pour la CPU (CPU avec réseau PROFIBUS – DP), l'adresse MPI est réglé par défaut à la valeur 2.

**Etape 2:**

- Choisir le bloc d'organisation OB (équivalent au MAIN en langage C) ;
- Choisir un langage de programmation : CONT, LIST ou LOG.



**Figure II.09 :** Création d'un projet avec STEP7.

Afin de créer un nouveau projet *Step7*, il est possible d'utiliser « l'assistant de création de projet » ou bien créer le projet soi-même et le configurer directement, cette dernière est un peu plus complexe, mais nous permet aisément de gérer notre projet. En sélectionnant l'icône *SIMATIC Manager*, on affiche la fenêtre principale, pour sélectionner un nouveau projet et le valider.

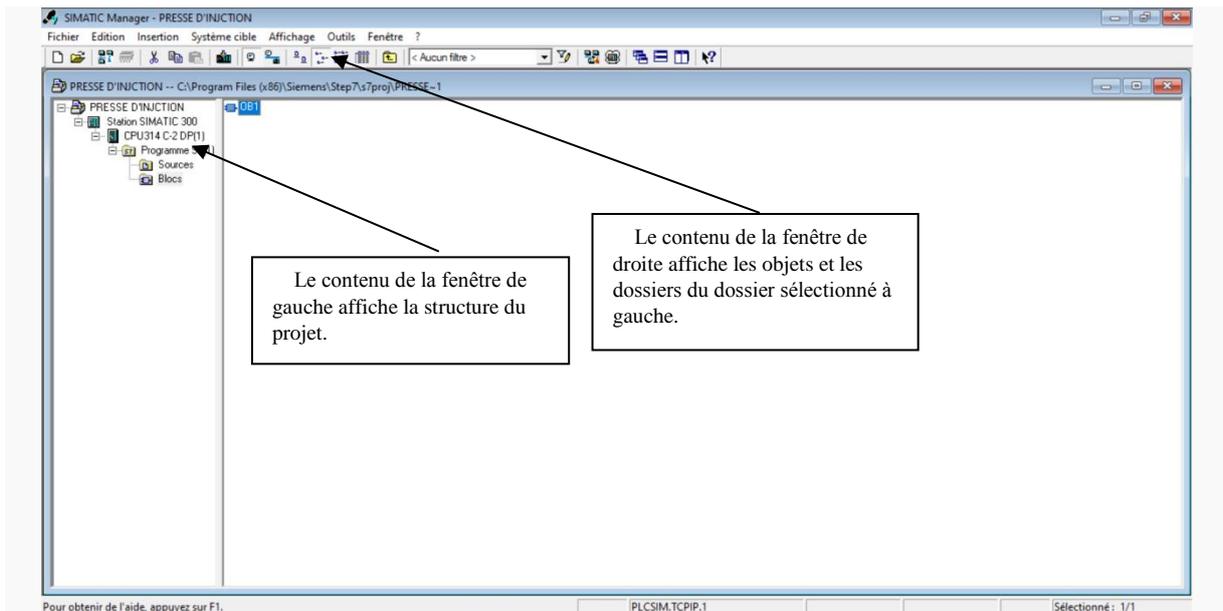


Figure II.10 : Page de démarrage de Step7.

### II.3.3. Configuration matérielle (Partie Hardware)

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (alimentation, CPU, module, etc.). Par la configuration, on entend dans ce qui suit la disposition de profilé – support ou châssis, de module, d'appareils de la périphérie décentralisée.

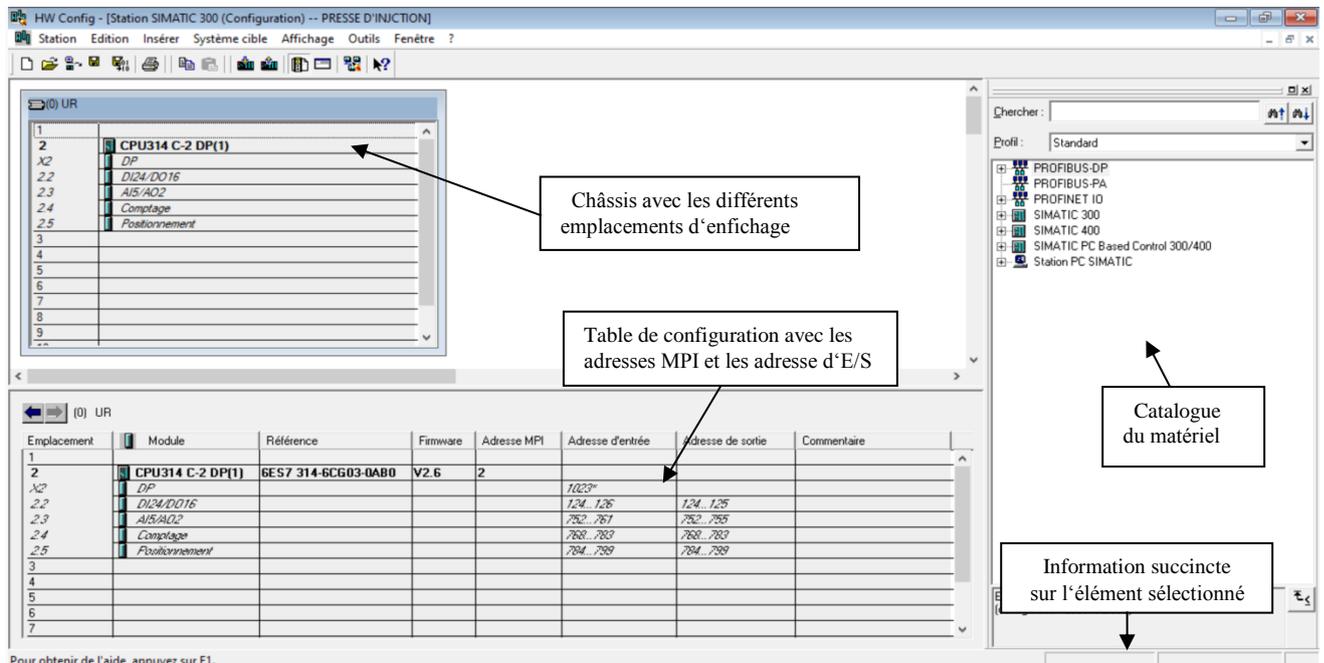
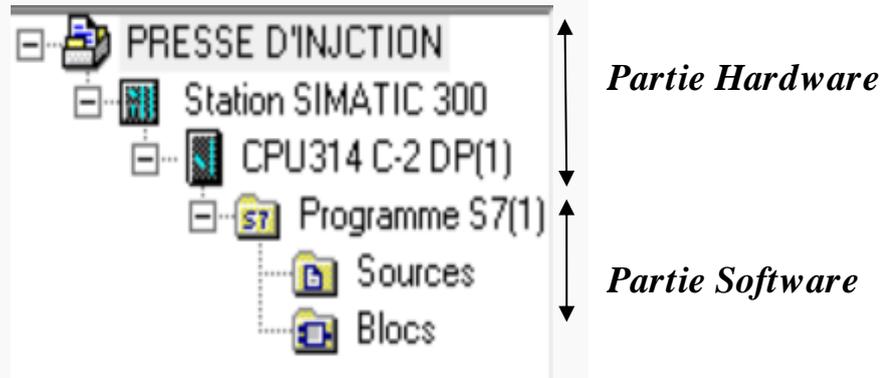


Figure II.11 : Configuration et paramétrage du matériel.

La configuration matérielle étant terminée, un dossier « Programme Step7 » est automatiquement inséré dans le projet, comme indique dans la figure suivante :

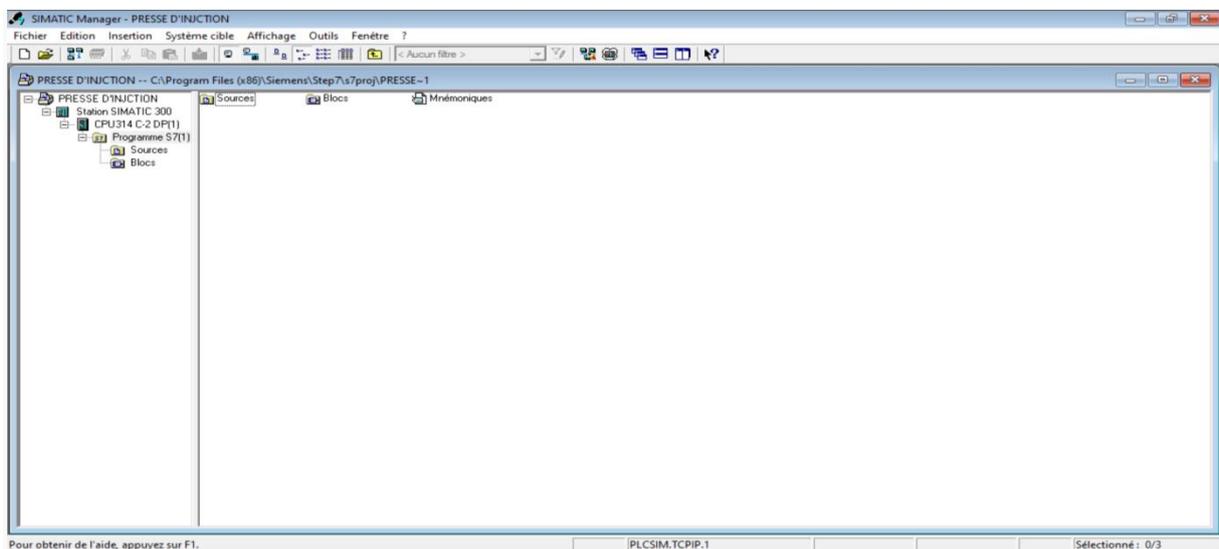


**Figure II.12 :** Représentations de la parité Hardware et Software.

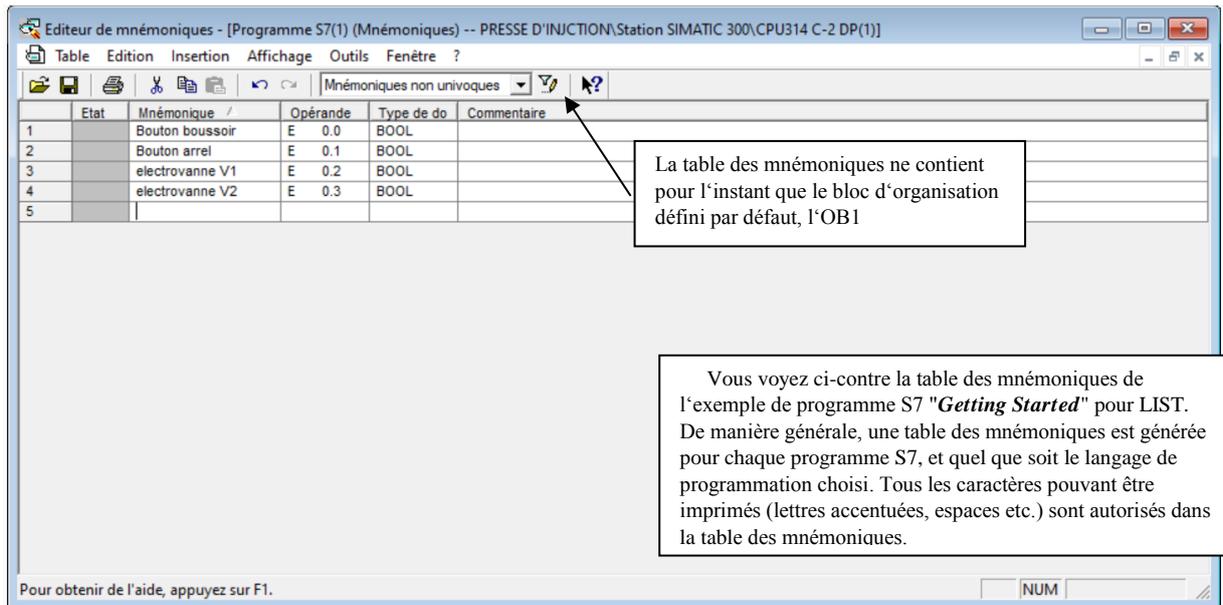
### II.3.4 Création de la table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme très lisible, donc à gérer facilement les grands nombres de variables généralement rencontrés dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle, la commande, une fois son affectation déterminée.

La table des mnémoniques qui en résulte est mise à disposition de toutes les applications. La modification de l'un des paramètres d'une mnémonique est de ce fait reconnue automatiquement par toutes les applications.



**Figure II.13 :** Création des mnémoniques.



**Figure II.14 :** Table des mnémoniques du projet.

### II.3.5 Le simulateur des programmes PLCSIM

Le logiciel optionnel de simulation vous permet d'exécuter et de tester votre programme dans un système d'automatisation que vous simulez dans votre ordinateur ou dans votre console de programmation. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel Step7, il n'est pas nécessaire que vous soyez connecté à un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux). La CPU S7 simulée vous permet de tester les programmes destinés aussi bien aux CPU S7-300 qu'aux CPU S7-400 et de remédier à d'éventuelles erreurs.

Cette application dispose d'une interface simple vous permettant de surveiller et de modifier les différents paramètres utilisés par le programme (comme par exemple d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant votre programme dans la CPU simulée, vous avez en outre la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel Step7, comme par exemple la table des variables afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

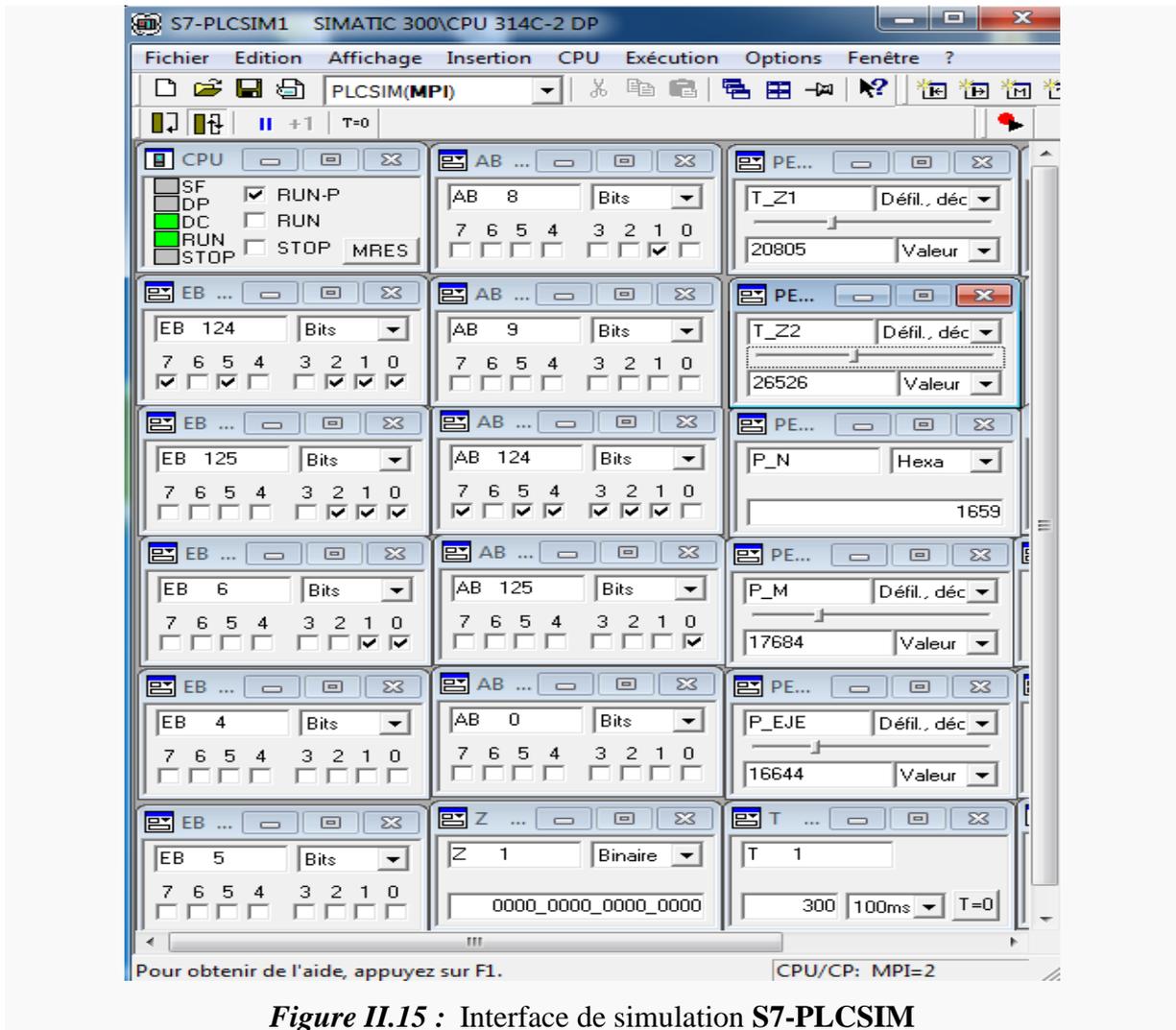


Figure II.15 : Interface de simulation S7-PLCSIM

### II.3.6 Chargement de programme

On procède de la manière suivante pour le programme édité :

- Pour ouvrir le projet programme final, on utilise la commande *Fichier ouvrir projet* du gestionnaire de projet *SIMATIC* ;
- Parcourir la boîte de recherche jusqu'au classeur des blocs et la structure hiérarchique du projet est représenté à la figure (IV.13). Pour charger le classeur des blocs dans la CPU de simulation, on choisit la commande **Système cible charger** ou on clique sur le bouton de chargement.

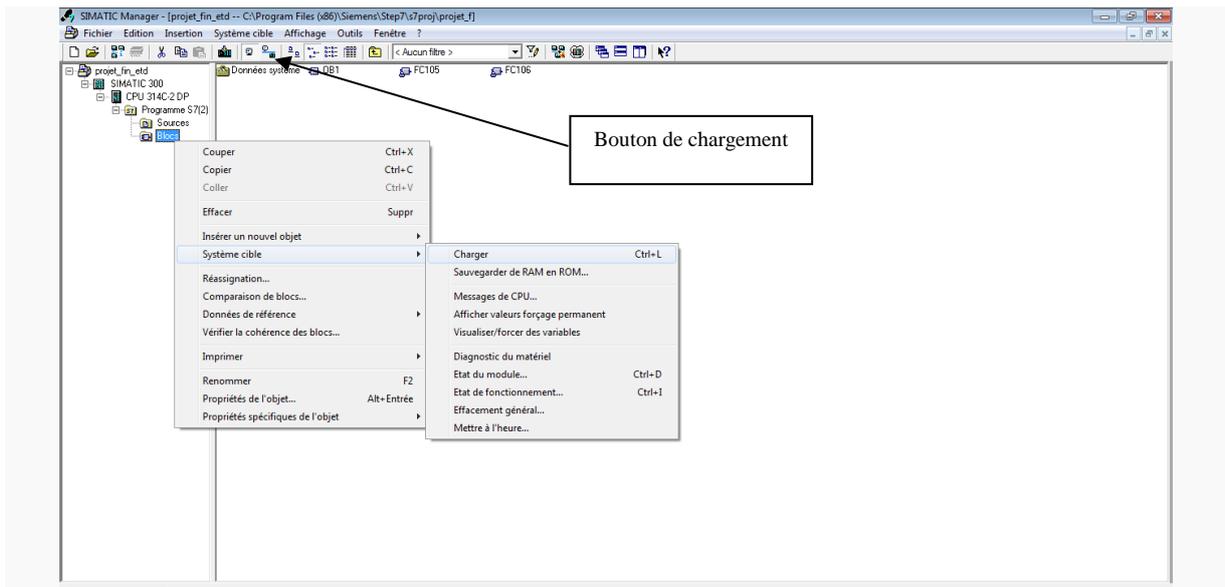


Figure II.16 : Chargement de programme dans l'API de simulation

### II.3.7 Exécution et visualisation du programme

Pour exécuter et visualiser le programme utilisateur chargé, on procède de la manière suivante :

- Choisir la commande **Test-visualiser** ou directement à partir de la barre d'outils en cliquant sur l'icône  afin de visualiser le programme pendant l'exécution ;
- On coche la case **RUN-P** de la CPU pour la permettre en marche et démarrer ainsi le cycle de l'exécution du programme ;
- On force l'état des entrées, mémentos...etc., et cela en cochant le bit correspondant dans les fenêtres des variables créées préalablement puis, on constate l'évolution des états des sorties à travers la fenêtre de sortie précédemment créée.

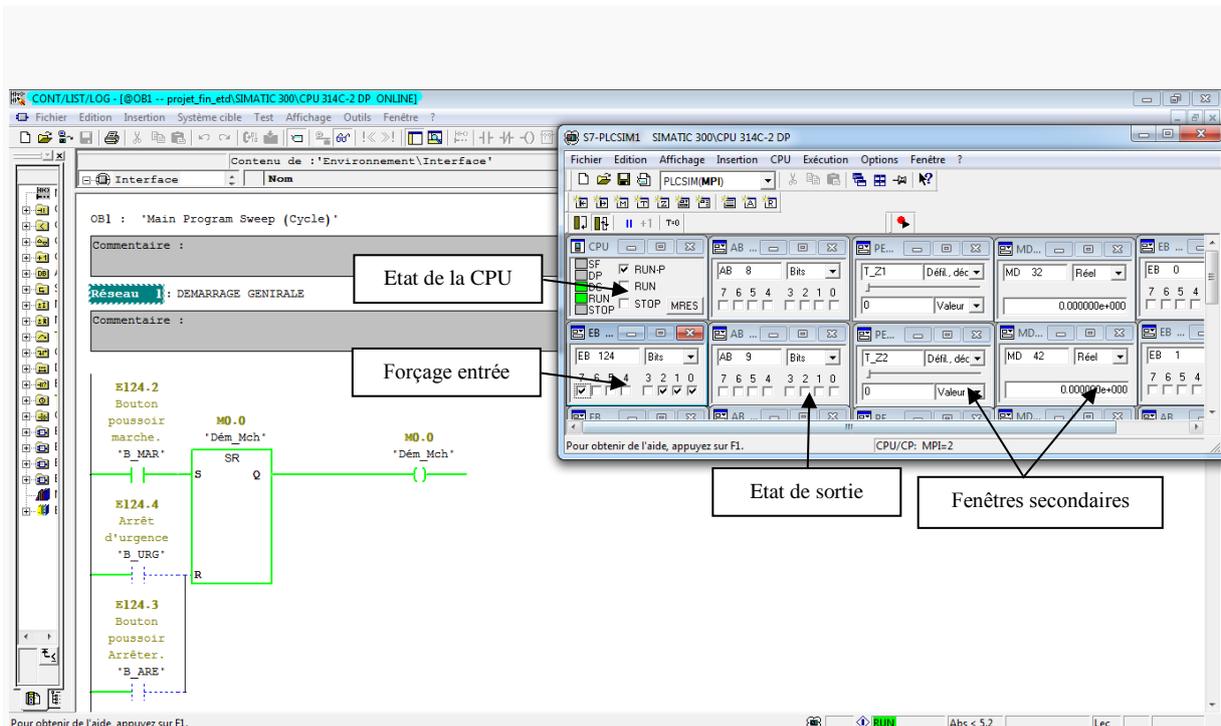


Figure II.17 : fenêtre S7-PLCSIM1.

### II.3.6 Organisation générale des programmes S7 (Partie Software)

#### II.3.6.1 Les blocs de code

Le dossier bloc, contient les blocs qu'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, SFB, FC, SFC) qui contiennent les programmes ;
- Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme ;

#### II.3.6.1 Les blocs d'organisation (OB)

Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques ;
- Ceux qui sont déclenchés par un événement ;
- Appelé du programme de Grafcet ;
- Ceux qui gèrent le comportement à la mise en route de l'automate programmable et en fin, ceux qui traitent les erreurs [13].

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation.

### **II.3.6.2 Les blocs fonctionnels (FB), (SFB)**

Le FB est un sous-programme écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres. Les SFB système sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées dans la CPU [13].

### **II.3.6.3 Les fonctions (FC), (SFC)**

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locale. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données [13].

Les SFC sont utilisées pour des fonctions spéciales, intégrées dans la CPU S7, elle est appelée à partir du programme.

### **II.3.6.4 Les blocs de données (DB)**

Ces blocs de données servent uniquement à stocker des informations et des données mais pas d'instructions comme les blocs de code. Les données utilisateurs stockés seront utilisées par la suite par d'autres blocs.

### **II.3.7.1 Langage de programmation Graph (commande séquentielle)**

Le langage de programmation graphique optionnel GRAPH nous permet de programmer des commandes séquentielles. Ceci implique la création d'une succession d'étapes, la définition des actions associées à chaque étape et celle des transitions indiquant les possibilités d'évolution entre deux étapes successives. Pour définir les actions associées aux étapes, on utilise un langage de programmation spécial (similaire à LIST), alors que pour déterminer les conditions de réceptivité des transitions, on utilise une représentation sous forme de schéma à contacts (langage de programmation CONT restreint). Graph permet la représentation très claire de séquences même complexes, ce qui favorise une programmation et une recherche d'erreurs efficaces.

## **II.4 Les langages de programmation Step 7**

### **II.4.1 Langage de programmation LIST (liste d'instructions)**

Le langage de programmation LIST (liste d'instructions) est un langage textuel proche du langage machine.

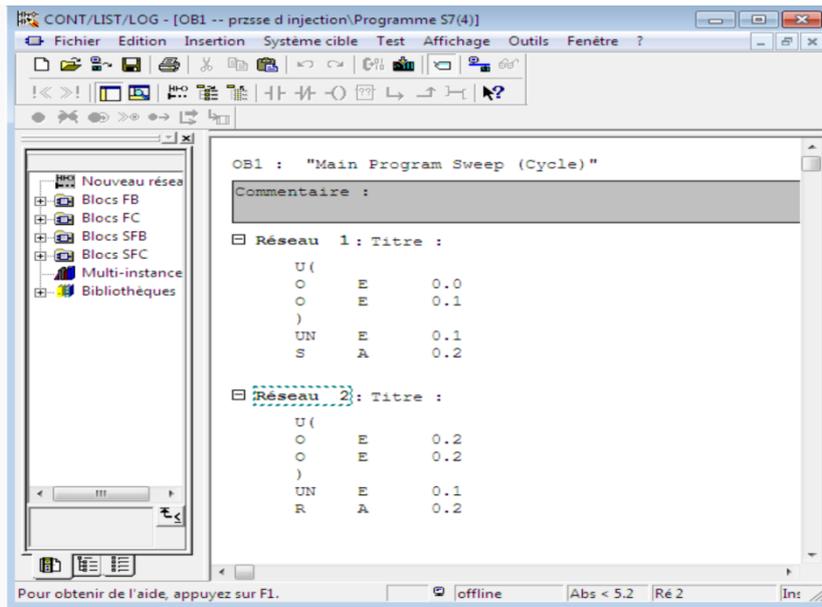


Figure II.18 : Langage de programmation LIST.

### II.4.2 Langage de programmation CONT (schéma à contacts)

Dans le langage de programmation graphique CONT, la représentation est fondée sur des schémas à relais. Les éléments d'un tel schéma, comme par exemple, les contacts à ouverture ou les contacts à fermeture sont reliés pour former des réseaux. Un ou plusieurs de ces réseaux forment la section d'instructions complète d'un bloc de code. Le langage de programmation CONT fait partie du logiciel de base Step7.

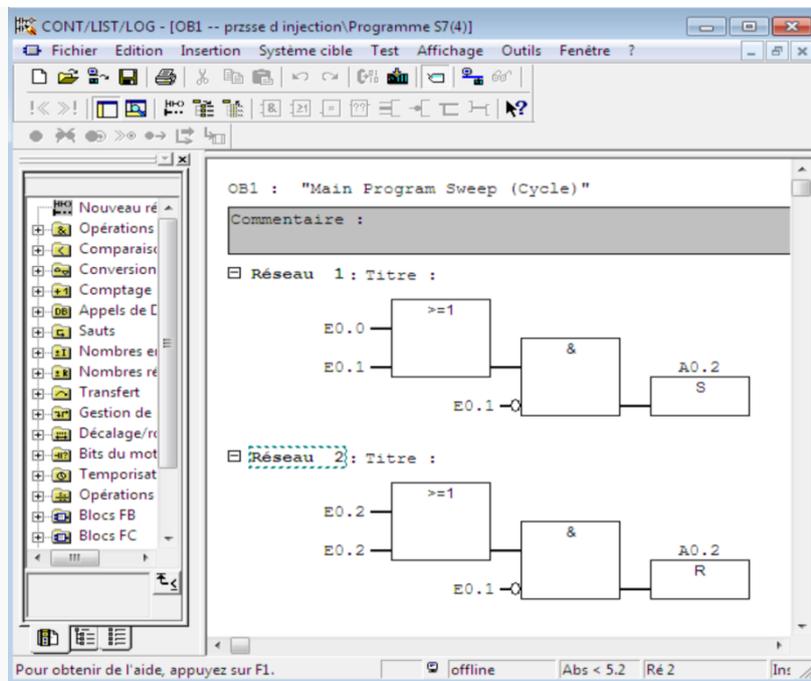
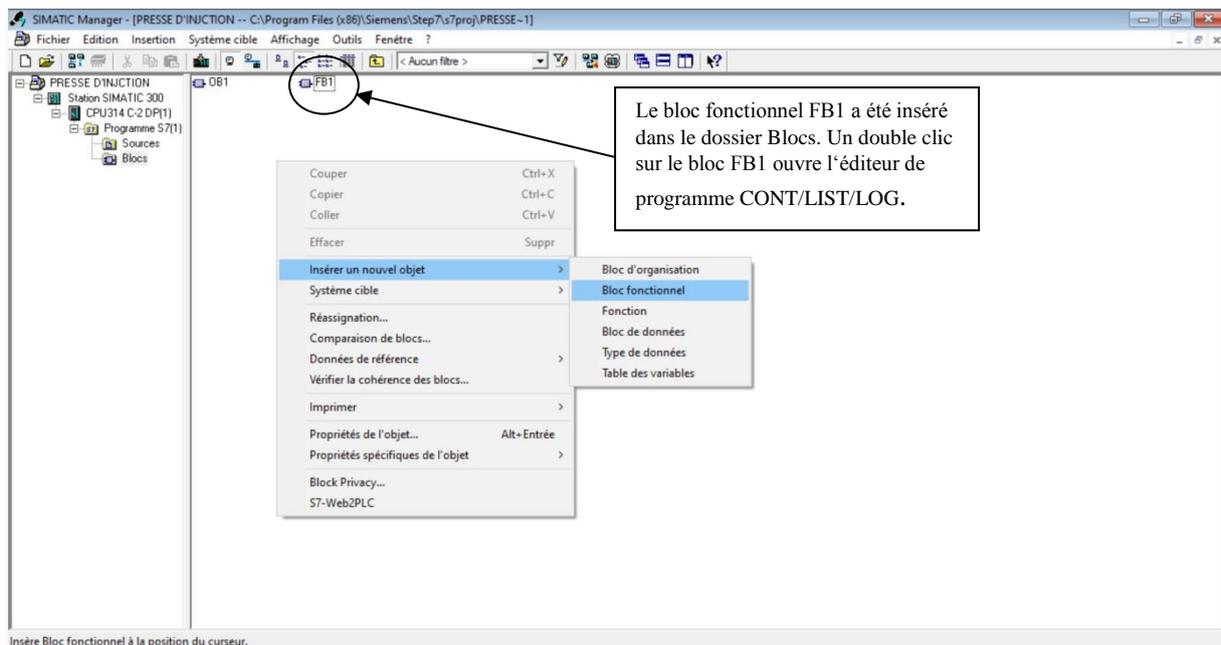


Figure II.19 : Langage de programmation LOG.

### II.3.4 Langage de programmation Graph S7 (commande séquentielle)

Après la création de nouveau projet S7, en suite on exécute l'ouverture du bloc de fonctionnel FB1 pour la programmation du Grafcet liste ou bien contacte. De plus, le langage de programmation graphique optionnel Graph S7 nous permet de programmer des commandes séquentielles. Ceci implique la création d'une succession d'étapes, la détermination du contenu respectif de ces étapes, de même que des conditions de transfert (transitions). Pour déterminer le contenu des étapes, nous utilisons un langage de programmation spécial (similaire à LIST), alors que pour déterminer les transitions, nous utilisons une représentation sous forme de schéma à contacts ou de logigramme (langage de programmation CONT ou LOG restreint).

Graph S7 permet de représenter très clairement des séquences même complexes, ce qui favorise une programmation et une recherche d'erreurs effectives.



**Figure II.20 :** Page de démarrage de Grafcet.

Grafcet ne crée que des blocs fonctionnels et les blocs de données d'instance correspondants, qu'il enregistre dans le programme utilisateur sous le programme S7. Nous créons le DB d'instance pour un FB de Graph dans l'éditeur de Graph S7, lorsque le bloc fonctionnel est ouvert. Il contient les données de la série de séquences, comme par exemple les paramètres du bloc fonctionnel de même que la description des étapes et des transitions.

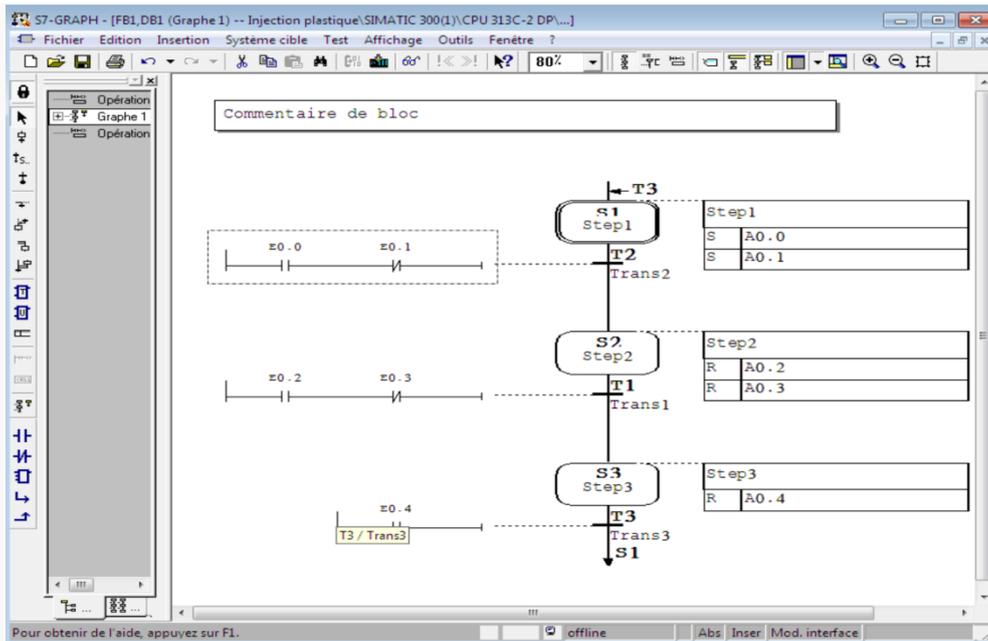


Figure II.21 : Séquentielle du Graph.

## II.5 Le Grafcet

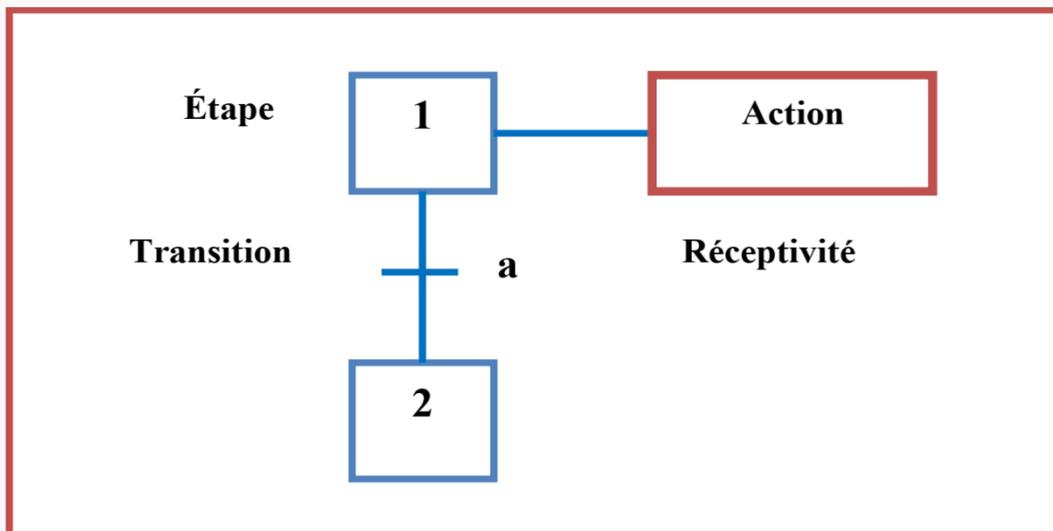
### II.5.1 Introduction

En 1977, le premier rapport de l’AFCET (Association Française pour la Cybernétique Économique et Technique) présenta le Grafcet (Graphe *F*onctionnel de *C*ommande *É*tapes /*T*ransitions). Cet outil fit son entrée dans les programmes français de formation technique en 1979. Il est devenu une norme internationale en 1987 [14].

### II.5.2 Les éléments de base de Grafcet

Le Grafcet et une suite de transitions, il est composé [14] :

- Étapes auxquelles sont associées des Actions ;
- Transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- Liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes ; ainsi ce liaisons seront flèches que lorsqu’elles ne respectent pas le sens de parcourt générale du haut vers le bas.



*Figure II.22* : Les éléments de base d'un Grafcet [14].

### II.5.3 Règles d'évaluation du Grafcet

#### A. Règle 1

Les étapes initiales sont celles qui sont activées au début de fonctionnement. Il doit toujours au moins une.

#### B. Règle 2

Deux étapes ne doivent jamais être reliées directement ; elles doivent être séparées par une transition. De même, deux transitions ne doivent jamais être reliées directement entre elles : une étape doit séparer.

#### C. Règle 3

Une transition peut être validée ou non. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle est franchie lorsqu'elle est validée et que la condition logique associée est variée.

#### D. Règle 4

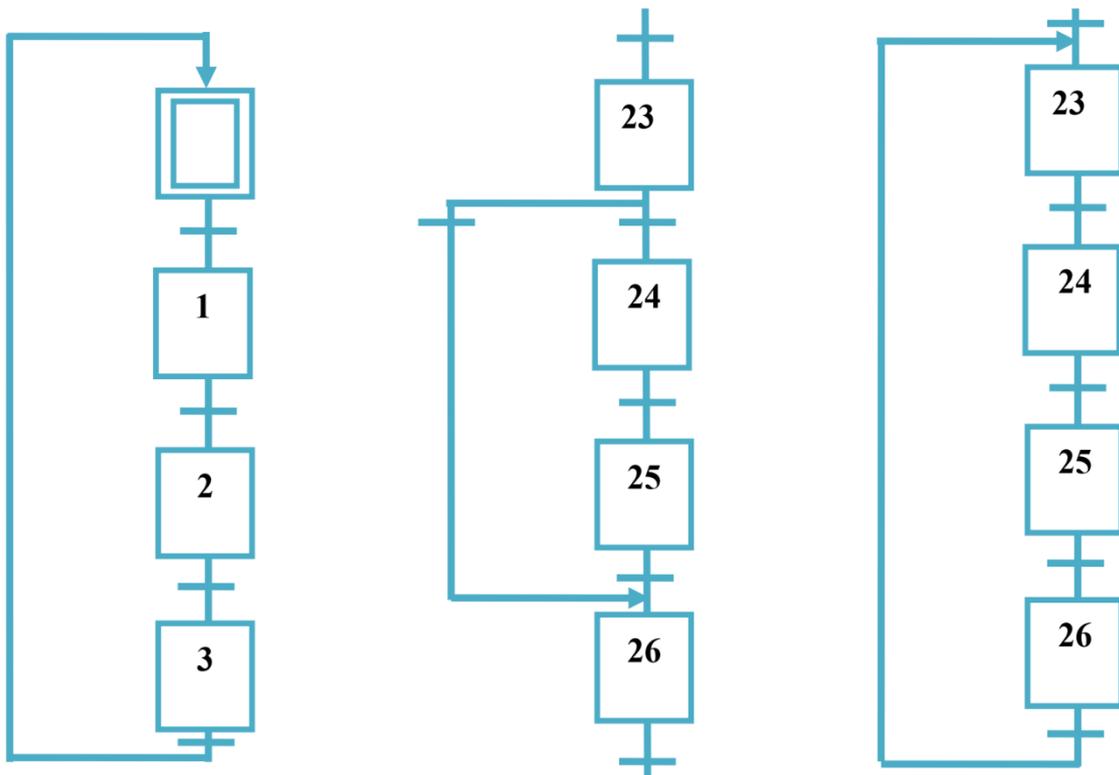
Le franchissement d'une transition entraîne dans l'ordre, la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes et l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes.

#### E. Règle 5

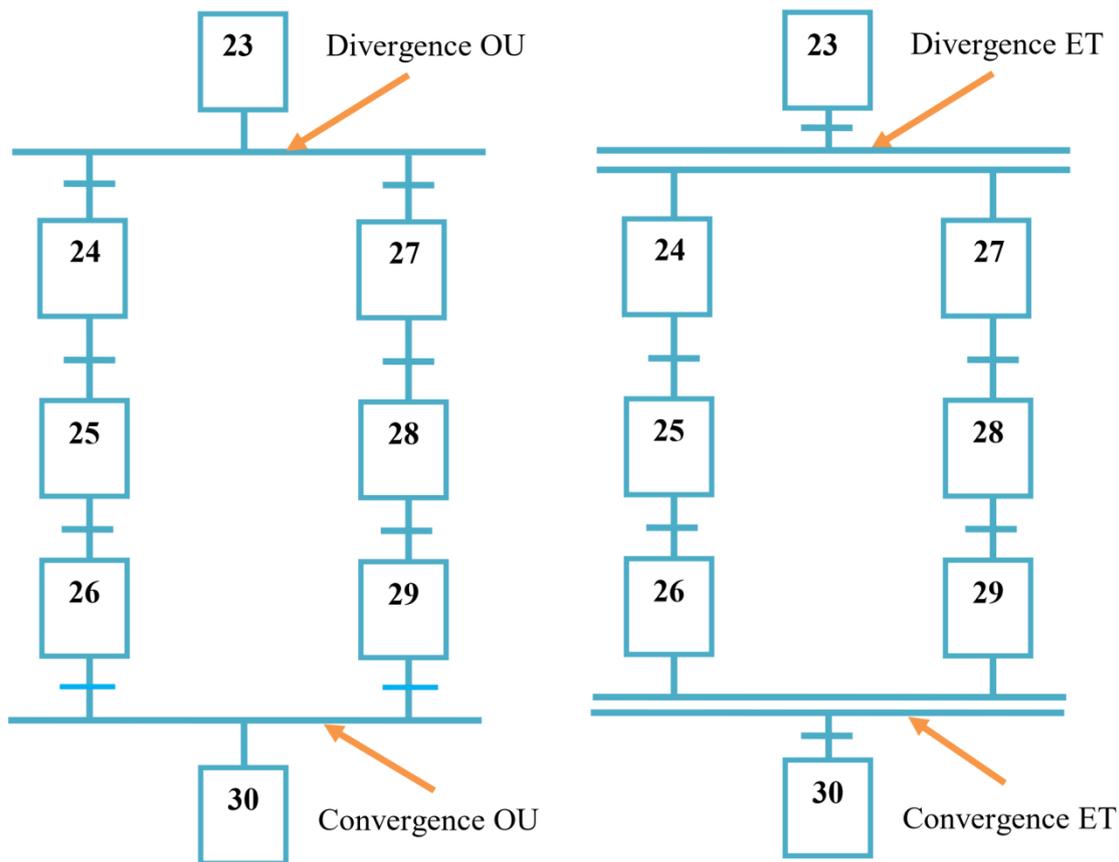
Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné, sont simultanément franchies.

### II.5.4 Structure de base

- **Séquence unique** : Elle est composée d'une suite des étapes pouvant être activées les unes après les autres, **figure II.23 [14]**.
- **Saut d'étape** : Le saut d'étapes est une sélection de séquence qui permettant de saut plusieurs étapes en fonction des conditions d'évaluation, que représente par la **figure II.24 [11]**.
- **Reprise d'étape** : Reprise d'étape permet de recommencer plusieurs fois si nécessaire une même séquence, **figure II.25 [14]**.
- **Séquence exclusives (OU)** : Une sélection de séquence est dite exclusive lorsque les réceptivités associées aux transitions ne peuvent pas être vraies simultanément, **figure II.26 [14]**.
- **Séquence simultanément(ET)** : Plusieurs séquences peuvent s'exécuter simultanément, mais l'évolution des séquences dans chaque branche reste indépendante et la présence d'étapes d'attentes sont généralement nécessaire, **figure II.27 [14]**.



**Figure II .23** : Séquence unique **Figure II .24** : Saut d'étape. **Figure II .25**: Reprise d'étape.



**Figure II .26 :** Séquence exclusives (OU)      **Figure II .27:** Séquence simultanément (ET).

### II.5.5 Niveaux de Grafcet

Le langage Grafcet comporte deux niveaux, dont voici les caractéristiques [12]:

#### ✚ Niveau 1 (spécification)

- Ne traite que le comportement logique de l'application ;
- Ignore les contraintes spécifiques des capteurs et des actionneurs ;
- Les actions et les réceptivités sont données par des phrases ;

#### ✚ Niveau 2 (réalisation)

- Décrite le fonctionnement réel de l'automatisme ;
- Tient en compte les capteurs et les actionneurs ;
- Les actions et les réceptivités sont données sous forme d'équation logique sur des signaux réels ;

### II.5.6 Avantages de Grafcet

- IL est indépendant de la matérialisation technologique ;
- Il traduit de façon cohérente le cahier de charge ;
- Il est bien adapté aux systèmes automatisés ;

## II.6 Conclusion

Ce chapitre est consacré à l'étude générale de l'automate programmable industriel (API). Nous présenterons l'architecture, la structure interne et expliquerons le principe de fonctionnement de l'API. De plus, nous avons présenté le logiciel de programmation Step7, puis nous avons expliqué la méthode de création d'un projet, la configuration matérielle et la connexion entre le **PLCSIM** et **Step7** dans le domaine siemens pour la simulation de programme.

Dans la deuxième partie, nous avons présenté les différentes notions de base du Grafcet. En effet, le Grafcet est le meilleur outil pour les systèmes automatisés pour sa flexibilité et sa facilité d'utilisation, ainsi le Grafcet permet le passage à la programmation par différents logiciels pour le contrôle automatique des machines et des chaînes industrielles.

Dans le chapitre suivant nous donnerons une description générale sur la presse d'injection. De plus nous présenterons la structure de la machine d'injection. Ensuite nous définirons les différents modes de fermeture. On terminera par gamme de presse d'injection.

*Chapitre 3*

Automatisation de presse d'injection  
horizontale marque HAITIAN

### III.1 Introduction

Le but de ce chapitre est l'automatisation de la presse d'injection plastique, dans la première partie nous présentons la machine d'injection marque **HAITIAN** Type **SA8000 II** ensuite on a exposé les raisons de choisir le API **S7-300**.

Dans La deuxième partie nous donnons la description de processus de fonctionnement de la machine. Le cahier de charge comporte le Grafcet de mode manuelle et mode automatique, en fin le programme de système par logiciel **Step7** a été réalisé et validé par le simulateur **S7-PLC1M1**.

### III.2 Travail développé

Le travail développé a été essentiellement divisé en trois parties, étude du procédé, étude des domaines et le développement du programme de langage Ladder, dont les détails.

#### III.2.1 Etude du processus

Durant la période de mai à septembre 2021, plusieurs visites ont été effectuées dans l'entreprise **CONDOR ELECTRONCS** dans un atelier d'injection plastique afin d'analyser le processus, cette étude a consisté à observer le processus de production, le fonctionnement des autres machines d'injection, analyser leur système de production ainsi que visualiser quels sont les principaux problèmes de fonctionnement que l'entreprise doit être en mesure de résoudre avoir une perspective du bénéfice qui peut être obtenu en automatisant ce Type.

Il convient de mentionner que la machine en question n'a été en service à aucun moment, en fait, a été abandonnée et l'information donnée à son sujet était très pauvre (depuis son achat, un an et demi, n'a pas fonctionné), d'où la difficulté de faire l'analyse rapidement, car Bien qu'il existe d'autres machines d'injection et que le fonctionnement soit similaire, la réalité est que sur le plan opérationnel, ils sont très différents.

Avec ceci une première affirmation suit, il n'est pas possible de faire un programme général de automatisation pour toute machine d'injection grâce aux électrovannes ayant différentes fonctions et agissent à des moments différents, le même programme peut être développé pour une famille de machines de même marque, modèle et parfois de versions différentes, mais même les mêmes fabricants à chaque nouvelle version, ajoutez des fonctions différentes ou améliorées pour des profits plus élevés.

Le système électrique de la machine en question a également été analysé et quelques petits tests avec le système de câblage d'origine pour évaluer les performances d'opérations telles que démarrage du moteur, ouverture du moule, fermeture du moule, avance de la broche, entrée et

sortie de taraudeurs et système de sécurité. D'autre part, il y avait d'autres fonctions qui n'étaient pas possibles.



**Figure III.1:** Unité injection plastique-condor électrons.

### **III.2.2 Entreprise CONDOR ELECTRONICS SPA**

SPA *CONDOR ELECTRONICS* est une société spécialisée dans la fabrication des équipements électronique et électroménager, informatique, agro-alimentaire, emballage, matériaux de construction et commerce international.), ce qui leur a permis de brasser un gros volume d'affaire et de projets.

Le succès de Condor repose essentiellement sur le facteur humain (femme et homme), éléments clés de son approche, ces derniers ont été investis d'une autonomie telle qu'ils ne peuvent que s'épanouir et développés leurs compétences professionnelles. L'enthousiasme et l'implication totale de chacun et chacune au service de l'entreprise, dans un même esprit d'équipe a contribué à atteindre les objectifs fixés, à savoir l'élargissement de la gamme à d'autres produits toujours plus innovants, qui apportent plus de confort, de satisfaction, de simplicité d'utilisation et de sécurité.

Aujourd'hui, le groupe représente un des conglomérats d'entreprises Algériennes les plus puissants et actives sur la sphère économique du pays. Il opère dans différents domaines d'activités et affiche des résultats dignes d'être cités en exemple.



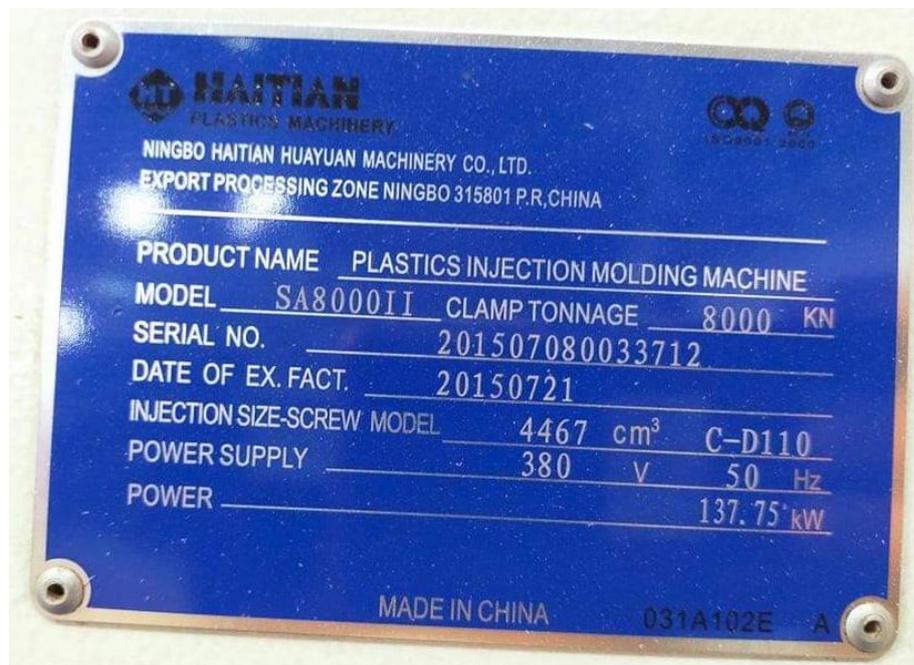
**Figure III.2:** logo d'entreprise CONDOR ELECTRONICS SPA.

### III.2.3 Unité de production

- Complexe climatiseur /ML ;
- Unité produits bruns démo téléviseur ;
- Unité produits blancs cuisiniers chaudière ;
- **Unité injection plastique ;**
- Unité polystyrène ;
- Unité panneaux solaire ;
- Complexe réfrigérateur ;

### III.3 Présentation de presse d'injection *HAITIAN* type *SA8000 II*

Une machine d'injection de marque *HAITIAN* type *SA8000 II*, utilisée dans la fabrication des organes et des accessoires plastiques, à des dimensions *LDH* (10,9m, 2,32m, 2,7m), la puissance générale de la machine est **100 KVA**, la source d'alimentation alternative de **400V** distribue sur les trois phases, deux pompes à huiles de **37 KW** avec un réservoir de capacité de **200 Litres** fonctionnent sous pression **60bar** min, et **160bar** max, le système de refroidissement de cet installation est assuré par un échangeur thermique pour stabiliser la température d'huiles entre **25 et 40 C°**.



**Figure III.3:** Fiche technique de la machine presse d'injection HAITIAN type SA8000 II.

Le système de sécurité de la machine est intégré dans le circuit de commande, il existe deux parties, la partie électrique assurée par les fins-courses, détecteurs de proximités inductive réparties sur les portes et les couverts de la machine, et la partie hydraulique assurée par des pressostats de niveau d'huile, les filtres, et les relais de sécurité.

L'échauffement des résistances des plaques chauffantes est assurée par le bloc d'alimentation, le contrôle de consigne de la température de ces plaques est assuré par les thermocouples qui se place au niveau de zone de fourreau.

Le refroidissement de température de moule et d'huile assuré par le chiller qui fonctionne séparément de l'organe de la machine d'injection.

Concernant le système ouverture et fermeture il existe deux modes genouillères et clauche, le verrouillage du moule est assuré par un moteur hydraulique qui entraîne des engrenages de cloche de verrouillage.



*Figure III.4* : La presse d'injection plastique *HAITIAN* de type *SA8000 II*.

### III.2.1 Constitution de machine

Les figures suivantes représentent les différentes parties qui constituent la machine d'injection

#### III.2.1.1 La Trimé

La figure ci-dessus illustre la constitution du trimé, qui porte la matière première granulée séchée par des résistances installées au niveau du trimé, la température est réglée manuellement et contrôlée par des thermocouples.

Le rôle de la trimé est d'assurer l'alimentation continue de Nozzel par un doseur qui transfère la matière première de réservoir vers la trimé.

#### ❖ Conditionneurs de matériaux

Ce sont des équipes qui sont chargées de maintenir les pellets dans les paramètres adaptés à la transformation, puisque la plupart des polymères sont hygroscopiques, ils absorbent l'humidité de l'environnement. Ces conditionneurs fonctionnent généralement grâce à la recirculation d'air chaud, avec laquelle toutes les particules sont éliminées. Concernant la teneur en humidité du plastique à traiter, il existe 2 types de matériel, séchoirs et déshumidificateurs, qui doivent être placés dans le trémie de la machine si le processus de transformation l'exige. Puis il fait mention d'eux et de leurs propriétés.

#### ❖ Déshumidificateurs

Ce sont des équipements qui fonctionnent par recirculation d'air sec et chaud, traversent des granulés, en extrayant l'humidité absorbée par le matériau et en tant que l'air rentre dans le processus, car il s'agit d'un système fermé et génère du vide pour l'extraction de l'humidité.



*Figure III.5 : La trimé.*

### III.2.1.2 Nozzel

Le Nozzel est le cœur de la machine d'injection, il a porte les plaques chauffantes de six zones, chaque zone à une température indépendante de l'autre, leur rôle c'est la transformé zde matière granulée à une matière fondue utile.

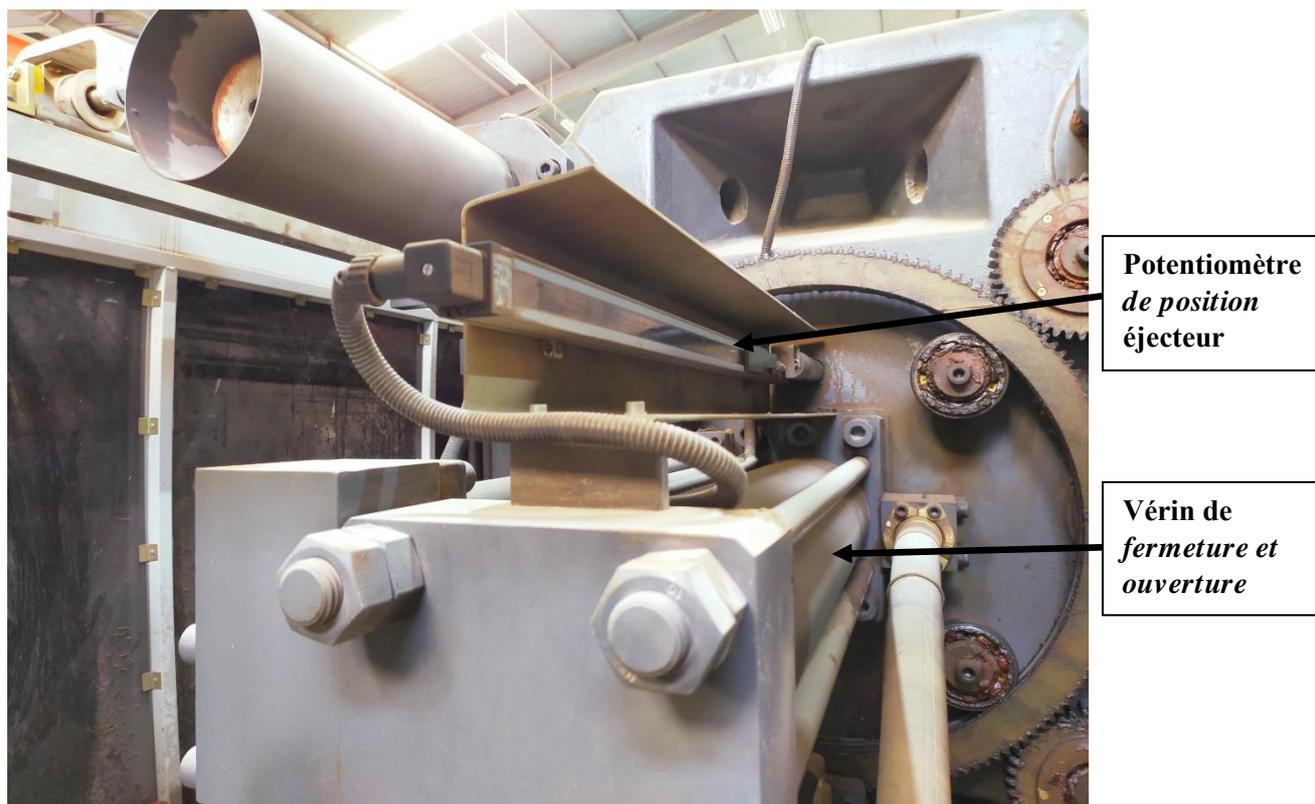
La vis c'est une partie essentielle de Nozzel, le rôle principal du vis de transport et charge la matières sous forme de granulées ou poudres à une température de fusion, pour la préparation certaine quantité pour l'injection et plastification .



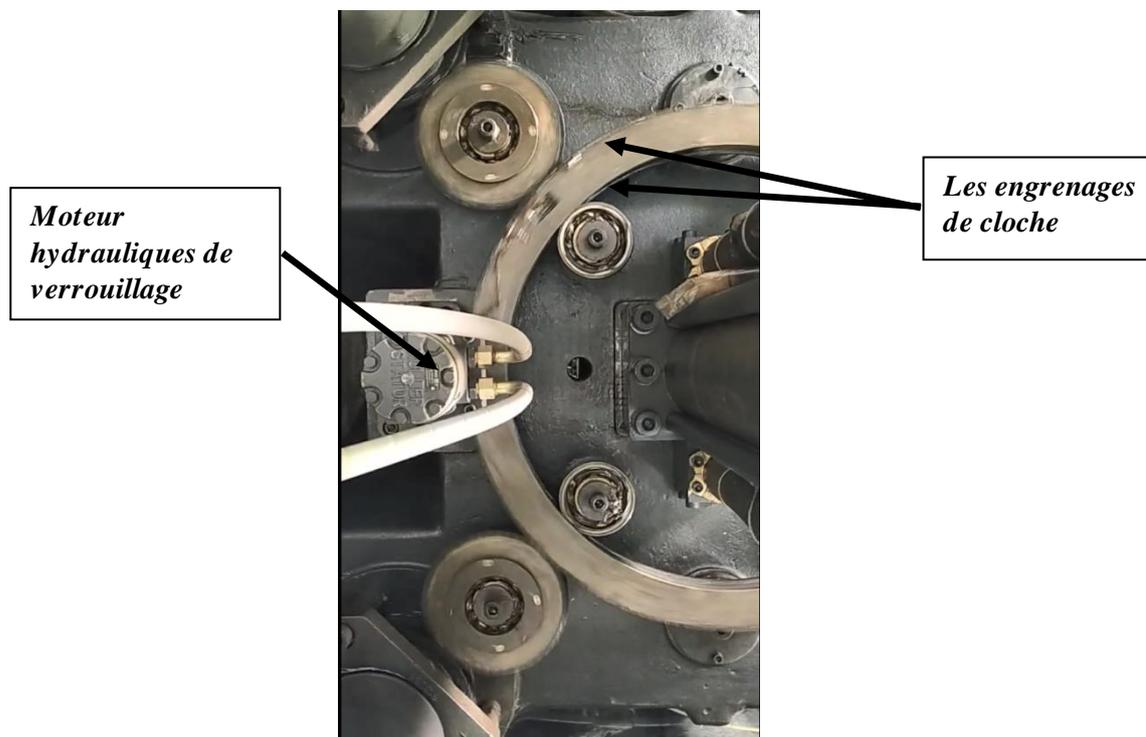
*Figure III.6* : Représentation de Noozel.

### III.2.1.3 Fermeture moule

Le mouvement du plateau mobile sont assurés par un grand vérin central, son rôle est de faire l'approche du plateau mobile jusqu'au plateau fixe, et un moteur hydraulique qui entérine des engrenages pour assure le verrouillage dans la phase finale de la fermeture .



**Figure III.7 :** Mécanisme de déplacement moule.



**Figure III.8 :** Mécanisme de verrouillage moule.

### III.2.1.4 La lubrification

Le rôle de lubrificateur est multiple, elle permet de réduire le frottement et l'usure, mais aussi dissiper la chaleur produite dans le contact, de protéger contre la corrosion et d'empêcher le grippage des vérins, axes et glissière de déplacement.

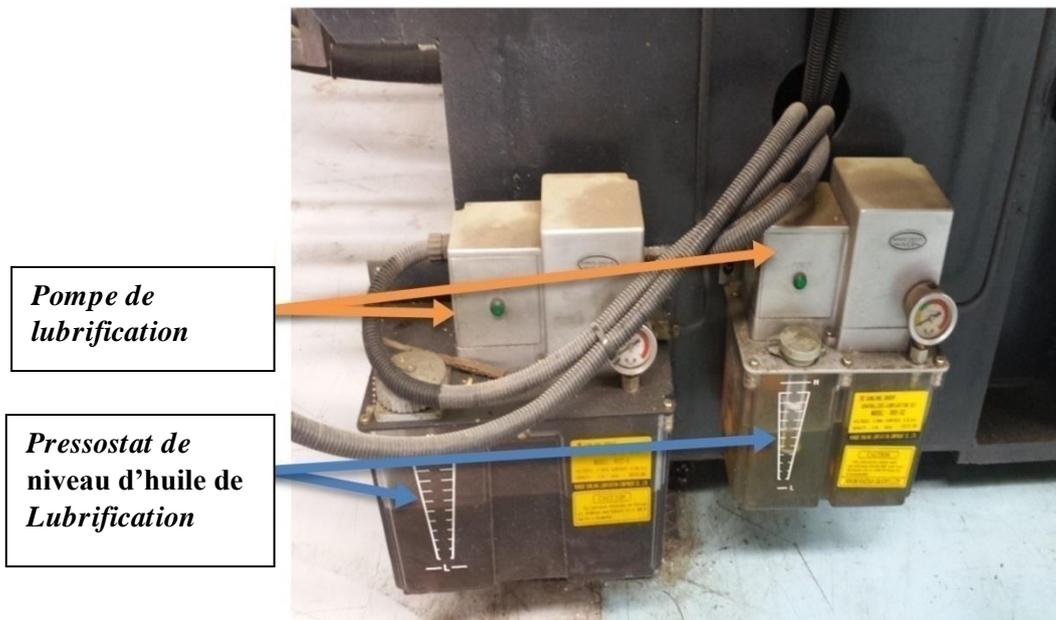


Figure III.9 : Système de lubrification de la machine.

### III.2.1.5 Utilitaire

- ❖ **Carte de commande** : Tous les actions de la commande entrants /sortants pilote par un micro-processeur qui exécute le programme de la machine en mode manuelle au bien en mode automatique.



Figure III.10 : Carte de commande de presse d'injection.

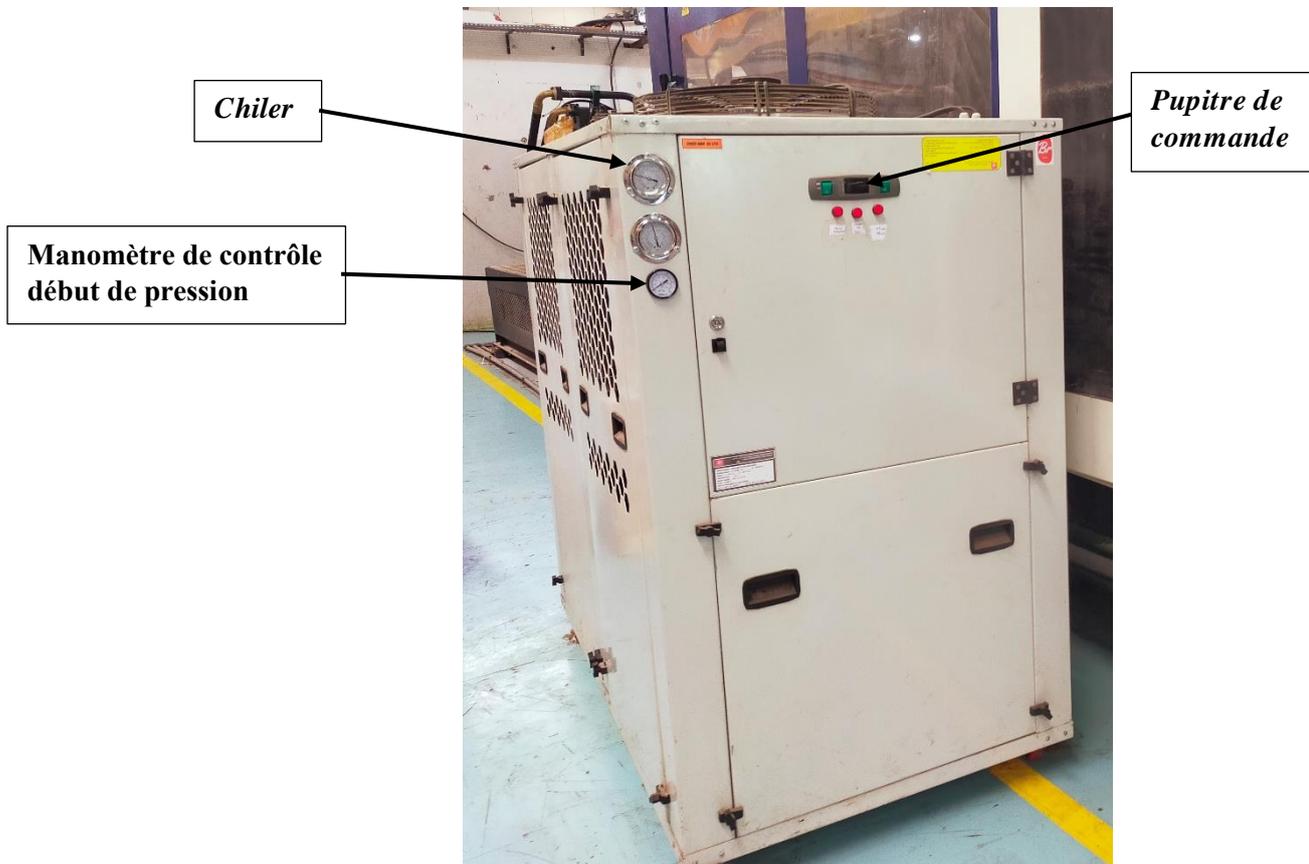
❖ **Pupitre de commande** : C'est l'unité chargée de contrôler et de programmer tous les paramètres et mouvements de la machine, il est également en charge de rechercher d'éventuelles pannes

dans le processus, les signalant comme des alarmes sur un écran, cette unité dispose plusieurs options d'écran dans chacun d'eux les paramètres sont affichés modifier, l'historique des événements, des alarmes, des temps de cycle et dans certaines machines des graphiques et des statistiques de production sont obtenus. Le coffre de commande et une interface homme-machine conviennent pour les applications nécessitant le contrôle et la surveillance de l'opérateur, contient un afficheur LCD pour la l'affichage de toutes les opérations et les informations qui concerne l'opérateur, pour la vérification de la processe et le réglage de la machine, la modification des paramétrés assuré par un clavier de commande.



*Figure III.11* : Console de commande générale.

- ❖ **Chiler** : Il joue le rôle de refroidisseur de moule et la station hydraulique de la machine d'injection à travers un échangeur thermique, il assure le fonctionnement à 30C°.



**Figure III.12** : Système de refroidissement par chiler.

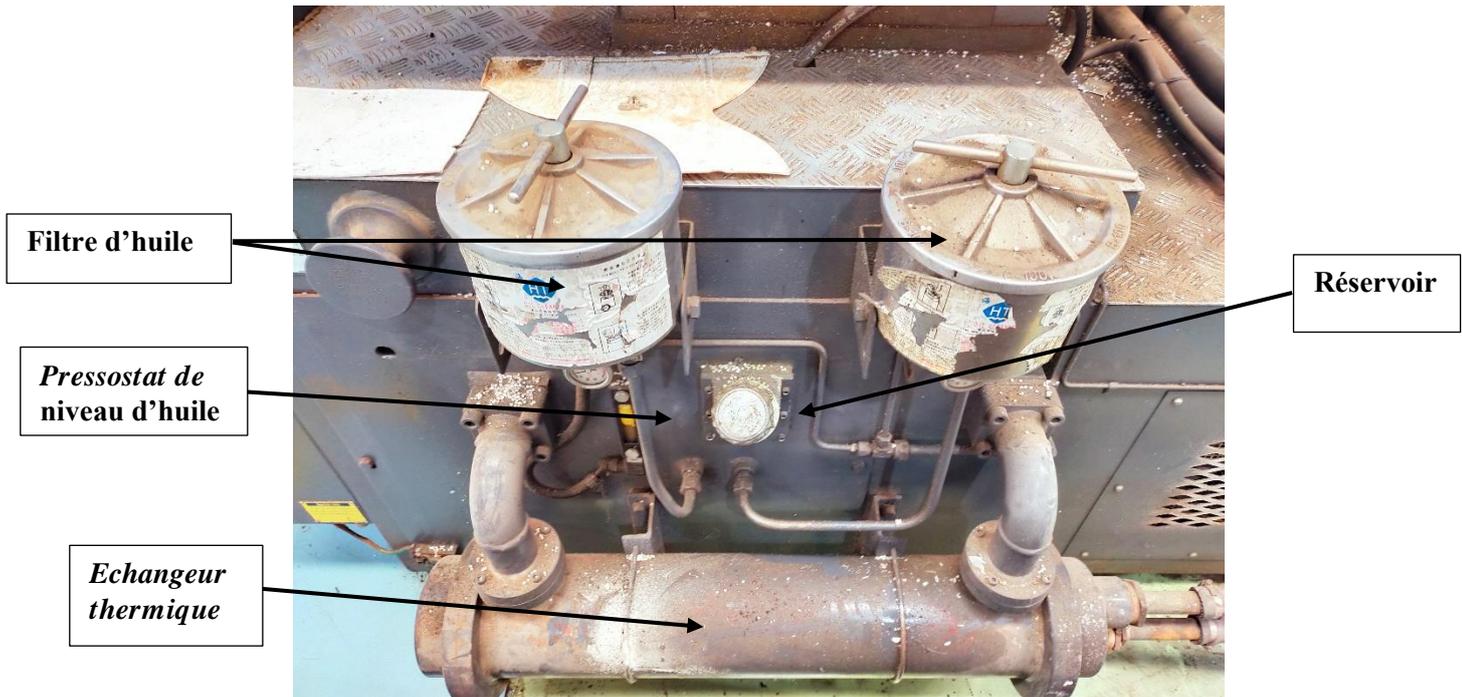
La température dans le processus d'injection est un autre des paramètres à contrôler, à la fois dans le traitement de la résine et dans la machine, car cela dépend de la qualité du produit final, le soin des composants de la machine et le flux du matériau dans le processus. Un des équipements indispensables pour le refroidissement du processus est le refroidisseur qui est de faible consommation d'énergie et de grandes applications dans le processus car il régule non seulement la température du moule, mais aussi Elle est également liée à la température générale de la machine et de la buse de la trémie. Il existe d'autres périphériques liés au contrôle de la température, tels que le thermorégulateur, les tours de refroidissement, etc. Généralement utilisé un mélange de fluide frigorigène avec de l'eau dans des proportions de 50%. La fonction principale des périphériques de contrôle de température est l'extraction de l'énergie thermique du processus de production, principalement à partir du moule. Ensuite, mention est faite des principales propriétés de chacun des systèmes de refroidissement utilisé dans le processus.

- ❖ **Refroidisseur** : Ce sont des équipes qui peuvent se déplacer d'un endroit à un autre en raison de leur indépendance et la taille, ils ont un réservoir dans lequel ils stockent le liquide utilisé dans le processus, ils ont plusieurs systèmes de refroidissement, dans lequel l'air se distingue, en raison de sa polyvalence et de son autonomie, car son entraînement est automatique, car il a des thermocouples dans le réservoir qui mesurent la température d'entrée et de sortie du processus, il existe d'autres types tel que refroidi à l'eau, qui est connecté directement au système d'eau, son principal inconvénient est la dépendance au système d'eau, car il ne peut pas être déplacé vers d'autres zones et ils doivent être posés tuyau pour le système de refroidissement. Les deux types sont dotés compresseurs et pompes pour une distribution et un refroidissement corrects du liquide réfrigérant.



*Figure III.13* : Refroidisseur

- ❖ **Échangeur thermique** : Un échangeur de chaleur est un système qui permet de transférer un flux de chaleur d'un fluide chaud à un fluide froid à travers une paroi sans contact direct entre les deux fluides. L'utilisation de la station thermique pour régler et stabiliser la température d'huile à 40C°.



*Figure III.14 : Protection et Refroidissement d'huile.*

- ❖ **Bloque de distributeur proportionnel :** Tous les ordres et les actions hydraulique assurés par le bloque de distribution tel que, électrovannes, distributeur intelligent en fonctionnent par courant électrique dans un intervalle de 4 jusqu'à 20mA, le principe de fonctionnement est basé sur la conversion de pression en tension et jeu le rôle de commande de débit d'huile.

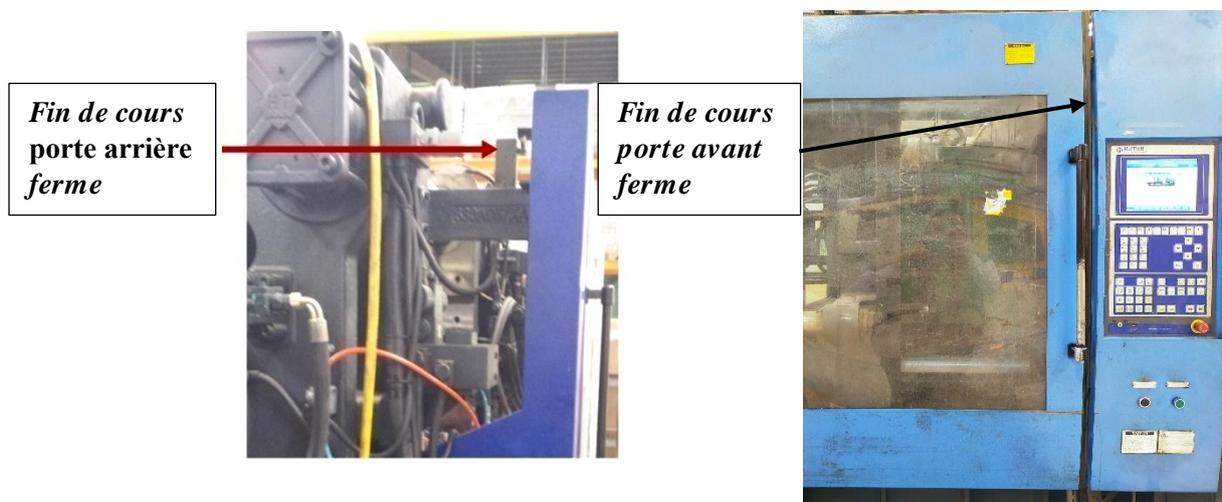


*Figure III.15 : Bloque de distributeur.*

- ❖ **Groupe de sécurité** : La sécurité de la machine est assurée par des fins-course et des capteurs de proximités qui protègent l'organe homme-machine, ainsi utiliser pour la commande des opérations et toutes les séquences de cycles de fonctionnement de la machine.



*Figure III.16* : Fin-course de déplacement unité d'injection.



*Figure III.17* : Fin-course de fermeture porte avant et arrière.

### III.2.1.6 Description des composants du moule utilisé pour l'injection

Le moule est généralement divisé en 2 parties, la partie fixe et la partie mobile, qui se distinguent par le nombre de plaques qu'ils ont, et les barres de décapage, qui devrait aller sur le côté de la scène mobile, tandis que la partie fixe a généralement 3 plaques, la plaque de serrage, la plaque de refroidissement et le support de cavité. Que ce soit en injection, extrusion, soufflage ou encore roto-moulage, le moule est la pièce fondamentale des processus de transformation des plastiques, car en cela il y a la forme, les dimensions et les finitions

souhaitées pour le produit à traiter. Son la fabrication dépend de la production à réaliser, puisqu'il existe des moules prototypes, moules pour productions pilotes et moules pour hautes productions.

La fabrication des moules est limitée par le type de pièce qui est destinée fabrication, l'autorisation de fabrication et le coût que ce procédé entraîne, puisque en raison de la qualité des finitions, de la complexité de la pièce et du type de matériau utilisé le coût a tendance à augmenter considérablement.

Les dimensions de chaque moule varient en fonction du nombre de cavités qui il contient, la taille de la pièce, le système de refroidissement, la longueur de les poinçons et le type de coulée, ainsi que la taille des plaques de support, qui sont les plus longues, il faut donc connaître la séparation des parallèles et ouverture complète de la plaque pour déterminer si le moule peut être monté sur un machine spécifique. Le moule utilisé a des dimensions de 24\*18,5\*25 cm, tandis que la distance entre les barres de la machine est de 45 cm.

Le moule à utiliser est un moule à tube à essai, qui a des inserts interchangeables, qui n'a pas été assemblé pour la production sur une machine, par conséquent il est doit déterminer chacun des paramètres nécessaires pour obtenir le les pièces.



*Figure III.18* : Moule d'injection des tubes à essai

### III.2.2 Contrôler de machine de presse d'injection [05]

#### III.2.2.1 Fonctions de traitement

Il y a plusieurs fonctions de traitement qui doivent être exécutées sur toutes les machines de moulage par injection quel que soit le fabricant ou l'âge de la machine. Ces fonctions incluent :

Le Contrôle de l'unité de serrage - cette fonction inclut le contrôle de la vitesse à laquelle le plateau mobile (et le moule) s'ouvre et se ferme sans à-coups, jusqu'où s'ouvre le plateau et le tonnage de la pince pression qui est exercée sur le moule pour le maintenir fermé pendant le cycle. Ce contrôle également certains paramètres de sécurité vitaux qui empêchent le moule de se fermer dans des conditions anormales (c.-à-d. présence d'une pièce en plastique ou d'une autre obstruction qui endommagerait le moule ou un travailleur).

Le Contrôle de l'extrudeuse (vis) - la vitesse de rotation de la vis (RPM ou % de la vitesse maximale) et la quantité de contre-pression sont déterminées avec ce contrôle. Également classé dans ce groupe de fonctions est le décompression de la masse fondue au niveau de la buse, provoquée par la rétraction de la vis ou « suction » à une petite distance de sa position d'injection complète.

- ❖ **Contrôle de la température** les réglages de température de l'appareil de chauffage les bandes sur le canon et la buse sont commandées dans cette fonction. Chaque zone de bande chauffante et la buse peuvent être réglées indépendamment à la spécificité température souhaitée. Dans certaines machines, un démarrage automatique de la chaleur ou « prétrempage » du canon peut être réglé pour atteindre une certaine température avant démarrage de l'opération de moulage.
- ❖ **Contrôle d'injection** cette fonction inclut le contrôle du tir taille (généralement indiquée en pouces que la vis injecte vers l'avant), la vitesse de remplissage ou la vitesse de la vis lorsqu'elle avance pendant l'injection, le transfert point où la vitesse de la vis diminue pour commencer le maintien de la vis en place jusqu'à ce que la carotte s'évapore, et les réglages de pression de maintien qui sont requis pendant que la ou les pièces sont refroidies et solidifiées.
- ❖ **Contrôle de l'éjecteur** - la vitesse, la position et les limites avant de l'éjection sont déterminés dans cette fonction. L'éjection multiple ou pulsée est également contrôlé tout comme la vitesse de rétraction et les limites des éjecteurs effectuant éjection multiple.

### III.2.2.2 Fonctions de contrôle [05]

Toutes les machines de moulage par injection fabriquées aujourd'hui comprennent un contrôleur qui est essentiellement un micro-ordinateur. Les paramètres de contrôle sont généralement accompli en appuyant sur des boutons sur un écran d'ordinateur plutôt que tourner un bouton sur une valve ou actionner un interrupteur. Il est important de noter que il y a une différence entre les capteurs (tels qu'un transducteur de pression ou thermocouple) qui mesurent ou détectent une condition, des commandes (boutons, boutons, vannes ou commutateurs) qui fixent des limites sur les paramètres de fonctionnement (comme les vitesses, distances, pressions) et des captateurs qui activent une fonction de la machine. Dans un processus automatisé, le contrôleur (ordinateur à microprocesseur) est connecté aux capteurs et aux actionneurs et, sur la base de la logique du programme, provoquer les actionneurs pour remplir leur fonction.

Que la machine soit suffisamment récente pour utiliser un micro-ordinateur, le première décision de contrôle est le mode opérationnel. Les choix sont :

- ❖ **Mode manuel** - où les limites peuvent être définies comme souhaité paramètres, mais la machine n'exécutera aucune fonction à moins qu'un le bouton d'activation est engagé. Ce mode est généralement utilisé pour démarrer un moule ou lors de l'arrêt et de la purge.
- ❖ **Mode semi-automatique** - où toutes les limites de la machine sont prédéfinies mais la machine s'arrête à la fin du cycle et ne commencera pas un nouveau cycle jusqu'à ce que la barrière de sécurité de la machine soit ouverte et fermée. Ce mode est couramment utilisé lorsque l'éjection doit être effectuée manuellement ou avec une assistance manuelle (par l'opérateur) ou lors du démarrage d'un moule.
- ❖ **Mode automatique** - où toutes les limites de la machine sont prédéfinies et le la machine effectue des cycles répétés à moins qu'elle ne soit arrêtée par une condition de sécurité ou par le opérateur.

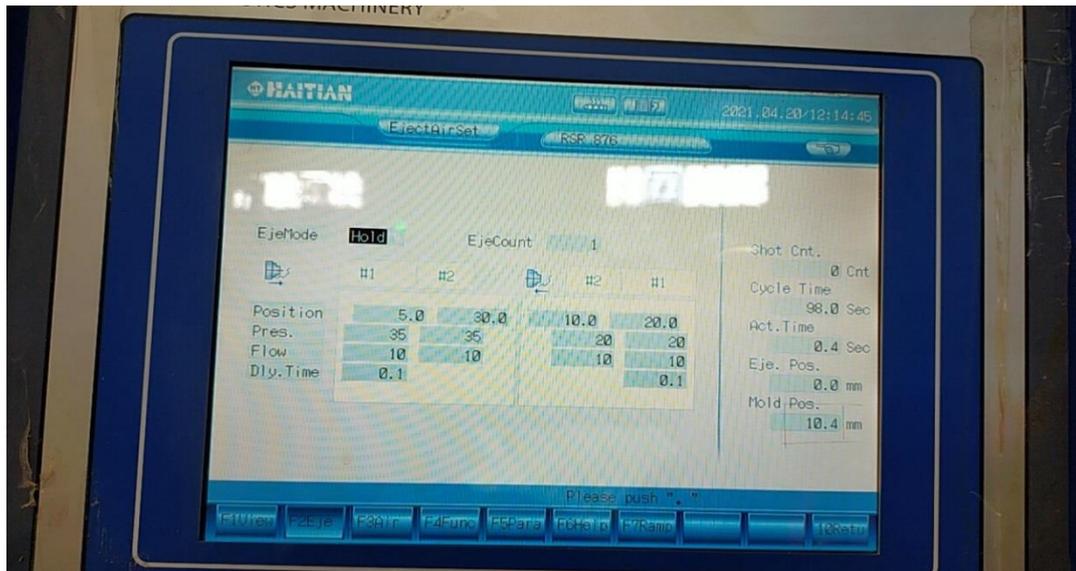


Figure III.19 : Contrôle de l'éjecteur

### III.2.3 Description du cahier de charges de la presse d'injection type HAITIAN SA8000II

On peut effectuer toutes les opérations manuelles par le cycle automatique qui déroule en mode exécuté.

Si on appuie sur le bouton marche de la machine, le démarrage des moteurs électriques **M1** et **M2** en étoile-triangle successivement est conditionnée par :

1. La fermeture de la porte arrière **P\_ARF**.
2. Le niveau d'huile du bac centrale **N\_HC** est actif.
3. L'excitation des contacts de commande électrique **KM1** et **KM2**.
4. Thermocouple de contrôle température d'huile **T\_HC**.

Les organes mécaniques de la machines sont lubrifiés par deux pompe à huiles **PL** :

- Groupe commande de lubrification.

La commande de circuit hydraulique est gérée par deux pompes d'huiles **PH** qui constitues par des groupes suivants :

- Groupe commande fermeture.
- Groupe commande verrouillage.
- Groupe commande moteur hydraulique.
- Groupe commande mouvement de la tête.
- Groupe commande d'injection.

Le mode manuel est active par le bouton poussoir **B\_MAN**, la fermeture des portes avant et arrière est détectée par les deux capteurs de fin de courses porte avant **P\_AVF** et porte arrière **P\_ARF**.

La commande manuelle La vitesse de fermeture et ouverture de moule par l'électrovannes **DS\_VM** .

La commande manuelle de fermeture moule **B\_FM** effectuée par l'électrovanne **DS\_FM** et **DS\_FM-1**. La fermeture de moule occupe plusieurs positions différentes par le potentiomètre **P\_M**, l'installation et le changement du moule est ajusté par des électrovannes **DS\_DMAV** et **DS\_DMAR**, ces derniers exercent le déplacement du moule avant et arrière à travers des capteurs de proximité **S\_FDAV** et **S\_FDAR**.

L'état suivante après la fermeture du moule est le verrouillage qui est assurer par l'électrovanne **DS\_V**, et la fin de verrouillage est assurée par le fin de course **S\_V**. où par la commande manuelle **B\_V**.

Certain produits demandent l'utilisation de « l'option l'organe mécanique » qui s'appelle « noyau », l'entrée des noyaux **A** et **B** est commandée la sortie par les électrovannes **DS\_SNA** et **DS\_SNB** et la rentrer par les électrovannes **DS\_ENA** et **DS\_ENB**, l'action manuelle de sortie et rentres noyaux par les deux boutons poussoirs **B\_SNO** et **B\_RNO**.

Le déplacement de l'unité d'injection vers la buse est actionné par l'électrovanne **DS\_UAV** où par la commande manuelle **B\_AVU**. Ce déplacement est positionné avec la fin course **S\_AVU**.

La mise en marche des plaques chauffantes est commandée manuellement par **B\_MCHF**. Lorsque les températures des plaques chauffantes des zones « 1, 2, 3, 4, 5, 6 et moule » atteints les températures des consignes contrôlées par les thermocouples **T\_Z1**, **T\_Z2**, **T\_Z3**, **T\_Z4**, **T\_Z5**, **T\_Z6** et **T\_M**.

La plastification se fait avec une distance variables pour chaque type de produit, le contrôle de la distance de déplacement Noozel se fait avec le potentiomètre **P\_N** qui actionné par les deux électrovannes **DS\_RNZ** et **DS\_RNZ-1**, ou par la commande manuelle **B\_RNZ**. Ces derniers exercent le déplacement du Noozel avant et arrière à travers des capteurs de proximité **S\_ANZ** et **S\_RNZ**.

La fusion et la charge de la matière se déroulent grâce à l'électrovanne **DS\_CH** et **DS\_RV** et **DS\_RV-1** ou par la commande manuelle **B\_CHPLS** .

Après l'injection de plastique se déroule par les deux électrovannes **DS\_INJ** et **DS\_INJ-1**, à la présence de hautes pressions, où par la commande manuelle **B\_INJ**.

Après reculer l'unité d'injection vers l'arrière est actionné par l'électrovanne **DS\_UR** où par la commande manuelle **B\_ARU**. Ce déplacement est positionné avec la fin course **S\_ARU**.

Le déverrouillage du moule est exécuté par l'électrovanne **DS\_DEV**, et la fin de déverrouillage est assurée par le fin de course **S\_DEV**, où par la commande manuelle **B\_DEV**.

Après le moule est ouvert par l'actionnement les deux électrovannes **DS\_OM** et **DS\_OM-1**, où par la commande manuelle **B\_OM**.

L'état initial de l'éjecteur est en position recule qui contrôlé par les capteurs de proximité **S\_REJE**, l'état de déplacement de l'éjecteur est contrôlé par le potentiomètre **P\_EJE**, la sortie d'éjecteur est commandée par l'électrovanne **DS\_SEJ**, et la commande de recule éjecteur est assurée par l'électrovanne **DS\_REJ**, la fin déplacement d'éjecteur est contrôlée par les capteurs de proximité **S\_EJE**, manuelle de sortie et rentrer l'éjecteur par les deux boutons de commandes **B\_SEJ** et **B\_REJ** à condition le moule est ouvert.

Les fins de courses **P\_AVO** et **P\_AV** indiquent l'ouverture et la fermeture de la porte avant et les fins de courses **P\_ARO** et **P\_AR** indiquent l'ouverture et la fermeture de la porte arrière, l'ouverture et la fermeture des deux portes se fait manuellement. L'ouverture de porte avant active lubrification est commandée par les deux relais **KP3** et **KP4**, le niveau d'huile est détecté par la pressostat **N\_HLB** qui doit valider le fonctionnement des deux pompes **M3** et **M4**, ou avec la commande manuelle **B\_LB**.

Pour un nouveau cycle automatique on doit respectée les conditions suivantes : la fermeture de porte avant, le renseignement sur l'état des filtres d'huile et la commande du prochain cycle soit active manuellement par le bouton **B\_DCY**.

### ❖ Groupe d'injection

#### ❖ Les Entrées

1. **S\_RU** Fin course reculé unité d'injection.
2. **S\_AVU** Fin course avance unité d'injection.
3. **S\_RNZ** Fin course reculé noozel.
4. **S\_ANZ** Fin course avance Noozel.

**❖ Les Entrée analogiques**

1. **T\_Z1** Thermocouple Zone 1.
2. **T\_Z2** Thermocouple Zone 2.
3. **T\_Z3** Thermocouple Zone 3.
4. **T\_Z4** Thermocouple Zone 4.
5. **T\_Z5** Thermocouple Zone 5.
6. **T\_Z6** Thermocouple Zone 6.
7. **T\_M** Thermocouple moule.
8. **P\_N** Potentiomètre de position de la vis.

**❖ Les Actions**

1. **KR1** Relais de commande de la résistance Zone 1.
2. **KR2** Relais de commande des résistances Zone 2.
3. **KR3** Relais de commande des résistances Zone 3.
4. **KR4** Relais de commandes des résistances Zone 4.
5. **KR5** Relais de commande des résistances Zone 5.
6. **KR6** Relais de commande des résistances Zone 6.
7. **KR\_M** Relais de commande des résistances moule.
8. **DS\_UAV** Electrovanne avance unité d'injection.
9. **DS\_UR** Electrovanne reculée unité d'injection.
10. **DS\_CH** et **DS\_RV** et **DS\_RV-1** Electrovanne de chargements (plastification).
11. **DS\_INJ** et **DS\_INJ-1** Electrovanne injection et haut pression.
12. **DS\_RNZ** Electrovanne reculé Noozel.

**❖ Groupe sécurité****❖ Les Entrées**

1. **P\_AVO** Fin course porte avant ouvrir.
2. **P\_AVF** Fin course porte avant Fermé.
3. **P\_ARO** Fin course porte arrière ouvrir.

4. **P\_ARF** Fin course porte arrière Fermé.
5. **S\_CU** Fin course couvert unité d'injection fermé.
6. **N\_HLB** Pressostat niveau d'huile de lubrification.
7. **F\_HG** Pressostat de filtre de circuit hydraulique général.
8. **N\_HC** Pressostat de niveau d'huile du bac central.
9. **B\_URG** Arrêt d'urgence.

❖ **Les Entrées analogiques**

1. **T\_HC** Thermocouple de contrôle température d'huile.

❖ **Les Actions**

1. **DS\_RH** Électrovanne de commande refroidissement huile.
2. **KP3** Relais de la commande lubrification pompe **M3**.
3. **KP4** Relais de la commande lubrification pompe **M4**.
4. **KM1** Commande moteur de pompe **M1**.
5. **KM2** Commande moteur de pompe **M2**.
6. **KA15** Sécurité de circuit hydraulique.

❖ **Sortie analogique**

1. **DS\_INT** : Sortie de commande de l'électrovanne intelligente.

❖ **Groupe fermeture de moule**

❖ **Les Entrée**

1. **S\_V** Fin course verrouillage moule.
2. **S\_DEV** Fin course déverrouillage moule.
3. **S\_REJE** Capteur de proximité rentrée éjecteur.
4. **S\_FM** Capteur de proximité ajustement moule avant.
5. **S\_OM** Capteur de proximité ajustement moule arrière.
6. **S\_FDAV** capteurs de proximité déplacement du moule avant.
7. **S\_FDAR** capteurs de proximité déplacement du moule arrière.

❖ **Les Entrées analogiques**

1. **P\_M** Potentiomètre de fermeture moule.

2. **P\_EJE** Potentiomètre de positionnement éjecteur.

❖ **Les Actions**

1. **DS\_DMAV** Électrovanne déplacement du moule avant.

2. **DS\_DMAR** Électrovanne déplacement du moule arrière.

3. **DS\_FM** et **DS\_FM-1** Électrovanne fermeture moule.

4. **DS\_OM** et **DS\_OM-1** Électrovanne ouverture moule.

5. **DS\_SEJ** Électrovanne avance éjecteur.

6. **DS\_REJ** Électrovanne reculée éjecteur.

7. **DS\_SNA** Électrovanne de sortie noyau auxiliaire A.

8. **DS\_SNB** Électrovanne de sortie noyau auxiliaire B.

9. **DS\_ENA** Électrovanne de entrer noyau auxiliaire A.

10. **DS\_ENB** Électrovanne de entrer noyau auxiliaire B.

11. **DS\_V** Électrovanne de verrouillage.

12. **DS\_DEV** Électrovanne déverrouillage.

❖ **Comptage**

1. **Z1** : Comptage de lubrification.

❖ **Temporisateurs**

1. **T1** : Lubrification.

2. **T2** : Retard commande de marche pompe M18.

3. **T3** : Verrouillage moule.

4. **T4** : Injection.

5. **T5** : Commande sorite noyaux.

6. **T6** : Sorite noyaux.

7. **T7** : Commande reculée noyaux.

8. **T8** : Reculée noyaux.

9. **T9** : Commande retard de reculée Noozel et tour de vis.

10. **T10** : Commande routarde de compression.

11. **T11** : Compression.

**12. T12** : Recule unité d'injection.

**13. T13** : Refroidissement.

**14. T14** : Déverrouillage moule.

**15. T15** : Commande ouverture moule.

**16. T16** : Reculée éjecteur.

❖ **Commande manuelle de la machine**

**B\_FM** : Bouton poussoir de fermeture moule.

**B\_OM** : Bouton poussoir d'ouvrir moule.

**B\_SEJ** : Bouton poussoir sortie éjecteur.

**B\_REJ** : Bouton poussoir rentrée éjecteur.

**B\_AVU** : Bouton poussoir de l'avance unité d'injection.

**B\_RU** : Bouton poussoir reculée unité d'injection.

**B\_SNO** : Bouton poussoir noyaux avant.

**B\_RNO** : Bouton poussoir noyaux arrière.

**B\_RNZ** : Bouton poussoir reculée Noozel.

**B\_INJ** : Bouton poussoir injection.

**B\_CHPLS** : Bouton poussoir charge le plastic.

**B\_MAN** : Bouton poussoir de mode manuel.

**B\_AUT** : Bouton poussoir de mode automatique.

**B\_LB** : Bouton poussoir de lubrification.

**B\_MCHF** : Bouton poussoirs marche des plaques chauffantes.

**B\_ACHF** : Bouton poussoirs Arrêter des plaques chauffantes.

**B\_DCY** : Bouton de démarrage cycle.

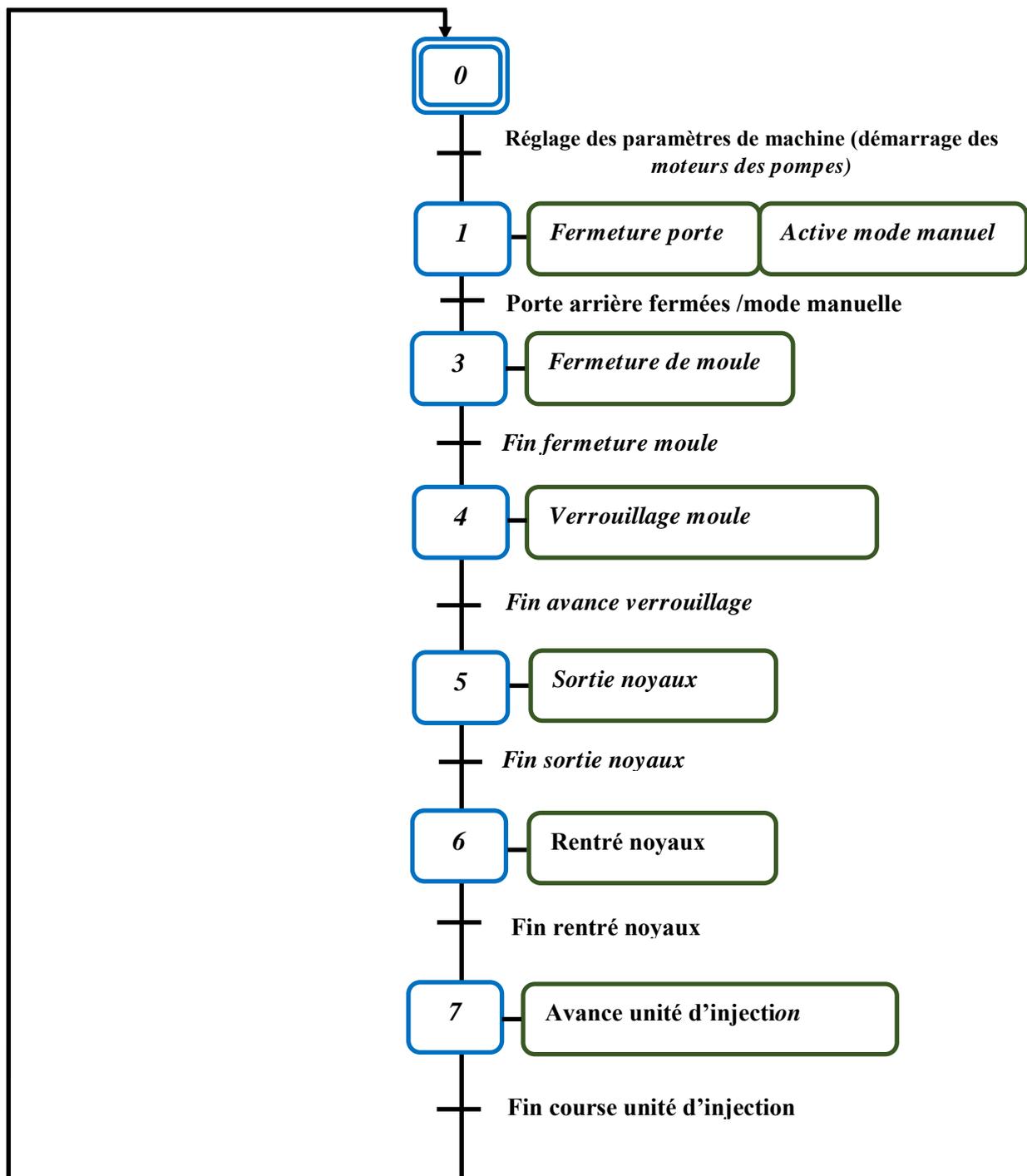
**B\_REST** : Bouton poussoir reset.

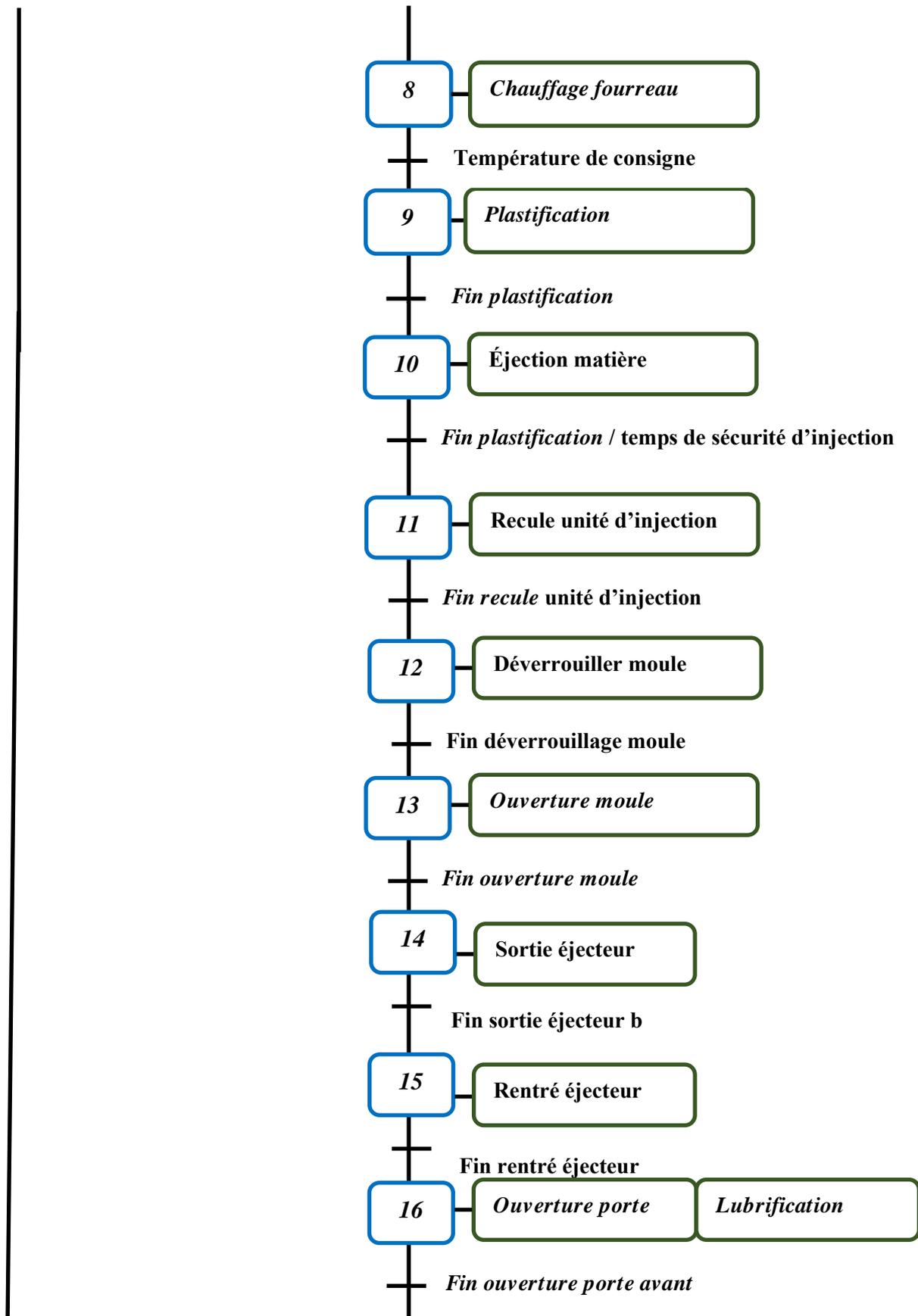
**B\_MAR**: Bouton poussoir marche.

**B\_ARE** : Bouton poussoir Arrêter.

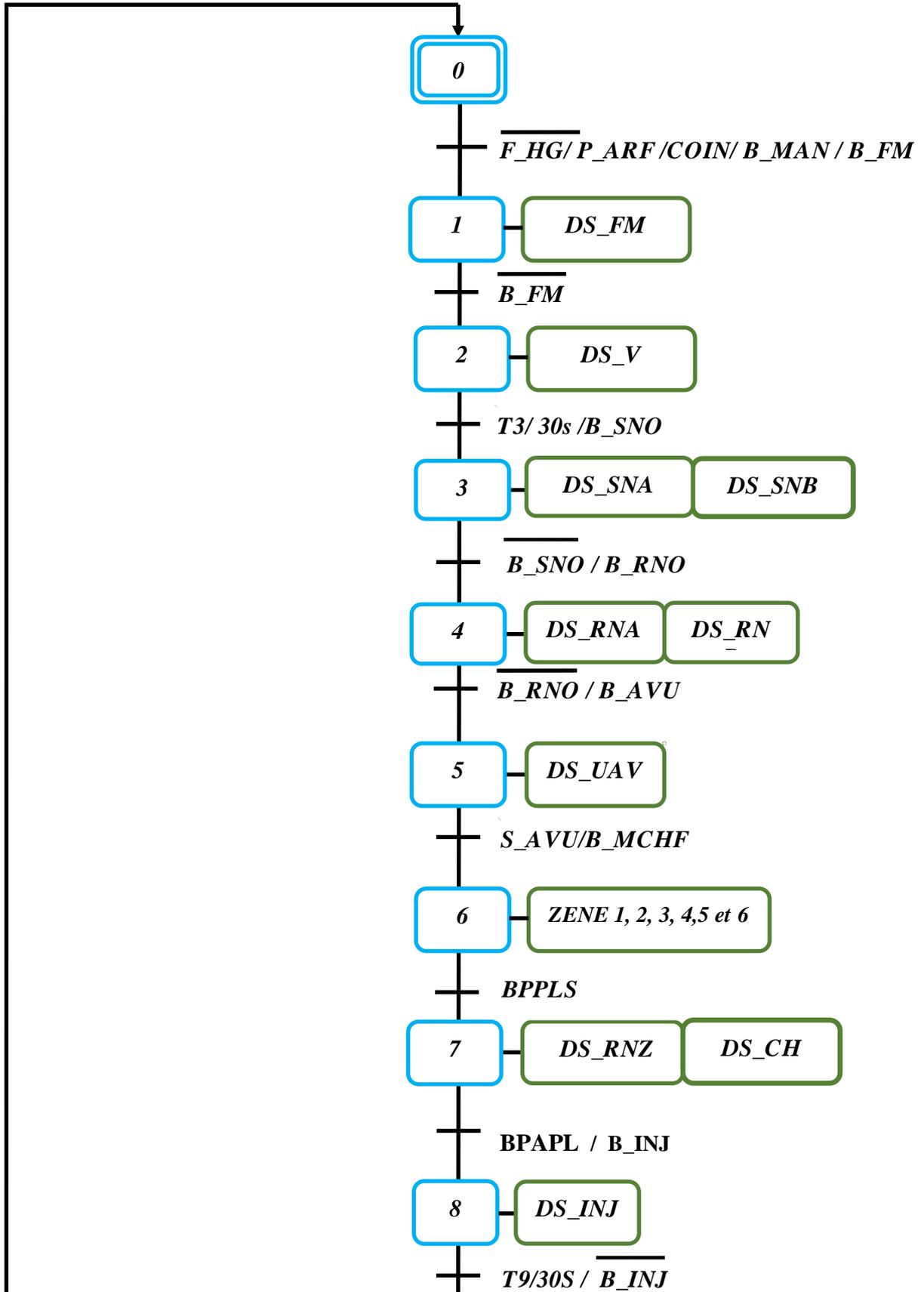
### III.3 Le Grafcet de la presse d'injecti.3.1 Grafcet de fonctionnement manuel (spécification)

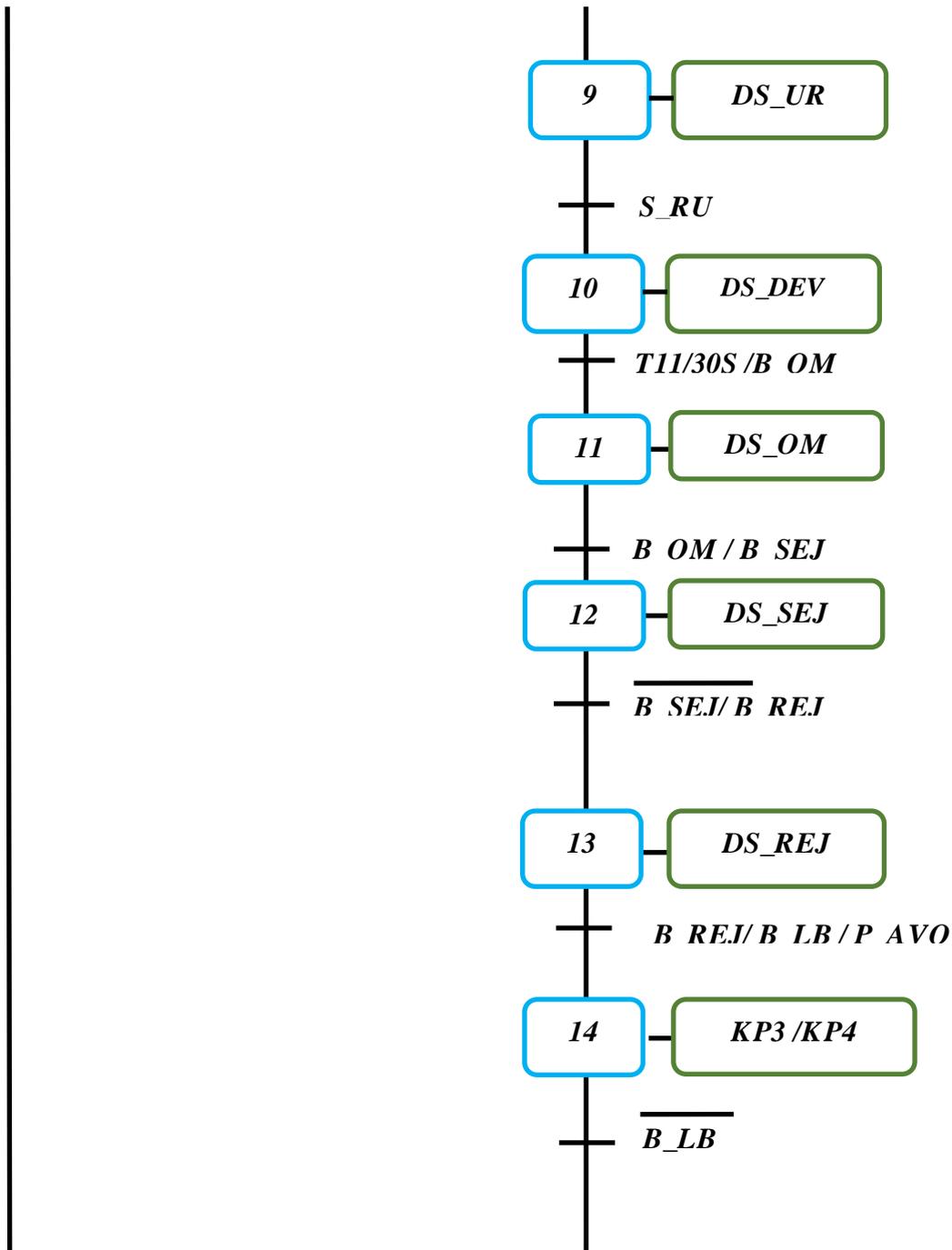
D'abord nous allons présenter le Grafcet de la presse d'injection horizontale marque *HATIAN*, du point de vue de système pour apporter beaucoup plus de clarté concernant le principe de fonctionnement en mode manuel, ce dernier est utilisé seulement pour réglage des paramètres et maintenance représente sur le organigramme suivant.





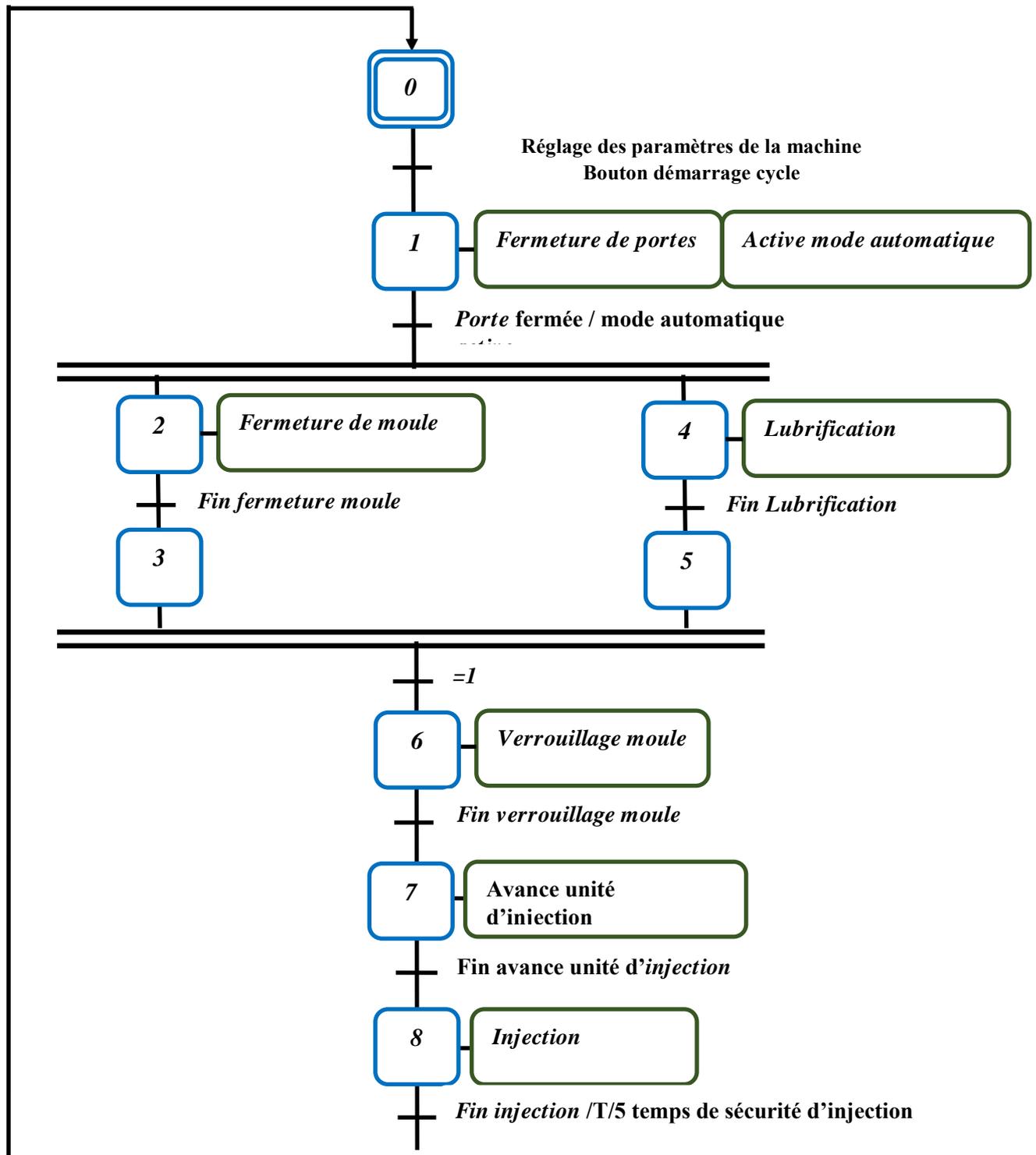
III.3.2 Grafset de mode manuel (réalisation)

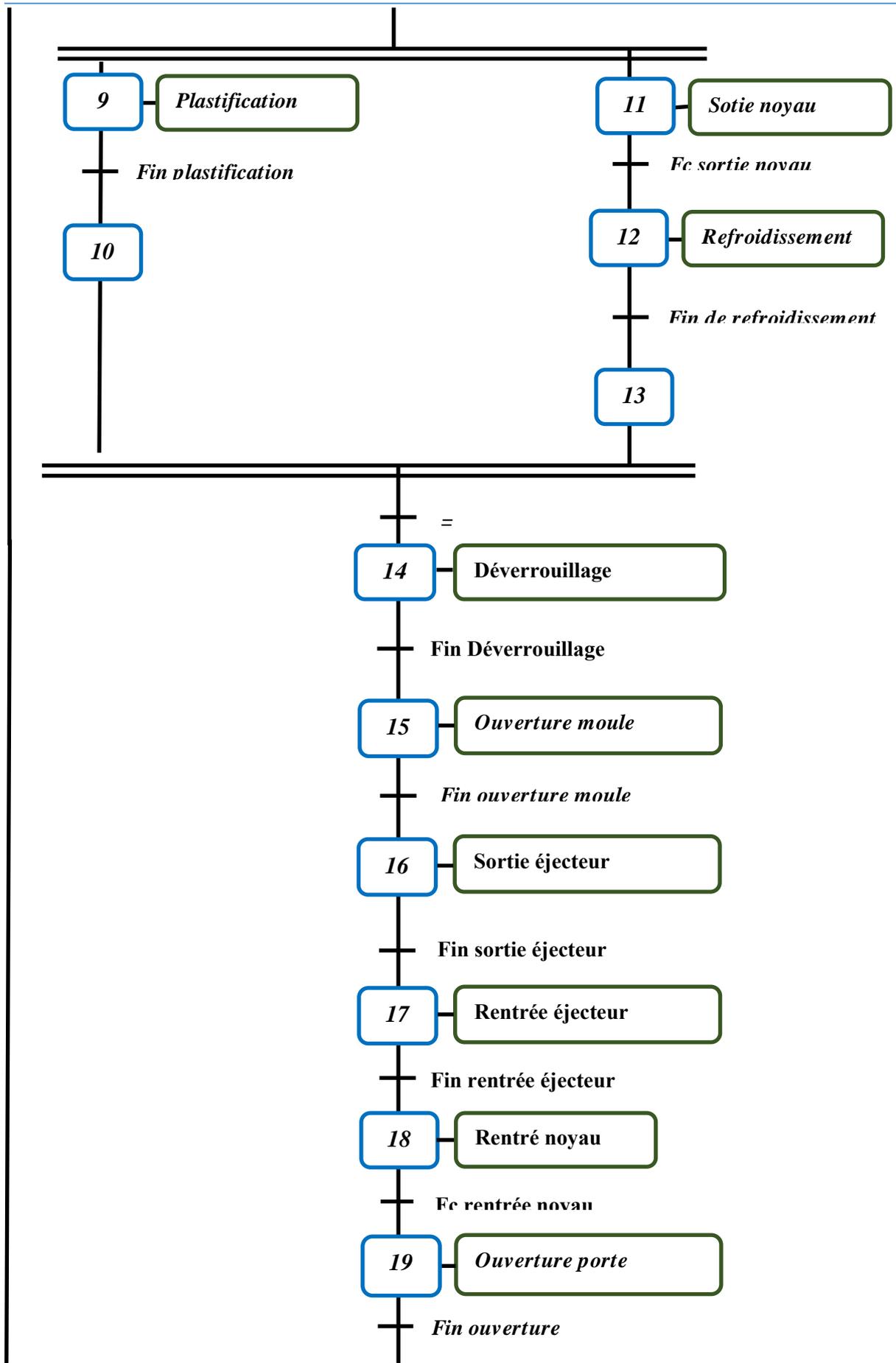




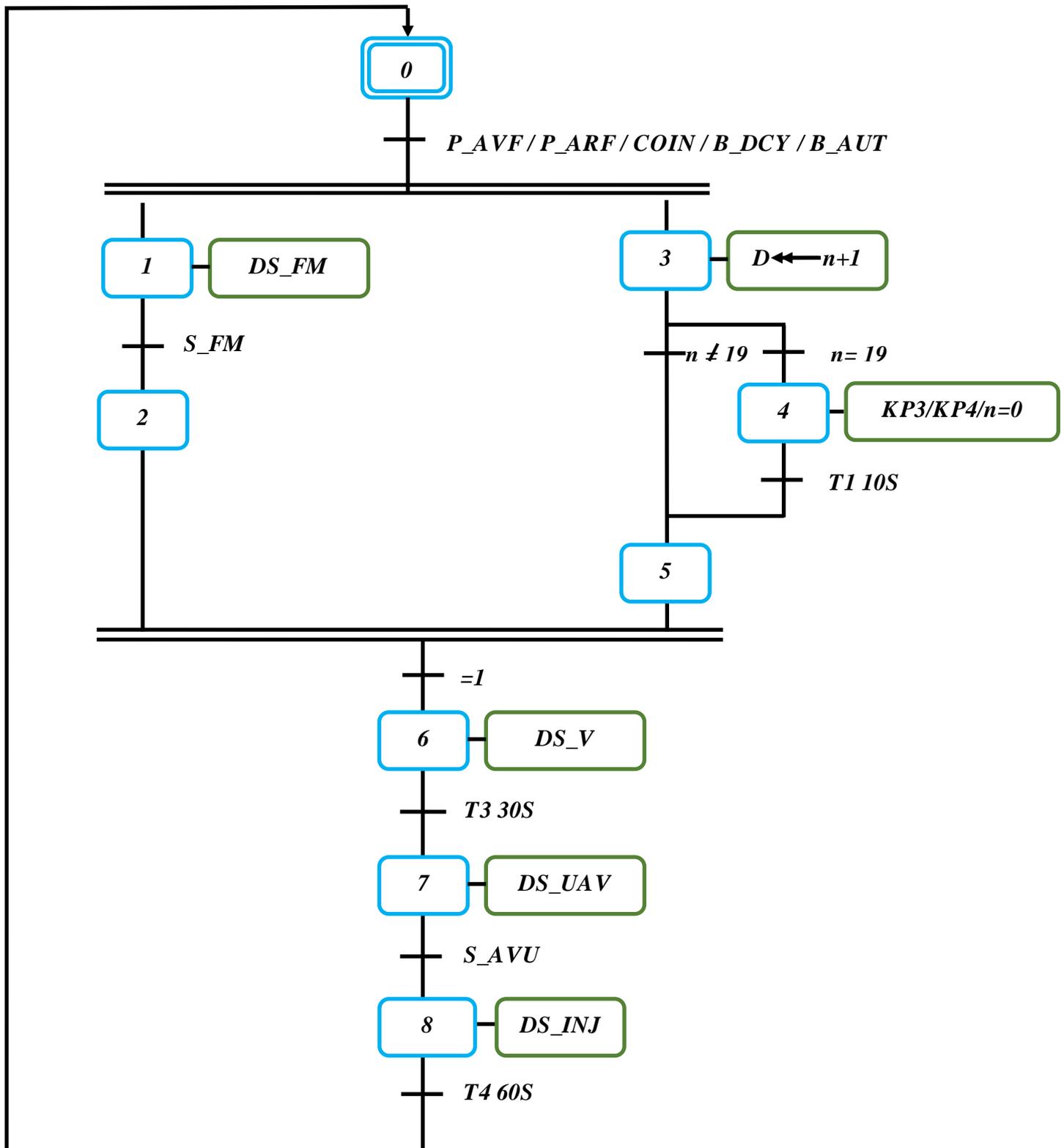
### III.3.3 Grafct de fonctionnement automatique (*spécification*)

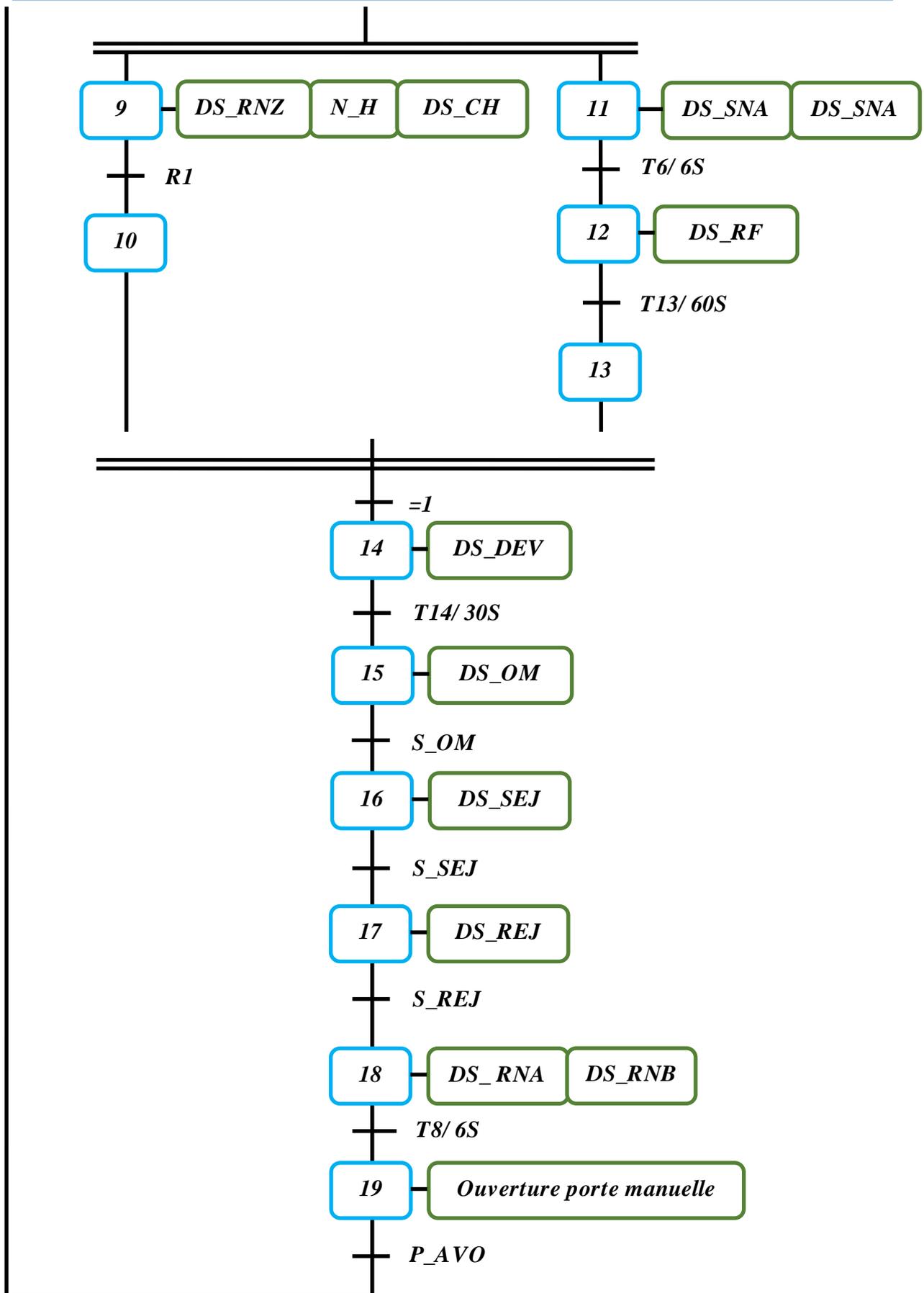
Ce mode doit être sélectionné quand on lance un cycle répétitif. En utilise le mode manuel seulement pour les réglages des paramètres de la presse d'injection, à partir de ce mode on doit passer au mode automatique, pour démarrer le cycle qui exécute la commande automatique on appuie sur le bouton BP démarrage cycle.





III.3.4 Grafcet de mode automatique (réalisation)





## III.4 Programmation avec Step 7 de la presse d'injection

### III.4.1 Choix d'automate S7-300

Le raisons principales qui rentrant dans le choix de cet automate **S7-300 (CPU314-2DP)** sont les suivants :

Dans cette CPU, les adresses d'entrée/sortie des modules peuvent être paramétrées.

1. Mémoire vive : 48 Ko, Mémoire de charge Micro Memory Card (MMC) enfichable 64Ko - 4Mo.
2. **8192** octets DE/DA dont 992 octets centraux.
3. **512** octets AE/AA dont 248 octets centraux.
4. **0,1** ms/1K commandes.
5. **256** compteurs.
6. **256** temporisateurs.
7. **256** octets de mémoire interne.
8. **24** entrées digitales (DI) dont **16** utiles pour des fonctions intégrées, et tous utilisable en entrées d'alarme.
9. **16** sorties digitales (DO) intégrés dont **4** sorties rapides.
10. **2** sorties analogiques (AO) courant/tension intégrés.
11. **4** entrées analogiques (AI) courant/tension, l'entrée analogique résistance intégrée.
12. **4** sorties d'impulsions (2.5 KH).
13. Compteur 4 canaux est mesure avec capteur incrémentale 24V (60KH).
14. Fonction au postions intégrée.

Et à ces caractéristiques on peut ajouter des modules extensions pour compléter le nombre d'entrée et sortie :

- Modules TC analogique **8** voies universelles.
- Modules des entrées digitales : **32** entrées.
- Modules des sorties digitale : **32** sorties.

### III.4.2 Tableau des mnémoniques

Le tableau **III.1** illustre une partie de la table mnémorique de notre programme.

Mnémonique	Adresses	Type	Commentaires
<b>DS_UR</b>	<b>A 8.3</b>	BOOL	Electrovanne reculée unité d'injection.
<b>KP4</b>	<b>A 8.7</b>	BOOL	Relais de la commande lubrification pompe M4
<b>KM1</b>	<b>A 9.0</b>	BOOL	Commande moteur de pompe M1
<b>KR1</b>	<b>A 124.0</b>	BOOL	Relais de commande résistance de zone 1
<b>KR2</b>	<b>A 124.1</b>	BOOL	Relais de commande résistance de zone 2
<b>DS_V</b>	<b>A 125.2</b>	BOOL	Electrovanne de verrouillage.
<b>DS_OM</b>	<b>A 125.6</b>	BOOL	Electrovanne ouverture moule.
<b>B_FM</b>	<b>E 4.0</b>	BOOL	Bouton poussoir de fermeture moule.
<b>F_HG</b>	<b>E 6.7</b>	BOOL	Pressostat de filtre de circuit hydraulique général
<b>B_ARE</b>	<b>E 124.3</b>	BOOL	Bouton poussoir Arrêter.
<b>B_AUT</b>	<b>E 124.5</b>	BOOL	Bouton poussoir de mode automatique.
<b>B_MAN</b>	<b>E 124.6</b>	BOOL	Bouton poussoir de mode manuel.
<b>B_DCY</b>	<b>E 124.7</b>	BOOL	Bouton de démarrage cycle.
<b>S_RNZ</b>	<b>E 125.0</b>	BOOL	Fin course reculé noozel
<b>S_V</b>	<b>E 125.</b>	BOOL	Fin course verrouillage moule.
<b>S_OM</b>	<b>E 125.5</b>	BOOL	Capteur de proximité ajustement moule arrière.
<b>SCALE</b>	<b>FC 105</b>	FC 105	Scaling Values
<b>UNSCALE</b>	<b>FC 106</b>	FC 106	Unscaling Values
<b>T_Z1</b>	<b>PEW 258</b>	INT	Thermocouple Zone 1.
<b>T_Z2</b>	<b>PEW 260</b>	INT	Thermocouple Zone 2.
<b>T_M</b>	<b>PEW 270</b>	INT	Thermocouple moule.
<b>P_M</b>	<b>PEW 754</b>	INT	Potentiomètre de fermeture moule.

### III.4.3 Validation du programme

Pour la validation de nos programmes nous avons utilisé le logiciel de simulation *S7-PLSIM*, intégré dans l'atelier logiciel *Step 7* professionnel, il permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate *SIMATIC S7* sans disposer de matériel cible. Il permet aussi de réduire de manière significative, le temps de mise en service de nos installations grâce à la mise au point et l'optimisation anticipée des programmes automatés.

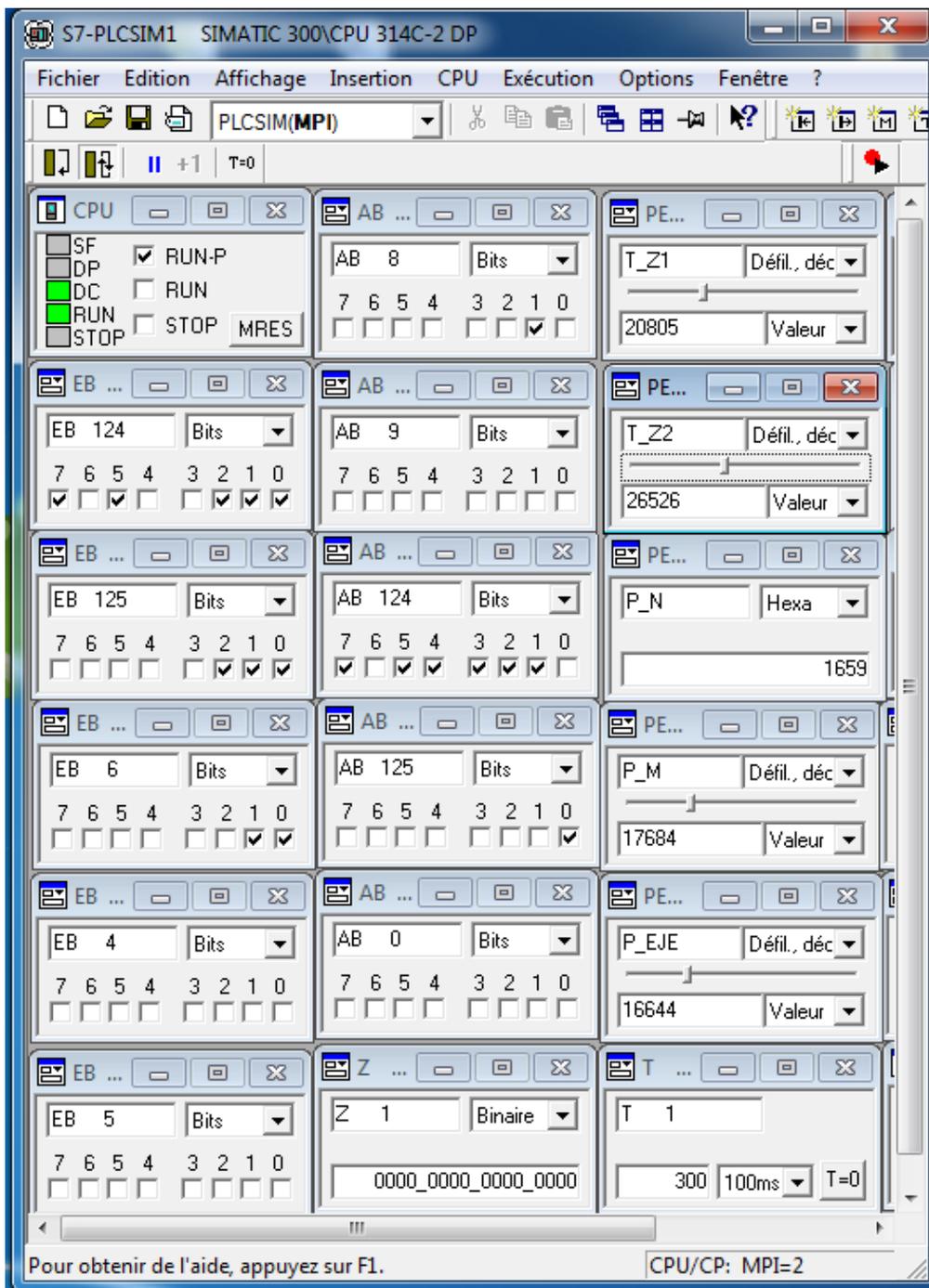


Figure III.20 : Fenêtre S7-PLCSIM1.

### III.4.4 Exemple de programme avec Step7 et simulation

#### III.4.4.1 Programme et simulation de la régulation température

La **figure III.21** illustré le programme de la régulation automatique de température de chaque zone en utilisant la fonction **FC 105** scaling values, cette fonction lire des valeurs analogique de thermocouple pour assurer la plage de consigne désirée.

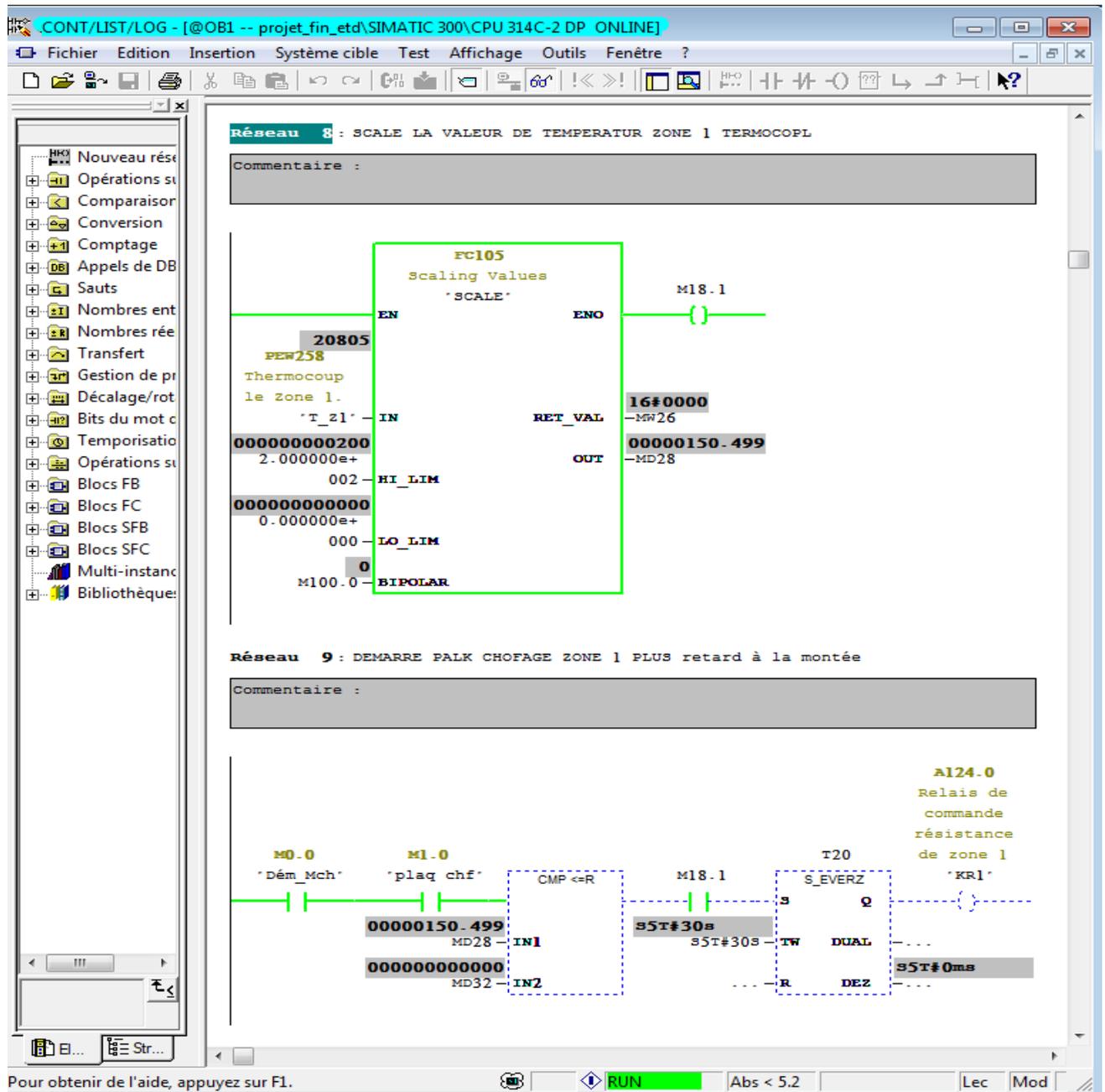


Figure III.21 : Simulation de la régulation température de plaque chauffant.

### III.4.4.2 Programme et simulation de la régulation et la commande de début

Le réglage de début d'huile est basée sur l'utilisation de deux fonctions FC105 et FC106 Scaling Values, le bloc FC105 lire les valeurs analogique de capteur de pression, ce capteur convertie les valeurs de pression en tension.

Le bloc FC106 donne une sortie analogique qui commande le début à travers un capteur intelligent, le principe de fonctionnement est basé sur la commande du courant à une plage de 4 à 20 mA.

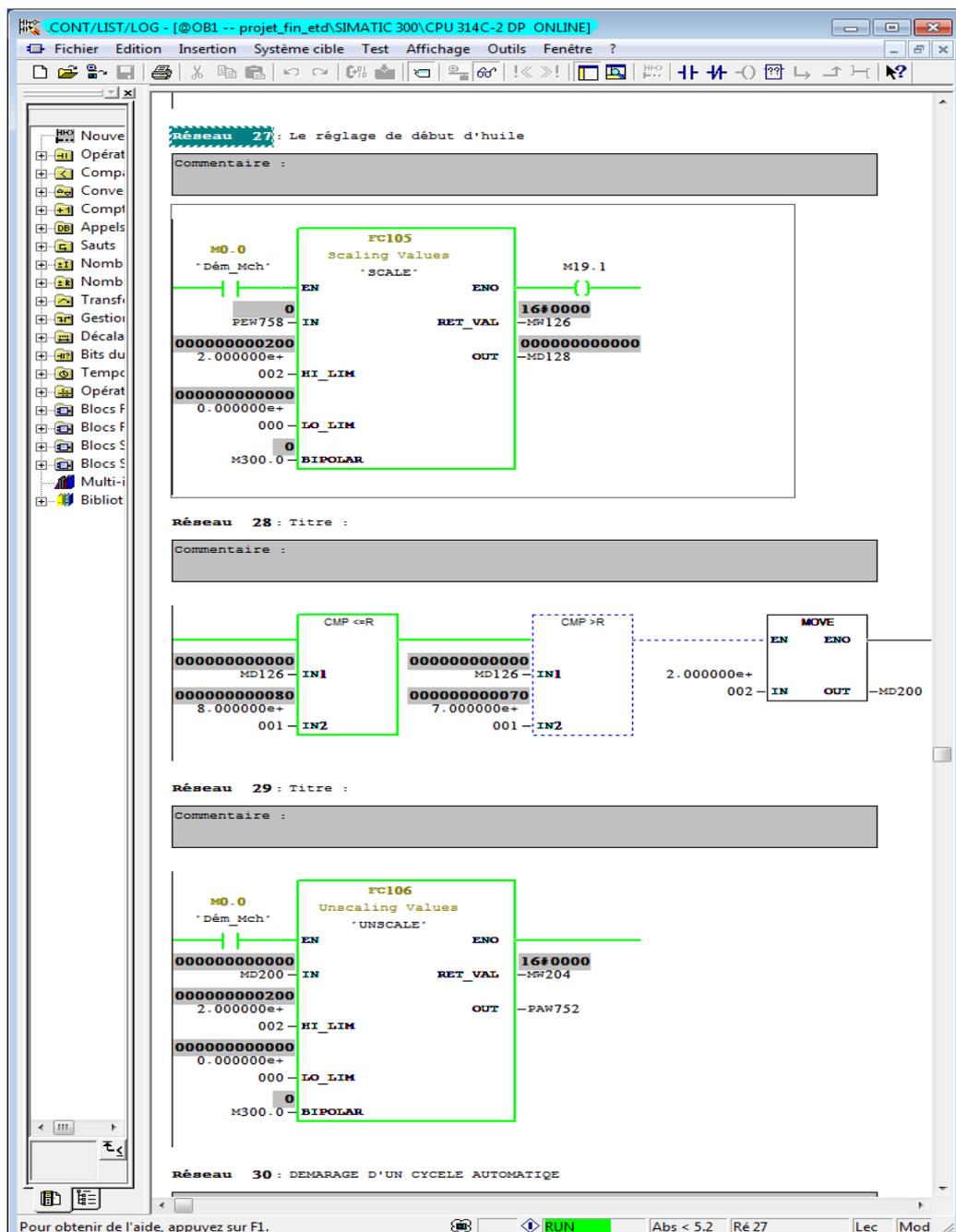


Figure III.22 : Simulation de régulation et commande de début.

### III.4.4.4 Programme et simulation de circuit de lubrification

La Figure III.23 représente la commande automatique du circuit de lubrification, le cycle utilisé un comptage de 20 cycles d'opération après l'ordre de démarrage automatique des deux pompes M13 et M14 à un temps déterminé.

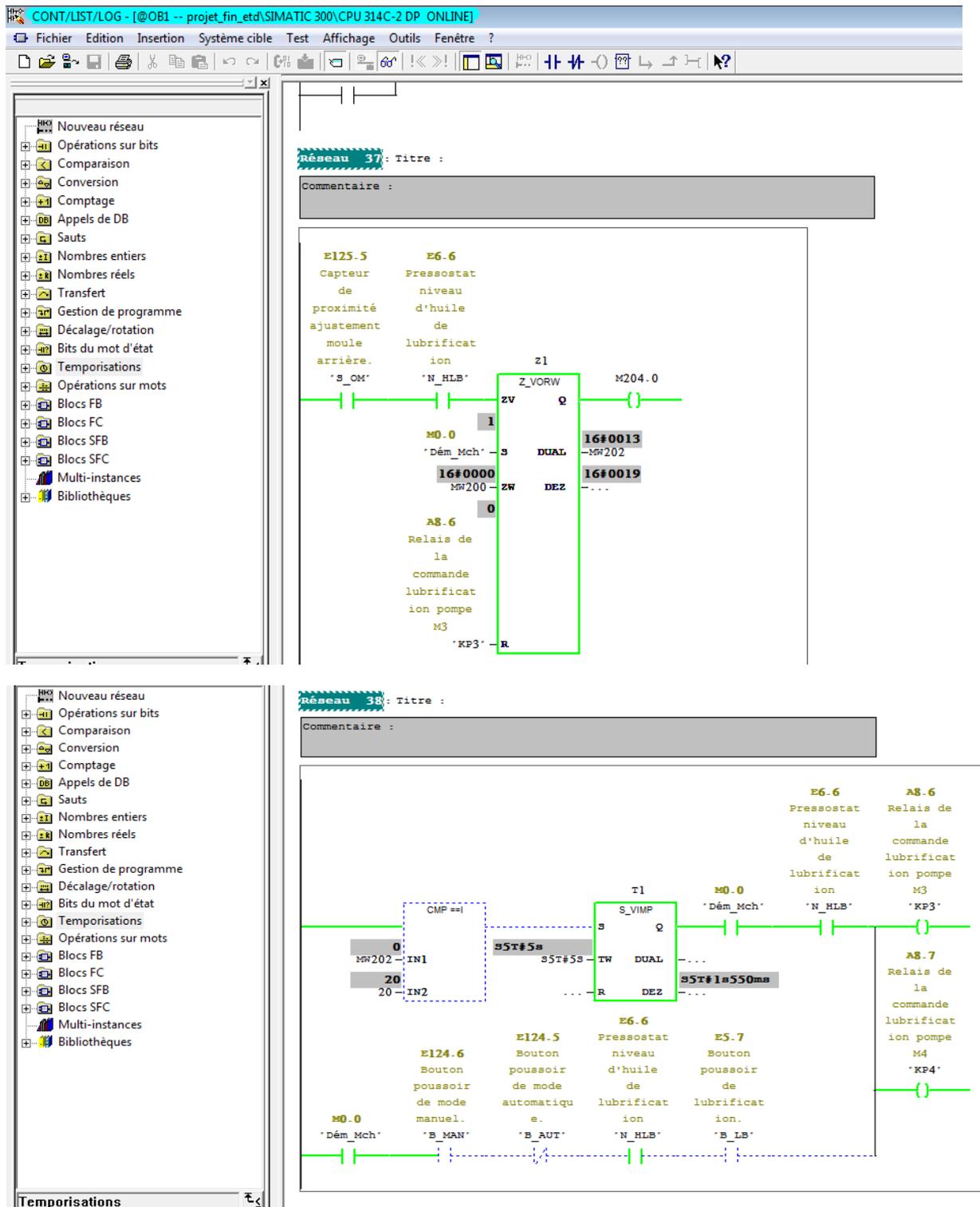
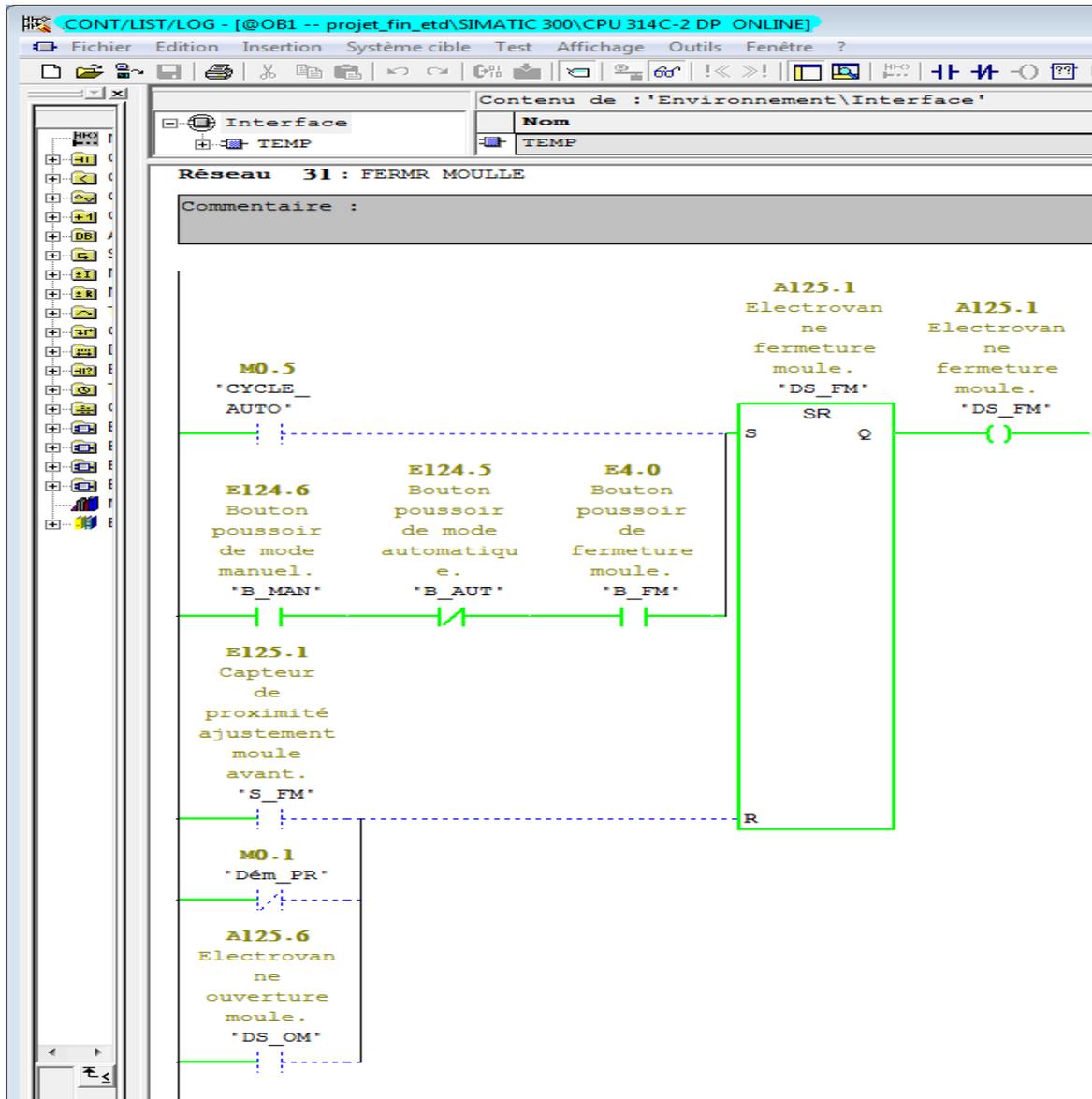


Figure III.23 : Simulation du circuit de lubrification.

### III.4.4.5 Programme et simulation de la fermeture moule (manuellement et automatiquement)

La **Figure III.24** représente la commande de la fermeture moule manuellement, et la **Figure III.25** représente la commande de la fermeture moule automatiquement,



**Figure III.24 :** Simulation de la fermeture moule manuellement.

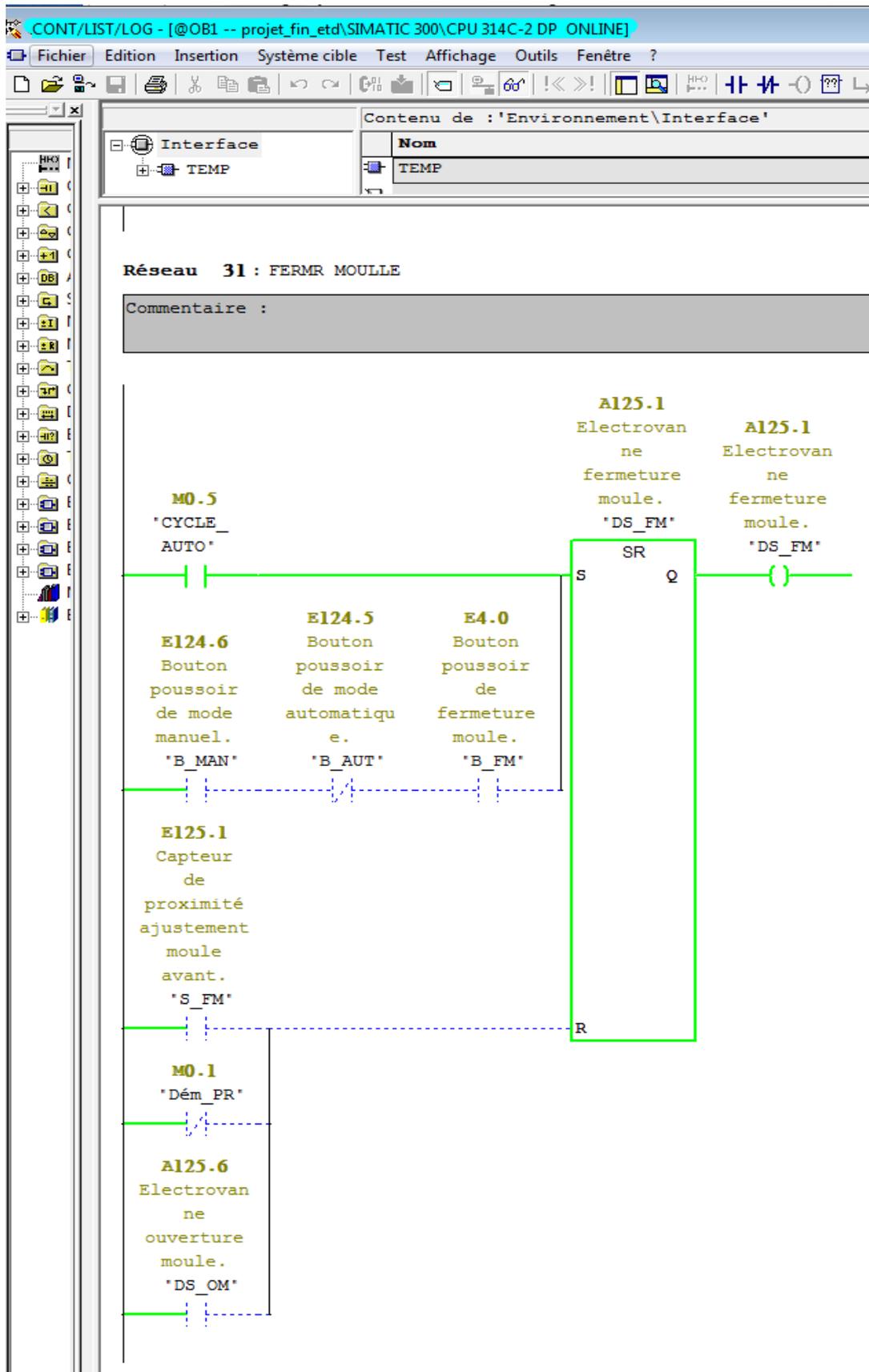


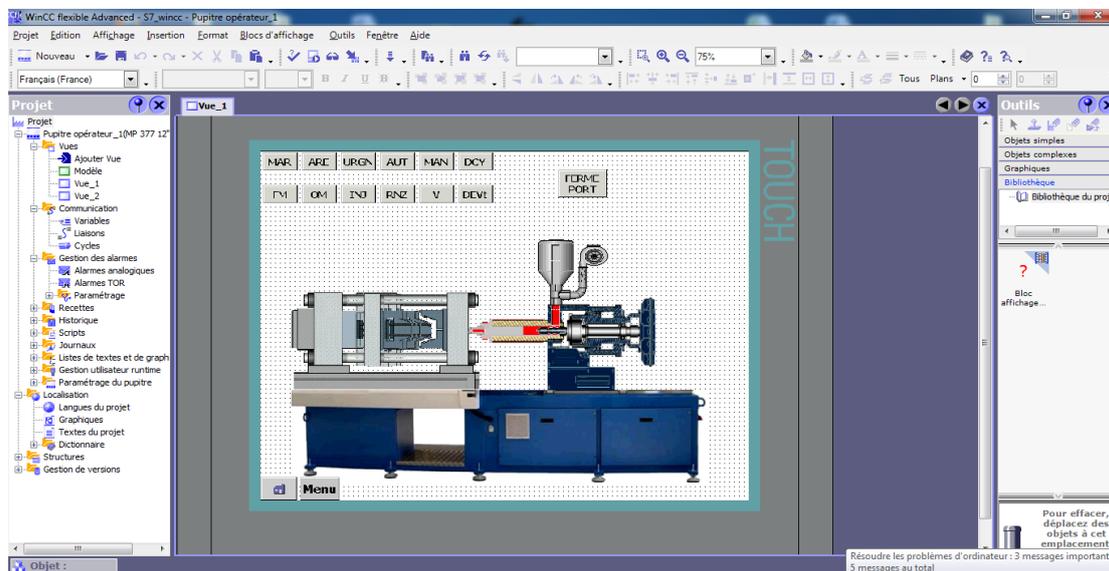
Figure III.25 : Simulation de la fermeture moule automatiquement.

### III.5 Recommandations

A travers ce travail, nous visons à parvenir à des solutions pratiques à tous les dysfonctionnements entrants, et nous visons également à développer le travail de la machine d'injection plastique Parmi les solutions ou objectifs auxquels nous aspirons figurent :

#### ❖ **Supervision de la machine presse d'injection plastique**

La recherche et le développement de notre travail nous souhaiterons faire une plateforme de supervision de la presse d'injection horizontale marque HAITIAN type SA8000 II, cette plateforme est développée sous logiciel WINCC. Elle est composé de vues qui permettent une visualisation dynamique des entrées /sorties, afin de contrôler le bon de fonctionnement de la presse d'injection et de détecte d'éventuellement les anomalies diagnostique de la machine d'injection.



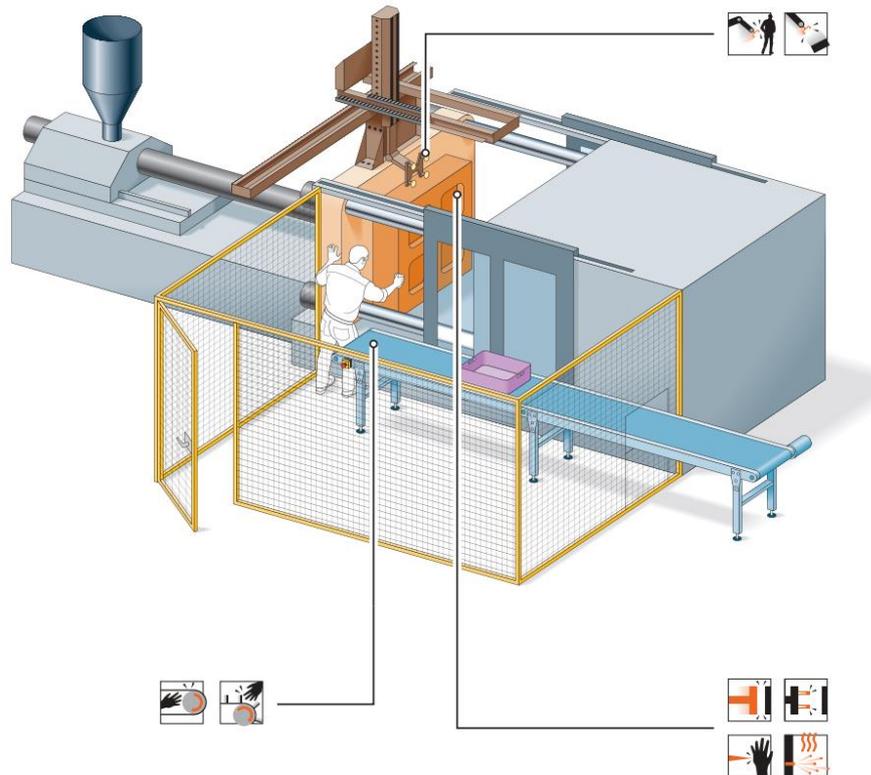
**Figure III.26 :** Supervision de la machine presse d'injection plastique

#### ❖ **Sécurité lors des interventions de maintenance ou de production de machine presse d'injection plastique [05]**

Les figures qui suivent montrent des configurations typiques de presses à injection utilisées avec des équipements périphériques. Le présent guide sert à vérifier la sécurité des travailleurs qui doivent intervenir dans les situations dangereuses dues à ces configurations.

##### ▪ **INTERVENTION DANS LA ZONE DU MOULE**

- Grosse presse à injection de plastique horizontale (zone du moule accessible)
- Robot situé au-dessus de la zone du moule
- Convoyeur de sortie



**Figure III.27:** Situations dangereuses de la machine presse d'injection plastique

### ❖ Moulage par injection plastique (Concevoir avec catia v5 et simulation)

#### ➤ Opération

Les machines de moulage par injection peuvent fixer les moules en position horizontale ou verticale. La majorité des machines sont orientées horizontalement, mais les machines verticales sont utilisées dans certaines applications de niche telles que le moulage par insertion, permettant à la machine de tirer parti de la gravité. Certaines machines verticales ne nécessitent pas non plus la fixation du moule. Il existe de nombreuses façons de fixer les outils aux plateaux, les plus courantes étant les pinces manuelles (les deux moitiés sont boulonnées aux plateaux); cependant, des pinces hydrauliques (des cales sont utilisées pour maintenir l'outil en place) et des pinces magnétiques sont également utilisées. Les pinces magnétiques et hydrauliques sont utilisées là où des changements d'outils rapides sont nécessaires ;

La personne qui conçoit le moule choisit si le moule utilise un système à canaux froids ou un système à canaux chauds pour transporter le plastique de l'unité d'injection aux cavités. Un canal froid est un simple canal taillé dans le moule. Le plastique qui remplit le canal froid se refroidit au fur et à mesure que la pièce refroidit et est ensuite éjecté avec la pièce sous forme de carotte. Un système à canaux chauds est plus compliqué, utilisant souvent des

cartouches chauffantes pour garder le plastique dans les canaux chauds pendant que la pièce refroidit. Une fois la pièce éjectée, le plastique restant dans un canal chaud est injecté dans la pièce suivante.

### ➤ **Types de machines de moulage par injection**

Les machines sont classées principalement selon le type de systèmes de conduite qu'elles utilisent : hydraulique, mécanique, électrique ou hybride.

#### ➤ **Hydraulique**

Les presses hydrauliques ont toujours été la seule option disponible pour les mouleurs jusqu'à ce que Nissei Plastic Industrial Co., LTD présente la première machine de moulage par injection entièrement électrique en 1983.

Les machines hydrauliques, bien que pas aussi précises, sont le type prédominant dans la plupart des pays, à l'exception du Japon.

#### ➤ **Mécanique**

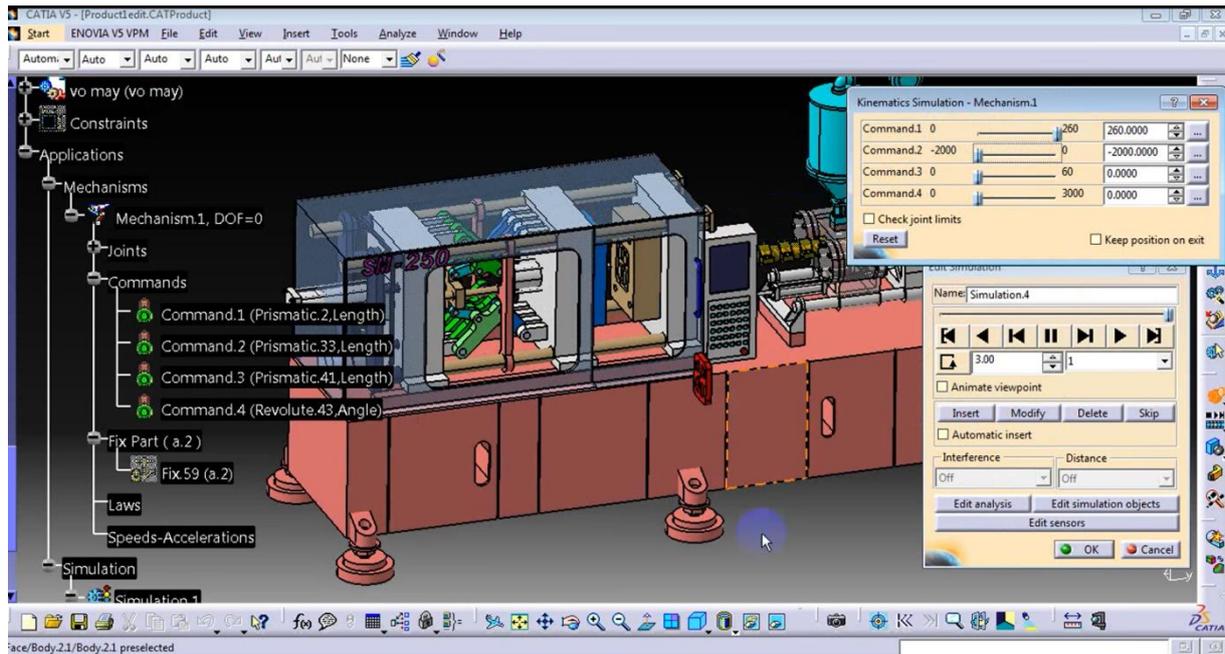
Les machines de type mécanique utilisent le système à genouillère pour augmenter le tonnage du côté pince de la machine. Le tonnage est requis sur toutes les machines afin que le côté pince de la machine ne s'ouvre pas (c'est-à-dire l'outil à moitié monté sur le plateau) en raison de la pression d'injection. Si l'outil s'ouvre à moitié, il créera un flash dans le produit en plastique.

#### ➤ **Électrique**

La presse électrique, également connue sous le nom de technologie de machine électrique (EMT), réduit les coûts d'exploitation en réduisant la consommation d'énergie et répond également à certaines des préoccupations environnementales entourant la presse hydraulique. Les presses électriques se sont avérées plus silencieuses, plus rapides et plus précises, mais les machines sont plus chères.

Les presses à injecter hybrides (parfois appelées « servo-hydrauliques ») prétendent tirer parti des meilleures caractéristiques des systèmes hydrauliques et électriques, mais en réalité, elles utilisent presque la même quantité d'électricité pour fonctionner qu'une hydraulique standard,

Un bras robotisé est souvent utilisé pour retirer les composants moulés ; soit par entrée latérale ou par le haut, mais il est plus fréquent que des pièces sortent du moule, passent par une goulotte et dans un conteneur.



**Figure III.28:** Simulation 3D de machine presse d'injection plastique

### III.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté une vue d'ensembles du cahier de charge de la machine d'injection horizontale, que nous avons traduit en Grafcet qui représente les deux niveaux : spécifique et réalisation, pour la commande des différentes séquences de la presse d'injection ainsi que la commande par les deux modes manuel et automatique.

Nous avons traduit le Grafcet de la machine d'injection en mode contacte, nous utilisons le logiciel *SIMATIC Step7*. La validation de notre programme de conduite que nous avons développé a été réalisée et simulé grâce au logiciel de simulation *S7-PLSIM*, ce système d'automatisation industriel et de programmation permis d'améliorer les modifications nécessaire pour la concrétisation de la commande manuel et automatique.

# Conclusion générale

# Conclusion générale

Dans le domaine de la production industrielle des pièces plastiques par moulage, l'objectif principal reste l'amélioration du procédé de production pour économiser au maximum la matière première ainsi que la maintenance du processus de commande. La difficulté principale de la commande à base de carte électronique est le manque de flexibilité ainsi que le coût prohibitif du développement de la carte et son remplacement lors d'une panne et l'évolutivité de la carte.

Dans notre travail, nous avons essayé de palier à ce problème en développant une commande à base d'un système d'automates programmables industriels pour une gamme de machines à injections plastiques de type HAITIAN SA8000. Le processus de conception a commencé par une visite à l'unité d'injection plastique de la société nationale Condor SPA electronics de Bordj Bou Arréridj. Nous avons pu étudier la procédure de fabrication et ainsi traduire les séquences en un cahier des charges pour remplacer la commande existante par un automate.

L'élaboration de ce travail s'est appuyée sur trois points clés : la connaissance de la machine, l'analyse des conditions actuelles et le développement du système de contrôle. Dans l'analyse des conditions actuelles, la cabine du système hydraulique a été ouverte afin d'identifier les instruments disponibles, tels que les capteurs et les actionneurs. De plus, Une fois les exigences de contrôle enregistrées, le contrôleur logique programmable (*PLC*) a été sélectionné, qui répondait aux exigences du système. Les aspects à couvrir dans la proposition de contrôle sont les suivants : la séquence du cycle d'injection, le contrôle de température et le contrôle hydraulique, chargé d'actionner les pistons selon le cycle de moulage. La séquence du cycle d'injection a été programmée grâce à la technologie GRAFCET, en langage à contacts, et permet les modes de fonctionnement : Manuel, automatique et semi-automatique.

En réponse aux contraintes temps réel de la commande, nous avons commencé par une simulation de la commande des différentes parties de la presse. Après, nous avons assemblé tous les sous-programmes pour une validation de la commande globale.

Nous avons passé à l'étape suivante qui consistait à implémenter les programmes sur l'automate programmable industriel (*S7-300*). Les tests pratiques sur l'automate nous ont permis de valider la commande et ainsi proposer la solution pour une implémentation réelle pour la commande de la presse d'injection.

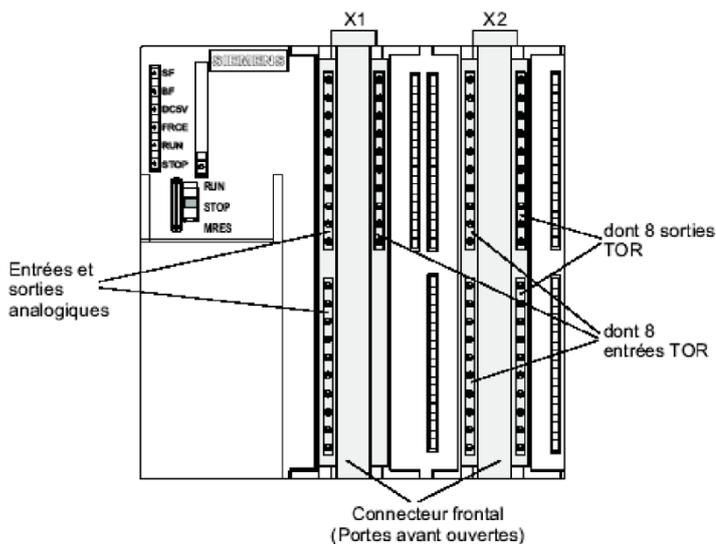
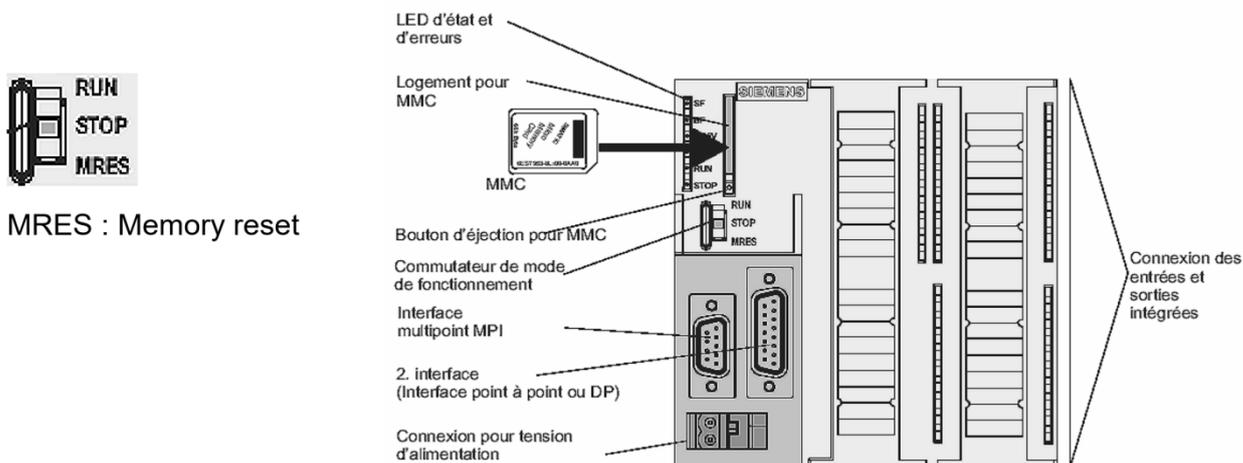
Toutefois, nous n'avons pas pu le faire du fait que la presse d'injection est fonctionnelle dans la production de l'unité et ne peut être utilisée pour les tests.

Finalement, nous espérons dans le futur pouvoir tester la commande développée sur la machine en production et ainsi chercher à améliorer notre implémentation.

## Annexe

### Annexe 01. L'api SIEMENS CPU 314C-2DP

#### 1. Description



#### Signalisations d'état et d'erreur :

##### LED de la CPU

SF	(rouge)	défaut matériel ou erreur logicielle
BF	(rouge)	anomalie de bus (uniquement CPU 312 C-2 DP)
DC5V	(verte)	alimentation 5 V de la CPU et du bus S7-300 ok
FRCE	(jaune)	tâche de forçage active
RUN	(verte)	CPU en RUN; la LED clignote au démarrage à une fréquence de 0,5 Hz de 2 Hz en ATTENTE
STOP	(jaune)	CPU en STOP ou en ATTENTE ou MISE EN ROUTE, la LED clignote après demande d'effacement général à une fréquence de 0,5 Hz, durant ce dernier à une fréquence de 2 Hz

## 2.Caractéristiques

Micro-carte mémoire MMC SIMATIC (indispensable pour le fonctionnement)

La MMC sert de mémoire de chargement. Tout programme est sauvegardé dans cette mémoire (morte) et sera ensuite exécuté dans la RAM de l'automate.

1 Interface MPI 9 points (prise série pour dialogue avec le PC)

1 Interface DP 9 points (prise pour réseau PROFIBUS)

24 Entrées TOR

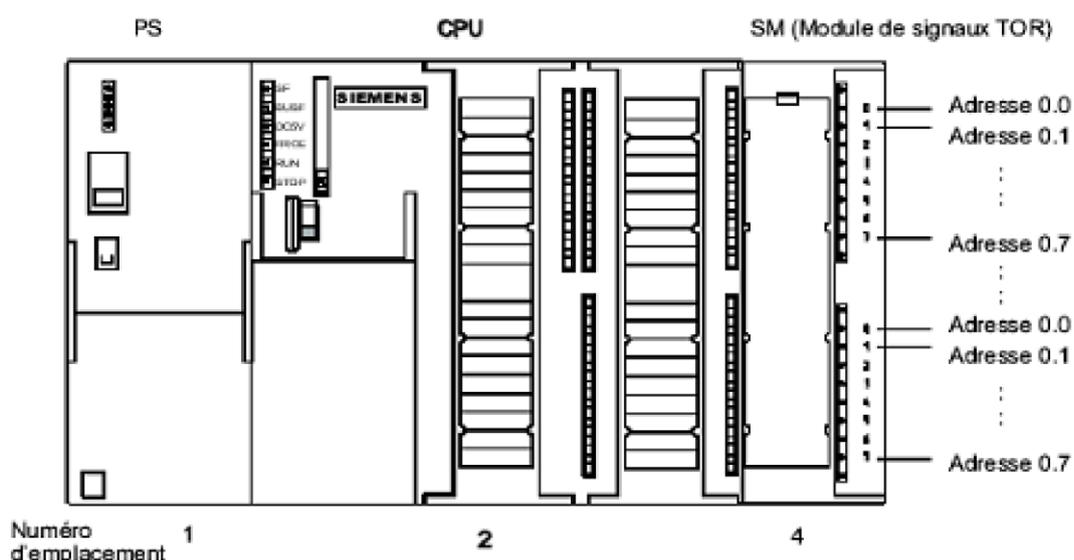
16 Sorties TOR

4+1 Entrées analogiques

2 Sorties analogiques

Fonctions technologiques : 4 compteurs, Positionnement 1 voie, régulation

## 3.Les emplacements

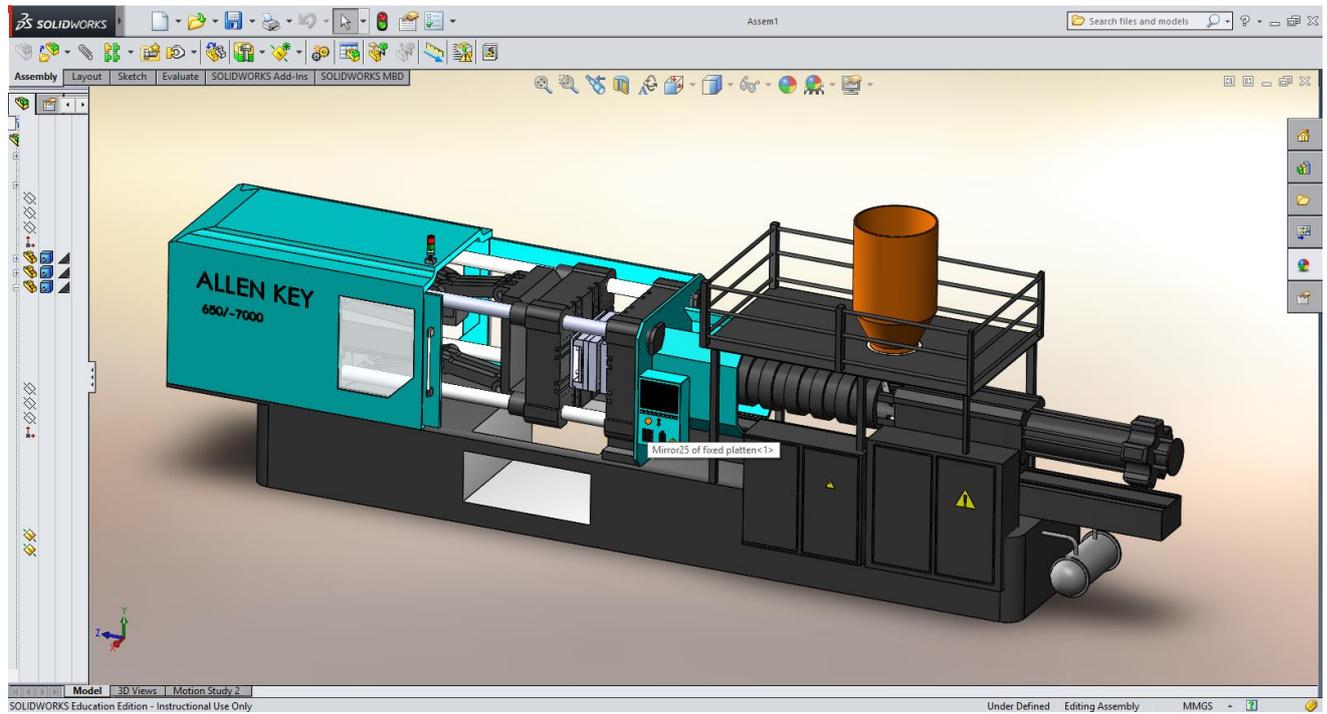


L'emplacement 3 est réservé à un module de communication.

Entrées/sorties intégrées	Adresses par défaut
24 entrées TOR	TOR 124.0 à 126.7 dont 16 entrées pour les fonctions technologiques : 124.0 à 125.7
16 sorties TOR	124.0 à 125.7 dont 4 sorties pour les fonctions technologiques : 124.0 à 124.3
4+1 entrées analogiques	PEW752, PEW754, PEW756, PEW758, PEW760
2 sorties analogiques	PAW752 et PAW754

## Annexe 02 : Machine d'injection plastique Horizontale 3D

A)



B)

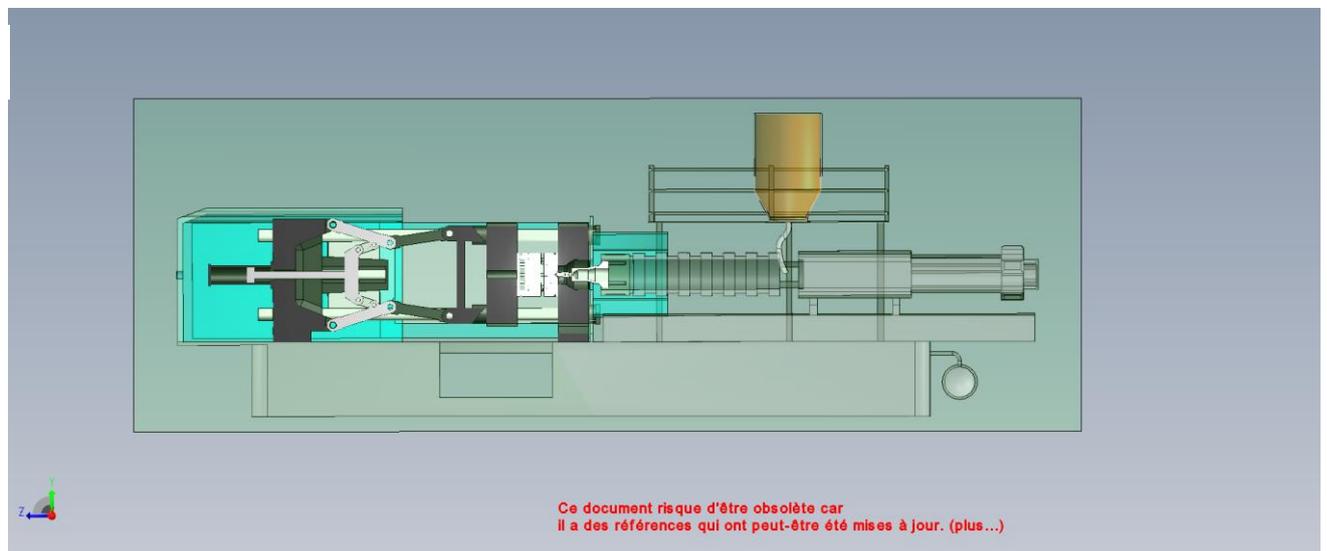


Figure. 1 : Machine presse d'injection plastique Horizontale 3D.

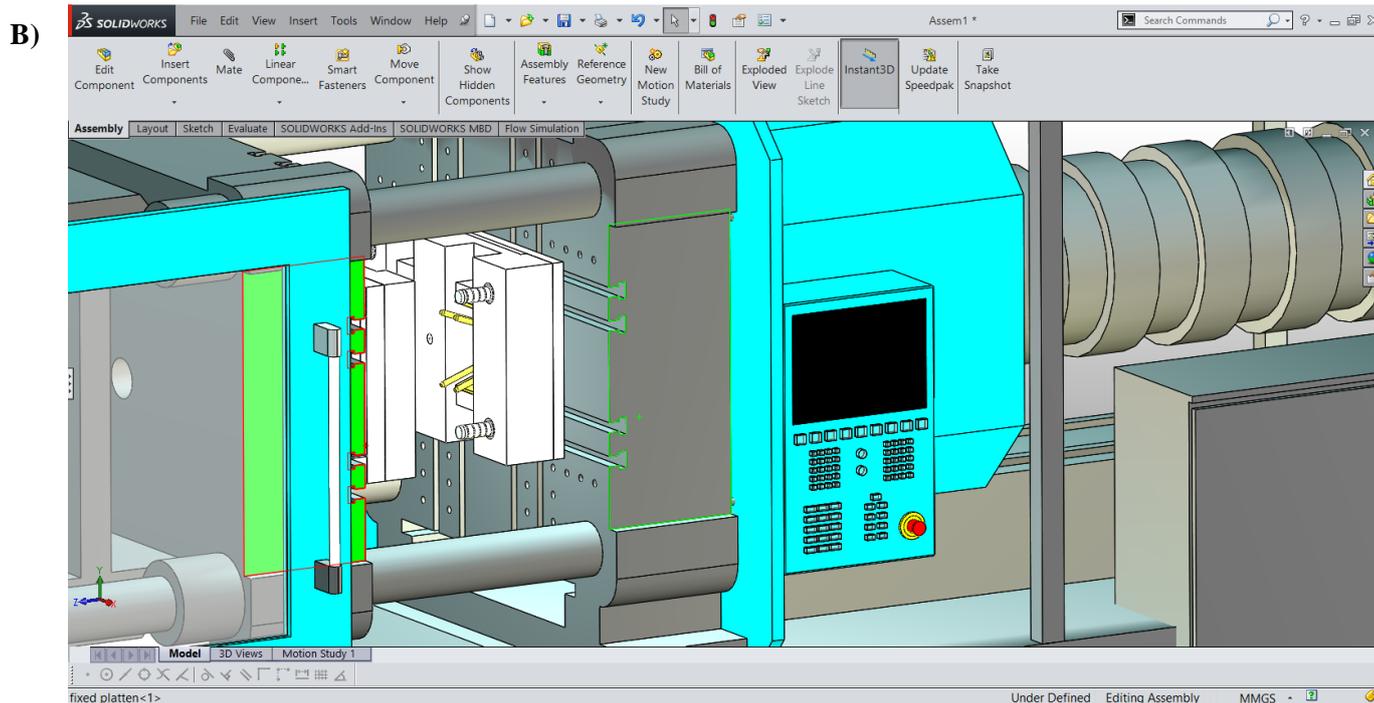
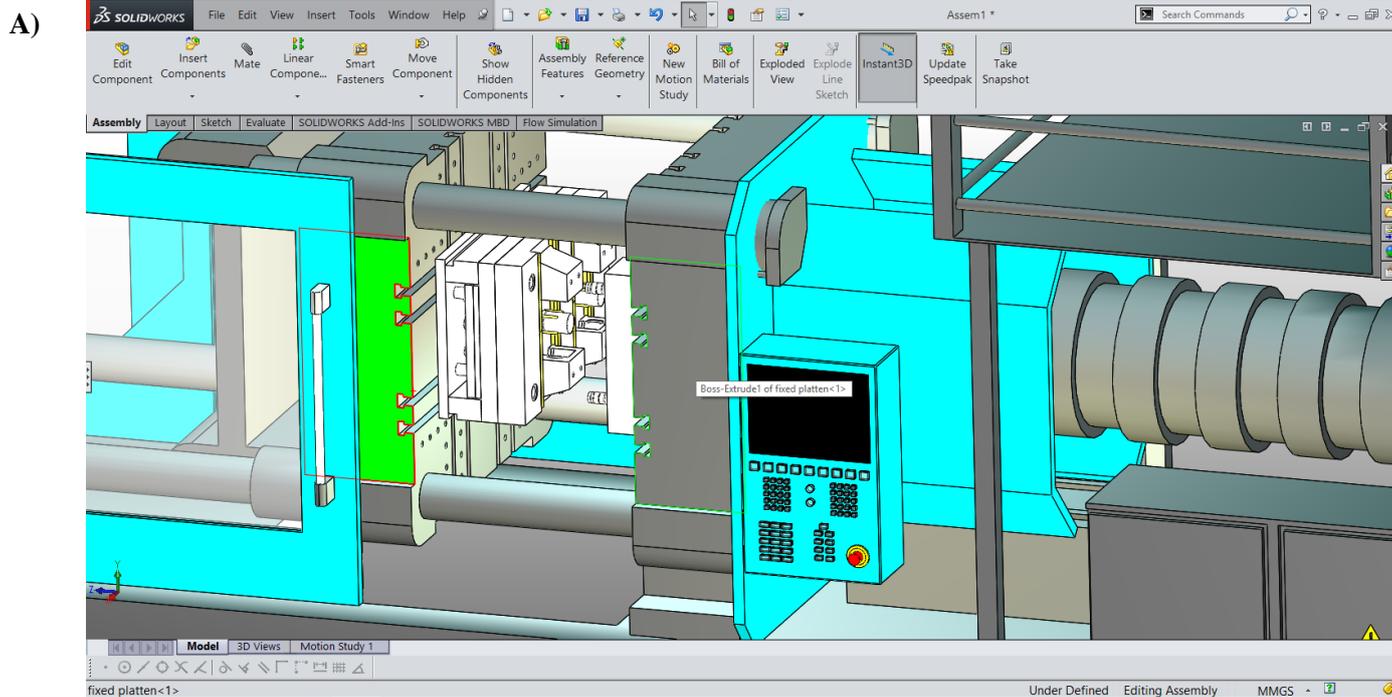
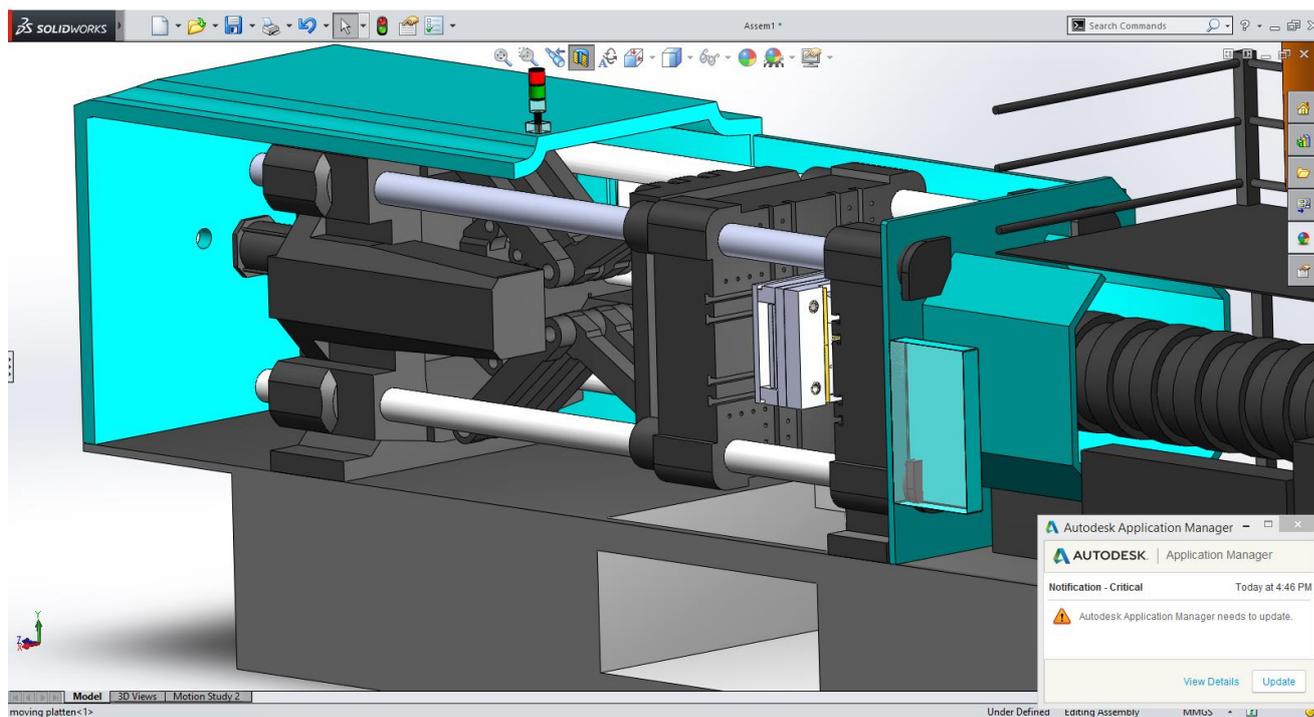
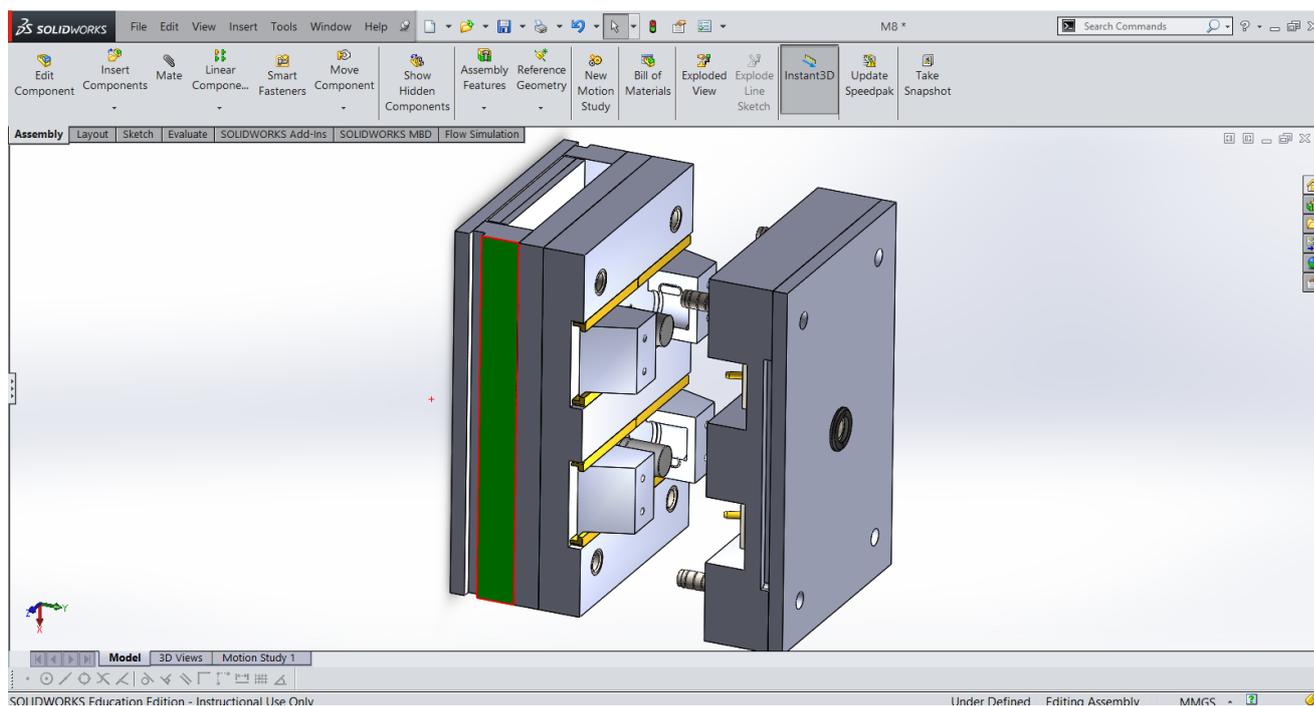


Figure. 2 : unité de commande.



**Figure. 3 :** unité de fermeture.



**Figure. 4 :** Moule d'injection 3D.

## Bibliographic

- [01] Silas Zewdie Gebrehiwot .« Manufacturing and Rheological Analysis of Spiral Flow Test Piece» Degree Thesis Plastics Technology , Université des sciences appliquées Arcada , 2014
- [02] N. Brahmia, « Contribution à la modélisation de la cristallisation des polymères sous cisaillement : application à l'injection des polymères semi- cristallins ». Thèse de doctorat, l'institut national des sciences Appliquées de Lyon, France, 2007
- [03] E. Zaidi, et B. Mani : «Commande par Automate Programmable Industriel d'une Presse D'injection Horizontale Marque HAITIAN Type SA8000 II : Analyse et Programmation» Mémoire Master Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj, 2016.
- [04] : Thuy.Linh Pham Plastification en injection des polymères fonctionnels et chargés thèse de doctorat Ecole Doctorale Matériaux de Lyon, Jun 2014.
- [05]: R.Nunn, « The reciprocating screws process », injection Moulding Handbook, 1986.
- [06]:Bernie A.Olmsted, Mrtin E.Davis « Practical injection Molding », PLASTICS ENGINEERING Éditeur fondateur Donald E. Hudgin Professeur Clemson University Clemson, Caroline du Sud
- [07]: Melle DJENDER Melha, Melle CHOUALI Sabrina « Etude et conception d'un moule à injection plastique de la pièce de fixation de la soupape de décharge », Thèse de fin d'étude en vue d'obtention du diplôme de Master Professionnel en Génie Mécanique Option : Fabrication Mécanique et Productique, 2013-2014 .
- [08]: RICHARDSON et LOKENSGARD; « Industrial Plastics, Theory and Applications; Third Edition; Delmar Publishers Inc»; Albany, NY, USA; 1997
- [09]: BERGOUGNOUX.L., "API automate programmable industriel". *Poly Tech Marseille, édition 2004-2005.*
- [10]: GRARE.P et KACEM.I., "AUTOMATISME Ce qu'il faut s'avoir sur les automatismes". Edition ellipses, 2008.
- [11]: Documentations techniques internes. "Manuel d'instructions et d'entretien". CAA

- [12]: international Électrotechnical Commission : « Grafcet spécification langage for séquentiel function charts », IEC 60848 ,2002.
- [13]: Manuel SIEMENS. (2012). Step7 PLCSIM, Testez vos Programmes.
- [14] : David «H. All: "From Grafcet to Petri nets" «Hermè ,1986.
- [15] : Dr. alejandro vega salinas « automatisation d'une machine injection de plastique», thèse qui pour opter le diplme de master of science en fabrication de systèmes cadeaux, institut de technologie et des études supérieures de monterrey, atizapán de saragosse, edo. mexique, mars 2000.

## Résume :

Ce projet de fin d'étude pour l'objet de faire une étude et analyse générale sur la commande automatique d'une presse d'injection horizontale de type *HAITIAN SA8000 II*, par un automate programmable industrielle (API) de type *S7-300*. En effet, le contrôle et la commande automatique de cette machine de notre travail, sont assurés par une carte électronique pilotée par un microprocesseur, l'inconvénient majeur de cette commande est l'absence d'un simulateur qui permet de simuler les solutions programmables pour la modification et l'amélioration de déroulement des différentes phases. Le travail présent dans ce manuscrite a été effectué une présentation générale sur l'automate programmable industrielle pour le choix d'automate qui pourra garde l'ensemble de ce processus, en suit on an exposé le logique API de programmation Step7 et Grafcet pour création de l'organigramme des séquences, transitions et les actions. Cependant une étude pointée de la presse d'injection a été effectuée, nous présentons l'architecte et les différentes phases de l'injection, en dernier lieu nous avons établissons le cahier de charges pour voir son Grafcet aux partie de la commande en mode manuel et mode automatique. Ce dernier nous interprète et traduit en programme Step7 mode contact.

**Le mot clé :** Commande, automatique, presse d'injection, automate programmable, simulateur, microprocesseur, automate programmable industriel, séquence, transition.

## Summary:

This final project of our study and analysis for the object of build a general study upon automatic control of a molding of horizontal injection *HAITIAN SA8000 II* type , by an industrial programmable controller (IPC) *S7-300 PLC* . The control and automatic command of this machine of main study, and by microprocessor the electronic functioned card is guaranty, the drawback of this command is the modification and improve or adjustment the process with a different phases. The present study inside this report was make a general presentation upon the PLS in order to choose the controller that will run throughout this process follows exposed by the Step7 programming designed for the PLC S7-300 and the Grafcet in order to create the organization sequence , transition and actions , this recording the study pointed of the injection press , we present the architecture and the different phase injection , finally we established the specification in order to see SFC that answer upon the different sequences inlet and outlet of the command part by manual case and automatic part , this last we interpret and converted to the contact part of the Step 7 program .

**The key words:** Command, control, injection molding machine, PLC, simulator, microprocessor, industrial programmable controller, sequence, transition.

## المخلص :

إن الهدف من مشروع نهاية الدراسة هو القيام بدراسة عامة حول التحكم الآلي الخاص بالة الحقن الأفقية من نوع هايتيان SA8000 II ، وهذا التحكم يتم عن طريق وحدة التحكم و المعالجة الآلية 300 - S7 ، إن عملية المراقبة والتحكم الآلي في مختلف مراحل عمل هذه الآلة التي هي قيد الدراسة تتم بواسطة بطاقة الكترونية يديرها المعالج ، و لكن هذا التحكم يحتوي على عيب و المتمثل في عدم وجود جهاز المحاكاة الذي يسمح بمحاكاة الحلول المبرمجة من أجل التغيير و التحسين في سير مختلف مراحل عمل الآلة . إن العمل المقدم في هذا التقرير يحتوي علي عرض عام حول وحدة التحكم الآلي من اجل اختيار وحدة التحكم المناسبة لتسيير مختلف مراحل عمل الآلة ، بعدها قمنا بتوضيح و اختيار المبرمج Step7 المناسب لبرمجة وحدة التحكم S7300 - ، وكما اختارنا Grafcet من اجل إنشاء الهيكل التنظيمي الخاص بتسلسل المداخل و المخارج ، بعدها قدمنا في هذه التقرير دراسة عامة حول آلة الحقن من خلال تقديم تركيبها ، طريقة عملها و كذلك المراحل المختلفة لعملية الحقن ، وأخيرا قمنا بوضع دفتر الشروط الذي تم تحويله إلى هيكل تنظيمي علي شكل Grafcet الذي يوضح تسلسل المداخل و المخارج المختلفة التي تتحكم عناصر التحكم اليدوي و عناصر التحكم الآلي ، وفي الأخير تست ترجمته إلى برنامج بواسطة Step7 عن طريق وسيلة الاتصال .

**كلمات المفتاحية :** التحكم ، الآلية ، آلة الحقن ، وحدة التحكم الالية، المحاكاة ، المعالج وحدة التحكم الآلية ، تسلسل انتقال.