

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la  
Recherche scientifique  
ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE ALGER  
Département Automatique



**Mémoire de Projet de Fin d'Etudes**  
**pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Automatique**

---

**Automatisation de la machine d'injection**  
**plastique RICO D6584 001 de l'usine BCR de**  
**Bordj Menaiel .**

---

**Présenté par :**

- BOUTELDJA Seif Eddine.
- MERABET Amine.

**Membres de Jury :**

- 
- |           |   |                       |
|-----------|---|-----------------------|
| Président | : | Pr. D. BOUDANA ENP    |
| Promoteur | : | Pr. EM. BERKOUK ENP   |
| Promoteur | : | Pr. D. BOUKHETALA ENP |
| Examineur | : | Pr. M. CHAKIR ENP     |
| Invité    | : | M. M. YADADENE BCR    |
- 

**ENP 2024**



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la  
Recherche scientifique  
ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE ALGER  
Département Automatique



**Mémoire de Projet de Fin d'Etudes**  
**pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Automatique**

---

**Automatisation de la machine d'injection**  
**plastique RICO D6584 001 de l'usine BCR de**  
**Bordj Menaiel .**

---

**Présenté par :**

- BOUTELDJA Seif Eddine.
- MERABET Amine.

**Membres de Jury :**

---

Président : Pr. D. BOUDANA ENP  
Promoteur : Pr. EM. BERKOUK ENP  
Promoteur : Pr. D. BOUKHETALA ENP  
Examineur : Pr. M. CHAKIR ENP  
Invité : M. M. YADADENE BCR

---

**ENP 2024**

يهدف العمل المقدم في هذا المذكرة إلى تحليل وتصميم وظائف آلة حقن البلاستيك ريكود 001 6584 . حاليًا ، يتم التحكم في هذا النموذج القديم بواسطة منطق الأسلاك ، لكن المشاكل المتكررة التي واجهتها تتطلب حلاً. لذا تم اقتراح استبدال المنطق السلبي بوحدة التحكم القابلة للبرمجة لحل هذه المشاكل. ومع ذلك ، كان من الضروري إجراء دراسة لعمل الآلة لفهم تفاصيل مراحلها المختلفة ، ووحدات التحكم والإعدادات ، لإنشاء جرافسات عملها ، وتحديد مختلف المداخل والمخارج في قسم التحكم ، وبرمجة وحدة التحكم القابلة للبرمجة التي ستكون مسؤولة عن تشغيل الآلة. الكلمات الرئيسية: التحكم ، الإشراف ، آلة حقن البلاستيك ، المحاكي ، الأتمتة الصناعية

## Abstract

The work presented in this thesis aims to analyze and design the functionalities of the plastic injection machine D 6584 001 RICO. Currently, control of this older model is managed by hardwired logic, but the recurring problems encountered required a solution. Therefore, it was proposed to replace the hardwired logic with a Programmable Logic Controller (PLC) to solve these issues. However, a study of the press operation was necessary to understand in detail the different phases of the machine, control units, and settings, in order to establish its operating grafcet, define the various inputs and outputs of the control section, and program the PLC responsible for operating the machine.

Key words : Control, supervision, injection press, simulator, programmable logic controller.

## Résumé

Le travail présenté dans ce mémoire vise à analyser et à concevoir les fonctionnalités de la machine d'injection plastique D 6584 001 RICO. Actuellement, le contrôle de ce modèle ancien est assuré par une logique câblée, mais les problèmes récurrents rencontrés nécessitaient une solution. Il a donc été proposé de remplacer la logique câblée par un Automate Programmable Industriel (API) pour résoudre ces problèmes. Cependant, une étude du fonctionnement de la presse était nécessaire pour comprendre en détail les différentes phases de la machine, les unités de contrôle et les réglages, afin d'établir son grafcet de fonctionnement, définir les différentes entrées et sorties de la section de contrôle, et programmer l'API qui serait responsable de la commande de la machine.

Mots clés : Commande, supervision, presse d'injection, simulateur, automate programmable industriel.

# Remerciements

On remercie Dieu le Tout Puissant de nous avoir accordé le courage, la santé, et la patience pendant les moments difficiles.

Je tiens également à remercier chaleureusement mes deux promoteurs, le Pr. Berkouk et le Pr. Boukhetala, pour m'avoir accepté, encadré et guidé tout au long de l'élaboration de ce travail, ainsi que pour leur précieuse assistance et leurs conseils avisés.

Mes sincères remerciements vont également aux membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer mon projet.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude envers tous les enseignants de l'École Nationale Polytechnique d'Alger, et en particulier mes professeurs d'Automatique qui m'ont encadré précédemment, ainsi que tous mes autres enseignants pour les connaissances qu'ils m'ont transmises, leur disponibilité et leurs efforts.

Enfin, je souhaite que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

Aux deux lumières de mon chemin à mes très chers  
parents qui ont largement contribué à mon éducation et à mon enseignement.

À mes frères et mes sœurs et à toute ma famille.

À mes amis pour leur soutien et leurs encouragements.

À tous les professeurs et enseignants qui m'ont  
suivi durant tout mon cursus scolaire et qui m'ont permis de réussir dans mes études.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

Aux deux lumières de mon chemin à mes très chers  
parents qui ont largement contribué à mon éducation et à mon enseignement.

À mes frères et mes sœurs et à toute ma famille.

À mes amis pour leur soutien et leurs encouragements.

À tous les professeurs et enseignants qui m'ont  
suivi durant tout mon cursus scolaire et qui m'ont permis de réussir dans mes études.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

# Table des matières

Liste des tableaux

Table des figures

<b>Introduction Générale</b>	<b>15</b>
<b>1 Présentation de l'usine et de la machine</b>	<b>16</b>
1.1 Introduction :	17
1.2 Présentation de l'entreprise BCR :	17
1.2.1 Historique :	18
1.2.2 Unités de production :	19
1.3 Missions :	20
1.4 Activités :	20
1.5 Introduction à l'injection :	21
1.6 Présentation de la machine :	21
1.7 Structure de la presse d'injection :	22
1.8 Description d'une presse à injection :	22
1.9 Unité de plastification ou injection :	23
1.9.1 A L'ensemble vis-fourreau :	23
1.9.2 La buse :	23
1.9.3 Le clapet anti-retour :	24
1.10 Unité de fermeture :	25
1.10.1 Fermeture / verrouillage :	25
1.10.2 Le moule :	25
1.11 Cycle d'injection de moulage :	26
1.12 La méthode d'injection :	26
1.12.1 La phase de plastification :	26
1.12.2 La phase d'injection :	27
1.12.3 La phase de maintien :	27

1.12.4	- La phase de refroidissement : . . . . .	28
1.12.5	La phase d'éjection : . . . . .	28
1.13	Presses à injection de plastique horizontales : risques . . . . .	29
1.14	Conclusion : . . . . .	31
<b>2</b>	<b>STEP7, logiciel de programmation des API Siemens</b>	<b>32</b>
2.1	INTRODUCTION : . . . . .	33
2.2	Présentation générale du logiciel STEP7: . . . . .	33
2.2.1	Définition du logiciel : . . . . .	33
2.2.2	. Application du logiciel STEP7: . . . . .	33
2.3	Elaboration du programme sous STEP7: . . . . .	35
2.3.1	Démarrage du logiciel STEP7 : . . . . .	35
2.3.2	Création d'un nouveau projet : . . . . .	35
2.3.3	Configuration du matérielle : . . . . .	37
2.4	Projet et hiérarchie d'objets : . . . . .	37
2.4.1	Objet Projet : . . . . .	38
2.4.2	Objet Station : . . . . .	38
2.4.3	Objet Module programmable : . . . . .	38
2.4.4	Objet Programme S7/M7: . . . . .	38
2.4.5	Objet Dossier Sources : . . . . .	38
2.4.6	Objet Dossier Blocs : . . . . .	39
2.5	Structure d'un programme utilisateur : . . . . .	39
2.5.1	Bloc de code : . . . . .	39
2.5.2	Blocs de données : . . . . .	40
2.6	Différents langages disponibles dans le STEP7 : . . . . .	41
2.6.1	CONT : . . . . .	42
2.6.2	LIST : . . . . .	42
2.6.3	LOG : . . . . .	43
2.7	Simulation du programme avec le S7-PLC-SIM : . . . . .	44
2.7.1	Présentation du PLC-SIM : . . . . .	44
2.7.2	Exécution du programme : . . . . .	45
2.7.3	Etat de fonctionnement de la CPU : . . . . .	46
2.8	Conclusion : . . . . .	46

<b>3</b>	<b>WinCC, logiciel de conception des interfaces HMI</b>	<b>47</b>
3.1	INTRODUCTION :	48
3.2	Définition de la supervision :	48
3.3	Présentation du logiciel WinCC flexible :	48
3.4	Elaboration du programme sous WINCC :	49
3.4.1	Démarrage du logiciel WinCC :	49
3.4.2	Création d'un nouveau projet :	49
3.5	Éléments de l'interface utilisateur de WinCC flexible :	50
3.6	L'intégration de projet dans Step7:	52
3.6.1	Déclaration des variables :	53
3.6.2	Création des vues :	53
3.7	. Éditeur "Alarmes Analogiques" :	54
3.8	Simulation du projet avec WinCC flexible Runtime :	54
3.9	Conclusion :	55
<b>4</b>	<b>Automatisation de presse d'injection horizontale marque RICO</b>	<b>56</b>
4.1	Introduction :	57
4.1.1	Etude du processus :	57
4.2	Présentation de la presse d'injection RICO type D 6584 001:	58
4.3	Description du cahier des charges de la presse d'injection RICO de type D 6584 001:	58
4.4	Le Grafcet de la presse d'injection :	59
4.4.1	Grafcet du fonctionnement Automatique :	59
4.4.2	Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique :	62
4.4.3	Tableau des mnémoniques :	64
4.5	Partie de programme avec Step7:	67
4.5.1	Fonctions de Programme dans OB1:	67
4.5.2	Fonction FC1:	69
4.5.3	Fonction FC2 :	70
4.5.4	Fonction FC3:	71
4.5.5	Fonction FC4:	73
4.5.6	Fonction FC5:	73
4.5.7	Fonction FC6:	74
4.5.8	Fonction FC7:	75
4.5.9	Bloc OB35:	77

4.5.10	Supervision de la machine presse d'injection plastique : . . . . .	79
4.6	Conclusion : . . . . .	85
	<b>Conclusion générale</b>	86
	<b>Bibliographie</b>	87
	<b>Annexe A :Schémas de la machine d'injection plastique.</b>	88
	<b>Annexe B : Table d'adressage .</b>	94

# Liste des tableaux

1.1	les métiers occupés par le groupe ORFFE BCR . . . . .	18
1.2	Moyens de protection suggéré par les normes ANSI/SPI B151.1-2007 et NF EN 201:2009. . . . .	30
4.1	Tableau des mnémoniques-partie1-. . . . .	64
4.2	Tableau des mnémoniques-partie2-. . . . .	65
4.3	Tableau des mnémoniques-partie3-. . . . .	66
4.4	Tableau des mnémoniques-partie4-. . . . .	67

# Table des figures

1.1	Les produits finis pour les trois unités. . . . .	19
1.2	Les restructurations du groupe BCR en filiales . . . . .	20
1.3	machine injection horizontale . . . . .	21
1.4	Structure de la presse d'injection horizontale <b>[02]</b> . . . . .	22
1.5	Les Unités de la Presse d'Injection <b>[02]</b> . . . . .	22
1.6	Profil d'une vis de plastification. . . . .	23
1.7	La buse. . . . .	24
1.8	clapet anti-retour en position avant. <b>[03]</b> . . . . .	24
1.9	clapet anti-retour en position arrière. <b>[03]</b> . . . . .	24
1.10	Les différents éléments d'un moule d'injection <b>[02]</b> . . . . .	25
1.11	Déroulement de cycle d'injection. . . . .	26
1.12	: La phase de plastification <b>[02]</b> . . . . .	27
1.13	: La phase d'injection <b>[02]</b> . . . . .	27
1.14	:: La phase de maintien <b>[02]</b> . . . . .	28
1.15	: La phase de refroidissement <b>[02]</b> . . . . .	28
1.16	:: La phase d'éjection <b>[02]</b> . . . . .	29
2.1	La fenêtre du gestionnaire de projet SIMATIC. . . . .	33
2.2	La table des mnémoniques. . . . .	34
2.3	Les langages de programmation intégrés dans STEP 7. . . . .	35
2.4	La création d'un projet. . . . .	36
2.5	Insertion d'une station. . . . .	36
2.6	La fenêtre de configuration de projet. . . . .	37
2.7	La hiérarchie d'objet .[10] . . . . .	38
2.8	Editeur de programme CONT, LIST, LOG. . . . .	41
2.9	Exemple d'un programme en CONT. . . . .	42

2.10	Exemple d'un programme en LIST.	
	43	
2.11	Exemple d'un programme en LOG.	44
2.12	L'ouverture du simulateur et le chargement du projet.	45
2.13	La fenêtre du simulateur S7-PLC-SIM.	45
3.1	La création de projet.	49
3.2	Les types de pupitre.	50
3.3	Éléments de l'interface de WinCC flexible.	50
3.4	Intégration du projet WinCC dans Step7.	52
3.5	La création de la liaison entre le pupitre et la station.	52
3.6	Éditeur de variables dans WinCC flexible.	53
3.7	Création d'une vue.	53
3.8	: Configuration des alarmes Analogiques.	54
4.1	Grafcet du fonctionnement Automatique (spécification).	60
4.2	Grafcet du fonctionnement Automatique (réalisation).	61
4.3	Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (spécification).	62
4.4	Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (réalisation).	63
4.5	Fonction Fc1 et Fc2.	67
4.6	Fonction Fc3 et Fc4.	68
4.7	Fonction Fc5 et Fc6.	68
4.8	Fonction Fc7.	68
4.9	La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de distance d1.	69
4.10	La Comparaison de la distance mesurée par le capteur d1.	69
4.11	La Comparaison de la distance mesurée par le capteur d1.	69
4.12	Programmation des Fins Avant (AV) et Arrière (AR) de l'Unité d'Injection.	70
4.13	Programme pour forcer la fermeture du moule par le bouton fermeture moule "Bt FM" en mode manuel et par l'état "X1" en modes automatique et semi- automatique.	70
4.14	La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de température "Ther- mocouple" TC1 pour mesurer la température de la résistance de la Zone 1.	71
4.15	La comparaison de la température mesurée par le thermocouple.	71
4.16	Vérification de la Température des Quatre Résistances dans la Plage de Consigne.	71

4.17	La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de température "Thermocouple" TH pour mesurer la température de l'huile. . . . .	72
4.18	La comparaison de la température mesurée par le thermocouple . . . . .	72
4.19	Le moteur électrique. . . . .	73
4.20	Programme en mode manuel : avance de l'unité d'injection et fermeture du moule. . . . .	73
4.21	Programme en mode automatique : activation des étapes 0 et 1. . . . .	74
4.22	Programme en mode automatique : désactivation de l'étape 0. . . . .	74
4.23	Programme en mode automatique : désactivation de l'étape 1. . . . .	75
4.24	Programme en mode semi-automatique : activation des étapes 0 et 1. . . . .	75
4.25	Programme en mode semi-automatique : désactivation de l'étape 0. . . . .	76
4.26	Programme en mode semi-automatique : désactivation de l'étape 1. . . . .	76
4.27	Programmation PID d'avance et recul de l'unité d'injection. . . . .	77
4.28	La mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de pression P1 permet de mesurer la pression du vérin lors de l'avance et du recul de l'unité d'injection . . . . .	77
4.29	La comparaison de la pression mesurée par le capteur de pression P1 . . . . .	78
4.30	La comparaison de la pression mesurée par le capteur de pression P1 . . . . .	78
4.31	Vue Menu. . . . .	79
4.32	Vue contrôle de température. . . . .	80
4.33	Vue Fermeture Moule. . . . .	81
4.34	Vue Plastification. . . . .	82
4.35	Vue Ouverture Moule. . . . .	83
4.36	Vue Injection. . . . .	84
4.37	Vue Alarme. . . . .	85
38	Schémas de puissance. . . . .	88
39	Schémas de puissance. . . . .	89
40	Sorties Digitales PLC. . . . .	89
41	Sorties Digitales PLC. . . . .	90
42	Sorties Digitales PLC. . . . .	90
43	Sorties Digitales PLC. . . . .	91
44	Schéma Électrique des Relais Statiques et Résistances pour Machine d'Injection Plastique. . . . .	91
45	Entrées Digitales PLC. . . . .	92
46	Entrées Digitales PLC. . . . .	92
47	Entrées Analogiques PLC. . . . .	93

48	Sorties Analogiques pour les Vannes Proportionnelles et Entrées Analogiques pour les Potentiomètres PLC. . . . .	93
49	Table d'adressage . . . . .	94

# Introduction Générale

Les progrès importants dans les techniques d'automatisation ont conduit à une évolution de la simple machine automatisée vers les systèmes automatisés de production. Ces systèmes prennent en charge l'alimentation en énergie et améliorent la qualité des produits tout en renforçant la sécurité et la flexibilité des processus. Cependant, cela engendre de nouveaux besoins, notamment en termes de manipulation d'un grand nombre de variables et de gestion de flux de communication complexes.

L'injection plastique avec moulage représente une méthode bien établie depuis longtemps pour façonner les matières plastiques en des pièces solides selon la configuration d'un moule. Son utilisation est répandue dans divers secteurs tels que l'industrie automobile, l'électroménager, ou encore l'emballage. Ce procédé minimise les pertes de matière et constitue une technique de fabrication efficace pour produire en grande ou très grande série, notamment grâce aux moules permanents.

Notre projet de fin d'études se concentrera sur l'usine BCR, où nous entreprendrons l'étude et la programmation d'une machine d'injection plastique ainsi que sa supervision. Notre objectif principal est de remplacer la logique câblée d'une machine d'injection plastique obsolète par un API S7-314.

Pour mener à bien ce projet de fin d'études, nous avons organisé notre travail en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre, nous fournirons une présentation générale de l'usine BCR et de la machine d'injection plastique.
- Le deuxième chapitre sera dédié à STEP7, le logiciel de programmation des API Siemens.
- Le troisième chapitre abordera WinCC, le logiciel de conception des interfaces HMI.
- Le quatrième chapitre portera sur l'automatisation de la presse d'injection horizontale de la marque RICO type D 6584 001.

# **Chapitre 1**

## **Présentation de l'usine et de la machine**

## **1.1 Introduction :**

L'entreprise nationale de production de boulonnerie ,coutellerie et robinetterie dénommée BCR est née en Janvier 1983, suite à la restructuration de la société SONACOME (Société Nationale de Construction Mécanique).

L'unité coutellerie de Bordj-MENAIEL (ORFEE) fait partie du groupe BCR. Ses objectifs ont naturellement pour :

- Satisfaction progressive d'une part importante de la demande nationale en produits finis dans le secteur de la mécanique.
- Dégager une rentabilité satisfaisante à partir de l'ensemble des moyens d'exploitation.
- Valoriser au mieux et veiller au développement des ressources humaines disponibles sur le marché national.

## **1.2 Présentation de l'entreprise BCR :**

En 1990, BCR est érigée en société par actions, dotée d'organes de gestion et d'un capital social souscrit au nom de l'État. L'entreprise est ainsi passée au modèle de société commerciale, tel que prévu par le code de commerce, ce qui lui confère une autonomie complète de gestion et une responsabilité sur les résultats.

À partir de 2001, l'entreprise s'est engagée dans un programme de restructuration qui a conduit à la création des trois filiales suivantes :

- ORFEE : Entreprise de Coutellerie et Éviers de cuisine.
- SANIAK : Entreprise de robinetterie.

En 2010, le groupe BCR a connu la naissance d'une nouvelle filiale, VEDIA, spécialisée dans la commercialisation des produits fabriqués par les filiales de production.

BCR occupe les quatre métiers suivants :

Robinetterie	Boulonnerie	Coutellerie	Eviers
sanitaire	Vis métriques	Couverts de table	Un bac
Bâtiment	A bois, a tôle	Platerie	Deux bacs
Chauffage	Ecrous et rondelles	Terrines	
Gaz	Tiges et goujons	Poterie	

Tab. 1.1: les métiers occupés par le groupe ORFFE BCR .

### 1.2.1 Historique :

- **En 1997:** L'accord de construction de la coutellerie de Bordj-Menaiel a été signé par la représentation suisse et son homologue algérien pour produit en main.
- **En 1979:** Ils ont commencé la construction de cette unité de coutellerie (ORFEE).
- **En 1982:** Apparition des premiers essais de production de 1982 jusqu'à la fin de 1986. Le personnel a été au début presque totalement étranger. Le remplacement par un personnel algérien a été progressif (à faible allure).
- **En Novembre 1986:** Départ total des étrangers. Les derniers sont partis en Janvier 1987 et après réception complète de l'unité par le personnel Algérien expérimenté.
- **En 1990:** BCR est érigée en société par action, dotée d'organe de gestion et d'une capitale sociale souscrit au nom de l'état. L'entreprise est ainsi passée au modèle de société commerciale et qui lui confère une autonomie complète de gestion et une responsabilité sur les résultats.
- **À partir de 2001:** L'entreprise s'est engagée dans un programme de restriction qui conduit à la création de trois filiales suivantes :
  - **ORFEE :** Entreprise de coutellerie et évier de cuisine
  - **SANIAK :** Entreprise de robinetterie
- **En 2010:** Le groupe BCR a connu la naissance d'une nouvelle filiale
  - **VEDIA :** Entreprise spécialisée dans la commercialisation des produits fabriqués des filiales BCR.

## 1.2.2 Unités de production :

BCR est constituée maintenant de 3 unités mise à part, le siège situé à Sétif, la liste nominative des unités sœurs de BCR se résume comme suit :

- **SANIAK** : Société de fabrication d'Accessoires Industriels et Sanitaires, sise à Ain El KEBIRA (SETIF) de 300 KM à l'est d'Alger, est une société par action (SPA) dont le capital s'élève à 790 MDA. Elle est née le 1er Janvier 2002. Elle fabrique et commercialise de la robinetterie (mélangeurs, mitigeurs, robinetterie bâtiment,...).
- **ORSIM** : Sise à Oued RHIOU (RELIZANE) à 250 KM à l'ouest d'Alger est une société par action (SPA) est spécialisée dans la fabrication des moyens de serrage identifiés par la boulonnerie, visserie, écrous et rondelles de différents diamètres et classes de qualité, destinés à toutes applications nécessitant une fixation mécanique.
- **ORFEE** : Constituée sur le site industriel de BORDJ-MENAÏEL (BOUMERDES), elle fabrique et commercialise les articles de coutellerie, platerie, poterie et terrines dans les qualités ménage, orfèvre et argent, ainsi que les éviers en acier inoxydable.



Fig. 1.1: Les produits finis pour les trois unités.

**Aujourd'hui** : l'entreprise BCR relève du groupe AGM spa «Algérien Groupe of Mécanique» et comprend deux sous-filiales, SANIAK produit et commercialise la robinetterie et ses accessoires, et ORFEE, produit et commercialise la coutellerie et les éviers de cuisine (articles en acier inoxydable) et les éviers de la filiale ORFEE.

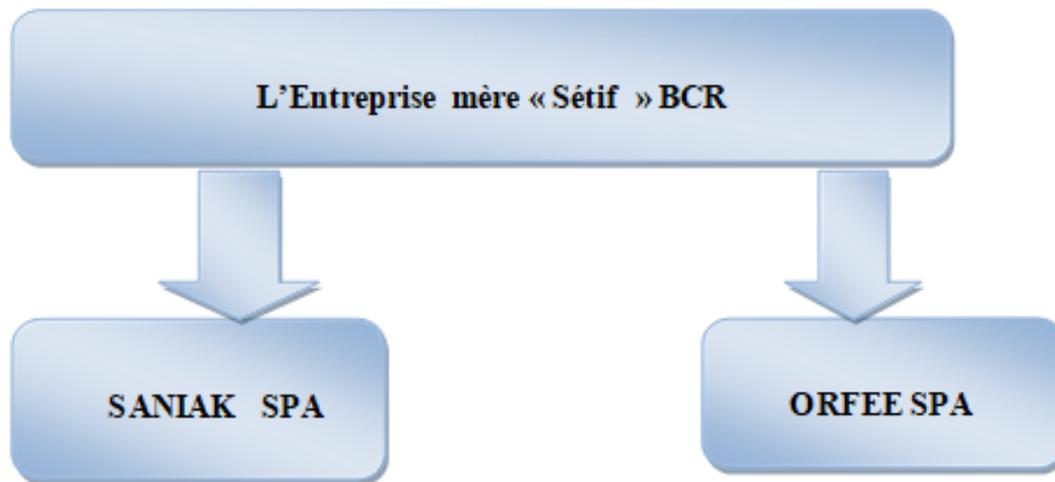


Fig. 1.2: Les restructurations du groupe BCR en filiales

### 1.3 Missions :

Description des métiers de groupe BCR : Dans le contexte général, la mission confiée à L'ORFEE est la suivante :

- – Assurer d'une manière autonome et indépendante la production des articles ménagers  
À savoir : plats, fourchettes, couteaux, terrines, pots, cuillères...
- – Fabriquer en qualité, en quantité et aux meilleurs prix de revient. Les différentes qualités des produits sont : M : Ménage , H : Orfèvre , A : argenté

### 1.4 Activités :

L'entreprise de BCR représente un grand intérêt dans la production nationale. Avant de passer à la fabrication, on doit savoir quel est le type de matière première utilisée par l'entreprise. Ils utilisent souvent deux qualités différentes des produits :

- – Pour la qualité M : on utilise des bandes a rouleaux pour fabriquer les Louches, les fourchettes, les cuillères, et des bandes en fil pour la Fabrication des couteaux et des brochettes.
- – Pour la qualité H : on utilise des bandes à rouleaux pour fabriquer les Couteaux, les cuillères, les fourchettes, les louches et des plaquettes pour Les plats rond, ovale ou à poisson. Ils utilisent une matière n plastique pour des raisons d'esthétique.

## 1.5 Introduction à l'injection :

Aujourd'hui, l'injection est l'une des méthodes les plus répandues dans le domaine industriel.

Elle représente le choix principal pour tout fabricant cherchant à produire à grande échelle. Principalement utilisée pour des productions en série, parfois très importantes, allant jusqu'à plusieurs milliers de pièces dans des secteurs comme l'automobile ou l'électroménager, ainsi que pour des séries plus restreintes dans l'aéronautique.

Ce procédé permet d'atteindre une haute productivité tout en garantissant une excellente reproductibilité des pièces.

Fondamentalement, le moulage par injection consiste à injecter et à transformer une matière plastique thermoplastique, préalablement chauffée, dans un moule. Le polymère se solidifie dans le moule, formant ainsi un solide qui reproduit fidèlement la forme et les dimensions de l'empreinte du moule.

## 1.6 Présentation de la machine :

La matière plastique est introduite dans le moule via une presse à injecter. En général, cette machine comprend deux groupes fonctionnels : le groupe d'injection et le groupe de fermeture. Le premier groupe, le groupe d'injection, est chargé de l'envoi du polymère fondu dans le moule, principalement assuré par l'ensemble vis-fourreau. Le deuxième groupe, le groupe de fermeture, prend en charge la gestion des mouvements d'ouverture, fermeture, verrouillage et deverrouillage du moule pendant le processus de formation. En résumé, le premier groupe assure l'injection du polymère fondu, tandis que le deuxième groupe gère les mouvements du moule pendant le processus de fabrication. [01]

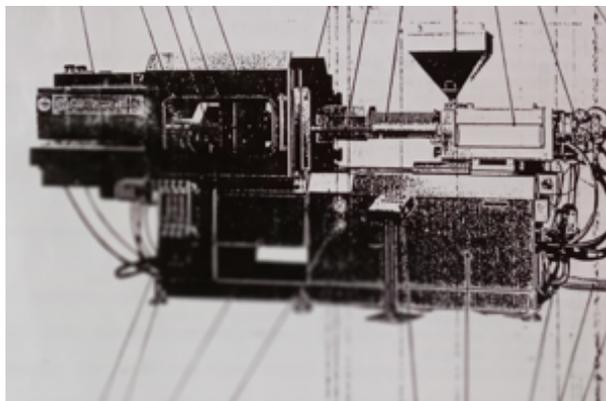


Fig. 1.3: machine injection horizontale

## 1.7 Structure de la presse d'injection :

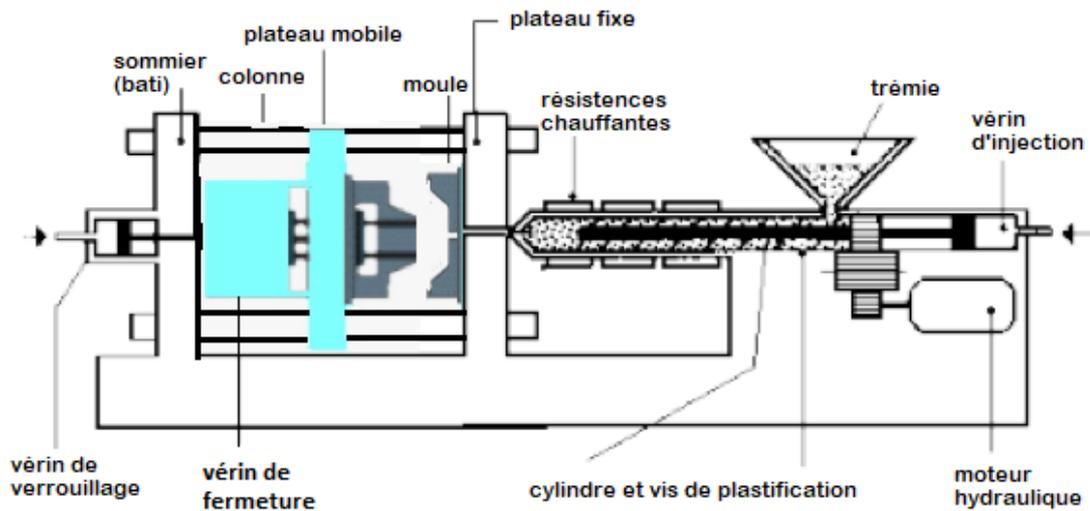


Fig. 1.4: Structure de la presse d'injection horizontale [02]

## 1.8 Description d'une presse à injection :

La presse à injecter comprend plusieurs composants essentiels : la buse, le plateau mobile, le plateau fixe, le collier chauffant, la trémie d'alimentation, la vis sans fin (ou vis de plastification), le système d'évacuation, le mécanisme de fermeture et la console.

De plus, ces éléments peuvent être regroupés en deux ensembles principaux.

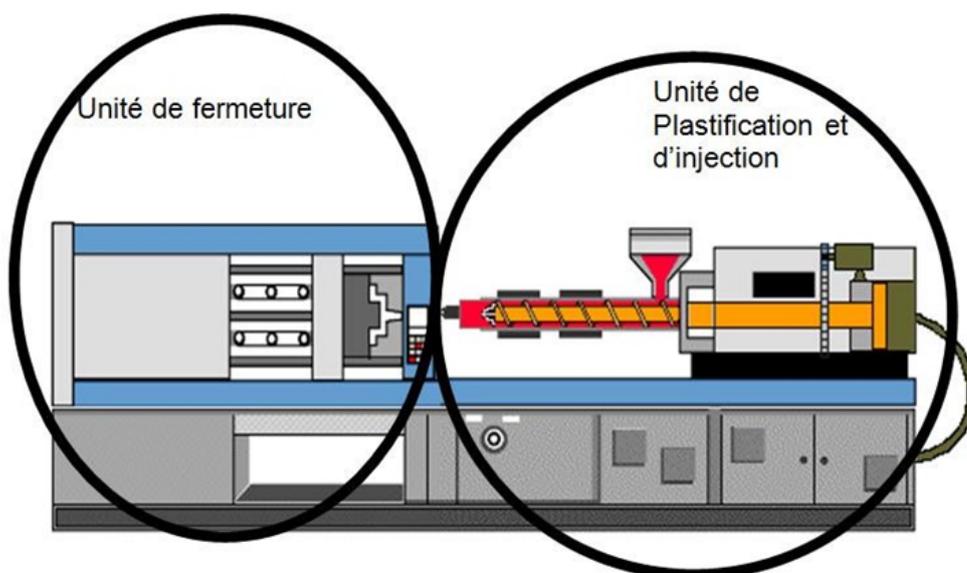


Fig. 1.5: Les Unités de la Presse d'Injection [02]

## 1.9 Unité de plastification ou injection :

L'unité d'injection a pour rôle principal de chauffer et d'injecter la matière plastique dans un moule. Elle se compose initialement d'une trémie, conçue pour stocker une importante quantité de granulés de polymère. Pour amorcer le processus, la machine est alimentée en matière première. Une fois ce mécanisme enclenché, la matière est chauffée jusqu'à ce que le polymère se liquéfie. Ensuite, le polymère liquide est injecté. Cette injection est réalisée à l'aide d'un arbre filtré nommé vis, dont le diamètre varie selon chaque longueur critique., permettant ainsi d'augmenter la force d'injection de la matière jusqu'au point d'injection requis.[03]

### 1.9.1 A L'ensemble vis-fourreau :

La vis est logée dans un fourreau cylindrique, chauffé à l'aide de résistances électriques ou de colliers chauffants. Son rôle est de transporter la matière plastique depuis le point d'alimentation (la trémie) jusqu'à la buse. Elle plastifie la matière en la malaxant et en utilisant la chaleur provenant de l'extérieur, puis elle injecte la matière dans le moule.[03]

La vis d'injection comprend en général trois zones :



Fig. 1.6: Profil d'une vis de plastification.

### 1.9.2 La buse :

Pendant l'injection, la buse doit garantir un contact étanche avec le moule. Elle adopte généralement une forme sphérique, tronconique ou plate. De plus, sa surface de contact avec le moule est réduite afin de limiter le refroidissement prématuré de la matière plastique.[02]

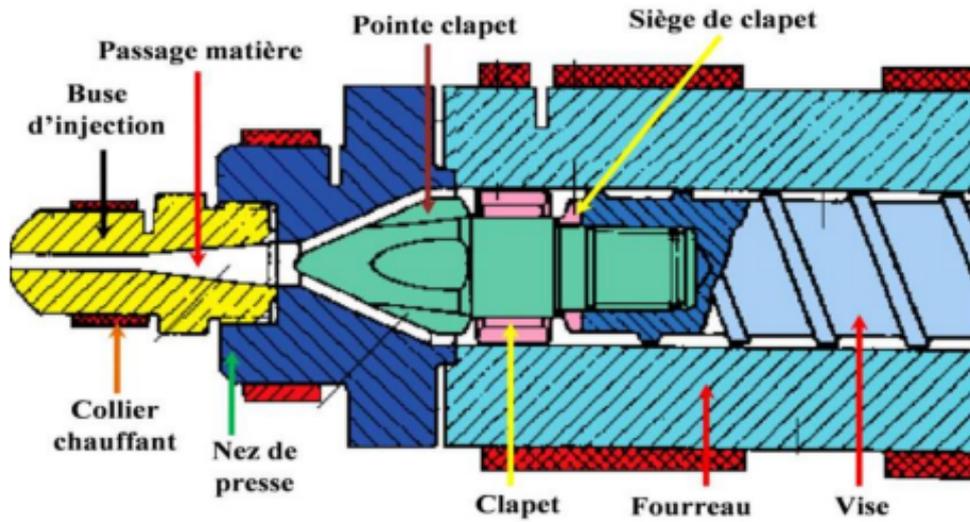


Fig. 1.7: La buse.

### 1.9.3 Le clapet anti-retour :

Un clapet anti-retour est vissé sur le bout de la vis côté plateau fixe pour que la matière ne retourne pas du côté trémie.

#### *Plastification*

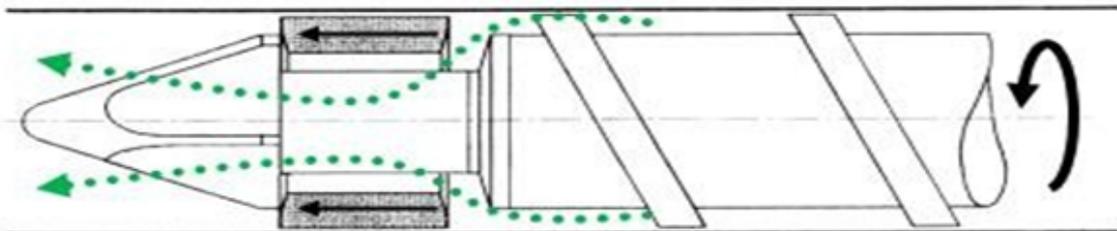


Fig. 1.8: clapet anti-retour en position avant.[03]

#### *Injection*

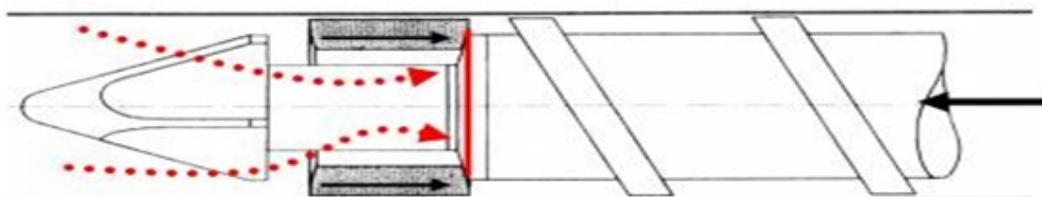


Fig. 1.9: clapet anti-retour en position arrière.[03]

## 1.10 Unité de fermeture :

Cet ensemble est responsable de la fermeture, de l'ouverture et du verrouillage de la partie mobile de la presse sur la partie fixe. Il joue un rôle crucial en s'opposant à l'effort exercé lors de l'injection. De plus, il supporte le système d'éjection des pièces formées.

### 1.10.1 Fermeture / verrouillage :

Ces mouvements sont effectués grâce à des actionneurs hydrauliques, notamment un gros vérin central chargé d'amener le plateau mobile vers le plateau fixe, et un vérin plus petit qui assure le verrouillage final lors de la phase de fermeture.

### 1.10.2 Le moule :

Le moule, souvent désigné sous le terme d'outillage, est une collection de pièces métalliques soigneusement assemblées dans le but précis de produire automatiquement des pièces en plastique. Il se compose d'une partie mobile qui assure la fermeture du moule et d'une partie fixe destinée à recevoir l'injection de la matière plastique, séparées par un plan de joint. [02]

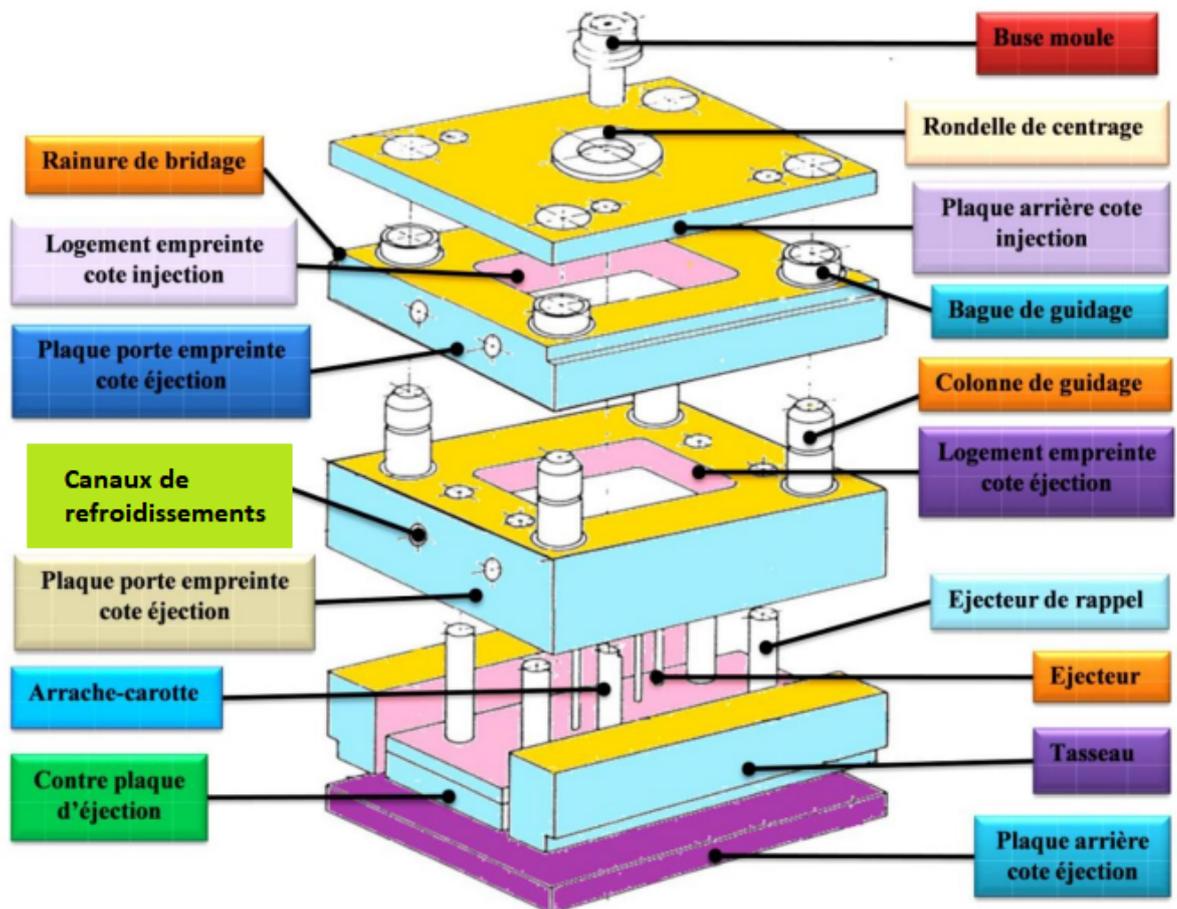


Fig. 1.10: Les différents éléments d'un moule d'injection [02].

## 1.11 Cycle d'injection de moulage :

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

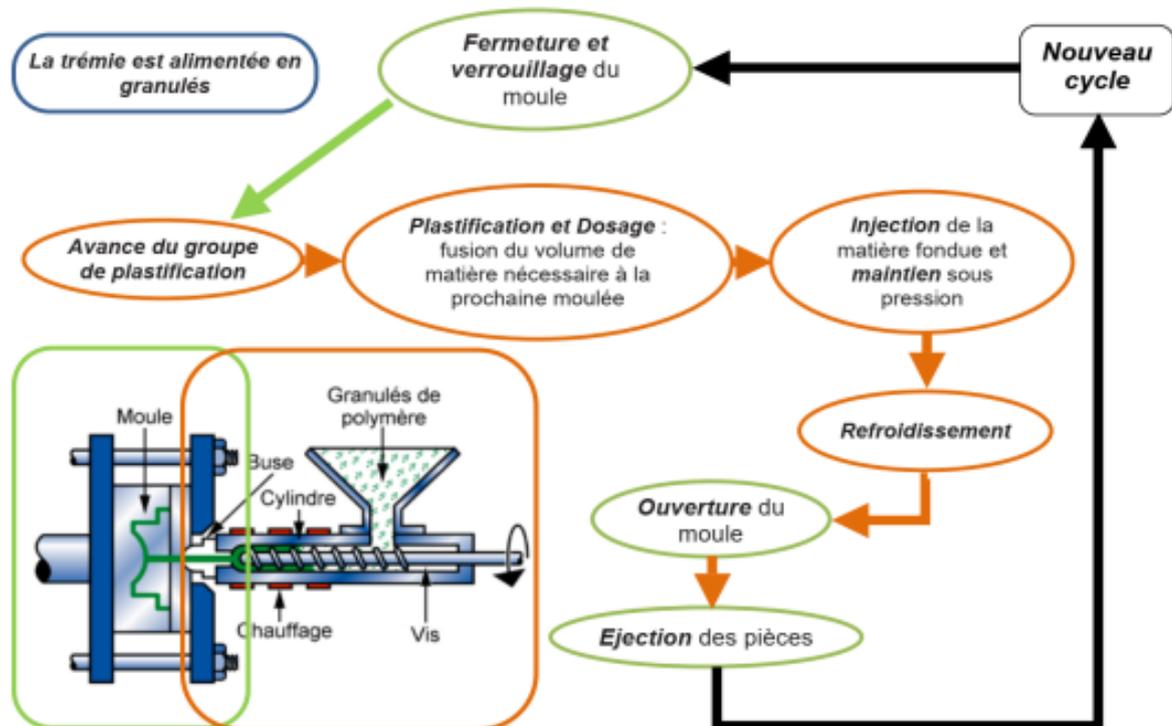


Fig. 1.11: Déroulement de cycle d'injection.

## 1.12 La méthode d'injection :

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

### 1.12.1 La phase de plastification :

La phase de plastification vise à transformer le polymère de l'état solide (sous forme de granules) à l'état fondu. Cette conversion est réalisée par l'ensemble vis-fourreau, chargé de broyer et de chauffer les granules afin de les fondre progressivement. Pour ce faire, la vis de l'unité est équipée d'un mouvement de rotation permettant l'auto-échauffement de la matière par malaxage, ainsi que d'un mouvement de translation pour stocker la quantité nécessaire de matière à injecter dans la cavité du moule [02]

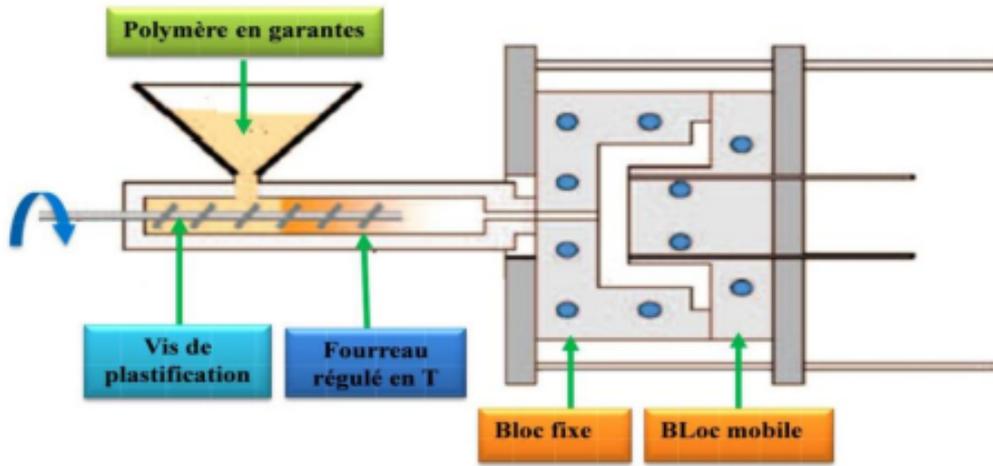


Fig. 1.12: : La phase de plastification [02].

### 1.12.2 La phase d'injection :

Le polymère fondu est transféré du réservoir vers un moule à travers des canaux grâce à un mouvement de translation de la vis. Ce mouvement est généré par un vérin, qui agit à travers un clapet anti-retour pour empêcher la matière de revenir en arrière pendant cette phase.[02].

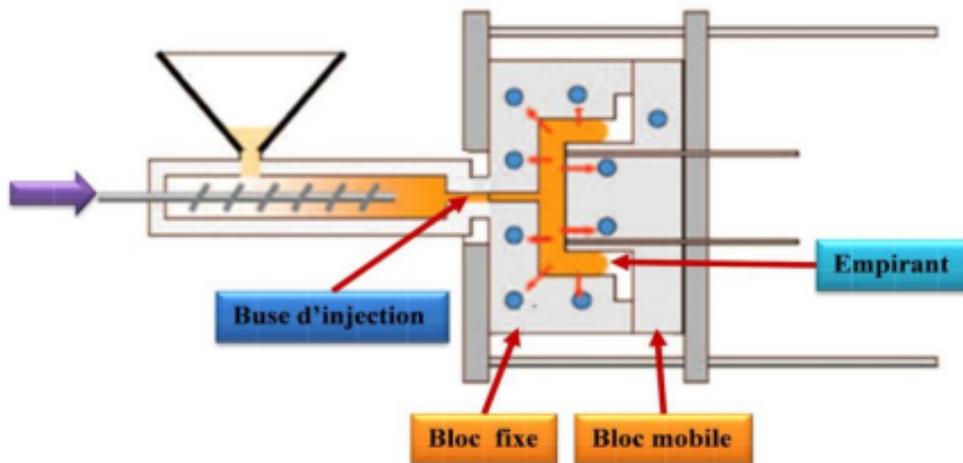


Fig. 1.13: : La phase d'injection [02].

### 1.12.3 La phase de maintien :

Après l'injection du plastique dans le moule, la phase de maintien commence. Elle est très importante car elle permet de compenser le retrait du plastique et garantit un remplissage correct du moule. Pendant cette phase, une quantité de plastique reste au bout de la vis, appelée "matla", Cette quantité de matière permet d'alimenter le moule pendant la phase de maintien.

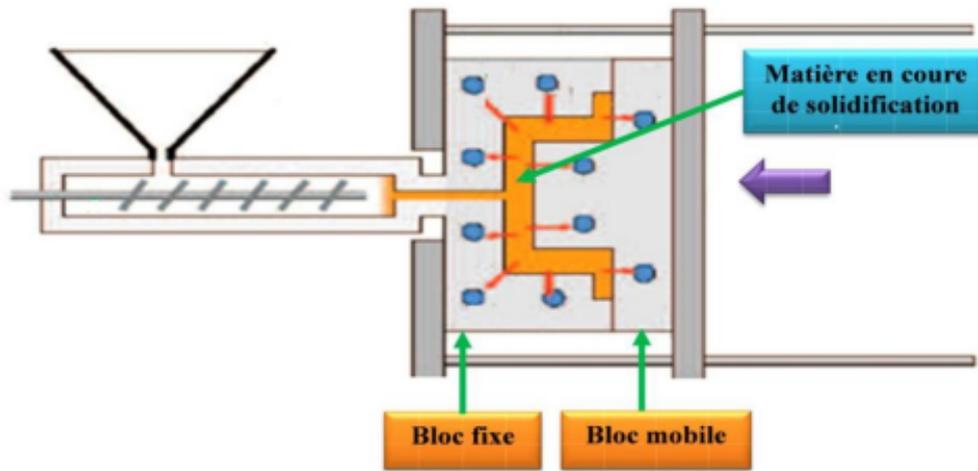


Fig. 1.14: : La phase de maintien [02].

### 1.12.4 - La phase de refroidissement :

après la phase de maintien où le matériau est totalement rempli dans le moule, il est nécessaire de laisser la pièce se refroidir dans le moule jusqu'à sa solidification. Cette étape de refroidissement est essentielle pour permettre au matériau plastique de durcir et de prendre la forme définitive de la pièce. Le temps de refroidissement peut varier en fonction de divers facteurs tels que le type de matériau plastique utilisé, la géométrie de la pièce et les paramètres de refroidissement du moule.

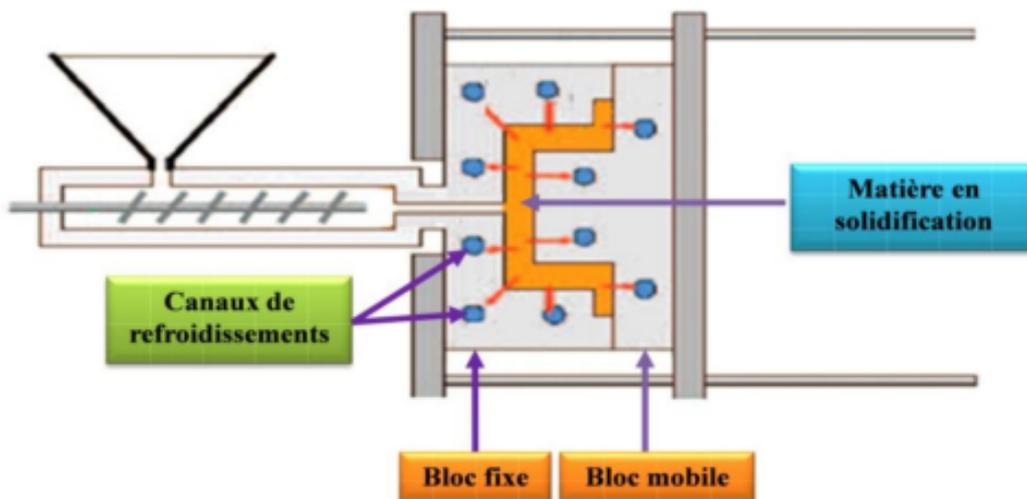


Fig. 1.15: : La phase de refroidissement [02].

### 1.12.5 La phase d'éjection :

Avant de commencer un nouveau dosage de matière en prévision du démarrage du cycle suivant, la vis de plastification recule. Ce processus est réalisé après la confirmation de l'ouverture

du moule, puis l'éjecteur dégage la pièce du moule .

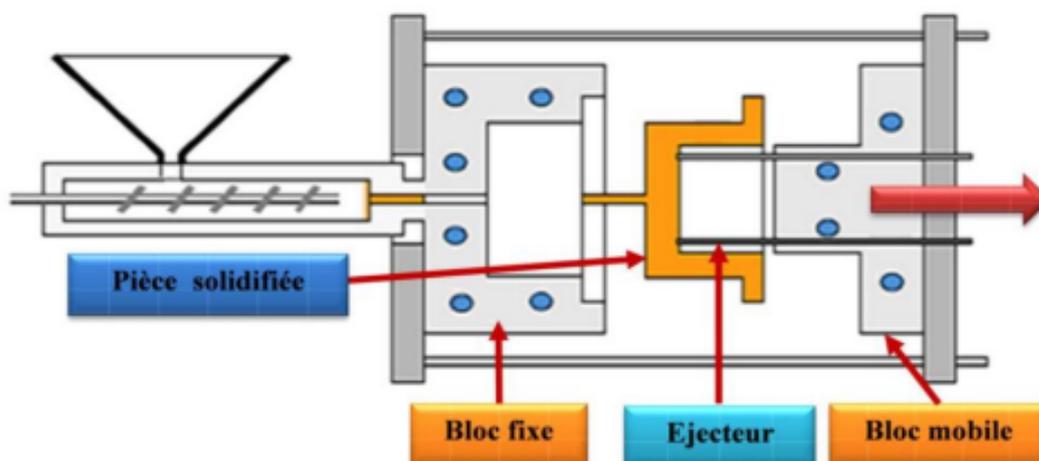


Fig. 1.16: : : La phase d'éjection [02].

### 1.13 Presses à injection de plastique horizontales : risques

Comme le montrent les résultats d'analyse d'accidents, les travailleurs intervenant sur ces presses sont exposés à des risques d'accidents graves. Plusieurs aboutissent à des amputations [08], mais ils peuvent également être mortels. D'après Beauchamp et al. [08], les risques d'accident sur ces presses sont majoritairement liés aux mouvements inopinés des éléments de l'unité de fermeture, aux mouvements de l'unité d'injection, à l'existence de nombreux points d'écrasement et de cisaillement, aux courants électriques, aux colliers chauffants et aux matières chaudes pouvant couler ou être projetées dans toutes les directions. Il existe également un risque de chute dû à la présence de fuites d'huile provenant de la presse [08]. De plus, «des risques ergonomiques liés à la manutention de pièces lourdes et à des postures de travail inadéquates (surtout durant l'ajustement et l'entretien de la presse)» [08] subsistent.

Zone dangereuse	Moyens de protection	
	EN [21]	ANSI [22]
Zone du moule (entre les plateaux fixe et mobile)	MV ou MI, BM (3, 4, 6)	- Protecteur de l'opérateur (MV) (3) - Protecteur du côté opposé à l'opérateur (MV) (4) - BM - DES et RL pour les grandes presses
Zone au-dessus du moule	MV ou F (5)	Protecteur de dessus (MV ou F) (5)
Zone de mouvement des mécanismes des noyaux et éjecteurs	F ou MV ou RL (3, 4, 5, 6)	Protecteur de dessus (MV ou F) (5)
Zone du mécanisme de fermeture	MV ou F (si accès requis que pour la maintenance ou la réparation) (1, 2, 11)	F ou MV (1, 2, 11)
Zone de l'ouverture d'évacuation	F ou MV ou DES (12)	F ou M (12)
Zone de la buse	MV ou combinaison : F et MV (7, 8, 9, 10)	- Protecteur de purge non perforé (MV) (7) - Couverture isolante sur le baril d'injection (contre les brûlures cutanées) (8)
<p><u>Légende</u></p> <p><b>F</b> : protecteur Fixe  <b>MV</b> : protecteur Mobile avec dispositif de Verrouillage  <b>MI</b> : protecteur Mobile avec dispositif d'Interverrouillage  <b>BM</b> : dispositif de Blocage Mécanique du plateau mobile (ce « verrou mécanique » [9] protège la fermeture accidentelle du moule)  <b>DES</b> : Dispositif Électro-Sensible  <b>RL</b> : Rideaux Lumineux  (1, 2, 3, ...) : Numérotation des protecteurs issue de la figure 4</p>		

Tab. 1.2: Moyens de protection suggéré par les normes ANSI/SPI B151.1-2007 et NF EN 201:2009.

## Normes de Sécurité pour les Machines d'Injection Plastique

### ANSI/SPI B151.1-2007

La norme ANSI/SPI B151.1-2007 fournit des exigences de sécurité pour la conception, l'entretien et l'utilisation des machines de moulage par injection. Elle est publiée par l'American National Standards Institute (ANSI) et la Society of the Plastics Industry (SPI). [11]

### NF EN 201:2009

La norme NF EN 201:2009 spécifie les exigences de sécurité pour les machines de moulage par injection utilisées dans les industries des plastiques et du caoutchouc. Elle fait partie des normes européennes (EN) et a été maintenue et mise à jour par divers organismes, y compris le groupe BSI et AFNOR. [12],[13],[14]

## 1.14 Conclusion :

Ce chapitre a été instructif quant à la structure et au fonctionnement des presses d'injection. Nous avons examiné les composants des unités d'injection et de fermeture. De plus, nous avons étudié en détail les différentes phases du processus de moulage par injection, notamment la plastification, l'injection, le maintien, le refroidissement et l'éjection. En général, le bon déroulement du processus et la qualité des pièces produites reposent sur la sélection optimale des paramètres de réglage pour chaque phase du cycle d'injection.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter STEP7, le logiciel de programmation des API (Automates Programmables Industriels) de Siemens.

# **Chapitre 2**

## **STEP7, logiciel de programmation des**

## **API Siemens**

## 2.1 INTRODUCTION :

Les API ont pour rôle d'exécuter des tâches spécifiques en élaborant des actions selon un algorithme approprié à partir des informations fournies par des capteurs.

Dans la suite de cette étude, nous examinerons le logiciel de programmation et de communication Step7, qui permet la programmation et la simulation de procédures automatisées en utilisant différents langages normalisés.

## 2.2 Présentation générale du logiciel STEP7:

### 2.2.1 Définition du logiciel :

STEP 7 est le logiciel principal utilisé pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fonctionne dans un environnement Windows, accessible à partir d'une console de programmation PG ou d'un PC.[04]

### 2.2.2 . Application du logiciel STEP7:

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

#### Gestionnaire de projets SIMATIC :

Le gestionnaire de projets SIMATIC gère toutes les données associées à un projet d'automatisation, indépendamment du système cible (S7/M7/C7) sur lequel elles ont été créées. Il lance automatiquement les applications nécessaires pour le traitement des données sélectionnées.[04]

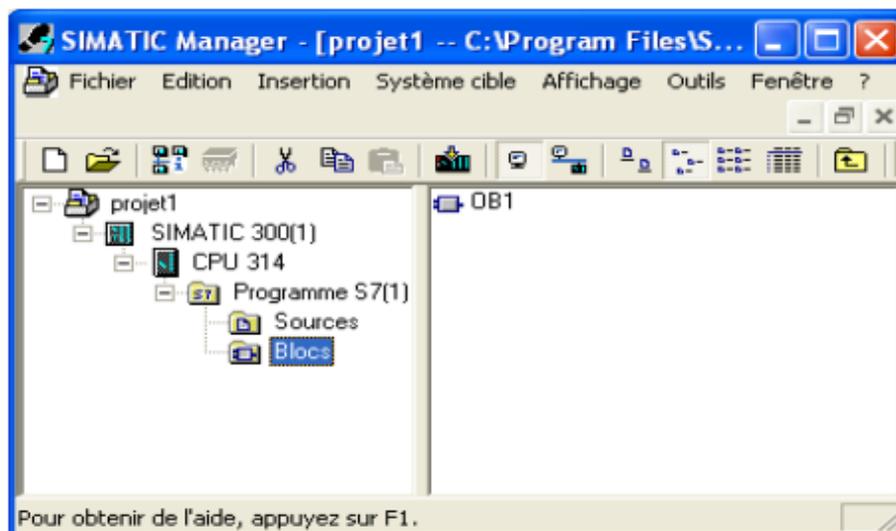


Fig. 2.1: La fenêtre du gestionnaire de projet SIMATIC.

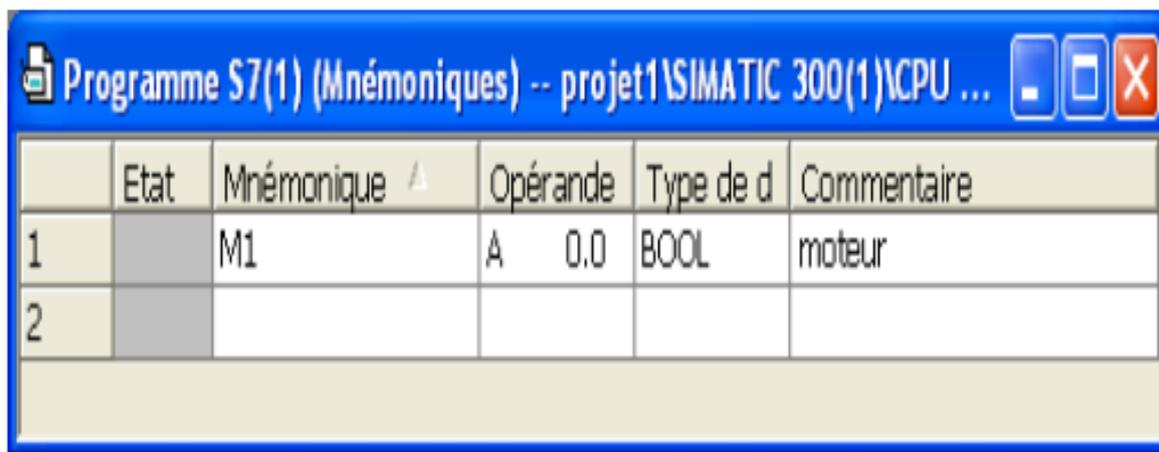
### Editeur de mnémoniques :

L'éditeur de mnémoniques nous permet de gérer toutes les variables globales du processus (entrées/sorties), ainsi que les mementos et les blocs, avec leurs désignations symboliques et leurs commentaires.

Pour accéder à la table des mnémoniques, il suffit de cliquer sur le dossier "programme" dans la fenêtre du projet, puis sur l'icône des mnémoniques.

L'utilisation de cette table implique :

- Donner un nom à la mnémonique dans la première colonne.
- Indiquer la variable associée à cette mnémonique dans la seconde colonne.
- Le type de données est automatiquement généré par STEP7.
- Éventuellement, ajouter un commentaire dans la colonne prévue à cet effet.



	Etat	Mnémonique ▲	Opérande	Type de d	Commentaire
1		M1	A 0.0	BOOL	moteur
2					

Fig. 2.2: La table des mnémoniques.

### Configuration matérielle :

La configuration matérielle est une étape très importante, car elle permet de reproduire exactement le système utilisé, incluant le châssis (Rack), l'alimentation, le CPU et les modules d'entrées/sorties.

### Langages de programmation :

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG font partie intégrante du logiciel de base pour S7-300/400.

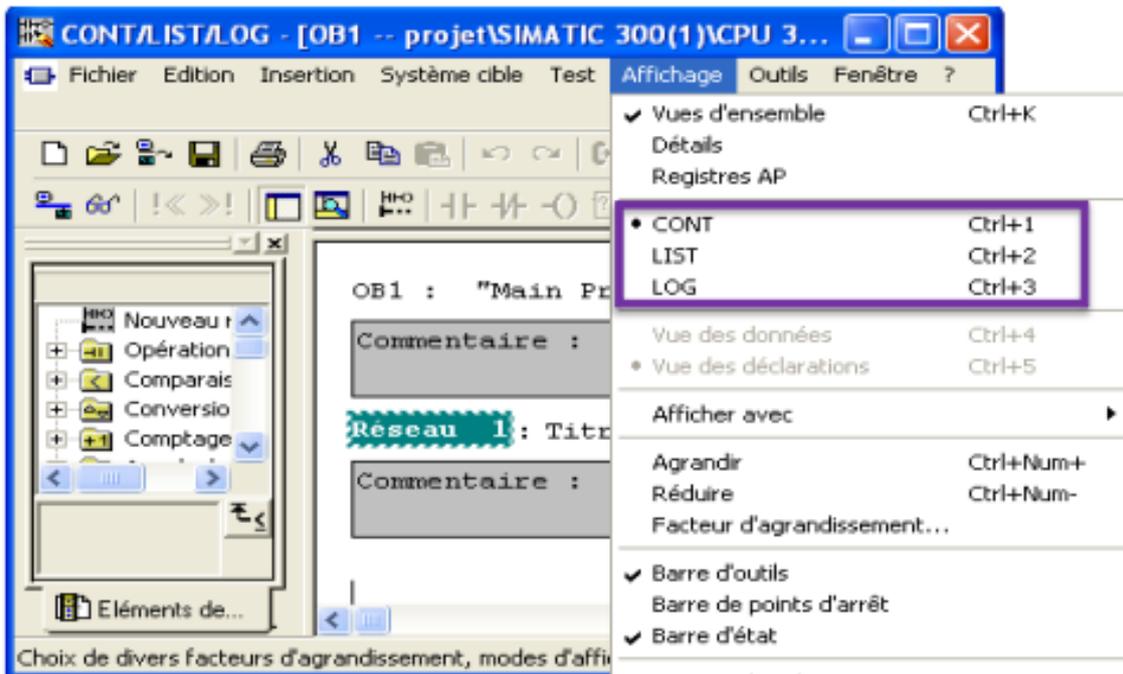


Fig. 2.3: Les langages de programmation intégrés dans STEP 7.

## 2.3 Elaboration du programme sous STEP7:

### 2.3.1 Démarrage du logiciel STEP7 :

Pour démarrer le logiciel STEP7, vous pouvez localiser l'icône du SIMATIC Manager sur l'écran de l'ordinateur, puis double-cliquer dessus pour ouvrir sa fenêtre fonctionnelle.

### 2.3.2 Création d'un nouveau projet :

Dans la fenêtre SIMATIC Manager, vous pouvez cliquer sur "Fichier" puis "Nouveau" (ou utiliser le raccourci CTRL+N). Cela ouvrira une fenêtre vous demandant de donner un nom au projet. Vous devez alors fournir un nom pour le projet et valider en cliquant sur "OK".

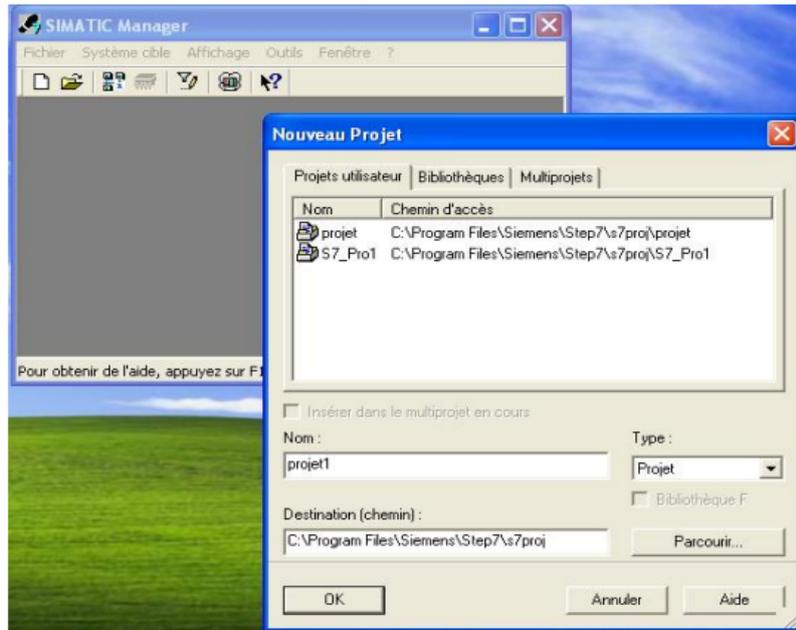


Fig. 2.4: La création d'un projet.

Une fois que la fenêtre du projet est ouverte et que le projet est vide, vous pouvez ajouter une station SIMATIC en procédant comme suit :

1. Cliquez avec le bouton droit sur le projet dans la fenêtre du projet.
2. Sélectionnez "Insérer un nouvel objet".
3. Choisissez "Station SIMATIC 300" dans le menu déroulant.

Cela permettra d'ajouter une station SIMATIC 300 à votre projet STEP 7.

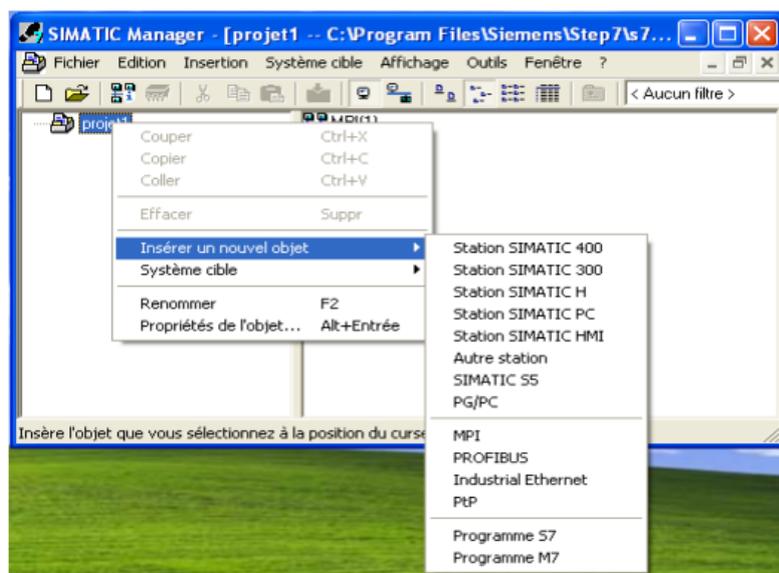


Fig. 2.5: Insertion d'une station.

La station SIMATIC n'est toujours pas configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle.

### 2.3.3 Configuration du matériel :

La configuration matérielle est cruciale pour établir et ajuster le support matériel dans un projet d'automatisation. En cliquant sur l'icône «STATION SIMATIC 300» dans la section "matériel" à gauche, la fenêtre HW Config s'ouvre. Pour commencer, nous devons sélectionner un châssis ou RACK, puis insérer les modules d'alimentation, de CPU, ainsi que les modules d'entrées et de sorties nécessaires.

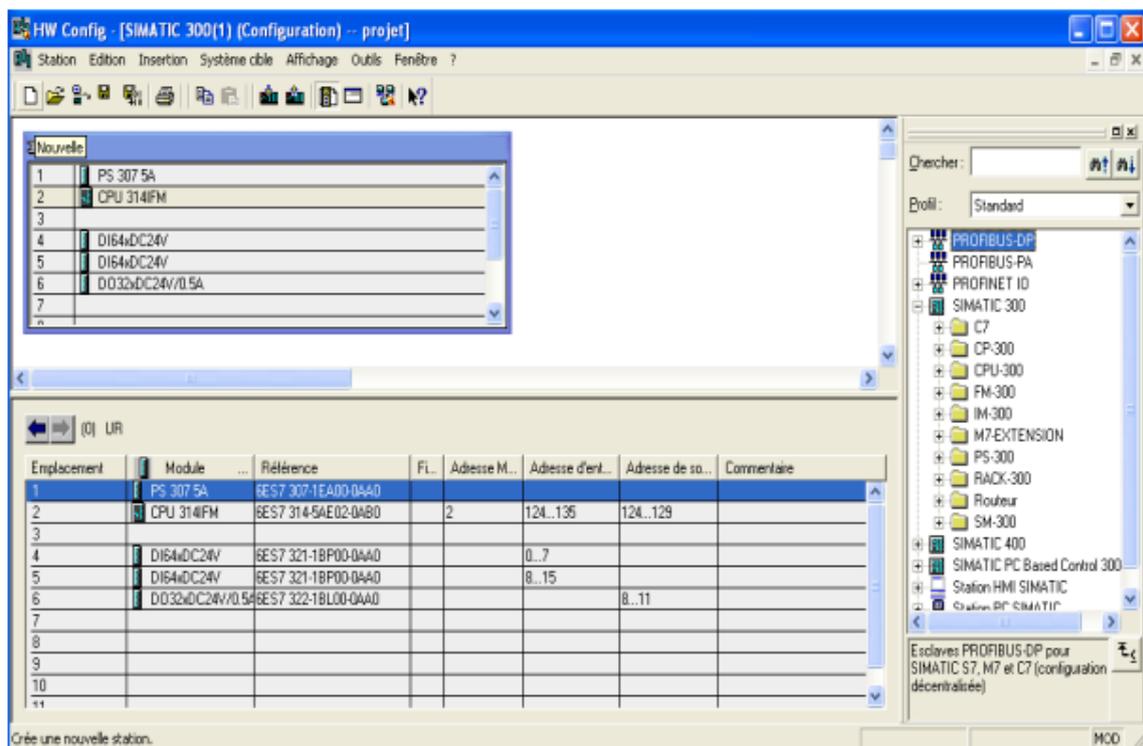


Fig. 2.6: La fenêtre de configuration de projet.

## 2.4 Projet et hiérarchie d'objets :

Dans SIMATIC Manager, la structure des projets et des bibliothèques est organisée selon une hiérarchie d'objets similaire à celle des répertoires et des fichiers dans l'explorateur de Windows. La figure suivante donne un exemple de hiérarchie d'objets.

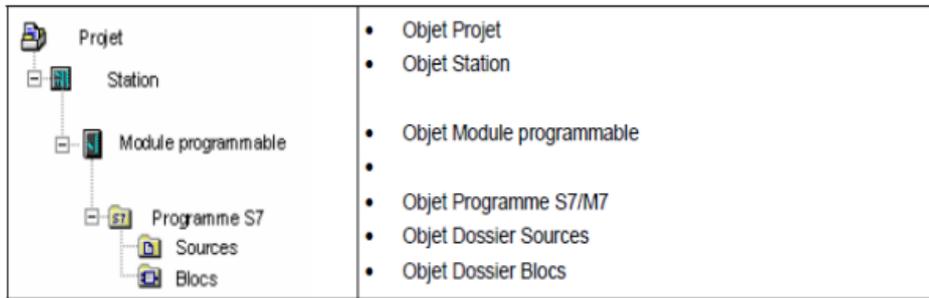


Fig. 2.7: La hiérarchie d'objet .[10]

### 2.4.1 Objet Projet :

Le projet constitue l'ensemble des données et des programmes d'une solution, et il est situé au sommet d'une hiérarchie d'objets.

### 2.4.2 Objet Station :

Une station SIMATIC 300/400 représente une configuration matérielle S7 comprenant un ou plusieurs modules programmables.

### 2.4.3 Objet Module programmable :

Un module programmable représente les données de paramétrage d'un module spécifique. Les données système des modules sans mémoire rémanente (par exemple, CP 441) sont chargées via le CPU de la station. Aucun objet "Données système" n'est donc associé à ces modules, qui n'apparaissent pas dans la hiérarchie du projet. [04]

### 2.4.4 Objet Programme S7/M7:

Un programme (S7/M7) est un dossier qui regroupe les logiciels destinés aux modules CPU S7/M7 ainsi que les logiciels destinés aux modules autres que les CPU, tels que les modules CP ou FM programmables.

### 2.4.5 Objet Dossier Sources :

Un dossier "Sources" contient les programmes sources sous forme de texte.

## 2.4.6 Object Dossier Blocs :

Le dossier "Blocs" dans une vue hors ligne peut contenir divers types de blocs, y compris des blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC), des blocs de données (DB), des types de données utilisateur (UDT) et des tables de variables. L'objet "Données système" représente les blocs de données système.

En revanche, le dossier "Blocs" dans une vue en ligne contient les éléments de programme exécutables qui sont chargés de manière résidente dans le système cible. [04]

## 2.5 Structure d'un programme utilisateur :

Un programme utilisateur se compose de blocs de code et de blocs de données.

### 2.5.1 Bloc de code :

Les blocs de code désignent tous les blocs qui contiennent une section d'instructions, y compris les blocs d'organisation, les blocs fonctionnels et les fonctions. [04]

#### Blocs d'organisation :

Les blocs d'organisation (OB) agissent comme l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, avec chaque bloc d'organisation étant assigné à une tâche spécifique.

Dans le scénario le plus basique, les blocs d'organisation remplissent les fonctions suivantes :

- La mise en route (OB100, OB101),
- Le programme principal cyclique (OB1),
- Le traitement des erreurs (OB80 à OB87, OB121, OB122), dans les cas où une erreur ne doit pas entraîner l'arrêt de votre CPU.

D'autres blocs d'organisation existent pour traiter les alarmes de la CPU ou du processus.

[04]

#### Fonctions et blocs fonctionnels :

- Un bloc fonctionnel (FB) est un bloc de code avec rémanence. Dans ce cas, la mémoire est représentée par un bloc de données d'instance associé au bloc fonctionnel, où les paramètres effectifs et les données statiques du bloc fonctionnel sont sauvegardés.

- Une fonction (FC) est un bloc de code sans rémanence. Après l'exécution des fonctions, les paramètres de sortie contiennent les valeurs calculées par la fonction. Il vous revient alors d'organiser l'utilisation et la sauvegarde des paramètres effectifs selon vos besoins.[04]

## 2.5.2 Blocs de données :

Les blocs de données stockent les données du programme utilisateur, se distinguant en blocs de données globaux et blocs de données d'instance.

- Les blocs de données globaux sont accessibles de n'importe quel endroit du programme utilisateur.
- Les blocs de données d'instance sont affectés à un bloc fonctionnel et contiennent, en plus des données du bloc fonctionnel, les données de multi-instances éventuellement définies. Il est donc recommandé d'accéder au bloc de données d'instance uniquement en relation avec ce bloc fonctionnel.

Le système d'exploitation met à disposition les types de données suivants :

- Entrées et sorties de périphérie.
- Mémoire image des entrées et des sorties.
- Mémentos.
- Temporisations.
- Compteurs.

Vous pouvez également définir vos propres données :

- Les données globales, valables pour l'ensemble du programme utilisateur, peuvent être définies dans les blocs de données.
- Les variables statiques sont uniquement valables dans le bloc fonctionnel où elles sont définies. À chaque appel de bloc fonctionnel, vous spécifiez un bloc de données d'instance contenant les données statiques en plus de tous les paramètres. Si des multi-instances sont définies, leurs données d'instance sont insérées avec leurs données statiques dans le bloc de données d'instance.
- Les données temporaires sont définies lors de la création de blocs de code. Elles occupent uniquement de l'espace mémoire dans la pile pendant le traitement du bloc de code.[04]

## 2.6 Différents langages disponibles dans le STEP7 :

Les langages CONT, LIST et LOG permettent de programmer des blocs d'organisations 'OB', des blocs fonctionnels 'FB' et des fonctions 'FC'.

Dans SIMATIC Manager, en cliquant sur le dossier "programmes", puis sur "Blocs", un double clic sur l'icône de l'OB1 ouvre l'application 'CONT LIST LOG'.

Par exemple, en choisissant le langage CONT, nous pouvons distinguer trois zones principales :

1. Zone 1 : le catalogue ou la bibliothèque des opérations et instructions du langage choisi (ici CONT). Ces différentes opérations sont regroupées par famille : opérations sur les bits, sur les mots, sur les entiers, etc. Pour utiliser une opération, il suffit de faire glisser l'élément vers la zone souhaitée.
2. Zone 2 : la zone de déclarations où l'on peut définir les variables locales, les variables d'entrées et sorties ou les arguments pour les fonctions et les blocs fonctionnels.
3. Zone 3 : la zone d'édition, qui est structurée en réseaux. Chaque réseau se termine par une affectation ou un saut.

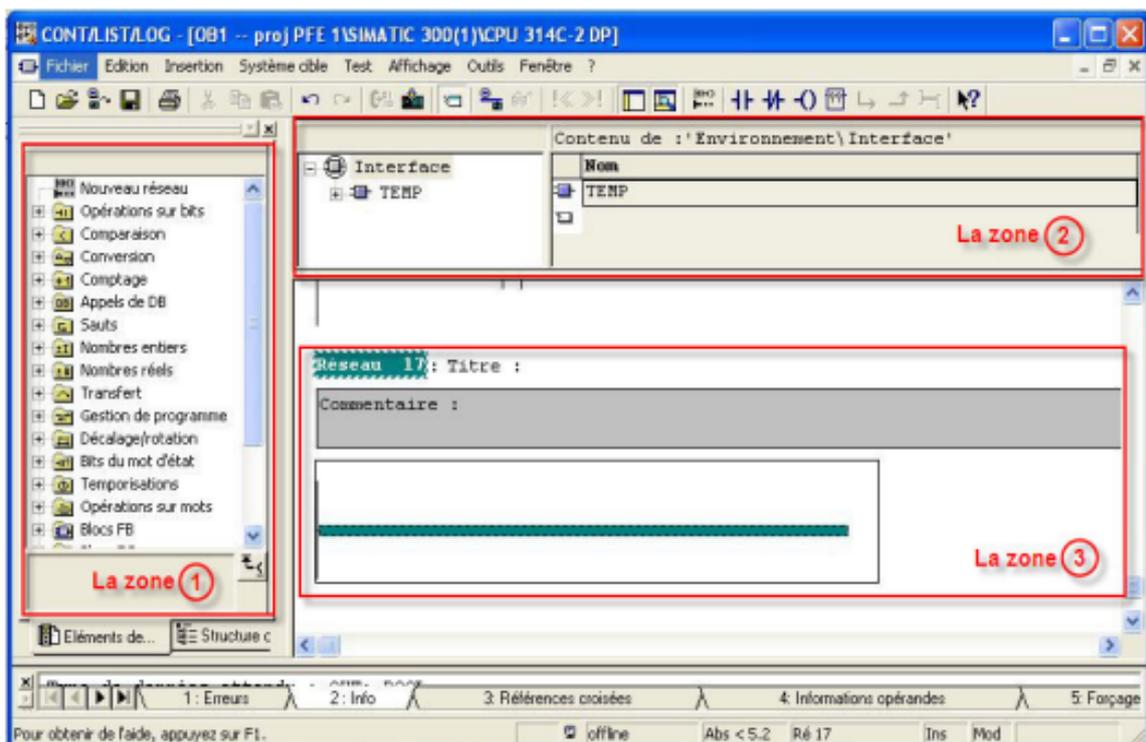


Fig. 2.8: Editeur de programme CONT, LIST, LOG.

## 2.6.1 CONT :

Le langage CONT est un langage de programmation graphique dont la syntaxe rappelle les schémas de circuits électriques. Il permet de visualiser facilement le chemin du courant, en partant des barres d'alimentation à travers les contacts, les éléments complexes et les bobines.

[05]

Comme nous montre la figure suivante :

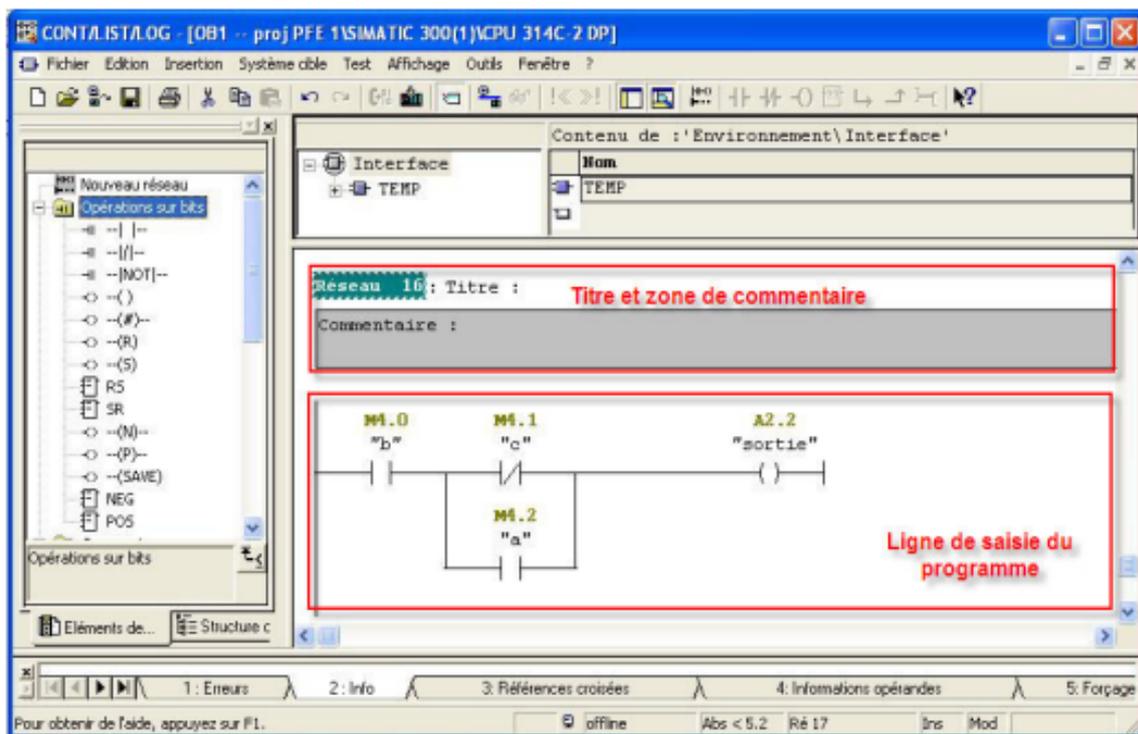


Fig. 2.9: Exemple d'un programme en CONT.

## 2.6.2 LIST :

Dans un programme LIST, la liste d'instructions est un langage de programmation textuel qui se rapproche de la machine. Ces instructions reflètent largement les étapes par lesquelles l'unité centrale de traitement (CPU) traite le programme.[05]

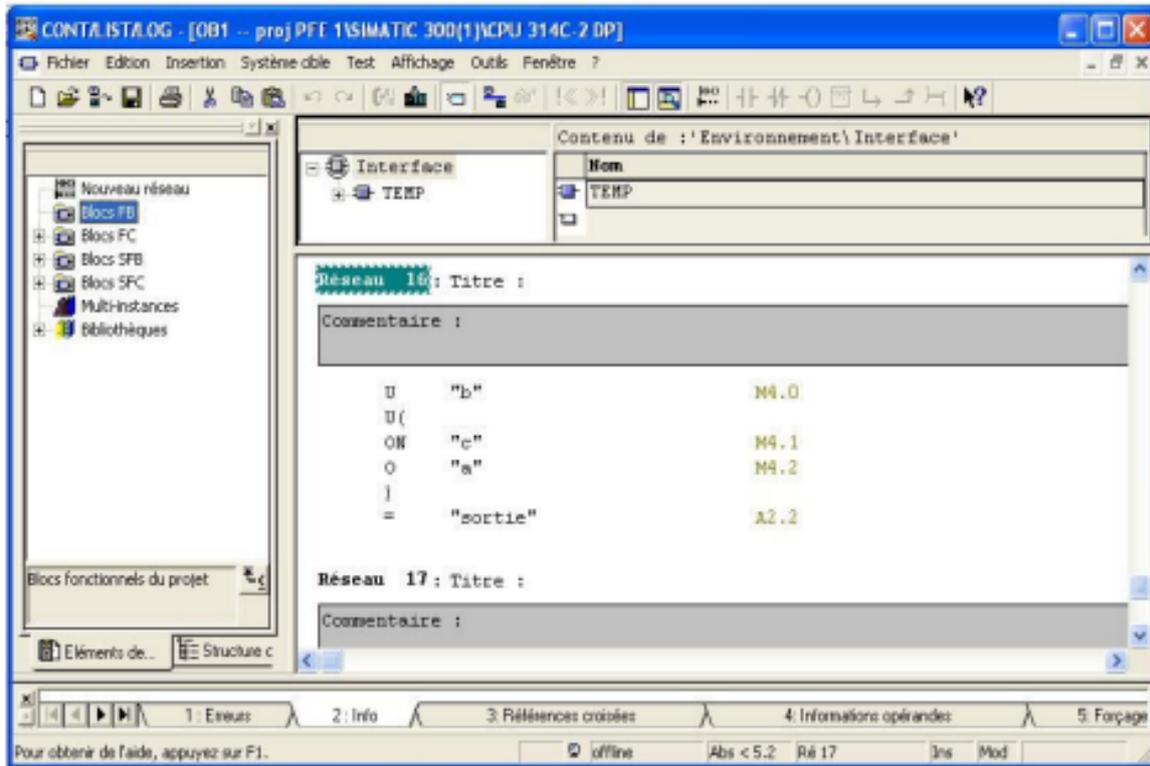


Fig. 2.10: Exemple d'un programme en LIST.

### 2.6.3 LOG :

Le logigramme est un langage de programmation graphique qui utilise des boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Il permet également de combiner directement des fonctions complexes, telles que les fonctions mathématiques, avec ces boîtes logiques, comme illustré dans la figure suivante [04] :

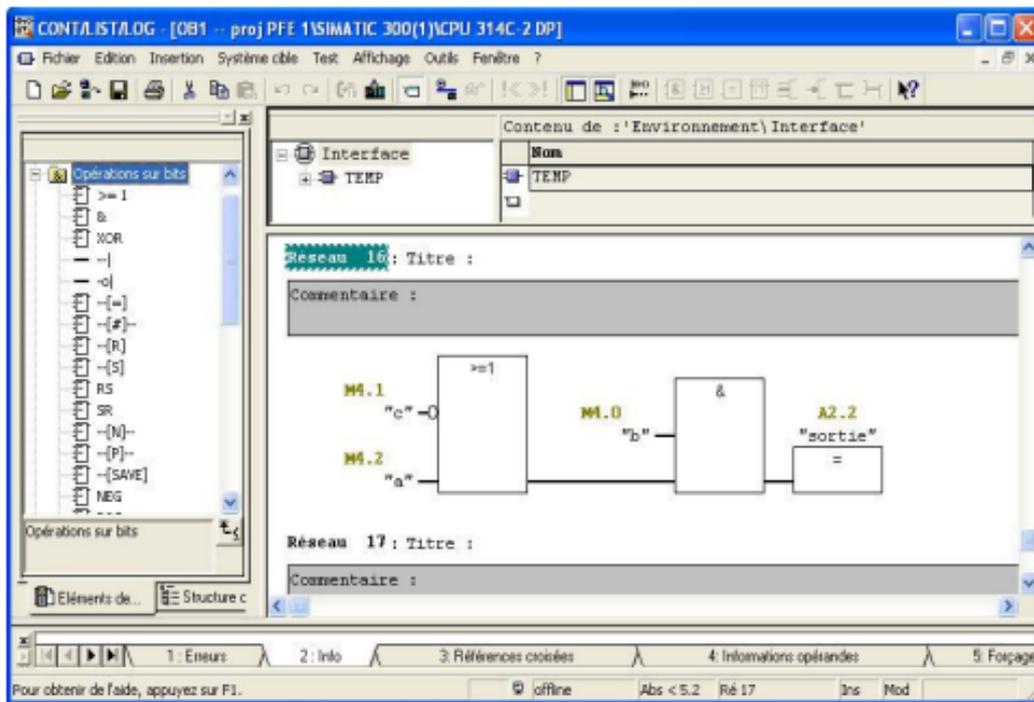


Fig. 2.11: Exemple d'un programme en LOG.

## 2.7 Simulation du programme avec le S7-PLC-SIM :

### 2.7.1 Présentation du PLC-SIM :

S7-PLC-SIM est une application permettant d'exécuter et de tester les programmes développés par l'utilisateur sur un automate programmable simulé, que ce soit sur un ordinateur ou via une console de programmation [06].

S7-PLC-SIM dispose d'une interface simple qui permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme.

Pour ouvrir le simulateur S7-PLC-SIM, sélectionnez la commande "Outils" puis "Simulation de modules", ou cliquez sur son icône dans la boîte à outils du gestionnaire de projet SIMATIC.

Pour charger le programme, cliquez sur l'icône de chargement.

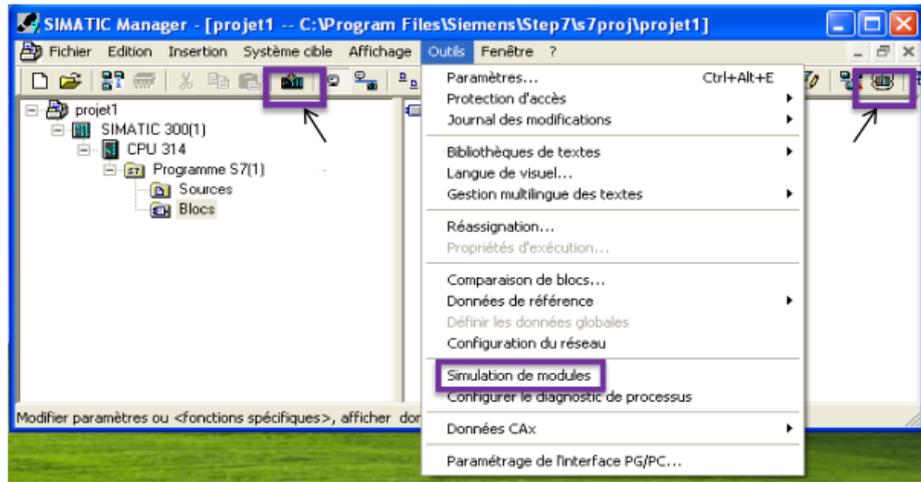


Fig. 2.12: L'ouverture du simulateur et le chargement du projet.

Dans le simulateur S7-PLC-SIM, les variables d'entrée et de sortie, les mémentos, les temporisateurs et les compteurs sont représentés sous forme de fenêtres. Pour observer le fonctionnement de l'automate, il suffit de suivre les étapes de fonctionnement de la machine en cliquant sur les entrées pour visualiser les sorties correspondantes.

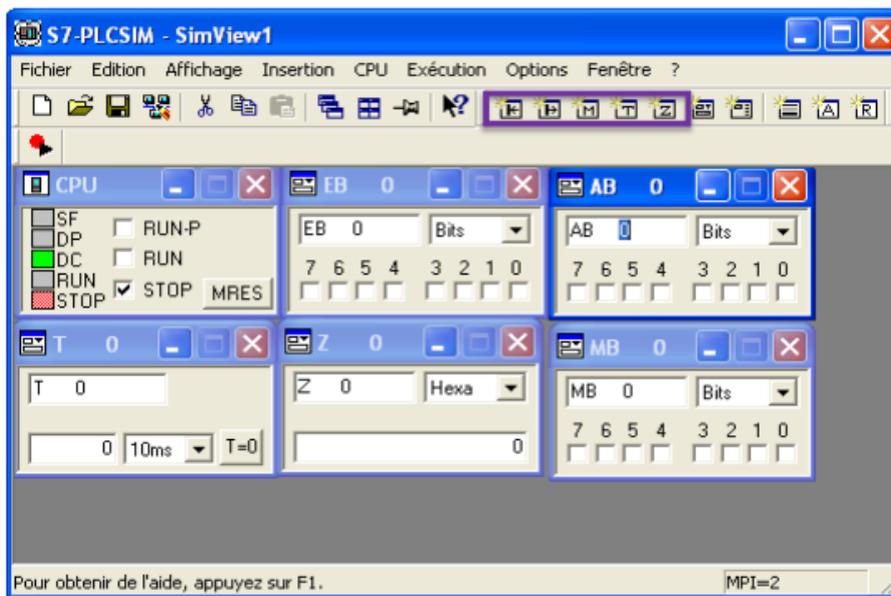


Fig. 2.13: La fenêtre du simulateur S7-PLC-SIM.

## 2.7.2 Exécution du programme :

Une fois que l'exemple de programme est chargé dans la CPU, vous pouvez l'exécuter. Assurez-vous au préalable que le mode de fonctionnement continu est sélectionné. Pour choisir le mode de fonctionnement continu du programme, sélectionnez la commande "Exécution Mode Cycle continu" ou cliquez sur le bouton correspondant dans la barre d'outils. Pour mettre la CPU

en mode RUN et démarrer l'exécution du programme, cliquez sur la case à cocher "RUN" ou "RUN P" dans la fenêtre "CPU".

Dans le simulateur S7-PLCSIM, toutes les variables d'entrée et de sortie sont représentées sous forme de fenêtres. Pour observer le fonctionnement de l'automate, suivez les étapes de fonctionnement de la machine en cliquant sur les entrées pour visualiser les sorties correspondantes.

### **2.7.3 Etat de fonctionnement de la CPU :**

- **Mode RUN-P (Run with Programming)**

La CPU exécute le programme et permet sa modification ainsi que celle de ses paramètres. Pour utiliser les applications de STEP7 afin de forcer un paramètre quelconque du programme pendant son exécution, il est nécessaire de mettre la CPU en mode RUN-P.

- **Mode RUN (Run)**

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, en exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU est en mode RUN, il n'est pas possible de charger un programme ni d'utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque, comme les valeurs d'entrées.

- **Mode STOP (Arrêt)**

La CPU ne lance pas l'exécution du programme. Contrairement au mode STOP des CPU réelles, les sorties ne prennent pas de valeurs de sécurité prédéfinies mais conservent leur état au moment où la CPU est passée en mode STOP. Nous pouvons charger des programmes dans la CPU lorsque celle-ci est à l'arrêt.

## **2.8 Conclusion :**

Notre expérience nous permet d'affirmer que STEP7 est l'outil indispensable pour tout projet de programmation basé sur les automates Siemens.

Les divers langages disponibles dans cet outil nous ont permis de nous familiariser avec les multiples applications des automates.

Cela nous a inspiré pour envisager des améliorations possibles à notre projet.

## **Chapitre 3**

# **WinCC, logiciel de conception des interfaces HMI**

### **3.1 INTRODUCTION :**

SIMATIC WinCC, le logiciel d'ingénierie et de supervision proposé par SIMATIC HMI pour les applications au niveau machine et processus dans la construction de machines et d'installations, offre un système modulaire de supervision de processus. Il intègre des fonctionnalités avancées pour la surveillance des automatismes.

Les utilisateurs de ce logiciel bénéficient de divers moyens de visualisation des processus, tels que des synoptiques, des graphiques et des baragraphes, facilitant ainsi le contrôle clair et efficace de toutes les opérations d'automatisation.

### **3.2 Définition de la supervision :**

La supervision représente un stade avancé du dialogue Homme-Machine, utilisé pour surveiller et visualiser l'état de fonctionnement d'un processus.

Les fonctions de la supervision sont variées, en voici quelques-unes :

- Répondre à des besoins qui exigent généralement une puissance de traitement importante.
- Assurer la communication entre les équipements d'automatisation et les outils informatiques de gestion de la production.
- Coordonner le fonctionnement d'un ensemble de machines en série formant une ligne de production, en assurant l'exécution d'actions communes telles que la mise en marche ou l'arrêt, ainsi que des tâches de synchronisation.
- Assister l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.

### **3.3 Présentation du logiciel WinCC flexible :**

Lorsque la complexité des processus croît et que les exigences de fonctionnalité pour les machines et les installations deviennent de plus en plus strictes, l'opérateur nécessite une transparence maximale. Cette transparence est obtenue grâce à l'interface homme-machine (IHM).

Le logiciel WinCC (Windows Control Center) Flexible permet de créer cette interface HMI. Celle-ci assure la visualisation du processus, la gestion du processus, l'affichage des alarmes ainsi que l'archivage des valeurs du processus et des alarmes.

## 3.4 Elaboration du programme sous WINCC :

### 3.4.1 Démarrage du logiciel WinCC :

Pour démarrer le logiciel, il suffit de localiser l'icône SIMATIC WinCC Flexible sur l'écran de l'ordinateur, puis de double-cliquer dessus pour ouvrir sa fenêtre fonctionnelle.

### 3.4.2 Création d'un nouveau projet :

Lorsque la fenêtre SIMATIC Manager s'ouvre, nous créons le projet :

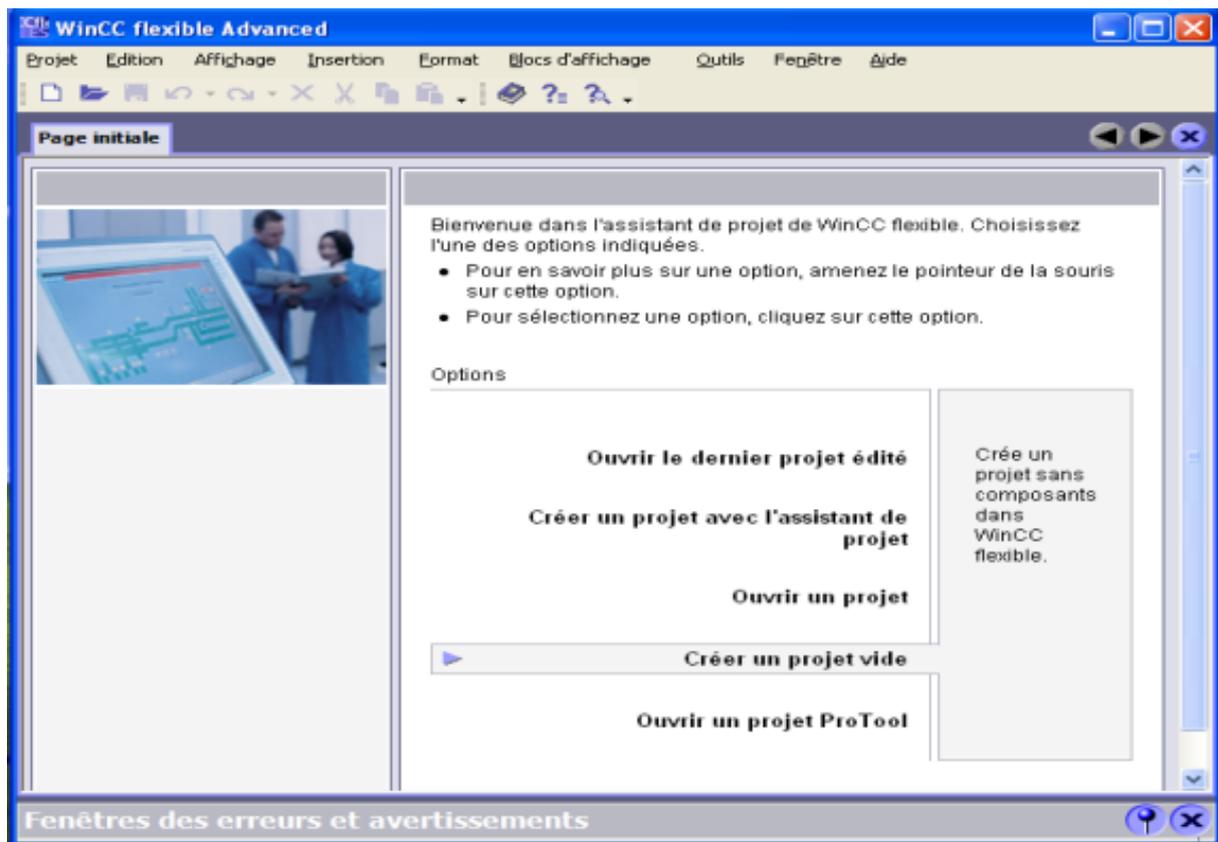


Fig. 3.1: La création de projet.

On sélectionne le type de pupitre, puis on valide les paramètres par défaut sur la page "Modèle de vue" en cliquant sur "Suivant".

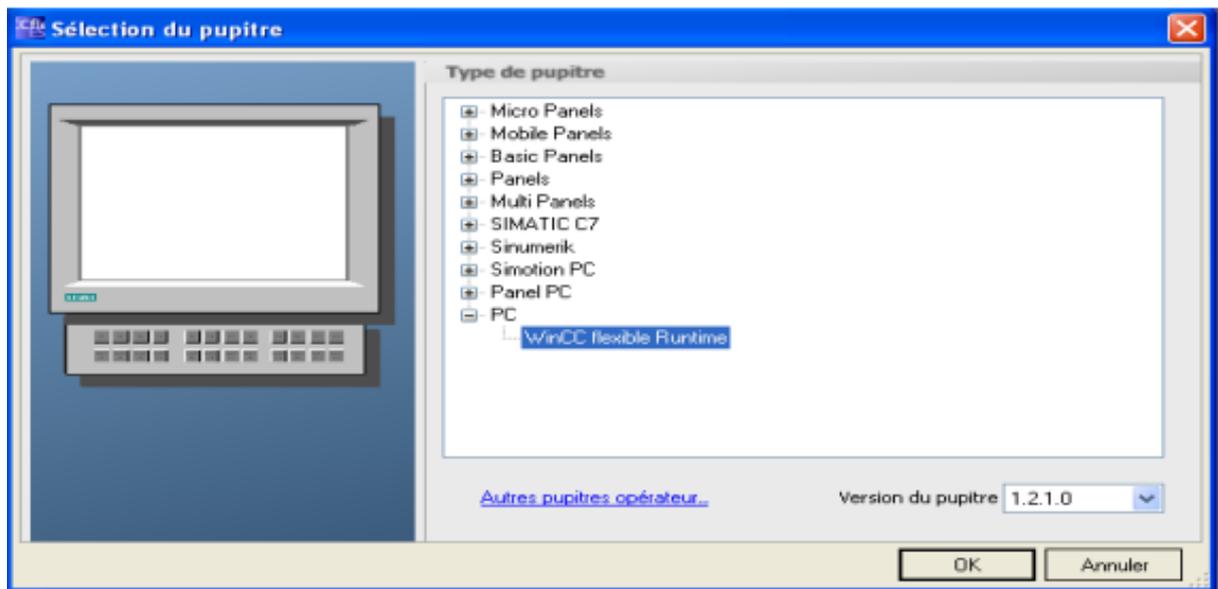


Fig. 3.2: Les types de pupitre .

### 3.5 Éléments de l'interface utilisateur de WinCC flexible :

L'environnement de travail de WinCC flexible est composé de plusieurs éléments, dont certains sont associés à des éditeurs spécifiques qui ne sont visibles que lorsqu'ils sont activés.

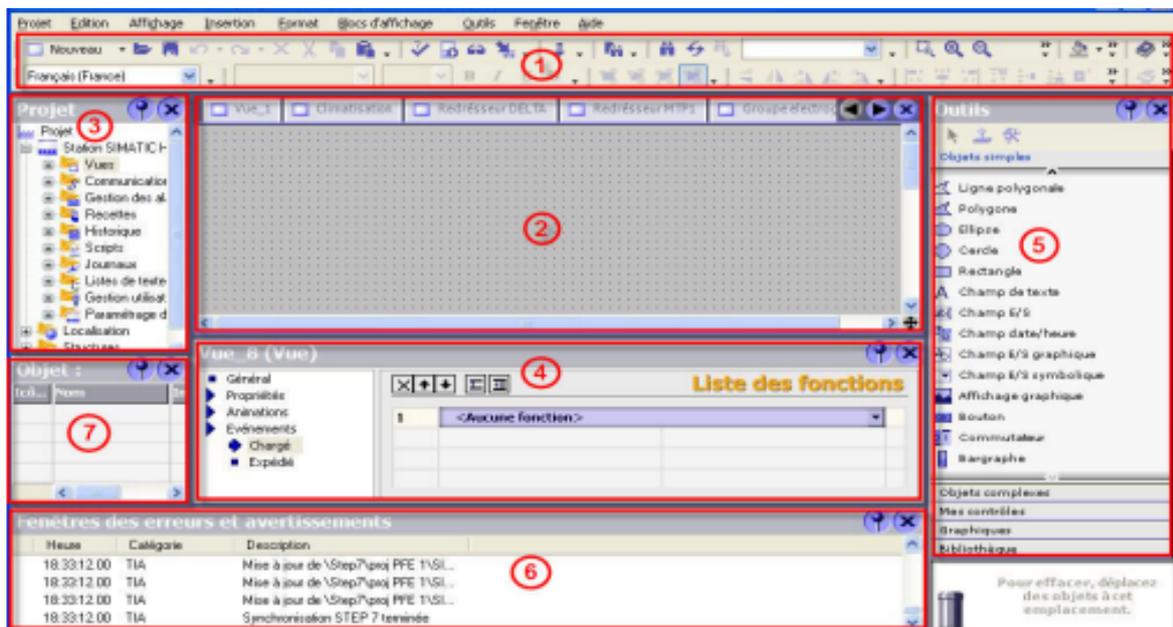


Fig. 3.3: Éléments de l'interface de WinCC flexible.

#### 1-Menus et barres d'outils :

Dans les menus et les barres d'outils, nous avons accès à toutes les fonctions nécessaires pour configurer notre pupitre opérateur. Lorsqu'un éditeur est activé, les commandes de menu ou les options des barres d'outils correspondantes deviennent visibles.

## **2-Zone de travail :**

Cette zone permet d'éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de cette zone, à l'exception de la zone de travail, où nous pouvons organiser, configurer, déplacer ou masquer tous ces éléments selon nos besoins.

## **3-Fenêtre de projet :**

Dans la fenêtre du projet, tous les éléments et éditeurs disponibles d'un projet sont affichés dans une arborescence et peuvent être ouverts à partir de là. Vous pouvez également accéder aux propriétés du projet et configurer le pupitre utilisateur depuis cette fenêtre. [06]

## **4-Fenêtre des propriétés :**

Elle permet d'ajuster les propriétés d'un objet sélectionné dans la zone de travail ; le contenu de cette fenêtre varie en fonction de l'objet sélectionné.

## **5-Boîte à outils et Bibliothèque :**

La fenêtre d'outils nous propose un choix d'objets que nous pouvons insérer dans nos vues, tels que des objets graphiques et des éléments de commande. En outre, elle contient des bibliothèques d'objets et des collections de blocs d'affichage prêts à l'emploi.

La bibliothèque fait partie intégrante de la fenêtre d'outils, nous donnant accès aux objets de vue préconfigurés et nous permettant d'augmenter la quantité d'objets de vue disponibles.

## **6-Fenêtre des erreurs et avertissements :**

La fenêtre des erreurs et des avertissements affiche les événements système générés lors de la compilation du programme. Les événements système sont affichés par défaut dans l'ordre chronologique de leur apparition dans cette fenêtre.

## **7-Fenêtre des objets :**

La fenêtre des objets affiche tous les éléments de la zone que nous avons utilisés dans le projet.

### 3.6 L'intégration de projet dans Step7:

Après avoir sélectionné le projet STEP7 dans lequel nous intégrons le projet IHM, nous cliquons sur "liaison", ce qui fait apparaître une autre fenêtre pour choisir le type de connexion entre les pupitres et l'automate.

La communication entre les pupitres opérateurs et les automates SIMATIC S7 peut être réalisée via des réseaux tels que le MPI (Multi-Point Interface), le PROFIBUS (Process Field Bus), l'Ethernet, etc.

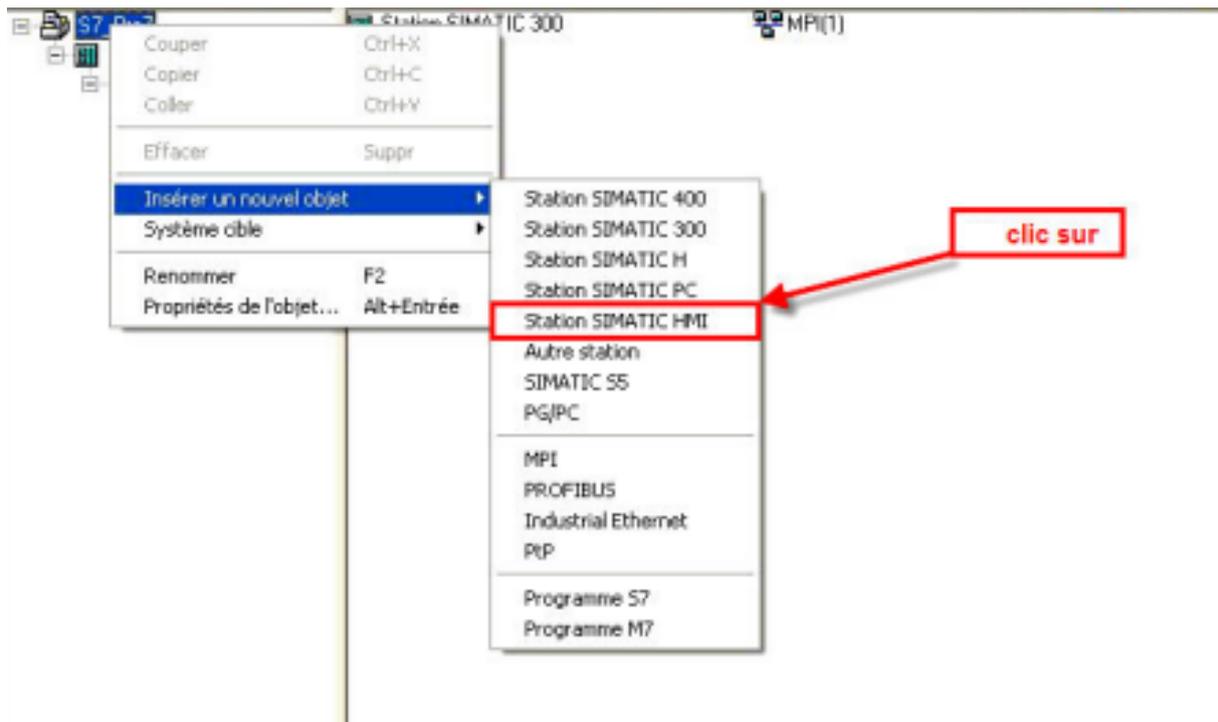


Fig. 3.4: Intégration du projet WinCC dans Step7.

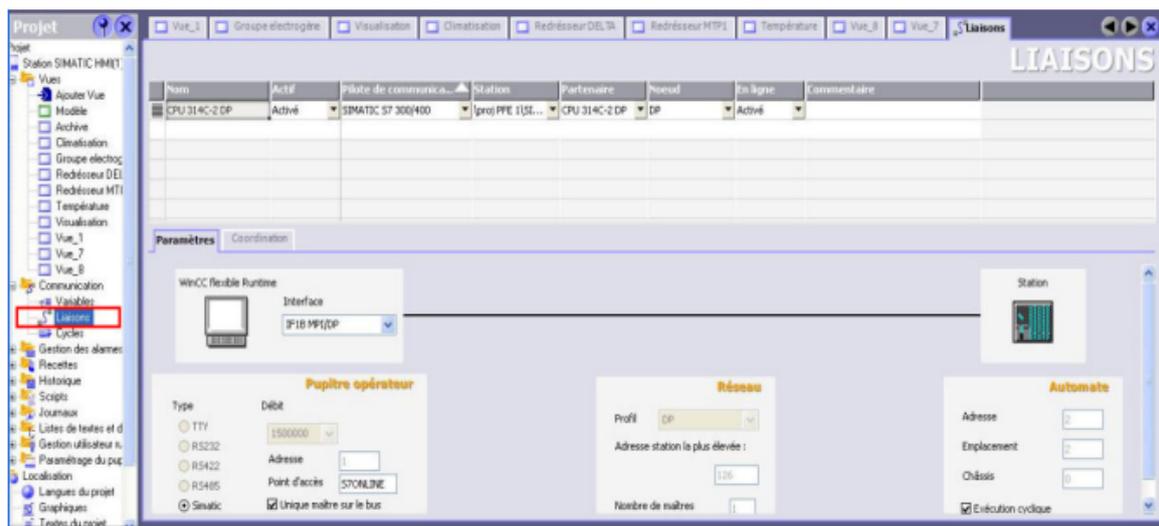


Fig. 3.5: La création de la liaison entre le pupitre et la station.

### 3.6.1 Déclaration des variables :

La déclaration des variables s'effectue dans l'éditeur "Variables".

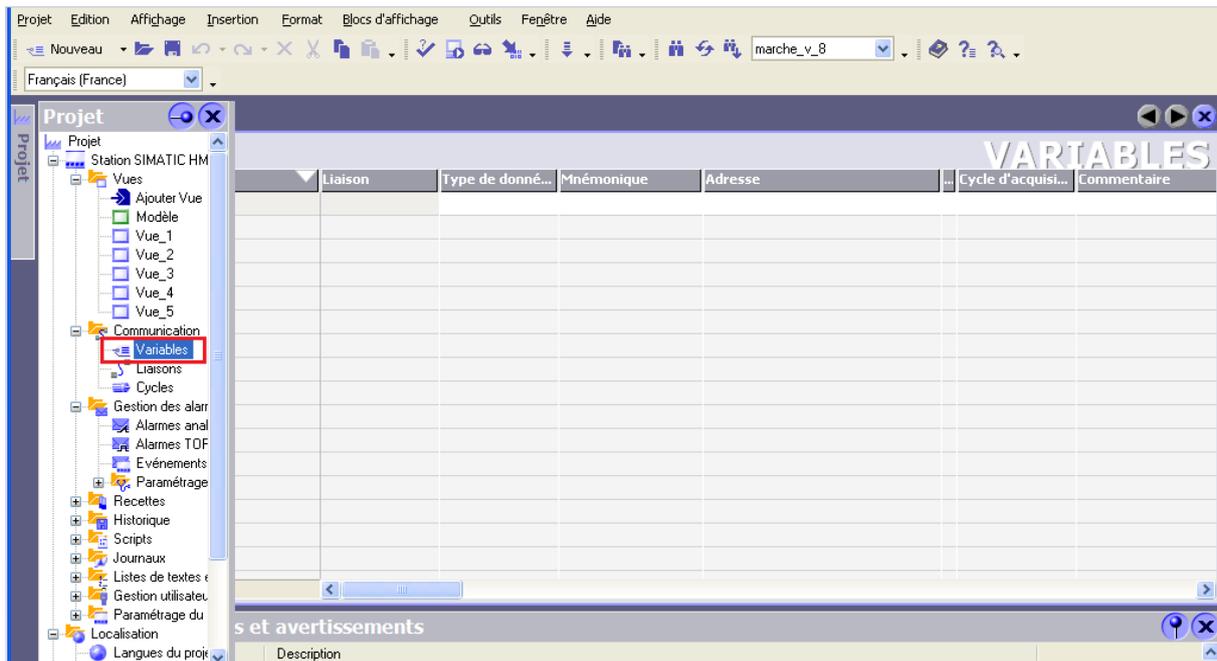


Fig. 3.6:  diteur de variables dans WinCC flexible.

### 3.6.2 Création des vues :

Dans la fenêtre du projet, un double-clic sur l'entrée "Ajouter Vue" dans le groupe "Vues" ouvre une nouvelle vue dans la zone de travail.

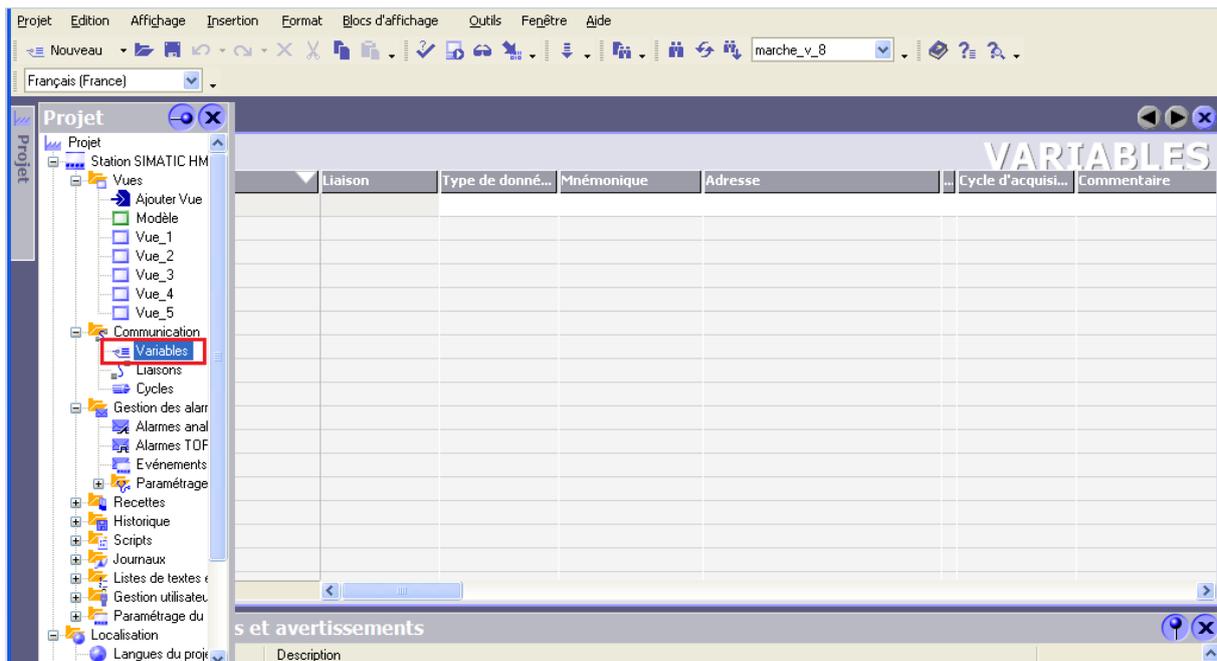


Fig. 3.7: Création d'une vue.

### 3.7 . Éditeur ”Alarmes Analogiques” :

L'éditeur ”Alarmes analogiques” permet de créer des alarmes basées sur des valeurs analogiques, telles que la température.

Ces alarmes sont définies en spécifiant des seuils supérieurs et inférieurs pour les valeurs mesurées. Lorsque la valeur mesurée dépasse ou tombe en dessous de ces seuils, une alarme est déclenchée pour signaler un état anormal ou critique.

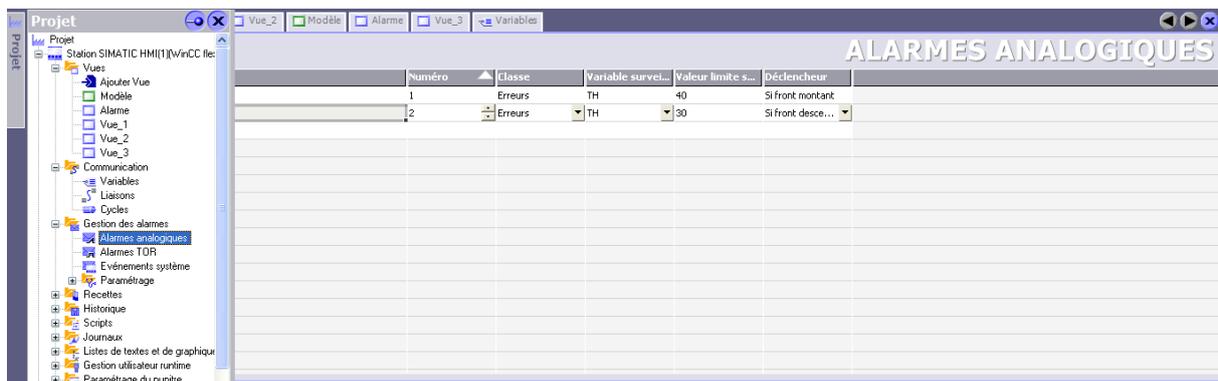
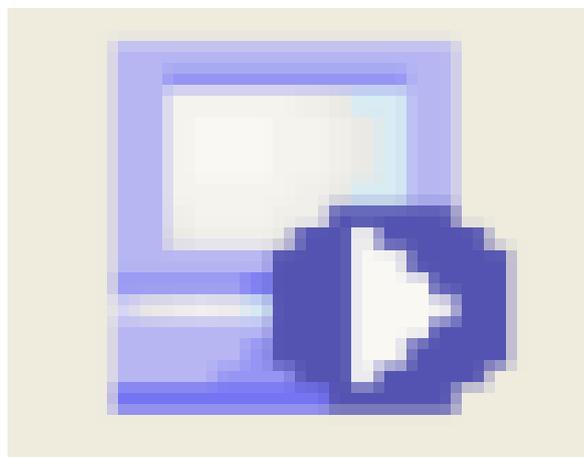


Fig. 3.8: : Configuration des alarmes Analogiques .

### 3.8 Simulation du projet avec WinCC flexible Runtime :

Le logiciel de visualisation de processus WinCC Flexible Runtime permet de faire fonctionner notre configuration sous Windows et de visualiser le processus.

Il est également utilisé sur l'ordinateur de configuration pour tester et simuler le fichier projet compilé. Pour lancer la simulation, il suffit de cliquer sur l'icône correspondante dans la barre d'outils :



la simulation peut être directement lancée en mode plein écran.

### **3.9 Conclusion :**

En explorant les fonctionnalités de WinCC Flexible dans ce chapitre, nous avons constaté la liberté qu'offre cet éditeur pour configurer des fonctions et créer des interfaces graphiques HMI, ce qui nous rapproche de notre objectif principal : assurer la transparence entre l'opérateur et le processus. WinCC Flexible permet ainsi d'optimiser la supervision industrielle selon les exigences spécifiques de chaque cahier des charges.

## **Chapitre 4**

# **Automatisation de presse d'injection horizontale marque RICO**

## **4.1 Introduction :**

Le but de ce chapitre est d'automatiser la presse d'injection plastique. Nous présentons la machine d'injection de la marque RICO, de type D 6584 001, contrôlée par le API S7-300. Le cahier des charges comprend le Grafcet pour les modes Automatique et Semi-Automatique. Enfin, le programme du système, réalisé avec le logiciel Step7, a été validé par le simulateur S7-PLCIM1.

### **4.1.1 Etude du processus :**

Pendant la période du 21/04/2024 au 09/06/2024, plusieurs visites ont été effectuées à l'entreprise BCR pour analyser le processus de la machine d'injection plastique."En particulier, la machine est hors service depuis 20 ans et ne fonctionne pas du tout. De plus, un sous-traitant a confirmé qu'elle est complètement inactive. La panne dans la partie commande de la machine est difficile à localiser, notamment en raison du manque d'ingénieurs spécialisés en automatique. Cependant, pour identifier précisément la source du dysfonctionnement, il est souvent nécessaire de procéder à un diagnostic approfondi en vérifiant chacun de ses composants à l'aide d'outils appropriés, ce qui complique l'analyse rapide de la situation. Cette machine est la seule machine d'injection plastique dans l'atelier, ce qui accentue son importance.

Même si d'autres machines d'injection peuvent exister et que leur fonctionnement semble similaire, il est crucial de reconnaître qu'elles peuvent être très différentes sur le plan opérationnel. En conséquence, il est impossible de développer un programme d'automatisation général pour toutes les machines d'injection, car les électrovannes peuvent avoir des fonctions différentes et agir à des moments différents. le même programme peut être développé pour une famille de machines de même marque, modèle et parfois de versions différentes , il convient de noter que les fabricants introduisent souvent de nouvelles fonctions ou améliorations dans chaque nouvelle version pour accroître leurs bénéfices.

En outre, il est essentiel de souligner que les documents retrouvés dans l'entreprise sont très anciens , ce qui rend leur lecture très difficile. De plus, ils sont souvent rédigés en allemand, ce qui peut rendre la traduction parfois difficile voire impossible. Enfin, il existe un manque de documentation sur les aspects hydrauliques et électriques, ainsi que sur la liste des matériels et des capteurs utilisés dans la conception de cette machine. Même sur Internet, ces informations sont souvent indisponibles.

## **4.2 Présentation de la presse d'injection RICO type D 6584 001:**

Une machine d'injection de marque RICO, type D 6584 001, est utilisée pour fabriquer les poignées de couteaux en plastique. La source d'alimentation alternative de 380V distribue sur les trois phases, La puissance générale de la machine est de 100 KVA. Elle est équipée de deux pompes à huile de 37 kW, avec un réservoir d'une capacité de 100 litres fonctionnant sous une pression minimale de 60 bar et maximale de 200 bar, et l'huile est maintenue à une température entre 30°C et 40°C.

L'échauffement du fourreau se fait par des résistances. Le contrôle de la consigne de température de ces résistances est assuré par des thermocouples placés au niveau de la zone du fourreau.

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

Le mouvement du plateau mobile est assuré par un grand vérin central, qui a pour rôle d'approcher le plateau mobile jusqu'au plateau fixe. Un autre vérin assure le verrouillage dans la phase finale de la fermeture.

Chiller : Il assure le refroidissement du moule et de la station hydraulique de la machine d'injection, maintenant un fonctionnement à 30°C. Il est caractérisé par sa faible consommation d'énergie et ses vastes applications dans le processus. Généralement, de l'eau est utilisée pour ce processus.

## **4.3 Description du cahier des charges de la presse d'injection RICO de type D 6584 001:**

Pour toutes les entrées/sorties numériques, les entrées/sorties analogiques, les électrovannes et les relais auxiliaires  $R_{ii}$ , vous trouverez toutes les informations dans le schéma de la machine en **Annexe A**.

- Le mode manuel est activé lorsque  $I0.0 = 0$  et  $I0.1 = 0$ .
- Le mode automatique est activé lorsque  $I0.0 = 1$  et  $I0.1 = 0$ .
- Le mode semi-automatique est activé lorsque  $I0.0 = 0$  et  $I0.1 = 1$ .
- Si l'on appuie sur le bouton "start\_moteur", le moteur électrique est activé.

- Si l'on appuie sur le bouton de démarrage des résistances dans l'écran HMI, l'échauffement des résistances des zones «1, 2, 3 et BUSE» atteint les températures de consigne contrôlées par les thermocouples T\_1, T\_2, T\_3 et T\_4. De plus, cela entraîne le démarrage de la grande pompe, de la petite pompe et du moteur hydraulique.
- La fermeture de la porte est détectée par le capteur de fin de course P\_AV.
- La de fermeture du moule est effectuée par l'électrovanne Y44, ou par la commande manuell B\_FM et la fin de fermeture .
- L'étape suivante après la fermeture du moule est le verrouillage, qui est assuré par l'électrovanne Y62, ou par La commande manuelle B\_VM .
- Le déplacement de l'unité d'injection vers l'avance est actionné par l'électrovanne Y52 ou par la commande manuelle B\_AV\_UINJ.
- Le recul de la vis vers l'arrière est actionné par l'électrovanne Y49 ou par la commande manuelle B\_PLAST.
- Après l'injection de plastique, qui est effectuée par l'électrovanne Y48 en cas de hautes pressions (pression d'injection), ou par la commande manuelle B\_INJ .
- Le déverrouillage du moule est exécuté par l'électrovanne Y63, ou par la commande manuelle B\_DEV.
- Après que le moule soit ouvert par l'actionnement de l'électrovanne Y45, ou par la commande manuelle B\_OM.
- Le refroidissement du moule se fait par l'électrovanne Y66.
- Le recul de l'éjecteur est exécuté par l'électrovanne Y57, ou par la commande manuelle B\_recul\_EJ.
- L'avance de l'éjecteur est exécutée par l'électrovanne Y56, ou par la commande manuelle B\_av\_EJ, à condition que le moule soit ouvert.

## **4.4 Le Grafcet de la presse d'injection :**

### **4.4.1 Grafcet du fonctionnement Automatique :**

Le mode automatique de l'injection sur la machine permet d'améliorer l'efficacité de la production en limitant les interventions humaines. Grâce à cette fonctionnalité, la machine peut

effectuer les cycles de production de façon continue et précise.

### Grafcet du fonctionnement Automatique (spécification) :

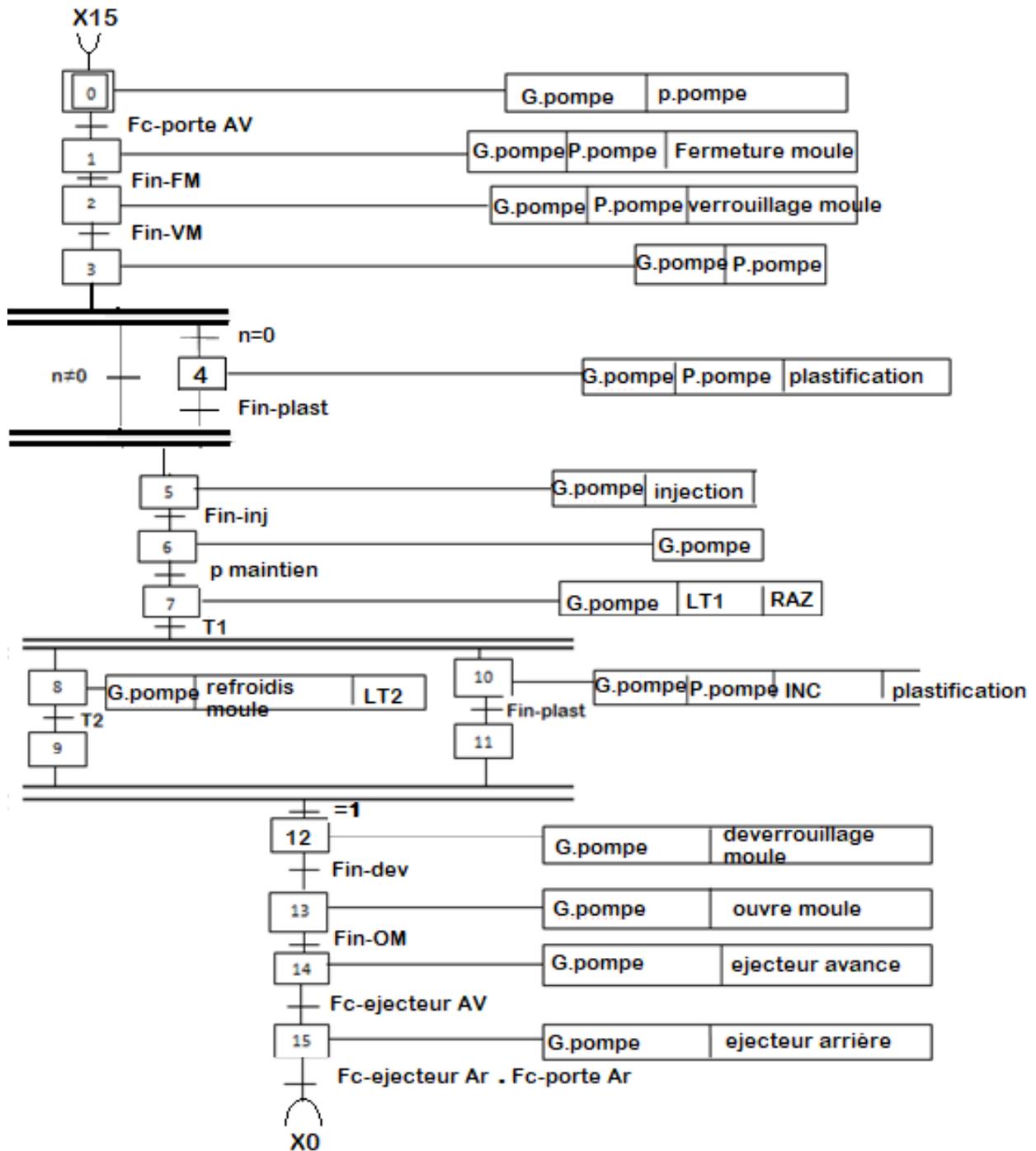


Fig. 4.1: Grafcet du fonctionnement Automatique (spécification).

Grafcet du fonctionnement Automatique (réalisation) :

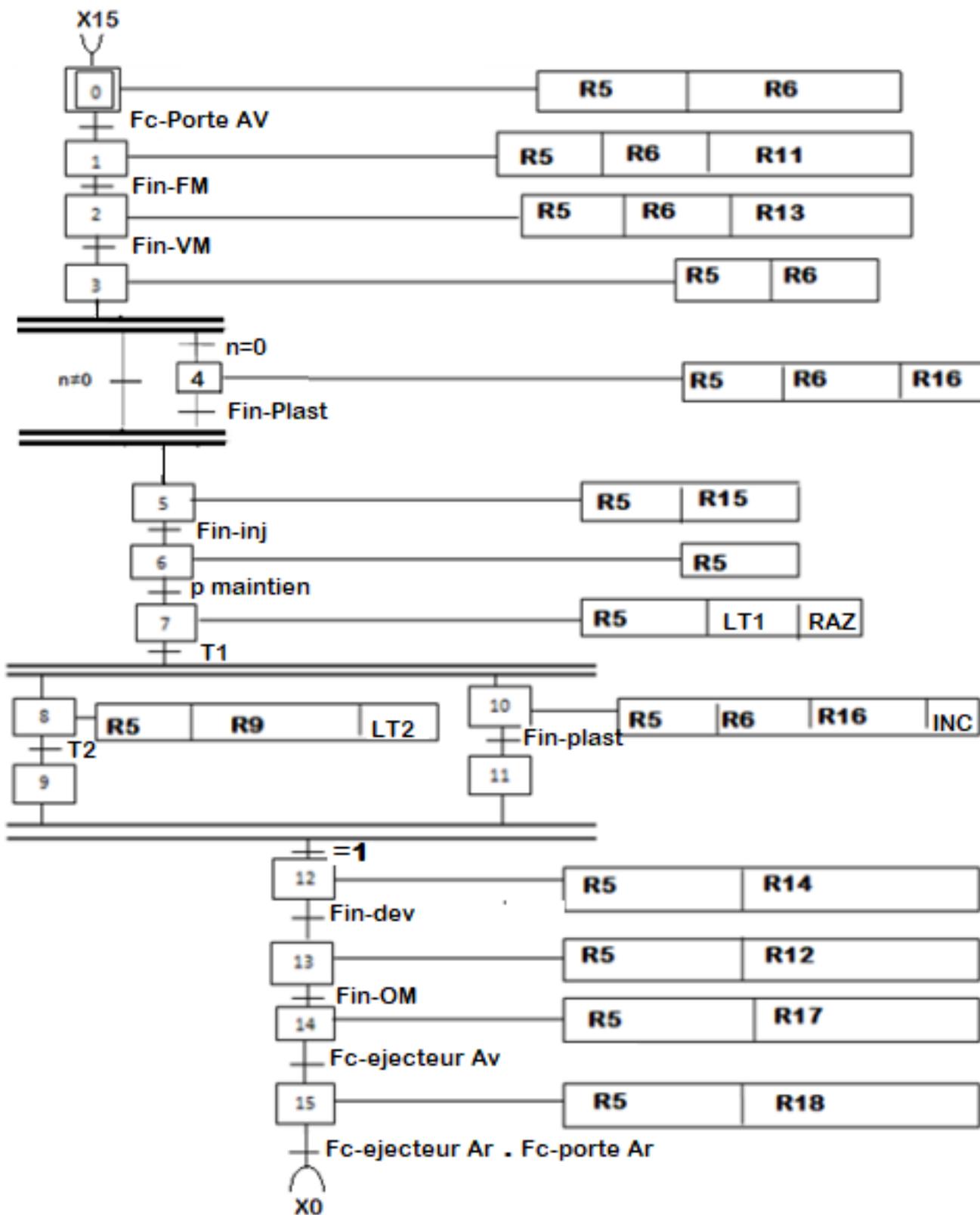


Fig. 4.2: Grafcet du fonctionnement Automatique (réalisation).

#### 4.4.2 Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique :

Le mode semi-automatique de la machine allie automatisé et intervention humaine. Dans cette configuration, certaines étapes du processus sont exécutées automatiquement, tandis que d'autres exigent une intervention manuelle.

#### Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (spécification) :

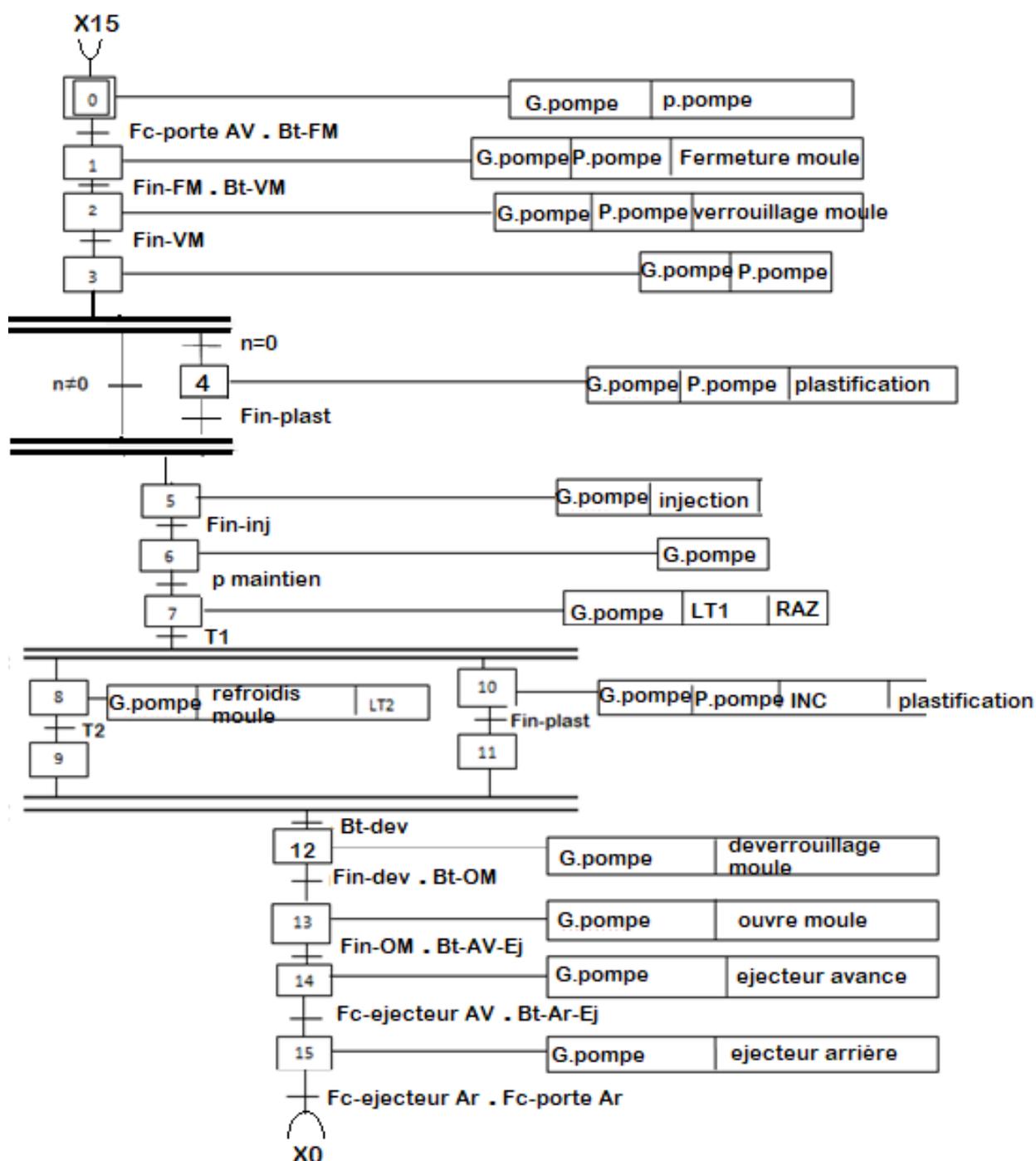


Fig. 4.3: Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (spécification).

### Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (réalisation) :

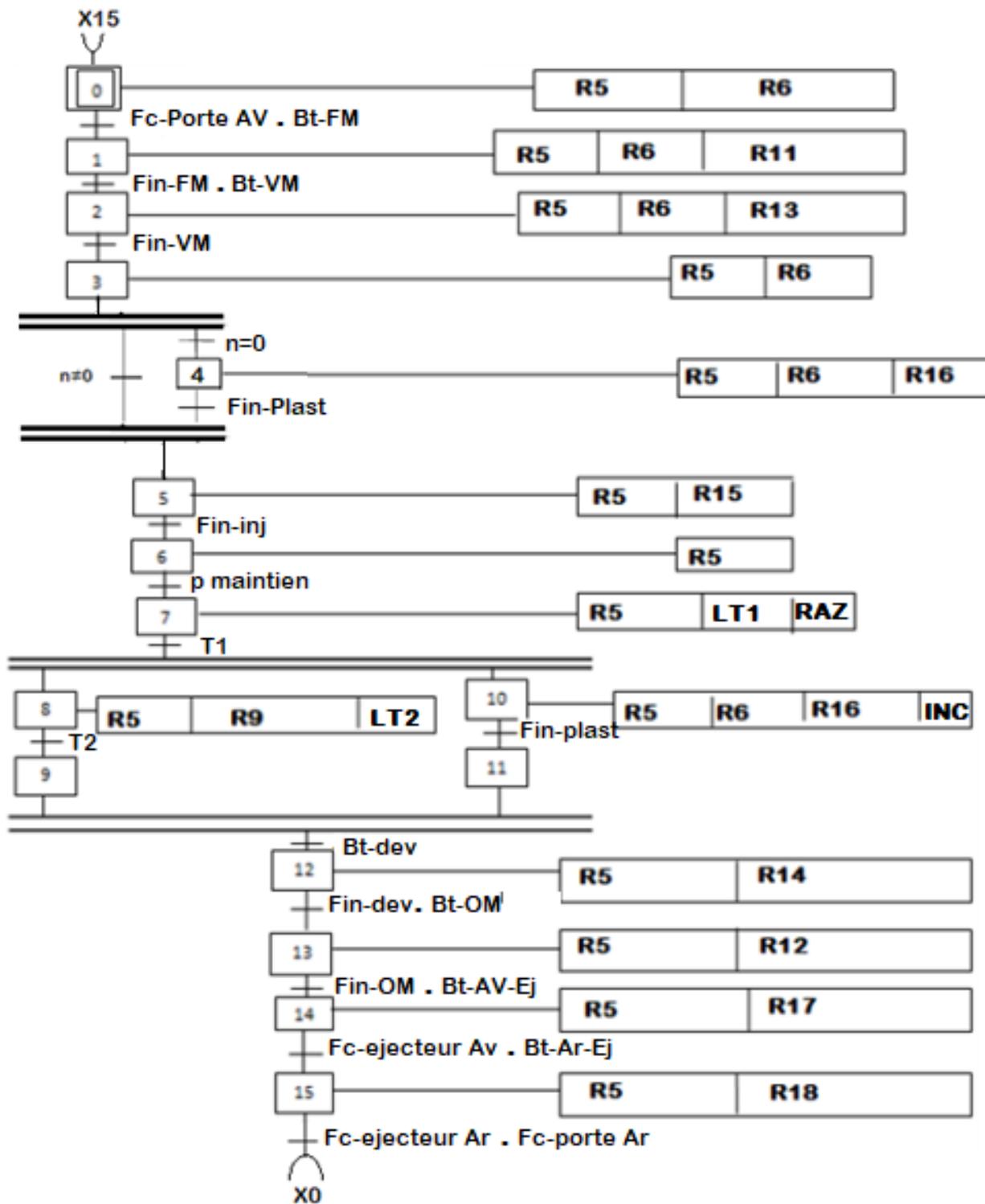


Fig. 4.4: Grafcet du fonctionnement Semi-Automatique (réalisation).

### 4.4.3 Tableau des mnémoniques :

Nous cherchons à conserver le même adressage des variables que celui utilisé actuellement par la machine, afin que lorsque l'usine souhaite changer le PLC pour un Siemens, cela soit facile. (Annex B)

	Etat	Mnémonique ▲	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Arret	E 1.3	BOOL	
2		Auto	E 0.0	BOOL	
3		Bt Ar Ej	E 0.4	BOOL	
4		Bt Ar U_inj	E 0.6	BOOL	
5		Bt Av Ej	E 0.3	BOOL	
6		Bt Av U_inj	E 0.5	BOOL	
7		Bt DevM	E 1.5	BOOL	
8		Bt FM	E 1.0	BOOL	
9		Bt Injection	E 1.1	BOOL	
10		Bt OM	E 0.7	BOOL	
11		Bt Plastification	E 1.2	BOOL	
12		Bt VM	E 1.4	BOOL	
13		CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
14		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
15		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
16		D1	PEW 312	INT	
17		D2	PEW 314	INT	
18		D3	PEW 316	INT	
19		D4	PEW 318	INT	
20		fin ar u_inj	M 4.1	BOOL	
21		fin av u_inj	M 4.0	BOOL	
22		fin devm	M 4.5	BOOL	
23		fin fm	M 4.2	BOOL	
24		fin injection	M 4.6	BOOL	
25		fin maintien	M 5.0	BOOL	
26		fin om	M 4.3	BOOL	
27		fin plastification	M 4.7	BOOL	
28		fin ref	M 5.1	BOOL	
29		fin vm	M 4.4	BOOL	

Tab. 4.1: Tableau des mnémoniques-partie1-

	Etat	Mnémonique <sup>△</sup>	Opérande	Type de d	Commentaire
30		finc_ej AR	E 4.1	BOOL	
31		FINC_Ej AV	E 4.0	BOOL	
32		FINC_P Ar	E 1.6	BOOL	
33		FINC_P Av	E 1.7	BOOL	
34		marche r1	M 6.0	BOOL	
35		marche r2	M 6.1	BOOL	
36		marche r3	M 6.2	BOOL	
37		marche r4	M 6.3	BOOL	
38		n_bar	M 2.1	BOOL	
39		n=0	M 2.0	BOOL	
40		P1	PEW 304	INT	
41		P2	PEW 306	INT	
42		P3	PEW 308	INT	
43		P4	PEW 310	INT	
44		p5	PEW 336	INT	
45		r1	A 4.0	BOOL	
46		R1 P	A 0.4	BOOL	
47		R10	A 1.4	BOOL	
48		R11	A 5.0	BOOL	
49		R12	A 5.1	BOOL	
50		R13	A 5.2	BOOL	
51		R14	A 5.3	BOOL	
52		R15	A 5.4	BOOL	
53		R16	A 5.5	BOOL	
54		R17	A 5.6	BOOL	
55		R18	A 5.7	BOOL	
56		r2	A 4.1	BOOL	
57		R2 T	A 0.6	BOOL	
58		r3	A 4.2	BOOL	

Tab. 4.2: Tableau des mnémoniques-partie2-.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
59		R3 E	A 0.7	BOOL	
60		r4	A 4.3	BOOL	
61		R5	A 0.2	BOOL	
62		R6	A 0.3	BOOL	
63		R7	A 0.5	BOOL	
64		R8	A 1.2	BOOL	
65		R9	A 1.3	BOOL	
66		reset	E 4.2	BOOL	
67		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
68		Semi Auto	E 0.1	BOOL	
69		Start Moteur	E 0.2	BOOL	
70		T_H	M 6.5	BOOL	
71		T1_maintien	T 1	TIMER	
72		T2_ref	T 2	TIMER	
73		T3	T 3	TIMER	
74		Tc	M 5.7	BOOL	
75		tc1	PEW 288	INT	
76		tc2	PEW 290	INT	
77		tc3	PEW 292	INT	
78		tc4	PEW 294	INT	
79		TH	PEW 296	INT	
80		UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
81		vanne prop_press...	PAW 320	WORD	vanne prop_ression 1
82		vanne prop_press...	PAW 352	WORD	vanne prop_ression 2
83		vanne prop_press...	PAW 354	WORD	vanne prop_ression 3
84		vanne prop_press...	PAW 356	WORD	vanne prop_ression 4
85		vanne prop_press...	PAW 322	WORD	vanne prop_ression MH
86		x0	M 700.0	BOOL	
87		x1	M 700.1	BOOL	

Tab. 4.3: Tableau des mnémoniques-partie3-

88		x10	M	701.2	BOOL	
89		x11	M	701.3	BOOL	
90		x12	M	701.4	BOOL	
91		x13	M	701.5	BOOL	
92		x14	M	701.6	BOOL	
93		x15	M	701.7	BOOL	
94		x16	M	702.0	BOOL	
95		x2	M	700.2	BOOL	
96		x3	M	700.3	BOOL	
97		x4	M	700.4	BOOL	
98		x5	M	700.5	BOOL	
99		x6	M	700.6	BOOL	
100		x7	M	700.7	BOOL	
101		x8	M	701.0	BOOL	
102		x9	M	701.1	BOOL	

Tab. 4.4: Tableau des mnémoniques-partie4-

## 4.5 Partie de programme avec Step7:

### 4.5.1 Fonctions de Programme dans OB1:

La fonction Fc1 contient les capteurs de distance et Fc2 contient les fins des phases de cycle d'injection.

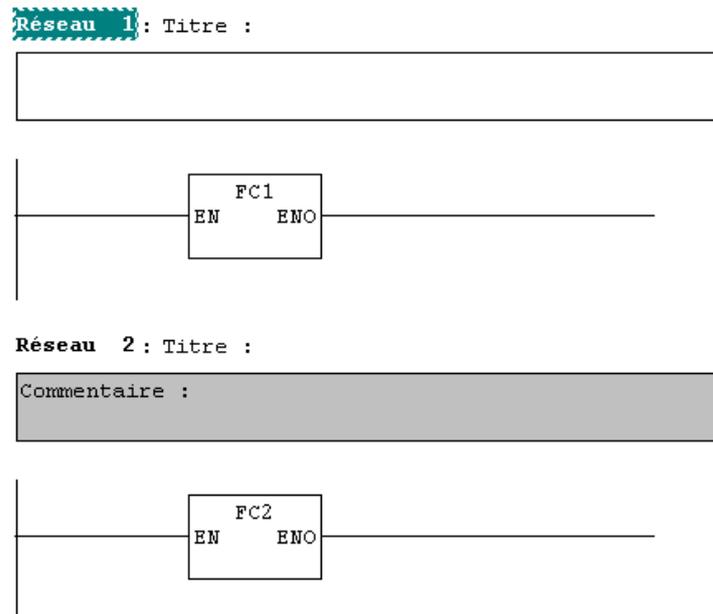
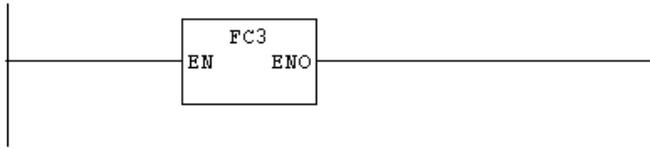


Fig. 4.5: Fonction Fc1 et Fc2 .

La fonction Fc3 contient le capteur de température "thermocouple" et Fc4 contient le moteur de la pompe.

Réseau 3 : Titre :

Commentaire :



Réseau 4 : Titre :

Commentaire :

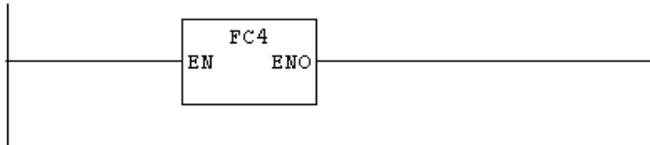
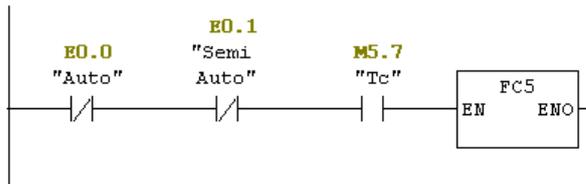


Fig. 4.6: Fonction Fc3 et Fc4 .

La fonction Fc5 contient le mode manuel et Fc6 contient le mode automatique.



Réseau 6 : Titre :

Commentaire :

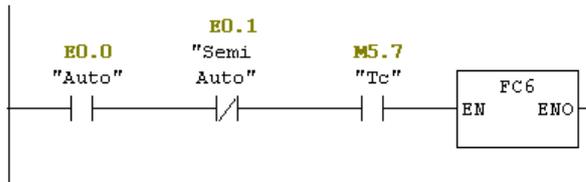


Fig. 4.7: Fonction Fc5 et Fc6 .

La fonction Fc7 contient le mode semi-automatique.

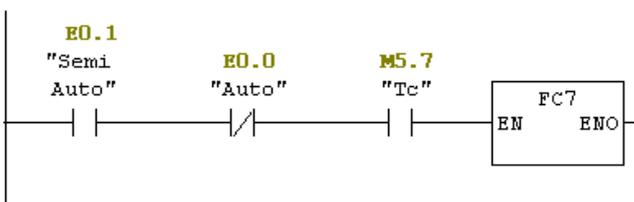


Fig. 4.8: Fonction Fc7 .

## 4.5.2 Fonction FC1:

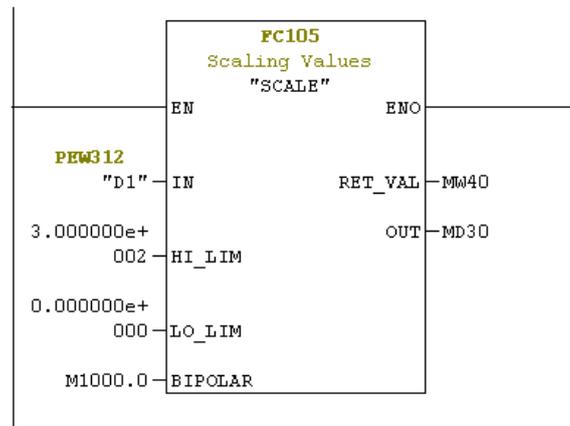


Fig. 4.9: La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de distance d1.

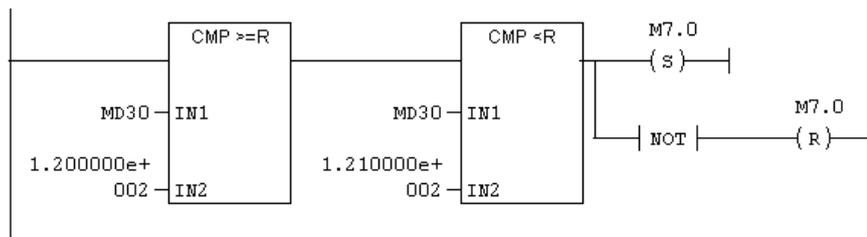


Fig. 4.10: La Comparaison de la distance mesurée par le capteur d1 .

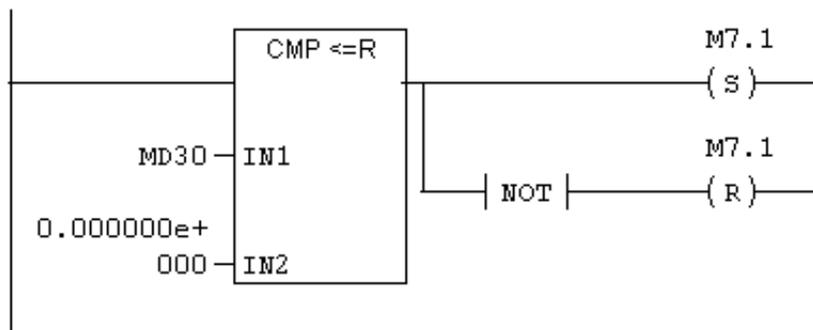


Fig. 4.11: La Comparaison de la distance mesurée par le capteur d1 .

### 4.5.3 Fonction FC2 :

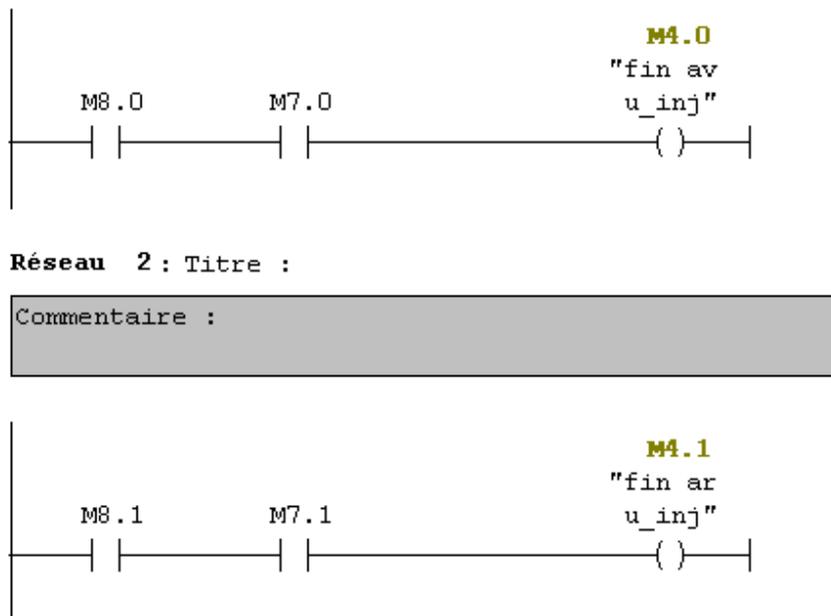


Fig. 4.12: Programmation des Fins Avant (AV) et Arrière (AR) de l'Unité d'Injection.

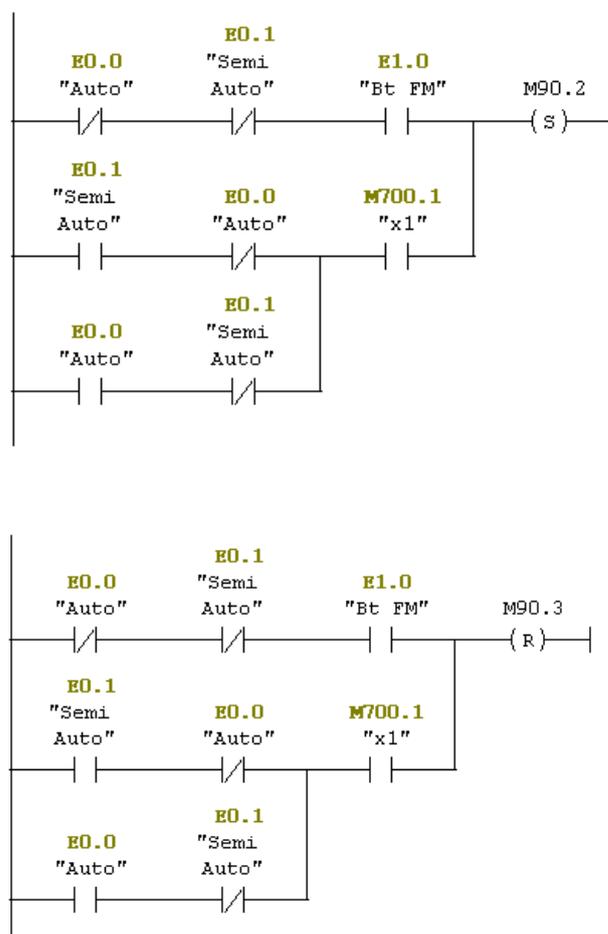


Fig. 4.13: Programme pour forcer la fermeture du moule par le bouton fermeture moule "Bt FM" en mode manuel et par l'état "X1" en modes automatique et semi-automatique.

#### 4.5.4 Fonction FC3:

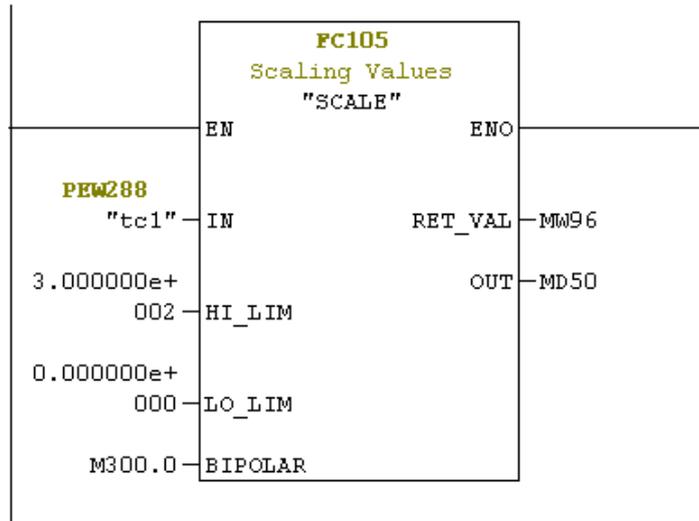


Fig. 4.14: La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de température "Thermocouple" TC1 pour mesurer la température de la résistance de la Zone 1.

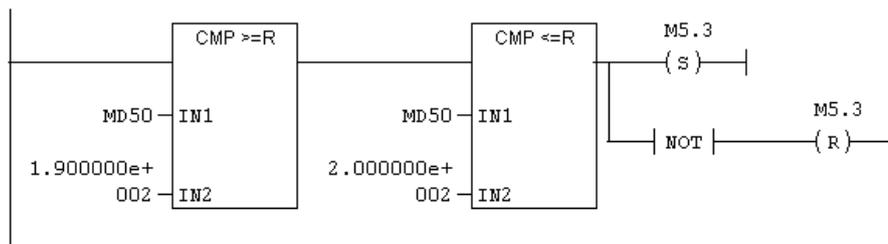


Fig. 4.15: La comparaison de la température mesurée par le thermocouple .

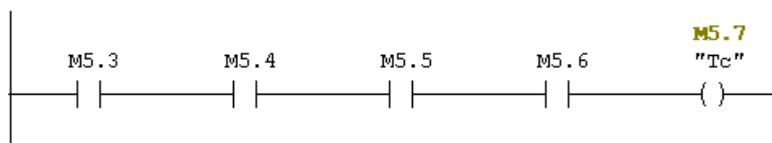


Fig. 4.16: Vérification de la Température des Quatre Résistances dans la Plage de Consigne.

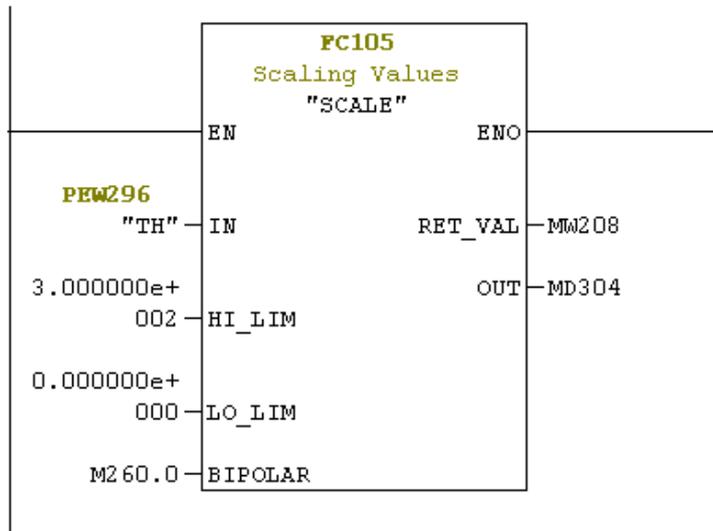


Fig. 4.17: La Mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de température "Thermocouple" TH pour mesurer la température de l'huile.

Commentaire :

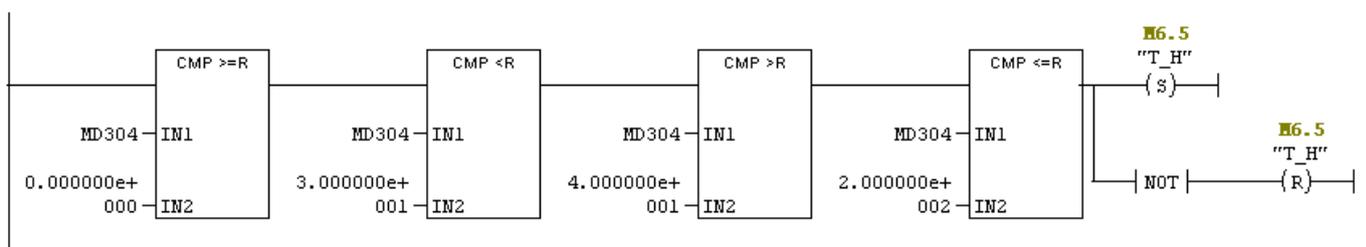


Fig. 4.18: La comparaison de la température mesurée par le thermocouple .

### 4.5.5 Fonction FC4:

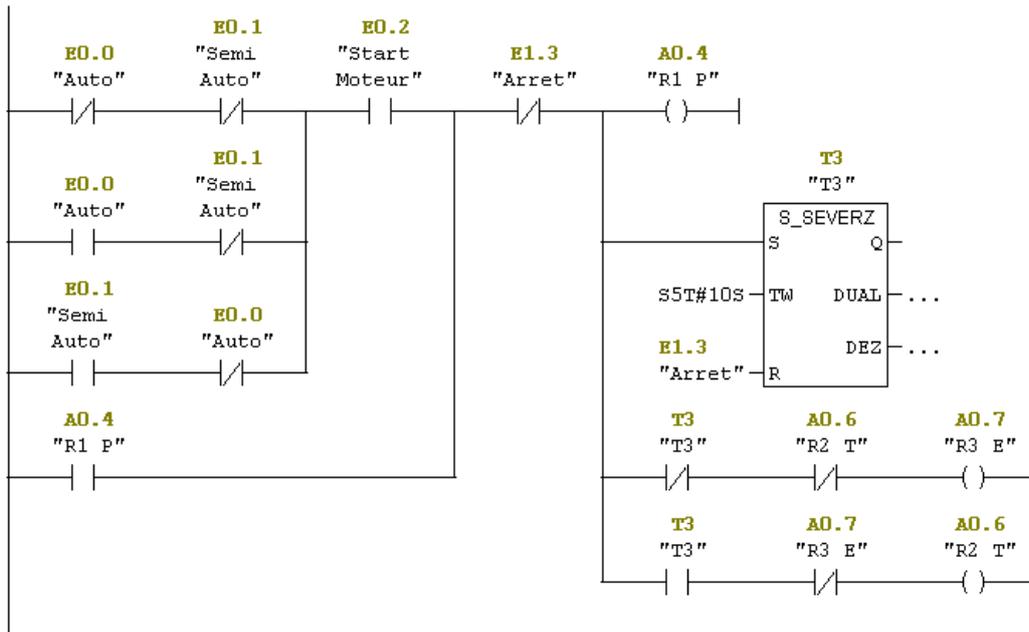


Fig. 4.19: Le moteur électrique.

### 4.5.6 Fonction FC5:

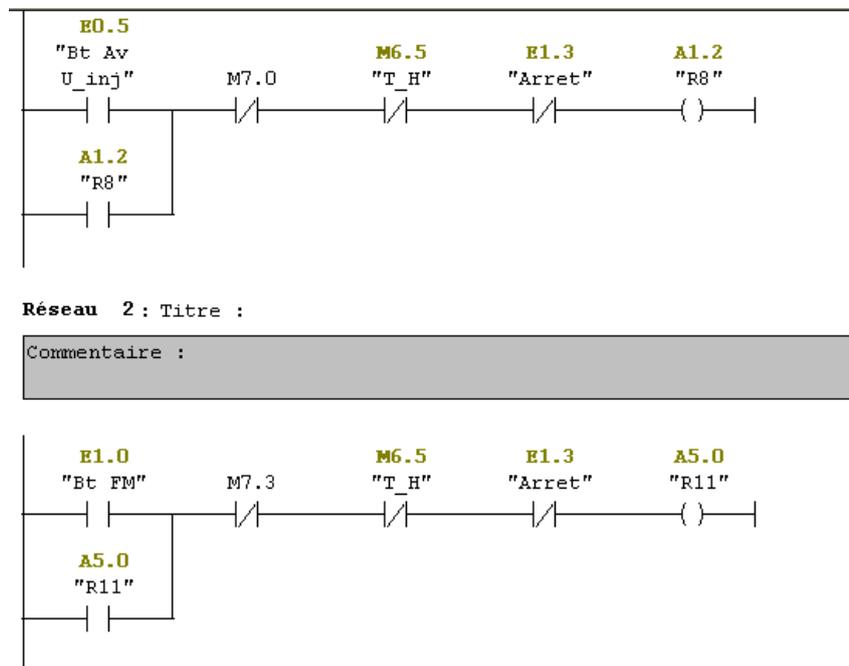
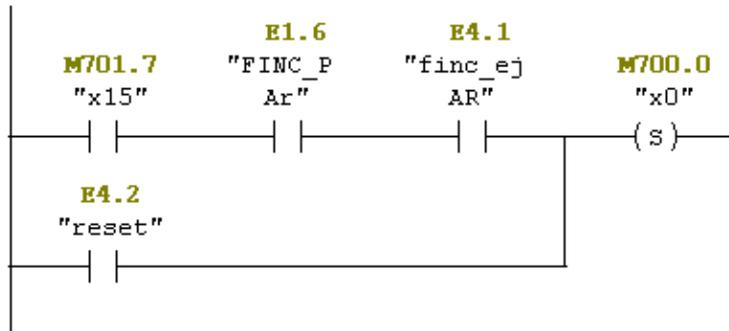


Fig. 4.20: Programme en mode manuel : avance de l'unité d'injection et fermeture du moule.

#### 4.5.7 Fonction FC6:



Réseau 2 : Titre :

Commentaire :

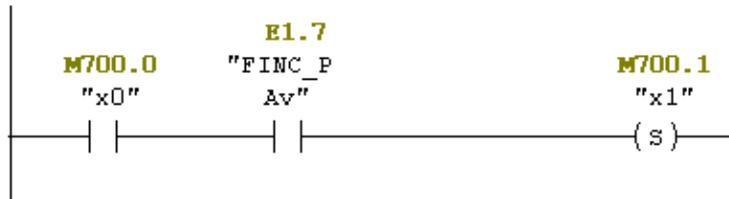


Fig. 4.21: Programme en mode automatique : activation des étapes 0 et 1.

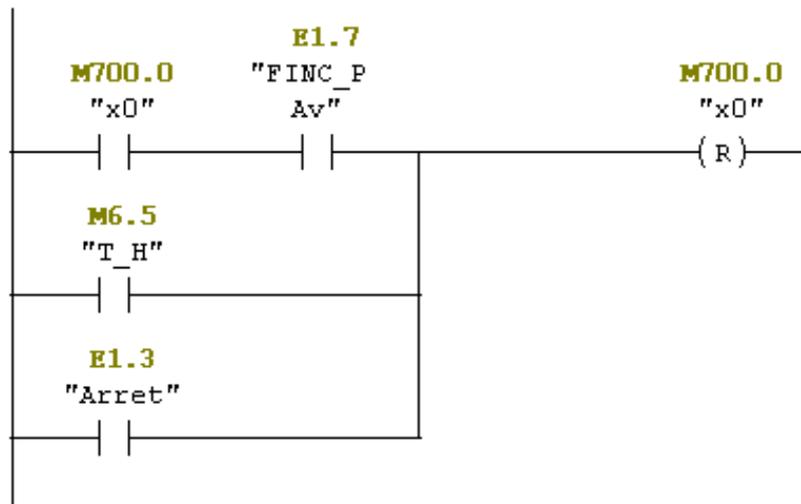


Fig. 4.22: Programme en mode automatique : désactivation de l'étape 0.

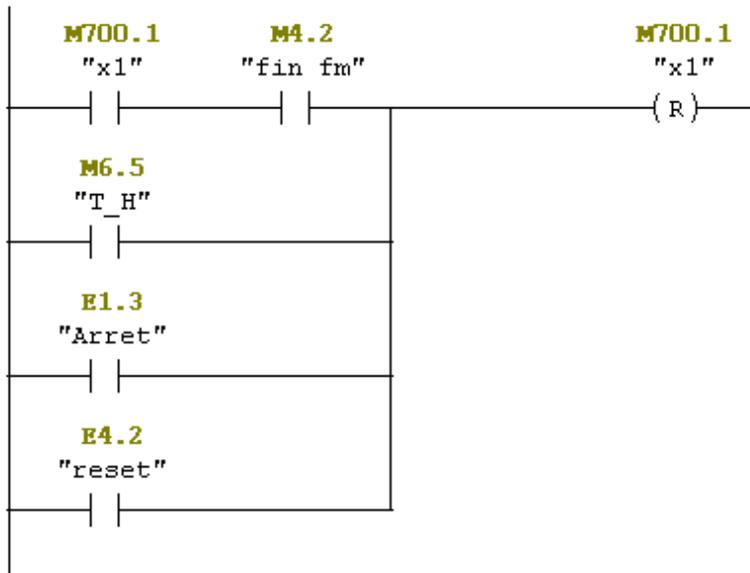
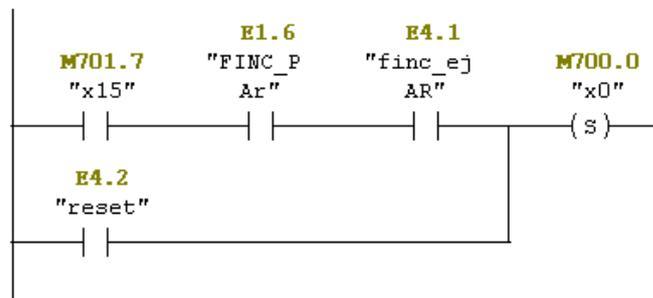


Fig. 4.23: Programme en mode automatique : désactivation de l'étape 1.

#### 4.5.8 Fonction FC7:



Réseau 2 : Titre :

Commentaire :

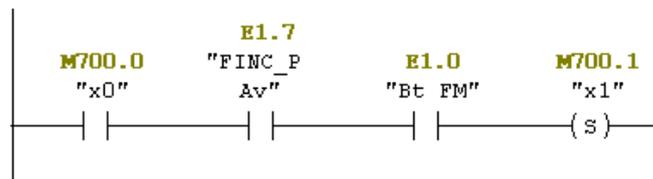


Fig. 4.24: Programme en mode semi-automatique : activation des étapes 0 et 1.

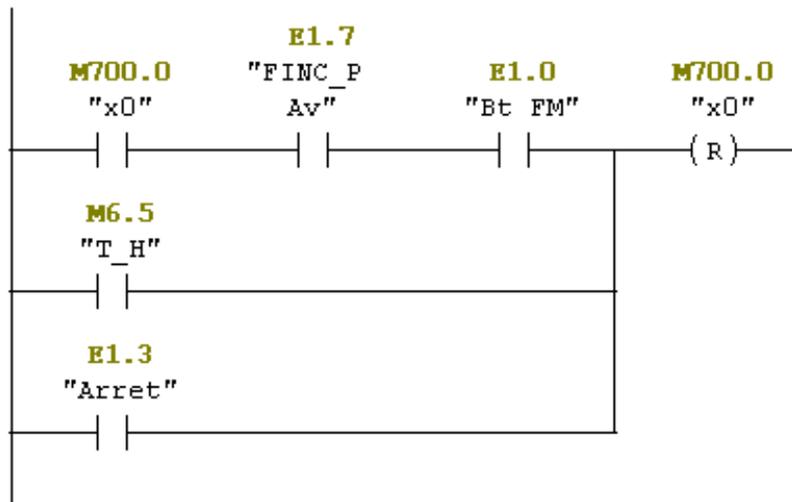


Fig. 4.25: Programme en mode semi-automatique : désactivation de l'étape 0.

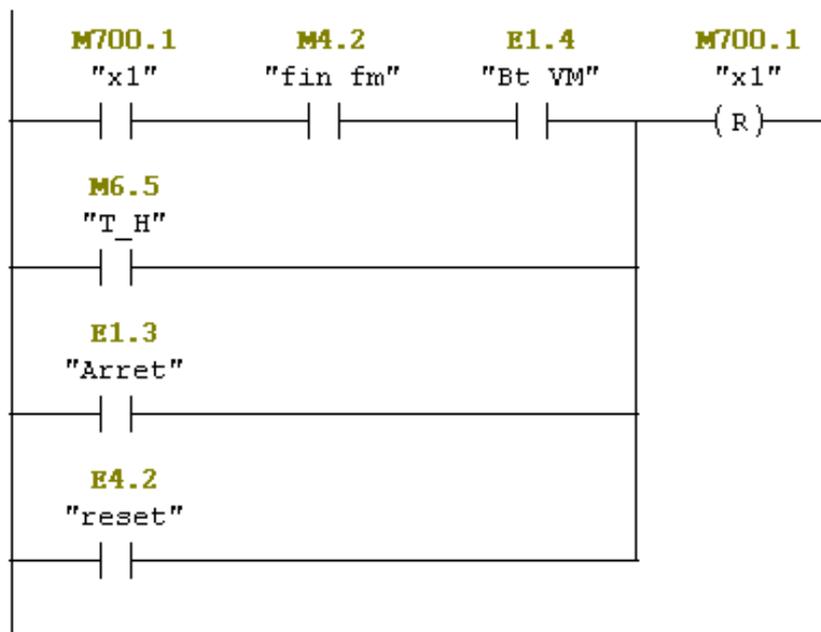


Fig. 4.26: Programme en mode semi-automatique : désactivation de l'étape 1.

#### 4.5.9 Bloc OB35:

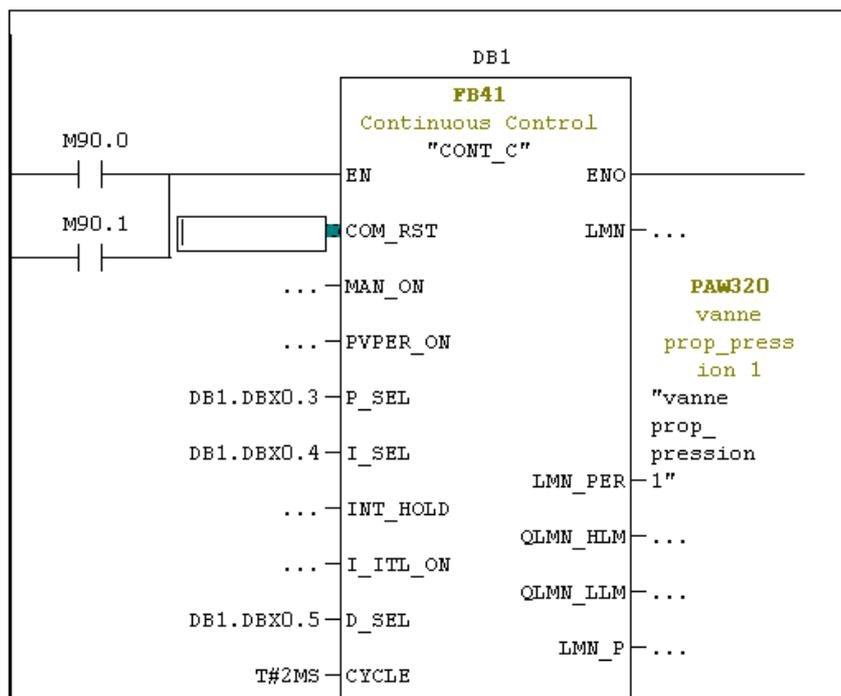


Fig. 4.27: Programmation PID d'avance et recul de l'unité d'injection.

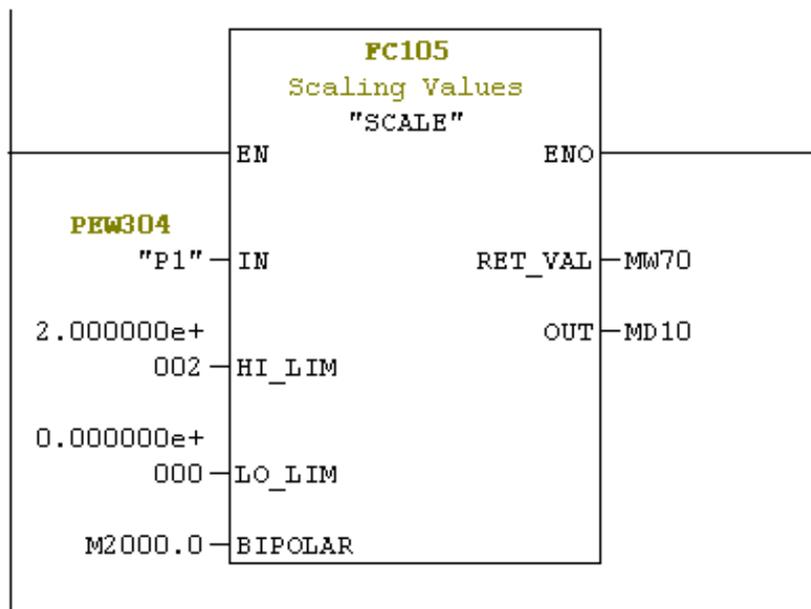
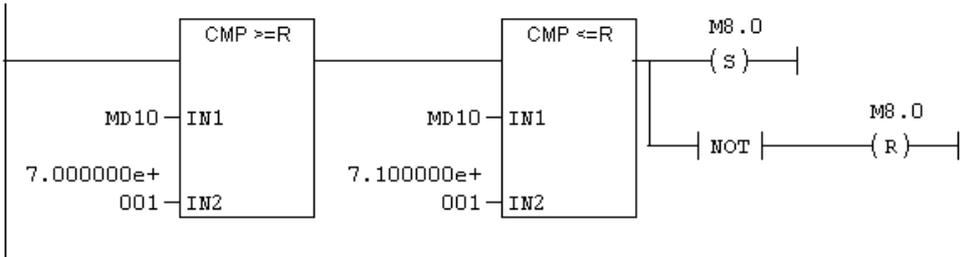


Fig. 4.28: La mise à l'échelle de l'entrée analogique pour le capteur de pression P1 permet de mesurer la pression du vérin lors de l'avance et du recul de l'unité d'injection .

Réseau 4 : Titre :

Commentaire :



Réseau 5 : Titre :

Commentaire :

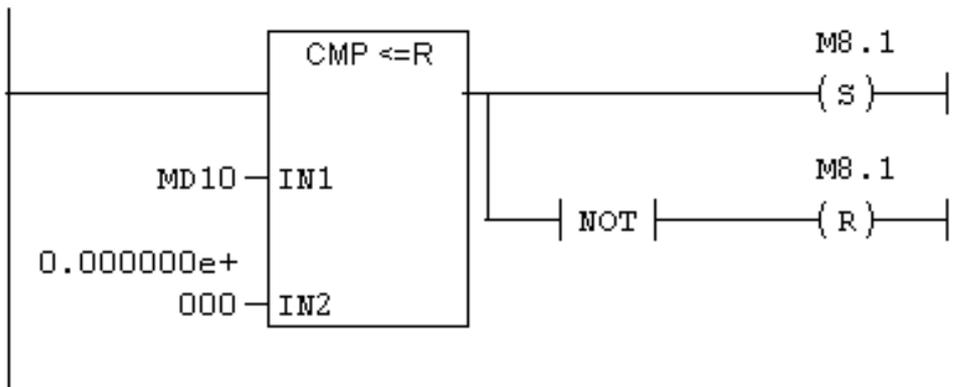


Fig. 4.30: La comparaison de la pression mesurée par le capteur de pression P1 .

#### 4.5.10 Supervision de la machine presse d'injection plastique :

La recherche et le développement de notre travail nous ont conduit à envisager la création d'une plateforme de supervision pour la presse d'injection horizontale de marque RICO, type D 6584 001.

Cette plateforme est développée sous le logiciel WINCC.

Elle est composée de vues permettant une visualisation dynamique des entrées/sorties, afin de contrôler le bon fonctionnement de la presse d'injection et de détecter éventuellement une alarme.

##### Vue Menu :

Vue du menu où l'on peut visualiser la température dans les quatre zones de vis, la température de l'huile, et en bas, il y a différents boutons pour basculer entre les vues différentes.

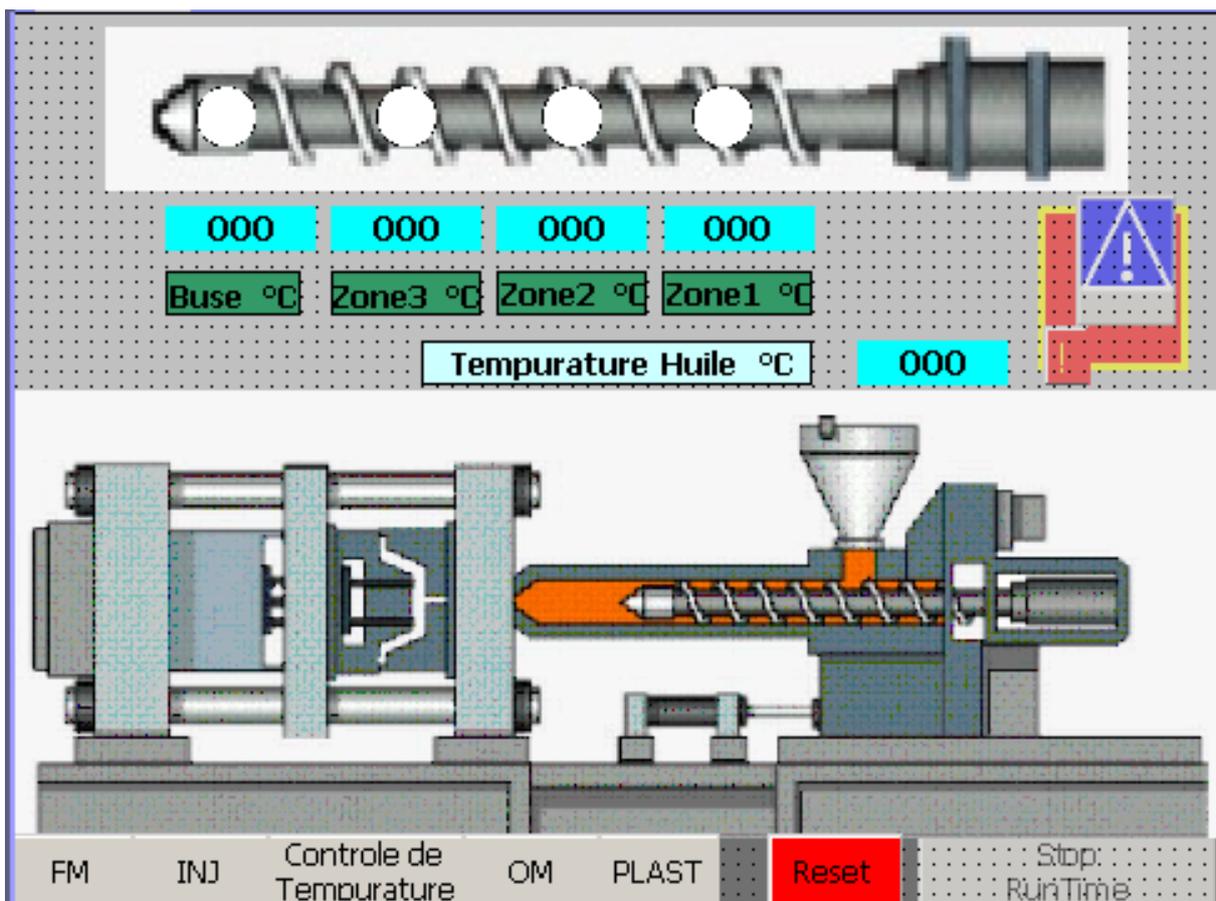


Fig. 4.31: Vue Menu.

# Vue contrôle de température :

Vue Contrôle de température : il y a quatre boutons importants pour allumer les quatre résistances qui entourent le fourreau.

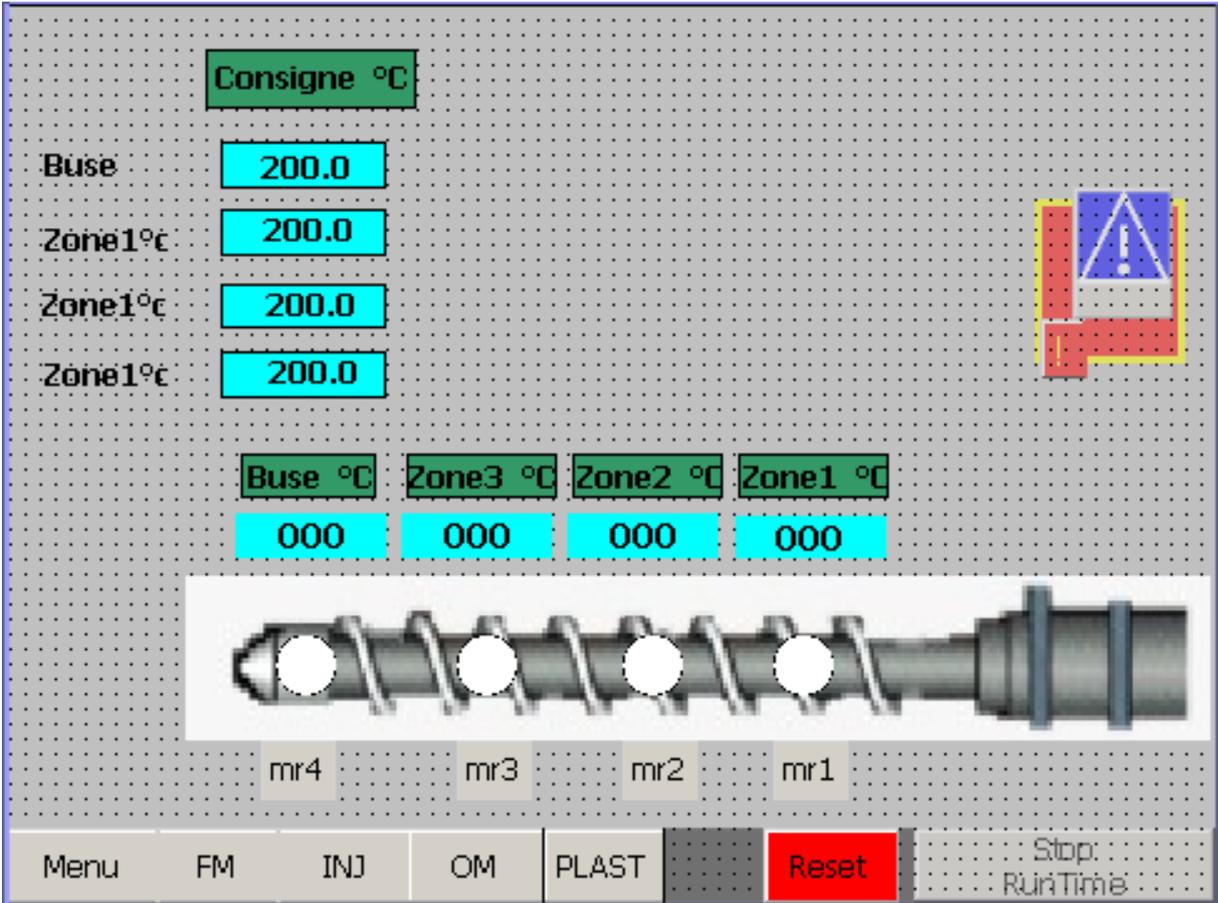


Fig. 4.32: Vue contrôle de température.

## Vue Fermeture Moule :

Vue Fermeture Moule : dans cette vue, on peut visualiser la pression et la position du vérin de fermeture du moule. Pour différentes plages de distance, il y a une consigne de pression qui change.

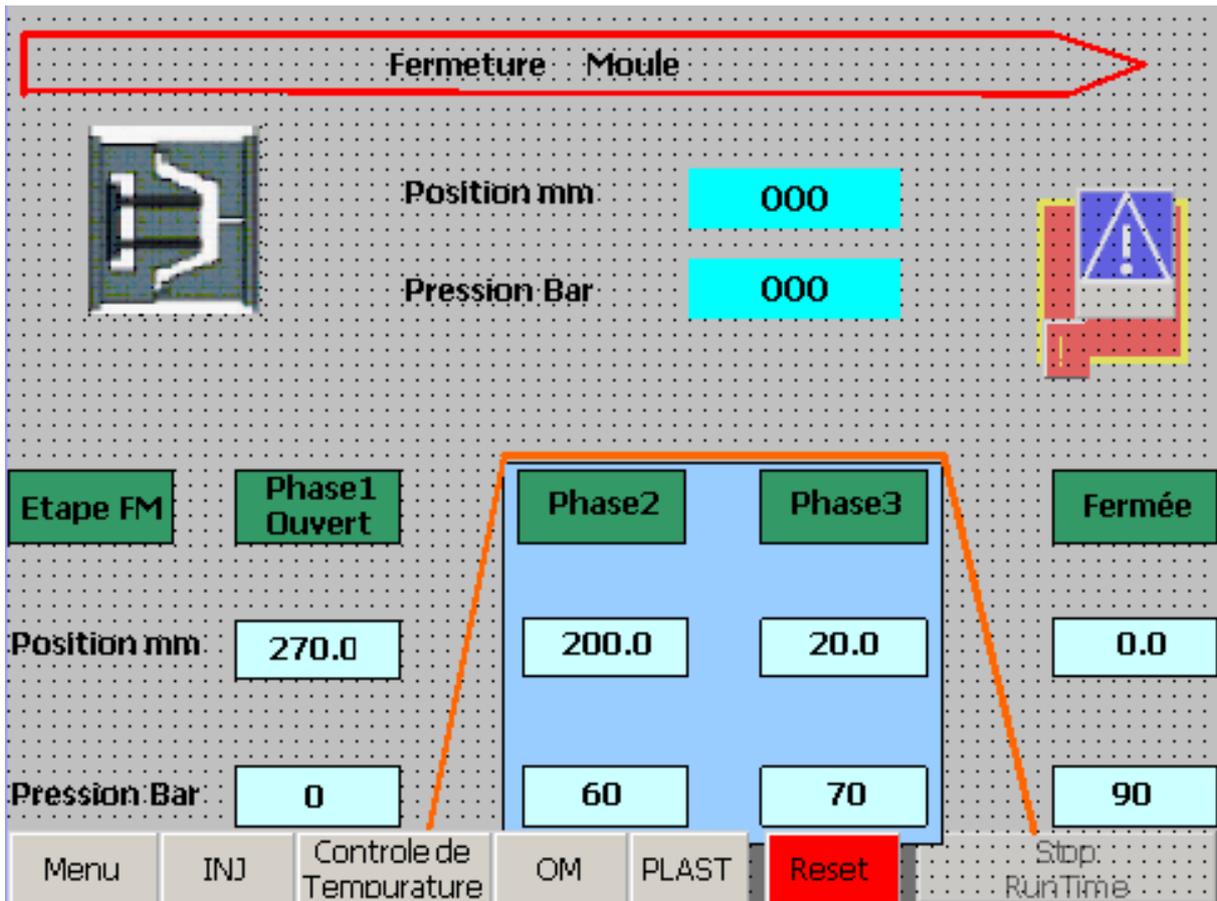


Fig. 4.33: Vue Fermeture Moule.

## Vue Plastification :

Vue Plastification : dans cette vue, on peut visualiser la pression et la position du vérin de plastification du moule. Pour différentes plages de distance, il y a une consigne de pression qui change.

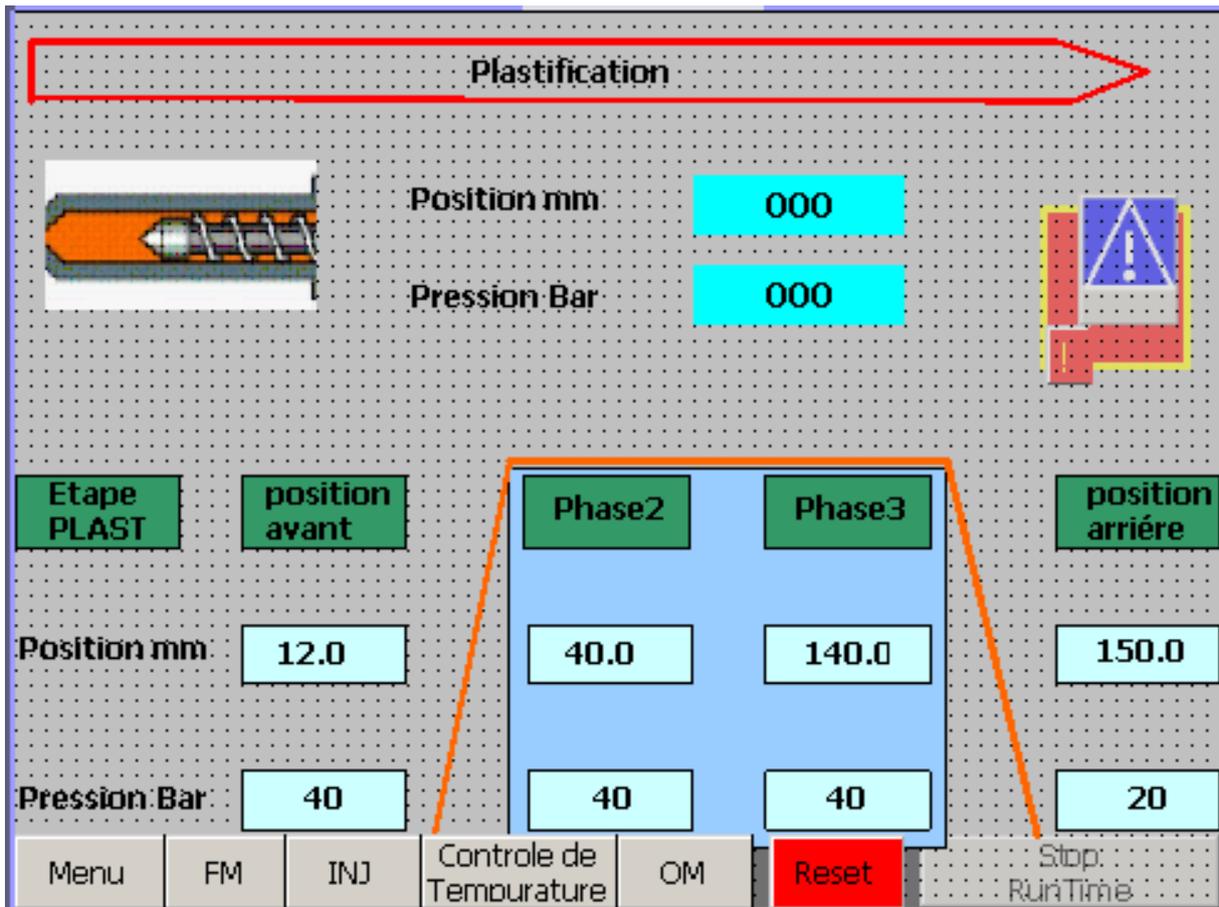


Fig. 4.34: Vue Plastification.

## Vue Ouverture Moule :

Vue Ouverture Moule : dans cette vue, on peut visualiser la pression et la position du vérin de Ouverture du moule. Pour différentes plages de distance, il y a une consigne de pression qui change

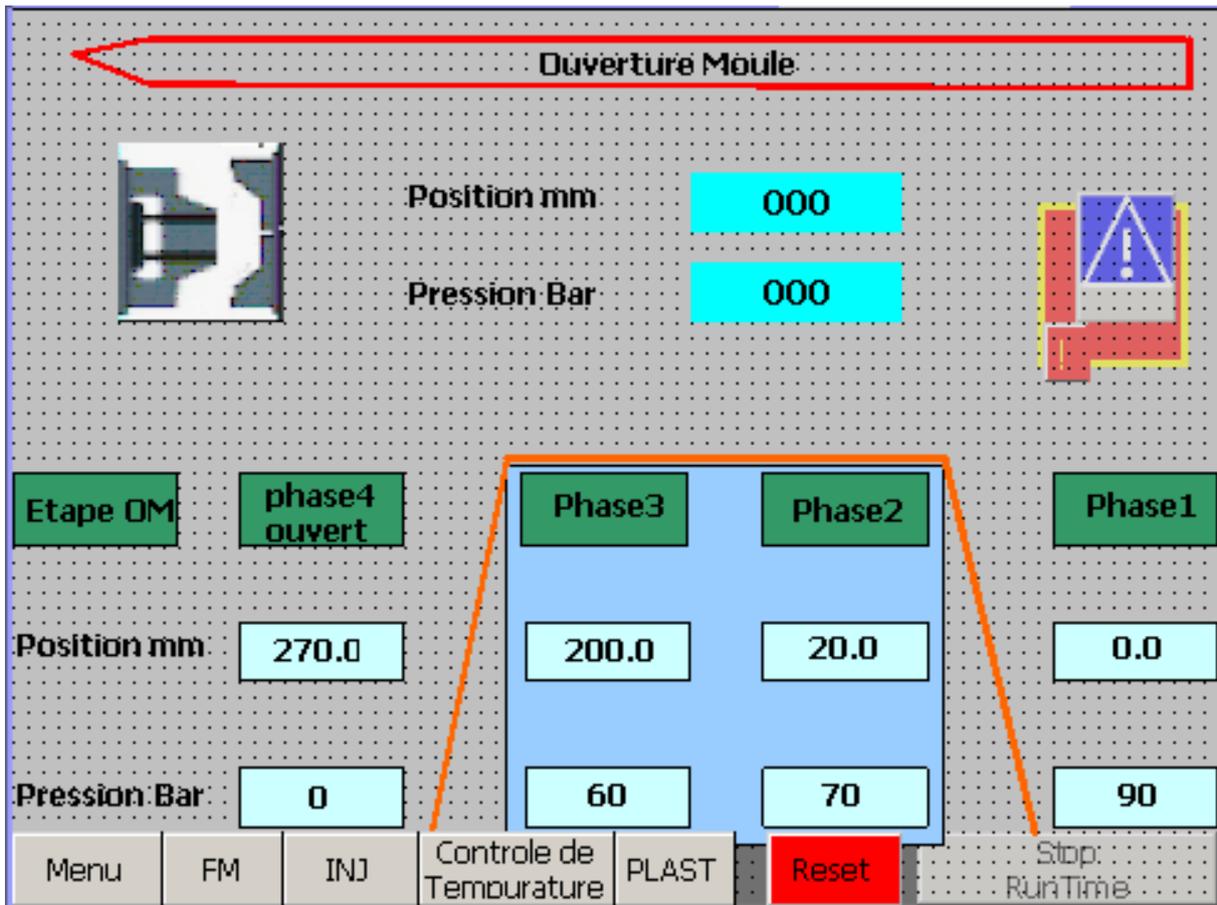


Fig. 4.35: Vue Ouverture Moule.

## Vue Injection :

Vue Injection : dans cette vue, on peut visualiser la pression et la position du vérin de Injection du moule. Pour différentes plages de distance, il y a une consigne de pression qui change.

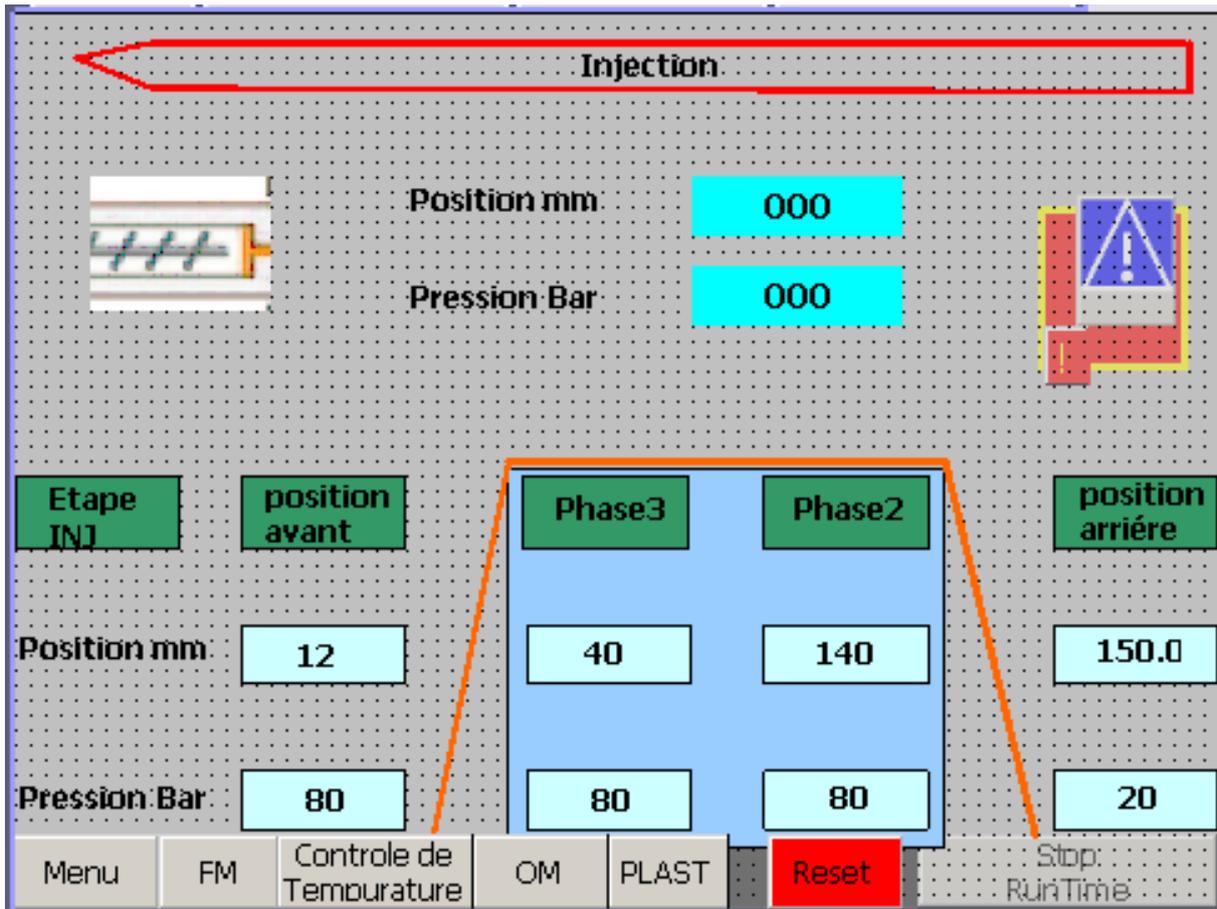


Fig. 4.36: Vue Injection.

## Vue Alarme :

Vue Alarme : si la température de l'huile dépasse 40 °C, l'alarme se déclenche. Pour l'arrêter, appuyez sur le bouton "Acquit" dans la vue d'alarme. Pour retourner à la vue précédente, appuyez sur "Retour".

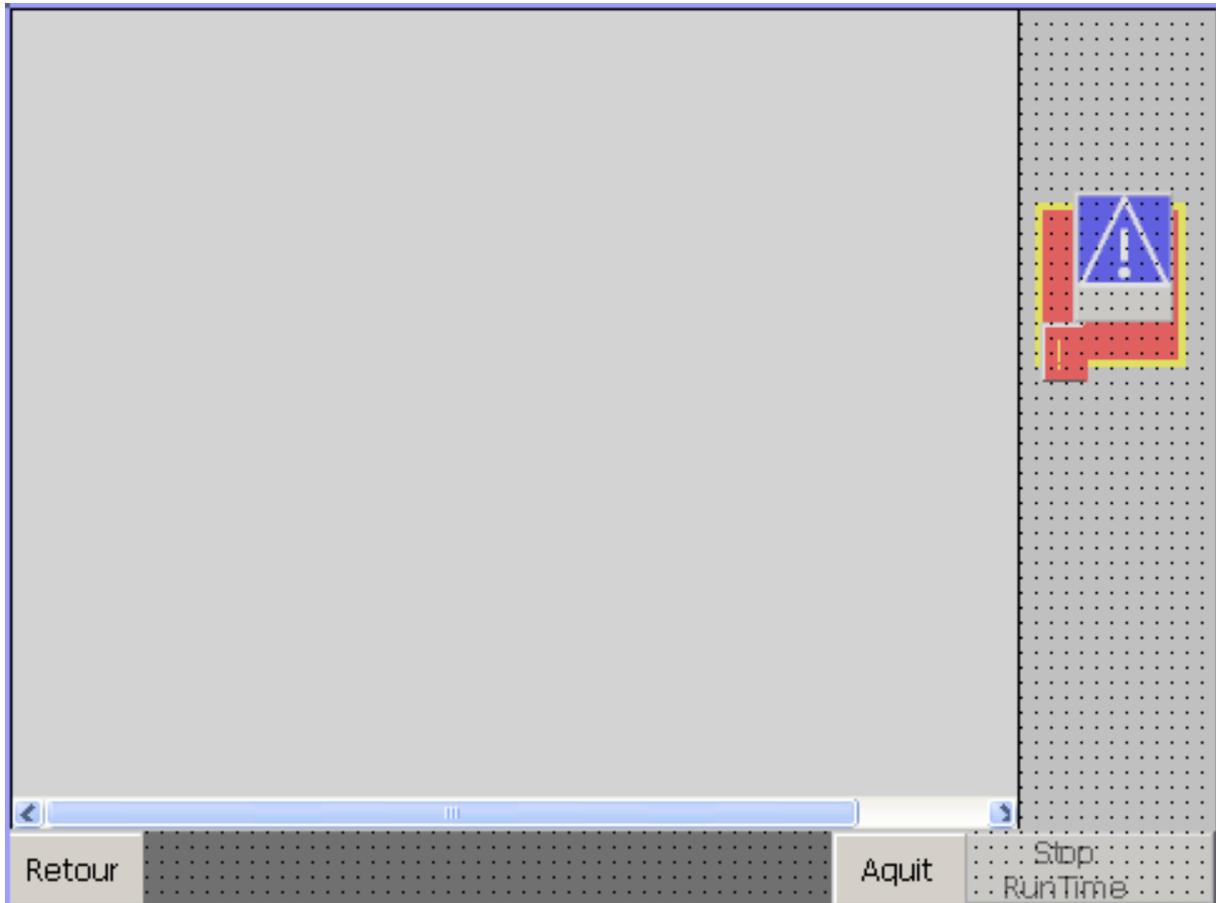


Fig. 4.37: Vue Alarme.

## 4.6 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vue d'ensemble du cahier des charges de la machine d'injection horizontale, que nous avons traduit en Grafset. Ceci afin de commander les différentes séquences de la presse d'injection ainsi que les modes manuel et automatique. Nous avons traduit le Grafset de la machine d'injection en utilisant le logiciel SIMATIC Step7. La validation de notre programme de commande, que nous avons développé, a été réalisée et simulée grâce au logiciel de simulation S7-PLSIM. Ce système d'automatisation industrielle et de programmation nous a permis d'apporter les modifications nécessaires pour concrétiser les commandes manuelle et automatique.

## Conclusion générale

Le projet d'automatisation de la machine d'injection plastique RICO D6584 001 à l'usine BCR de Bordj Menaiel, réalisé avec STEP7 pour la programmation et WinCC pour la supervision, a été une avancée majeure. Nous avons réussi à intégrer efficacement les modes de fonctionnement manuel, semi-automatique et automatique.

Cependant, nous avons rencontré un défi important : la presse d'injection est actuellement utilisée par un sous-traitant, ce qui a limité notre capacité à effectuer les tests nécessaires sur la machine réelle. Malgré cette contrainte, le travail accompli établit une base solide pour une future mise en œuvre complète dès que la machine sera disponible. Ce projet représente une avancée significative vers l'optimisation de nos processus de production, préparant ainsi l'usine à tirer pleinement parti des avantages de l'automatisation.

- **Robotique pour chargement/déchargement des moules** : Robots conçus pour manipuler les moules, optimisant la productivité et la qualité en accélérant les cycles d'injection.
- **Traitement des pièces injectées** : Dispositifs comme les décarotteuses, trieuses de pièces-carottes, convoyeurs automatiques pour trier, compter et stocker les pièces.
- **Montage, connexion, démontage et stockage des moules** : Équipements facilitant la manipulation rapide des moules sur les plateaux de presse, réduisant le temps de démarrage de la production.

Ces technologies répondent au besoin d'optimisation de la production et de qualité accrue des pièces, en utilisant des robots manipulateurs et divers dispositifs spécialisés.

**Proposition d'amélioration** : Pour maximiser l'utilisation de cette machine et augmenter la flexibilité de la production, il serait avantageux d'envisager des modifications pour permettre la fabrication d'autres produits en plastique. Par exemple, en ajustant les moules et les paramètres de la machine, il serait possible de produire une variété d'articles en plastique, ce qui pourrait diversifier les offres de l'entreprise et répondre à une demande plus large sur le marché.

# Bibliographie

- [01] 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.
- [02] 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.
- [03] Schwendiplasturgie injection 2008-2009.
- [04] SIEMENS, « Programmer avec STEP 7 », Réf. 6ES7810-4CA10-8CW0 SIMATIC, 2010.
- [05] P. JARGOT, « Langages de programmation pour API. Norme IEC 1131-3 », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8 030.
- [06] SIEMENS, « S7-PLCSIM », Réf. A5E00425540-01, SIMATIC 2005.
- [07] SIEMENS, « WinCC flexible 2008 Mise en route – Débutants », Réf. A5E00279568-04, SIMATIC, 2008.
- [08] BEAUCHAMP, Yves, Anh Dung Ngô, Guillaume Yengue et Conrad Trudel. « Les problèmes de sécurité associés à l'utilisation des presses à injecter les plastiques », in Actes du 15 Congrès de l'Association pour l'Hygiène Industrielle au Québec, 1993, p. 26-33.
- [09] AYAB Ahmed, KHIAR Ilyes, « Etude et réalisation de la supervision de l'alimentation du siège OTA », projet de fin d'étude, Ecole Nationale Polytechnique, Juin 2014.
- [10] MAHOUR Saoussane, « Automatisation d'une ligne de traitement de surface », projet de fin d'étude, Ecole Nationale Polytechnique, 2015.
- [11] (Intertek Inform | Faster to Market).
- [12] (Intertek Inform | BSI Group).
- [13] (Intertek Inform | AFNOR Boutique).
- [14] (Intertek Inform | CE Marking Help).

# Annexe A :Schémas de la machine d'injection plastique.

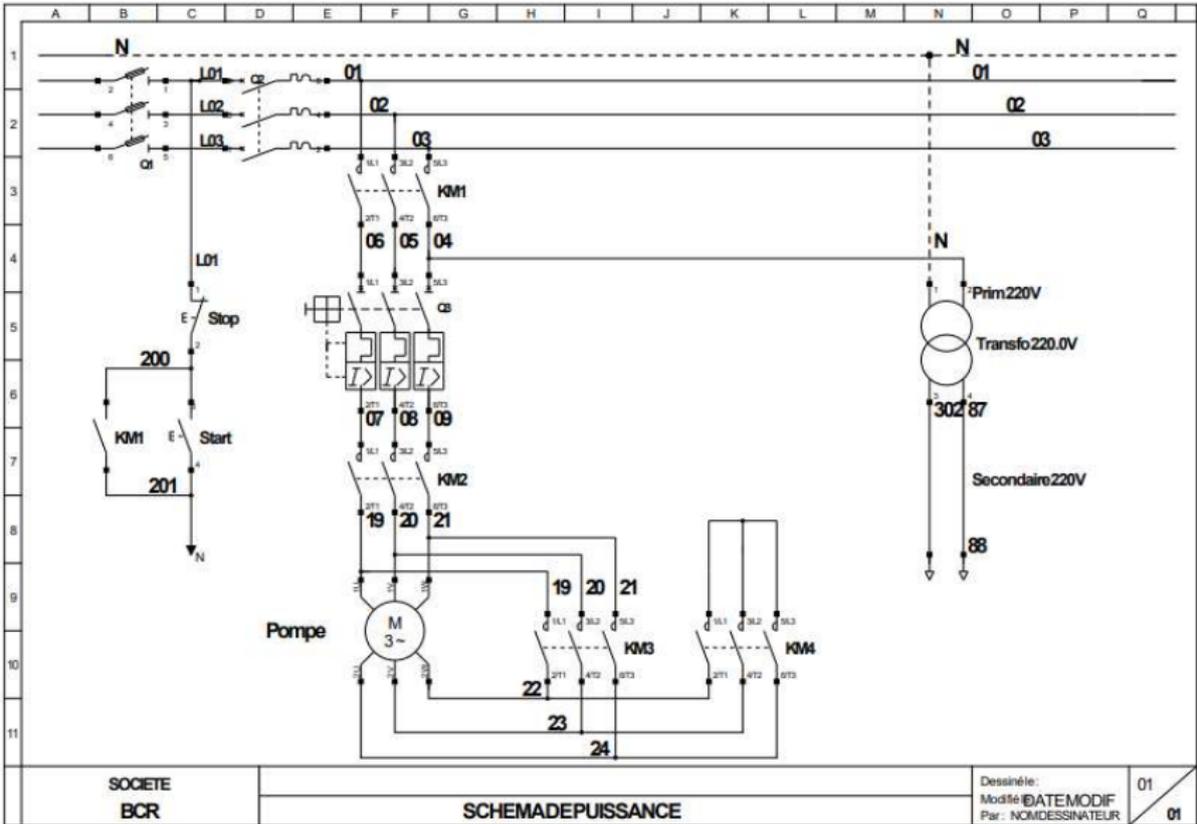


Fig. 38: Schémas de puissance.

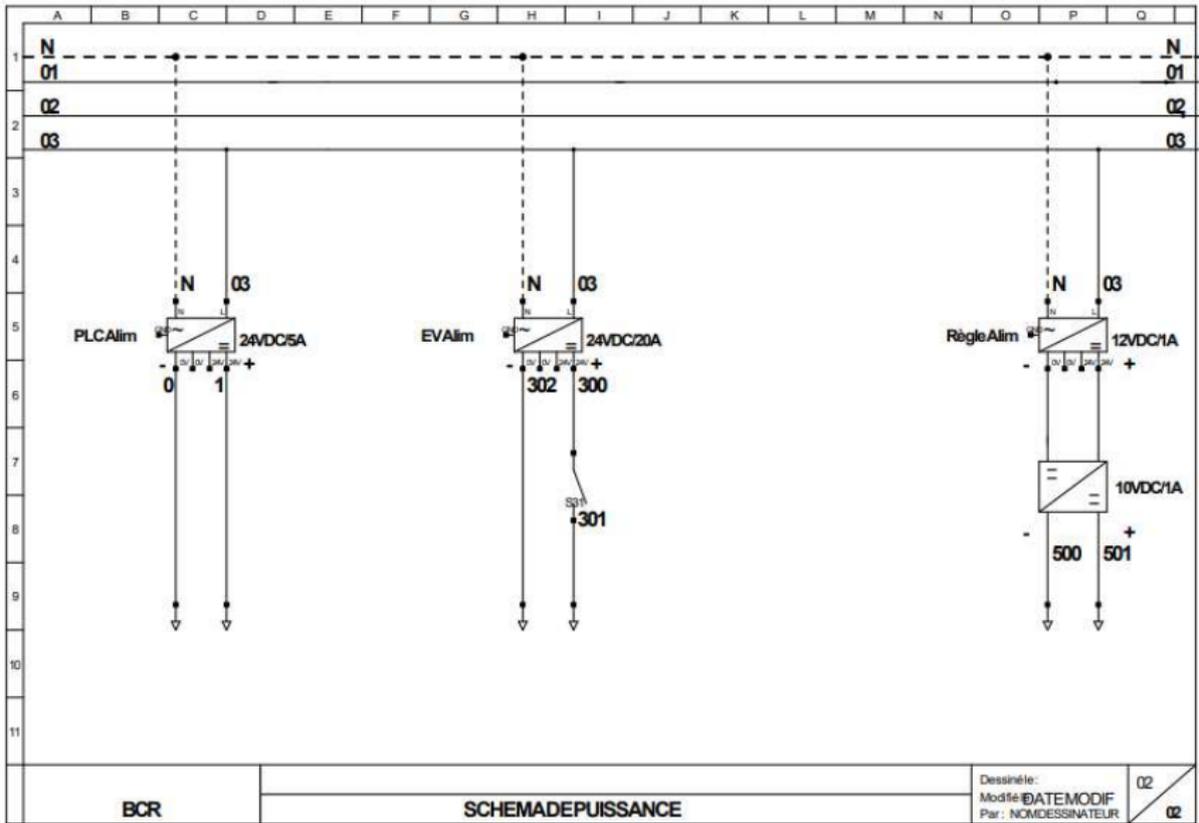


Fig. 39: Schémas de puissance.

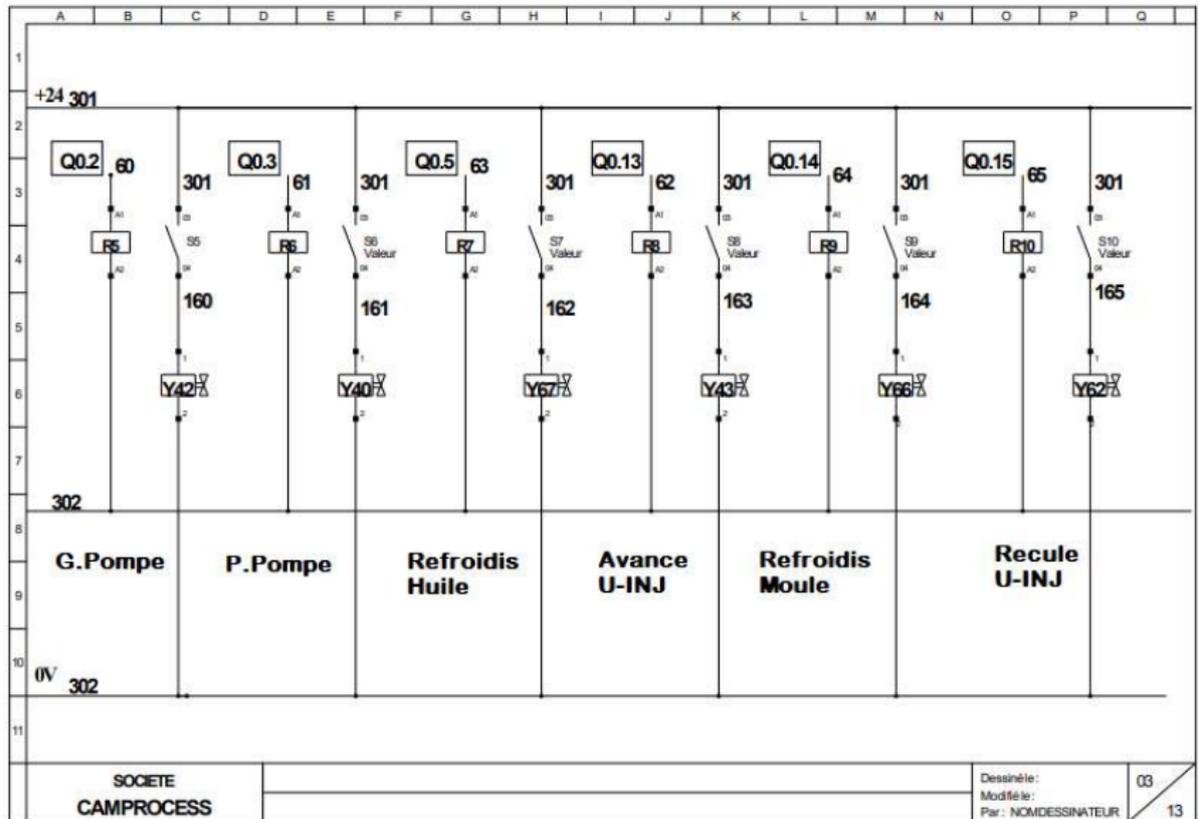


Fig. 40: Sorties Digitales PLC.

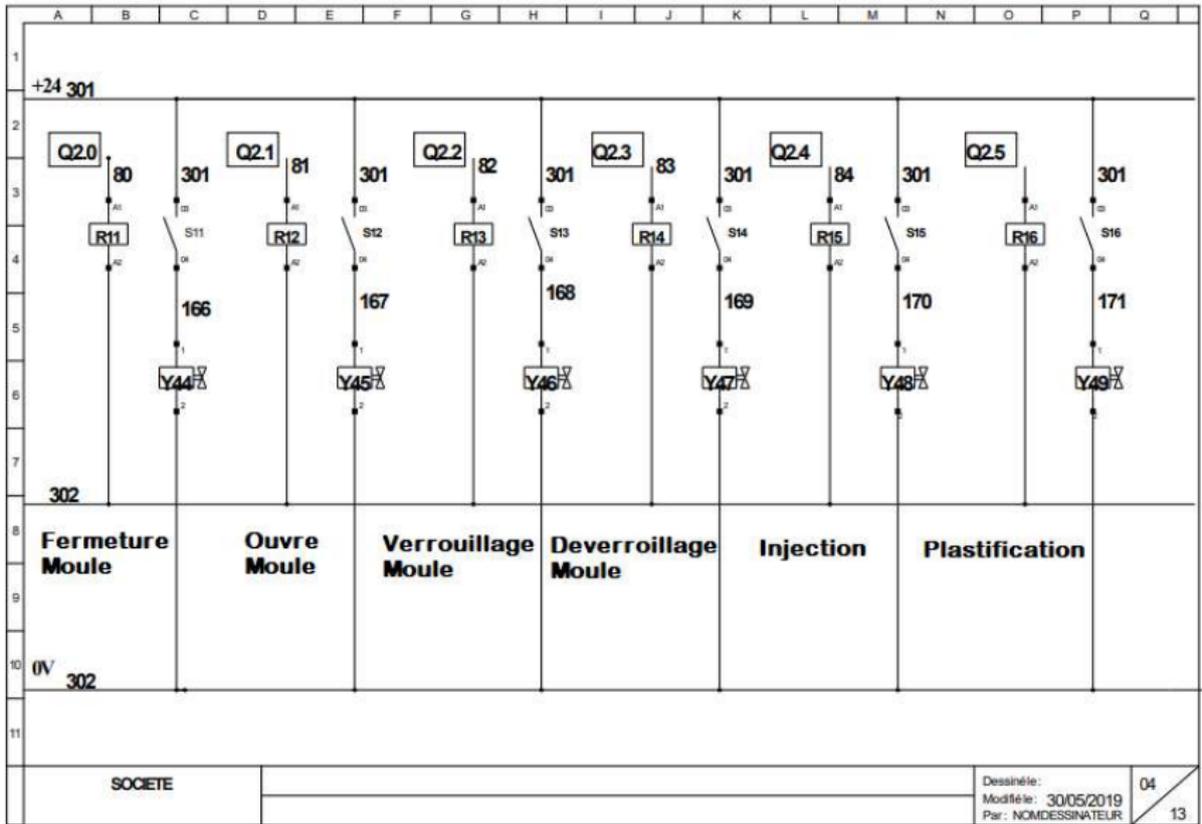


Fig. 41: Sorties Digitales PLC.

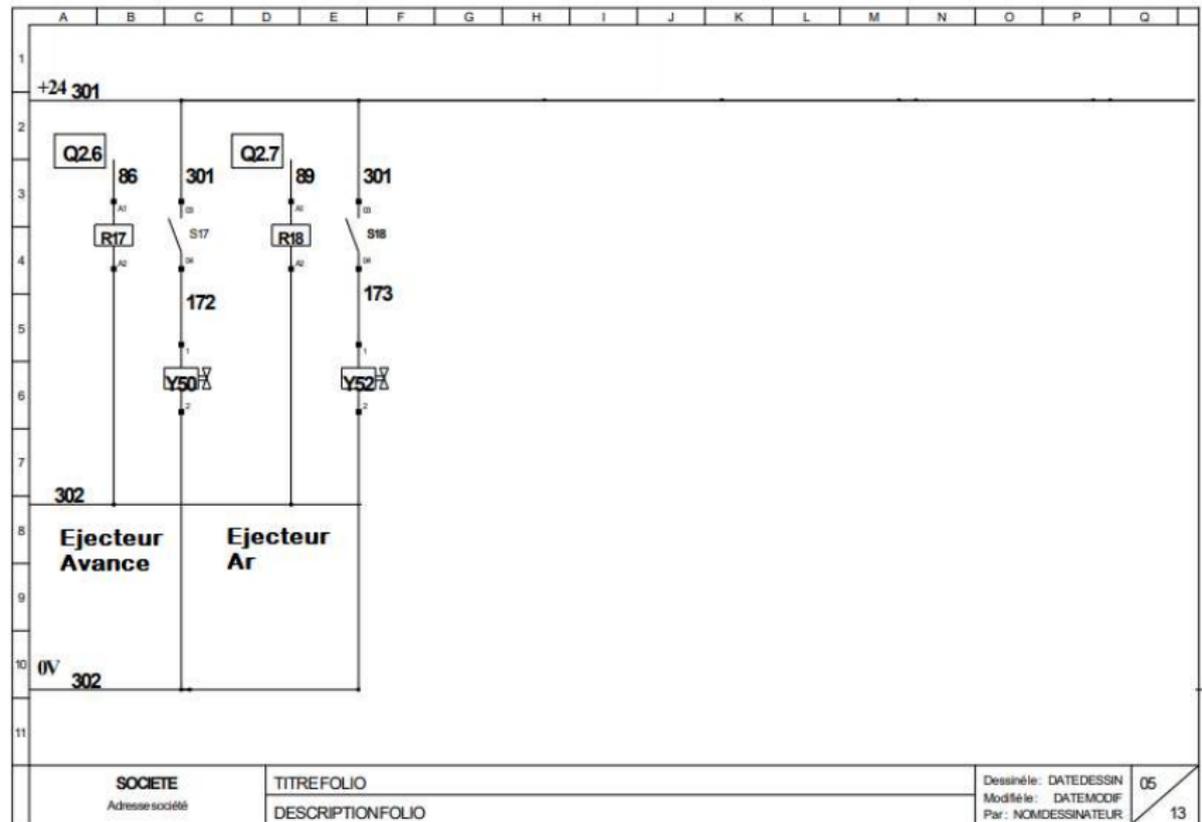


Fig. 42: Sorties Digitales PLC.

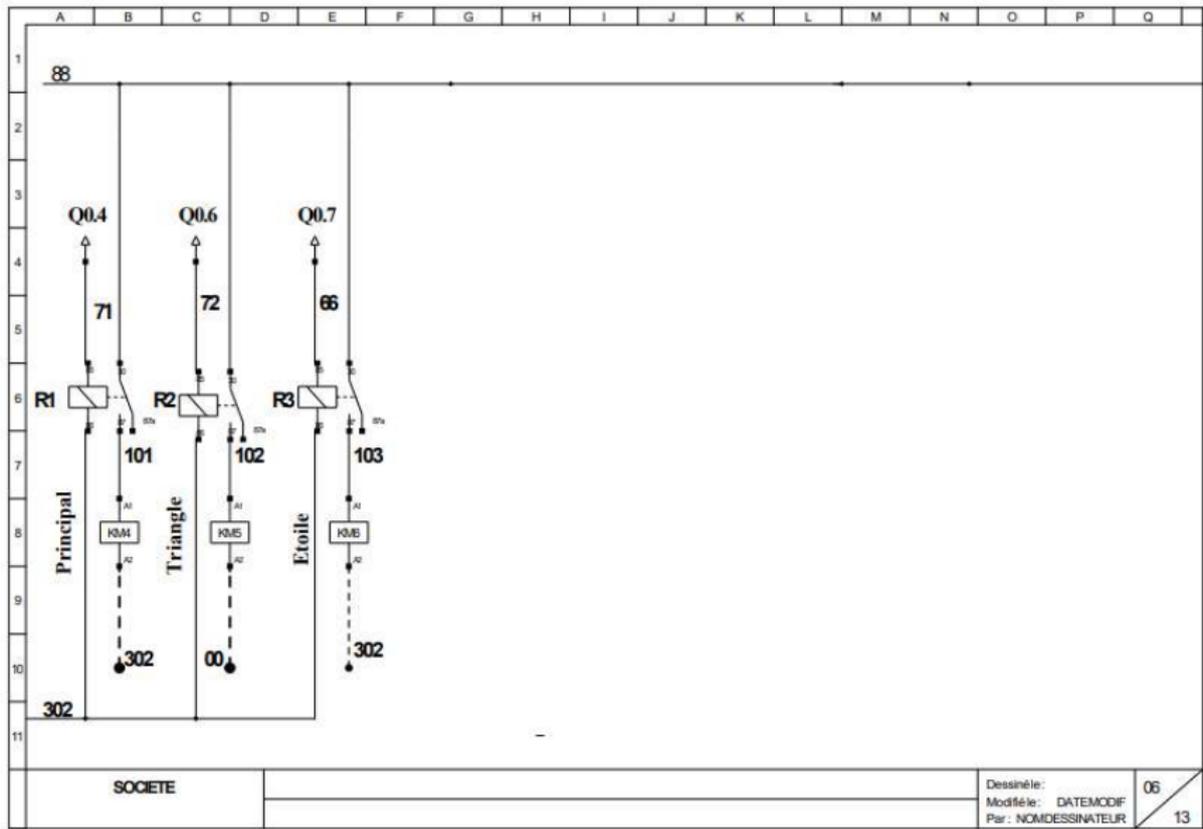


Fig. 43: Sorties Digitales PLC.

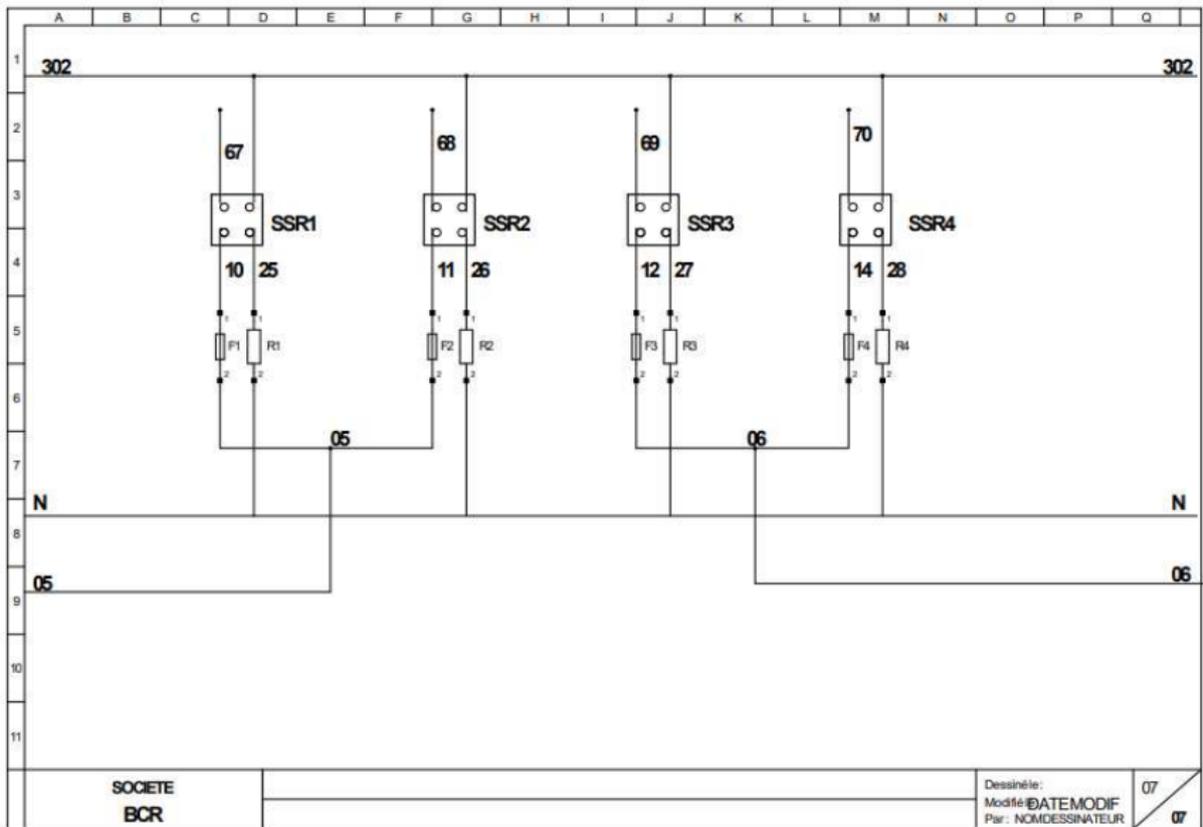


Fig. 44: Schéma Électrique des Relais Statiques et Résistances pour Machine d'Injection Plastique.

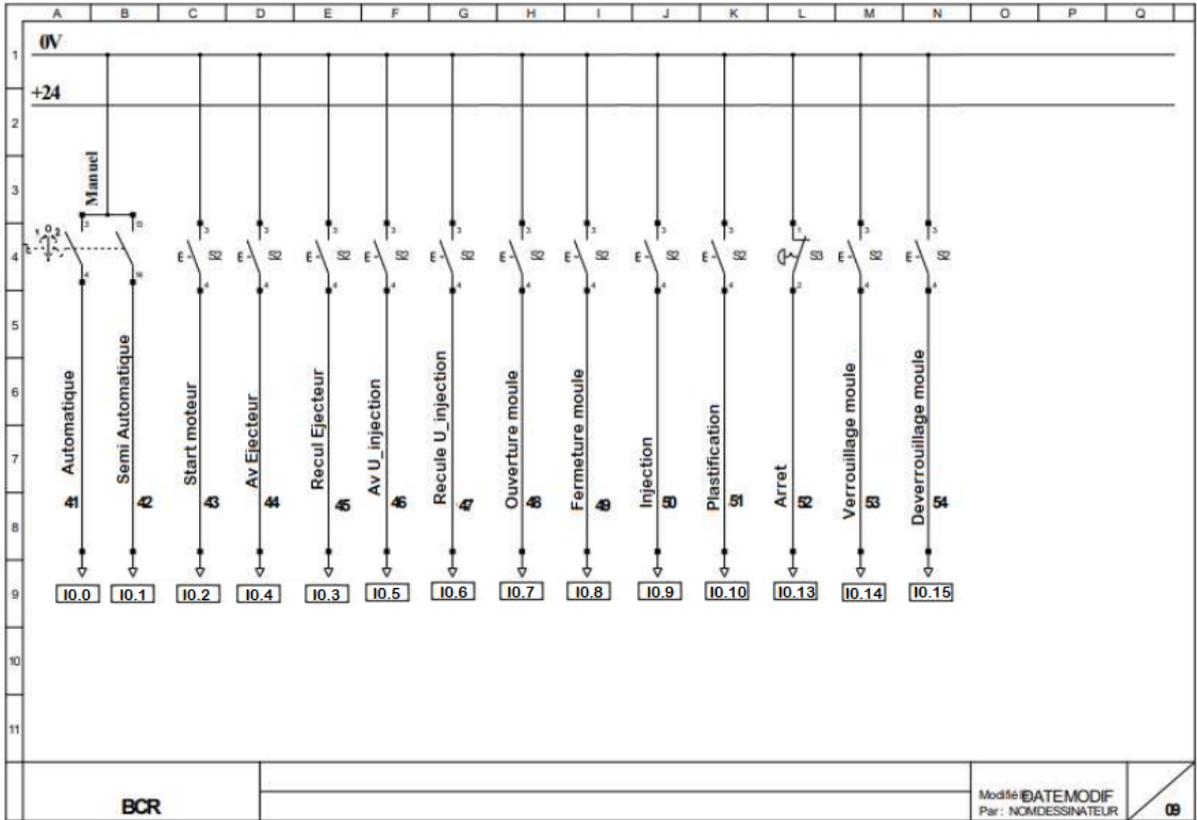


Fig. 45: Entrées Digitales PLC.

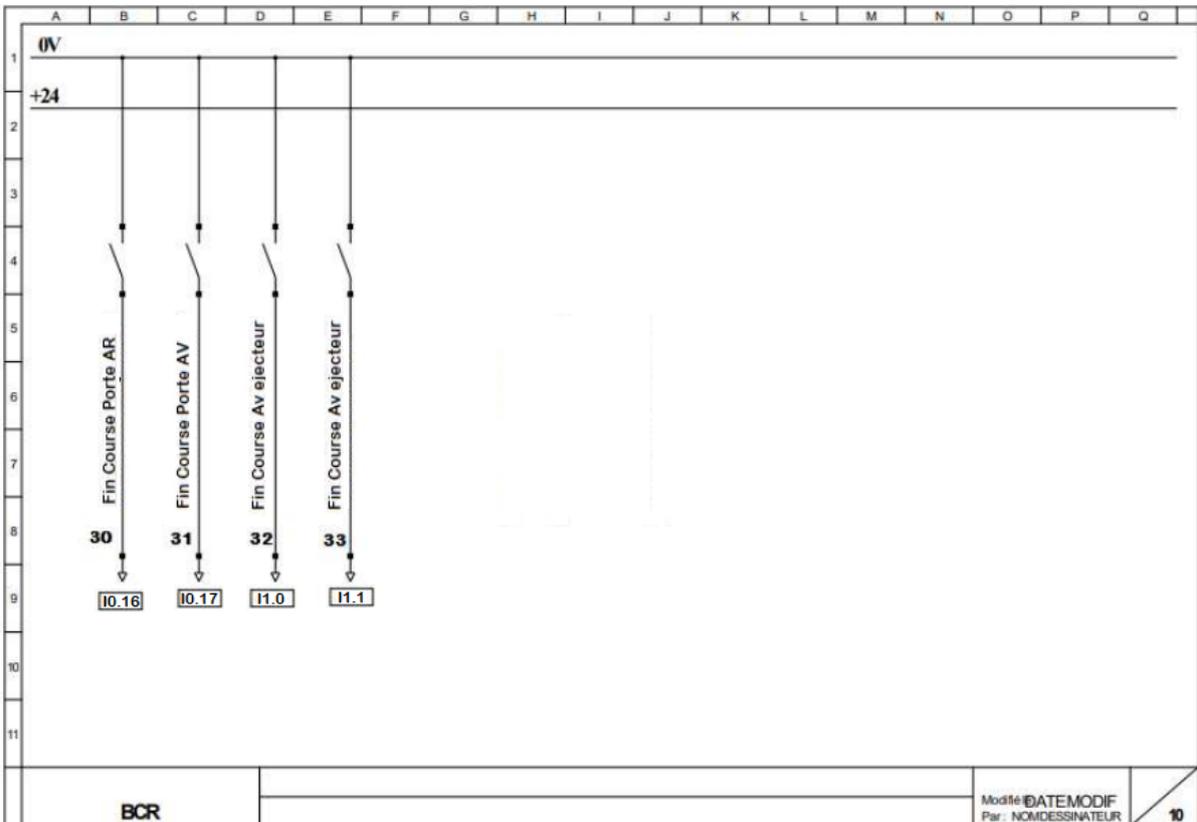


Fig. 46: Entrées Digitales PLC.

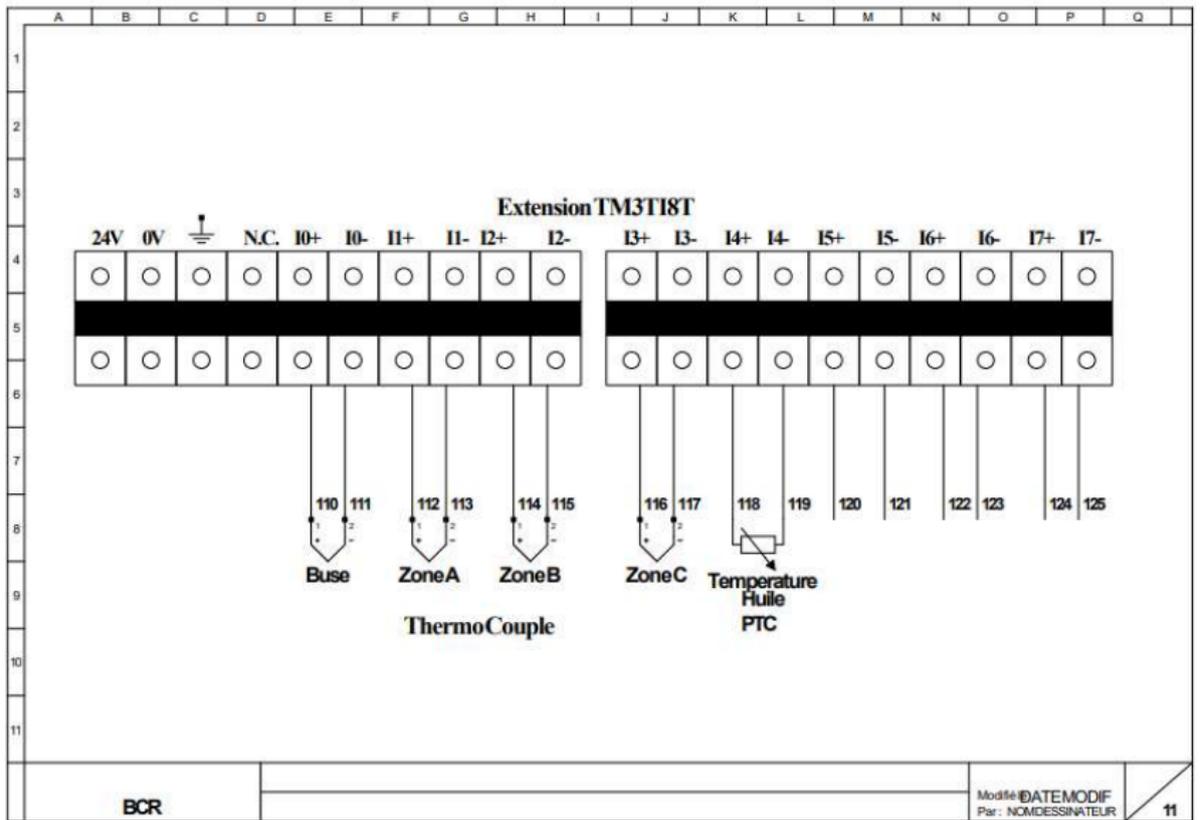


Fig. 47: Entrées Analogiques PLC.

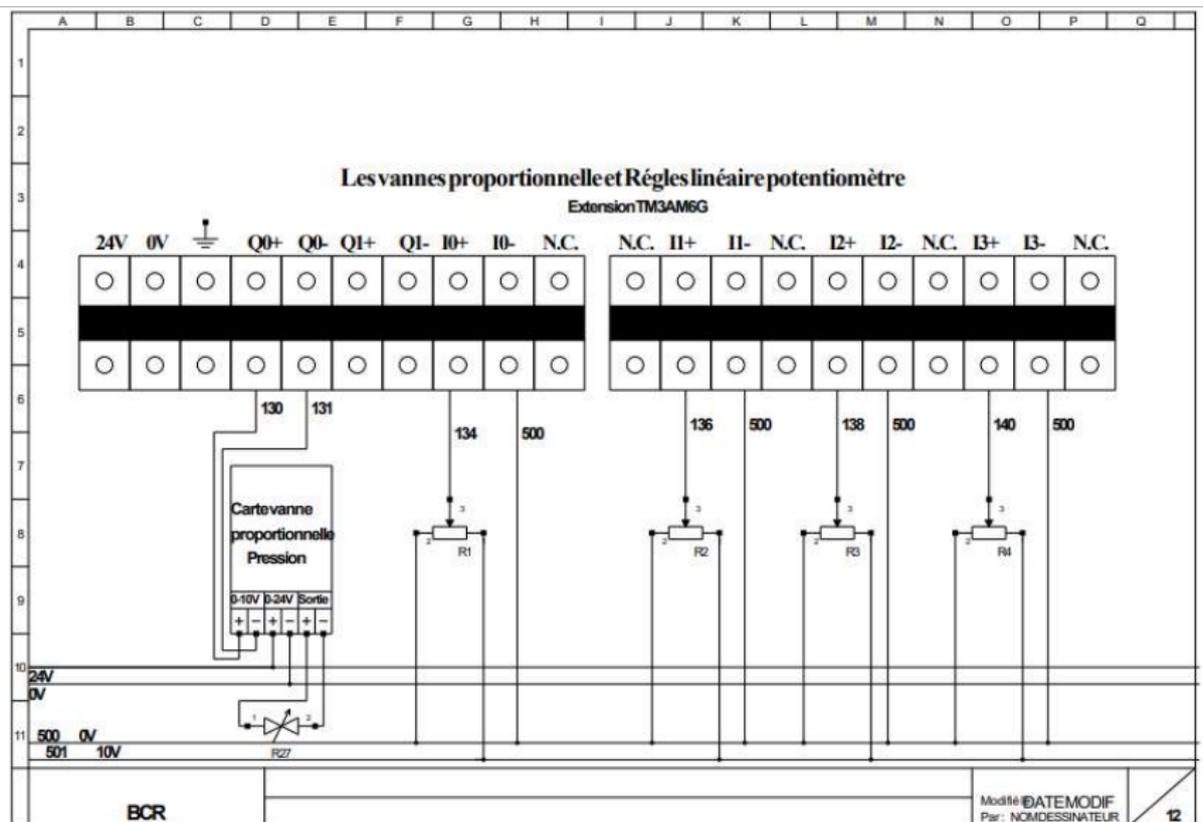


Fig. 48: Sorties Analogiques pour les Vannes Proportionnelles et Entrées Analogiques pour les Potentiomètres PLC.

## Annexe B : Table d'adressage .

entré	Adresse sur siemens	Adresse sur Schneider	sortie	Adresse sur siemens	Adresse sur Schneider
<u>Arret</u>	E1.3	I0.3	r1(résistance)	A4.0	Q0.9
<u>auto</u>	E0.0	I0.0	r2(résistance)	A4.1	Q0.10
<u>Bt AR EJ</u>	E0.4	I0.3	r3(résistance)	A4.2	Q0.11
<u>Bt av EJ</u>	E0.3	I0.4	r4(résistance)	A4.3	Q0.12
<u>Bt Ar U-inj</u>	E0.6	I0.6	R1 P	A0.4	Q0.4
<u>Bt Av U-inj</u>	E0.5	I0.5	R5	A0.2	Q0.2
<u>BtDvm</u>	E1.5	I0.15	R6	A0.3	Q0.3
<u>Bt FM</u>	E1.0	I0.8	R7	A0.5	Q0.5
<u>Bt Injection</u>	E1.1	I0.9	R8	A1.2	Q0.13
<u>Bt OM</u>	E0.7	I0.7	R9	A1.3	Q0.14
<u>Bt plast</u>	E1.2	I0.10	R10	A1.4	Q0.15
<u>Bt vm</u>	E1.4	I0.14	R11	A5.0	Q2.0
<u>FINc Ej AR</u>	E4.1	I1.1	R12	A5.1	Q2.1
<u>FINc Ej Av</u>	E4.0	I1.0	R13	A5.2	Q2.2
<u>FINC_P AR</u>	E1.6	I0.16	R14	A5.3	Q2.3
<u>FINC_P AV</u>	E1.7	I0.17	R15	A5.4	Q2.4
<u>rest</u>	E4.2	I2.0	R16	A5.5	Q2.5
<u>Semi-auto</u>	E0.1	I0.1	R17	A5.6	Q2.6
			R18	A5.7	Q2.7
			R2 T	A0.6	Q0.6
			R3 E	A0.7	Q0.7

Fig. 49: Table d'adressage .