République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou

Faculté de Génie de la Construction

Département d'Electromécanique

Filière : Électromécanique

Spécialité : Maintenance Industrielle

Mémoire de Fin d'Étude

Thème

Automatisation d'une presse à balle PM25, avec Automate S7 312C programmé via Tia Portal V13

Présenté par :

M. AIT ABDERRAHIM SAID

M. BOUZIDI ANIS

Dirigé par :

M. H. SI AHMED

Mémoire soutenu publiquement le Dimanche 29 /09 /2023 devant le jury composé de :

M. H.OUELMOKHTAR - MAB

Mme. OUSSIDHOUM -MAB

2022/2023

Remerciements

En premier lieu, nous remercions madame MAMMAR Lamia, et monsieur SI AHMED Hamid, enseignant à l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou qui a accepté de diriger notre mémoire en nous aidant dans la réalisation de ce travail de recherche à travers ses orientations et ses conseils.

Nous remercions également le Directeur et tout le personnel de l'Entreprise CET TIZI-OUZOU, particulièrement Monsieur Youcef qui a accepté de répondre à nos préoccupations de recherche.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, par un geste, une parole ou un conseil, on leur dit merci.

Nous tenons également à remercier les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer ce modeste travail de recherche.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents que je remercie infiniment pour

Leurs soutient et conseils tout au long de mes études.

À mes chères sœur Fatima, Sonya et leurs petites familles. À mes chers frères Oulhadj ; Mounir. À notre chère princesse Helene, A ma chère tante Zohra. Avec tous mes souhaits de succès dans leur vie. A toute la famille, oncles, tantes, cousins et cousines…

A tous mes respectueux collègues,

A tous mes amis particulièrement Fateh et Macine,

A mon cher binôme **Mr Bouzidi** avec qui j'ai partagé ce modeste travail.

Saïd

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents que je remercie infiniment pour

Leurs soutient et conseils tout au long de mes études.

À mon très chers frère Walid. Avec tous mes souhaits de succès dans sa vie. A toute la famille, oncles, tantes, cousins et cousines…

A tous mes respectueux collègues,

A tous mes très chers amis Fateh et Massil,

Idir . **Particulièrement à Souad qui m'a de la force et du courage.**

A mon cher binôme **Mr Ait Abderrahim** avec qui j'ai partagé ce modeste travail.

Anis

Résumé

Ce travail souligne l'importance cruciale de l'automatisation pour améliorer la gestion des déchets métalliques, en se concentrant sur l'étude d'une presse à balles PM25. Il met en avant les avantages de l'automatisation en termes d'efficacité, de sécurité et de réduction des erreurs humaines. Suite à une collaboration de l'UMMTO avec CET TIZI-OUZOU, des modifications ont été observées sur la machine pour optimiser le tri des déchets et résoudre des problèmes d'éjection des balles. L'inaccessibilité du programme central a conduit à recommander une révision de son architecture. De plus, le mémoire détaille la création d'un programme de commande, utilisant le logiciel TIA Portal V13 et un automate S7 312C Siemens, pour résoudre le problème d'accès au programme d'automate et améliorer la gestion de la maintenance. En conclusion, ce travail démontre l'importance de l'automatisation pour optimiser la gestion des déchets métalliques, tout en offrant des solutions concrètes pour l'industrie et l'automatisation électrique.

Abstract

This work underscores the crucial importance of automation in enhancing the management of metal waste, with a specific focus on the study of a baler press known as PM25. It highlights the advantages of automation in terms of efficiency, safety, and the reduction of human errors. Following a collaboration between UMMTO and CET TIZI-OUZOU, modifications were observed on the machine to optimize waste sorting and address issues related to bale ejection. The inaccessibility of the central program has led to the recommendation for a comprehensive revision of its architecture. Furthermore, the thesis provides detailed insights into the development of a control program, utilizing TIA Portal V13 software and a Siemens S7 312C PLC, to resolve the access issue to the control program and enhance maintenance management. In conclusion, this work demonstrates the pivotal role of automation in optimizing the management of metal waste, while offering practical solutions for the industry and electrical automation.

ملخص

يسلط هذا العمل الضوء على الأهمية الحاسمة للأتمتة لتحسين إدارة النفايات المعدنية، مع التركيز على دراسة ضاغطة النفايات PM25. ويسلط الضوء على فوائد الأتمتة من حيث الكفاءة والأمن والحد من الأخطاء البشرية. بعد التعاون بين **جامعة مولود معمري ومركزفرز النفايات بتيزي وزو**، تمت ملاحظة تعديلات على الآلة لتحسين فرز النفايات وحل مشاكل طرد الحزم. وقد أدى عدم إمكانية الوصول إلى البرنامج المركزي إلى توصيات بمراجعة هيكله. بالإضافة إلى ذلك، يتضمن الملف تفاصيل حول إنشاء برنامج تحكم، باستخدام برنامج TIA Portal V13 وSiemens S7 312C PLC، لحل مشكلة الوصول إلى برنامج PLC وتحسين صيانة الإدارة. في الختام، يوضح هذا العمل أهمية الأتمتة لتحسين إدارة النفايات المعدنية، مع توفير حلول ملموسة للأتمتة الصناعية والكهربائية.

Table des matières

Introduction générale 1

Chapitre I : Généralités sur les presses

I.1 Introduction 3

I.2 Historique 3

I.2.1 Presse à vis 3

I.2.2 Presse à imprimer 3

I.2.3 Presse à vapeur 4

I.2.4 Presse hydraulique 4

I.2.5 Presse mécanique 4

I.2.6 Presse pneumatique 4

I.2.7 Évolution moderne 4

I.3 Les types des presses 5

I.4 La presse mécanique 5

I.4.1 Presse mécanique à vis 5

I.4.2 Les presses excentriques 6

I.4.3 Avantage 7

I.4.4 Inconvénients 7

I.5 La presse hydraulique 7

I.5.1 Principes de fonctionnement de la presse hydraulique 7

I.5.2 Types des presses hydrauliques 8

I.5.3 Avantages 8

I.5.4 Inconvénients 9

I.6 La presse pneumatique 9

I.7 La différence entre la presse mécanique et la presse hydraulique 10

I.8 Caractéristique d'une presse 10

I.9 Exigence de choix d'une presse 10

I.10 Conclusion 11

Chapitre II : Synoptique DE LA PRESSE PM 25

II.1. Introductoin 12

II.2. Présentation de la presse hydraulique PM25 12

II.2.1. Description technique de la PM25 13

1. Châssis portant 13

2. Chambre de compactage/piston pressoir 13

3. Cylindres hydrauliques 13

4. Centrale hydraulique 14

4.1 Le groupe moteur-pompe : 15

4.2 Flexible hydraulique 15

4.3 Manomètre 16

4.4 Distributeur hydraulique 17

4.1.1 Fonctionnement d'un distributeur hydraulique 17

5. Fermée vertical (porte) : 18

6. Armoire électrique 18

II.3. Fonctionnement de la presse PM 25 19

II.3.1. Le processus de compactage 20

II.4. Les composants électriques de la presse PM25 21

II.4.1 La partie opérative 21

Partie 1. Actionneur et pré-actionneurs 21

Partie 2. Capteurs 24

II.4.2. La partie commande de l'armoire : 27

1. Alimentation 27

2. Transformateur : 27

3. Le disjoncteur : 27

4. Un automate S7-200 : 28

5. Arrêt d'urgence : 29
6. Interrupteur : 29
7. Contacteur : 29
8. Jeu de barre : 31
9. Lampes de signalisations : 31
10. Ecran de supervision : 32
II.5. Conclusion : 32

Chapitre III : Présentation de logiciel TIA PORTAL V13.

III.1 Introduction 33
III.2 L'automate programmable industriel (API) 33
III.3 L'architecture d'un API 34
III.3.1 Unité centrale de traitement (CPU) 34
III.3.2 La mémoire 34
III.3.3 Les modules d'entrées / sorties (E/S) 35
III.3.3.1 Le Module d'entrée/sorties TOR 35
III.3.3.2 Modules d'entrées/sorties analogiques 36
III.3.4 Les interfaces d'entrées/sorties 37
III.3.5 L'interface de communication 37
III.3.6 Alimentation électrique PS (Power suply) 37
III.4 Choix d'un Automate 38
III.5 Langages de programmation des API 38
III.5.1 Les éléments essentiels du langage de programmation LADDER 39
III.5.1.1 Les contacts 39
III.5.1.2 Les bobines 40
III.5.1.3 Les blocs de fonctions 41
III.6 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL V13 44
III.6.1 Vue du projet 45
III.7 L'identification des E/S de l'installation 45
III.7.1 Les entrées TOR 46
III.7.2 Les sorties TOR 46
III.8 Impact des Entrées et Sorties sur le choix CPU 47

III.9 Adressage des Entrées/Sorties et Modules AI/DO/DI en Programmation 47
III.10 Table mnémoniques (table des variables) 48
III.11 Les blocks de programmations 49
III.12 Simulateur PLCSIM 50
III.12 Conclusion 51
Chapitre IV : Programmation de la PRESSE à balle PM25.

IV.1 Introduction 52
IV.2 Création d'un projet et configuration de l'espace de travail 52
IV.2.1 Accédez à la vue du projet et sélectionnez « Ajouter un appareil ». 53
IV.2.2 Élaboration de la configuration matérielle 53
IV.2.3 Création du tableau des variables API 55
IV.2.4 Ajout des blocs 56
IV.3 La création du programme pour la presse hydraulique PM 25 57
IV.3.1 Compteur des heures de fonctionnement 60
IV.4. Explication du programme en fonction du cahier des charges : 61
Séquence 1 : Pressoir avant basse pression 62
Séquence 4 : Décompression 65
IV.5 Simulation 71
IV.5.1 Compilation et chargement de la configuration matérielle 71
IV.5.2 Visualisation 74
IV.5.3 Visualisation d'autres éléments de la presse 77
IV.6 Conclusion 78

Conclusion générale 79

Annexe

Reference bibliographique

Liste des figures :

Chapitre I : Généralités sur les presses

Figure I.1 : Presse mécanique 5
Figure I.2 : Presse mécanique à vis 6
Figure I.3: Les presses excentriques 6
Figure I.4: La presse hydraulique 7
Figure I.5 : Presse pneumatique 9

Chapitre II : Synoptique DE LA PRESSE PM 25

Figure II 1: presse hydraulique PM25 [10] 12
Figure II 2: Cylindre éjecteur 13
Figure II 3: Cylindre de soulevage "fermée verticale" 14
Figure II 4: Centrale hydraulique 15
Figure II 5: Le groupe moteur-pompe 15
Figure II 6 : Flexibles hydrauliques 16
Figure II 7 : Manomètre 16
Figure II 8: distributeur hydraulique 17
Figure II 9: Symbole d'un distributeur 4 /3 18
Figure II 10: fermée verticale et glissement balle 18
Figure II 11: Armoire Electrique de la PM25 19
Figure II 12: Tête du piston pressoir «vu de puis le haut » 20
Figure II 13: plaque signalétique moteur pompe 22
Figure II 14: électrovanne 22
Figure II 15: vérins 23
Figure II 16 : Vérin double effet 23
Figure II 17: capteur fin de course 24
Figure II 18: capteur photocellule 25
Figure II 19: L'organigramme d'une famille de détection. 26
Figure II 20 : Transformateur 27
Figure II 21 : Disjoncteur 28
Figure II 22: Automate S7-200 28
Figure II 23: bouton arrêt d'urgence 29
Figure II 24: interrupteur commutateur 29
Figure II 25: contacteur 30
Figure II 26: jeux de barre 31
Figure II 27: lampes de signalisation. 31
Figure II 28 : Ecran HMI 32

Chapitre III : Présentation de logiciel TIA PORTAL V13.

Figure III 1: Automate programmable industriel (API). 33
Figure III 2: Schéma représentant l'architecteur d'un API. 34
Figure III 3: Les modules d'entrées / sorties (E/S) 35
Figure III 4: Schéma des entrées NPN. 36

Figure III 5: Schéma des entrées PNP. 36
Figure III 6: Alimentation électrique PS (Power suply) 38
Figure III 7: Icône d'accès à TIA Portal V13. 45
Figure III 8: Illustration de la page d'accueil TIA Portal. 45
Figure III 9: Configuration appareils. 47
Figure III 10: Définition des adresses de début des entrées et des sorties. 48
Figure III 11: blocks de programmes. 50
Figure III 12: Simulateur S7-PLCSIM 51

Chapitre IV : Programmation de la PRESSE à balle PM25.

Figure IV 1 : Création du projet. 52
Figure IV 2: Ajoute l'appareil. 53
Figure IV 3: Configuration matérielle. 54
Figure IV 4: Exemple adressage DI 8 /DO. 55
Figure IV 5: Exemple de Table des variables API. 56
Figure IV 6: Les différents blocs utilisés. 57
Figure IV 7: Interface de bloc. 58
Figure IV 8: Les réseaux nécessaires pour démarrage étoile/triangle. 58
Figure IV 9: Les réseaux nécessaires pour démarrage étoile/triangle. 59
Figure IV 10: Exemple sur la fonction pour le démarrage moteur. 59
Figure IV 11: Exemple programme Compteur des heures de fonctionnement 60
Figure IV 12: Programme de commande pour le démarrage du moteur. 61
Figure IV 13: programmation de la pression générale 61
Figure IV 14: programmation de 7EV1 62
Figure IV 15: programmation de la pression maximale 62
Figure IV 16: Programme temporisation arrêt après compression max. 63
Figure IV 17: Temporisateur de décompression 63
Figure IV 18: l'ouverture de « la ferme vertical » 64
Figure IV 19: programmation de l'éjection de la balle 65
Figure IV 20: Temporisation pour retirer la balle 65
Figure IV 21: Retour vers fin de course FC compact 66
Figure IV 22: fermeture de « la fermée vertical » 67
Figure IV 23: Retour vers fin de course FC arrière 68
Figure IV 24: Etape de compilation du programme. 69
Figure IV 25: Connexion à l'automate virtuel. 70
Figure IV 26: Interface de simulation. 70
Figure IV 27: Simulation avance vérin bas pression 71
Figure IV 28: Simulation avance vérin haute pression. 71
Figure IV 29: Simulation ouverture porte. 72
Figure IV 30: Simulation fermeture porte. 72
Figure IV 31: Simulation retour vérin. 73

Liste des tableaux

Tableau III 1: Les éléments essentiels des contacts et leurs symboles. 40
Tableau III 2: Les éléments essentiels des bobines et leurs symboles. 41
Tableau III 3: Quelques blocks de fonction 42
Tableau III 4: Types de variables. 48

Liste des symboles :

KW : kilo watt

PLC : Contrôleur logique programmable

P : Pressure

IP : indice de protection

CEI : Commission électrotechnique internationale

P.O : partie opérative

TOR : tout ou rien

API : automate programmable industriel

NO : normalement ouverts

NF : normalement fermés

TGBT: tableau general basses tensions

CPU: Central Processing Unit

DI: digital input.

DO: digital output.

AI : analogique input.

AO : analogique output

PS : Power supply

EV : électrovanne

OB : bloc d'organisation

DB : bloc de donnée

FC : fonction

FB : bloc fonctionnel

HMI : humain machine interface

PR : pressostat

PLC : contrôleur logique programmable

MPI : multi point interface

PLCSIM : contrôleur logique programmable simulator

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

La gestion des déchets métalliques représente un enjeu crucial de notre époque, nécessitant des solutions innovantes et efficaces pour répondre à la croissance constante de la production industrielle et de la consommation. Parmi les technologies émergentes visant à améliorer la gestion des déchets métalliques, l'automatisation des presses à balles se démarque comme une avancée majeure. L'automatisation offre la promesse de révolutionner la manière dont nous collectons, traitons et recyclons les déchets métalliques, en améliorant l'efficacité opérationnelle, en réduisant les coûts et en minimisant l'impact environnemental.

Notre travail se consacre à l'étude approfondie de l'automatisation d'une presse à balles PM 25 dédiée aux déchets métalliques. Il vise à explorer les fondements technologiques, les avantages potentiels et les défis associés à cette transformation essentielle dans le domaine de la gestion des déchets. L'automatisation de ces machines ne se limite pas à l'augmentation de la productivité, mais englobe également des aspects de sécurité, de maintenance préventive et de réduction des erreurs humaines, contribuant ainsi à l'efficacité globale du processus.

Dans le cadre de l'ouverture de l'université sur l'environnement industriel et de la collaboration entre l'UMMTO et l'entreprise CET TIZI-OUZOU, une opportunité de développement des équipements et des capacités de l'entreprise s'est présentée. L'entreprise a proposé d'étudier le fonctionnement de la presse PM25.

Durant notre stage pratique au CET TIZI-OUZOU, nous avons constaté que des modifications ont été apportées sur la machine telle que :

- La suppression de la communication entre la presse et le tapis convoyeur pour mieux trier les déchets métallique.
- Le temps accordé pour le retrait de la balle par les ouvriers à la fin de l'éjection n'étais pas suffisant, ce qui provoquait le blocage de la fermeture de la porte par cette dernière ainsi l'arrêt de la machine.

Étant donné l'inaccessibilité au programme de la machine, nous recommandons une révision complète de son architecture. Cette révision vise à intégrer tous les dispositifs de sécurité requis, et à mettre en place toutes les améliorations.

Ce document est réparti en quatre chapitres comme suit :

Le premier chapitre est dédiée à une étude bibliographique approfondie sur les presses. Cette démarche nous permettra d'acquérir une bonne base pour la suite de notre travail.

Le deuxième chapitre portera sur le fonctionnement détaillé et les différents composants de la presse à balle PM25. Grâce à de nombreuses visites sur site, nous avons pu analyser précisément les séquences de fonctionnement afin de collecter les données nécessaire à la création du programme de l'automate.

Le troisième chapitre est consacré à la Présentation du logiciel TIA PORTAL V13.

Le quatrième chapitre représente le programme de l'automate suivis d'une simulation.

CHAPITRE I :

GÉNÉRALITÉS SUR LES PRESSES

I.1 Introduction

Les presses sont des machines essentielles dans de nombreux secteurs industriels, utilisées pour l'assemblage, la découpe, la formation et le façonnage de divers matériaux. Dans ce chapitre, nous allons explorer les caractéristiques, les principes de fonctionnement et les applications des presses hydrauliques, mécaniques et pneumatiques. Comprendre les différences entre ces types de presses permettra d'identifier celle qui convient le mieux à chaque application.

Les presses peuvent être classées selon différents critères :

- Leur mécanisme : hydraulique, mécanique, pneumatique.
- Leur fonction : presse de compactage, presse d'estampage, presse plieuse, etc.
- Leur structure : presse à genouillère, presse à vis.
- Leur contrôlabilité : conventionnelle, servo-presses.

I.2 Historique

L'histoire des presses industrielles remonte à plusieurs siècles et est étroitement liée à l'évolution de la technologie et des besoins industriels. Voici un aperçu de l'historique des presses industrielles :

I.2.1 Presse à vis

Les premières formes de presses industrielles étaient les presses à vis, utilisées dès l'Antiquité. Ces presses étaient actionnées par la rotation d'une vis pour générer une force de compression. Elles étaient principalement utilisées pour extraire le jus de raisin et pour presser les huiles végétales

I.2.2 Presse à imprimer

L'invention de la presse à imprimer par Johannes Gutenberg au XVe siècle a révolutionné l'industrie de l'imprimerie. La presse à imprimer utilisait un mécanisme de pressage pour transférer l'encre des caractères gravés sur des plaques en métal sur le papier, permettant une reproduction rapide et précise des textes. Cela a grandement contribué à la diffusion du savoir et à la révolution de l'imprimerie.

I.2.3 Presse à vapeur

Au début de la révolution industrielle, l'introduction de la machine à vapeur a également influencé le développement des presses industrielles. Les presses à vapeur ont été utilisées dans les industries textiles, de l'imprimerie et de la métallurgie pour fournir une force de pression plus puissante et plus constante, améliorant ainsi l'efficacité des processus de production.

I.2.4 Presse hydraulique

Au XIXe siècle, l'invention de la presse hydraulique a marqué une avancée significative dans les capacités de pressage industriel. La presse hydraulique utilisait la force de l'eau ou de l'huile sous pression pour générer une force élevée de compression. Cette innovation a permis des applications plus larges dans des domaines tels que le formage des métaux, l'emboutissage, le moulage, l'assemblage et d'autres opérations nécessitant une force considérable.

I.2.5 Presse mécanique

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, les presses mécaniques sont devenues populaires. Elles étaient actionnées par des systèmes de leviers, de bielles et de pignons, généralement alimentés par des moteurs électriques. Les presses mécaniques offraient une grande précision, une vitesse de fonctionnement élevée et une durabilité, ce qui les rendait idéales pour les opérations de poinçonnage, de découpe et de formage rapides.

I.2.6 Presse pneumatique

Au XXe siècle, l'utilisation de l'air comprimé dans les presses pneumatiques est devenue courante. Les presses pneumatiques étaient plus légères, plus rapides et moins coûteuses à entretenir que les presses hydrauliques. Elles étaient utilisées pour des applications plus légères, telles que l'assemblage de petites pièces, la fabrication de produits électroniques et d'autres processus nécessitant une force moyenne.

I.2.7 Évolution moderne

De nos jours, les presses industrielles continuent d'évoluer avec les progrès technologiques. Les nouvelles innovations comprennent l'utilisation de contrôles automatisés, de systèmes robotisés, de capteurs et de logiciels de gestion pour optimiser les performances et la productivité des presses. Les matériaux et les techniques de fabrication avancées permettent également la création de presses plus précises, plus polyvalentes et plus respectueuses de l'environnement.

En résumé, l'histoire des presses industrielles témoigne d'une progression constante dans la recherche de méthodes plus efficaces et plus puissantes pour effectuer des opérations de pressage dans divers secteurs industriels.

I.3 Les types des presses

Il existe trois types des presses basées sur les principes physiques universels :

- La presse mécanique
- La presse hydraulique
- La presse pneumatique

I.4 La presse mécanique

Une presse mécanique est une machine utilisant un mécanisme pour actionner les matrices à une vitesse appropriée, leur fournissant ainsi l'énergie nécessaire pour réaliser des découpes, des perforations et obtenir la forme souhaitée. [2]

Figure I.1 : Presse mécanique

I.4.1 Presse mécanique à vis

Les presses à vis sont couramment employées pour l'extrusion de tôles et les opérations de forgeage à chaud. Elles sont équipées d'un coulisseau porte-outil qui se déplace grâce à une vis insérée dans l'écrou fixe du cadre, comme le montre la figure I.2 . [3]

Figure I.3 : Presse mécanique à vis

I.4.2 Les presses excentriques

Les presses excentriques sont principalement utilisées pour des opérations technologiques telles que le poinçonnage, le découpage et l'extrusion à faible profondeur. Avec une manipulation ou un réglage approprié, la formation et le serrage. [4]

Figure I.4: Les presses excentriques

I.4.3 Avantage

- Les pannes de la presse mécanique sont facilement détectables.

- Le tonnage de la presse mécanique est facilement ajusté

-Les presses mécaniques sont plus précises dans les tolérances géométriques des pièces forgées.

I.4.4 Inconvénients

- La presse mécanique est plus chère que la presse hydraulique.

- La difficulté d'arrêt du coulisseau en cas de danger.

I.5 La presse hydraulique

Une presse hydraulique est une machine qui utilise un circuit hydraulique pour générer une force de compression considérable [5]. Elle permet de multiplier l'effort et le déplacement, ce qui la rend efficace pour écraser, déformer des objets ou soulever des pièces lourdes. [6]

En d'autres termes, une presse hydraulique utilise un fluide liquide, généralement de l'huile, pour son fonctionnement

Figure I.5: La presse hydraulique

I.5.1 Principes de fonctionnement de la presse hydraulique

Une presse hydraulique est une machine qui utilise un liquide sous pression pour générer une force. Son mécanisme repose sur un cylindre et un piston. La presse est constituée d'un

cylindre de grande taille avec un piston correspondant, ainsi que d'un cylindre de petite taille avec un piston correspondant. Ces deux cylindres sont reliés par un tuyau et sont remplis de liquide. Le fonctionnement de la presse hydraulique repose sur le principe de Pascal.

Selon le principe de Pascal, lorsque la pression est appliquée à un liquide immobile, cette pression est répartie uniformément dans toutes les directions. Dans le cas de la presse hydraulique, cela signifie que toute force exercée sur le piston de petite taille sera transmise au piston de grande taille, avec une augmentation proportionnelle de l'effort. Ainsi, une petite force appliquée au piston de petite taille permet d'obtenir une force considérable exercée par le piston de grande taille.

L'augmentation de la force produite par le piston de grande taille est proportionnellement plus élevée que la force appliquée au piston de petite taille. L'ampleur de cette augmentation dépend du rapport de taille entre les pistons. En multipliant ce rapport par la force appliquée au piston de petite taille, on peut déterminer la force que le piston de grande taille est capable de générer. [7]

I.5.2 Types des presses hydrauliques

Parmi les presses hydrauliques, il y a :

- presses à calibrer
- presses à cintrer et à dresser
- presses à compression pour les matériaux thermodurcissables
- presses à compression pour les matériaux thermoplastiques
- presses à forge
- presses à matricer
- presses hydrauliques à arcade
- presses hydrauliques à bâti en col de cygne
- presses hydrauliques à deux et quatre colonnes
- presses hydrauliques à double effet. [5]

I.5.3 Avantages

- Les presses hydrauliques sont très robustes. Elles peuvent créer une grande quantité de tonnage pression.

- Elles sont idéales pour l’hydroformage qui est une technique de formation des métaux nécessitant la présence d’un agent liquide.

- Elles sont lentes ce qui donne suffisamment de temps au métal pour se former.

-Une grande souplesse d'utilisation.

I.5.4 Inconvénients

- Les presses hydrauliques demandent beaucoup de maintenance. L'huile doit toujours être présente à l'intérieur de la presse, de plus, elles comportent plusieurs appareils pour le contrôle de la pression à fin d'assurer le bon fonctionnement de la presse.

- Motricité humaine

- La maintenance de la presse hydraulique est plus difficile.

I.6 La presse pneumatique

Les presses pneumatiques sont des machines utilisées pour exercer une pression contrôlée sur un objet ou un matériau en utilisant de l'air comprimé. Elles sont couramment utilisées dans l'industrie pour effectuer diverses opérations telles que le pliage, l'estampage, la découpe, l'assemblage et d'autres processus de fabrication. Les presses pneumatiques sont appréciées pour leur précision, leur efficacité et leur polyvalence dans la manipulation de différentes formes et tailles de pièces. Elles sont souvent équipées de dispositifs de sécurité pour garantir une utilisation sûre.

Figure I. 6 : Presse pneumatique

I.7 La différence entre la presse mécanique et la presse hydraulique

- Les presses hydrauliques offrent de nombreuses caractéristiques.

- Une autre distinction est que l'entretien des presses hydrauliques nécessite plus de temps et d'efforts que celui des presses mécaniques.

- Les presses mécaniques sont alimentées par la puissance musculaire ou des moteurs électriques, et la force est transmise par des mécanismes cinématiques tels que des crémaillères, des engrenages, des poulies et des excentriques.

- La presse hydraulique est entraînée par un liquide, de l'eau ou de l'huile, grâce à une pompe manuelle, électrique ou thermique, et la puissance est générée par un vérin. Ce type de presse produit une force supérieure à celle d'un système mécanique. [8]

I.8 Caractéristique d'une presse

Sur une presse on peut effectuer une ou plusieurs opérations, mais elle ne peut être universelle. La presse porte certains nombres de caractéristiques qui peuvent se résumer à :

-Sa capacité (tonnes) ;

-La course de son coulisseau (mm) ;

-La cadence (nombre de coupe/mn) ;

-La dimension du coulisseau (mm2) ;

-La hauteur de l'outil fermé (mm). [9]

I.9 Exigence de choix d'une presse

La sélection d'une presse pour la réalisation d'une opération est en fonction des critères ci-dessous :

- Type de travail à envisager ;

- L'effort nécessaire (nature de transmission de mouvement) ;

- Dimension de l'outil et de la pièce ;

- Longueur de course des coulisseaux. [9]

I.10 Conclusion

Ce chapitre a joué un rôle crucial en nous fournissant une perspective globale et fondamentale du domaine des presses, y compris leur historique, leurs évolutions au fil du temps, la variété des types de presses existantes et leurs modes de fonctionnement respectifs.

L'appréhension de ce type de machine repose principalement sur la maîtrise du fonctionnement intrinsèque de ses divers composants. Dans le prochain chapitre, nous aurons l'opportunité de plonger plus en profondeur dans notre étude en présentant en détail la presse hydraulique PM25. Nous allons examiner son fonctionnement ainsi que l'analyse minutieuse de ses composants individuels, offrant ainsi un éclairage complet sur cette machine spécifique.

CHAPITRE II :

SYNOPTIQUE DE LA PRESSE PM 25

II.1.Introduction

Les presses hydrauliques sont des équipements industriels essentiels qui jouent un rôle clé dans le compactage, la mise en forme, le pliage, le découpage et d'autres processus de fabrication.

Dans ce chapitre, nous allons présenter et explorer en détails notre presse hydraulique PM25 et expliquer son fonctionnement et ces différents composants.

II.2. Présentation de la presse hydraulique PM25

Cette presse spécifique est conçue pour être utilisée dans le processus de compactage afin de réduire automatiquement le volume des déchets. [10]

Les caractristique de la presse sont donnees en **annexe 1 .**

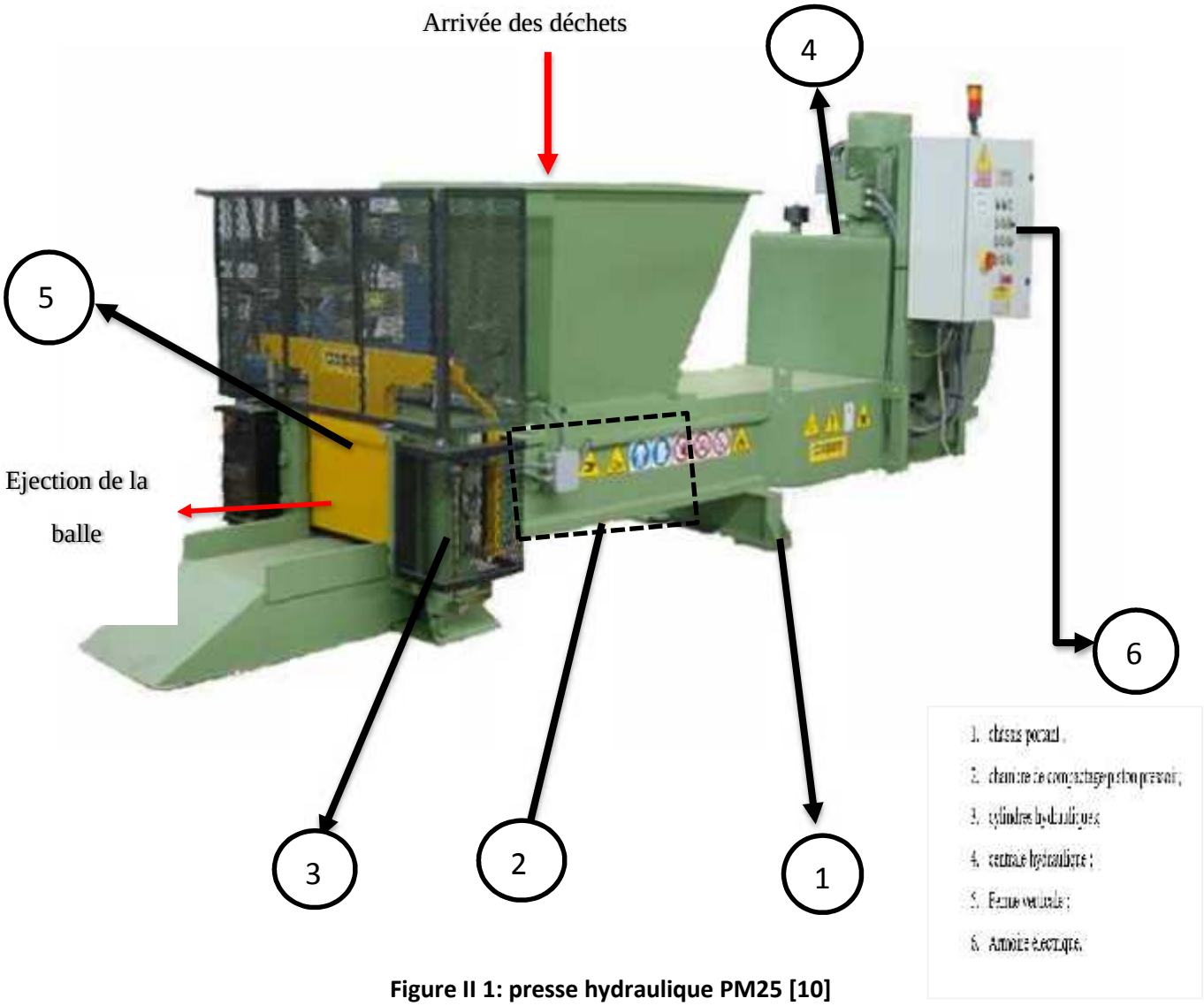


Figure II 1: presse hydraulique PM25 [10]

II.2.1. Description technique de la PM25

Nous pouvons diviser la machine en certains macro-composants principaux :

1. **Châssis portant**

Le châssis robuste de la presse est constitué d'un corps tubulaire de la presse de forme rectangulaire, soudée sur les jambes de support. .

2. **Chambre de compactage/piston pressoir**

Une chambre de compactage est une zone à l'intérieur de la presse, où le matériau est comprimé de manière contrôlée pour réduire son volume. La fermeture de la chambre de compactage est obtenue au moyen d'une paroi avec un mouvement à guillotine verticale. [10]

3. **Cylindres hydrauliques**

Au total il y a trois pistons hydrauliques à utiliser dans la presse. Le premier actionne le cylindre d'éjection (pression de travail 180 bar – figure II.2), les deux autres en couple, permettent les mouvements de haut et bas de la "fermée verticale" (figure II.3). Tous ensembles, ils sont commandés par une unité hydraulique unique. [10]

Les caractéristiques des cylindres sont données en **annexe 2.**

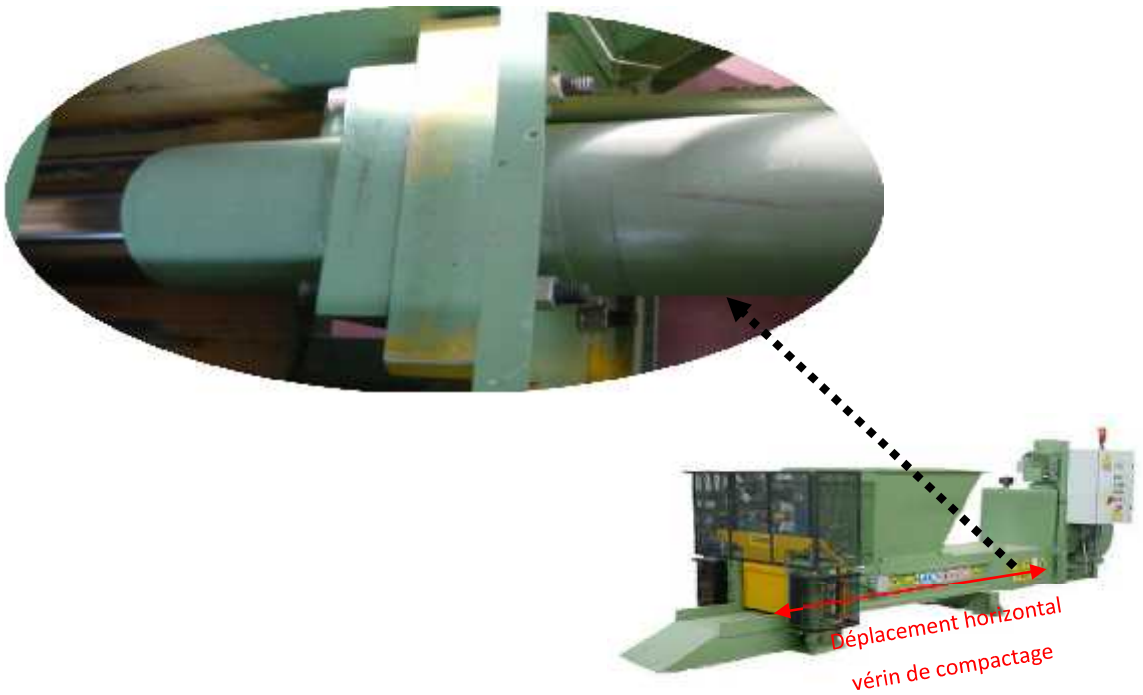


Figure II 2: Cylindre éjecteur

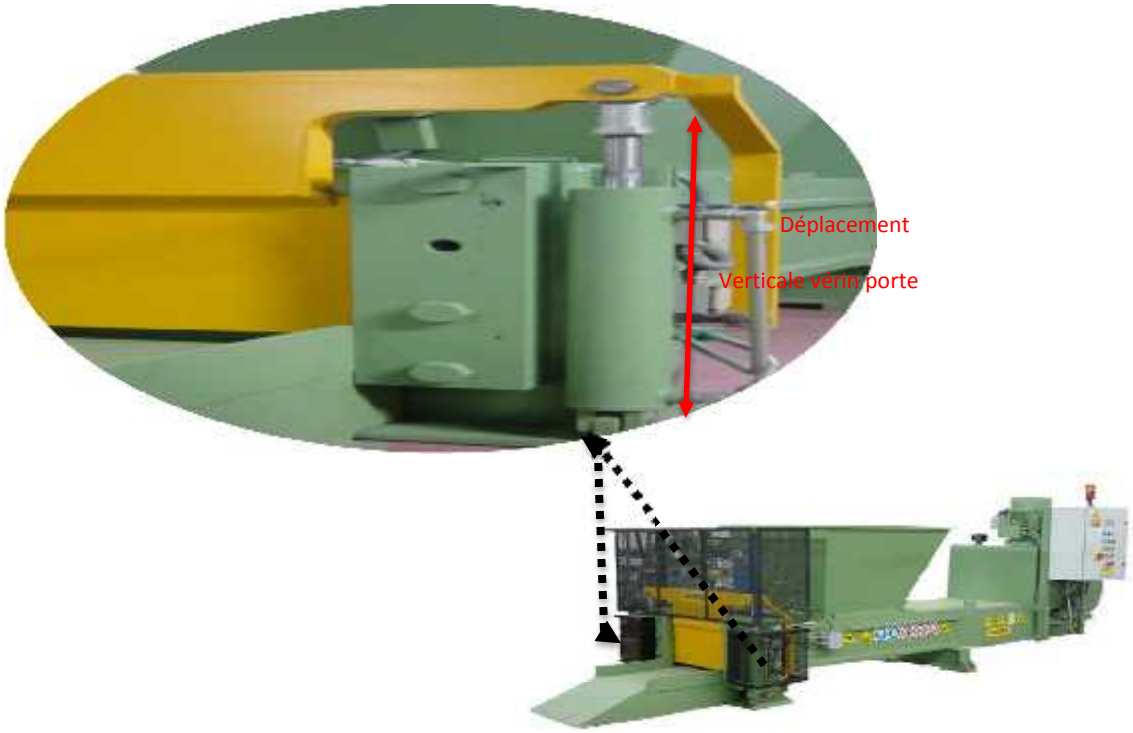
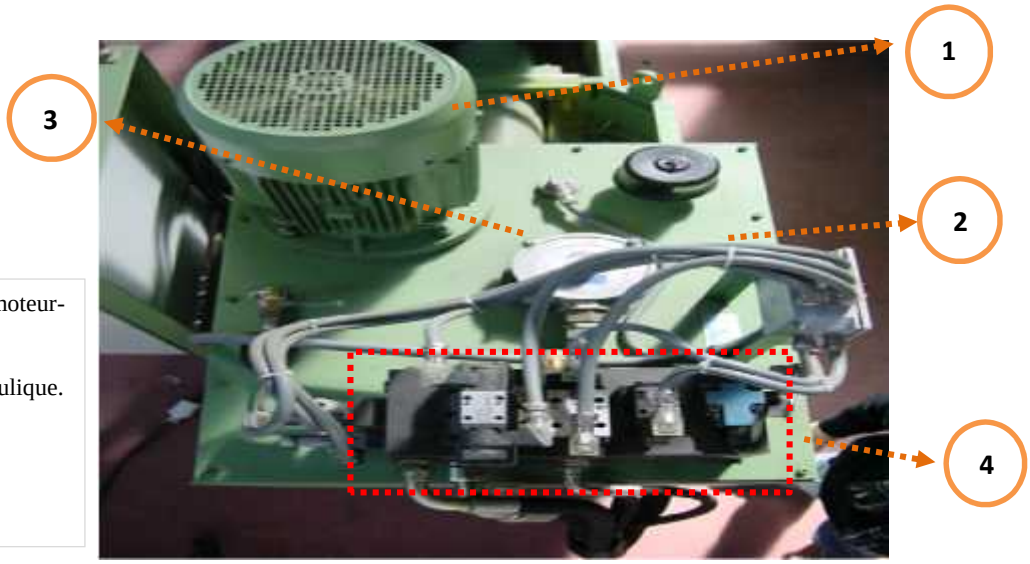


Figure II 3: Cylindre de soulevage “fermée verticale” [10]

4. Centrale hydraulique

Cet ensemble repose sur l'embase porte-à-faux dans la partie arrière de la presse (Figure II.4), elle se compose d'un réservoir d'huile en tôle soudée, un groupe moteur-pompe multiple (un moteur électrique 15KW et deux (2) pompes hydraulique), filtres à l'échappement, des électrovannes, pressostats, des éléments logiques et une série tuyaux flexibles de connexion entre la centrale et les cylindres hydrauliques. Le système dans son ensemble est régi à moyen d'un PLC Siemens (Contrôleur logique programmable).



1. Le groupe moteur-pompe.
2. Flexibles hydraulique.
3. Manomètres.
4. Distributeur hydraulique.

Figure II 4: Centrale hydraulique

4.1.Le groupe moteur-pompe:

Un groupe motopompe est un ensemble composé d'un moteur électrique ou thermique entraînant une pompe hydraulique. L'objectif est de pomper un fluide (souvent de l'huile) dans un réservoir afin de créer un débit puis une action mécanique.

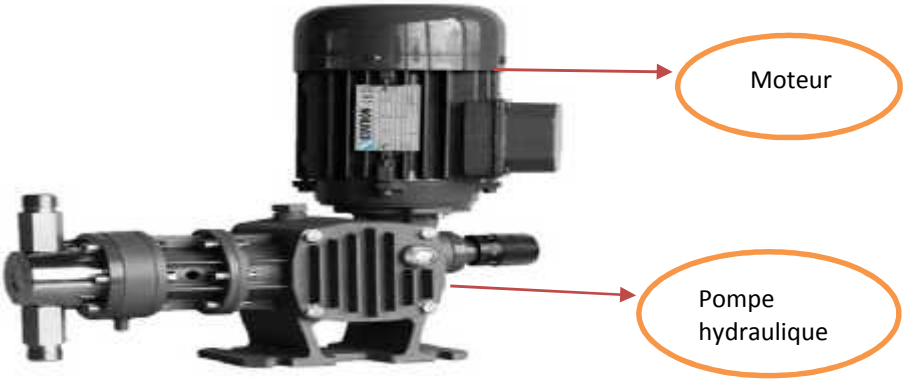


Figure II 5: Le groupe moteur-pompe

4.2.Flexible hydraulique

Un flexible hydraulique est un tuyau en caoutchouc avec deux terminaisons qui peuvent être équipées d'embouts sertis. C'est un élément de liaison entre deux organes des systèmes hydraulique ou pneumatique. Plusieurs critères doivent être pris en compte lorsque l'on sélectionne ou fabrique un flexible, à savoir son diamètre, sa longueur, la pression supportée, l'environnement extérieur, la température de fonctionnement et le type de fluide.

Figure II 6 : Flexibles hydrauliques

4.3.Manomètre

Un manomètre mesure la pression d'un gaz ou d'un liquide dans un système. Il surveille la pression des fluides dans diverses applications, telles que les industries automobile, aérospatiale, médicale et manufacturière. La mesure de la pression dans un système est essentielle pour assurer la cohérence d'un produit et une mesure de sécurité pour être conscient des fuites ou de l'augmentation de la pression dans un système.

Figure II 7 : Manomètre

4.4 Distributeur hydraulique

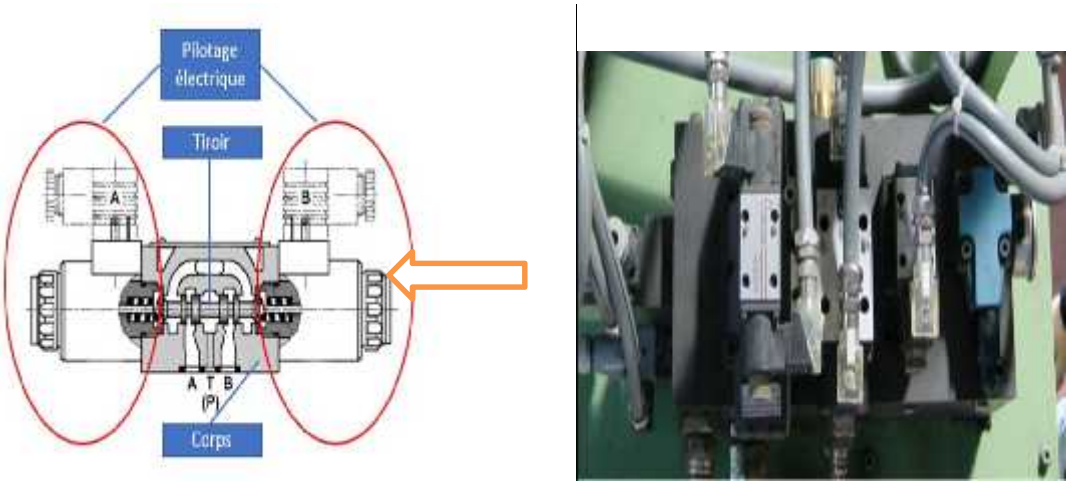


Figure II 8: distributeur hydraulique [10]

Un distributeur hydraulique permet d'obtenir plusieurs fonctions sur vos récepteurs (tout ce qui transforme le débit d'huile en mouvement) à partir de l'orifice venant d'un émetteur (une pompe). Grâce à la distribution, l'huile va alors pouvoir emprunter plusieurs chemins possibles et ainsi donner la possibilité de choisir (manuellement ou électriquement) la fonction des récepteurs.

4.4.1 Fonctionnement d'un distributeur hydraulique

Le distributeur hydraulique fonctionne différemment selon son montage sur un circuit hydraulique. Ils peuvent être segmentés en différentes familles : distributeurs à commande manuelle, électrique, hydraulique, pneumatique et mécanique.

Dans la majorité des cas, les distributeurs sont constitués de la même manière : le débit alimente le distributeur par la plaque d'entrée ou directement dans le bloc. L'orifice d'entrée est marqué par la lettre P (Pressure en anglais) qui va alimenter les différents tiroirs de commandes hydrauliques. Ces tiroirs commandés manuellement, électriquement, hydrauliquement, pneumatiquement ou mécaniquement dirigent l'huile vers les sorties du bloc. Les orifices A et B marqué sur le distributeur correspondent aux sorties à connecter aux récepteurs (vérin, moteur,...). Le débit excédent (sur les distributeurs avec centre ouvert) ressortira par l'orifice T (Tank en anglais) qu'il faudra relier au réservoir.

Le récepteur hydraulique conditionne la composition du distributeur hydraulique. Un vérin simple effet nécessitera une sortie de distributeur simple effet "A" et un vérin double effet devra avoir une sortie de distributeur hydraulique double effet avec deux orifices : "A" et "B". [11]

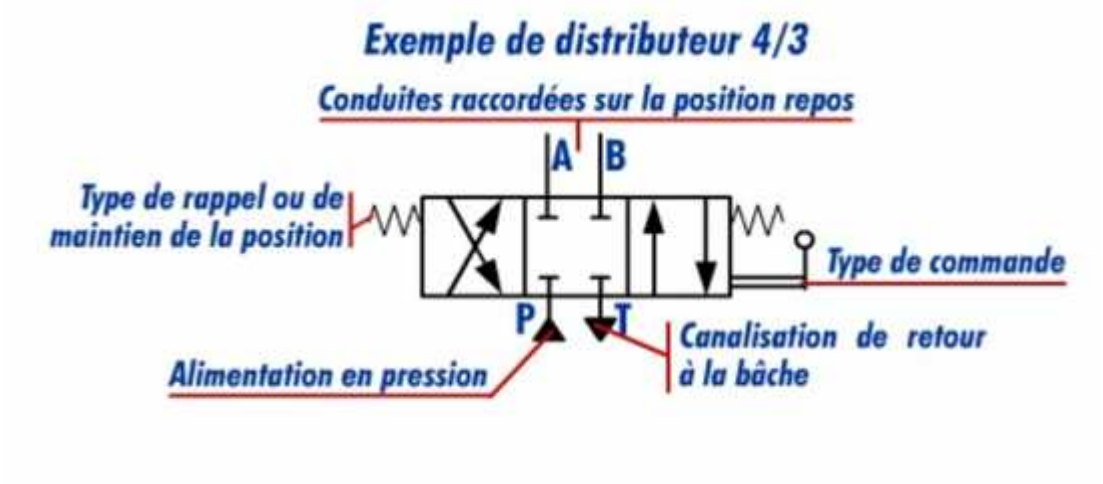


Figure II 9: Symbole d'un distributeur 4 /3

5. Fermée vertical (porte) :

La fermée verticale qui en montant et en descendent verticalement elle devient comme un bouchon dans le cycle de pressage et comme sortie de balle à la fin du cycle. Le mouvement à guillotine de cette dernière est commandé par deux cylindres hydrauliques placés de chaque côté du châssis avant. [10]

Figure II 10: fermée verticale et glissement balle

6. Armoire électrique

Les armoires électriques sont des boîtiers robustes utilisés pour protéger les composants électriques ou électroniques et les appareillages de commutation. Les armoires électriques protègent ainsi l'alimentation électrique contre l'eau, la poussière et la chaleur, mais aussi contre le vandalisme par des personnes non autorisées. En fonction de l'application (dans le cadre d'un événement plein air, un chantier, la construction etc…), la taille, le matériau et le niveau de protection IP requis de l'armoire électrique diffèrent.

Le système de commande électrique est conforme aux normes CEI (degré de protection IP 55) et fait usage de câbles ignifuges avec gaines métalliques et des joints étanches. Cette

dernière se compose d'une section de puissance, une de commande et une de contrôle. L'armoire électrique de commande au bord de la machine est tout à basse tension (24 V).

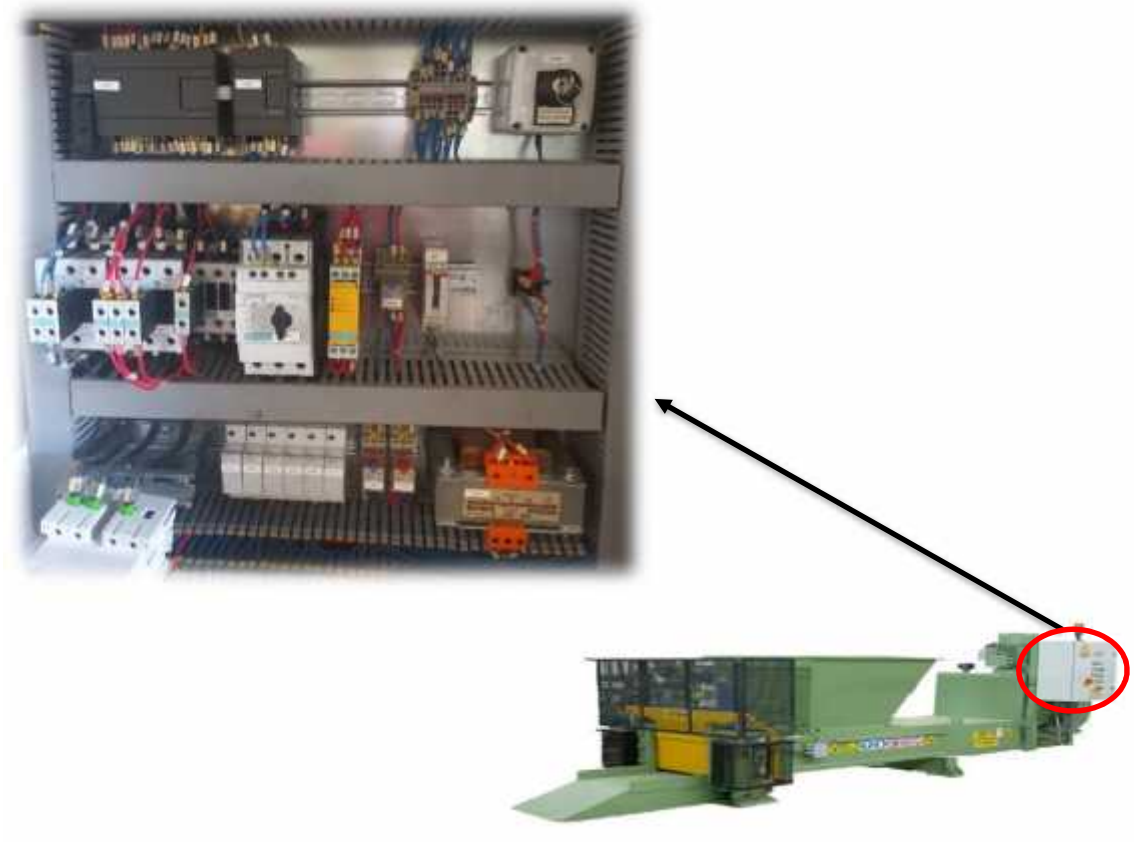


Figure II 11: Armoire Electrique de la PM25

II.3. Fonctionnement de la presse PM 25

La presse de compactage PM 25 est une machine automatique, petite et robuste, conçue spécifiquement pour la réduction en paquets de petits déchets et chutes métalliques. Elle utilise une paroi à mouvement de guillotine verticale (appelée "fermée verticale" selon la figure II.8) pour fermer la chambre de compactage et comprimer le matériau provenant de la trémie de chargement. À l'intérieur de la chambre de compactage se trouve un piston presseur doté de lames de cisaillement sur sa tête, pour faciliter le processus de compression.

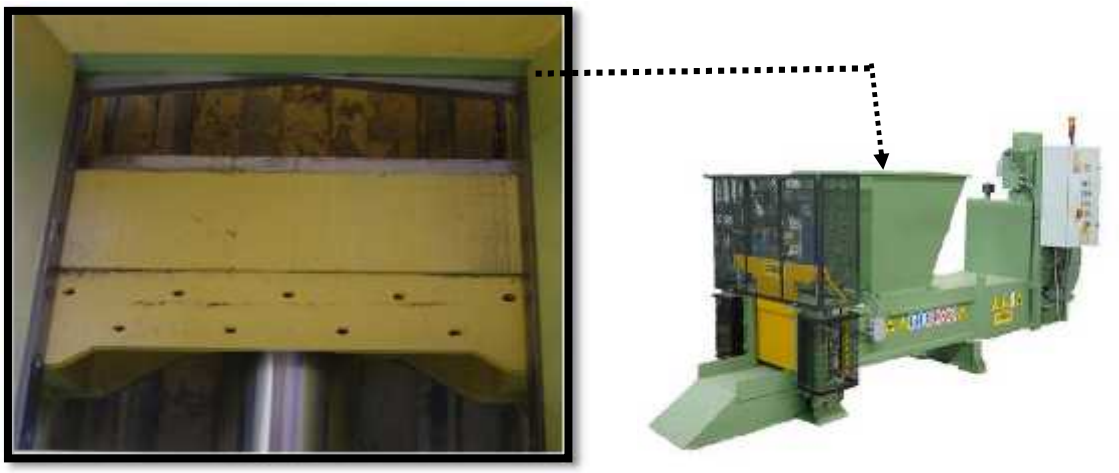


Figure II 12: Tête du piston pressoir «vu de puis le haut »

Une trémie verticale, située à l'ouverture de chargement, assure un approvisionnement continu du matériau. Une fois le cycle ou les cycles de compression terminés, la paroi de fermeture (porte) est soulevée pour permettre l'éjection du paquet métallique de la chambre de compactage. Étant donné les propriétés quasi-inélastiques des matériaux ferreux, il n'est pas nécessaire d'effectuer un cycle d'emballage des paquets.

Les mouvements du piston presseur, ainsi que ceux du levage et de la fermeture de la paroi de guillotine, sont réalisés à l'aide d'actionneurs hydrauliques commandés par une centrale hydraulique. [10]

Voici une description sommaire principe de fonctionnement de la presse :

Le matériau est introduit dans la chambre de compactage de la machine par la trémie grâce à la force de gravité. Une fois que la quantité optimale est atteinte, le cycle de compactage démarre automatiquement.

Le processus de compactage :

1) Une pré-compression dans la direction axiale où la tête du piston presseur avance et compacte la ferraille dans la chambre de formation de la balle. Pendant cette étape, tout matériau dépassant de l'embouchure de chargement est découpé grâce au mouvement de la paroi de guillotine abaissée.

2) Le piston presseur revient à sa position initiale, ce qui entraîne l'ouverture de la bouche de chargement. Cela permet aux résidus métalliques accumulés sur la partie supérieure de la bouche de se déverser dans la chambre en dessous.

3) La compression est répétée autant de fois que le nombre de coups programmés. La dernière de ces compressions est réalisée à la pression maximale de travail.

4) L'éjection de la balle métallique est effectuée par le même piston presseur qui est poussé à son excursion longitudinale maximale pour éliminer le résultat du compactage, avec la paroi verticale soulevée.

5) Le piston presseur se repositionne automatiquement selon la description de l'étape 2, prêt pour un nouveau cycle.

En résumé, le matériau subit une pré-compression, suivi d'une série de compressions, avec la dernière à la pression maximale. Ensuite, la balle métallique est éjectée, le piston revient à sa position initiale et le processus peut être répété pour un nouveau cycle.

II.4. Les composantes électrique de la presse PM25

II.4.1 La partie opérative (P.O) :

C’est la partie qui permet de réaliser les mouvements, les actions sur le produit. Elle regroupe les effecteurs, les actionneurs et leurs pré-actionneurs ainsi que les capteurs machines nécessaires au contrôle du déplacement des actionneurs et au contrôle de présence des objets ou des personnes.

On peut deviser la P.O en deux (02) parties :

Parie 1. Actionneur et pré-actionneurs

a. Le groupe moteur-pompe:

Un groupe motopompe est un ensemble composé d'un moteur électrique ou thermique entraînant une pompe hydraulique. L'objectif est de pomper un fluide (souvent de l'huile) dans un réservoir afin de créer un débit puis une action mécanique.

Les moteurs asynchrones, également connus sous le nom de "moteurs à induction", jouent un rôle prédominant, représentant plus de 60% des équipements rotatifs chargés de convertir l'énergie électrique en mouvement mécanique. Ces moteurs se distinguent par leur résistance et leur coût de production relativement modeste, ce qui en fait l'option privilégiée dans l'industrie. Cette popularité s'est encore renforcée grâce aux avancées de l'électronique de puissance et de l'informatique industrielle, qui ont permis une régulation précise de la vitesse, répondant ainsi aux exigences variables des applications industrielles.

Figure II 13: plaque signalétique moteur pompe

b. Les électrovannes :

Une électrovanne est un dispositif de contrôle du débit qui a la capacité d'ouvrir ou de fermer un circuit. Son mécanisme implique un piston directement intégré au joint. Lorsque la bobine électrique n'est pas activée, le piston est positionné de manière à fermer directement le passage principal, empêchant ainsi le flux de fluide. Sous l'effet de la pression du fluide et du ressort, le piston maintient la vanne fermée. Toutefois, une fois que la bobine électrique est alimentée en courant, le piston est soulevé, créant ainsi une ouverture par laquelle le fluide peut s'écouler librement**.** [12]

Figure II 14: électrovanne

c. Les vérins:

Un vérin constitue un mécanisme de propulsion qui recourt à l'énergie hydraulique ou pneumatique afin de générer un mouvement linéaire ou rotatif.

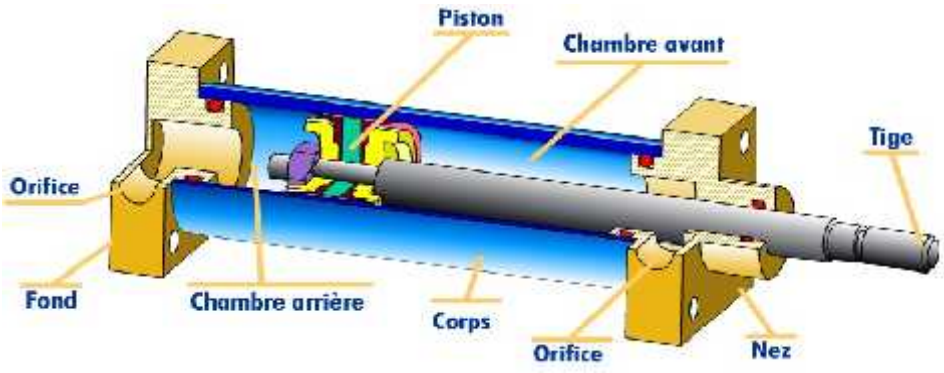


Figure II 15: vérins

Le vérin hydraulique est employé en propulsant de l'huile sous pression, pouvant atteindre jusqu'à 350 bars dans des applications typiques. Bien que présentant un coût supérieur, il est préféré pour les charges plus élevées et les mouvements plus précis (facilement ajustables) qu'il peut générer. [11]

Vérin double effet : ce type de vérin hydraulique peut générer un mouvement dans les deux directions. La pression hydraulique est utilisée à la fois pour l'extension et la rétraction du vérin.

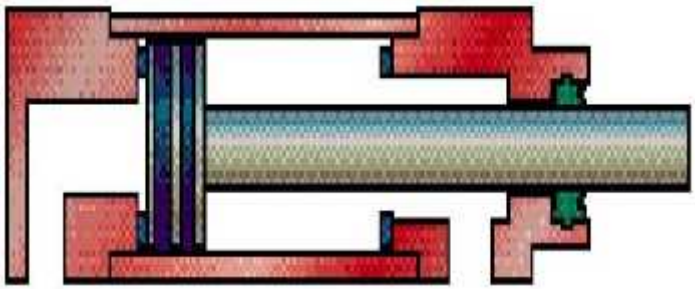


Figure II 16 : Vérin double effet

d. Le distributeur hydraulique4/3

Ce type de distributeur permet de mieux maîtriser l'état intermédiaire entre les 2 positions de travail en intercalant entre elles une position de repos**.**

Le choix du type de position centrale dépend de la fonction que l'on veut assurer à l'état repos :

Centre fermé : Les organes récepteurs sont immobilisés au repos. (Pas de débit dans l'actionneur). La pompe débite soit vers une autre branche du circuit, soit vers le réservoir à travers le limiteur de pression. Ce dernier cas occasionne des pertes énergétiques

importantes puisque le débit généré par la pompe est évacué vers le réservoir à une pression élevée (pression d'ouverture du limiteur). [12]

Parie 2. Capteurs

a) Capteur TOR:

Les capteurs TOR (tout ou rien) sont des capteurs qui fournissent une sortie binaire c'est-à-dire 1 bits (prend l'état 1 ou 0, Marche ou arrêt)

Les capteurs les plus couramment utilisés sont des capteurs à commande manuelle, généralement des boutons poussoirs à fermeture et à ouverture.

Les capteurs peuvent être aussi à commande mécanique, ce sont les capteurs de positions fins de course.

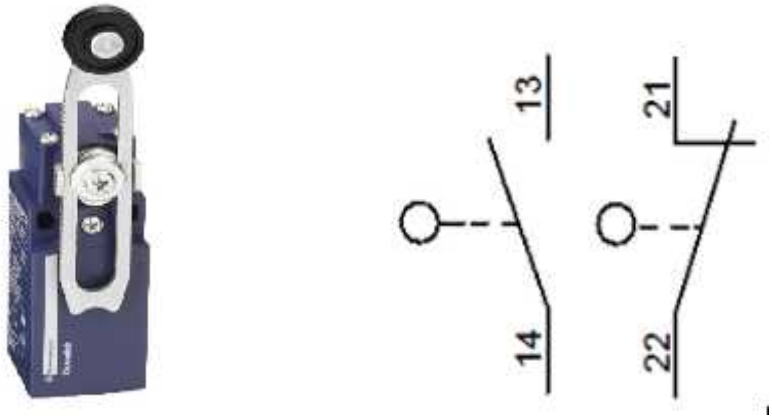


Figure II 17: capteur fin de course

b) Capteur photocellule :

Un capteur photoélectrique est conçu pour repérer un objet cible en utilisant un faisceau de lumière. Dans le cadre du système de type barrage, l'émetteur et le récepteur sont logés dans deux boîtiers distincts. Ce concept permet d'atteindre la plus grande portée possible, pouvant s'étendre jusqu'à 30 mètres. Le faisceau de lumière émis est dans la gamme infrarouge. Ce capteur est en mesure de détecter divers types d'objets avec une grande précision, sauf ceux qui sont transparents et n'interrompent pas le trajet du faisceau lumineux.

Figure II 18: capteur photocellule

c) Choix d'un Capteur

Le choix d'un capteur se fait en deux phases

Phase 1 :

Détermination de la famille de détecteurs adaptée à l'application.

L'identification de la famille recherchée s'effectue par un jeu de questions/réponses

Chronologiquement posées, portant sur des critères généraux et fondamentaux s'énonçant en amont de tout choix :

- Nature de l'objet à détecter : solide, liquide, gazeux, métallique ou non.
- Contact possible avec l'objet.
- Masse de l'objet.
- Distance objet/détecteur.
- Vitesse de défilement.
- Cadences de manœuvre.
- Espace d'intégration du détecteur dans la machine.

L'organigramme illustre cette démarche qui conduit à faire la sélection d'une famille de détecteurs sur la base de critères simples.

Phase 2 :

Détermination du type et de la référence du détecteur recherché.

Cette deuxième phase tient compte :

- De l'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses, ...
- De la source d'alimentation : alternative ou continue.
- Du signal de sortie : électromécanique, statique.
- Du type de raccordement : câble, bornier, connecteur.

L'organigramme de choix d'un Capteur

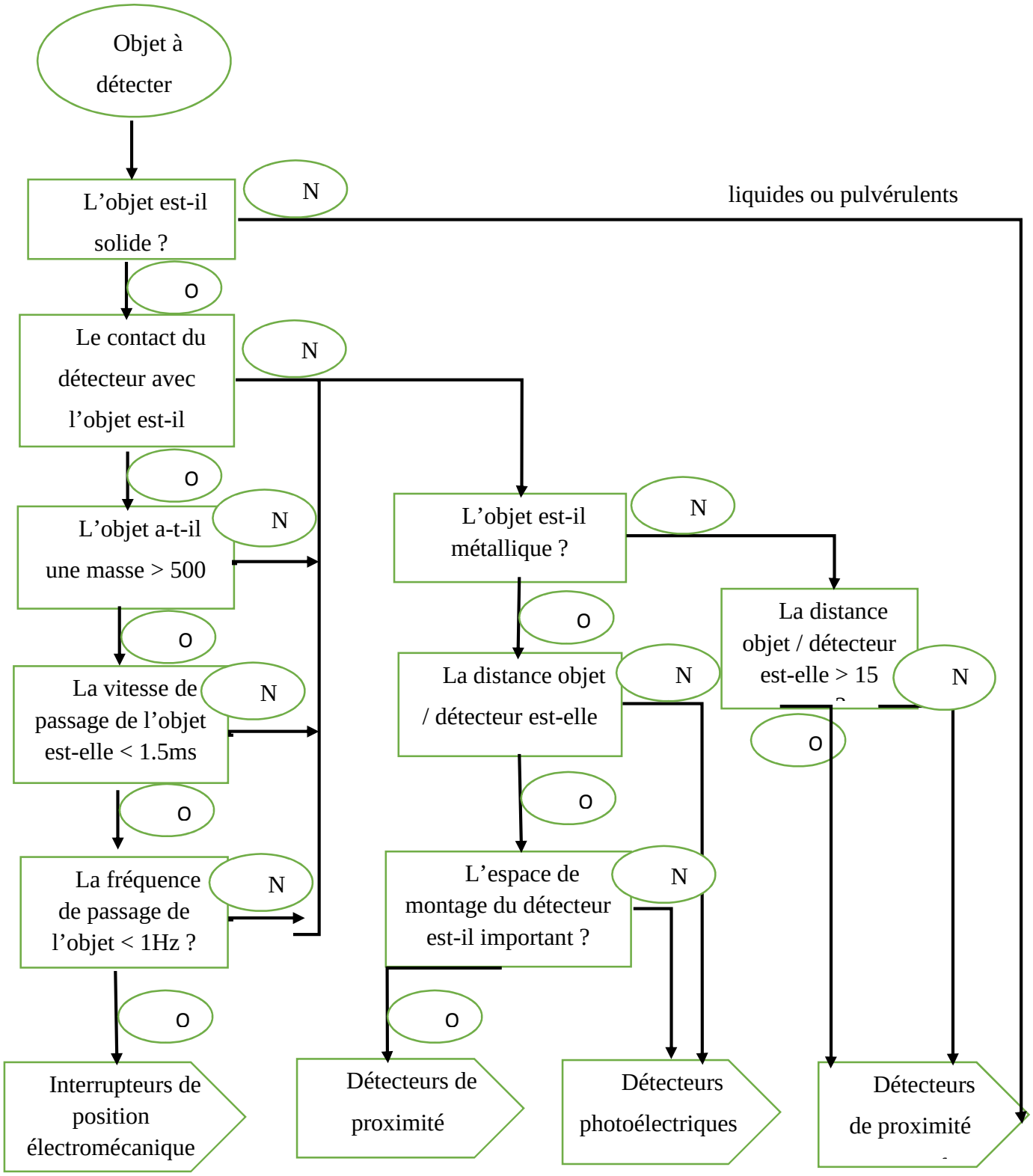


Figure II 19: L'organigramme d'une famille de détection.

II.4.2.La partie commande de l'armoire :

C'est la partie qui permet de gérer, d'organiser l'enchaînement des actions, des mouvements du système. Elle regroupe les constituants et les composants destinés au traitement des informations (signaux) émises par les capteurs machines de la P. O. et les capteurs opérateurs de la P. R. (C'est le cerveau du système)

1. Alimentation

L'alimentation électrique est employée pour fournir l'énergie nécessaire aux dispositifs électriques. Elle est capable de transformer et de réguler le courant électrique d'entrée afin de modifier les caractéristiques du courant électrique en sortie. Dans cette armoire, la tension d'alimentation utilisée est de 400 volts.

2. Transformateur :

Il s'agit d'un dispositif stationnaire comportant au moins deux bobines ou plus, qui opère grâce à des effets électromagnétiques. Sa fonction consiste à convertir un ensemble de tensions et de courants alternatifs en un autre ensemble, généralement avec des valeurs différentes, tout en maintenant la même fréquence. Son objectif principal est de transférer de l'énergie électrique.

Figure II 20 : Transformateur

3. Le disjoncteur :

Un disjoncteur est un dispositif électromagnétique qui a la capacité de générer, de maintenir et de couper des flux de courant dans des circonstances régulières.

Figure II 21 : Disjoncteur

4. Un automate S7-200 :

Les automates programmables industriels (API) sont des dispositifs électroniques spécialement conçus pour automatiser et contrôler des processus industriels dans divers secteurs. Ils permettent la gestion en temps réel de tâches complexes, de machines et d'équipements au sein d'environnements de fabrication, de production et industriels.

La famille S7-200 est constituée de micro-automates programmables utilisables dans des applications d'automatisation variées. [14]

Figure II 22: Automate S7-200

5. Arrêt d'urgence :

Un mécanisme de commutation ou un interrupteur conçu pour assurer un arrêt immédiat et sécurisé des machines, garantissant ainsi la protection des personnes qui interagissent avec elles.

Figure II 23: bouton arrêt d'urgence

6. Interrupteur :

Un dispositif de commande qui permet d'activer ou de désactiver l'alimentation électrique pour un ou plusieurs éclairages, prises électriques ou appareils domotiques, en fonction de la configuration spécifique. Cet équipement est relié au tableau électrique, et sa fonction principale est de mettre en marche ou d'arrêter l'appareil contrôlé en question.

Figure II 24: interrupteur commutateur

7. Contacteur :

Un contacteur électrique est un dispositif électromécanique utilisé pour ouvrir et fermer des circuits électriques de puissance. Il est principalement utilisé dans les applications où des charges électriques importantes doivent être commutées, telles que les moteurs électriques, les éclairages de grande puissance, les systèmes de chauffage, etc.

Le contacteur est composé de deux parties principales : le bobinage de commande et les contacts de puissance

1. Bobinage de commande : C'est une bobine électromagnétique qui est généralement alimentée en courant basse tension (par exemple, 24V) pour créer un champ magnétique. Lorsque le courant passe à travers la bobine, elle attire un noyau mobile (armature), ce qui actionne les contacts principaux.

2. Contacts de puissance : Le contacteur possède des contacts principaux qui peuvent être normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NF). Lorsque la bobine de commande est activée, elle attire l'armature et ferme (ou ouvre) les contacts de puissance. Cela permet de connecter (ou de déconnecter) la charge électrique du circuit d'alimentation.

Les contacteurs sont utilisés pour différentes fonctions, telles que :

- Démarrage et arrêt de moteurs électriques.
- Commande de l'éclairage public.
- Commande de systèmes de chauffage et de climatisation.
- Gestion de charges électriques importantes dans les installations industrielles.

Figure II 25: contacteur

- (01) : Bornes d’entrée des contacts de puissance pour les trois phases d’alimentation en 380V ;

- (02) : Bornes de sortie des contacts de puissance pour les trois phases d'alimentation en 380V ;

- (03) : Borne (A1) d'entrée de l'alimentation de la bobine du contacteur ;

- (04) : Borne (A2) de sortie de l'alimentation de la bobine du contacteur ;

- (05) : Borne d'entré du contact NO du contacteur pour le maintien de la bobine ;

- (06) : Borne de sortie du contact NO du contacteur pour le maintien de la bobine ;

8. Jeu de barre :

Les ensembles de barres basses tensions sont conçus pour acheminer l'énergie électrique entre les différents composants de l'installation responsables de son apport (comme les générateurs et les transformateurs) et de sa répartition (tels que les tableaux de distribution générale, ou TGBT). Ils peuvent également être intégrés à l'installation globale ou à des systèmes d'équipements basse tension qui suivent des directives normatives particulières.

Figure II 26: jeux de barre

9. Lampes de signalisations :

Dispositifs de signalisation sont utilisés dans l'industrie, pour lancer certaines commandes ou pour signaler et attirer l'attention sur les états d'une manière acoustique.

Figure II 27: lampes de signalisation.

10. Ecran de supervision :

L'écran de supervision facilite la surveillance et le suivi efficace des opérations des systèmes informatiques. Il offre aux administrateurs réseau la possibilité de surveiller les divers éléments matériels et logiciels, les visualiser en temps réel et analyser les informations et données associées. Ainsi, l'administrateur est en mesure de détecter toute anomalie ou fonctionnement inhabituel du système informatique, lui permettant d'intervenir rapidement pour résoudre les problèmes identifiés.

Figure II 28 : Ecran HMI

II.5. Conclusion:

L'explication détaillée de la presse hydraulique PM25 nous a fourni une compréhension approfondie du mode de fonctionnement de ses différentes parties ainsi que du rôle spécifique joué par chaque élément au cours de son cycle opérationnel. Cette analyse préliminaire nous offrira une base solide pour aborder en toute fluidité le prochain chapitre portant sur l'automatisation de la presse hydraulique PM25.

CHAPITER III :

PRÉSENTATION DE LOGICIEL TIA PORTAL V13.

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons commencer par détailler les diverses phases essentielles en vue de garantir le succès de la mise en place du programme d'automatisation élaboré à partir de l'analyse fonctionnelle du système. Cette approche facilite l'automatisation de la presse de compactage PM 25 en utilisant le logiciel TIA PORTAL V13.

III.2 L'automate programmable industriel (API)

Les automates programmables industriels sont des appareils électroniques programmables largement employés dans le domaine de l'automatisation industrielle. Leur rôle principal est de superviser les processus de fabrication au sein des usines et des installations industrielles.

En général, un automate a pour vocation de permettre à une installation de fonctionner avec une intervention humaine minimale. Il peut remplir diverses fonctions, notamment :

- Gérer des tâches répétitives ou dangereuses qui seraient difficiles à exécuter pour un être humain.
- Assurer la sécurité du personnel et des installations en exerçant un contrôle.
- Accroître la production et l'efficacité en réalisant des économies de matières premières et d'énergie.
- Offrir une flexibilité aux installations, permettant ainsi d'adapter les produits ou les procédés de fabrication.

Figure III 1: Automate programmable industriel (API).

III.3 L'architecture d'un API

Les automates transmettent des instructions aux pré-actionneurs en utilisant des données d'entrée provenant de capteurs, de paramètres de commande et d'un programme informatique. Les éléments essentiels d'un API sont:

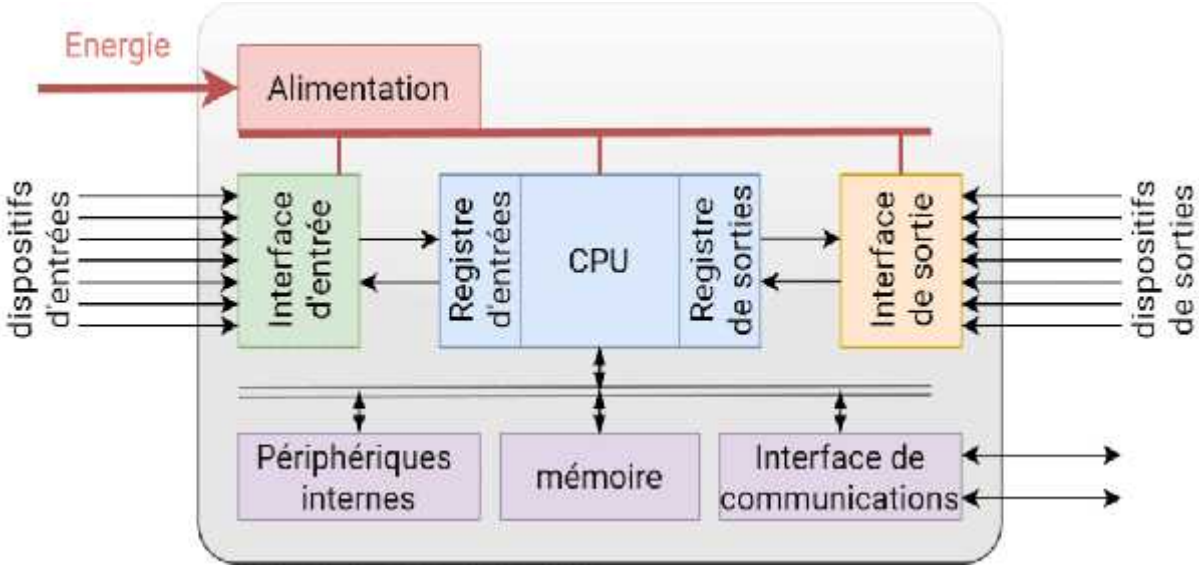


Figure III 2: Schéma représentant l'architecteur d'un API.

III.3.1 Unité centrale de traitement (CPU)

Au cœur même de l'automate programmable industriel réside son élément central. Celui-ci se manifeste sous la forme d'un processeur responsable de l'exécution des programmes et des instructions logiques. Il prend en charge la gestion des entrées et sorties (E/S), ainsi que les échanges avec d'autres systèmes.

Le rôle de l'automate consiste à recevoir les signaux provenant des capteurs, qui sont à leur tour connectés aux cartes d'entrée de l'automate. Ces données sont ensuite traitées et interprétées par l'unité centrale (CPU : Central Processing Unit), englobant le microprocesseur, la mémoire et les E/S du système. Cette unité centrale exécute ensuite les actions de contrôle en fonction des programmes élaborés et compilés par les utilisateurs. Ces programmes sont créés au moyen de langages appropriés, avec l'aide d'un matériel externe.

Les résultats de ce traitement engendrent les sorties, qui à leur tour donnent les instructions aux actionneurs tels que les contacteurs, vannes, moteurs, et bien d'autres éléments [13].

III.3.2 La mémoire

La mémoire, un élément crucial, est conçue pour accueillir, organiser et conserver les informations provenant des divers secteurs du système.

L'automate englobe diverses catégories de mémoires, chacune ayant son rôle en ce qui concerne le stockage des programmes :

- Mémoire vive (RAM) : Employée pour l'exécution des programmes en cours.
- Mémoire morte (ROM) : Renferme le programme fondamental de l'API.

III.3.3 Les modules d'entrées / sorties (E/S)

Ces modules sont responsables de la communication entre l'automate et les équipements du système automatisé (les capteurs, les actionner …)

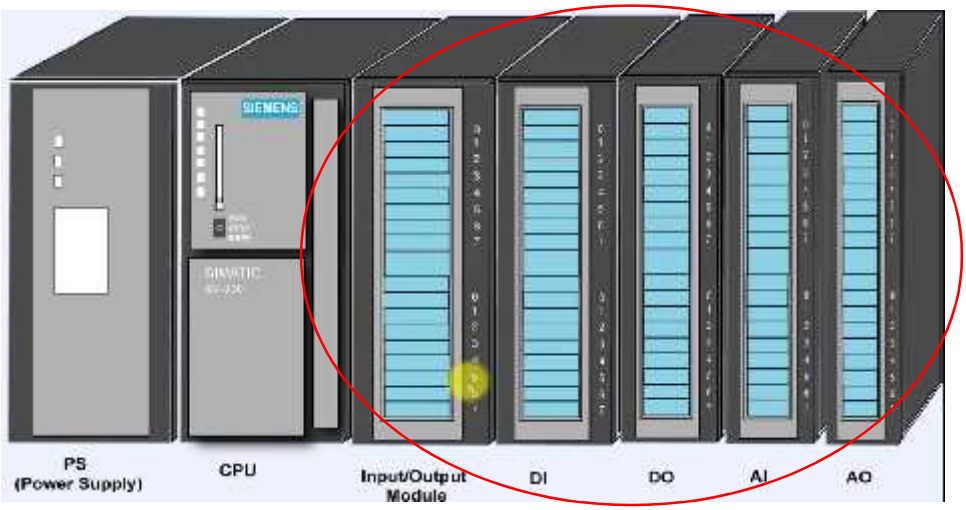


Figure III 3: Les modules d'entrées / sorties (E/S)

DI : Module des entrées numérique.

DO : Module des sorties numérique.

AI : Module des entrées analogique.

AO : Module des sorties analogiques.

III.3.3.1 Le Module d'entrée/sorties TOR

III.3.3.1.a Le Module d'entrée TOR

Il s'agit d'éléments employés au sein des systèmes d'automatisation afin de recevoir des signaux binaires, c'est-à-dire des valeurs logiques de 0 ou 1. Ces signaux proviennent, par exemple, de dispositifs tels que les capteurs de fin de course ou les boutons poussoirs…

Il y a deux conceptions d'entrées d'automates couramment utilisées :

- **Les entrées NPN**

Les entrées NPN sont utilisées pour les systèmes à logique négative, Ces entrées sont conçues pour recevoir des signaux logiques négatifs (-24VDC).

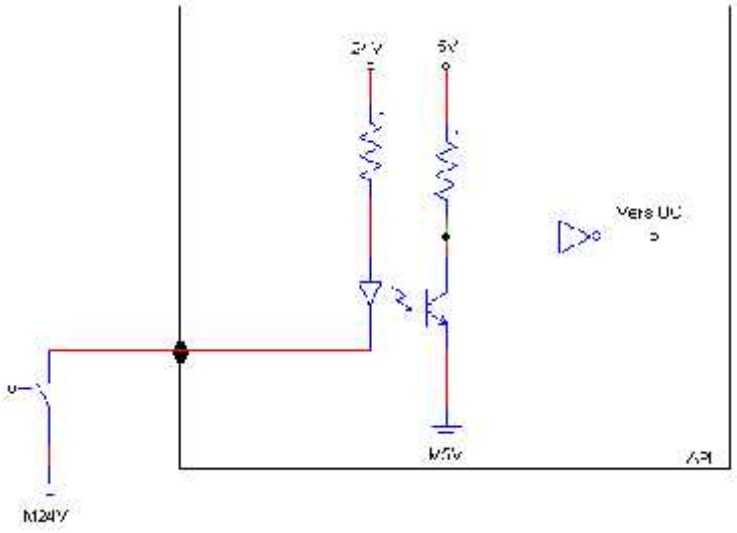


Figure III 4: Schéma des entrées NPN.

- **Les entrées PNP**

Les entrées PNP sont utilisées pour les systèmes à logique positive, Ces entrées sont conçues pour recevoir des signaux logiques positifs (+24VDC).

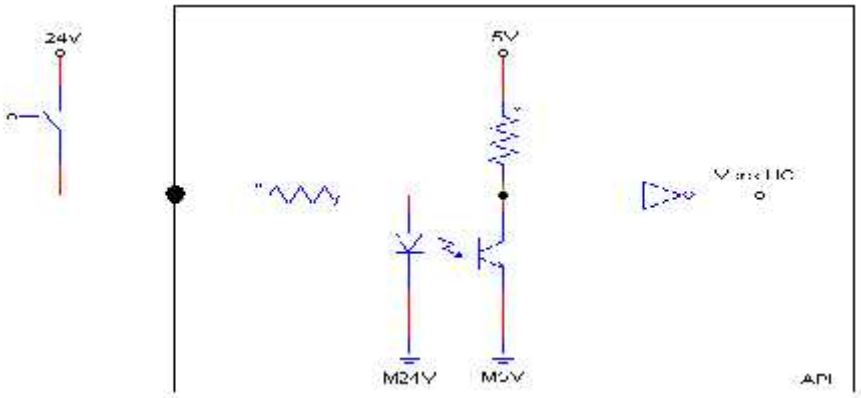


Figure III 5: Schéma des entrées PNP.

III.3.3.1.b Module de sortie TOR

Les modules de sortie tout ou rien (TOR) sont des éléments employés pour activer les pré-actionneurs tels que les bobines de contacteurs et les relais dans un système.

III.3.3.2 Modules d'entrées/sorties analogiques

Dans les modules d'entrées/sorties analogiques de l'API nous avons deux types :

III.3.3.2.a Modules d'entrées analogiques

Les entrées analogiques sont spécialement conçues pour gérer des signaux électriques en continu qui changent en accord avec la grandeur physique mesurée, comme la température ou

le niveau. Elles servent à recueillir des données provenant de capteurs analogiques. Quand un signal analogique est connecté à une entrée analogique d'un automate, celui-ci exécute une conversion analogique-numérique, transformant le signal continu en une valeur numérique représentant le signal d'origine.

III.3.3.2-b Modules de sorties analogiques

L'automate produit des signaux de sortie analogiques, ce qui implique qu'il émet des signaux continus en évolution selon les valeurs numériques déterminées par le programme, contrairement aux entrées analogiques. Ces sorties délivrent une tension ou un courant ajustables, ouvrant la voie à diverses actions sur différents systèmes tels que la régulation d'un variateur de vitesse ou le contrôle progressif d'une électrovanne.

III.3.4 Les interfaces d'entrées/sorties

- Les interfaces des entrées sont chargées de recevoir des données en provenance des dispositifs de détection, tels que les capteurs, ainsi que des commandes provenant de l'opérateur via le pupitre de contrôle, comme les boutons poussoirs.

- Les interfaces des sorties sont responsables de transmettre des données aux pré-actionneurs ainsi qu'aux éléments de signalisation tels que les voyants du pupitre de contrôle.

III.3.5 L'interface de communication

L'automate est pourvu de diverses interfaces de communication qui servent à échanger des données avec d'autres systèmes ou appareils, tels que la console de programmation, un autre automate ou encore un écran de supervision.

III.3.6 Alimentation électrique PS (Power suply)

L'alimentation électrique est élaborée pour transformer la tension provenant du réseau en une tension de travail nécessaire à l'automate. Cette tension est distribuée à l'appareil en lui-même ainsi qu'à ses éléments internes tels que le processeur et la mémoire, aux modules d'entrées/sorties et également aux capteurs employés dans le système.

Figure III 6: Alimentation électrique PS (Power suply)

III.4 Choix d'un Automate

Pour bien choisir un automate on doit respecter:

- La capacité de traitement du processeur (la vitesse de traitement)
- Le nombre d'entrées/sorties.
- La nature des entrées/sorties (numériques, analogiques).
- Mémoire disponible.
- Tension d'alimentation.
- La fiabilité.
- Prix de l'automate.
- La durée de garantie.

III.5 Langages de programmation des API

Les automates programmables industriels (API) peuvent être mis en programme en utilisant divers langages spécifiques qui s'adaptent aux exigences de chaque application industrielle. Ces langages de programmation sont réglementés par la norme internationale CEI 61131-3, établie par la Commission internationale de l'électrotechnique. Cette norme garantit l'usage de langages

normalisés et non liés à un fournisseur particulier. Elle détaille la structure et la signification de cinq langages de programmation standard.

Voici quelques-uns des langages le plus utilisés pour programmer les API :

- LADDER : C'est l'un des langages de programmation les plus couramment utilisés pour les automates programmables industriels (API). Il utilise des symboles graphiques qui rappellent les contacts et les bobines électriques d'un schéma de câblage.

- Liste d'instructions (IL) : Ce langage ressemble à une version simplifiée du langage machine et se base sur une liste d'instructions pour programmer l'API.

- Blocs fonctionnels (FBD) : Ce langage emploie des blocs graphiques pour représenter diverses fonctions et opérations. Il est souvent utilisé pour programmer des automates complexes.

- Tableaux de fonctions séquentielles (SFC) : Aussi appelé GRAPHCET (Graph of sequential Functions), ce langage utilise des blocs graphiques pour illustrer des opérations séquentielles, organisées en étapes reliées par des transitions.

- Texte structuré (ST) : Il s'agit d'un langage textuel de haut niveau spécialement conçu pour les applications d'automatisation complexes, qui sont difficiles à modéliser à l'aide de langages graphiques. Sa syntaxe est similaire à celle de langages informatiques bien connus, comme le Pascal.

III.5.1 Les éléments essentiels du langage de programmation LADDER

III.5.1.1 Les contacts

Les contacts sont des éléments qui incarnent les entrées ou les conditions à examiner dans un programme. Ils sont symbolisés par des icônes qui sont soit ouvertes (NO : normalement ouvertes) soit fermées (NC : normalement fermées). Ces contacts peuvent également correspondre à des capteurs, des interrupteurs ou des situations logiques.

Tableau III 1: Les éléments essentiels des contacts et leurs symboles.

Elément	Fonctionnement	Symbole
Contacts normalement ouvert NO	Quand le contact est enclenché (la condition d'entrée est remplie), le circuit électrique se ferme, facilitant ainsi le flux de courant.	
Contacts normalement fermé NC	Lorsque le contact est déclenché, le circuit électrique s'ouvre, ce qui interrompt le flux de courant.	
Détection de front montant	Elle a la capacité de repérer le changement d'un signal électrique d'un état bas (0) à un état haut (1) au sein d'un système.	P
Détection de front Descendant	Elle est conçue pour reconnaître la transition d'un signal électrique de l'état haut (1) à l'état bas (0) au sein d'un système.	N
Porte NOT	Réalise une inversion du signal de l'entrée correspondante [lorsque l'entrée est en état bas (0), la sortie de la porte NON sera en état haut (1), et lorsque l'entrée est en état haut (1), la sortie de la porte NON sera en état bas (0)].	NOT

III.5.1.2 Les bobines

Les bobines symbolisent les sorties ou les actions à exécuter dans un programme. Elles sont généralement dépeintes par des icônes et sont mises en marche ou arrêtées en accord avec les conditions du programme pour superviser des dispositifs d'actionnement tels que les moteurs, les vannes, et autres.

Tableau III 2: Les éléments essentiels des bobines et leurs symboles.

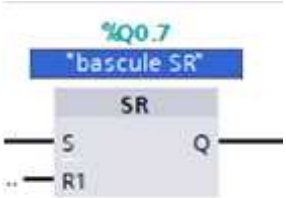
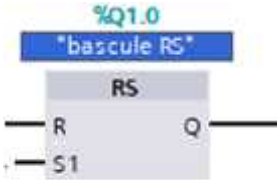
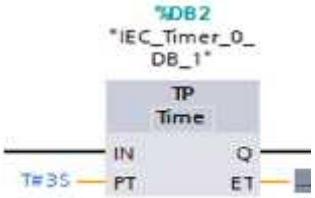
Elément	Fonctionnement	Symbole
Bobine simple	Lorsque les conditions d'activation sont validées, la bobine correspondante est alimentée et le pré-actionneur associé est activé. Lorsque ses conditions ne sont pas validées, la bobine est désactivée.	-( )-
Bobine négative	Lorsque ses conditions d'activation sont validées, la bobine est désactivée, et lorsqu'elles ne sont pas validées la bobine est activée.	-(/)-
Bobine d'enclenchement (Set)	Lorsque la bobine d'enclenchement est activée, elle maintient l'état actif même si la condition qui l'a initialement activée n'est plus présente.	-(S)-
Bobine de déclenchement (Reset)	Lorsque la bobine de déclenchement est activée, elle envoie un signal pour désactiver la bobine d'enclenchement correspondante.	-(R)-

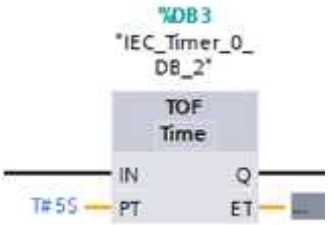
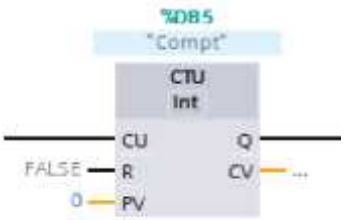
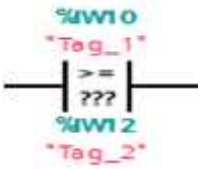
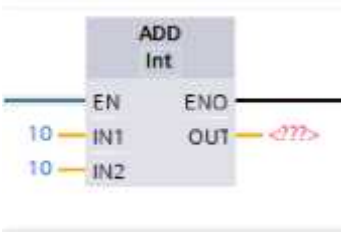
III.5.1.3 Les blocs de fonctions

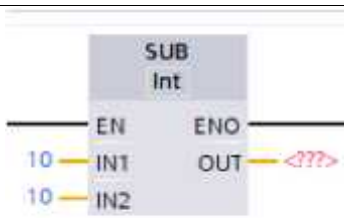
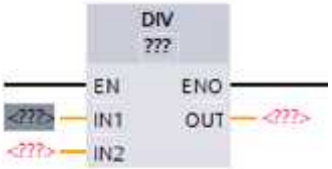
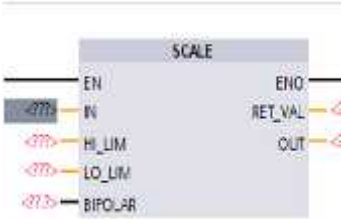
Les blocs de fonctions varient en fonction de la marque de l'automate et incarnent les diverses fonctionnalités de l'appareil. Ils servent à exécuter une multitude de tâches, comme la mise en place de temporisations (retards à l'allumage ou à l'extinction), la comptabilisation, le

décomptage, et bien plus encore. Ces fonctions sont agencées en ensembles prêts à être utilisés dans les structures de programme.

Tableau III 3: Quelques blocks de fonction

Elément	Fonctionnement	Symbole
Bascule SR	La bascule SR a deux entrées principales : une entrée SET (S) et une entrée RESET (R) et une sortie Q. le SET active la sortie et le RESET la désactive. En cas de réception des signaux SET et RESET en même temps la bascule SR priorise le RESET	
Bascule RS	La bascule RS a deux entrées principales : une entrée SET (S) et une entrée RESET (R) et une sortie Q. le SET active la sortie et le RESET la désactive. En cas de réception des signaux SET et RESET en même temps la bascule RS priorise le SET.	
TON (Retard à l'enclencheme nt)	Est une instruction qui permet de retarder la mise à un (1) de la sortie Q pendant une durée programmée.	
TP	Est une instruction qui permet de programmer l'activation d'une sortie pendant une période définie.	

T-OF (temporisation au repos)	Est une instruction qui permet de retarder la mise à zéro (0) de la sortie Q pendant une durée programmée.	
Compteur	Chaque fois qu'un front montant est détecté sur l'entrée "CU", la valeur affichée sur "CV" est augmentée de 1. Lorsque la valeur programmée sur "PV" est atteinte, la sortie "Q" est activée. Le compteur peut être remis à zéro en envoyant une impulsion sur l'entrée "R".	
Comparateur supérieur ou égal à une valeur	La condition devient vraie lorsque la valeur de la variable "Tag_1", est supérieure ou égale à la valeur de la variable "Tag_2".	
Opération d'addition	L'opérateur est utilisé pour indiquer une opération d'addition entre les variables « IN1 » et « IN2 » (ici 10+10). Lorsque les variables sont combinées avec cet opérateur, elles sont additionnées pour obtenir la somme totale (affiche le résultat sur « OUT »).	
	L'opération est utilisée pour indiquer une opération de soustraction entre les variables « IN1 » et « IN2 » (ici 10-10). Lorsque les variables sont combinées avec cet opérateur, la valeur de la	

Opération de soustraction	deuxième variable est soustraite de la première variable pour obtenir la différence (affiche le résultat sur « OUT »).	
Opération de division	Le bloc division utilise les deux valeurs fournies « IN1 » et « IN2 » pour effectuer l'opération mathématique de division et génère le quotient en tant que résultat. (affiche le résultat sur « OUT »).	
SCALE	Le bloc SCALE effectue une interpolation linéaire pour calculer la valeur de sortie mise à l'échelle. Il ajuste la valeur d'entrée en fonction de la plage d'entrée et la convertit proportionnellement à la plage de sortie spécifiée.	

III.6 Présentation du logiciel de programmation TIA PORTAL V13

TIA Portal V13 constitue une plateforme de développement de Siemens qui combine les applications STEP 7 V13 et WinCC V13. Cette plateforme est spécifiquement élaborée pour la programmation des automates avancés Siemens S7-1200 et S7-1500, tout en étant également compatible avec les automates S7-300/400. Elle intègre des fonctionnalités et des outils conçus pour simplifier la création d'applications complexes dans le domaine de l'automatisation.

Figure III 7: Icône d'accès à TIA Portal V13.

III.6.1 Vue du projet

Vue de Projet : Cette perspective se focalise sur le contenu spécifique de votre projet. Lorsque vous choisissez une tâche dans la Vue du Portail, une fenêtre de sélection apparaît, vous permettant de sélectionner un projet existant ou d'en créer un nouveau. Une fois le projet ouvert, vous entrez dans la Vue de Projet, où vous pouvez vous investir dans diverses composantes de votre projet. Cela inclut la programmation des automates, la configuration des modules matériels, la conception d'interfaces utilisateur, et autres.

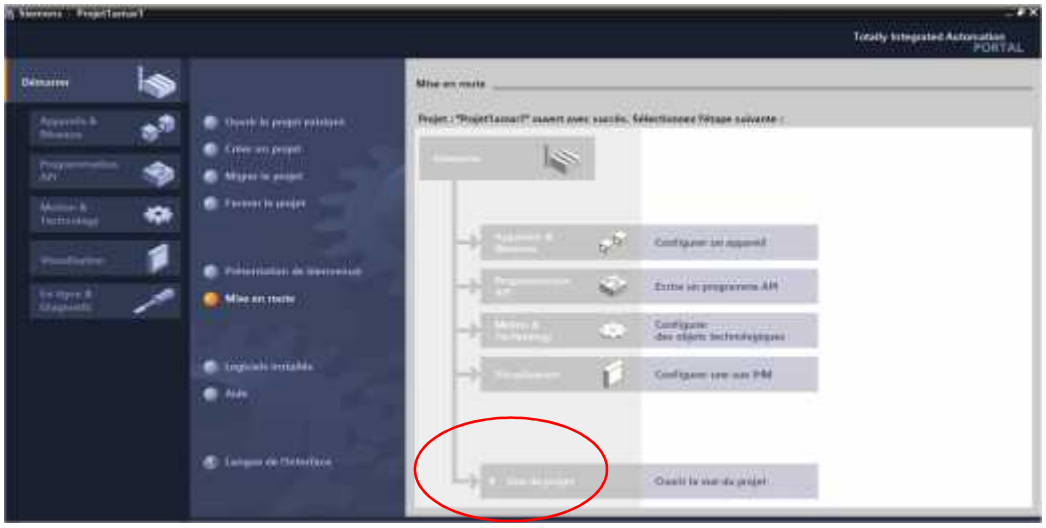


Figure III 8: Illustration de la page d'accueil TIA Portal.

III.7 L'identification des E/S de l'installation

Après une analyse sur le système on a essayé d'identifier quelles sont les entrées et les sorties de l'installation ainsi que leur type (booléennes ou bien analogiques).

III.7.1 Les entrées TOR

Les entrées TOR sont utilisées dans l'installation pour le mode manuel et le mode automatique. Dans le mode manuel, des boutons sont utilisés pour commander les organes de l'installation, ce qui nécessite des entrées TOR pour actionner directement les moteurs et les électrovannes. Dans le mode automatique, des capteurs TOR sont utilisés pour commander les organes de l'installation.

Voici la liste des boutons poussoirs utilisés comme entrées TOR :

- Bouton pressoir avant (commande 7EV1, 6EV2 et 7EV6).
- Bouton pressoir arrière (commande 7EV1, 6EV3).
- Bouton ouverture porte (commande 7EV1, 6EV4).
- Bouton fermeture porte (commande 7EV1, 7EV5).
- Bouton démarrage cycle auto Bouton stop. (commande l'arrêt du groupe motopompes)
- Bouton Start. (commande le démarrage du groupe motopompes)
- Commutateur manuel /auto

En ce qui concerne les capteurs TOR, voici la liste :

- Un capteur photocellule pour la trémie de chargement.
- Un pressostat pour pression max.
- Un pressostat pour basse pression.
- Deux capteurs fin de course pour le piston pressoir.
- Deux capteurs fin de course pour la fermée verticale.

III.7.2 Les sorties TOR

Les sorties TOR constituent les actionner à commander, et dans notre cas se sont les moteurs et les électrovannes qui seront à l'état marche ou bien à l'arrêt.

- **Les moteurs :**
  - Moteur-pompes
- **Les électrovannes :**
  - Une pour la pression générale 7EV1
  - Une pour la régénération (basse pression) 7EV6
  - Une pour faire avancer le piston pressoir 6EV2

- Une pour reculer le piston pressoir 6EV3
- Une pour ouvrir la fermée verticale 6EV4
- Une pour fermer la fermée verticale 7EV5

III.8 Impact des Entrées et Sorties sur le choix CPU

Le choix de la CPU se fait en fonction des entrées et sorties requises. C'est pourquoi il est important de sélectionner la CPU appropriée ainsi que les modules à ajouter pour répondre aux besoins spécifiques en termes de fonctionnalités et de performances.

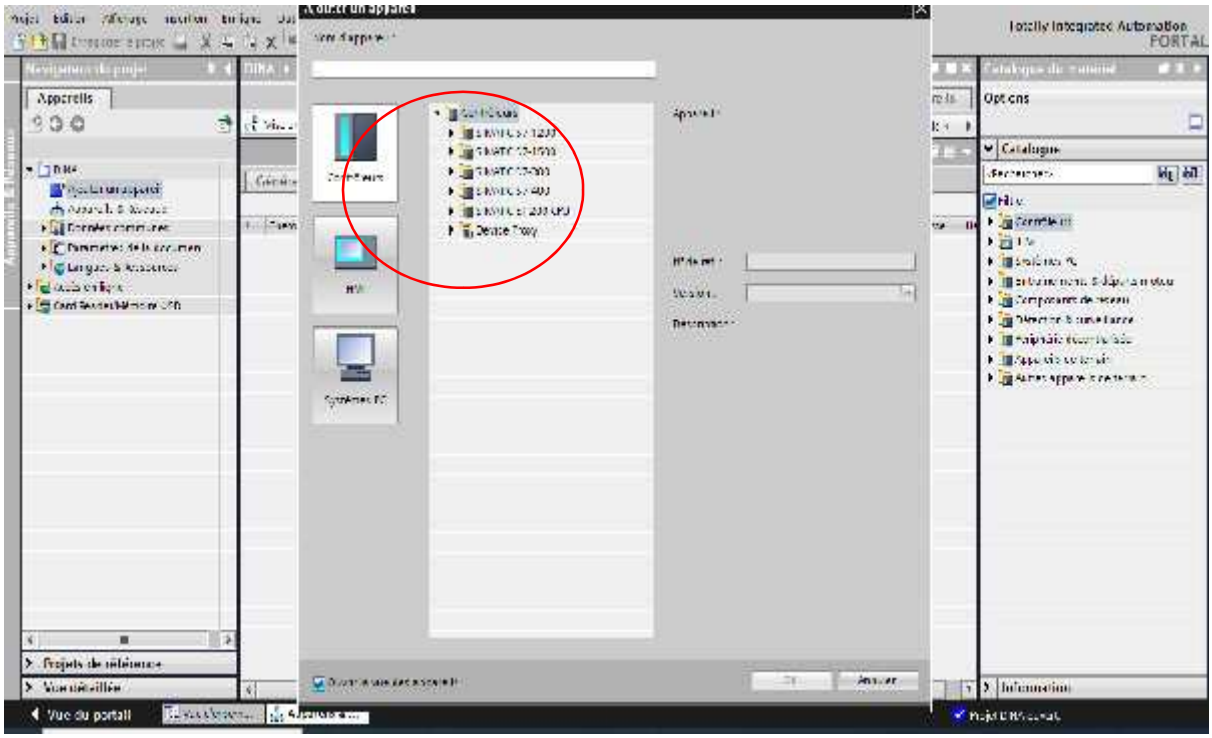


Figure III 9: Configuration appareils.

III.9 Adressage des Entrées/Sorties et Modules AI/DO/DI en Programmation

Pour effectuer l'adressage des entrées et sorties lors de la programmation, veuillez indiquer les adresses de début et de fin de ces dernières. Cela permettra de déterminer comment les adresser correctement au cours du processus de programmation.

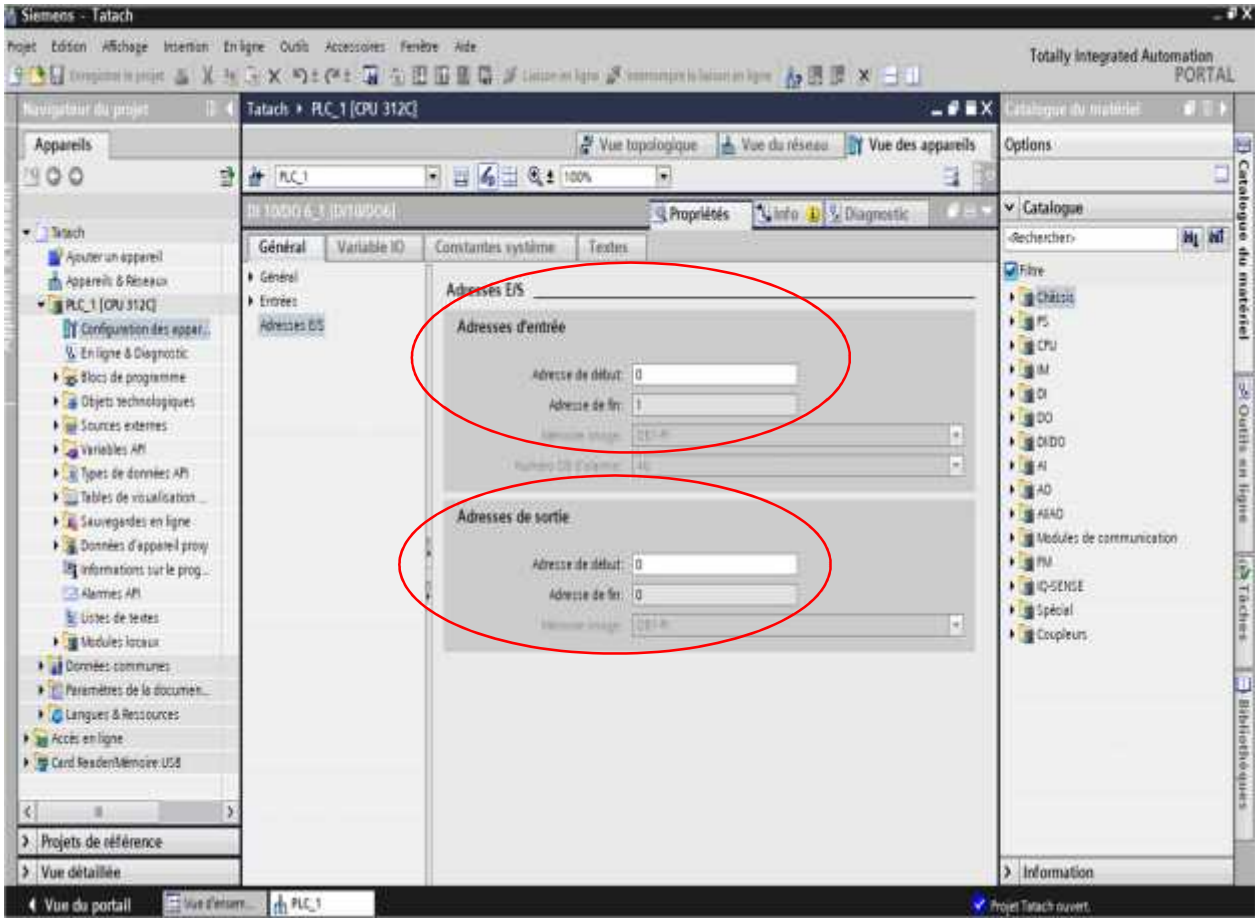


Figure III 10: Définition des adresses de début des entrées et des sorties.

III.10 Table mnémoniques (table des variables)

La table mnémonique est un tableau utilisé pour répertorier les variables utilisées dans un programme intégré dans un automate, telles que les entrées, les sorties et les variables mémoires. Chaque variable se voit attribuer une adresse et un nom pour faciliter son repérage. Une fois enregistrées dans la table mnémonique, ces variables peuvent être appelées n'importe où lors de la programmation. Les différents types de variables traités par l'automate sont indiqués dans le tableau.

Tableau III 4: Types de variables.

Type de variable	Détails	Utilisation

Bit	L'unité de base en informatique est la plus petite unité, fonctionnant sur un système binaire et limitée à deux états possibles (0 ou 1). Dans ce contexte, elle symbolise l'état logique des entrées ou des sorties.	Adressage des variables d'entrées TOR
		Adressage des variables de sorties TOR
		Mémoriser l'état d'une variable TOR
Byte	Contient 8 bits	Stockage d'une valeur en mémoire
Word	Contient 2 bytes	Adressage des variables d'entrées analogiques
		Mémoriser la valeur d'une variable analogique.
		Mémoriser une valeur « int ». (nombre entier)
Double Word	Contient 2 Words.	Mémoriser la valeur d'une variable analogique
		Mémoriser une valeur « real ». (Nombre réel).

III.11 Les blocks de programmations

Dans TIA Portal, l'élaboration du programme repose sur l'utilisation de "blocs de programmation". Lorsque vous incorporez une unité centrale (CPU), le "bloc OB1" est automatiquement ajouté. Ce dernier agit en tant qu'intermédiaire entre vous et la CPU. Les segments du programme sont rassemblés au sein de l'OB1 pour un traitement cyclique.

D'autres variétés de blocs comprennent les "DB" (blocs de données) qui stockent des informations, les "FC" (fonctions) dépourvues de mémoire, et les "FB" (blocs de fonction) qui possèdent un espace dédié pour conserver les variables.

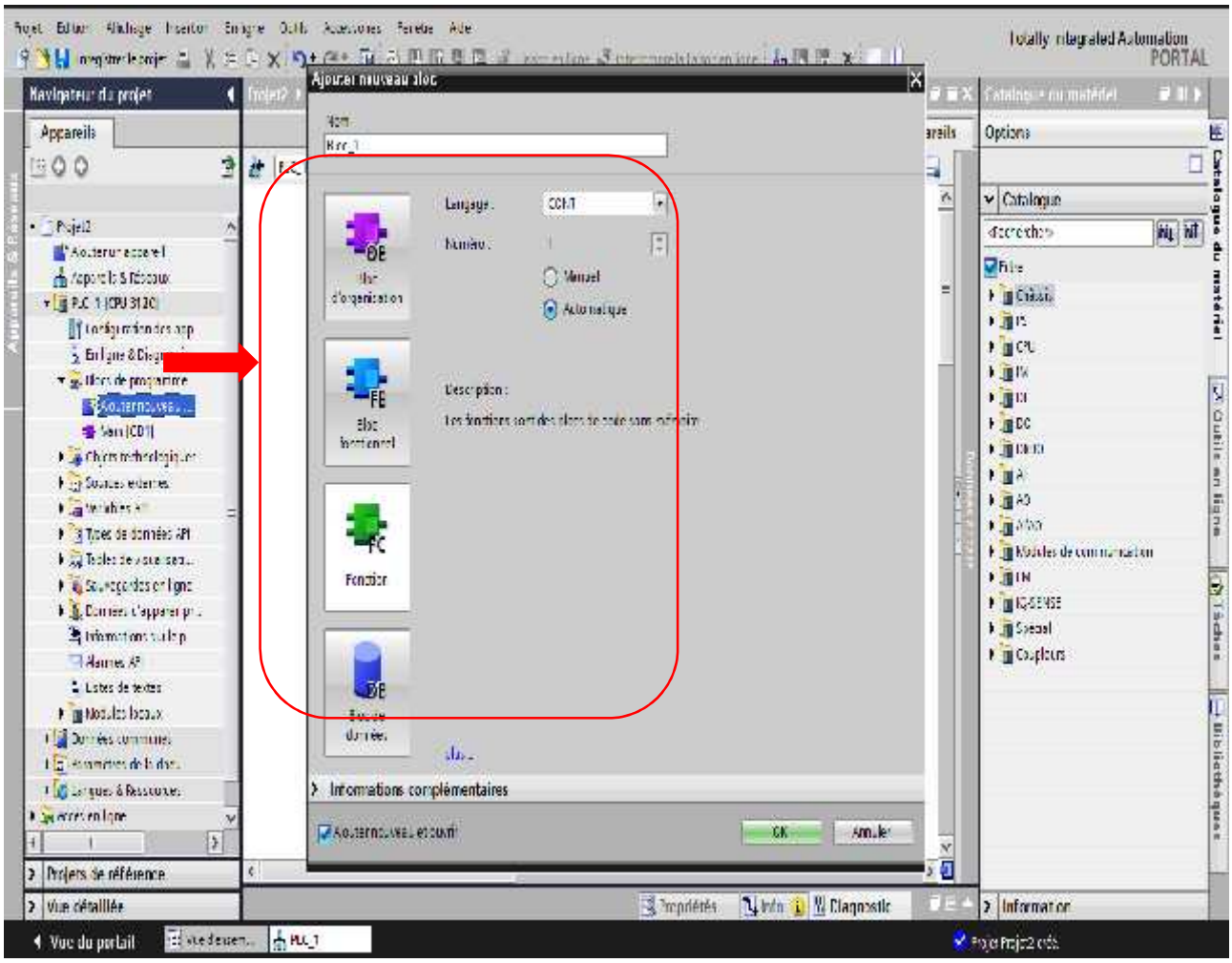


Figure III 11*:* blocks de programmes.

III.12 Simulateur PLCSIM

S7-PLCSIM offre une interface conviviale qui permet de visualiser et de manipuler les divers paramètres utilisés par le programme. Cela inclut la possibilité d'activer ou de désactiver des entrées, tout en lançant le programme en simulation. Cette approche simplifie considérablement les étapes de débogage et de vérification des programmes, avant de les implémenter sur le matériel physique.

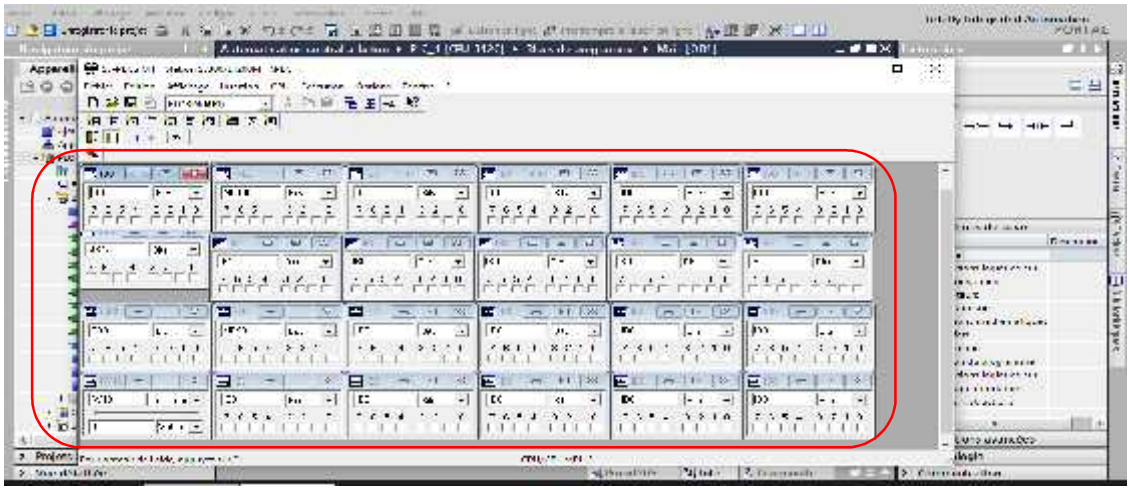


Figure III 12: Simulateur S7-PLCSIM

III.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté différents modules de l'automate ainsi que les langages de programmation qui y sont associés, en mettant en avant le langage LADDER choisi. Nous avons également étudié les éléments essentiels pour programmer avec ce langage, ainsi que les critères nécessaires pour choisir l'automate, en prenant en compte les entrées/sorties requises.

Dans le chapitre suivant, nous allons approfondir la programmation de la machine PM25, en procédant à sa simulation et en effectuant une visualisation détaillée des résultats obtenus.

CHAPITRE IV

PROGRAMMATION DE LA PRESSE HYDRAULIQUE PM25.

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous avons réalisé le programme de commande pour l'automatisation de la presse hydraulique PM25 selon deux (02) modes, à savoir le mode automatique et le mode manuel. Ce travail nous a permis de remédier à un problème majeur et un inconvénient de taille qui est le verrouillage (non-accès) du programme de l'automate qui commande notre presse. Sachant que l'automate utilise n'est plus disponible sur le marché ainsi que ses modules d'extension. En cas de problème l'entreprise CET TIZI-OUZOU doit faire appel au fournisseur et prestataire étranger pour effectuer la maintenance de la machine, ce qui engendre des coûts énormes surtout après la période de garantie.

IV.2 Création d'un projet et configuration de l'espace de travail

Une fois le logiciel TIA PORTAL V13 démarré, cliquez sur "Créer un projet". Une fenêtre apparaîtra, elle permet de donner un nom au projet (automatisation presse PM 25) et de choisir l'emplacement où il sera enregistré.

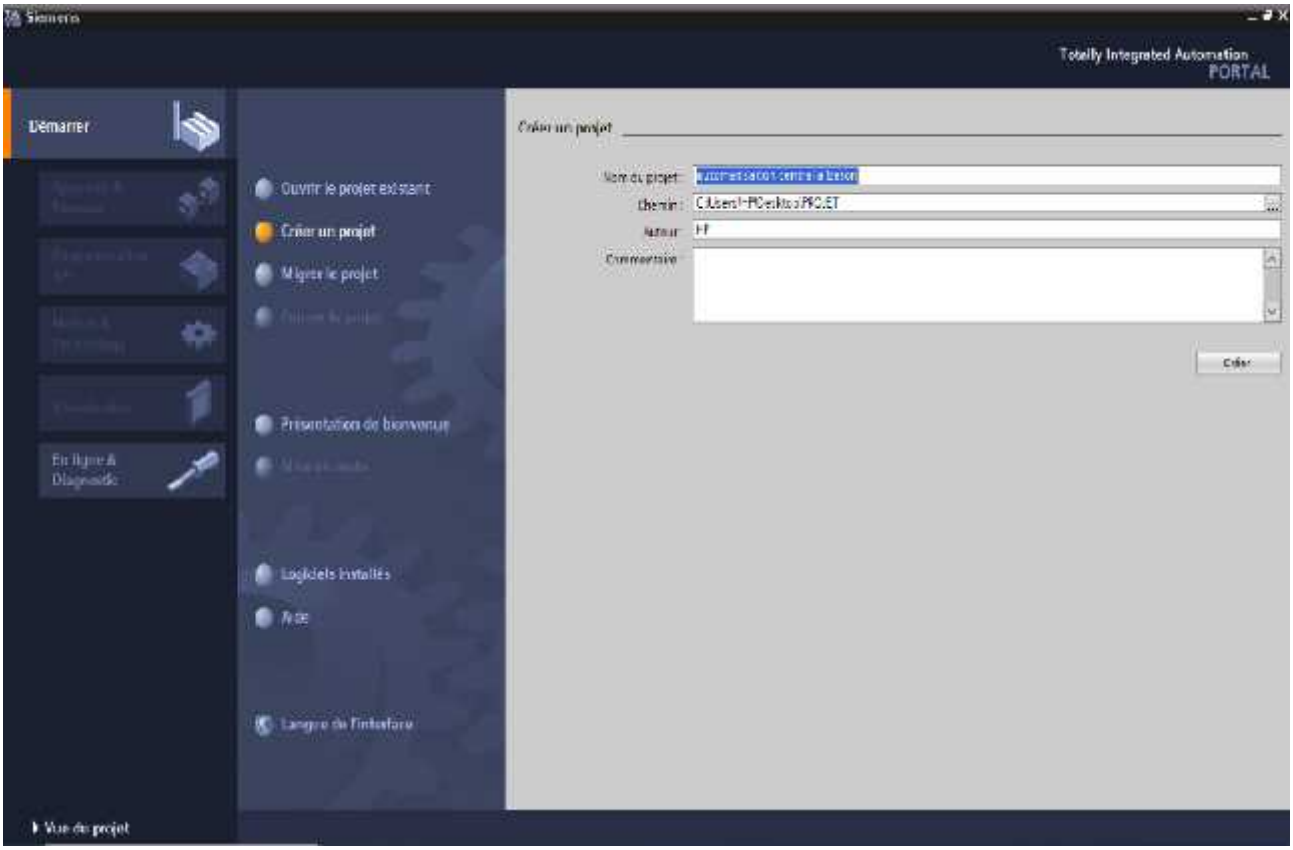


Figure IV 1 : Création du projet.

Après avoir créé le projet, la prochaine étape consiste à configurer le matériel

IV.2.1 Accédez à la vue du projet et sélectionnez « Ajouter un appareil ».

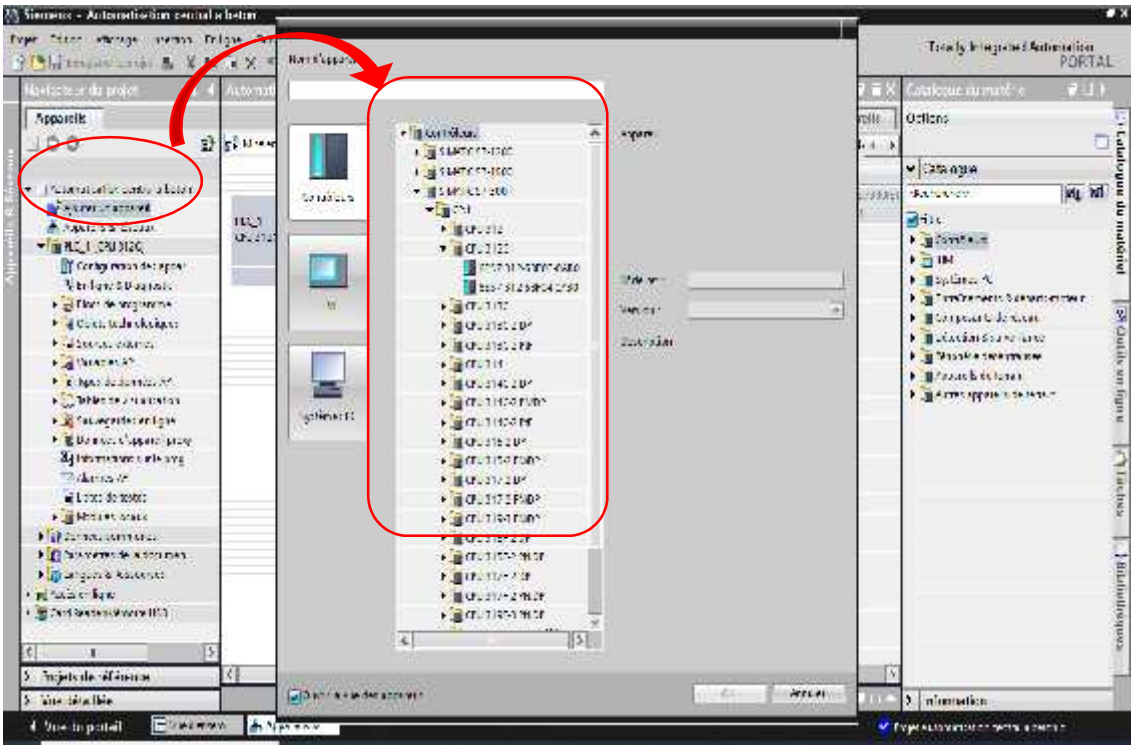


Figure IV 2: Ajoute l'appareil.

IV.2.2 Elaboration de la configuration matérielle

Après avoir déterminé les entrées/sorties nécessaires selon le cahier de charge (chapitre 3) pour l'installation, c'est-à-dire recenser les entrées/sorties, il est maintenant temps de choisir une CPU qui répond aux caractéristiques requises. Ces caractéristiques comprennent dix-huit (18) entrées TOR, dix (10) sorties TOR.

L'automate de la centrale est la CPU 312-C, numéro de référence "6ES7 312-5BF04-OAB0". Cette CPU est alimentée en 24VDC et délivre du 24VDC. L'automate est équipé de dix (10) entrées TOR et six (6) sorties TOR. Il peut accueillir jusqu'à huit (8) modules d'extension, dans notre projet un seul module d'extension est suffisant.

Voici le module d'extension utilisé :

- Un (01) module d'entrées sorties TOR (huit (8) entrées et huit (8) sorties), numéro de référence "6ES7 323-1BH01-0AA0", ce qui donne un total de 17 entrées TOR.

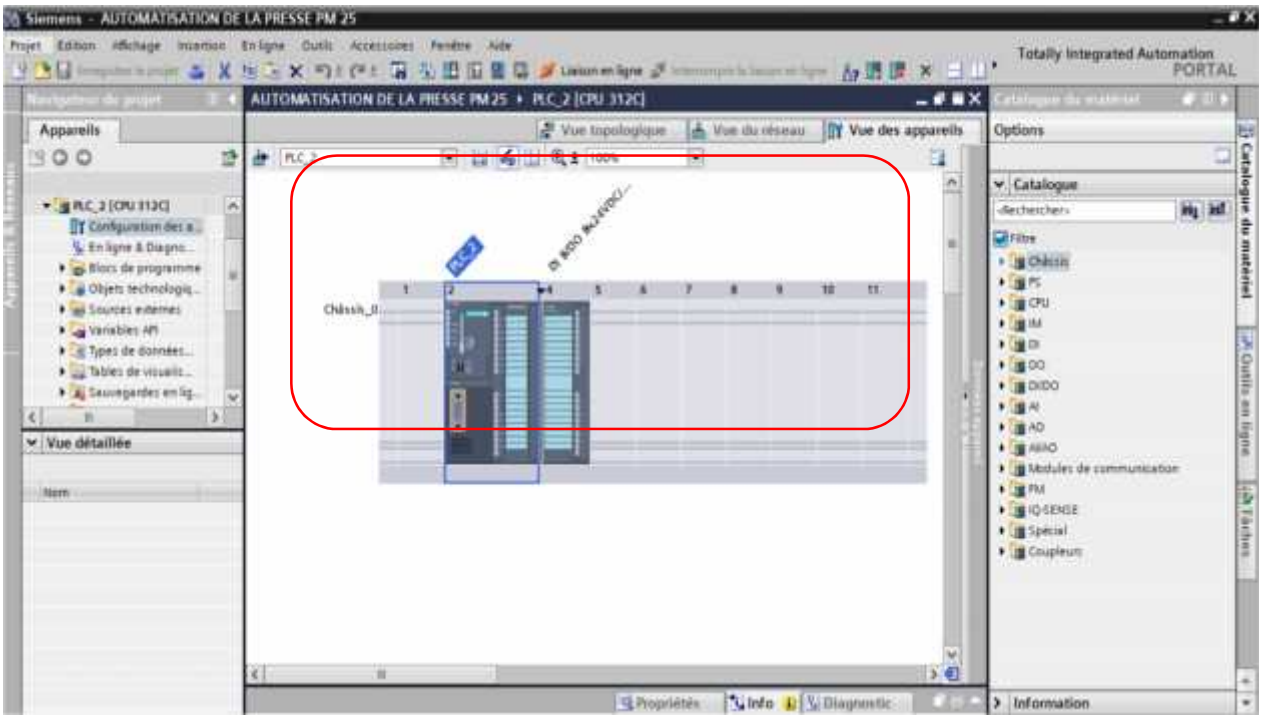


Figure IV 3: Configuration matérielle.

La prochaine étape consiste à configurer les adresses de début et de fin pour les modules DO/DI.

- Pour les DI et DO intégrées :

- Les adresses d'entrée vont de (0) (adresse de début) à 1 (adresse de fin).

- Les adresses de sortie vont de 0 (adresse de début) à 0 (adresse de fin).

- Pour le module DI 8 /DO :

- L'adresse de début est 2 et l'adresse de fin est 2.

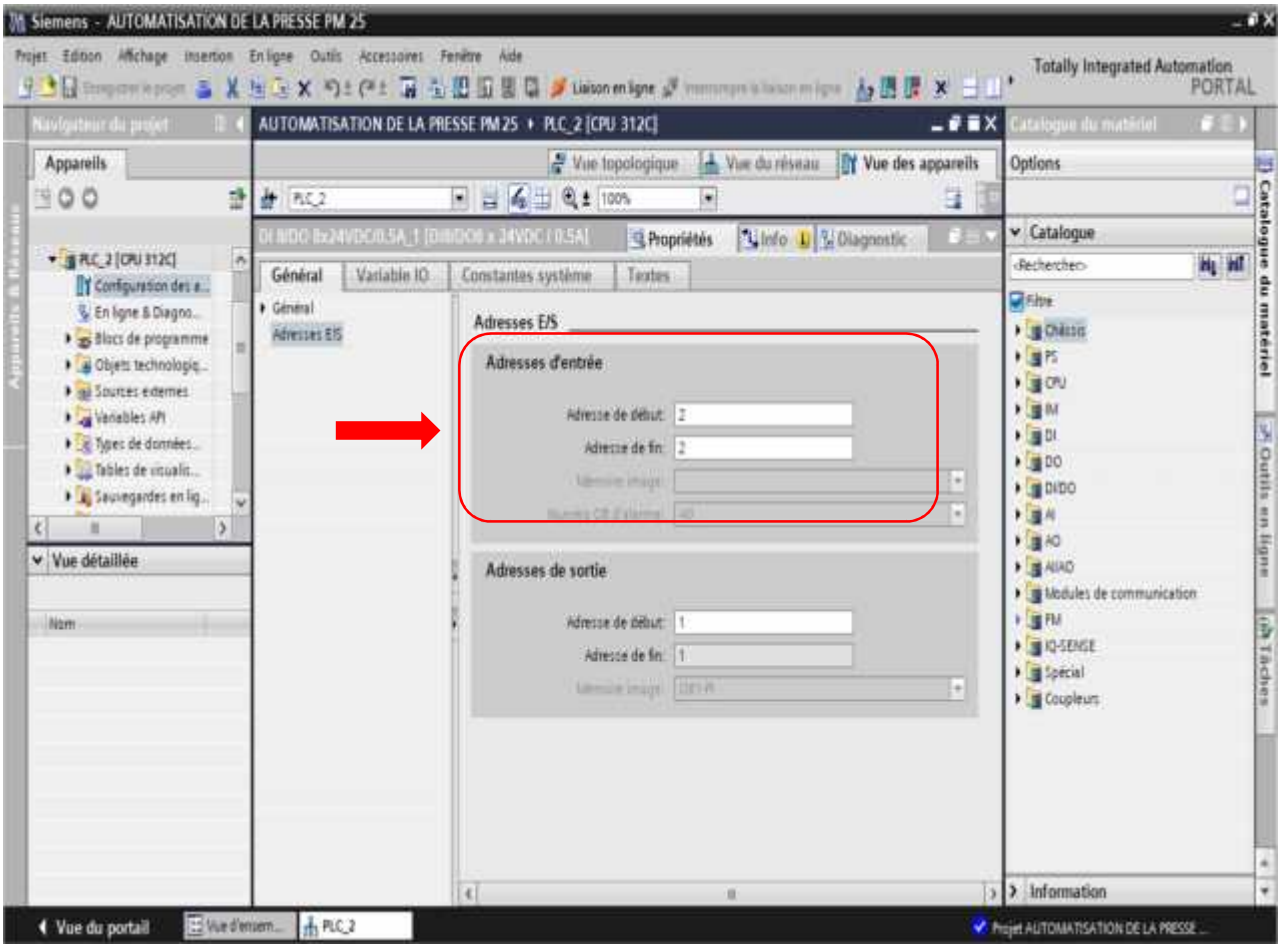


Figure IV 4: Exemple adressage DI 8 /DO.

IV.2.3 Création du tableau des variables API

L'étape suivante consiste à attribuer chaque variable utilisée dans le programme à l'automate (entrées, sorties, mémoire, consigne), afin de faciliter la tâche. Pour ce faire il suffit simplement de cliquer sur insérer la table des variables.

Dans ce projet, la table mnémonique regroupe tous les types de variables utilisées dans notre programme. La liste des variables est directement extraite du logiciel et données en **annexe1.**

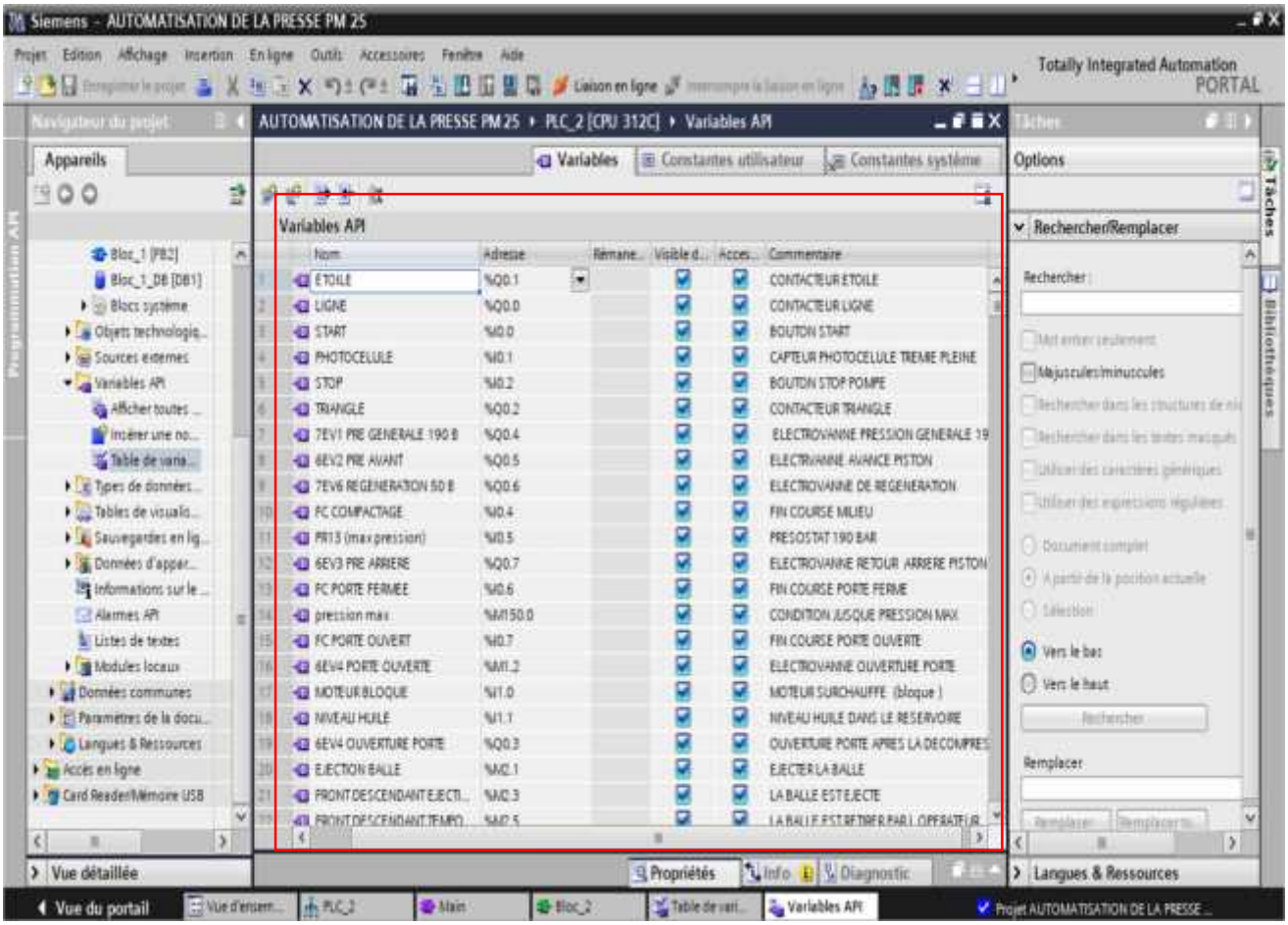


Figure IV 5: Exemple de Table des variables API.

IV.2.4 Ajout des blocs

Dans cette étape, cliquez sur "Ajouter nouveaux blocs" dans « blocks de programme » pour accéder aux blocs principaux. Ensuite, sélectionnez celui dont vous avez besoin et confirmez votre choix en appuyant sur 'OK'.

Il y a quatre (4) blocs disponibles, dans notre projet, nous n'utiliserons que trois (3) blocs.

- **Bloc d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) commandent le traitement du programme, est utilisé pour : Pour la détection des erreurs de chargement d'OB dans la CPU, pour détection des disfonctionnements dans les modules.

- **Bloc fonctionnel (FB1)**

Le bloc FB1 a été utilisé pour effectuer l'opération démarrage étoile triangle de la machine.

- **Bloc fonctionnel (FB2)**

Le bloc FB2 a été utilisé pour effectuer l'opération de comptage des heures de fonctionnement de la machine.

- **Bloc de données (DB)**

Le DB a été employé pour mémoriser et stocker les données du bloc fonctionnel FB.

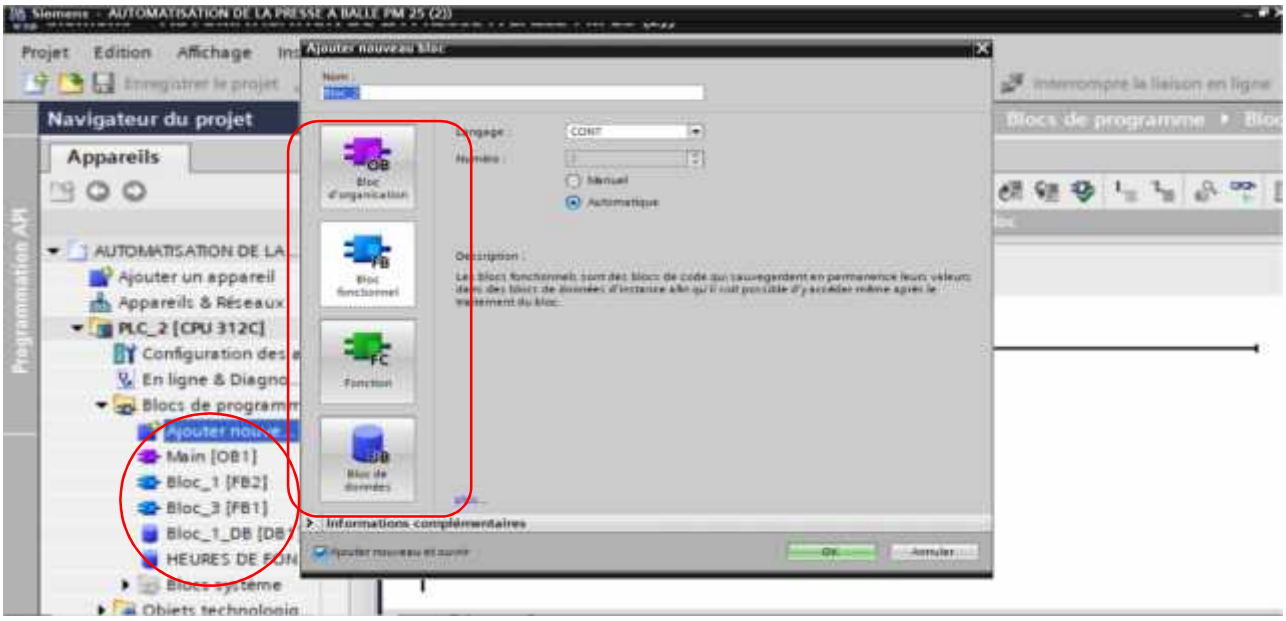


Figure IV 6: Les différents blocs utilisés.

IV.3 La création du programme pour la presse hydraulique PM 25

Avant de crée notre programme nous avant étudier le fonctionnement de la machine et les modifications apportée par les technicien et ingénieur de l'entreprise ce qui nous a permis de tracer un cahier des charges pour entamer la programmation de notre machine PM25

La première étape consiste à attribuer des noms aux entrées et sorties dans le bloc de fonction FB. Dans les entrées de cette fonction, nous avons défini les termes "stop" et "START". Quant aux sorties de cette fonction, nous avons identifié les éléments "Ligne" ;"Etoile" et "triangle".

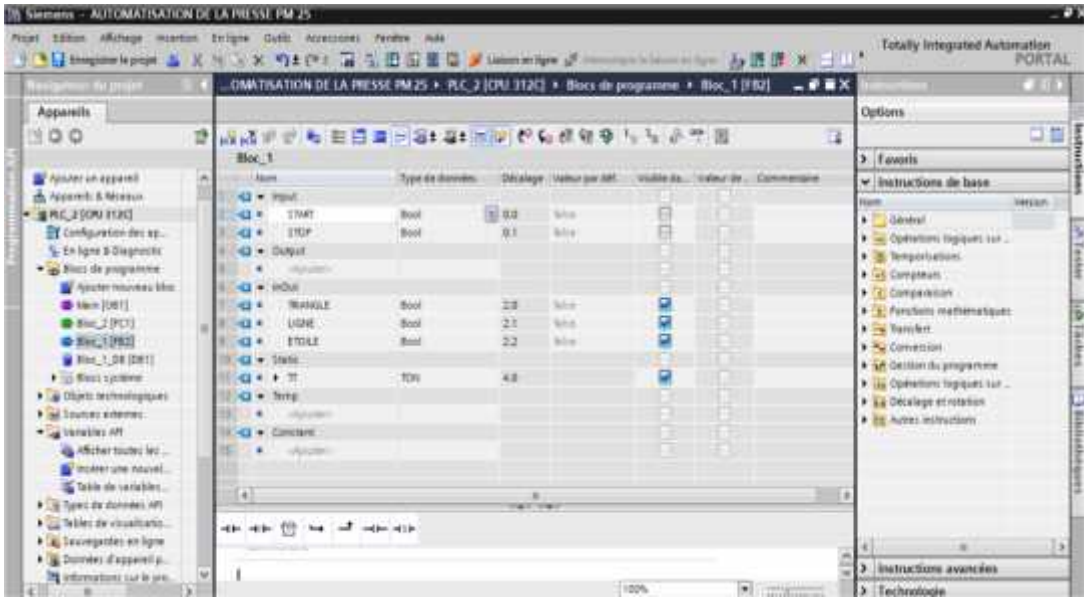


Figure IV 7: Interface de bloc.

La deuxième étape consiste à créer quatre réseaux pour mettre en œuvre les temporisations, les contacts et les bobines nécessaires au démarrage. Il est crucial d'attribuer correctement les adresses, que ce soit en tant qu'entrées ou sorties, afin d'assurer un démarrage efficace et coordonné des moteurs.

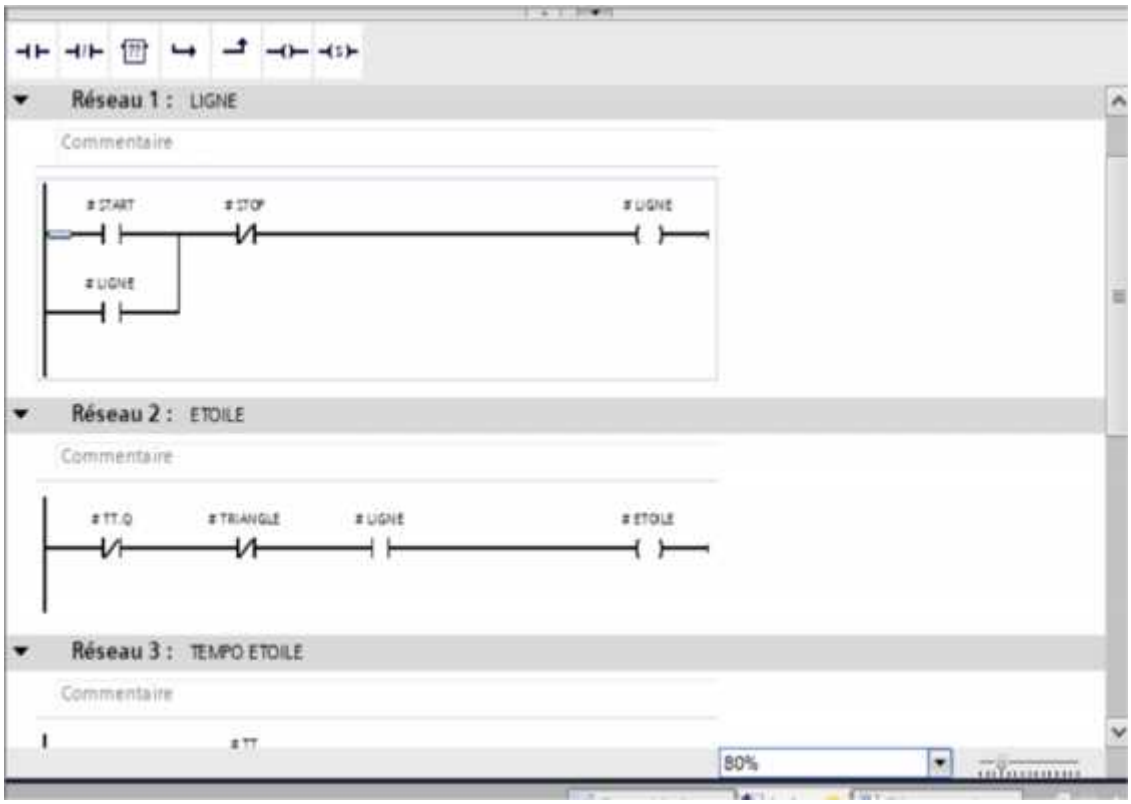


Figure IV 8: Les réseaux nécessaires pour démarrage étoile/triangle.

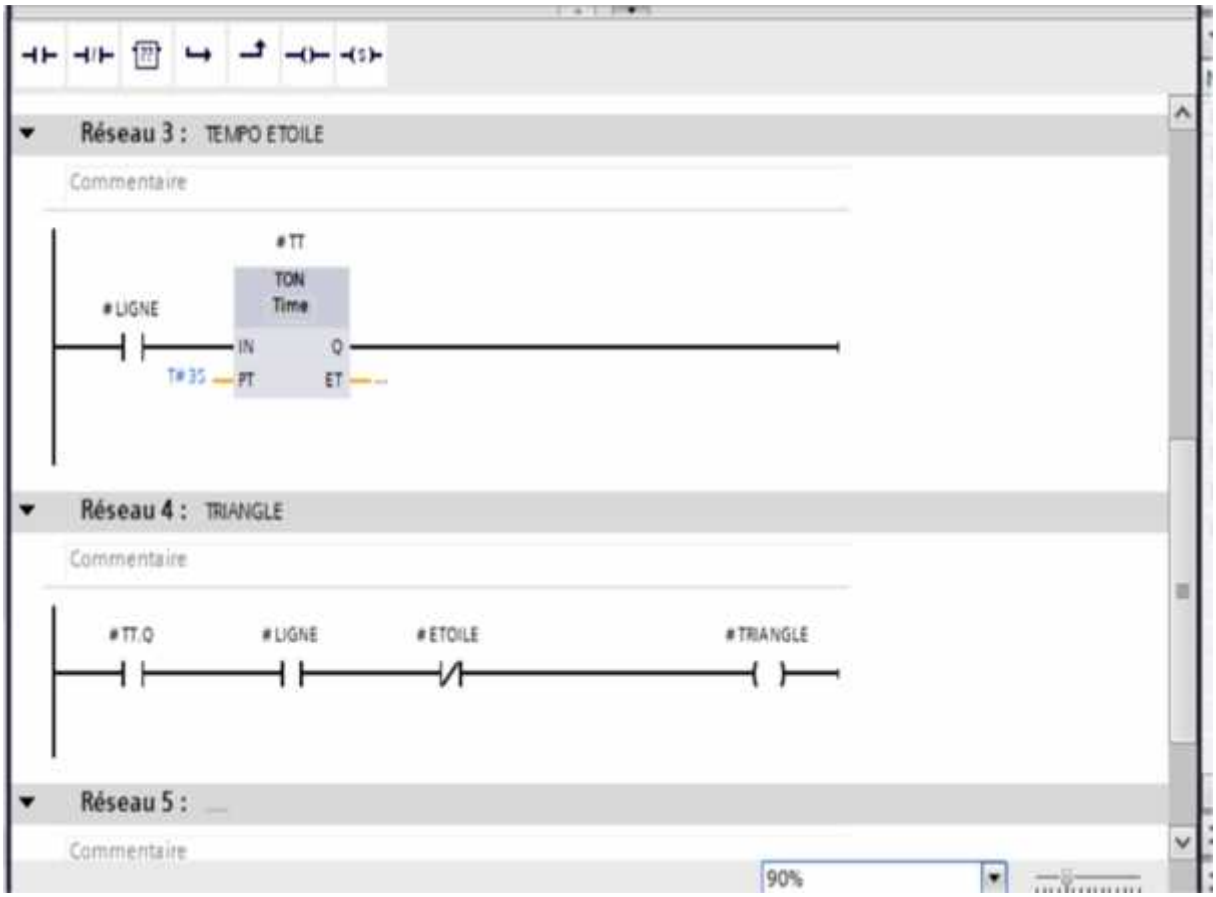


Figure IV 9: Les réseaux nécessaires pour démarrage étoile/triangle.

La dernière étape consiste à glisser la fonction créée dans les blocs où elle est nécessaire. Cela permet de réutiliser facilement la fonction pour simplifier et standardiser le démarrage des moteurs dans différentes parties du programme.

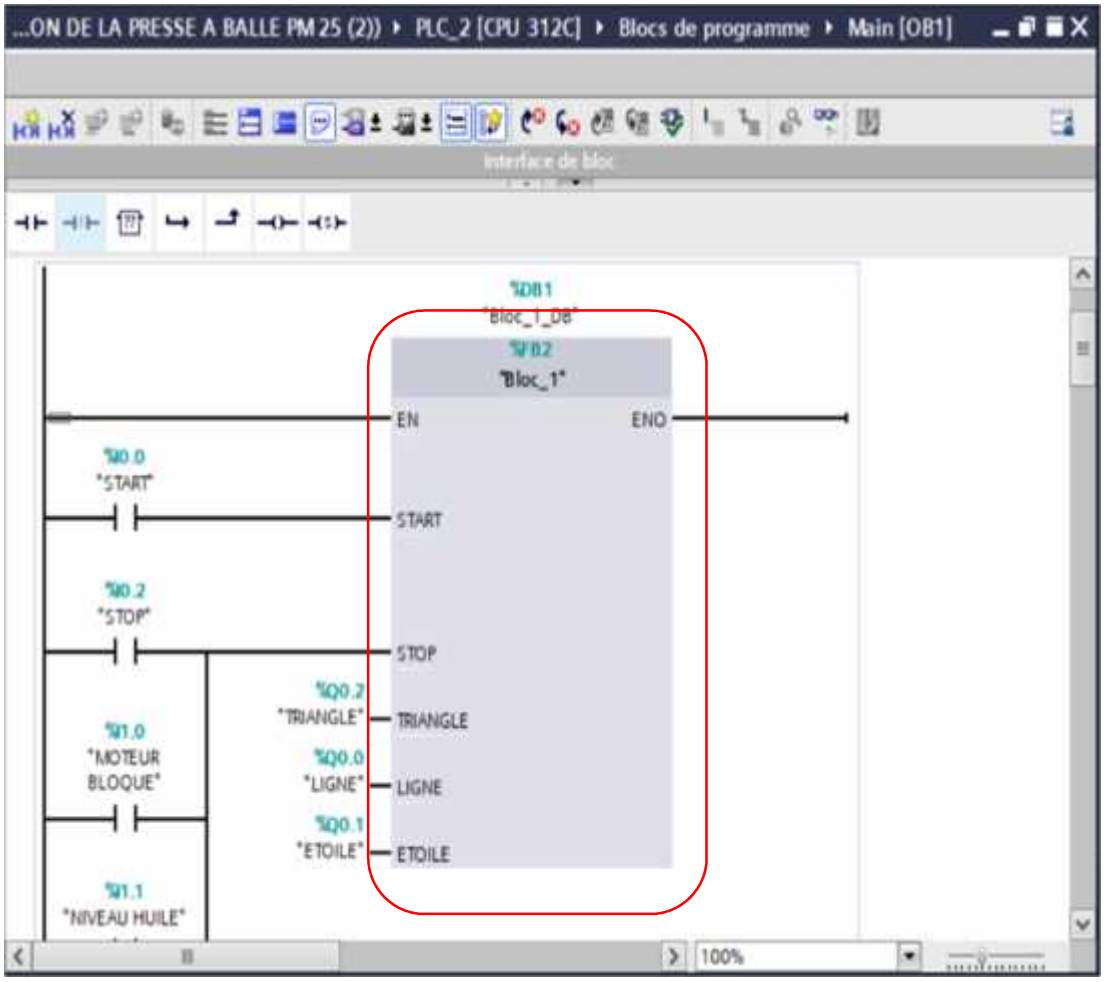


Figure IV 10: Exemple sur la fonction pour le démarrage moteur.

IV.3.1 Compteur des heures de fonctionnement

Pour mieux gérer la maintenance de notre machine nous avons besoins de connaitre les heures de fonctionnements de cette dernière c'est pour cela nous avons ajoute un compteur de heurs de fonctionnements qui s affiches sur un écran HMI.

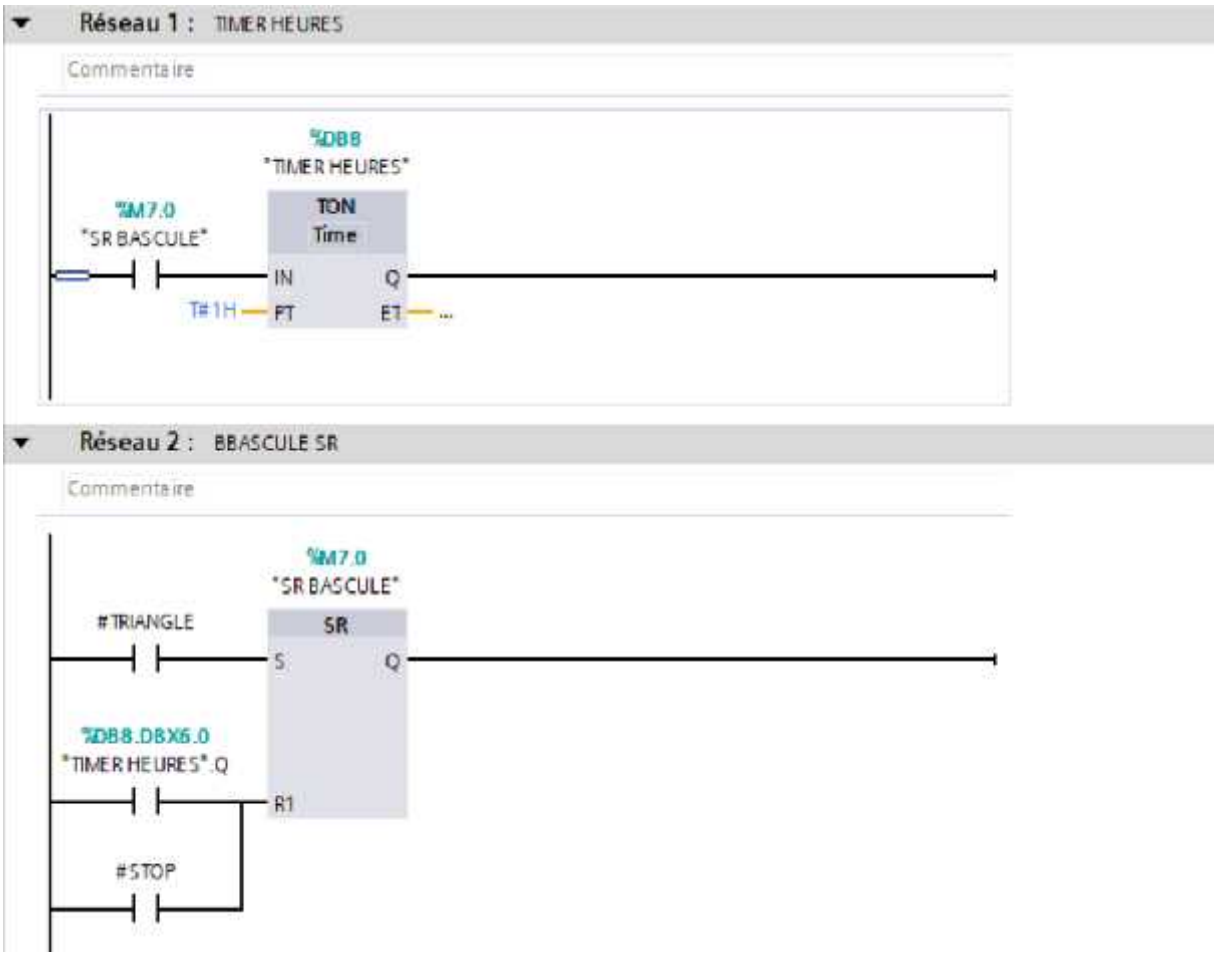


Figure IV 11: Exemple programme Compteur des heures de fonctionnement

IV.4. Explication du programme en fonction du cahier des charges :

L'opérateur appuie sur le bouton Start pour démarrer le moteur pompe.

Avant de débuter le cycle auto de la machine l'opérateur doit s'assurer que le piston pressoir est la position fin-de-course arrière et la porte entièrement abaissé.

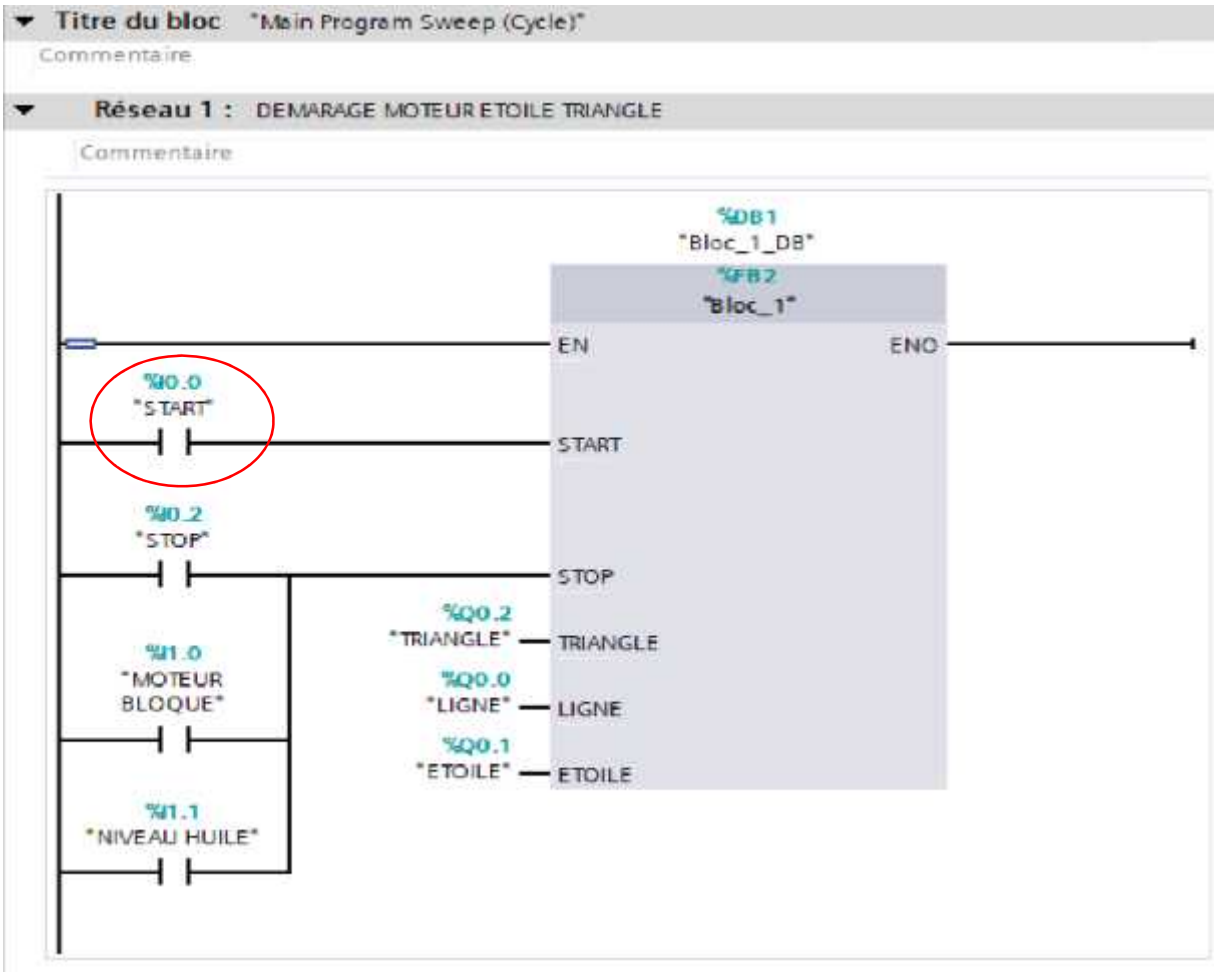


Figure IV 12: Programme de commande pour le démarrage du moteur.

Une fois que les matériaux introduits à l'intérieur de la trémie d'alimentation obscurcissent la cellule photoélectrique, le cycle automatique débutera en fonction des séquences de fonctionnement suivantes :

Séquence 1 : Pressoir avant basse pression

Le piston pressoir avance en basse pression, ce qui implique que les électrovannes 7EV1, 6EV2 ET 7EV6 sont excitées jusqu'à l'intervention du fin-de-course de coupe (FC compactage).

Ce qui nécessite la réalisation d'un certain nombre de condition :

Pour exemple 7EV1 qui est responsable de la pression générale (elle entre en fonction de que l'un des trois vérins effectue une manœuvre).

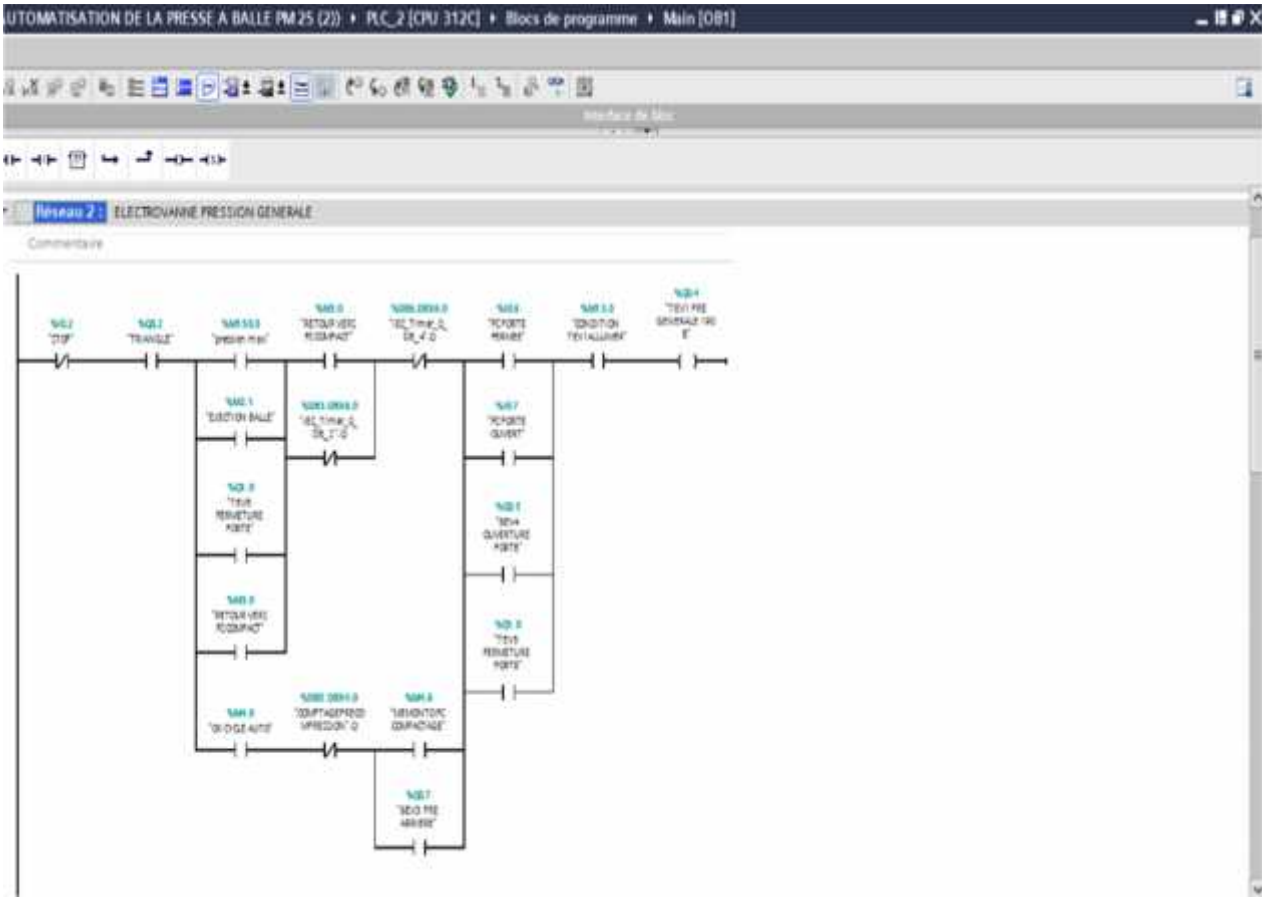


Figure IV 13: programmation de la pression générale

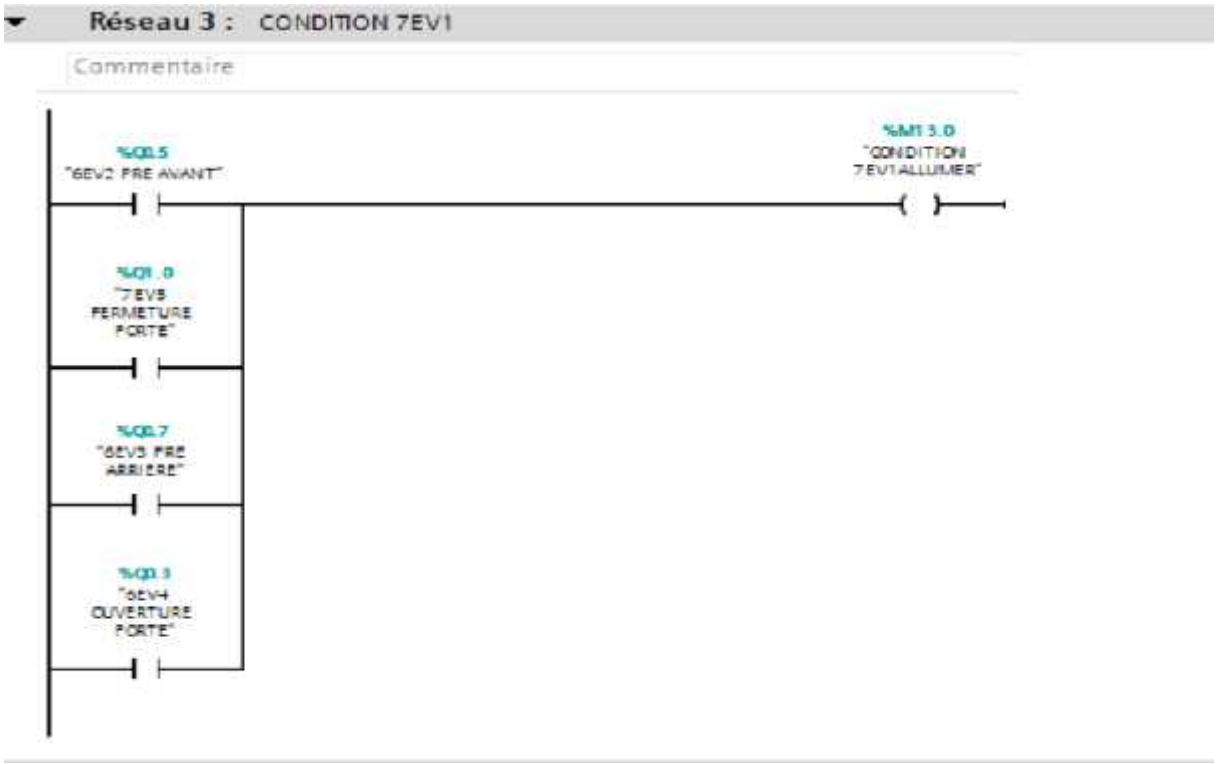


Figure IV 14: programmation de 7EV1

- **Séquence 2 : Pressoir avant (Pression max)**

Après avoir atteint FC compactage, 7EV6 est désexcitée et le piston pressoir marche jusqu'à atteindre la pression maximale (les électrovannes 7EV1 et 6EV2 sont excitées jusqu'à atteindre la pression max.

Une fois la pression max est atteinte, le pressostat PR13 actionne l'arrêt des deux électrovannes 7EV1 et 6EV2

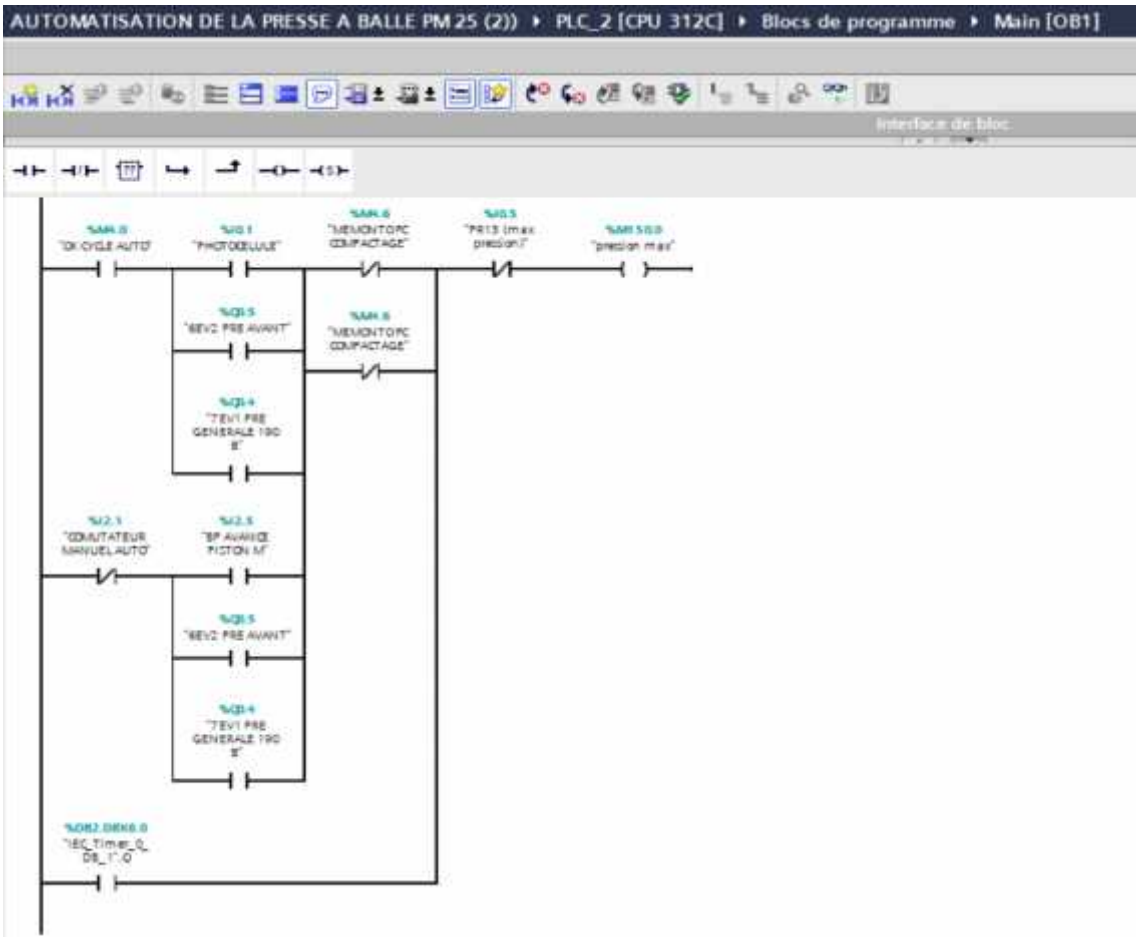


Figure IV 15: programmation de la pression maximale

- **Séquence 3 : Arrêt après compression max**

Une fois la pression max est atteinte, le pressostat PR13 déclenche la temporisation "**arrêt après compression max** □

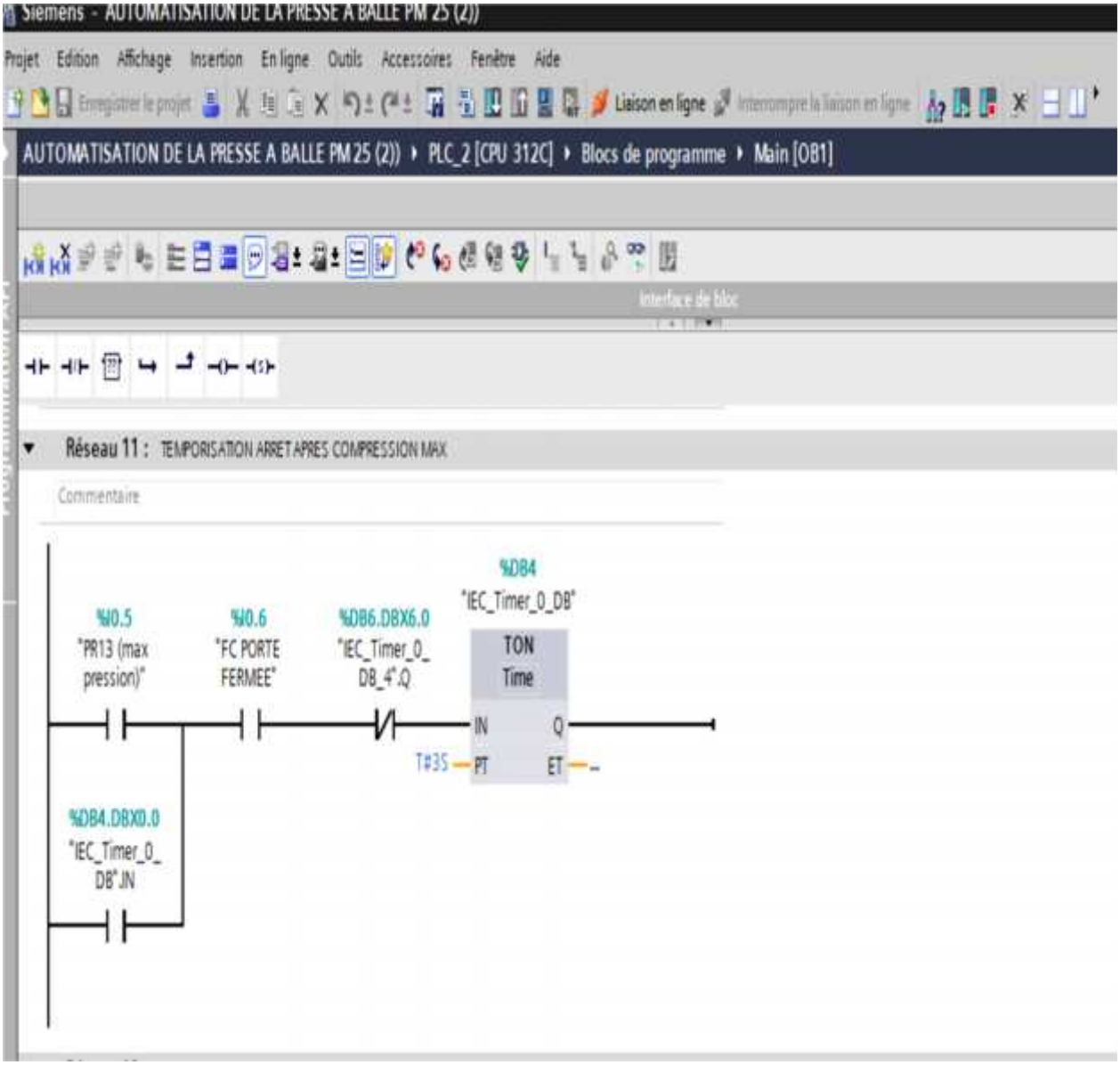


Figure IV 16: Programme temporisation arrêt après compression max.

Séquence 4 : Décompression

Une fois la temporisation □ **arrêt après compression max** ″ est terminer, la temporisation □**décompression**″ commence (seul l'électrovanne 6EV3 est excite).

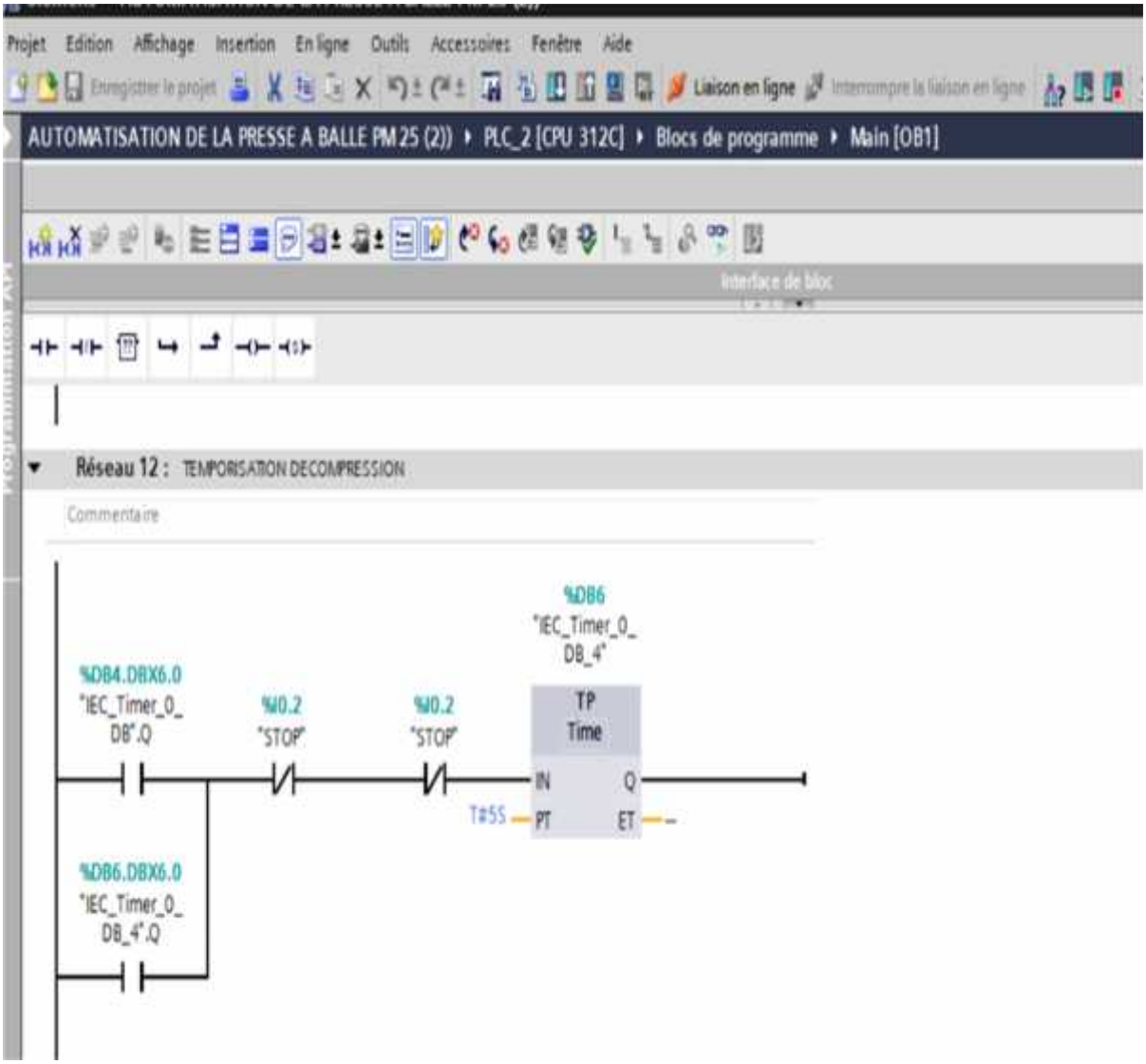


Figure IV 17: Temporisateur de décompression

- **Séquence 5 : Ouverture porte**

La fin de la temporisation **Décompression**" et PR11 se met à 1(indique que la pression d'ouverture porte est atteinte) ce qui enclenche l'ouverture de « la ferme vertical »7EV1 et 6EV4 sont excitée jusqu'à atteindre le fin de course (FC porte ouverte).

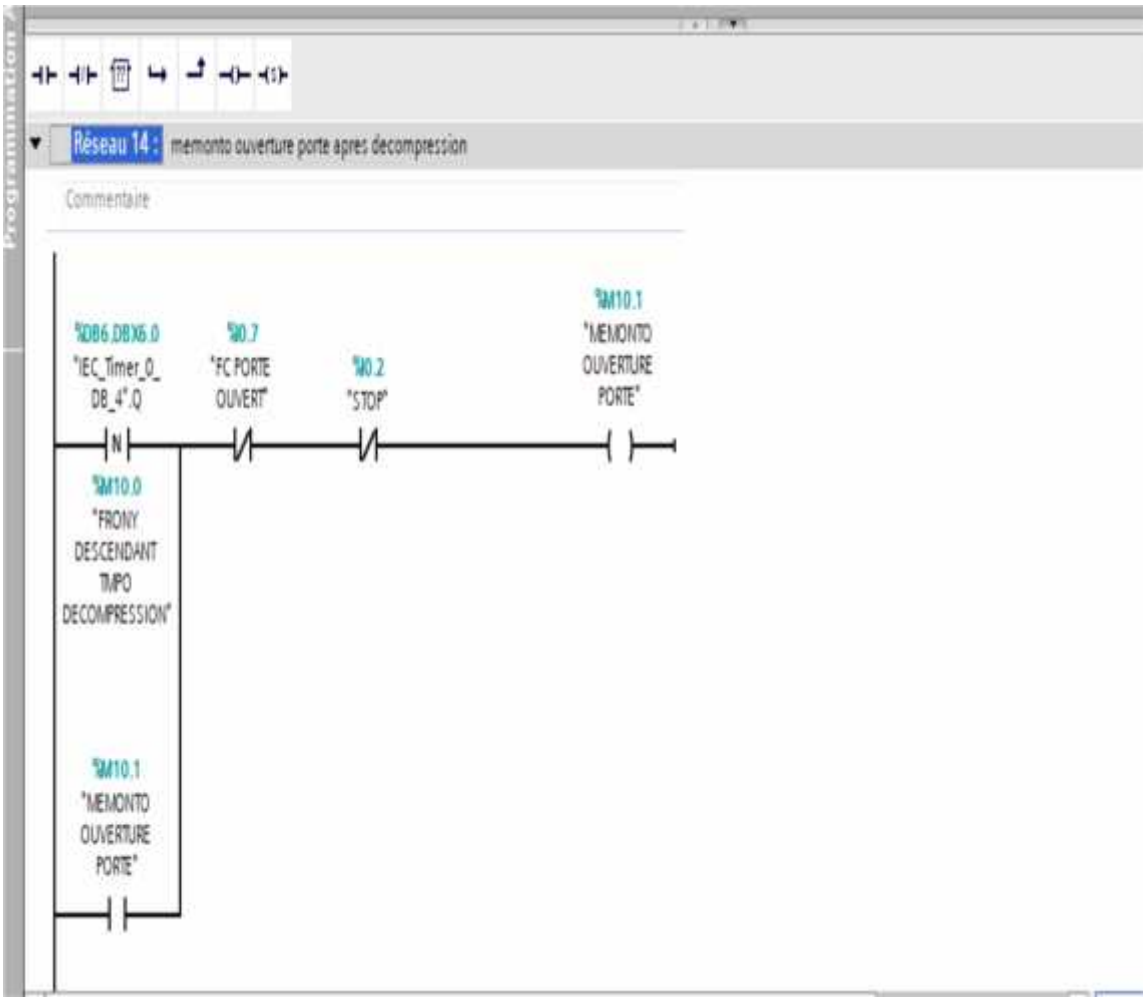


Figure IV 18: l'ouverture de « la ferme vertical »

- **Séquence 6 : Ejection de la balle**

Une fois la fermée verticale est ouverte, le fin de course (FC porte ouverte) donne un signal pour que le vérin puise faire l'éjection de la balle (7EV1 et 6EV2 sont excitées) jusqu'à l'intervention de PR13.

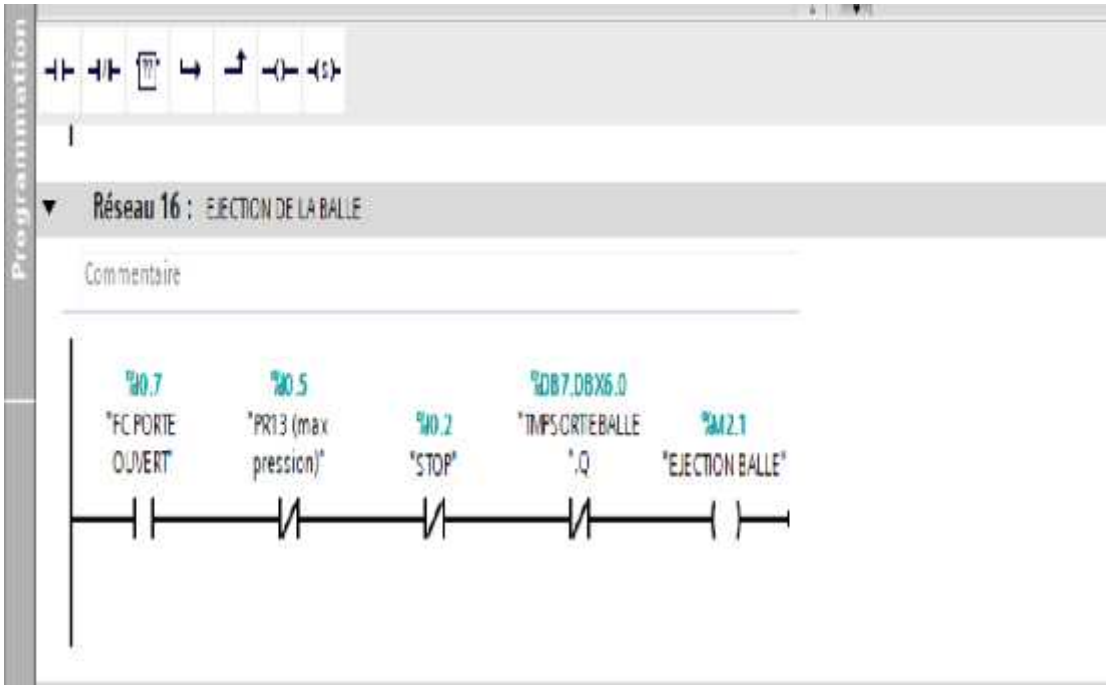


Figure IV 19: programmation de l'éjection de la balle

- **Séquence 7 : Temporisation pour retirer la balle**

Ayant constaté durant notre stage au sein de l'entreprise que le temps accordé pour retirer la balle est insuffisant, ce qui provoque le blocage de la fermée verticale ainsi arrêt de la machine. Pour y remédier, nous avons ajouté une temporisation pour donner aux ouvriers plus de temps pour le retrait de la balle.

Apres éjection de la balle la temporisation ″ **tempo pour retirer la balle** □ est actionner ce qui rajoute 3 seconde de plus pour les ouvriers.

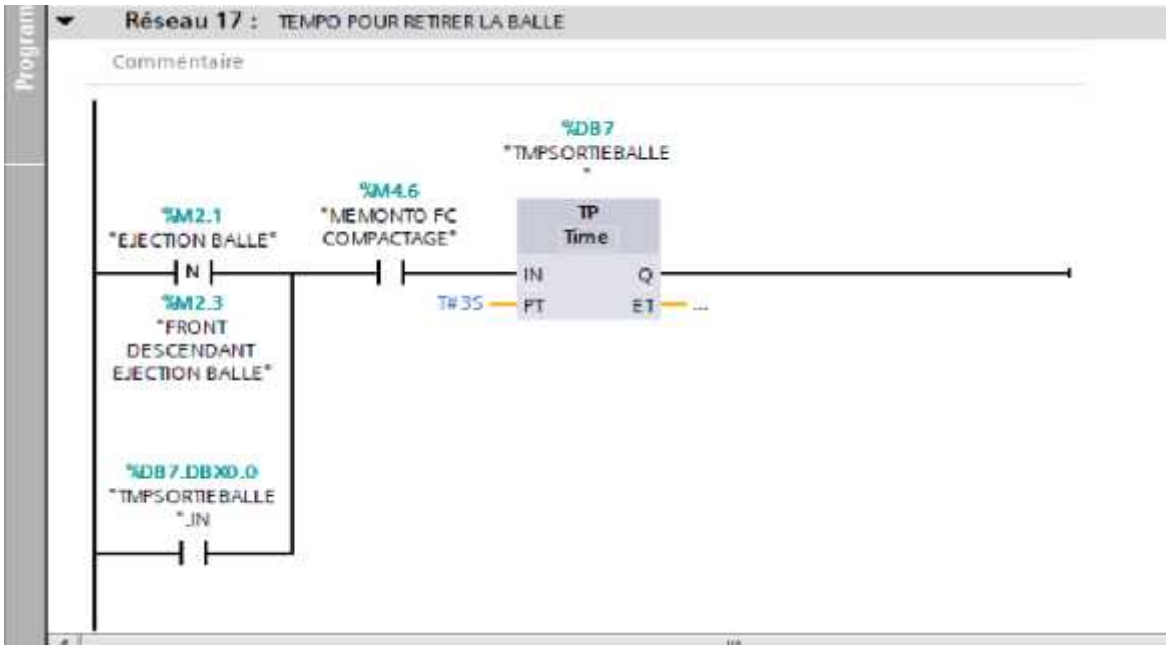


Figure IV 20: Temporisation pour retirer la balle

- **Séquence 8 : Retour vers fin de course FC compact**

Apres la fin de la temporisation " **tempo pour retirer la balle** le piston pressoir se retire (7EV1 et 6EV3 sont excitées) jusqu'au fin de course (FC compact).

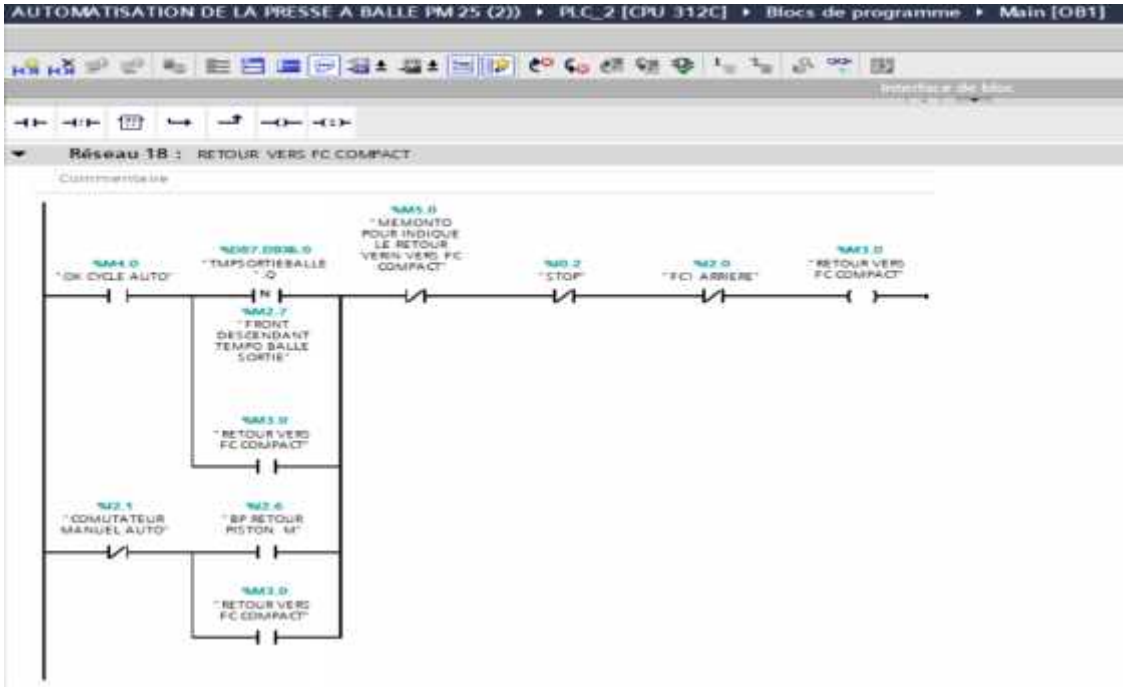


Figure IV 21: Retour vers fin de course FC compact

- **Séquence 8 : fermeture de « la fermée vertical »**

Une fois le piston pressoir retourne vers FC compact, ce dernier enclenche la fermeture de la porte « la fermée vertical ».

7EV1 ET 7EV5 sont excitées jusqu'intervention de fin de course (FC porte fermée).

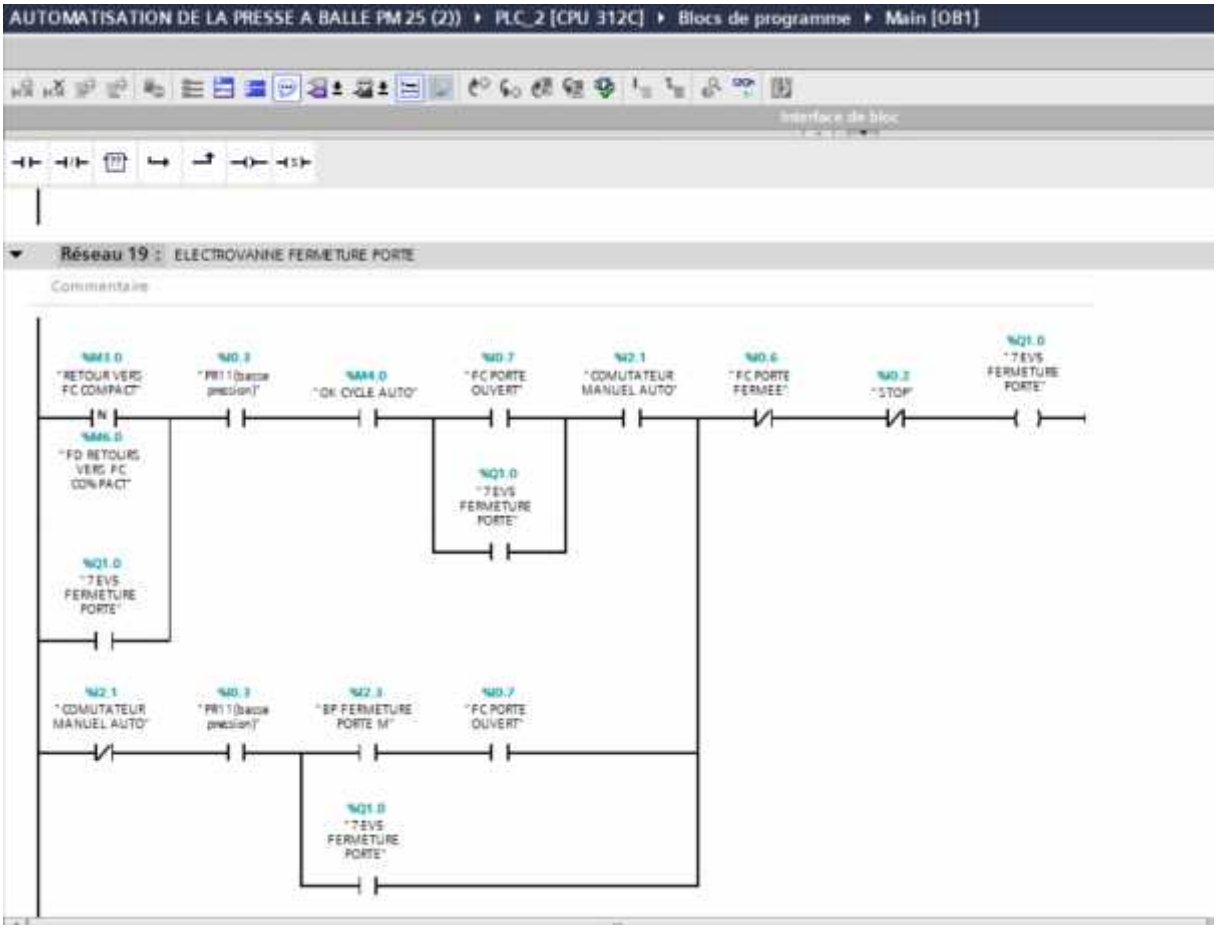


Figure IV 22: fermeture de « la fermée vertical »

- **Séquence 9 : Retour vers fin de course FC arrière**

Une fois la porte est fermée, le vérin continue son retours vers le fin de course FC arrière (7EV1et 6EV3 sont excitées) jusqu'à atteindre FC arrière.

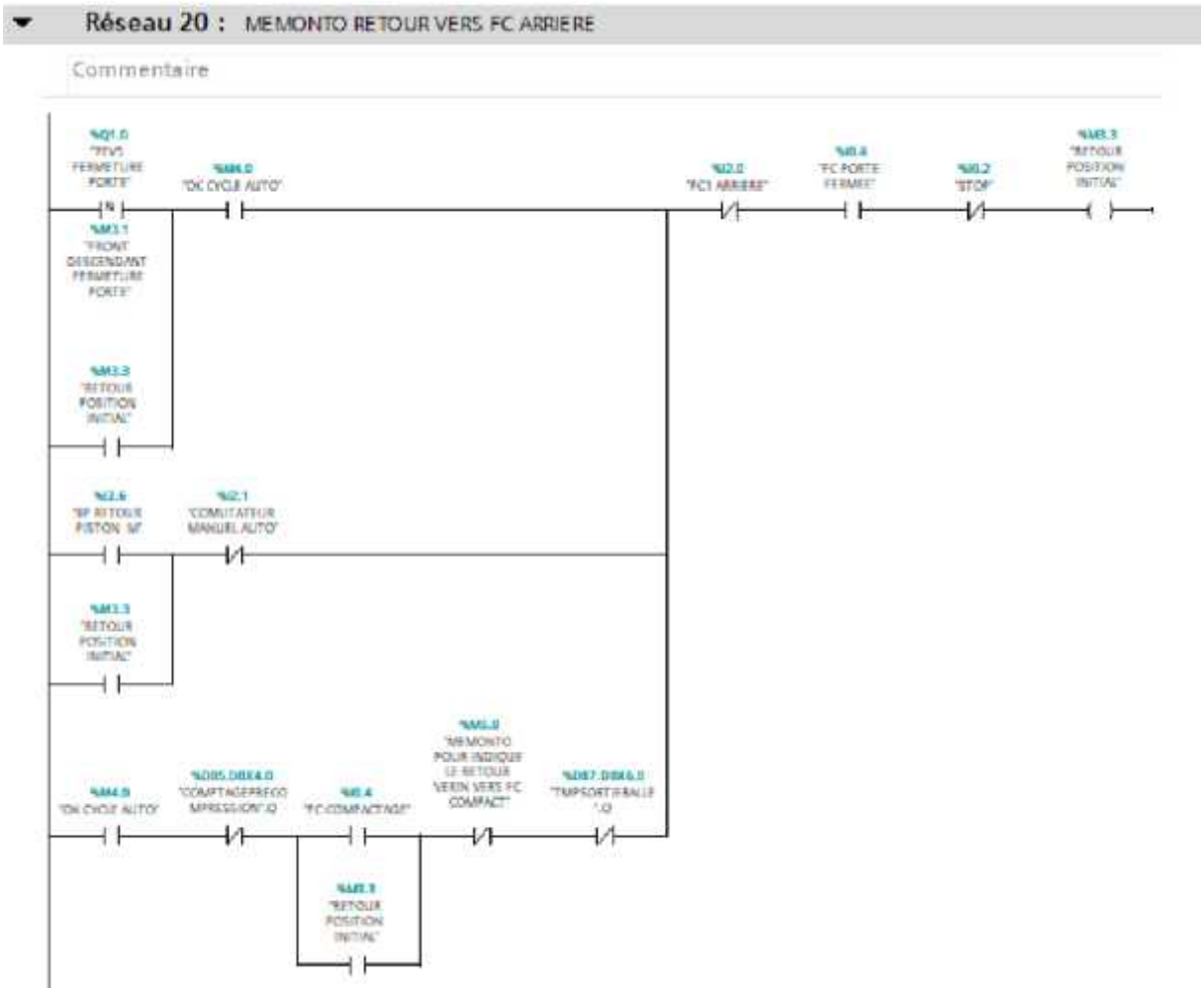


Figure IV 23: Retour vers fin de course FC arrière

En mode manuel, le fonctionnement demeure inchangé, à l'exception que l'opérateur doit commuter en mode manuel ce qui fait qu'il doit activer la sortie et l'entrée du vérin, ainsi que l'ouverture et la fermeture de la porte en utilisant des boutons dédiés, tels que les boutons "Avance Vérin", "Arrière Vérin", "Ouverture Porte" et "Fermeture Porte".

IV.5 Simulation

IV.5.1 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle réalisée et tous les blocs nécessaires créés et déposés dans le "main", il est important de compiler et charger cette configuration dans l'automate. Pour effectuer la compilation, utilisez l'icône "compiler". Pour ce faire, sélectionnez l'Automate Programmable Industriel PLC_1 [CPU 312C] dans le projet, puis cliquez sur l'icône "compiler".

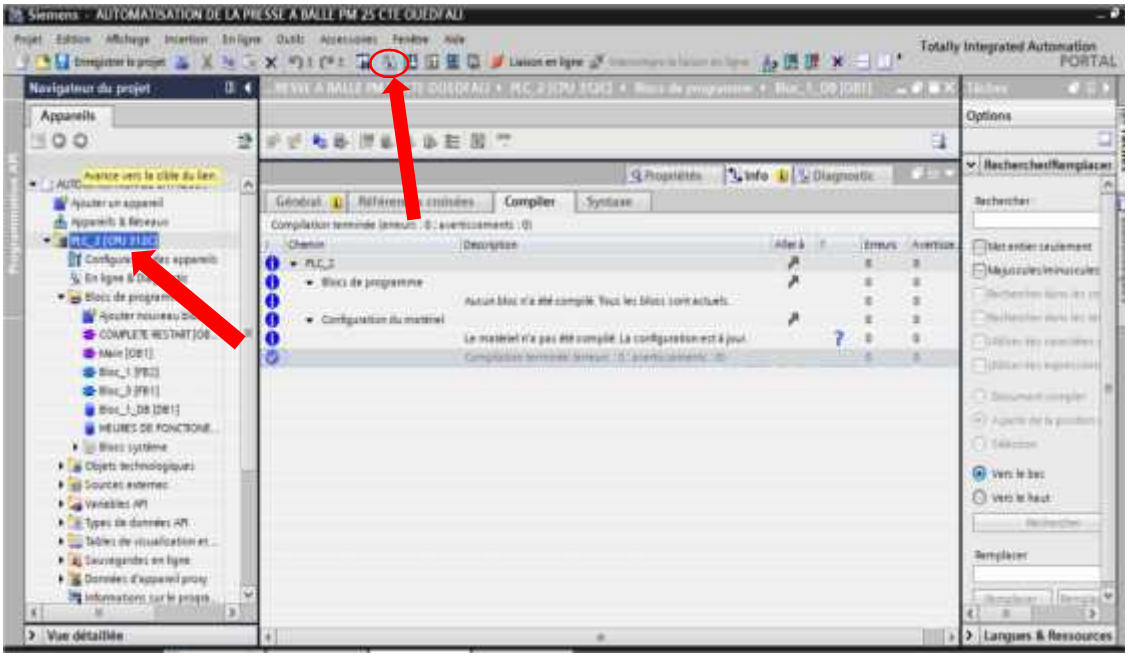


Figure IV 24: Etape de compilation du programme.

Après cela, pour charger le programme dans l'appareil, suivez ces étapes :

1. Cliquez sur l'icône "Charger dans l'appareil".

2. Sélectionnez le mode "MPI".

3. Choisissez l'interface "PG/PC" avec l'option "PLCSIM".

4. Enfin, appuyez sur "Charger" pour transférer le programme dans l'appareil.

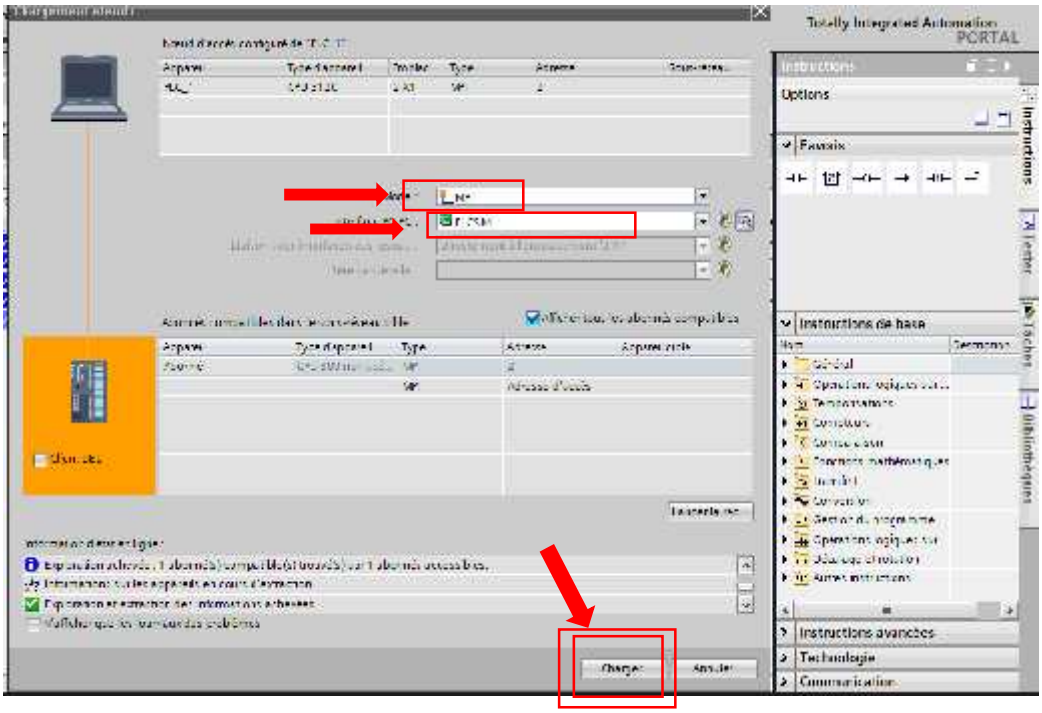


Figure IV 25: Connexion à l'automate virtuel.

Depuis l'interface de simulation qui apparaît lors du démarrage de PLCSIM, nous pouvons simuler manuellement le fonctionnement des capteurs en actionnant les entrées. Cette opération consiste à écrire l'adresse du byte de la variable que l'on souhaite activer dans l'une des fenêtres d'entrées/sorties du simulateur (par exemple, « IB1 » pour les entrées TOR adressées sur le Byte n°1). Ensuite, il suffit de cocher le bit correspondant pour simuler le rôle du capteur connecté à cette entrée spécifique.

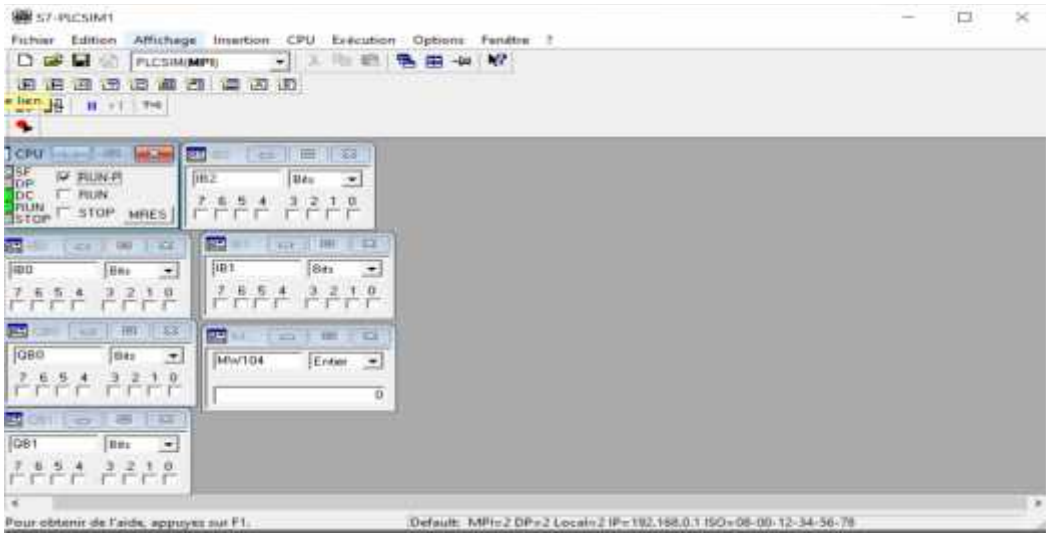


Figure IV 26: Interface de simulation.

IV.5.2 Visualisation

La prochaine étape consiste à visualiser en cliquant sur.

Quelque vue lors de la visualisation

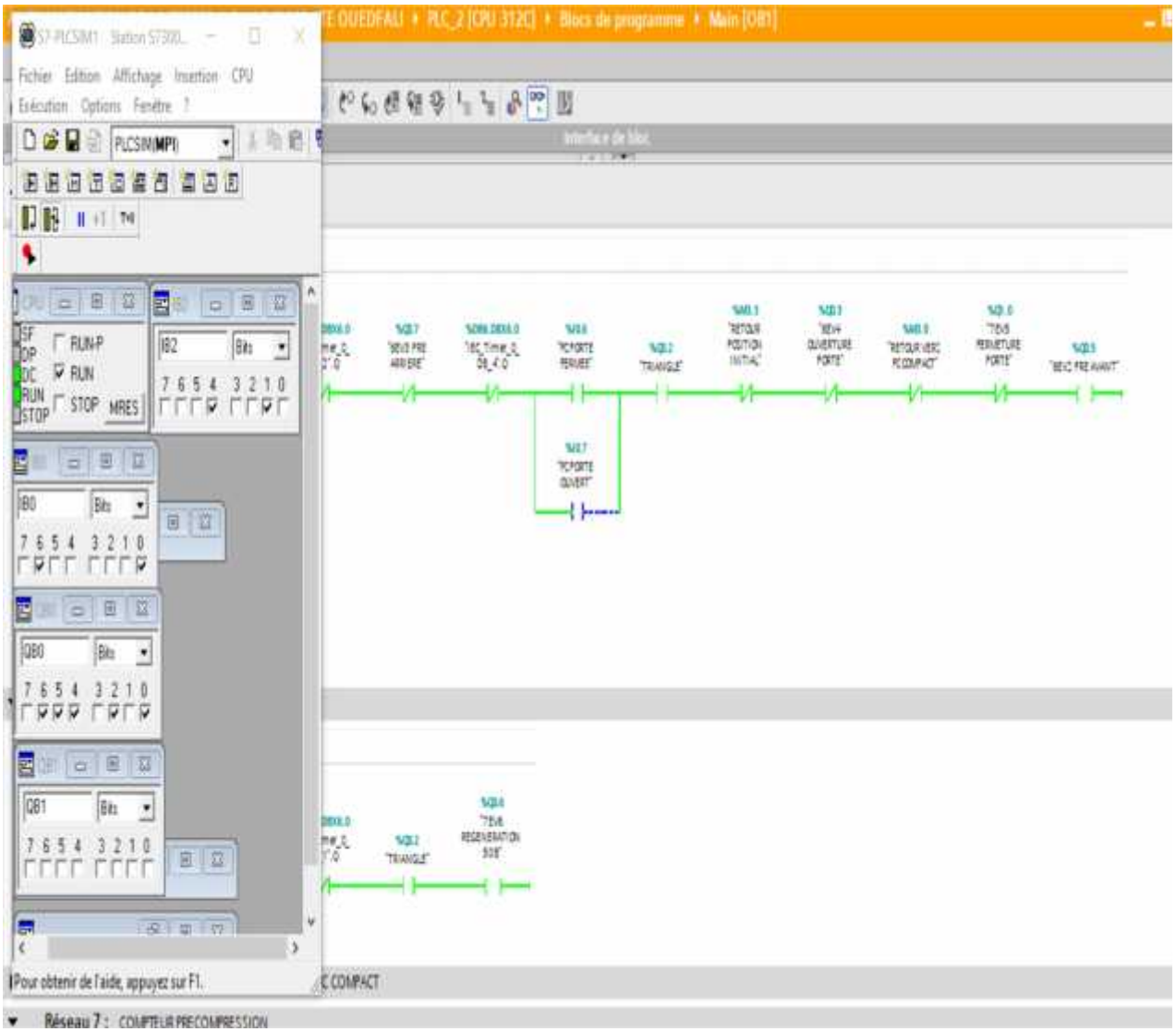


Figure IV 27: Simulation avance vérin bas pression

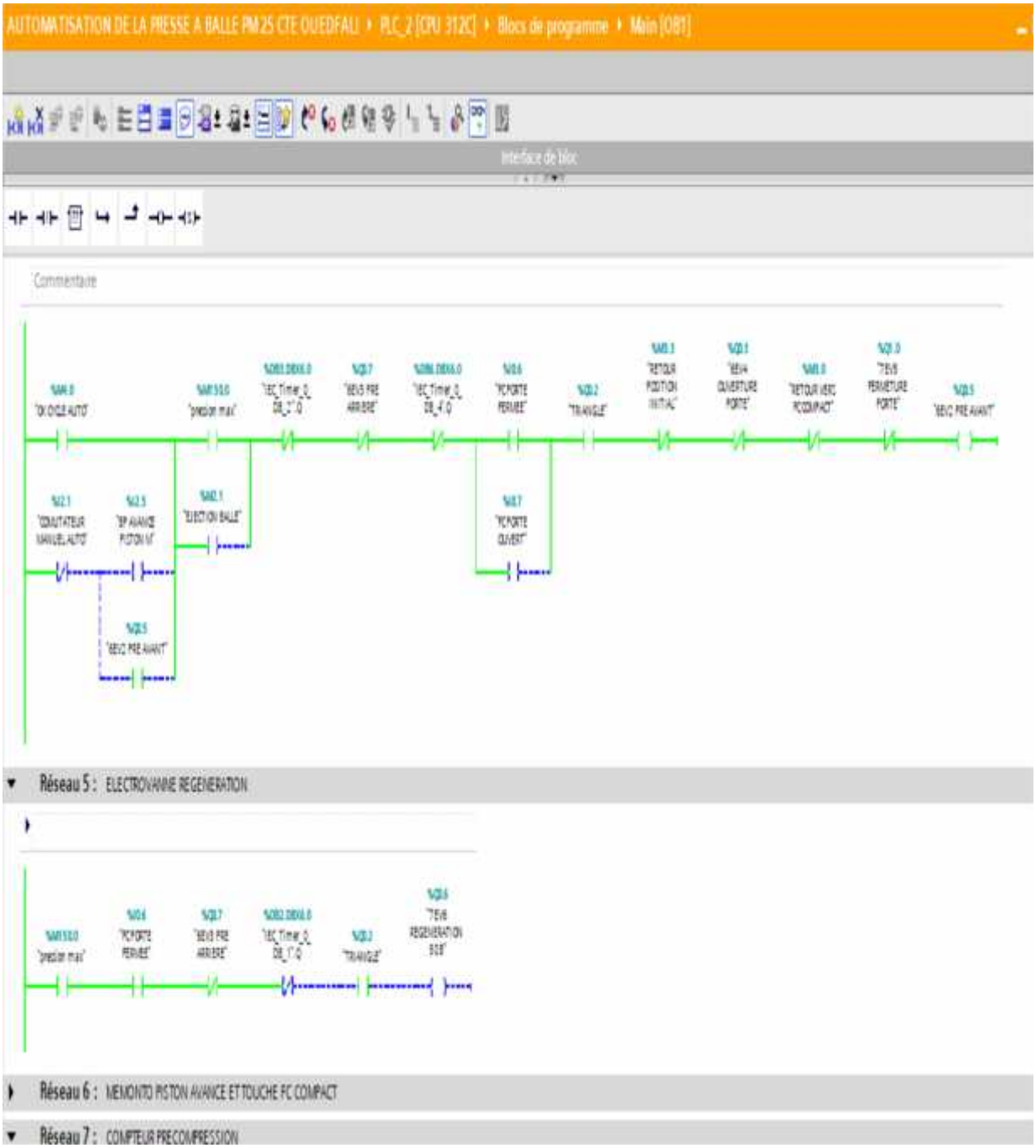


Figure IV 28: Simulation avance vérin haute pression.

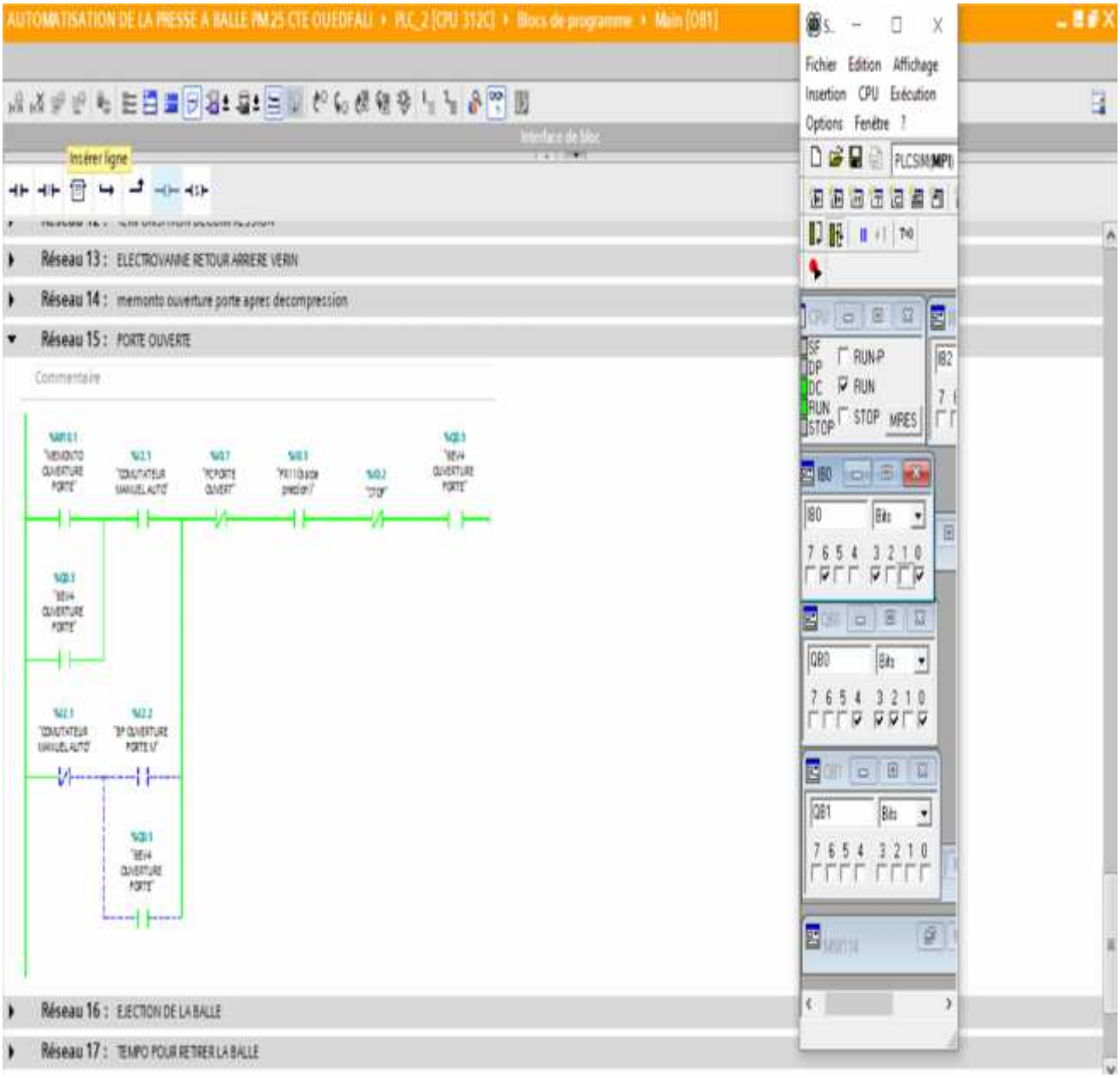


Figure IV 29: Simulation ouverture porte.

IV.5.3 Visualisation d'autres éléments de la presse

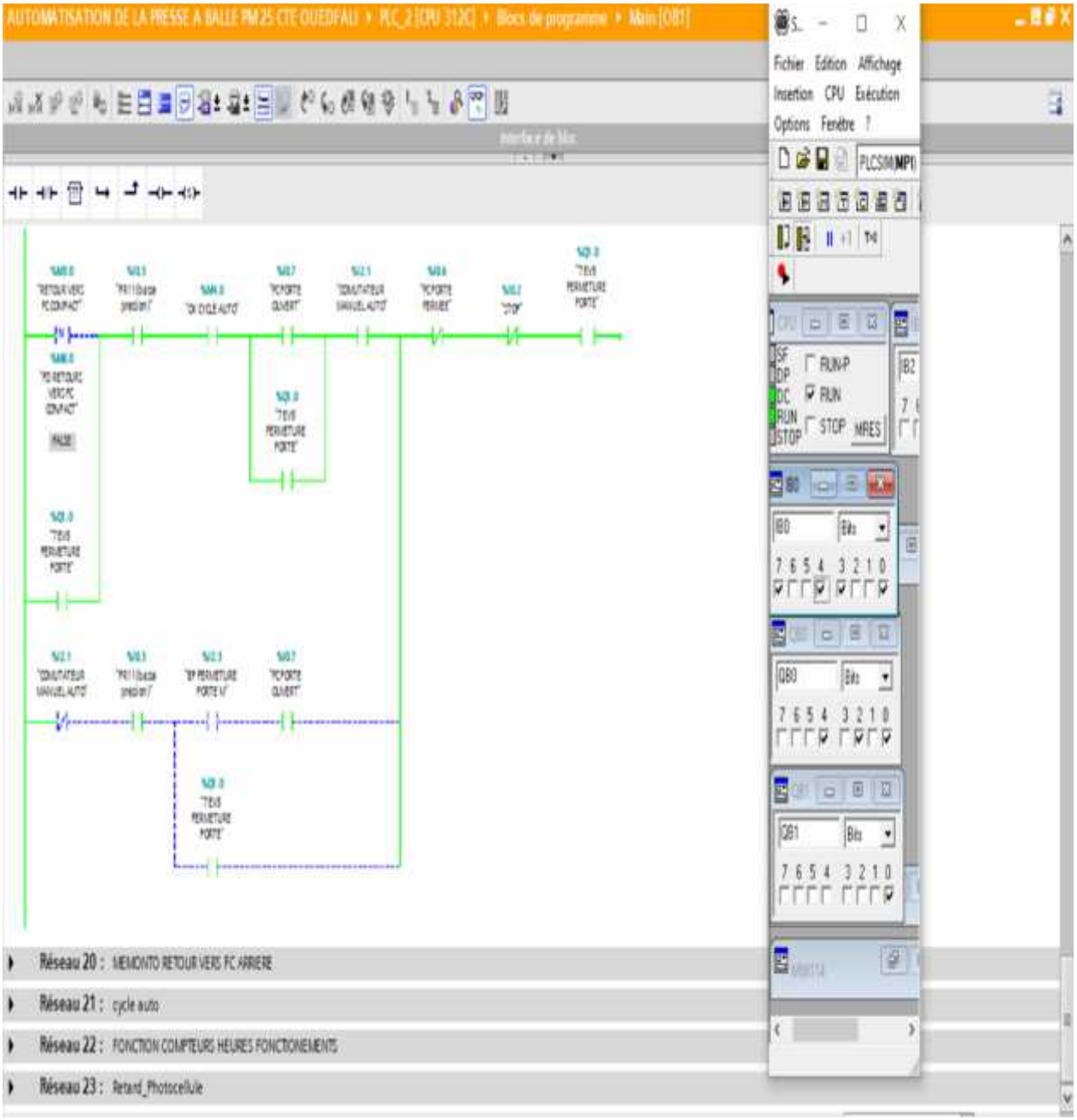


Figure IV 30: Simulation fermeture porte.

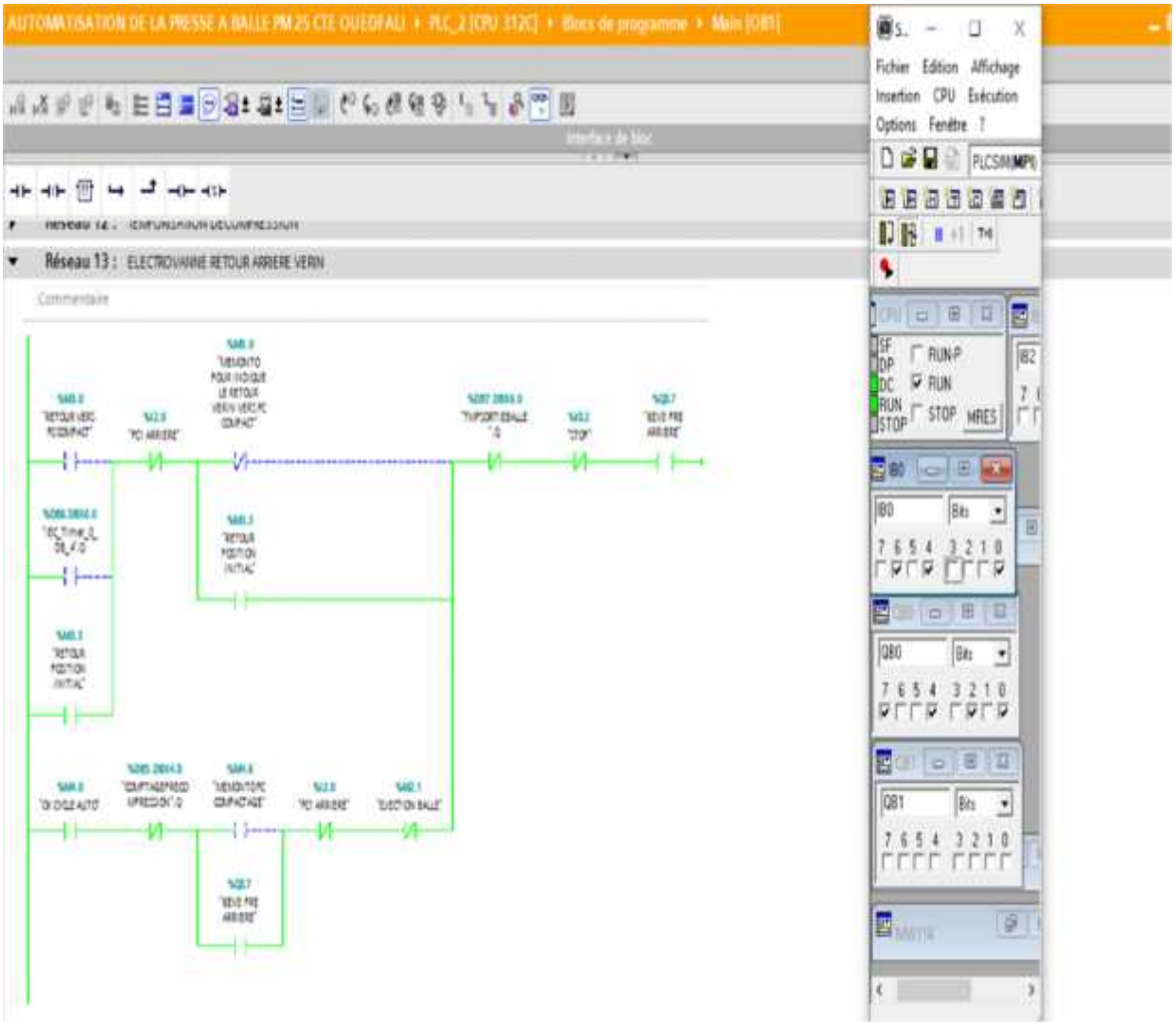


Figure IV 31: Simulation retour vérin.

IV.6 Conclusion

En résumé, ce chapitre offre une perspective globale sur les systèmes automatisés et les étapes essentielles de la création d'un programme, en mettant en avant l'utilisation du logiciel Tia Portal comme solution privilégiée pour les automates Siemens. Il est évident que cet outil s'avère particulièrement efficace pour la programmation et la simulation préalables à la mise en œuvre sur le terrain.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

La réalisation de notre travaille nous a permis d'avoir une compréhension approfondie des processus d'automatisation, en mettant en évidence la création d'un programme de commande pour une presse hydraulique PM25. À travers l'utilisation du logiciel TIA Portal V13 et l'intégration d'un automate Siemens, ce travail a permis de remédier à un problème majeur au sein de l'entreprise CET TIZI-OUZOU, à savoir le non accès au programme d'automate pour leur presse.

En suivant les étapes décrites, depuis la création du projet et la configuration matérielle jusqu'à la programmation des séquences de fonctionnement, notre travaille détaille de manière exhaustive le processus de mise en œuvre d'un système automatisé. De plus, l'intégration de fonctionnalités telles qu'un compteur d'heures de fonctionnement qui offre une meilleure gestion de la maintenance et la simulation du programme offrent une vision du fonctionnement de la machine.

En conclusion, notre mémoire illustre l'importance de l'automatisation dans l'optimisation des processus industriels et comment les outils modernes tels que le TIA Portal et les automates Siemens peuvent être utilisés pour résoudre des problèmes concrets en entreprise. Il représente un travail significatif dans le domaine de l'ingénierie électrique et de l'automatisation et constitue une ressource précieuse pour ceux qui s'intéressent à ce domaine en constante évolution. En outre, il souligne l'impact positif de l'automatisation sur la réduction des coûts de maintenance et l'amélioration de l'efficacité opérationnelle.

ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : présentation de l'entreprise

Le Centre d'Enfouissement Technique (CET) d'Oued Fali est une installation spécialisée dans la gestion des déchets. Créé le 08 Novembre 2008 par arrêté interministériel, ce CET a été créé dans le cadre de l'initiative du gouvernement algérien visant à moderniser les méthodes d'élimination des déchets urbains en remplaçant la mise en décharge par des centres d'enfouissement techniques.

Situé à la limite communale séparant DBK et Tirmitine, le site est localisé au sud-ouest du centre de la ville de Tizi-Ouzou, au lieu-dit Tadjouint. Le CET de Oued Fali joue un rôle crucial dans la gestion durable des déchets de la région. Cette installation tient compte des spécifications citées plus haut.

Le CET d'Oued Fali est un exemple de l'engagement du gouvernement algérien envers une gestion plus responsable des déchets.

Figure 1 : vue de haut du CET

Présentation du centre de tri des déchets ménagers d'Oued Falli

Le centre de tri est une infrastructure essentielle dans la gestion des déchets, permettant de classer les déchets en fonction de leur type en vue de leur valorisation, traitement ou élimination. Parmi les principaux déchets triés, on retrouve généralement les papiers, cartons, journaux, plastiques, verres, acier et aluminium.

L'objectif principal de cette grande installation, d'un point de vue économique, est de rentabiliser les investissements financiers consentis pour sa création. Cela implique de respecter la durée de vie de l'infrastructure et d'assurer la rentabilité grâce à la valorisation des produits triés ainsi qu'à la création de plus-value à partir des sous-produits pouvant être revalorisés.

LE centre comprend une plate- forme inférieure de 3 400 mètres carrés avec un hangar de 1 250 m2 en charpente métallique, des aires de déchargement et chargement et des servitudes avec les caniveaux de récupération des eaux pluviales et des lixiviats vers les bassins de décantation.

Le centre de tri constitue également un appui aux opérations de tri sélectif des déchets lancés à travers des quartiers de la ville de Tizi Ouzou et des villages d'autres localités de wilaya par l'agence nationale des déchets (AND)

L'unité de tri est composée des équipements suivants :

- Trémie de chargement ;
- Transporteur alimentateur pour le transfert des déchets ;
- Tapis de pré-tri ;
- Dispositif d'ouverture des sacs et crible (trommel) ;
- Séparateur magnétique : système de séparation des métaux ferreux constitué par un transporteur à bande et conteneur de réception à l'extrémité du transporteur ;
- Transporteur de tri vers la cabine de tri ;
- Cabine de tri manuel avec tapis de tri et des trémies installées à coté de chaque poste de tri pour recevoir les produits triés et les décharger dans un conteneur placé sous la plate-forme ;
- Transporteurs d'évacuation qui déchargeront les rebus vers des bennes pour évacuation au casier d'enfouissement à l'extérieur du local de tri ;

- Manutention et gestion-conditionnement des produits valorisables à l'aide d'engins, **presses à balles** et presses à paquets.

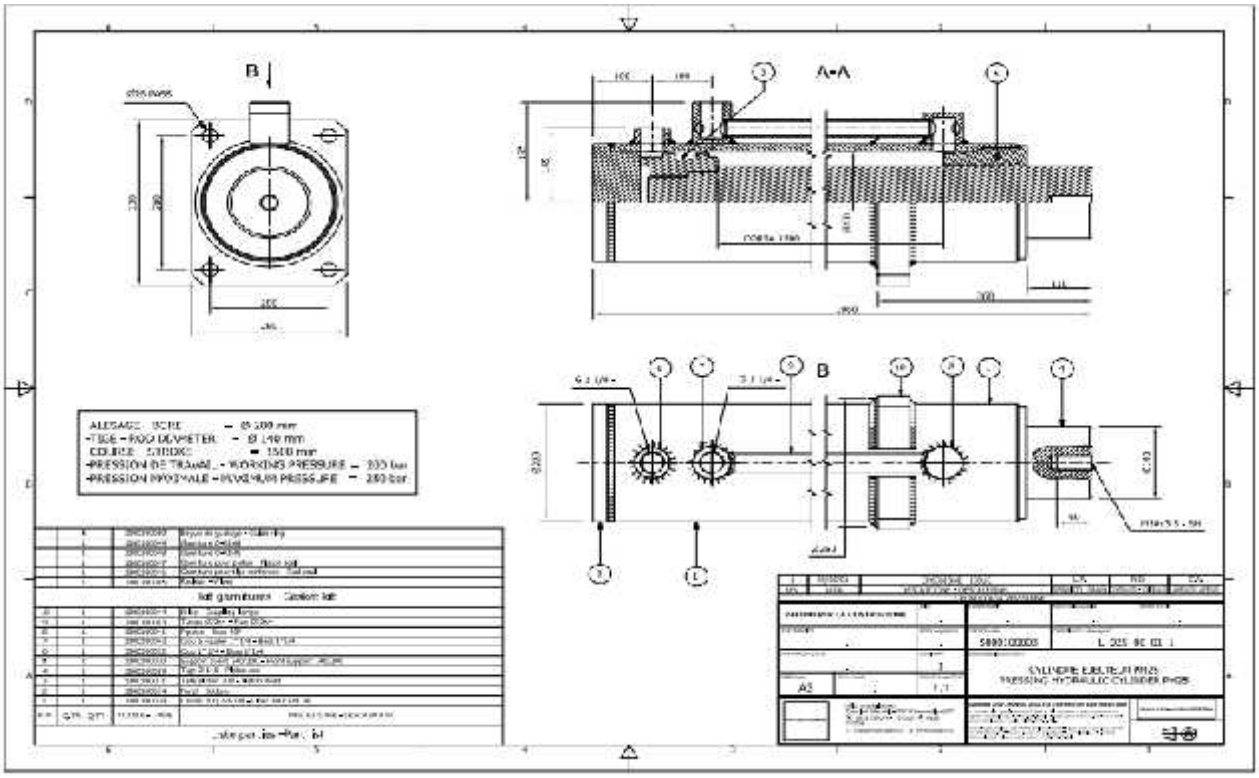
Figure 2 : vue interne et en 3D du CET

Annexe 2 : caractéristiques de la presse

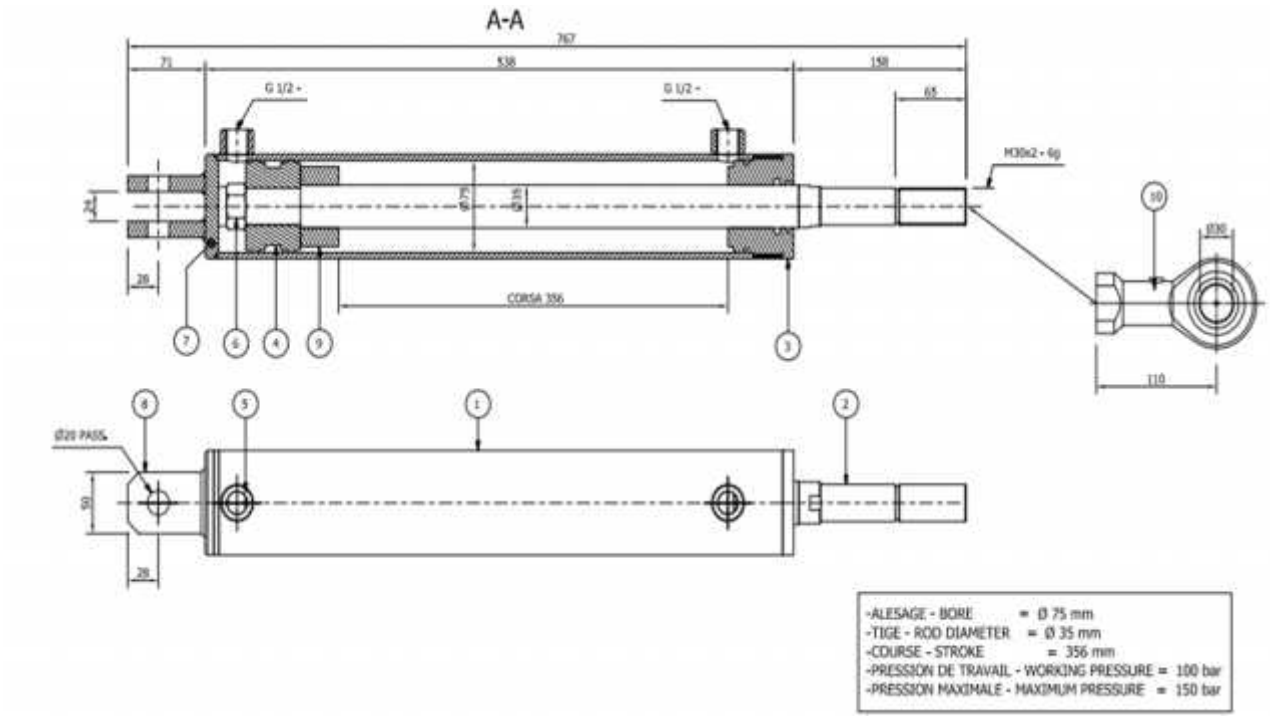
3.2. FICHE TECHNIQUE PRESSE DE COMPACTAGE DES METAUX - mod. PM 25			
CARACTERISTIQUES DIMENSIONNEL DE LA PRESSE			
1	Encombrement maximale longitudinale	3830 mm (4615 mm avec goulotte glissement balles)	
2	Encombrement maximale transversal	1480 mm	
3	Encombrement maximale en hauteur	1870 mm	
4	Longueur trémie de chargement (partie inférieure)	635 mm	
5	Largeur trémie de chargement (partie inférieure)	420 mm	
6	Poids de la presse	4000 Kg	
7	Volume de la chambre de compactage	0,10 m^3	
CARACTERISTIQUES DIMENSIONNEL DU PAQUET [± 25 mm]			
8	Longueur minimale	Variable	
9	Largeur	490 mm	
10	Hauteur	295 mm	
PERFORMANCES			
11	Cylindre éjecteur	n° 1	
12	Pression maximale de travail [± 5 %]	180 bar (18000 KPa)	
13	Force de travail du cylindre éjecteur [± 2 %]	5650 Kg (55426,5 N)	
14	Pression spécifique sur matériau (a p =180 bar)	37,7 Kg/cm^2 (370 N/ cm^2)	
15	Capacité volumétrique nominale	12 m^3/h	
16	Capacité volumétrique effective	8 m^3/h	
17	Production horaire (avec alimentation continue)	(Allumiium) 0,5 ton/h	(Fer blanc en fer) 1,2 ÷ 1,5 ton/h
18	Densité du matériau d'alimentation	45 ÷ 50 Kg/m^3	150 ÷ 180 Kg/m^3
19	Densité du matériau compacté	450 ÷ 500 Kg/m^3	1100 ÷ 1200 Kg/m^3
20	Poids de chaque balle	20 ÷ 25 Kg (500x300x200)	40 ÷ 50 Kg (500x300x200)

Annexes 3 : caractéristiques des cylindres (vérins)

Vérin de compactage:



Vérin ouverture et fermeture porte :



Annexes 4 : table des variables API

Siemens - AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25

Projet Edition Affichage Insertion En ligne Outils Accessoires Fenêtre Aide

Totally Integrated Automation PORTAL

AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25 ▸ PLC_2 [CPU 312C] ▸ Variables API

Variables | Constantes utilisateur | Constantes système

Variables API

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
1	ETOILE	Table de variables s...	Bool	%Q0.1				CONTACTEUR ETOILE
2	LIGNE	Table de variabl...	Bool	%Q0.0				CONTACTEUR LIGNE
3	START	Table de variables s...	Bool	%I0.0				BOUTON START
4	PHOTOCELULE	Table de variables s...	Bool	%I0.1				CAPTEUR PHOTOCELULE TREMIE PLEINE
5	STOP	Table de variables s...	Bool	%I0.2				BOUTON STOP POMPE
6	TRIANGLE	Table de variables s...	Bool	%Q0.2				CONTACTEUR TRIANGLE
7	7EV1 PRE GENERALE 190 B	Table de variables s...	Bool	%Q0.4				ELECTROVANNE PRESSION GENERALE 190...
8	6EV2 PRE AVANT	Table de variables s...	Bool	%Q0.5				ELECTRVANNE AVANCE PISTON
9	7EV6 REGENERATION 50 B	Table de variables s...	Bool	%Q0.6				ELECTROVANNE DE REGENERATION
10	FC COMPACTAGE	Table de variables s...	Bool	%I0.4				FIN COURSE MILIEU
11	PR13 (max pression)	Table de variables s...	Bool	%I0.5				PRESOSTAT 190 BAR
12	6EV3 PRE ARRIERE	Table de variables s...	Bool	%Q0.7				ELECTROVANNE RETOUR ARRIERE PISTON
13	FC PORTE FERMEE	Table de variables s...	Bool	%I0.6				FIN COURSE PORTE FERME
14	pression max	Table de variables s...	Bool	%M150.0				CONDITION JUSQUE PRESSION MAX
15	FC PORTE OUVERT	Table de variables s...	Bool	%I0.7				FIN COURSE PORTE OUVERTE
16	6EV4 PORTE OUVERTE	Table de variables s...	Bool	%M1.2				ELECTROVANNE OUVERTURE PORTE
17	MOTEUR BLOQUE	Table de variables s...	Bool	%I1.0				MOTEUR SURCHAUFFE (bloque)
18	NIVEAU HUILE	Table de variables s...	Bool	%I1.1				NIVEAU HUILE DANS LE RESERVOIRE
19	6EV4 OUVERTURE PORTE	Table de variables s...	Bool	%Q0.3				OUVERTURE PORTE APRES LA DECOMPRESS...
20	EJECTION BALLE	Table de variables s...	Bool	%M2.1				EJECTER LA BALLE
21	FRONT DESCENDANT EJECTION BA...	Table de variables s...	Bool	%M2.3				LA BALLE EST EJECTE
22	FRONT DESCENDANT TEMPO EJECT...	Table de variables s...	Bool	%M2.5				LA BALLE EST RETIRER PAR L OPERATEUR
23	RETOUR VERS FC COMPACT...	Table de variables s...	Bool	%M3.0				RETOUR VERS FC COMPACTE

Propriétés | Info | Diagnostic

Siemens - AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25

Totally Integrated Automation PORTAL

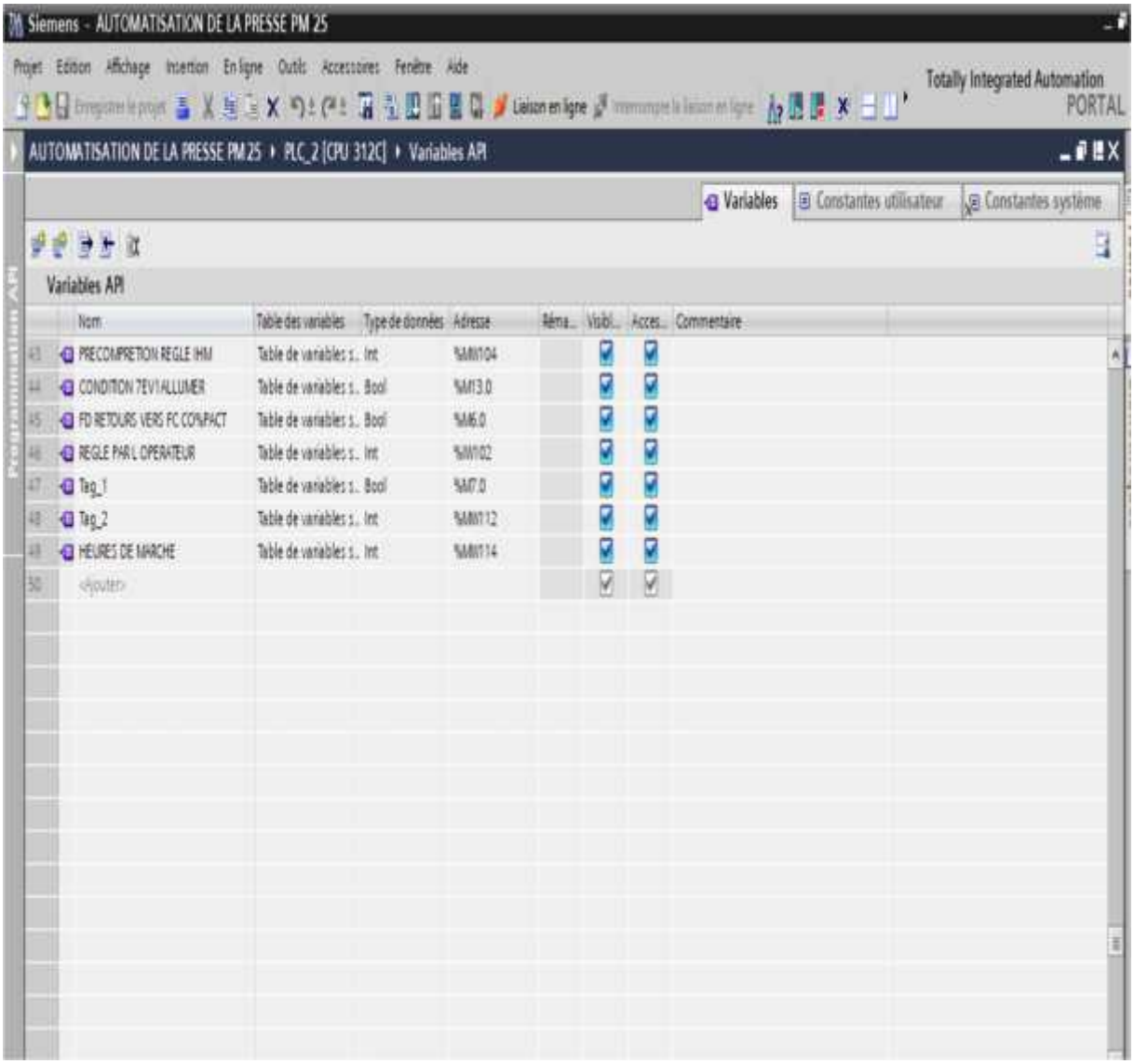
AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25 ▸ PLC_2 [CPU 312C] ▸ Variables API

Variables | Constantes utilisateur | Constantes système

Variables API

	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Visibl...	Acces...	Commentaire
22	FRONT DESCENDANT TEMPO EJECT...	Table de variables s...	Bool	%M0.5		☑	☑	LA BALLE EST RETIRER PAR L OPERATEUR
23	RETOUR VERS FC COMPACT	Table de variables s...	Bool	%M8.0		☑	☑	RETOUR VERS FC COMPACTE
24	TEVS FERMETURE PORTE	Table de variables s...	Bool	%Q1.0		☑	☑	ELECTROVANNE FERMETURE PORTE
25	FRONT DESCENDANT TEMPO BALL...	Table de variables s...	Bool	%M0.7		☑	☑	
26	FC1 ARRIERE	Table de variables s...	Bool	%I2.0		☑	☑	
27	FRONT DESCENDANT FERMETURE P...	Table de variables s...	Bool	%M8.1		☑	☑	
28	RETOUR POSITION INITIAL	Table de variables s...	Bool	%M8.3		☑	☑	
29	COMUTATEUR MANUEL AUTO	Table de variables s...	Bool	%I2.1		☑	☑	
30	BP OUVERTURE PORTE M	Table de variables s...	Bool	%I2.2		☑	☑	
31	BP FERMETURE PORTE M	Table de variables s...	Bool	%I2.3		☑	☑	
32	START CYCLE AUTO	Table de variables s...	Bool	%I2.4		☑	☑	
33	OK CYCLE AUTO	Table de variables s...	Bool	%M4.0		☑	☑	
34	FRONT MONTANT FC COMPACTAGE	Table de variables s...	Bool	%M4.5		☑	☑	
35	MEMONTO FC COMPACTAGE	Table de variables s...	Bool	%M4.6		☑	☑	
36	MEMONTO POUR INDIQUE LE RETO...	Table de variables s...	Bool	%M5.0		☑	☑	
37	PR11(basse pression)	Table de variables s...	Bool	%I0.3		☑	☑	
38	BP AVANCE PISTON M	Table de variables s...	Bool	%I2.5		☑	☑	
39	BP RETOUR PISTON M	Table de variables s...	Bool	%I2.6		☑	☑	
40	MEMONTO OUVERTURE PORTE	Table de variables s...	Bool	%M10.1		☑	☑	
41	FRONY DESCENDANT TMPO DECO...	Table de variables s...	Bool	%M10.0		☑	☑	
42	NBR PRECOMPRECTION EFFECTUE	Table de variables s...	Int	%MW100		☑	☑	
43	PRECOMPRETION REGLE IHM	Table de variables s...	Int	%MW104		☑	☑	
44	CONDITION TEVS ALLUMER	Table de variables s...	Bool	%M13.0		☑	☑	

Propriétés | Info | Diagnostic


Siemens - AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25
Projet Edition Affichage Insertion En ligne Outils Accessoires Fenêtre Aide
Totally Integrated Automation
PORTAL
Liaison en ligne
AUTOMATISATION DE LA PRESSE PM 25 ▸ PLC_2 [CPU 312C] ▸ Variables API
Variables
Constantes utilisateur
Constantes système
Variables API
Nom
Table des variables
Type de données
Adresse
Rémanence
Visibilité
Accessibilité
Commentaire
43 PRECOMPRETION REGLE IHM Table de variables s.. Int %MW104
44 CONDITION 7EV1ALLUMER Table de variables s.. Bool %M13.0
45 FD RETOURS VERS FC COMPACT Table de variables s.. Bool %M6.0
46 REGLE PAR L OPERATEUR Table de variables s.. Int %MW102
47 Tag_1 Table de variables s.. Bool %M7.0
48 Tag_2 Table de variables s.. Int %MW112
49 HEURES DE MARCHE Table de variables s.. Int %MW114
50 <Ajouter>

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- **[1] https://www.commerce-machines-occasion.fr/qu-est-ce-qu-une-presse-mecanique-ouhydraulique-et-comment-fonctionne-elle/**

- **[2] https://www. academia.edu/4641779/Presses_m%C3%A9canique_ hydrauliques _et Pneumatiques**

- **[3] Smaïl BOUTABBA, « CONTRIBUTION A LA MISE AU POINT D'UNE PLATEFORME POUR L'IDENTIFICATION EXPERIMENTALE DES PARAMETRES DE FROTTEMENT EN MATRIÇAGE AXISYMETRIQUE », THESE, ANNABA 2015**

- **[4] Živković, Dragan, Predrag Dašić, and Milorad Rančić. "EFFECTS OF INTRODUCING THE INFORMATICS SYSTEM IN ECCENTRIC PRESSES MAINTENANCE." Proceedings of International Scientific Conference UNITECH. Vol. 3.**

- **[5] Presse hydraulique Source : http://fr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=70344942 Contributeurs : Cjp24, Dodoïste, Enguerrand VII, Syntex, Thielleux, Wanderer999, Xlory, Xofc, Zivax, 6 modifications anonymes**

- **[6] Pr LOUNIS Mourad, « étude et réalisation d'un moteur Stirling couplé à un concentrateursolaire », mémoire master 02, université Djilali Bounaama khmis Miliana, 2014/2015**

- **[7] https://fr.harsle.com/Comment-fonctionne-la-presse-hydraulique-id3583255.html**

- **[8] Erdman, A.G., Sandor, G.N.: Mechanism Design: Analysis and synthesis, 1sted...Prentice-Hall, New Jersey, 1984.**

- **[9] HADDADOU Mahdi, AICHOUN Mohammed « Etude et conception de deux outils de découpage-poinçonnage et de pliage pour clapet air bruleur », mémoire de master II en construction mécanique, UMMTO 2013**

- **[10] http://www.coparm.eu/ MANUEL D'INSTRUCTION D'USAGE ET D'ENTRETIEN**

- **[11] https://www.techno-science.net/definition/1855.html**

- **[12] https://bpmei-prades.com/cours/les-systemes-automatisees/lessons/les-distributeurs-hydrauliques/**

https://www.hydrokit.com/distribution-xrp2241.html

- **[13]https://bpmei-prades.com/cours/les-systemes-automatisees/lessons/structure-generale-dun-systeme-automatise-de-production/**
- **[14]https://cache.industry.siemens.com/dl/files/582/1109582/att_22064/v1/s7200_system_manual_fr-FR.pdf**