

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الاوتوماتيك والالكتروتقني
Département d'Automatique et d'Electrotechnique



Mémoire de Master

Filière : Automatique.

Spécialité :

Automatique et Informatique Industriel.

Présenté par :

AZOUZ Sidali.

&

DAMARDJI Walid.

Automatisation et Supervision d'une presse à vulcaniser les pneumatiques.

Proposé par : Mr. BENNILA Noureddine.

&

Mr. BOUGEURRA Omar.

Année Universitaire 2021-2022.

Dédicaces

On dédie ce modeste travail, aux êtres les plus chers, et à qui on doit reconnaissance et dévouement et en qui on ne cesserait de remercier à Savoir :

Nos très chers parents, nos sœurs, nos frères.

À tous les amis qui nous ont soutenu durant tout notre cursus universitaire et avec lesquels on a partagé des moments inoubliables.

À tous ceux que qui nous ont aidés de loin ou de près à l'élaboration de cemémoire de fin d'études.

Enfin à vous qui prenez la peine de lire ce mémoire.

Remerciements

C'est avec un grand plaisir qu'on réserve ces lignes en signe de reconnaissance à tous ceux qui ont de près ou de loin contribué à rendre ce travail possible.

Notre profonde gratitude va en premier, à Allah le tout puissant, de nous avoir donné la force et la patience d'arriver à mettre ce travail à terme.

Puis ; nous voudrions remercier notre promoteur Mr, BENNILA Noureddine pour son aide, sa disponibilité, ses orientations et pour la confiance qu'il amis en nous, qu'elle trouve ici toute notre gratitude et surtout notre parfaite considération de l'intérêt qu'il portait à ce travail depuis le début.

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements à notre Co-promoteur Mr BOUGEURRA Omar l'aide précieux qu'il nous ait apportés.

Enfin, on remercie très sincèrement, les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de siéger, espérant qu'ils trouvent l'expression de nos profonds respects et croire à notre sincère gratitude.

ملخص: يهدف العمل في هذه الأطروحة إلى حل مشكلة كبيرة في صناعة الإطارات، وهي على مستوى المكابس

البركانية، وبصورة أدق تنظيم الضغط ودرجة الحرارة.

درسنا أجهزة النظام، ثم وضعنا برنامجًا باستخدام **SIEMENS S7-1500 (1515-2PN) PLC** باستخدام برنامج

TIA PORTAL V15.0 وأخيراً تحقيق وحدة تحكم **HMI TP900-COMFORT** (واجهة الإنسان والآلة)

بواسطة برنامج **WIN CC** لأمر تحكم النظام.

الكلمات الرئيسية: بوابة **TIA**؛ **S7-1500**؛ **WIN CC-PROFESSIONAL**؛ **HMI**.

Résumé : le travail dans ce mémoire a pour but de résoudre un problème majeur dans l'industrie des pneumatiques, qui se trouve au niveau des presses de vulcanisation plus précisément la régulation de pression et de température.

Nous avons étudié **l'instrumentation** de système, ensuite nous avons mis un programme en utilisant un automate **SIEMENS S7-1500 (1515-2PN)** en utilisant le logiciel **TIA PORTAL V15.0** et enfin la réalisation d'une console **IHM (Interface Homme-Machine) TP900-COMFORT** par le logiciel **WIN CC-Professional** pour **un système de contrôle-commande**.

Mots clés : **TIA PORTAL ; S7-1500 ; WIN CC-PROFESSIONAL ; IHM.**

Abstract: the work in this thesis aims to solve a major problem in the tire industry, which is at the level of volcanic presses, more precisely the pressure regulation and temperature.

We studied **the system instrumentation**, then we put a program using a **SIEMENS S7-1500 (1515-2PN) PLC** using the **TIA PORTAL V15.0** software and finally the realization of an **HMI console (Human-Machine Interface) TP 900-COMFORT** by the **WIN CC- software Professional** for a **control-command system**.

Keywords: **TIA PORTAL; S7-1500; WIN CC-PROFESSIONAL; HMI.**

Listes des acronymes et abréviations :

IRT	IRIS TYRES.
WCS	Working Cimcorp System.
IHM	Interface Homme Machine.
TOR	Tout Ou Rien.
IP	Internet Protocols.
TCP	Transmission Control Protocol.
MTU	Master Terminal Unit.
RTU	Remote Terminal Unit.
PN/IE	PROFINET/Industrial ETHERNET.
LADDER	Livelihoods and Diversification Direction Explored by Research (LD).
GRAFCET	Command Step- Transition Functional Graphic (SFC).
ST	Structured Text.
IL	Instruction List.
FBD	Function Block Diagram.
PLC	Programmable Logic Controller.
CPU	Central Processing Unit.
ROM	Read Only Memory.
RAM	Random Access Memory.
CNA	Convertisseur Numérique/ Analogique.
CAN	Convertisseur Analogique / Numérique.
TON	On-Delay Timer.
TOF	Off-Delay Timer.
TP	Pulse Timer.

E/S	Entrée/Sortie.
PC	Partie commande.
PO	Partie Opérative.
DI/DO	Digital Input/Digital Output.
AI/AO	Analog Input/Analog Output.
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition.
MPI	Multi-Point interface.
EV	électrovanne.
RTD	Détecteur de température à résistance.

Table des matières :

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

I. Introduction.....	2
II. Présentation de l'entreprise	2
II.1. Historique.....	3
II.2. Localisation de l'entreprise.....	3
II.3. Productivité de l'entreprise.....	3
II.4. Les produits fabriqués par IRIS TYRES.....	4
III. Définition du pneu.....	4
III.1. Composants du pneu.....	5
III.2. Processus de fabrication des pneus.....	6
III.2.1. Bloc C département des mélanges.....	6
III.2.2. Bloc B département des composants.....	7
III.2.3. Bloc A contrôle qualité.....	9
IV. Les étapes de vulcanisation des pneus.....	9
V. Les presses de vulcanisation des pneumatiques.....	10
V.1. Les types des presses.....	10
V.2. Les équipements de la presse.....	11
VI. Cahier de charge.....	11
VII. Problématique.....	16
VIII. Solution proposée.....	16
IX. Conclusion.....	17

Chapitre II : Etude de l'instrumentations et logiciels utilisés.

I. Introduction.....	18
----------------------	----

II.1.1. Capteur de pression.....	19
II.1.2. Pressostat.....	19
II.1.3. Capteur de température pt100.....	20
II.1.4. Thermostat.....	20
II.1.5. Encodeur linéaire.....	21
II.1.6. Capteur de proximité inductif.....	21
II.1.7. Capteur pneumatique safety.....	22
II.1.8. Boutons et voyants.....	22
II.1.9. Capteur photo cellule.....	23
II.2. Les pré-actionneurs.....	23
II.2.1. Distributeur pneumatique.....	23
II.2.2. Distributeur hydraulique.....	24
II.2.3. Contacteur.....	25
II.3. Les actionneurs.....	26
II.3.1. Les vérins hydrauliques.....	26
II.3.2. Les vérins pneumatiques.....	27
II.3.3. Vannes proportionnelles.....	27
II.3.4. Vannes TOR.....	28
II.4. Appareils de sécurité.....	28
II.4.1. Disjoncteurs moteur.....	28
II.4.2. Porte fusible.....	29
II.4.3. Relais de sécurité.....	29
II.4.4. Bloc d'alimentation stabilisé SITOP de SIEMENS.....	29
II.4.5. Filtre régulateur lubrificateurs.....	30
II.4.6. Clapet anti-retour.....	30
II.4.7. Le manomètre.....	31
II.5. Station hydraulique.....	31
II.5.1. Moteur électrique.....	32
II.5.2. Pompe haute pression à palette.....	33

II.5.3. Pompe basse pression à engrenage.....	33
III. Eléments de la partie commande.....	33
III.1. Présentation de l'API.....	33
III.1.1. Définition d'un API.....	34
III.1.2. Nature des informations traités par l'automate.....	34
III.1.3. Critères de choix d'un API.....	34
III.1.4. Automate SIMATIC S7-1500.....	35
III.1.5. CPU 1515-2PN.....	38
III.1.5.1. Fonctionnement.....	38
III.1.5.2. Propriétés.....	38
III.1.5.3. Eléments de commande et de signalisations.....	40
III.2. Périphériques décentralisés ET200SP.....	43
III.2.1. Avantages du système.....	43
III.2.2. Domaines d'utilisation.....	43
III.2.3. La configuration et montage.....	44
III.2.4. Les modules utilisés.....	45
III.2.4.1. Les entrées/sorties analogiques.....	46
III.2.4.2. Les entrées/sorties TOR.....	48
III.3. Interface Homme Machine (IHM).....	49
III.3.1. Définition d'une IHM.....	49
III.3.2. Différentes tâches de IHM.....	49
III.3.3. HMI TP900 COMFORT.....	50
III.3.3.1. Structure externe de l'IHM TP900 COMFORT.....	50
III.3.3.2. Les avantages de IHM TP900 COMFORT.....	50
IV. Les logiciels utilisés.....	51
IV.1. Logiciel TIA PORTAL.....	51
IV.1.1. Vue portal et vue projet.....	51
IV.1.2. Création d'un projet et configuration d'une station de travail.....	52
IV.1.3. Présentation des blocs.....	55

IV.2. Logiciel WinCC.....	56
IV.2.1. Principales fonctions offertes par WinCC.....	56
IV.2.2. WinCC Professional runtime.....	57
IV.3. Logiciel de simulation PLCSIM.....	57
IV.4. Logiciel de simulation AUTOMATION STUDIO.....	58
IV.4.1. Présentation de la fenêtre d'AUTOMATION STUDIO.....	59
IV.4.2. Réalisation du projet.....	60
V. Conclusion.....	61

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

I. Introduction.....	62
II. Présentation de la partie commande.....	62
II.1. La mise en réseaux.....	62
II.2. La programmation.....	64
II.2.1. Bloc d'organisation (OB).....	65
II.2.2. Fonction (FC).....	68
II.2.3. Fonction bloc (FB).....	69
II.2.4. Bloc de données (DB).....	70
II.3. Table des mnémoniques.....	71
II.4. La supervision.....	72
III. Présentation de la partie opérative.....	73
III.1. Partie chargeur.....	73
III.1.1. Chargeur mode automatique.....	74
III.1.2. Chargeur mode manuel.....	75
III.2. Partie déchargeur	76
III.2.1. Déchargeur mode automatique.....	77
III.2.2. Déchargeur mode manuel.....	77
III.3. Partie presse.....	78
III.3.1. Presse commande automatique.....	79
III.3.2. Presse commande manuel.....	81

III.4. Convoyeur.....	81
III.5. Températures.....	82
III.6. Pression.....	85
III.7. Voyants.....	87
III.8. Régulation PID.....	88
III.8.1. Boucles de régulation.....	89
III.8.2. Régulation PID pression shaping.....	90
III.8.3. Régulation PID température de chauffage (heating).....	92
III.9. Compteurs.....	94
IV. Ecrans de supervision et de commande.....	94
V. Conclusion.....	99
Conclusion générale.....	100
Anexxes.....	102
Références bibliographiques.....	119

Listes des figures

Figures	Chapitre I	page
Figure I.1	Vue sur l'entreprise	2
Figure I.2	Localisation de l'entreprise	3
Figure I.3	Produits fabriqués par l'entreprise	4
Figure I.4	Composants du pneu	5
Figure I.5	Color-system machine	6
Figure I.6	Machines d'assemblages des pneus	8
Figure I.7	Machine Pulvérisateur de peinture	8
Figure I.8	Pneu vert BUFFER	9
Figure I.9	SHUTTLE	9
Figure I.10	EMS machine	9
Figure I.11	Les étapes de la partie cuisson	10
Figure I.12	Presse mécanique	11
Figure I.13	Presse hydraulique	11
Figure I.14	Les équipements de la presse	12
Figure I.15	La partie chargeur(loader)	13
Figure I.16	La 1 ^{ère} position de PNEU VERT	13
Figure I.17	La position finale	13
Figure I.18	La presse commence à se ferme	14
Figure I.19	La presse fermée	15
Figure I.20	La partie déchargeur (un loader)	16

Chapitre II

Figure II.1	Principe des Capteurs	18
Figure II.2	Capteur de pression	19

Figure II.3	Pressostat	19
Figure II.4	Capteur de température PT100	20
Figure II.5	Thermostat	20
Figure II.6	Codeur linéaire	21
Figure II.7	Capteur à proximité inductif	21
Figure II.8	Capteur a détection pneumatique	22
Figure II.9	Boutons et voyants	22
Figure II.10	Capteur photo cellule	23
Figure II.11	Pré-actionneur	23
Figure II.12	Distributeur pneumatique	24
Figure II.13	Distributeur hydraulique	24
Figure II.14	Contacteur et son symbole électrique	25
Figure II.15	Contacteur auxiliaire	25
Figure II.16	Blocs de contacts auxiliaires (additifs)	26
Figure II.17	Vérins hydrauliques	26
Figure II.18	Vérins pneumatique	27
Figure II.19	Vanne proportionnelle	27
Figure II.20	Électrovanne	28
Figure II.21	Disjoncteur moteur (SIEMENS) et symbole électrique	28
Figure II.22	Porte fusible	29
Figure II.23	Relais de sécurité	29
Figure II.24	Bloc d'alimentation stabilisé SITOP de SIEMENS	30
Figure II.25	Filtres pneumatiques	30
Figure II.26	Clapet anti-retour	31
Figure II.27	Le manomètre	31
Figure II.28	Station hydraulique	32
Figure II.29	Moteur de refroidissement d'huile	32
Figure II.30	Principe de fonctionnement de la pompe à palette	33
Figure II.31	Principe de fonctionnement de la pompe à engrenage	33
Figure II.32	Automate programmable industriel	34
Figure II.33	Composants du système d'automatisation SIMATIC S7-1500	36

Figure II.34	Modules d'un automate S7-1500	37
Figure II.35	Vue de la CPU	39
Figure II.36	Vue de face de la CPU	41
Figure II.37	Vue de la CPU 1515-2 PN (sans volet frontal) - face avant	41
Figure II.38	Vue de la CPU 1515-2 PN - face arrière	42
Figure II.39	Les avantages des ET200SP	43
Figure II.40	Exemple de configuration de l'ET 200SP	44
Figure II.41	L'emplacement des ET200SP dans l'armoire principale de la machine	45
Figure II.42	L'emplacement d'ET200SP dans la seconde armoire de la machine	46
Figure II.43	ET200SP de la partie analogique	47
Figure II.44	Vue du module AI 4×RTD/TC 2-/3-/4-wire HF	47
Figure II.45	ET200SP pour la partie digitale	48
Figure II.46	Interface Homme Machine	49
Figure II.47	IHM TP 900 confort	50
Figure II.48	Vue du portail	52
Figure II.49	Vue du projet	52
Figure II.50	Création du projet	53
Figure II.51	Choix d'un automate S7-300	54
Figure II.52	Configuration matériel	54
Figure II.53	Chargement et compilation	55
Figure II.54	Blocs de programme	56
Figure II.55	Win CC Professional Runtime	57
Figure II.56	Vue de logiciel PLCSIM S7 300/400	57
Figure II.57	Vue de logiciel PLCSIM V15	58
Figure II.58	Vue de logiciel AUTOMATION STUDIO	59
Figure II.59	Fenêtre de logiciel AUTOMATION STUDIO	59
Figure II.60	Exemple de réalisation d'un schéma	60

Chapitre III

Figure III.1	TIA portal, avis général	62
---------------------	--------------------------	----

FigureIII.2	La mise en réseaux	63
Figure III.3	Câble RJ-45	63
Figure III.4	Les OB, FC, FB et DB utilisés en programmation	65
Figure III.5	Bloc d'organisation (OB1)	66
Figure III.6	OB30 et OB31 utilisés	66
Figure III.7	OB100 utilisé	67
Figure III.8	OB10 utilisé	68
Figure III.9	Fonction (FC)	69
FigureIII.10	Fonction bloc (FB)	70
FigureIII.11	Les blocs de données (DB)	71
FigureIII.12	Table des mnémoniques	72
FigureIII.13	Vue IHM	73
FigureIII.14	Schéma pneumatique de chargeur	74
FigureIII.15	Main (OB1) chargeur mode automatique	75
FigureIII.16	Main (OB1) chargeur mode manuel	76
FigureIII.17	Schéma de déchargeur	76
FigureIII.18	Main (OB1) déchargeur mode automatique	77
FigureIII.19	Main (OB1) déchargeur mode manuel	78
FigureIII.20	Schéma hydraulique de la presse	79
FigureIII.21	Main (OB1) presse mode automatique 'fermeture'	80
FigureIII.22	Main (OB1) presse mode automatique 'ouverture'	80
FigureIII.23	Main (OB1) presse mode manuel	81
FigureIII.24	Main (OB1) FB7 convoyeur	82
FigureIII.25	Main (OB1) FB3 mesure de la température de chauffage	82
FigureIII.26	Main (OB1) FB9 mesure de la température interne	83
FigureIII.27	Main (OB1) FB6 mesure de la température du plat	84
FigureIII.28	Main (OB1) FB8 mesure de la température de segment	84
FigureIII.29	Main (OB1) FB6 mesure de la température dans la station hydraulique	85

FigureIII.30	Main (OB1) FB1 mesure de la pression de shaping	86
FigureIII.31	Main (OB1) FB10 mesure de la pression interne	86
FigureIII.32	: Main (OB1) FB11 mesure de la pression de fermeture	87
FigureIII.33	Main (OB1) FC5 voyant	88
FigureIII.34	Schéma bloc en boucle ouverte	89
FigureIII.35	Schéma bloc en boucle fermée	89
FigureIII.36	OB30 le bloc de régulation PID pression shaping	90
FigureIII.37	Type de régulation	91
FigureIII.38	Choix de régulateur	91
FigureIII.39	OB31 bloc de régulation PID heating	92
FigureIII.40	Type de régulation	93
FigureIII.41	Choix de régulateur	93
FigureIII.42	Main (OB1) FB4 Compteur	94
FigureIII.43	Vue de menu principale	95
FigureIII.44	Vue de contrôle	96
FigureIII.45	Vue de production	97
FigureIII.46	Vue PID	98
FigureIII.41	Choix de régulateur	93
FigureIII.42	Main (OB1) FB4 Compteur	94
FigureIII.43	Vue de menu principale	95
FigureIII.44	Vue de contrôle	96
FigureIII.45	Vue de production	97
FigureIII.46	Vue PID	98
FigureIII.47	Vue safety	99

Introduction générale

L'évolution rapide des techniques d'automatisation et de supervision a permis de contourner la plupart des problèmes rencontrés dans le monde industriel ; et de fournir plusieurs solutions pour améliorer la productivité et la maintenance ainsi que la sécurité des systèmes industriels afin de minimiser les coûts et de maximiser les profits.

Dans l'entreprise **IRIS TYRES** toutes les tâches sont automatisées. Cette usine est basée sur la technologie industrielle INDUSTRY4.0.

Les presses à vulcaniser les pneumatiques sont des machines conçues pour vulcaniser et durcir les pneus. C'est ce qui permet au pneu de prendre sa forme finale. Les presses de vulcanisation sont le seul processus dans lequel de nombreux problèmes affectent la qualité et la réputation des pneus de ce fabricant. Celles-ci souffrent de chutes de pression, sachant que la pression est le principal facteur de vulcanisation. C'est pour cette raison on a proposé de faire une régulation de pression ; pour les avantages qu'elles apportent à l'entreprise.

L'utilisation de le logiciel AUTOMATION STUDIO (un logiciel de simulation) permet de simuler le fonctionnement des circuits hydraulique et pneumatiques, formant une combinaison idéale entre l'efficacité des presses et les processus de chargement et déchargement.

La programmation de l'ensemble des équipements de la partie opérative a été faite sous le logiciel TIA Portal (un pack de logiciels de SIEMENS), qui permet de simuler le fonctionnement des automates programmables sous PLCSIM. En plus de ça un système de supervision IHM de SIEMENS a été conçu sous le logiciel WinCC Professionnel pour visualiser et commander la partie opérative.

Dans ce cadre, on a organisé notre plan de travail en trois chapitres qui peuvent être résumés comme suit :

- Le chapitre 1 traite d'une manière générale l'entreprise et le processus de fabrication. Et on s'est axé un peu plus sur la machine où on a développé notre travail.
- Dans le chapitre 2 nous avons énuméré tous ce qui est nécessaire, sur le plan matériels, logiciels au bon développement de notre projet. Chaque élément (capteur, pré actionneur et actionneur) est décrit selon sa position et son fonctionnement dans la presse.
- Dans le chapitre 3 nous avons développé le programme et sa simulation, en utilisant comme interface de supervision IHM de siemens sous le WinCC Professionnel. La partie opérative a été simulé par AUTOMATION STUDIO. Et enfin nous avons clôturé ce chapitre par les résultats obtenus lors de la simulation et qui reflète avec exactitude le cas réel.

Chapitre I :
Généralités sur
l'entreprise et processus
de fabrication.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

I. Introduction :

L'activité principale de la société IRIS TYRES est basée sur la production de pneumatiques. Sa mission principale est de satisfaire les besoins et la fidélité des clients en répondant à leurs exigences uniques. IRIS TYRES est devenue l'une des premières entreprises dans le domaine ; grâce à l'innovation et à l'automatisation réalisées en 2017, elle est connue pour son excellente qualité et la qualité de ses produits.

II. Présentation de l'entreprise [1] :

SARL IRIS TYRES (Figure I.1) est une société spécialisée dans la production de pneumatiques, assurant la recherche continue de nouveaux matériaux et produits et la création de différents types de pneus.



Figure I.1 : Vue sur l'entreprise.

Sa tâche principale est de fournir aux clients un produit fini capable de résister à toutes les contraintes, par un personnel hautement qualifié ayant une longue expérience et sachant manier des équipements et des matériaux modernes répondant à toutes les exigences.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

II.1. Historique [1] :

Tout a commencé en 2004, lors de la création de la société algérienne **EURL SATEREX**, spécialisée dans l'électronique, l'électroménager et la téléphonie. Depuis plus de quinze ans, IRIS est devenu un pionnier dans les industries de l'électronique grand public et de l'électroménager, ainsi que le n°1 incontesté dans le domaine de la télévision.

Ce pôle industriel, que **IRIS** a bâti a diversifié ses activités et élargi son portefeuille, en passant par l'électro-domestique au complexe électronique, arrivant jusqu'au complexe pneumatique en 2017, un projet géant mûrement réfléchi, se classant le premier en Algérie et le troisième en Afrique.

II.2. Localisation de l'entreprise [1] :

IRIS TYRES est un grand complexe industriel bâti sur une superficie de 5,5 Hectares situé à la zone industrielle de Sétif. (Figure I.2).

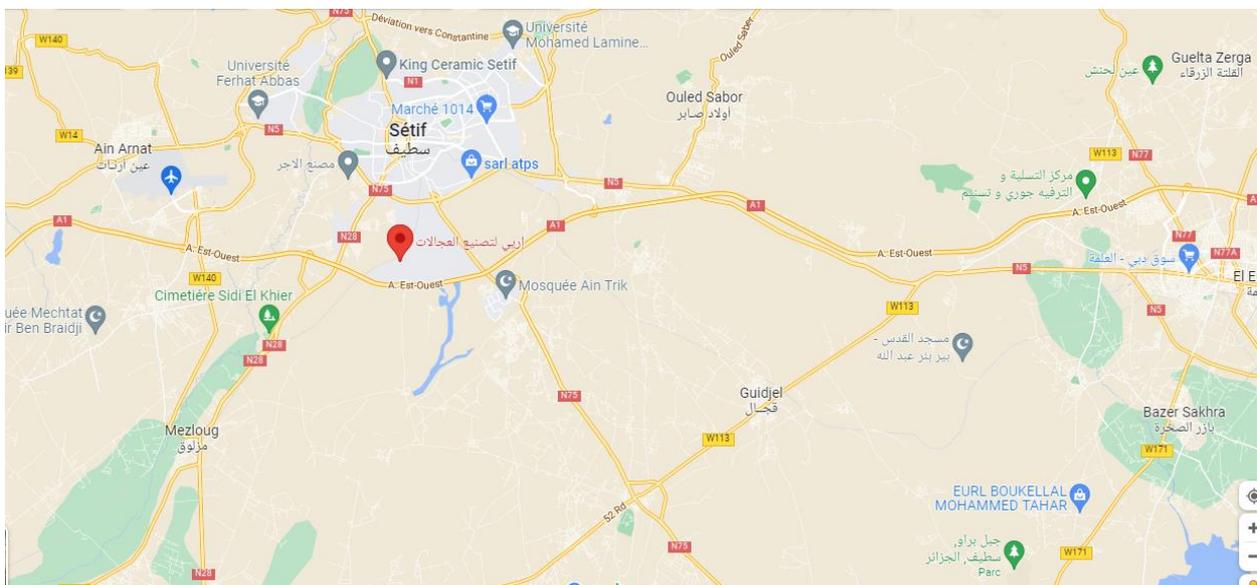


Figure I.2 : Localisation de l'entreprise.

II.3. Productivité de l'entreprise [2] :

IRIS TYRES est un développement 100 % local a été mis en place dont la capacité estimée est de 2 Millions de pneus légers, utilitaires et se mi-lourds par an dans la première phase et qui connaîtra une inflation immense de la cadence de production atteignant les 4,5 Millions de pneus par an pour la deuxième phase.

IRIS TYRES est en rail de majorer sur la base d'un système de management de la qualité et de l'environnement selon l'ISO 9001 :2015, ISO 14001 : 2015 et IATF 16949 : 2016, cette dernière est dédiée à l'industrie automobile. En termes de positionnement, le pneu **IRIS** est un pneu « Premium » qui allie éminemment le meilleur rapport Qualité/Prix du marché. Il est actuellement disponible et commercialisé sur de nombreuses régions d'Algérie et même à l'étranger. Le pneu **IRIS** a traversé la méditerranée et se retrouve actuellement disponible dans différents pays du Maghreb et du bassin méditerranéen.

II.4. Les produits fabriqués par IRIS TYRES [2] :(Figure I.3) :

- **SEFAR** : de la catégorie pneu pour berlines, SEFAR offre un équilibre maximal pour les voitures de taille moyenne. Il répond en douceur aux nombreuses exigences du conducteur et ne laisse aucune place aux mauvaises surprises. En plus d'une haute résistance à l'usure, ce pneu procure un roulement silencieux et confortable.
- **STORMY** : de la catégorie pneu pour utilitaire « C », STORMY offre une tenue de route exceptionnelle et une maîtrise aussi fiable sous la pluie que sur chaussée sèche. Grâce à ses contours optimisés ce pneu possède une durée de vie plus longue. Une conduite donc plus économique sans pour autant compromettre votre sécurité.
- **AURES** : de la catégorie SUV et 4x4, AURES est conçu pour améliorer les performances, veiller à votre sécurité et vous emmener loin, sa sculpture moderne a été conçue pour allier confort et sécurité sur tous types de routes et pour toutes les saisons. La conception de pneu AURES est optimisée pour rendre la conduite constante et confortable quel que soit les conditions de conduite.
- **ECORIS** : de la catégorie citadine/ berlines, ECORIS est un pneu haut de gamme moderne pour les véhicules à taille petite et moyenne. Il est spécialement conçu pour les conducteurs qui souhaitent un confort de conduite sans compromis sur la sécurité. La faible résistance au roulement permet de réduire la consommation du carburant et donc une conduite économique.
- **LANE** : de la catégorie Light trucks, c'est un pneu qui travaille d'une manière forte, livrant une performance toutes saisons à un prix défiant toute concurrence. Ce pneu vous offre une solution optimale et économique pour relever tous les défis au quotidien et ceci grâce à sa bande de roulement durable. Robuste et économique, il offre la performance dont vous avez besoin pour votre camionnette en alliant aussi confort et sécurité.



Figure I.3 : Produits fabriqués par l'entreprise.

III. Définition du pneu [3] :

Un pneu, abrégé de bandage pneumatique, par renvoi au bandage plein, est un objet à l'état solide, souple, de grandeur torique familiarisé de gomme et différentes matériaux textiles et / ou métalliques. Il est conçu pour être monté sur la jante d'une roue et gonflé avec un gaz sous pression, souvent de l'air ou de l'azote. Il assure le contact de la roue avec le sol, procurant une certaine adhérence, un amortissement des chocs et des vibrations facilitant ainsi le déplacement des véhicules terrestres.

III.1. Composants du pneu [3] :

Le pneu est composé de plusieurs couches avec différents matériaux (Figure I.4).

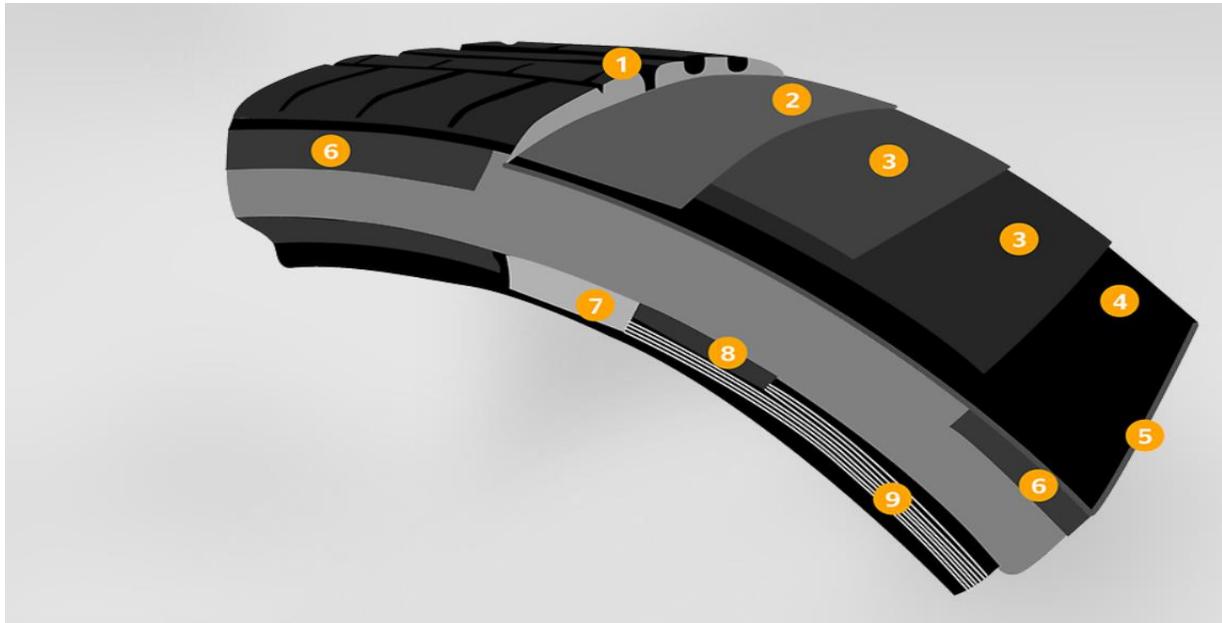


Figure I.4 : Composants du pneu.

A. Les couches externes :

Les couches externes qui composent la bande de roulement et la ceinture du pneu. Ce composant, fait principalement de caoutchouc :

- **La bande de roulement (Figure I.4. '1') :** Constituée de caoutchouc synthétique et naturel. Sur un pneu neuf, cette surface sculptée garantit un kilométrage important, une bonne adhérence sur la route ainsi qu'une bonne évacuation de l'eau.
- **Les nappes ceintures (Figure I.4. '2') :** Cette couche, située juste sous la bande de roulement, permet de rouler à vitesse élevée. Elles sont faites d'une corde solide de nylon incrustée dans du caoutchouc. Cette corde s'enroule sur la circonférence du pneu, d'un côté à l'autre, sans se chevaucher.
- **Les bandages d'acier (Figure I.4. '3') :** Les bandages d'acier confèrent au pneu sa rigidité.

B. La carcasse :

Découvrons à quoi ressemble l'intérieur du pneu, appelé plus communément la carcasse :

- **La nappe textile (Figure I.4. '4') :** Cette couche de textile est composée de rayonne caoutchoutée ou de polyester. Contrôle la pression interne du pneu et permet de maintenir sa forme.
- **Le calandrage (Figure I.4. '5') :** Une couche étanche faite de caoutchouc butyle. Le calandrage. Une couche étanche faite de caoutchouc butyle.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

- **Le flanc (Figure I.4. '6') :** La partie latérale de votre pneu. Reliée à la bande de roulement par l'épaule. Constitué de caoutchouc naturel.

C. Le Talon :

Le talon constitue la partie du pneu qui s'accroche sur la jante :

- **La bandelette (Figure I.4. '7') :** Constituée de nylon ou d'aramide. Une fibre synthétique solide et résistante à la chaleur.
- **L'apex (Figure I.4. '8') :** Une partie stabilisatrice faite de caoutchouc synthétique.
- **La tringle (Figure I.4. '9') :** Au cœur du talon, la tringle est constituée de fils d'acier incrustés dans du caoutchouc.

III.2. Processus de fabrication des pneus :

IRIS TYRES est constitué de trois départements A, B, C dédiés à la fabrication des pneus :

III.2.1. Bloc C : département des mélanges :

Appelé « **mixing department** », ce bloc est divisé en 3 zones et un laboratoire de recherche et de développement :

- **Zone de préparation des ingrédients :** Celle-ci est préparée à l'aide d'une machine appelée « color-system » (Figure I.5), c'est un Système de dosage automatique pour le pesage de petits produits chimiques pour la production de caoutchouc technique. Les recettes sont automatiquement ensachées, désensachées et livrées au mélangeur du client sans intervention humaine.



Figure I.5: Color-system machine.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

- **Zone de mélange** : aussi nous avons deux mélangeurs maître et final chaque mélangeur a deux moteurs travaillant en maître esclave contrôlé par une station pc de siemens pour mélanger le caoutchouc et le noir de carbone et de silice arrivant des silos avec l'aide d'une pression d'air comprimé en ajoutant des petits produits chimiques selon les recettes de chaque composant cité si dessus, Après le mélange la matière passe sur des calandres qui vont la mouler sous forme de feuille et ensuite entre dans un tunnel de refroidissement où il y a un bassin qui contient une matière appelée anti-tags pour éviter le collage car cet feuille va se plier dans une plieuse, à la sortie de cette ligne nous avons le stockage.
- **Zone de stockage** : le stockage de la matière produite dans la zone de mixage est géré par un robot mobile SWISSLOG contrôlé par un automate ALLEN BRADLEY, l'intégration de ce robot mobile s'effectue avec le logiciel de contrôle WCS (Warehouse Control System). Ce stockage est effectué dans un emplacement dans les conditions ambiantes.
- **Laboratoire de recherche et de développement** : il permet d'effectuer les tests sur la qualité et la normalisation exigée des composants usinés.

III.2.2. Bloc B : département des composants :

Appelé « **composant department** », ce bloc s'étale sur 2 étages :

- **1^{er} étage** : Il contient plusieurs machines chargées de traiter les matériaux qui composent les pneus. Ces machines sont :
 - Les presses de vulcanisation pour la cuisson.
 - Qwinto-plex pour la préparation du flanc et la bande de roulement (sidewall and tread).
 - Innerliner pour la préparation des bandelettes (Inner liner).
 - Stelastic pour la préparation du triangle.
 - Tpcs pour la préparation des nappes ceintures et le calandrage (belt01 and belt02).
 - Spoulex pour la préparation des nappes textiles (body-Play).
 - Comerio pour la préparation des bandages d'acier et l'apex (caps-trip).
- **2^{ème} étage** : ce dernier contient :
 - 6 machines d'assemblages des pneus verts (non cuit) appelées les TBM (Tire Building Machines) d'après le constructeur VMI (Figure I.6).



Figure I.6: Machines d'assemblages des pneus.

- Pulvérisateur de peinture (spray machine) : Chaque pneu vert provenant du tunnelier passe par la machine de pulvérisation située entre les machines de fabrication de pneus. Un convoyeur amène le pneu du tunnelier à la machine de pulvérisation (Figure I.7), où il est d'abord identifié, puis pulvérisé de la quantité requise et transféré vers le tampon pneu vert. La quantité de peinture pulvérisée est de 15 à 20 grammes, la quantité réelle dépendant de la taille du pneu.



Figure I.7: Machine Pulvérisateur de peinture.

- Pneu vert buffer & EMS (CIMCORP) : Les pneus verts sont collectés dans le tampon pneu vert après la pulvérisation. Le système est automatisé et fonctionne selon le principe FIFO. Lorsque la presse a besoin ("commande") d'un certain type de pneu vert, la grue tampon le livre au point de ramassage. Le pneu est collecté à cet endroit par le système EMS et transféré vers la presse

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

de vulcanisation appropriée en attendant d'être chargé pour la vulcanisation. Ce système est commandé par un automate ALLEN-BRADLEY.



Figure I.8: Pneu vert BUFFER.



Figure I.9: SHUTTLE.



Figure I.10: EMS machine.

III.2.3. Bloc A : Control qualité :

Appelé « **Testing departement** », ce bloc est également étalé sur 2 étages :

- **Au 1^{er} étage :** après la cuisson des pneus, ils passent par l'inspection visuelle, une visualisation humaine peut distinguer un défaut, Aussi se trouvent les machines ZF, un rôle important dans la production de pneus et de roues est attaché à la sécurité et la qualité, qui sont garanties par les systèmes de test ZF. Ceux-ci sont utilisés tant dans le domaine de la finition finale que dans le cadre de la recherche et du développement. Les bancs d'essai ZF offrent toutes sortes de méthodes d'essai requises par les fabricants de pneus pour assurer un développement rapide et une assurance qualité.
- **Le 2^{ème} étage :** est un lieu de stockage du produit fini un pneu en cours de vente, un robot KUKA est chargé pour mettre les pneus en Rick Rack en palettes, ce robot reçoit les informations (dimension, catégorie) du pneu par un PLC siemens s7-1500 ensuite avec l'aide d'un chariot élévateur chaque palette est stockée dans son emplacement selon la nature du pneu.

IV. les étapes de vulcanisation des pneus :

1. PNEU VERT BUFFER (Figure I.11. '1'), point de stockage des pneus verts pulvérisés en voie de cuisson.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

2. Point de ramassage EMS (Figure I.11. '2') pour les pneus verts, le système commande les pneus verts selon le principe FIFO.
3. EMS se déplace sur le rail pour ramasser les pneus verts et les livrer aux presses appropriées (Figure I.11. '3').
4. Position d'attente de la presse (Figure I.11. '4') pour le prochain pneu vert à polymériser.
5. Presse de vulcanisation (cuisson) (Figure I.11. '5').
6. Position de déchargement (Figure I.11. '6') derrière la presse.
7. Le convoyeur de refroidissement (Figure I.11. '7') transport amène les pneus à l'inspection visuelle.

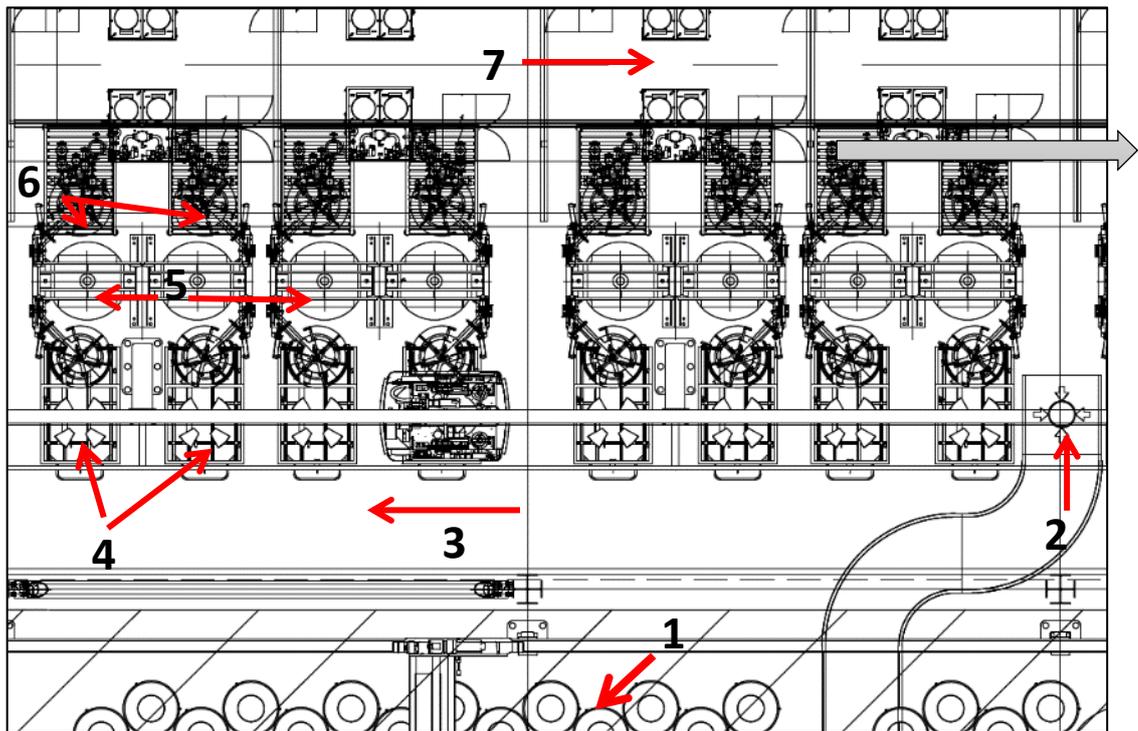


Figure I.11: Les étapes de la partie cuisson.

V. Les presses de vulcanisation des pneumatiques [4] :

La vulcanisation consiste à appliquer de l'énergie thermique et de la pression au pneu vert dans un moule afin de lui donner sa forme finale et de stimuler la réaction chimique entre le caoutchouc et les autres matériaux.

V.1. Les types des presses [4] :

Il existe deux types de presses de vulcanisation généralement utilisées dans la fabrication de pneus, à savoir les presses mécaniques (Figure I.12) et les presses hydrauliques (Figure I.13). Les presses mécaniques maintiennent le moule fermé grâce à des articulations à genouillère, tandis que les presses hydrauliques utilisent l'huile hydraulique comme moteur principal pour

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

le mouvement de la machine et verrouillent le moule à l'aide d'un mécanisme de verrouillage par culasse. Les presses hydrauliques sont apparues comme les plus rentables, car la structure de la presse n'a pas à supporter la pression d'ouverture du moule et peut donc être relativement légère.



Figure I.12: Presse mécanique.

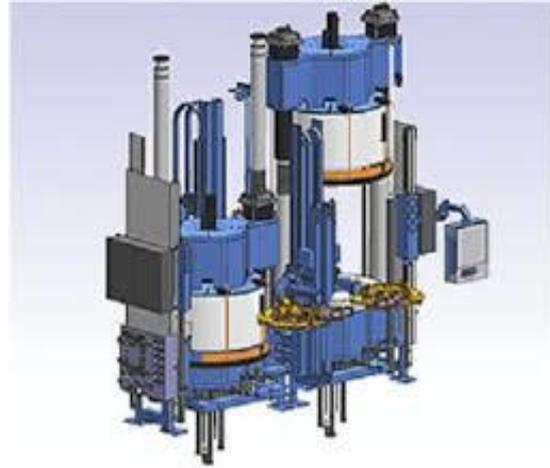


Figure I.13: Presse hydraulique.

V.2. Les équipements de la presse [4] :

La presse de vulcanisation est une machine permettant de vulcaniser des pneus verts (pré-produit) pour en faire des pneus vulcanisés (produit final). Elle doit avoir un certain nombre de propriétés :

- Elle doit être à double cavité avec une distribution individuelle des forces pour chaque cavité.
- Elle doit être capable d'ouvrir et de fermer les moules par un déplacement vertical.
- Elle doit être capable de faire fonctionner des moules segmentés.
- Elle doit pouvoir fonctionner en deux pièces sur demande spécifique.
- Le fonctionnement de la presse doit être assuré par un système hydraulique à huile.
- Le chargement et le déchargement seront effectués par des systèmes de prise et de dépose.
- Le mécanisme central sera de type double bagwell.

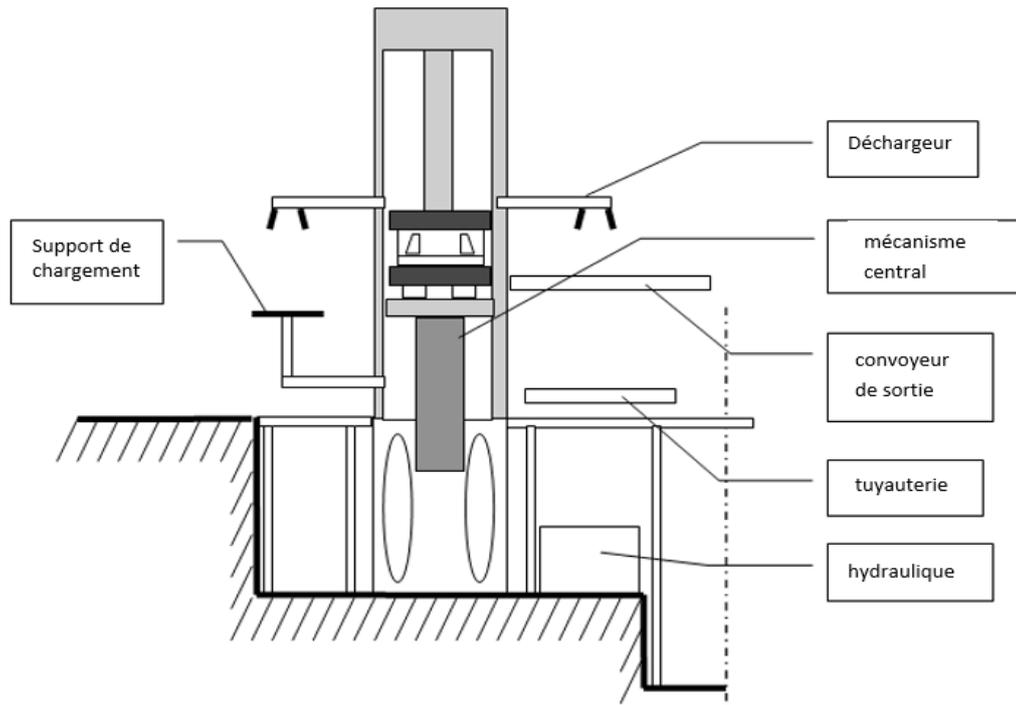
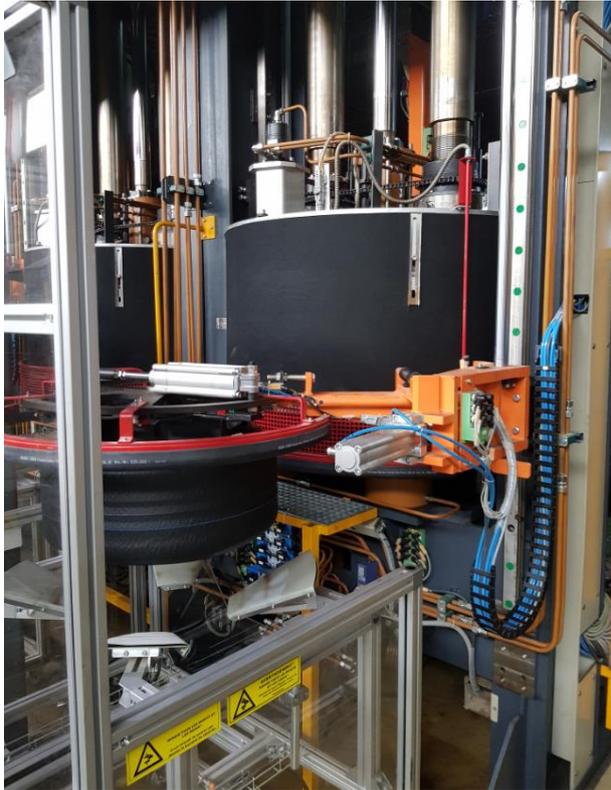


Figure I.14: Les équipements de la presse.

VI. Cahier de charge :

- Le chargeur (Figure I.15, (a)) prélève le pneu vert et l'insère dans la presse (Figure I.15, (b)).



(a)



(b)

Figure I.15: La partie chargeur(loader).

- La pression de mise en forme 1 (Hold) (Figure I.16) est activée lorsque le chargeur a atteint la position intérieure basse et que le mécanisme de vessie (Figure I.17) est dans sa position (0.25bar,0.6bar,3bar).



Figure I.16: La 1^{ère} position de PNEU VERT.



Figure I.17 : La position finale.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

- La presse commence à se fermer (Figure I.18).



Figure I.18 : La presse commence à se fermer.

- La position de la forme 1 de la presse doit être ajustée de manière à ce que le segment supérieur touche à peine l'anneau supérieur. Le mise en forme 2 s'active.
- La position de la table est la position où les segments sont autorisés à se fermer (se déplacer vers l'intérieur).
- Le chef d'atelier de moule doit vérifier la position de la table.
- Lorsque le moule se ferme et est verrouillé (Figure I.19), la pression de la vessie augmente de manière à faire "couler" le pneu vert dans le moule, en prenant le dessin de la bande de roulement et les lettres du flanc gravés dans le moule. La vessie est remplie d'une vapeur en recirculation.



Figure I.19 : La presse fermée.

- Une fois le temps de durcissement terminé, la pression interne est relâchée. C'est la deuxième étape du processus de durcissement. La valve de libération s'ouvre et la pression interne est guidée vers le drain principal vers un réservoir de collecte. Dans la troisième étape, la vanne à trois voies change de position de sorte que le reste de la pression est guidé vers le tuyau de "ventilation" qui est à la pression atmosphérique.
- Les opérateurs doivent suivre les séquences de libération. Si l'IHM indique qu'il y a de la pression après la troisième étape, c'est un indicateur que le tuyau d'évacuation ou les vannes de libération sont bloqués. L'équipe de maintenance doit être appelée pour enquêter.
- Lorsque toute la pression est relâchée, la presse s'ouvre et le déchargeur (Figure I.20) sort le dernier pneu (FT) de la presse.

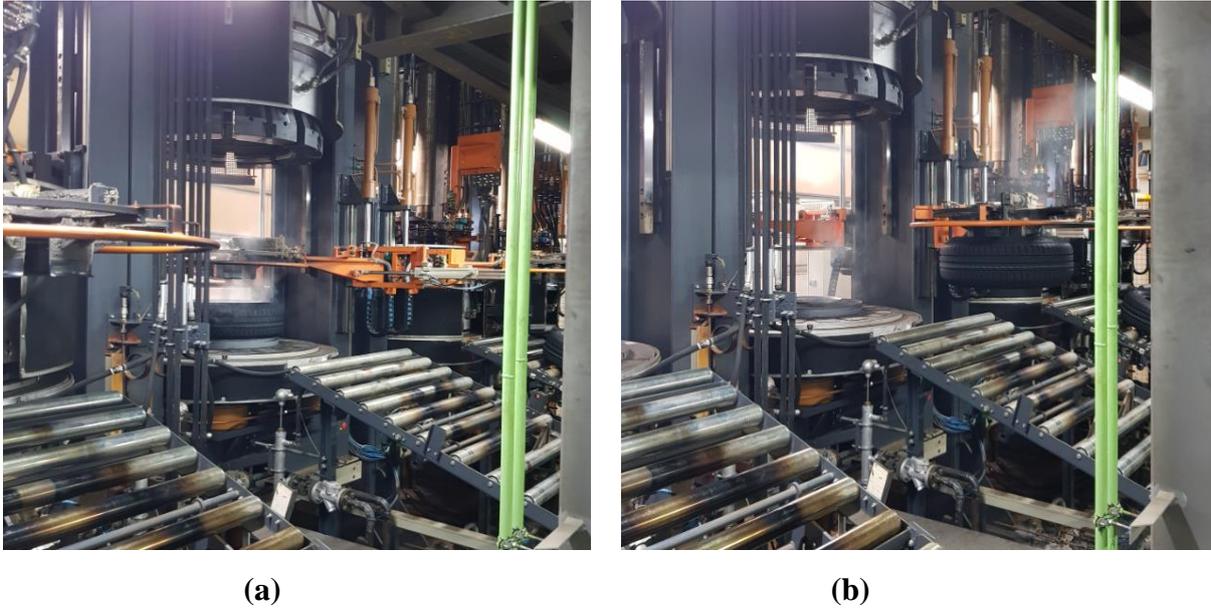


Figure I.20: La partie déchargeur (un loader).

- Les températures sont de l'ordre de 350 degrés Fahrenheit (~175°C) avec des pressions d'environ 16,5 bars.
- Les pneus durcissent en 8 à 16 minutes environ, selon la méthode de durcissement et la taille du pneu.

VII. problématique :

L'usine possède 3 départements, et parmi ces départements le département B où notre travail sera effectué, et plus précisément au 1er étage. Cet étage dispose de plusieurs machines, dont des presses pour vulcaniser les pneus.

Chaque station contient 2 presses (droite et gauche) contrôlées par deux armoires électriques et une station hydraulique. La première armoire est la principale gérée par un automate Siemens S7-1500 (master) qui fait le traitement des informations, et 2 ET200SP (slave) pour chaque partie de la presse (analogique, hydraulique, digitales) et la seconde armoire pour le système de contrôle-commande contenant un ET200SP, une IHM, boutons et des sélecteurs en cas de mode manuel. Et la communication faite par le protocole PROFINET.

Le problème qui se pose est qu'il y a une baisse de pression au niveau des presses et la pression est le facteur essentiel pour la cuisson des pneus, ce qui entraîne des pneus de mauvaise qualité.

VIII. solution proposée :

L'objectif de ce projet est d'étudier les presses de vulcanisation des pneumatiques, en essayant de proposer une nouvelle solution au problème rencontré qui sera de passer à la régulation PID suivant l'automate S7-1500, plus précisément paramétrer correctement les coefficients P et I pour cette presse, tout en programmant le reste à l'aide de logiciel TIA PORTAL V15.0.

Chapitre I : Généralités sur l'entreprise et processus de fabrication.

IX. Conclusion :

On a abordé dans ce chapitre les étapes de processus de fabrication du pneu qui sont : le mixage de caoutchouc avec des petits produits chimiques, la préparation des composants de pneu, l'assemblage, la cuisson, l'inspection visuel, les tests Et on a expliqué en détails le système de cuisson.

Dans le chapitre suivant, nous présenterons les éléments nécessaires à la réalisation de notre objectif, les éléments de la partie opérative, de la partie contrôle (commande) et le logiciel de programmation TIA Portal V15.0.

Chapitre II :
Etude de
l'instrumentations et
logiciels utilisés.

I. Introduction :

L'automatisation des systèmes industriels est développée afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie.

En général, un système automatisé est composé de deux parties qui peuvent être décomposées en :

- **Partie opérative (PO) :** est le sous-ensemble qui effectue des actions physiques, mesure des quantités physiques et rend compte à la partie commande. Il est généralement composé d'actionneurs, de capteurs, d'effecteurs et d'un châssis.
- **Partie commande (PC) :** est le sous-ensemble qui effectue les opérations de calcul et transmet les ordres à la partie opérative. Il est généralement composé de microcontrôleurs et de microprocesseurs(API).

Dans ce chapitre nous détaillerons les éléments utilisés dans notre travail à savoir la partie commande qui s'articulera sur l'automate utilisé et le logiciel nécessaire à sa programmation (TIA PORTAL V15.0) ainsi que les éléments constituant la partie opérative.

II. Eléments de la partie opérative :

Dans la partie opérative on trouve les capteurs, les pré-actionneur, les actionneurs, les appareils de sécurité et une station hydraulique.

II.1. Les capteurs [9] :

Les capteurs (Figure II.1) sont les éléments essentiels pour mesurer les grandeurs physiques dont les dispositifs de contrôle des systèmes techniques ont besoin pour prendre des décisions.

Un capteur est un dispositif de prise d'information qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique).

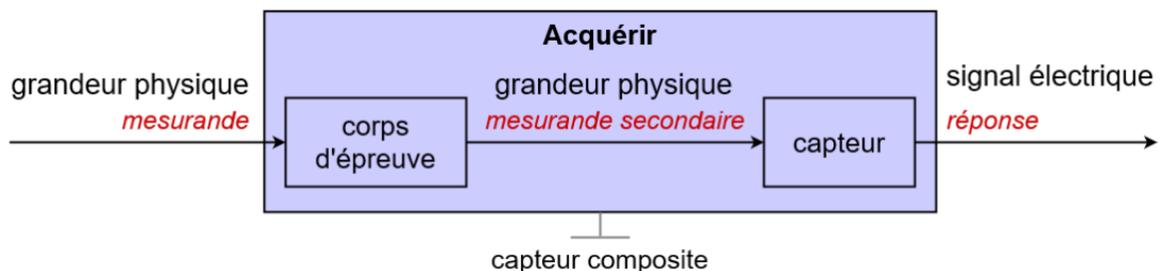


Figure II.1 : Principe des Capteurs.

Cette grandeur, représentative de la grandeur prélevée, peut être utilisée à des fins de mesure ou de contrôle. Il y a plusieurs types de capteur dont [5] :

II.1.1. Capteur de pression [5]:

Un capteur de pression (Figure II.2) convertit la pression en un signal électrique analogique (courant ou tension). Bien qu'il existe plusieurs types de transducteurs de pression, les plus courants sont les capteurs à jauges de contrainte. La conversion de la pression en un signal électrique est accomplie par la déformation physique des jauges de contrainte qui sont liées aux membranes du transducteur de pression. Il y a quatre capteurs dans la presse sont utilisés pour mesurer le SHAPING, la pression interne, la pression de fermeture et la pression externe de chauffage.



Figure II.2 : Capteur de pression.

II.1.2. Pressostat [5] :

Un pressostat (Figure II.3) parfois appelé manocontact ou manostat agit comme un interrupteur en permettant l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique en changeant son état en fonction d'un seuil de pression prédéfini. Il peut être mécanique ou électronique et se retrouve dans presque toutes les applications de fluides liquides ou gazeux, notamment en hydraulique et en pneumatique, et plus généralement dans presque tous les équipements sous pression.



Figure II.3 : Pressostat.

II.1.3. Capteur de température pt100 [6] :

Un capteur Pt100 (Figure II.4) est un type de capteur de température également appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément Pt100 a une résistance de 100 ohms à 0 °C, et est de loin le capteur Pt100 le plus utilisé. La sonde Pt500 a une résistance de 500 ohms à 0 °C, et la sonde Pt1000 a une résistance de 1000 ohms à 0 °C. Normalement, ces capteurs sont équipés d'une gaine de protection ou d'un support pour former une sonde de température, et ils sont communément appelés PRT (Platinum, résistance, thermomètres) ou sondes Pt100, la presse contient quatre capteurs de température pt100, qui sont utilisés pour mesurer la température du plateau, température du segment, température de l'huile, température interne.



Figure II.4 : Capteur de température PT100.

II.1.4. Thermostat :

Les thermostats (Figure II.5) sont des dispositifs de contrôle conçus pour ouvrir et fermer un contact électrique sous l'action d'une variation de température.

Chaque thermostat possède un réglage de température avec un différentiel de commutation pour cette vidange variable.

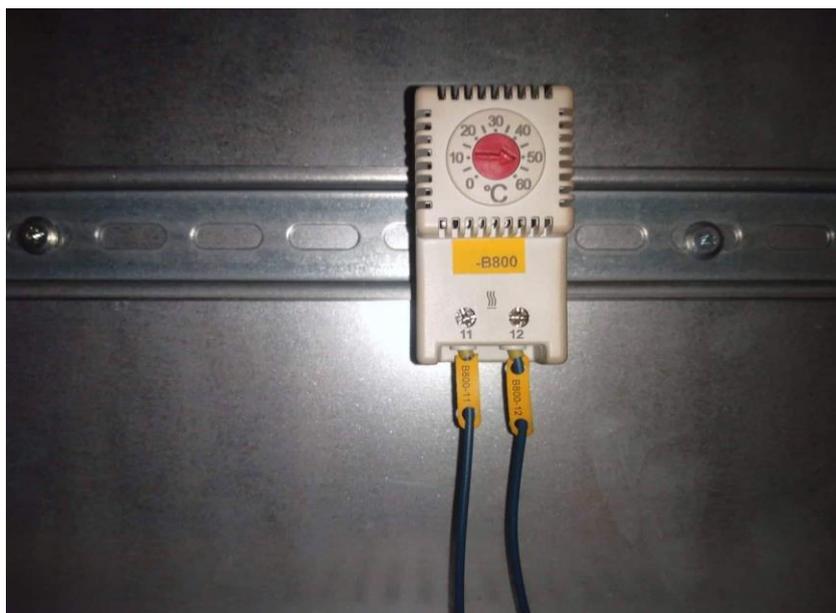


Figure II.5 : Thermostat.

II.1.5. Encodeur linéaire (à effet de hall) :

Un codeur linéaire (Figure II.6) est un capteur, système de mesure incrémental sans contact, un transducteur ou une tête de lecture associé à une échelle qui code la position. Le capteur lit l'échelle pour convertir la position codée en un signal analogique ou numérique, qui peut ensuite être décodé en position par un lecteur numérique (DRO) ou un contrôleur de mouvement.

Les codeurs linéaires magnétiques utilisent des règles actives (magnétisées) ou passives (réductance variable) et la position peut être détectée au moyen de bobines de détection, de effet de Hall ou de têtes de lecture magnéto résistives.



Figure II.6 : Codeur linéaire .

II.1.6. Capteur à proximité inductif [7] :

Un détecteur inductif détecte uniquement les objets métalliques. Il est essentiellement composé d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. A l'avant de la face sensible est créé un champ magnétique alternatif.(FigureII.7).



Figure II.7: Capteur à proximité inductif.

II.1.7. Capteur pneumatique safety :

Capteur a détection pneumatique (FigureII.8) émettent un signal de sortie électrique dès que la chute de pression dans la chambre descend en-dessous de leur seuil.



Figure II.8 : Capteur a détection pneumatique.

II.1.8. Boutons et voyants : (Figure II.9) :

L'interrupteur à poussoir est également appelé "bouton-poussoir" ou "interrupteur à poussoir". D'apparence similaire aux interrupteurs simples et à va-et-vient, il se distingue par le fait que le bouton revient à sa position initiale après avoir été activé.

Un bouton d'arrêt d'urgence est une commande de commutation, ou interrupteur, qui assure un arrêt complet sécurisé des machines et la sécurité des personnes qui les utilisent.

Les voyants sont primordiaux pour tenir informé l'utilisateur de l'état de la machine.



Figure II.9 : Boutons et voyants.

II.1.9. capteur photo cellule [8] :

Le capteur photoélectrique (Figure II.10) est composé d'un émetteur de lumière en liaison avec un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure / variation d'un faisceau de lumière.(système a reflèx).



Figure II.10: Capteur photo cellule.

II.2. Les pré-actionneurs [9] :

L'énergie provenant de la chaîne d'information est faible, insuffisante pour être utilisée directement par les actionneurs.

Le rôle du pré-actionneur (Figure II.11) est de distribuer, en la modulant si nécessaire, et sur ordre de la partie commande, l'énergie utile et importante aux actionneurs.

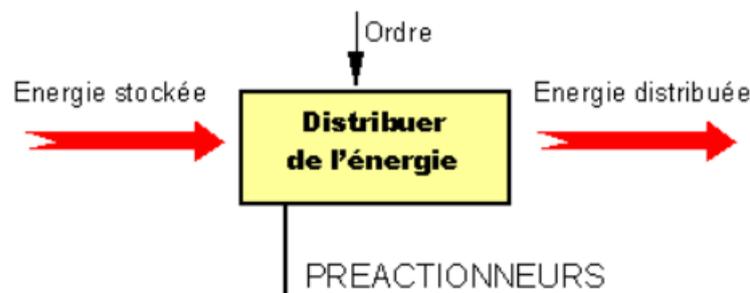


Figure II.11 : Pré-actionneur.

II.2.1. Distributeur pneumatique [10] :

Le distributeur pneumatique (Figure II.12) est un élément de la chaîne énergétique dont la fonction est de distribuer de l'air comprimé à des actionneurs pneumatiques tels que des moteurs ou des chambres de vérins, à l'aide d'un signal de commande. Elle est disponible en différents types et tailles, en fonction du vérin qu'elle alimente. Pour les vérins à simple effet, un simple distributeur avec un seul orifice est nécessaire, puisqu'il n'y a qu'un seul orifice à alimenter. Par contre, pour les vérins à double effet, il faut un distributeur 4/2 (simple échappement) ou 5/2 (avec deux échappements), car deux orifices différents doivent être alimentés en alternance. D'une manière générale, le distributeur pneumatique est caractérisé par le nombre de positions,

Chapitre II : Etude de l'instrumentations et logiciels utilisés.

le nombre d'orifices, la nature de commande, ainsi que la gestion de la puissance (commande TOR progressive ou "tout ou rien").

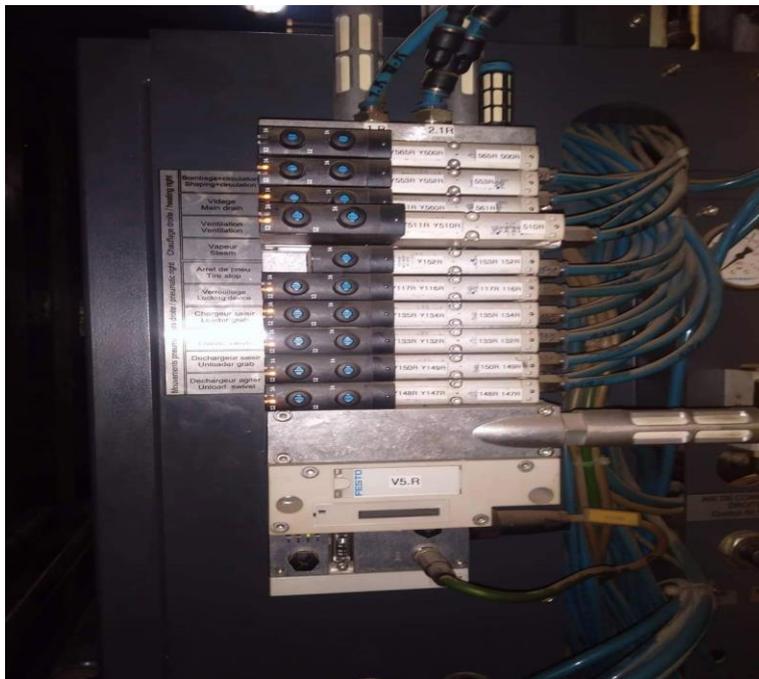


Figure II.12 : Distributeur pneumatique.

II.2.2. Distributeur hydraulique :

Le rôle des distributeurs (Figure II.13) est de diriger le flux d'huile dans le circuit hydraulique. En fonction de sa commande, il est capable de modifier complètement le fonctionnement du circuit en faisant sortir les vérins, tourner les moteurs, etc.



Figure II.13 : Distributeur hydraulique.

II.2.3. Contacteur :

Un contacteur (Figure II.14) est un relais électromagnétique. Il est indispensable lorsque la charge à contrôler est plus puissante que la puissance que peut contrôler l'élément qui la commande : une résistance, un moteur ou d'autres récepteurs de forte puissance. Les contacteurs fonctionnent comme des interrupteurs : ils permettent d'établir ou d'interrompre la réception d'un signal électrique.

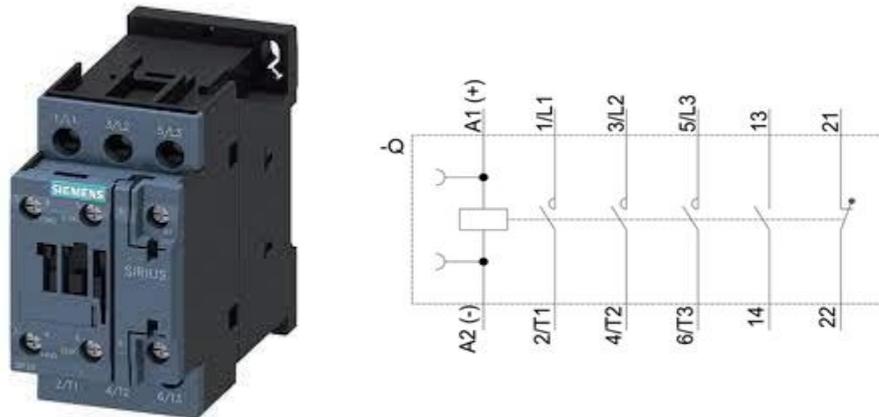


Figure II.14 : Contacteur et son symbole électrique .

✓ **Bloc de contacts auxiliaires:**

Selon les besoins decircuits de commande, le nombre de contacts auxiliaire nécessaire par contacteur peut varier.

On dispose pour cela de contacteurs auxiliaires (Figure II.15), comparables aux contacteur moteur mais ne peuvent pas être utilisé dans un circuit de puissance.



Figure II.15 : Contacteur auxiliaire.

On dispose également de blocs de contacts auxiliaires (instantanée ou temporisés) que l'on fixe sur le contacteur afin d'augmenter le nombre de ses contacts.(FigureII.16).



Figure II.16 :Blocs de contacts auxiliaires(additifs).

II.3. Les actionneurs [9] :

Un actionneur est une partie d'un dispositif ou d'une machine qui l'aide à réaliser des mouvements physiques en convertissant l'énergie, souvent électrique, pneumatique ou hydraulique, en force mécanique. En d'autres termes, il s'agit du composant de toute machine qui permet le mouvement.

II.3.1. Les vérins hydrauliques :

Les vérins hydrauliques (Figure II.17) sont des actionneurs linéaires. Leurs sorties sont en mouvement rectiligne ou en force. Deux des types les plus courants sont les vérins hydrauliques à simple effet et les vérins hydrauliques à double effet.



Figure II.17 : Vérins hydrauliques.

II.3.2. Les vérins pneumatiques [9] :

Un vérin pneumatique (Figure II.18) est un actionneur qui se présente sous la forme d'un tube cylindrique. Le but d'un vérin pneumatique est de créer un mouvement mécanique en convertissant l'énergie pneumatique créée par l'air comprimé (souvent exprimée en bar) en énergie mécanique. Cet air est comprimé pour créer un mouvement linéaire ou rotatif dans les deux sens.



Figure II.18 : Vérins pneumatique.

II.3.3. Vannes proportionnelles :

Une vanne proportionnelle (Figure II.19) fournit une variation de la pression ou du débit de sortie dans le même rapport que la variation de l'entrée, par exemple si l'entrée double, la sortie doublera également. Les vannes proportionnelles peuvent être interconnectées, la sortie d'une vanne pouvant servir d'entrée à une autre. Beaucoup sont programmables, avec des diagnostics embarqués.



Figure II.19 : Vanne proportionnelle .

II.3.4. Vannes TOR :

Une vanne à bille est une vanne tout ou rien (Figure II.20), ce qui signifie qu'elle ne peut être que complètement ouverte pour permettre un débit total ou complètement fermée pour stopper tout débit. Ces vannes sont dotées d'une bille interne avec un trou au milieu qui est fixé à une poignée extérieure de type levier. La vanne est ouverte lorsque la poignée est parallèle à la ligne d'alimentation, et fermée lorsqu'elle est perpendiculaire.



Figure II.20 : électrovanne.

II.4. Appareils de sécurité :

Ensemble des dispositions techniques, des mesures d'organisation internes aux installations et aux activités industrielles, destinés à prévenir les accidents ou à atténuer leurs conséquences.

II.4.1. Disjoncteurs moteur [11] :

Un disjoncteur moteur (Figure II.21) est un dispositif de protection dont la fonction est d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit. Il s'agit d'un dispositif magnétothermique.

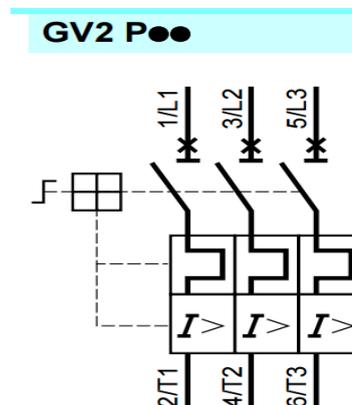


Figure II.21 : Disjoncteur moteur(SIEMENS) et symbole électrique.

II.4.2. Porte fusible [11] :

Un porte-fusible (Figure II.22) est un dispositif qui interrompt le courant en cas de surcharge électrique ou de court-circuit. Installé en amont d'un circuit électrique, le porte-fusible abrite un fusible, dont la valeur est exprimée en ampères (A).



Figure II.22 : Porte fusible.

II.4.3. Relais de sécurité [11] :

Un relais de sécurité (Figure II.23) est un dispositif de surveillance des erreurs ou défaillances potentielles dans les machines ou les usines. Ses fonctions de sécurité contrôlent les paramètres des appareils du circuit pour réduire significativement les risques encourus. Elles peuvent également être utilisées comme un mécanisme d'arrêt d'urgence, pour couper l'alimentation de machines ou d'installations spécifiques.



Figure II.23 : Relais de sécurité.

II.4.4. Bloc d'alimentation stabilisé SITOP de SIEMENS [12] :

Une alimentation constante et fiable est indispensable pour le fonctionnement efficace d'une machine ou d'une installation. La qualité et la fiabilité des alimentations stabilisées SITOP (Figure II.24) garantissent un niveau élevé de sécurité de l'alimentation en courant continu dans l'industrie et la gestion technique des bâtiments. Idéalement assortie, l'offre SITOP complète comprend non seulement des alimentations à découpage, mais aussi une gamme unique de modules assurant également la protection de l'alimentation 24 V contre les dérangements du côté primaire et secondaire ou en assurant la protection intégrale.

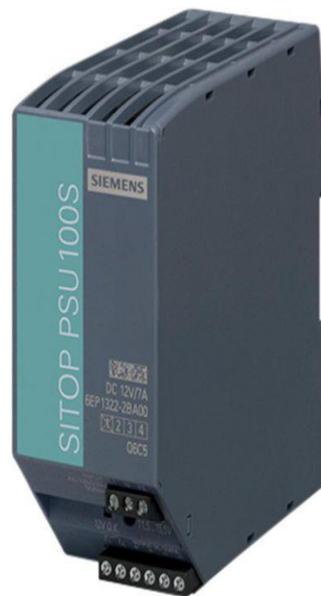


Figure II.24 : Bloc d'alimentation stabilisé SITOP de SIEMENS.

II.4.5. Filtre régulateur lubrificateurs [10] :

Les FRL, filtres régulateurs lubrificateurs, garantissent l'efficacité et la durabilité des outils pneumatiques. L'intégration d'un FRL dans votre circuit d'air est essentielle pour une configuration efficace du réseau d'air et afin d'obtenir un bon retour sur investissement.(FigureII.25).



Figure II.25 : Filtres pneumatiques.

II.4.6. Clapet anti-retour :

Il n'autorise le déplacement du fluide que dans un seul sens. Plusieurs technologies sont possibles. Les versions pilotées autorisent une circulation en sens inverse en cas d'activation.(FigureII.26).



Figure II.26 : Clapet anti-retour.

II.4.7. Le manomètre :

Le manomètre est un appareil servant à mesurer la pression du fluide à l'intérieur de circuit hydraulique (Figure II.27).



Figure II.27 : Le manomètre.

II.5. Station hydraulique [13] :

Le groupe hydraulique est un ensemble de composants hydrauliques qui alimente en huile un système ou un réseau hydraulique à un débit déterminé. Constituées de deux moteurs électriques, d'un réservoir et deux pompes hydrauliques haute et basse pression, ces unités peuvent générer une énorme quantité de puissance pour entraîner presque tous les types de cylindres ou de moteurs hydrauliques.(FigureII.28)



Figure II.28 : Station hydraulique.

II.5.1. Moteur électrique:

Un moteur électrique est une machine électrique qui convertit l'énergie électrique en énergie mécanique. Dans notre projet nous avons utilisé 2 moteurs , un pour entrainer la pompe hydraulique et l'autre pour le refroidissement d'huile(FigureII.29).



Figure II.29 : Moteur de refroidissement d'huile.

II.5.2. Pompe haute pression à palette:

La pompe à palettes est une pompe rotative dont le rotor est muni de plusieurs lames (les palettes) qui coulisent radialement et assurent le transfert du fluide pompé.(FigureII.30)

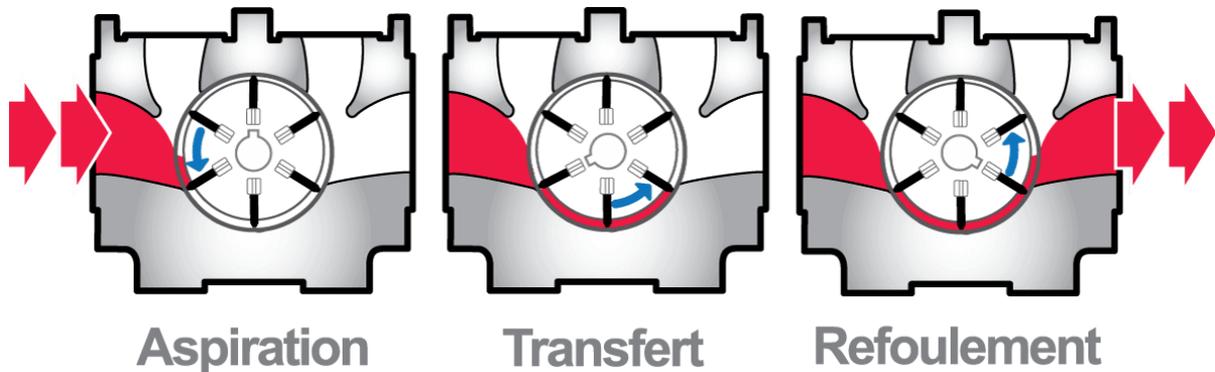


Figure II.30 : Principe de fonctionnement de la pompe à palette.

II.5.3. Pompe basse pression à engrenage :

Les pompes hydrauliques à engrenage sont des dispositifs permettant de transvaser, ou alors d'augmenter la pression d'un fluide. Ce sont également les dispositifs de pompage les plus utilisés pour effectuer ces opérations.(FigureII.31).

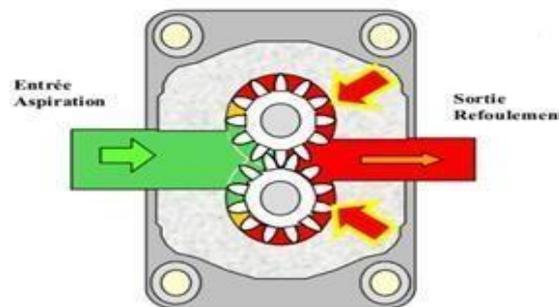


Figure II.31 : Principe de fonctionnement de la pompe à engrenage.

III. Eléments de la partie commande :

La partie commande est constitué d'un API S7-1500 (1515-2PN), 3 ET200SP et un IHM (TP900 Comfort).

III.1. Présentation de l'API [14] :

Un Automate Programmable Industriel est une machine électronique, programmable par du personnel qualifié et conçue pour contrôler des processus automatiques dans un environnement industriel et en temps réel.

III.1.1. Définition d'un API [19]:

Un Automate Programmable Industriel (API) (Figure II.32) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker des instructions et mettre en œuvre diverses fonctions, qu'elles soient logiques, séquençement, temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour contrôler des machines et des processus.

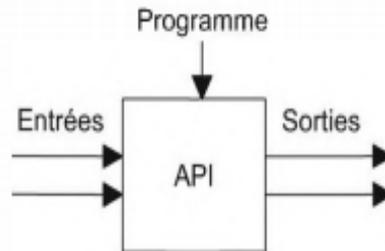


Figure II.32: Automate programmable industriel.

III.1.2. Nature des informations traitées par l'automate [10] :

Les informations peuvent être de type :

- Tout ou rien (T.O.R) : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...
- Analogique : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...)
- Numérique : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

III.1.3. Critères de choix d'un API :

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe et les contacts commerciaux et expériences vécues sont déjà un point de départ.

La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économies (achat du logiciel et formation du personnel).

Le personnel de maintenance doit toutefois être formé sur ces matériels.

Il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- Type de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.

- Fonctions ou modules spéciaux : certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de "soulager" le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus, Profinet ...).

III.1.4. Automate SIMATIC S7-1500 [15] :

SIMATIC S7-1500 est le système d'automatisation modulaire pour les gammes de performances moyennes et supérieures. Les différentes versions des contrôleurs permettent d'adapter la performance à l'application respective. Selon les besoins, l'automate programmable peut être complété par des modules d'entrée/sortie pour signaux numériques et analogiques ainsi que par des modules de technologie et de communication. Le système d'automatisation SIMATIC S7-1500 s'intègre parfaitement dans l'architecture du système SIMATIC. (FigureII.33).

- Un automate programmable comprenant tous les modules E/S est appelé 'STATION'.
- Une station S7-1500 peut contenir les composants suivants :
 - Rack (max 32 modules).
 - Alimentation (PS).
 - Unité centrale de traitement (CPU).
 - Modules E/S (SM- Modules de Signaux).
 - Modules technologiques (TM).
 - Module de communication (CM).

- Une station peut également comprendre des E/S décentralisées qui sont connectées à la CPU ou à un CM via un système de bus PROFINET IO ou PROFIBUS DP.

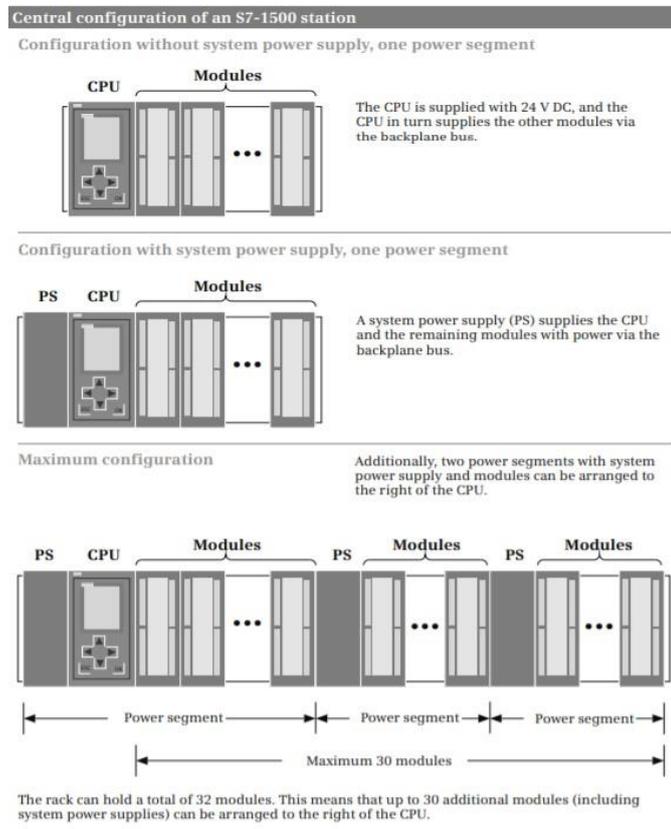


Figure II.33: Composants du système d'automatisation SIMATIC S7-1500.

✓ **Les modules d'un contrôleur S7-1500 [15] :**

Les composants les plus importants d'un contrôleur programmable S7-1500 sont présentés dans la (Figure II.34).

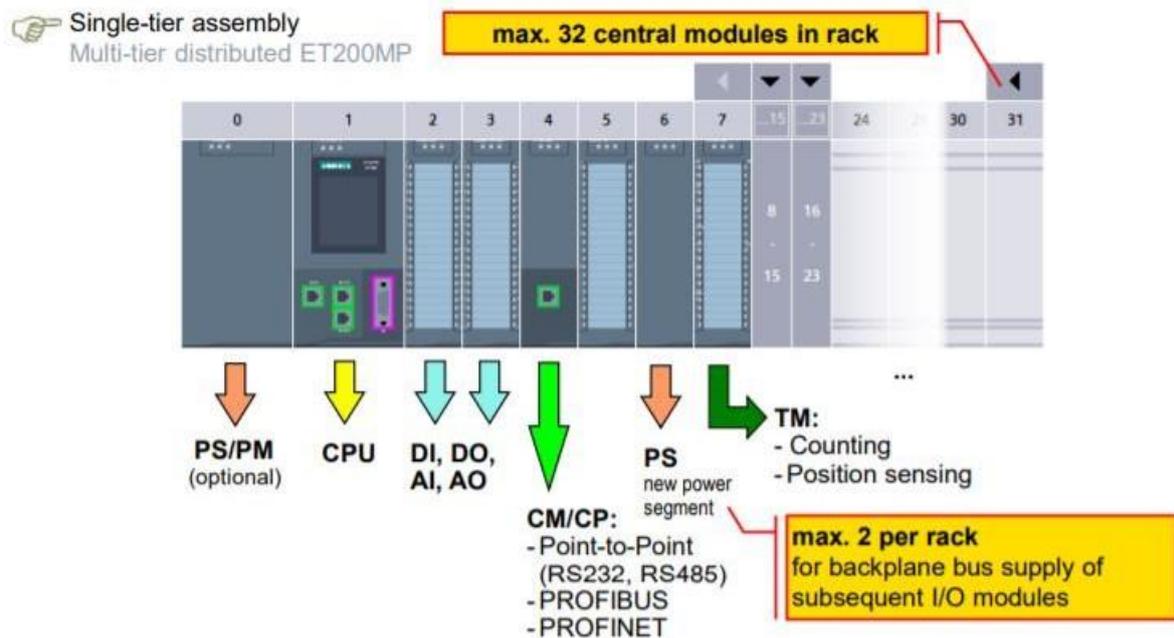


Figure II.34: Modules d'un automate S7-1500.

- Règles d'emplacement :
 1. 1*PS/PM dans l'emplacement 0.
 2. 1*CPU dans l'emplacement 1.
 3. A partir de l'emplacement 2 tout dépend de votre choix.
- Modules de signaux:
 - Modules d'entrées numériques : 24 VCC, 230 VCA.
 - Modules de sortie numérique : 24 VCC, 230 VCA.
 - Modules d'entrées analogiques : tension, courant, résistance, thermocouple.
 - Modules de sorties analogiques : tension, courant.
- Modules de communication (CP - Processeur de communication, CM - Module de communication) :
 - Connexion point à point.
 - PROFIBUS.
 - PROFINET : Les CP et les CM sont tous deux des modules de communication. Les CP ont, en règle générale, un peu plus de fonctionnalités que les CM (par exemple, propre serveur Web, pare-feu, etc.).
- Modules technologiques (TM - Module technologique) :
 - Comptage.
 - Détection de position.

- Alimentation :
 - PM - Module d'alimentation → Alimentation de charge : alimente les modules en 24VDC pour les circuits d'entrée et de sortie ainsi que les capteurs/encodeurs et actionneurs.
 - PS - Système d'alimentation → Alimentation du système :
Chaque CPU offre une alimentation système de 12 W pour les premiers modules d'E/S insérés. Une alimentation système (PS) peut également alimenter le circuit de charge pour les modules 24VDC en plus de la CPU.
- Alimentation et segments de puissance des modules d'E/S :
 - Un maximum de 3 segments d'alimentation peut être configuré par rack (1 segment CPU plus 2 autres).
 - des modules d'alimentation système supplémentaires (PS) sont insérés à droite de la CPU, en cas où la configuration comprend des segments d'alimentation supplémentaires.
- Modules d'interface pour rack d'extension : L'extension peut être réalisée en utilisant le système de distribution d'E/S ET200MP.

III.1.5. CPU 1515-2PN [13] :

III.1.5.1. Fonctionnement :

La CPU contient le système d'exploitation et exécute le programme utilisateur. Le programme utilisateur se trouve sur la carte mémoire SIMATIC et il est traité dans la mémoire de travail de la CPU. Les interfaces PROFINET se trouvant sur la CPU permettent la communication simultanée avec des appareils PROFINET, des contrôleurs PROFINET, des appareils IHM, des consoles de programmation, d'autres automates et d'autres systèmes. La CPU 1515-2 PN prend en charge le fonctionnement en tant que contrôleur IO et périphérique I.

- Contrôleur IO : En tant que contrôleur IO, la CPU 1515-2 PN émet et reçoit des données provenant des périphériques IO couplés au sein d'un réseau PROFINET IO.
- Périphérique I En fonction "I-Device" (périphérique IO intelligent), la CPU 1515- 2 PN commande non seulement ses propres modules centralisés, mais échange également des données, en tant que périphérique I, avec un contrôleur IO de niveau supérieur.

III.1.5.2. Propriétés :

Numéro d'article : 6ES7515-2AM01-0AB0.(Figure II.35).



Figure II.35: Vue de la CPU.

La CPU 1515-2 PN possède les caractéristiques techniques suivantes :

- Communication :
 - Interface :

La CPU 1515-2 PN dispose de deux interfaces PROFINET. La 1ère interface PROFINET (X1) possède deux ports (P1R et P2R). Outre les fonctions de base PROFINET, elle prend également en charge PROFINET IO RT (Realtime) et IRT (Isochronous Real-Time). Une communication PROFINET IO ou des paramètres en temps réel sont donc configurables uniquement sur cette interface.

La 2ème interface PROFINET (X2) possède un port (P1) et prend en charge les fonctions de base PROFINET, c'est-à-dire pas de rôle de contrôleur IO/périphérique IO. Les fonctions de base PROFINET prennent en charge la communication IHM, la communication avec le système de configuration, celle avec un réseau de niveau supérieur (Backbone, Router, Internet) et celle avec une autre machine ou cellule d'automatisation.

- OPC UA :

OPC UA assure l'échange de données via un protocole de communication ouvert et indépendant du fabricant. La CPU en tant que serveur OPC UA pour communiquer avec des clients OPC UA comme les pupitres IHM, les systèmes SCADA, etc.

- Serveur WEB intégré :

Un serveur Web est intégré dans la CPU. Ce serveur Web vous permet de lire les informations suivantes :

- Page d'accueil avec des informations générales sur la CPU.
- Informations d'identification.
- Contenu du tampon de diagnostic.

- Interrogation des états de module .
- Mise à jour du firmware.
- Messages (sans possibilité d'acquittement).
- Informations sur la communication.
- Topologie PROFINET.
- Etat de variables, écriture de variables.
- Tables de visualisation .
- Ressources .
- Pages utilisateur.
- DataLogs (si utilisé).
- Sauvegarde en ligne et restauration de la configuration.
- Information de diagnostic pour objets technologiques Motion Control.
- Affichage d'enregistrements Trace mémorisés sur la carte mémoire SIMATIC.
- Lecture des données de maintenance.
- Pages Web de base.
- Affichage du serveur Web en 3 langues de projet, par ex. pour les commentaires .
- Recettes .
- Pages Web personnalisées.
- Technologie intégrée :
 - Motion Control.
 - Fonction de régulation intégrée(PID).
 - Fonction Trace.
- Sécurité intégrée :

Protection contre le piratage (protection Know-How) : La protection contre le piratage (protection Know-How) protège les blocs utilisateur contre les accès et modifications non autorisés.

III.1.5.3. Eléments de commande et de signalisation [13] :

1) Vue de face du module avec volet frontal fermé :

La (figure II.36) représente la CPU 1515-2 PN vue de face.

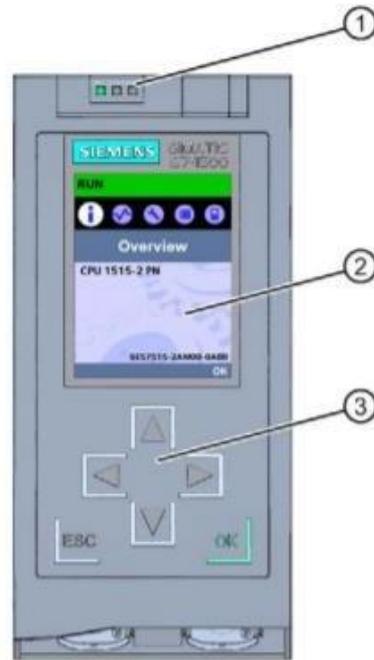


Figure II.36: Vue de face de la CPU .

- ① LED pour signaler l'état de fonctionnement actuel et l'état de diagnostic de CPU.
- ② Ecran.
- ③ Touches de fonction.

2) Vue de face du module sans volet frontal :

La (figure II.37) montre les éléments de commande et de raccordement de la CPU 1515-2 PN.

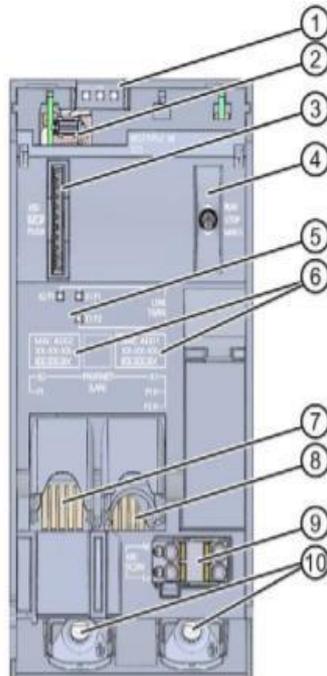


Figure II.37: Vue de la CPU 1515-2 PN (sans volet frontal) - face avant.

- ① LED de signalisation .

- ② Raccordement écran.
- ③ Logement de la carte mémoire SIMATIC.
- ④ Sélecteur de mode.
- ⑤ LED de signalisation pour les 3 ports des interfaces PROFINET X1 et X2.
- ⑥ Adresses MAC des interfaces.
- ⑦ Interface PROFINET IO (X2) avec 1 port.
- ⑧ Interface PROFINET IO (X1) avec 2 ports.
- ⑨ Raccordement de la tension d'alimentation.
- ⑩ Vis de fixation.

3) Vue arrière du module :

La (FigureII.38) représente les éléments de connexion à l'arrière de la CPU 1515-2PN.

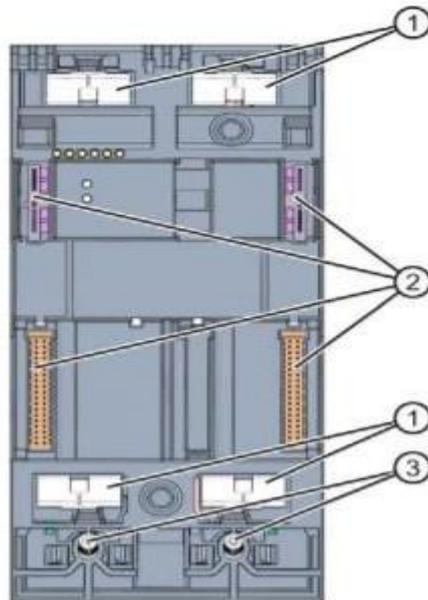


Figure II.38: Vue de la CPU 1515-2 PN - face arrière.

- ① Surfaces de contact de blindage.
- ② Connecteur pour alimentation en courant.
- ③ Connecteur pour bus interne.
- ④ Vis de fixation.

III.2. Périphérie décentralisé ET200SP [16] :

SIMATIC ET 200SP est un système de périphérie décentralisée modulaire et très souple permettant de coupler les signaux du processus à un automate de niveau supérieur via un bus de terrain.

III.2.1. Avantages du système :

La (figureII.39) représente les avantages du système ET200SP.

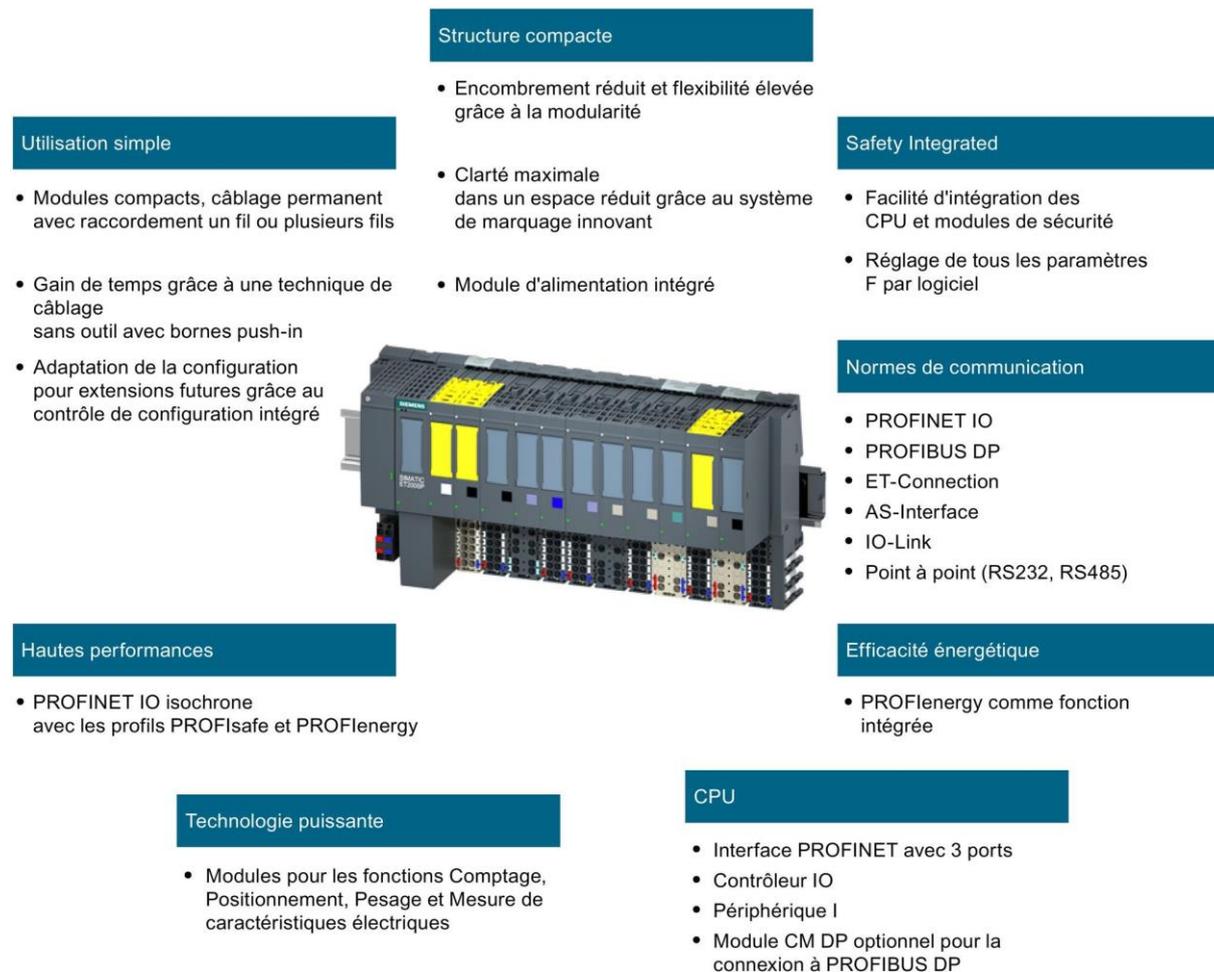


Figure II.39: Les avantages des ET200SP.

III.2.2. Domaines d'utilisation:

Par sa multifonctionnalité, le système de périphérie décentralisée SIMATIC ET200SP convient à l'utilisation dans différents domaines d'application. Sa structure modulaire vous permet d'adapter le montage avec précision au besoin réel sur site. Vous disposez de différents modèles de CPU/module d'interface pour le raccordement à PROFINET IO ou PROFIBUS DP.

SIMATIC ET200SP avec CPU permet un prétraitement intelligent qui délègue l'automate de niveau supérieur. La CPU est utilisable aussi en mode autonome.

Vous pouvez réaliser des applications pour la technique de sécurité grâce à l'utilisation de CPU de sécurité. Vous procédez à la configuration et à la programmation de votre programme de sécurité tout comme vous le faites pour vos CPU standard.

Cette offre est complétée par un large éventail de modules de périphérie.

SIMATIC ET200SP est réalisé avec l'indice de protection IP 20 et prévu pour le montage encastré dans une armoire électrique.

III.2.3. La configuration et montage [17] :

Vous montez le système de périphérie décentralisée SIMATIC ET 200SP sur un profilé support. Il se compose de : (Figure II.40) :

- CPU/module d'interface.
- jusqu'à 64 modules de périphérie enfichables sur BaseUnits dans la combinaison de votre choix.
- un module serveur qui termine le montage de l'ET 200SP.

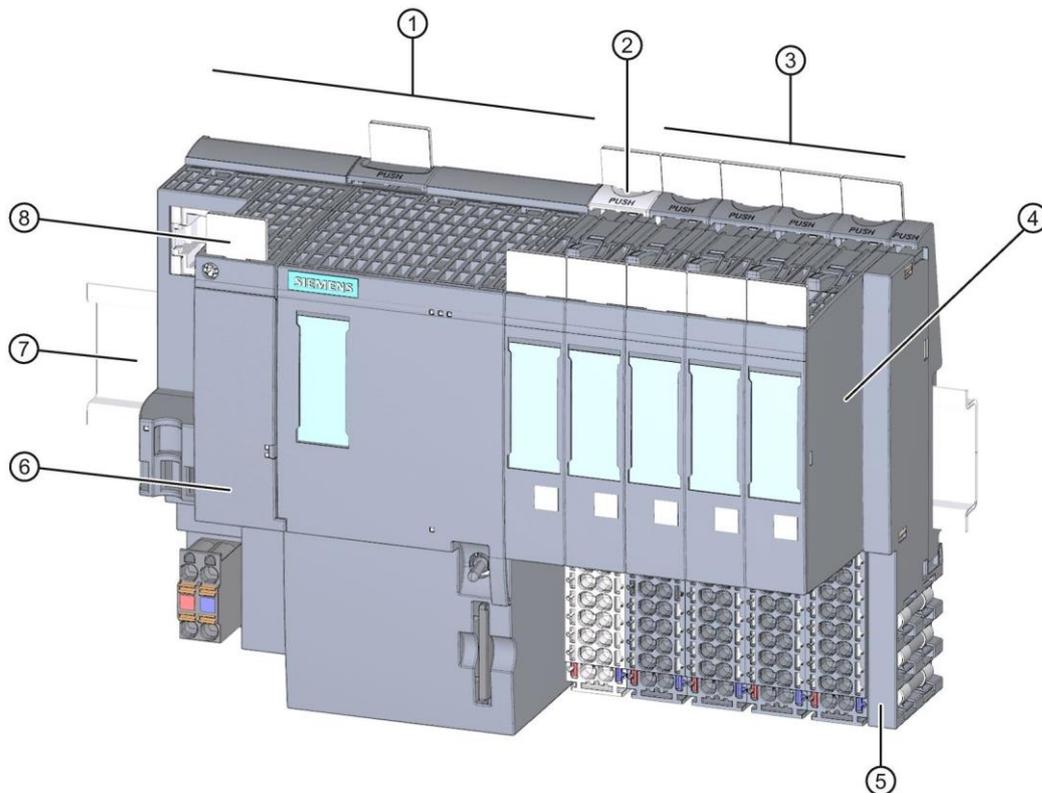


Figure II.40: Exemple de configuration de l'ET 200SP.

- ① CPU/module d'interface.
- ② BaseUnit BU...D claire avec arrivée de l'alimentation.
- ③ BaseUnits BU...B foncées pour le prolongement du groupe de potentiel.
- ④ Module de périphérie.
- ⑤ Module serveur (fourni avec la CPU/le module d'interface).
- ⑥ BusAdapter.
- ⑦ Profilé support.
- ⑧ Etiquette de repérage.

III.2.4. Les modules utilisés :

Dans notre machine nous avons utilisé un automate S7-1500 1515-2PN qui le responsable pour le traitement des informations collectés par les ET200SP qui sont installé dans les armoires électriques de la machine, et chaque un de ces périphériques responsables à une partie bien précis. (Figure II.41) et la (FigureII.42).

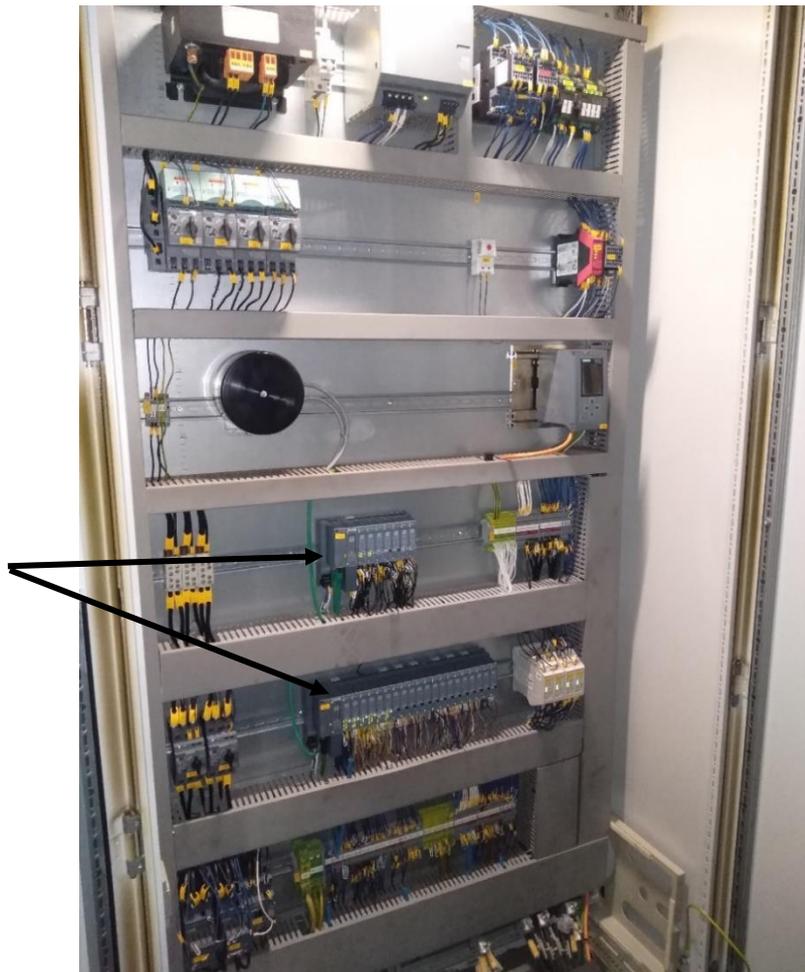


Figure II.41: L'emplacement des ET200SP dans l'armoire principale de la machine.



Figure II.42: L'emplacement d'ET200SP dans la seconde armoire de la machine.

III.2.4.1 Les entrées/sorties analogiques :

L'ET200SP responsable pour la partie analogique (FigureII.43) contient plusieurs module (analogue input, analogue out put, analogue input RTD/TC (FigureII.44),...) .

Les cartes d'entrées analogiques permettent de gérer des grandeurs analogiques en variant un code numérique au sein des modules. Il existe 3 types d'entrées analogiques :

- Haut niveau qui accepte une tension de 0 à 10 v et une intensité de 0 à 20 mA ou de 4 à 20mA.
- Thermocouple avec un signal d'entrée de 0 à 20mV, de 0 à 50mV ou de 0 à 100 mV.
- Sonde PT 100 avec un signal d'entrée de 0 a100 mV, 0 à 250 mV ou de 0 à 400 mV. Il existe des modules à 2, 4, 8 voies d'entrées.



Figure II.43: ET200SP de la partie analogique.

- **Module AI 4 RTD/TC :**

Numéro d'article : 6ES7134-6JD00-0CA1. (figureIII.44)

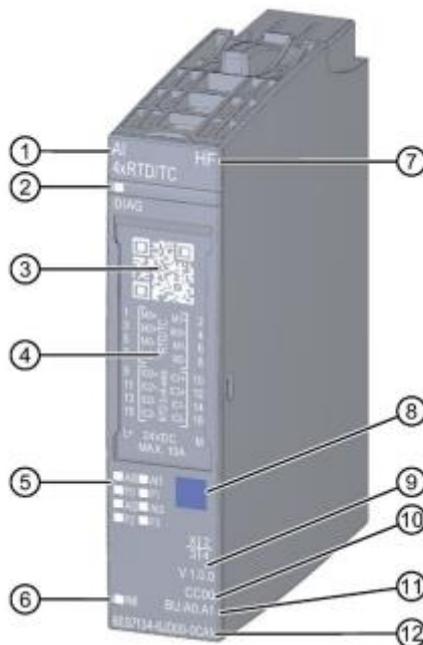


Figure II.44: Vue du module AI 4×RTD/TC 2-/3-/4-wire HF.

- ① Type et désignation du module.
- ② LED de diagnostic.
- ③ Code matriciel 2D.
- ④ Schéma de raccordement.
- ⑤ LED pour l'état de la voie et l'erreur de voie.

- ⑥ LED de tension d'alimentation.
- ⑦ Classe de fonction.
- ⑧ Code couleur du type de module.
- ⑨ Version des fonctions et du firmware.
- ⑩ Code couleur pour le choix des étiquettes de repérage couleur.
- ⑪ Type de BU.
- ⑫ Numéro d'article.

III.2.4.2 Les entrées/sorties TOR :

Les modules d'entrée tout ou rien à permette de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques. Elles assurent l'adaptation, l'isolement, le filtrage et la mise en forme des signaux électroniques. L'état de chaque entrée est donné par une diode électroluminescente situant sur la carte. Le nombre d'entrées sur une carte est de : 4, 8, 16 32.les tensions d'entrées sont de : 24, 48, 110, 220 volts en courant continu ou alternatif.

Les modules de sorties tout ou rien ne permette de raccorder à l'automate les différents prés actionneurs. Les tensions de sorties usuelles sont de 5, 24, 48, 110 ou 220 volts en continu ou en alternatif. Les courants vont de quelque mA a quelque Ampères. Ces modules possèdent des relais ou bien des triacs des transistors. L'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente. (Figure II.45).

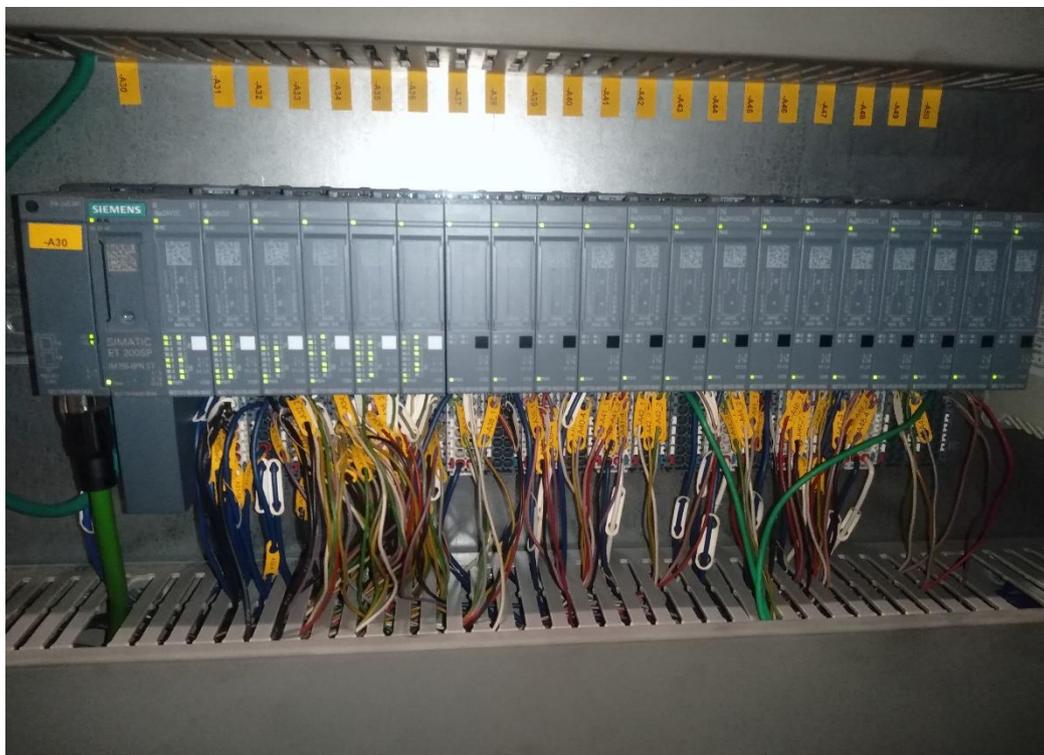


Figure II.45:ET200SP pour la partie digitale.

III.3. Interface Homme Machine (IHM) :

III.3.1. Définition d'une IHM [18]:

Une IHM (Interface Homme-Machine) est un système pouvant être connecté à une base de données SCADA qui affiche des données pour l'utilisateur. L'IHM est installé généralement à proximité de la machine. L'IHM permet à l'opérateur d'examiner les données de diagnostic et les graphiques de tendance. (FigureII.46).

L'interfaçage fait appel aux 3 principales fonctions d'interactions humaines :

- Le toucher (commande par boutons, écrans tactiles, claviers, pavés numériques)
- Le regard (surveillance et contrôle sur écran, supervision de colonnes lumineuses)
- L'écoute (alarmes sonores, bips)

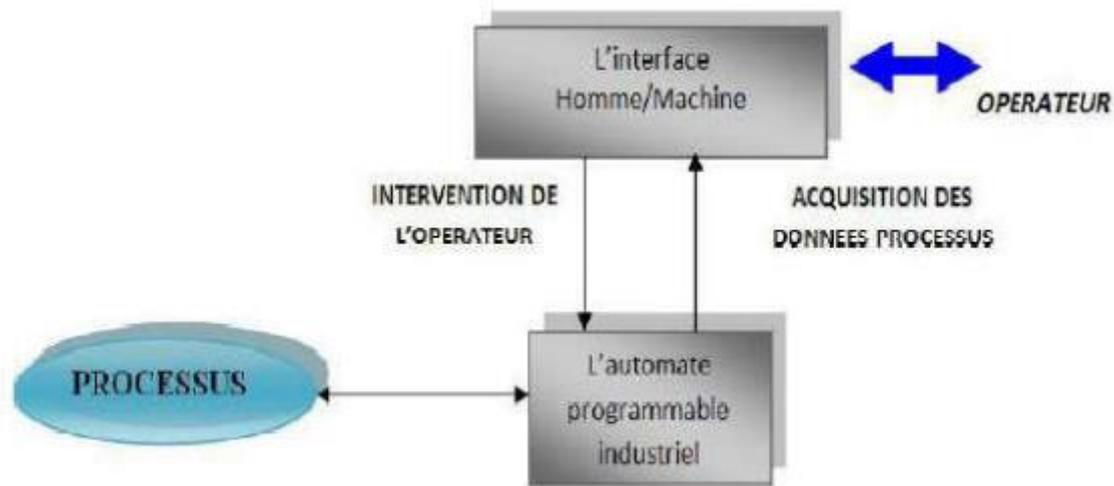


Figure II.46:Interface Homme Machine.

III.3.2. Les différentes tâches de IHM :

Un système IHM se charge des tâches suivantes :

- La représentation du processus : Le processus est représenté sur le pupitre opérateur ou sur l'écran du poste de commande.
- La commande du processus : L'opérateur peut commander le processus via l'interface utilisateur graphique.
- Une vue des alarmes : Lorsque des états critiques surviennent dans le processus, une alarme est immédiatement déclenchée.
- L'archivage des valeurs processus et d'alarmes : Les alarmes et les valeurs du processus peuvent être archivées.
- La documentation des valeurs processus et d'alarmes : Les alarmes et les valeurs du processus peuvent être éditées sous forme de journal, nous pouvons ainsi consulter les données de la production.

III.3.3. HMI TP 900 COMFORT [19] :

III.3.3.1. Structure externe de l'IHM TP 900 confort.

La (figure II.47) représente l'IHM TP900 COMFORT.

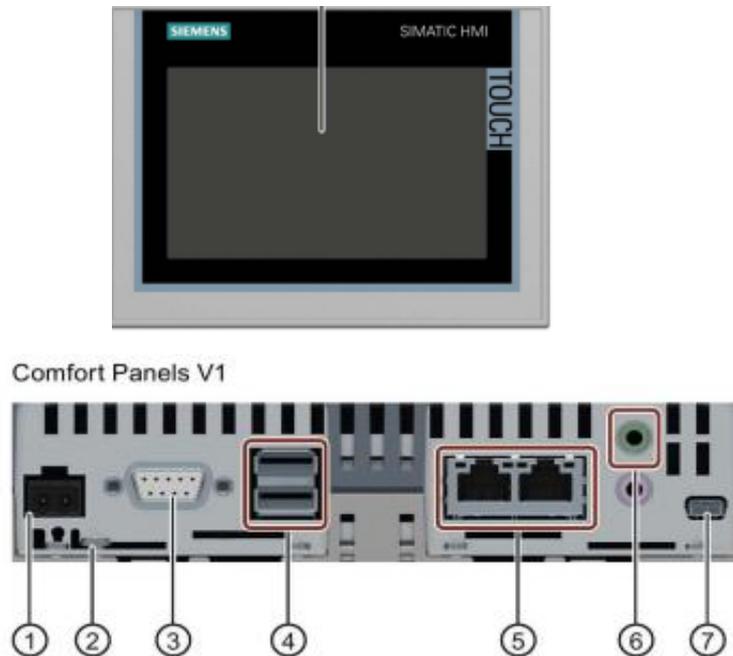


Figure II.47:IHM TP 900 confort.

- ① X80 connecteur d'alimentation
- ② Borne d'équipotentialité (mise à la terre)
- ③ X2 PROFIBUS (SUB-D RS422/485)
- ④ X61/X62 USB de type A
- ⑤ X1 PROFINET (LAN), 10/100 Mbits
- ⑥ X90 Audio Line OUT
- ⑦ X60 USB de type mini B

III.3.3.2. Les avantages de IHM TP 900 COMFORT :

- La série d'entrée de gamme idéale pour le fonctionnement et le contrôle des machines.
- Conçu dans le portail TIA.
- Représentation claire du process grâce à l'affichage graphique en pixels.
- Versions pour PROFIBUS ou PROFINET.
- Equipé de toutes les fonctions de base nécessaires telles que l'enregistrement d'alarme, la gestion des recettes, les tracés, les images vectorielles et le changement de langue.

- Il peut être configuré à l'aide du WinCC flexible et compact ou bien par le logiciel de configuration HMI du logiciel STEP7 Basic Engineering pour S7-1500.

IV. Les logiciels utilisés :

Chaque gamme d'automates nécessite un outil de programmation, dans notre cas nous avons choisi le logiciel TIA PORTAL.

IV.1. Logiciel TIA PORTAL [20] :

La plateforme TIA PORTAL (Totally Integrated Automation Portal) est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 pour la programmation des automates (S7-300, S7-400, S7-1200 et S7-1500) et SIMATIC WinCC pour les Interface Homme-Machine. Cette plateforme est très architecturée proposant les sections HMI pour les interfaces, réseaux et Motion pour la commande de moteurs et variateurs de vitesse. Et Grâce à PLCSIM on peut simuler de manière intuitive notre projet avant de la déployé sur un contrôleur. Il existe plusieurs versions du TIA PORTAL (version 13, 14, 15,16), dans cette présentation nous allons utiliser la version V15.0.

IV.1.1. Vue Portal et vue du projet :

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

- **La vue du portail :** elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide. (Figure II.48).
- **La vue du projet :** elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue. (FigureII.49).

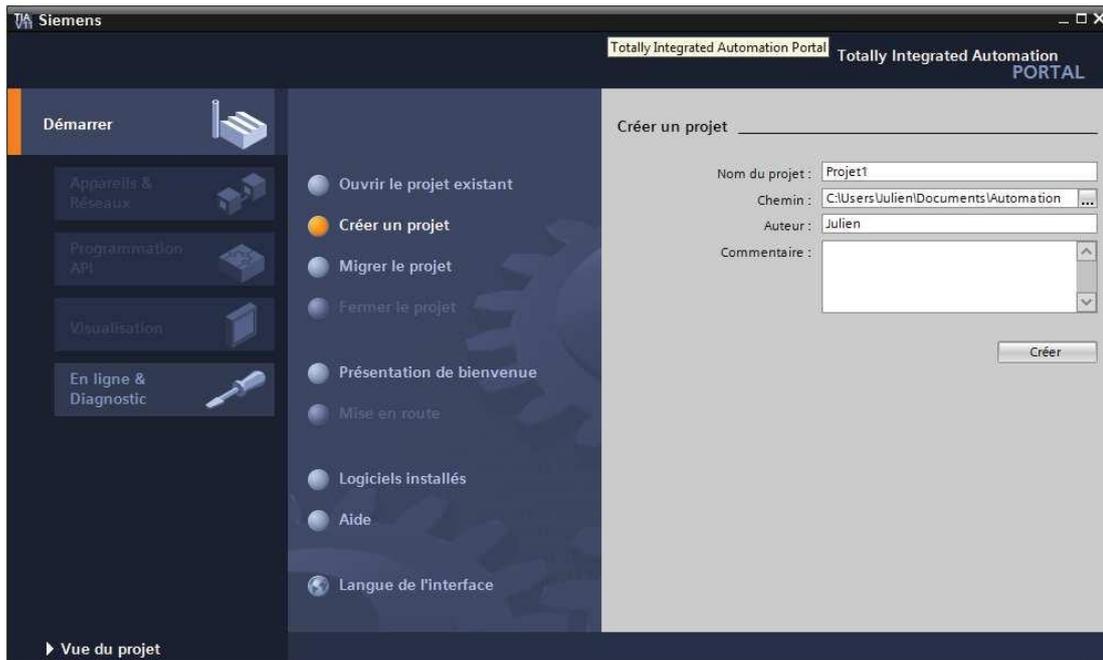


Figure II.48 : Vue du portail.

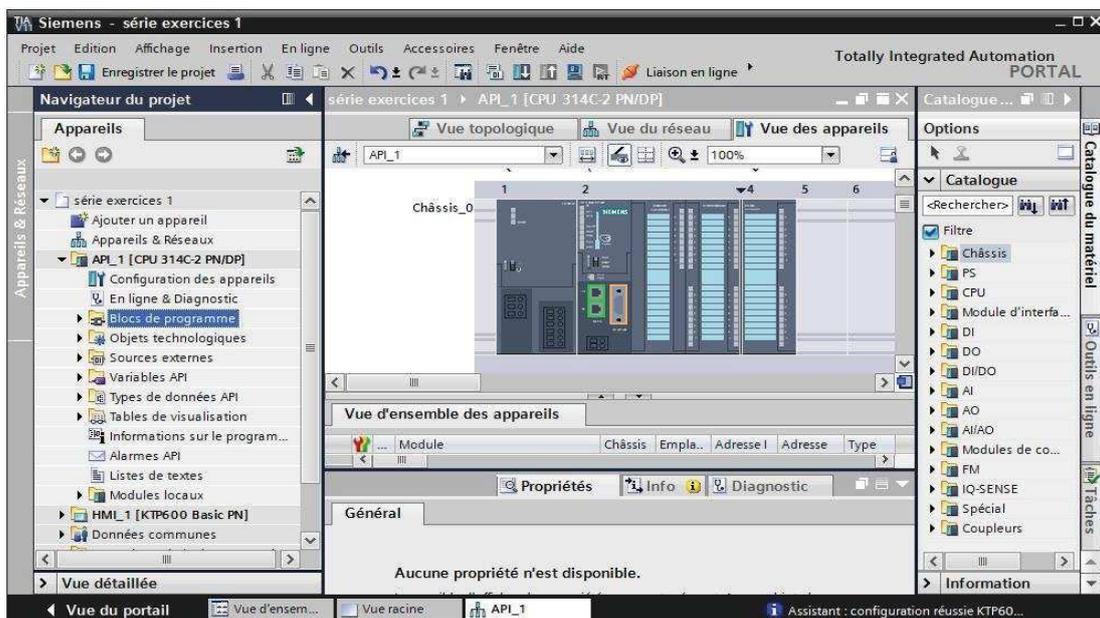


Figure II.49 : Vue du projet.

IV.1.2. Création d'un projet et configuration d'une station de travail :

Pour le faire nous devons suivre les étapes suivantes :

1) Création du projet :

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « **Créer un projet** ». On peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire

ou encore définir l'auteur du projet. Une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « créer ». Comme le montre la (Figure II.50).

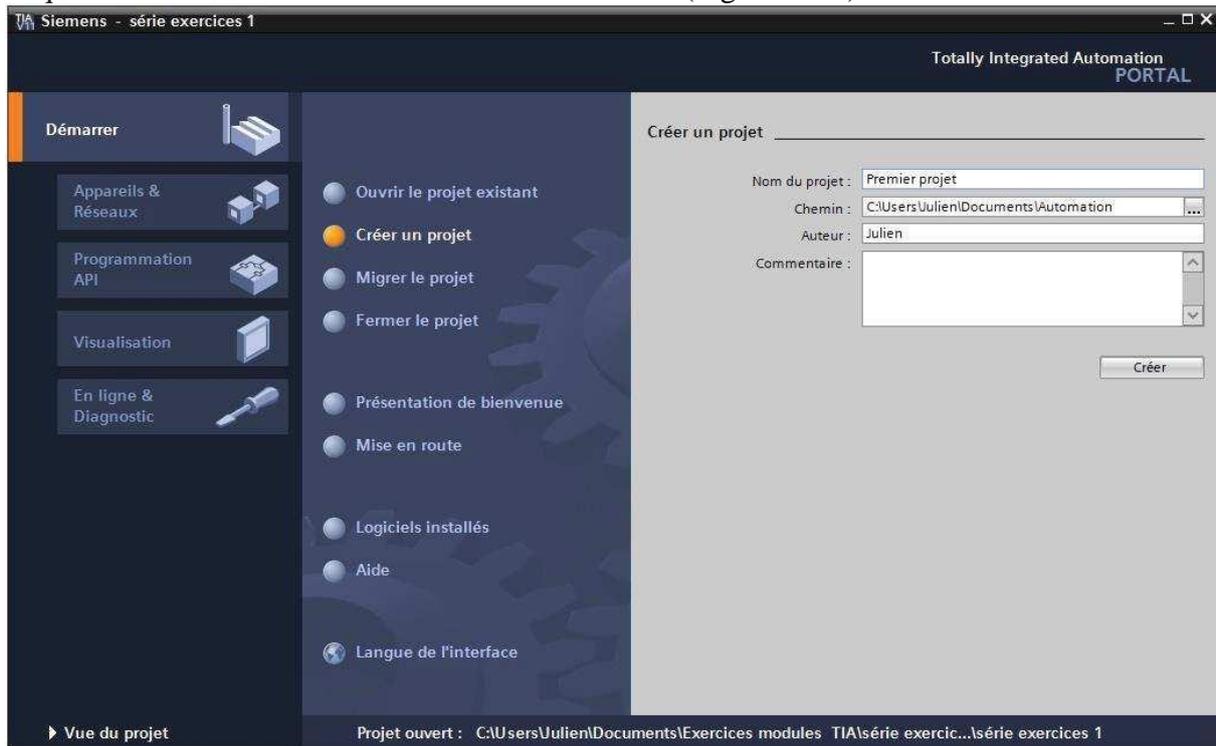


Figure II.50 :Création du projet.

2) Configuration matériel :

Une fois le projet créé, on peut configurer la station de travail. La première étape c'est la définition de matériel existant (figure II.51). Pour cela, on peut aller à la vue du projet et cliquer sur 'ajouter un appareil' dans le navigateur du projet.

La liste des matériels que l'on peut ajouter apparaît (API, HMI, système PC). On commence par faire le choix de notre CPU, après, on ajoute les modules complémentaires (alimentation, modules d'entrées/sorties, module de communication AS-I, ...) selon le besoin.

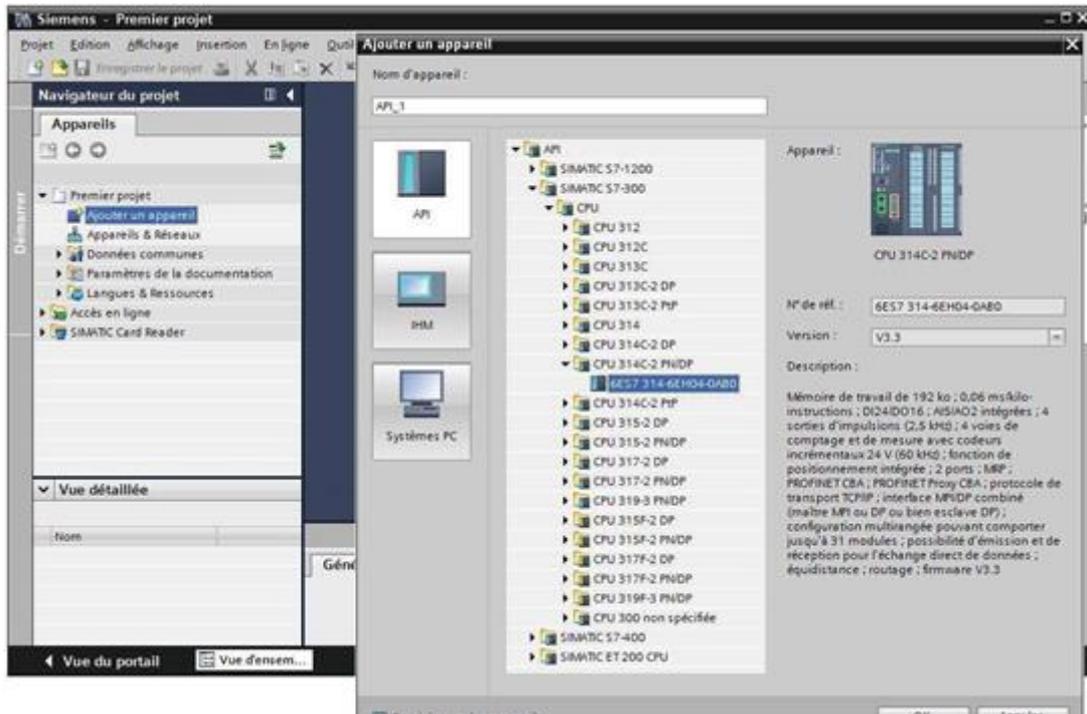


Figure II.51 : Choix d'un automate S7-300.

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue (Figure II.52). Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut passer par la tâche "ajouter un appareil" dans le navigateur du projet.

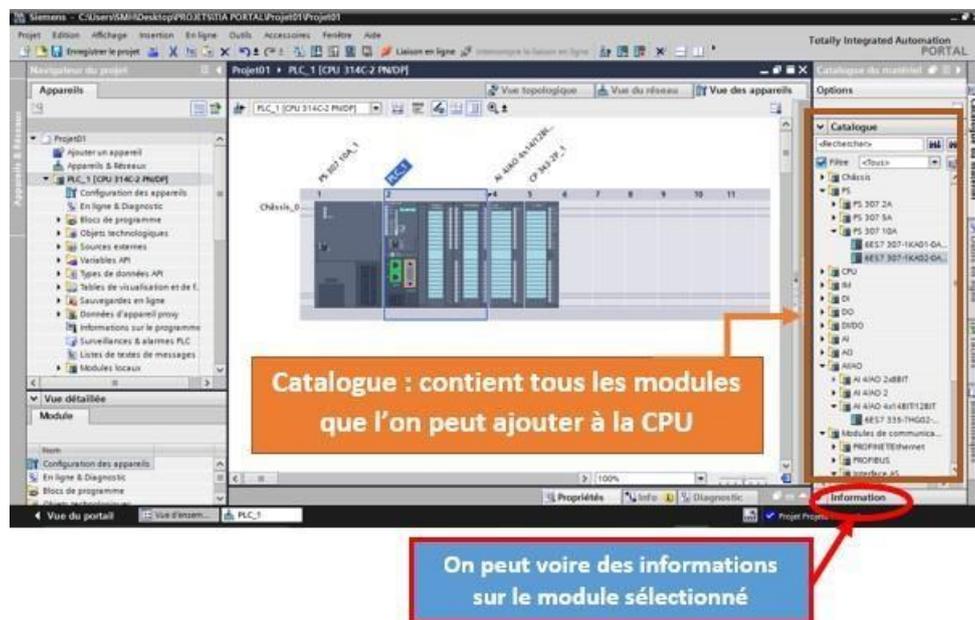


Figure II.52 : Configuration matériel.

3) Compilation et chargement de la configuration matériel :

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate. La compilation se fait à l'aide de l'icône « compiler » de la barre de tâche. On sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « compiler ». En utilisant cette manière, on

effectue une compilation matérielle et logiciel. Une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option « Compiler - Configuration matérielle ». (Figure II.53).

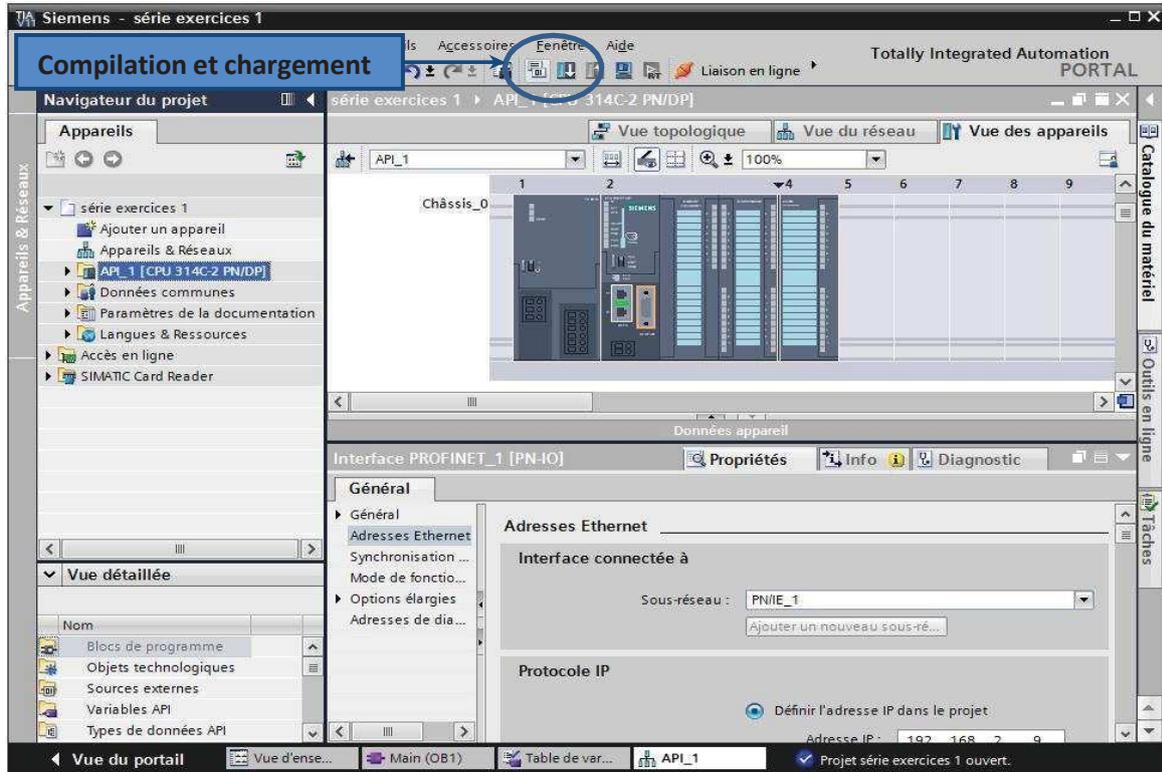


Figure II.53: Chargement et compilation.

IV.1.3. Présentation des blocs :

Le logiciel STEP7 dans ces différents langages de programmation possède un nombre important de bloc utilisateur, destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants (Figure II.54):

- Bloc d'organisation (OB).
- Bloc fonctionnel (FB).
- Bloc de données d'instance (DB d'instance).
- Bloc de données globales (DB).
- Les fonctions (FC).

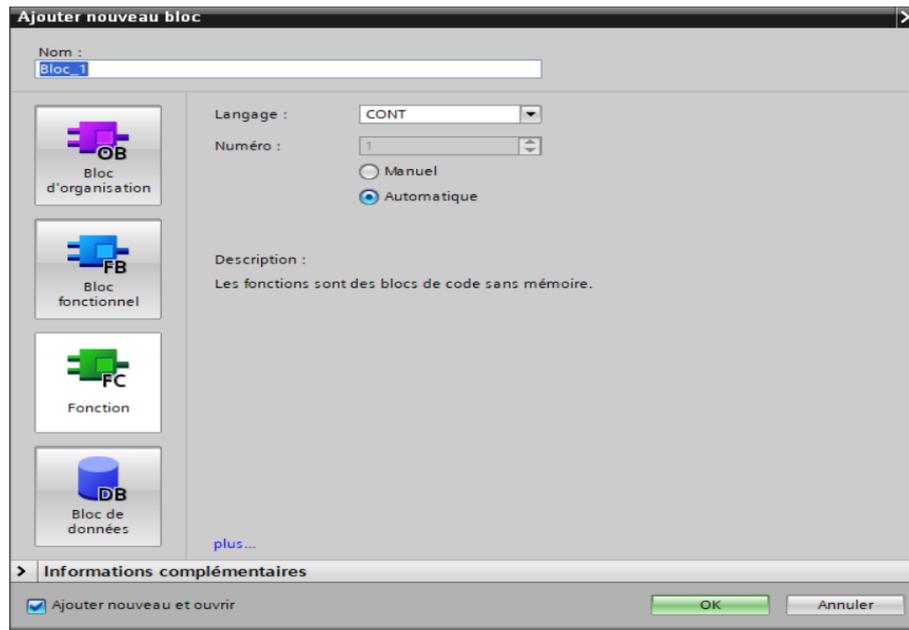


Figure II.54: Blocs de programme.

IV.2. Logiciel WinCC [21] :

WinCC Professional constitue une Interface Homme-Machine (IHM) dédiée pour des applications à proximité de la machine et du processus dans la construction d'installation, des machines et des machines en série. De par sa conception généraliste WINCC est un logiciel d'ingénierie pour tous les pupitres opérateur SIMATIC IHM, de plus petit micro panel jusqu'au multi panel.

IV.2.1. Principales fonctions offertes par Win CC :

Win cc flexible RT : Gestion centrale du projet pour un accès rapide à toutes les données projets et aux paramètres centraux.

- Communication : Déclaration et adressage des variables. Les variables peuvent être internes à Win CC ou externes.
- Vue : Système graphique qui permet la visualisation librement configurable et le pilotage via des objets entièrement graphiques.
- Historique : Compression et archivage des mesures et des alarmes.
- Gestion des alarmes : Système de messages pour la saisie des alarmes analogiques et des alarmes TOR qui permet la visualisation des alarmes.
- Paramétrages : Système qui fait les paramétrages des alarmes.
- Journaux : Systèmes de journalisation pour la documentation à déclenchement temporel ou événementiel de processus temps réel sous forme de rapport utilisateur ou de documentation de projet avec mise en page au choix.
- Gestion utilisateur runtime : Sécurité et paramétrage de runtime.

- Autres outils : Recettes, scripts, listes de textes graphiques, digestion des versions, diagnostics, paramétrage des pupitres, localisation.

IV.2.2. WinCC Professional Runtime :

Le logiciel de visualisation de processus WinCC flexible Runtime permet de faire fonctionner votre configuration sous Windows et de visualiser le processus. WinCC flexible Runtime, Est également exécuté sur l'ordinateur de configuration pour tester et simuler le fichier Projet compilé. (Figure II.55).



Figure II.55: Win CC Professional Runtime.

IV.3. Logiciel de simulation PLCSIM [22] :

S7-PLCSIM vous permet de simuler le fonctionnement d'un automate programmable S7. Vous pouvez tester Programmes de commande avec S7-PLCSIM sans vous connecter au matériel S7. S7-PLCSIM fournit une interface graphique pour visualiser et modifier les programmes de commande. Graphique permettant de visualiser et de modifier les variables du programme de commande, d'exécuter l'automate simulé en mode de balayage unique ou continu, et de modifier les paramètres de fonctionnement. Ou en mode de balayage continu, et de changer le mode de fonctionnement de l'automate simulé. (FigureII.56) et (FigureII.57).

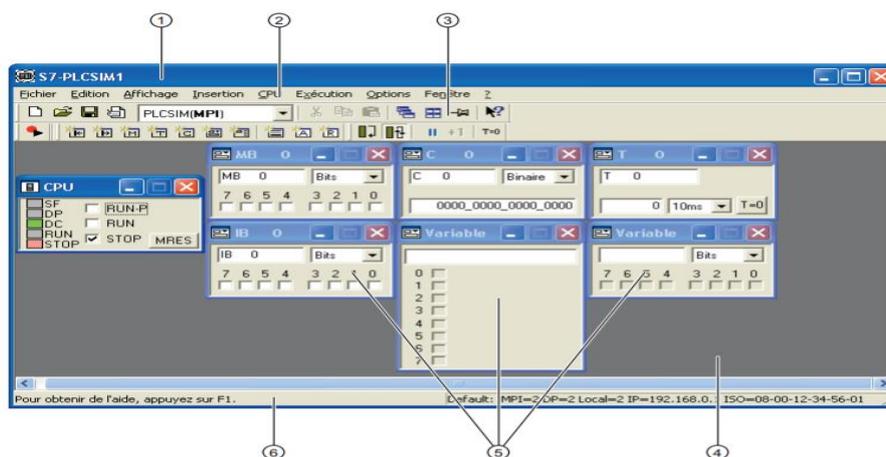


Figure II.56: Vue de logiciel PLCSIM S7 300/400.

1. Barre de titre.
2. Barre de menus.
3. Barres d'outils.
4. Espace de travail.
5. Fenêtres secondaires.
6. Barre d'état.

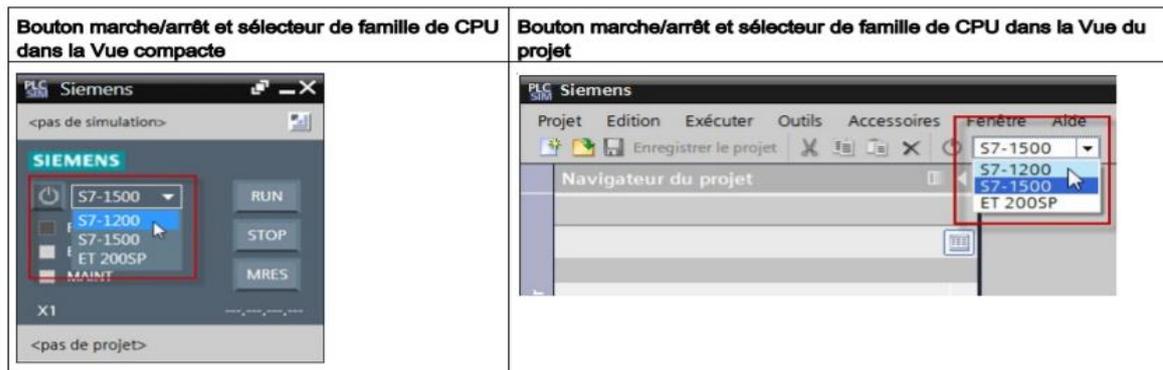


Figure II.57: Vue de logiciel PLCSIM V15.

IV.4. Logiciel de simulation AUTOMATION STUDIO [23] :

AUTOMATION STUDIO (FigureII.58) est un logiciel édité par la société Famic Technologies. Il couvre les domaines de la simulation, de la conception assistée par ordinateur (CAO), de la maintenance et du diagnostic et de la documentation de projet. Ce logiciel est principalement utilisé par des ingénieurs pour des domaines comme l'hydraulique, le pneumatique, l'automatisme, l'électricité et l'électrotechnique.

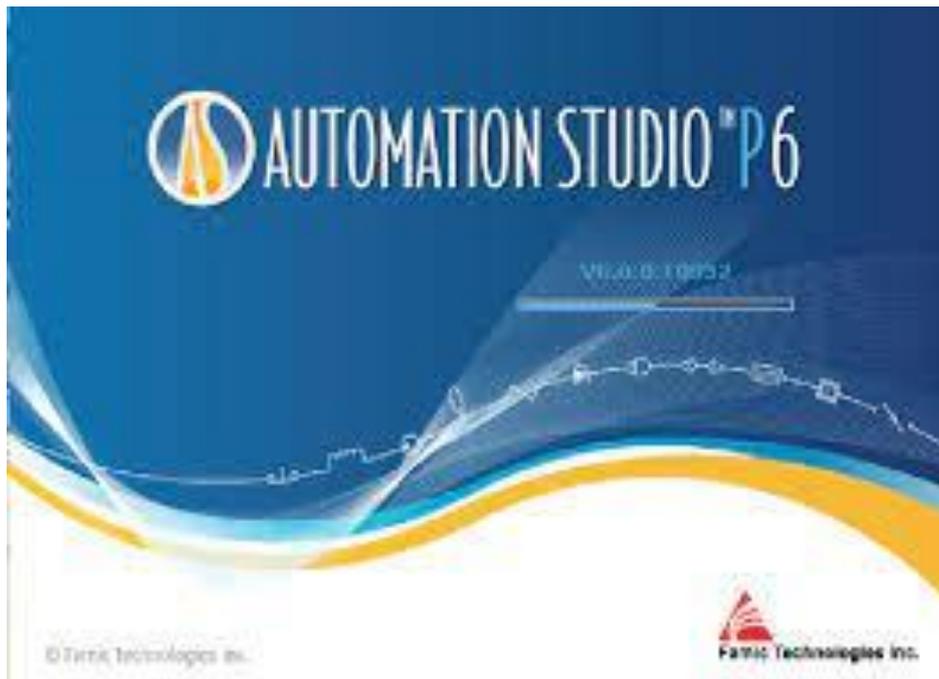


Figure II.58: Vue de logiciel AUTOMATION STUDIO.

IV.4.1. Présentation de la fenêtre d'AUTOMATION STUDIO:

La (figureII.59) représente la fenêtre d'AUTOMATION STUDIO.

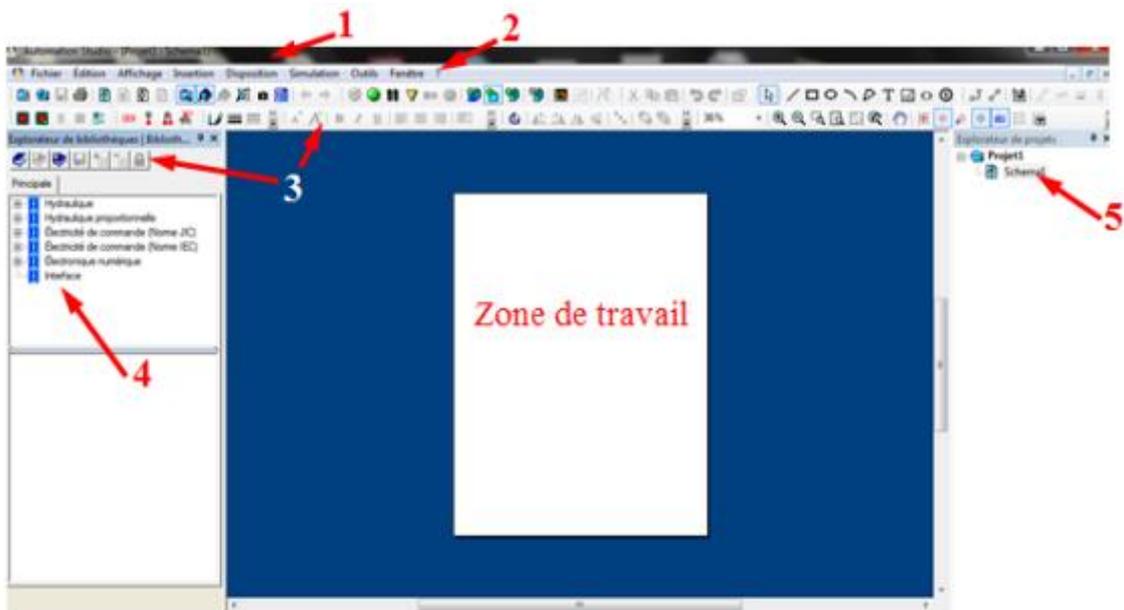


Figure II.59: Fenêtre de logiciel AUTOMATION STUDIO.

Chapitre II : Etude de l'instrumentations et logiciels utilisés.

1. Barre de titre.
2. Barre de menu.
3. Barre d'outils variées.
4. Explorateur de bibliothèques.
5. Explorateur de projet.

IV.4.2. Réalisation d'un schéma :

pour placer un composant sur votre schéma : (FigureII.60) :

- 1- Si la fenêtre de l'Explorateur de bibliothèques n'est pas ouverte, appuyer sur la touche F9 pour l'ouvrir. La fenêtre « Explorateur de bibliothèques » s'ouvre.
- 2- Sélectionner la bibliothèque désirée en cliquant sur son onglet.
- 3- Cliquer sur l'atelier de votre choix dans la liste. La liste des différentes catégories de l'atelier sélectionné se déroule.
- 4- Cliquer sur la catégorie comprenant le composant voulu. La liste des composants qu'elle contient s'affiche dans la zone des symboles.
- 5- Cliquer sur le symbole désiré sans relâcher le bouton et glisser à l'endroit où vous souhaitez insérer le symbole sur le schéma.
- 6- Relâcher le bouton. Le symbole est placé sur le schéma. Si la boîte de dialogue des propriétés du composant s'ouvre, définir les paramètres du composant.
- 7- Cliquer sur le bouton « Appliquer » puis sur le bouton « Fermer ». Les paramètres que vous avez définis pour ce composant sont validés.

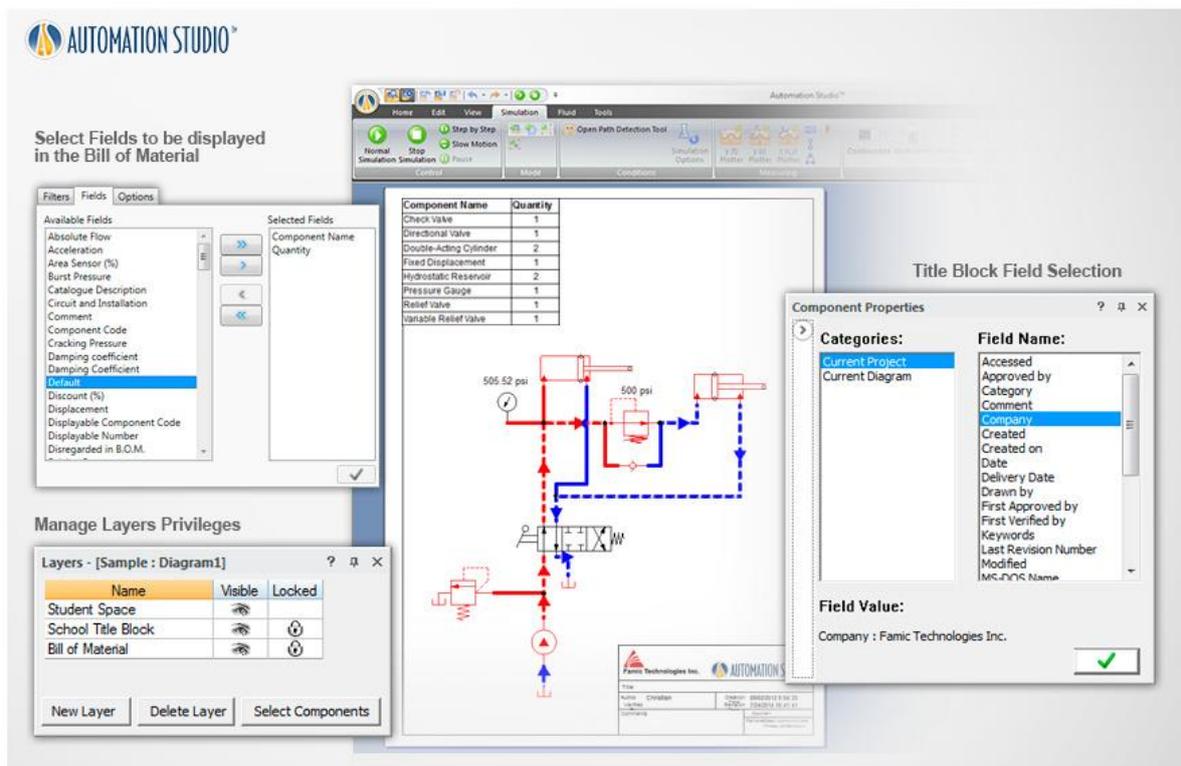


Figure II.60: Exemple de réalisation d'un schéma.

V. Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté le principe de fonctionnement des équipements nécessaire pour la réalisation de la partie opérative dans une première partie, et les logiciels de programmation et de simulation que nous allons exploiter dans la deuxième partie.

Chapitre III :
Simulation de
l'automatisation et
supervision de la presse.

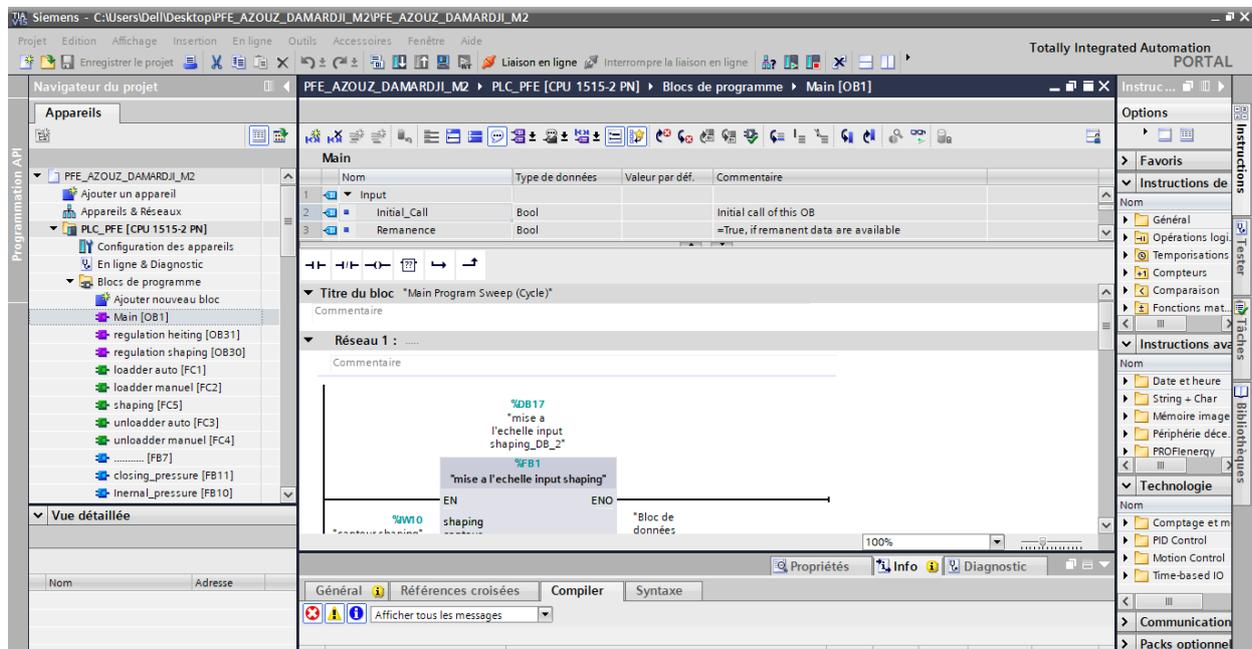
Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

I. Introduction :

Dans ce chapitre, on va présenter les différentes parties de la partie commande, la partie opérative, les fonctions et algorithmes adoptés en programmation, l'interface homme-machine avec ces différentes fonctionnalités réparties dans les différentes vues pour la commande et supervision.

II. Présentation de la partie commande :

La partie commande a été construite sous le logiciel de programmation TIA portal (pack de SIEMENS) pour la programmation et la supervision de la presse. (FigureIII.1).



FigureIII.1 : TIA portal, avis général.

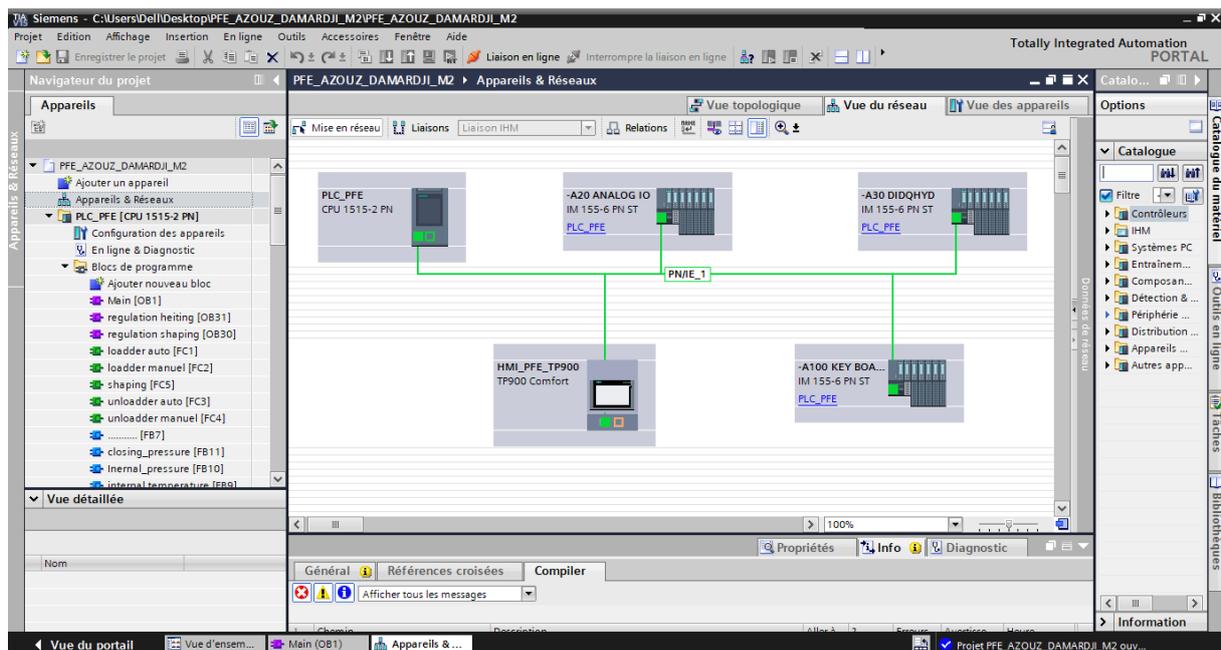
La programmation de la partie commande est constituée de quatre parties majeures :

- La mise en réseaux des équipements utilisés dans la partie commande.
- La programmation.
- Table des mnémoniques.
- La supervision.

II.1. La mise en réseaux :

La mise en réseau de l'automate S7-1500, les ET200SP's et l'IHM a été faite par le protocole de communication industriel PROFINET. (FigureIII.2).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.2 : La mise en réseaux.

PROFINET (Process Field Network) est une norme de communication basée sur Ethernet industriel offrant une vaste gamme d'application. Le bus de terrain utilise TCP/IP et les normes de technologie de l'information, permet un traitement en temps réel et l'intégration de systèmes de bus de terrain.

L'automate S7-1500 1515-2PN SIEMENS dispose de deux ports de communication Ethernet RJ-45. Il prend en charge le protocole client/serveur. Modbus TCP/IP pour la communication poste à poste entre les automates sur le réseau Ethernet.

Donc le câble (RJ45) (FigureIII.3) catégorie 5^e U/UTP vert d'une longueur de 15 mètres assure la communication entre l'écran tactile, automate S7-1500 et les ET200SP's.



FigureIII.3 : Câble RJ-45.

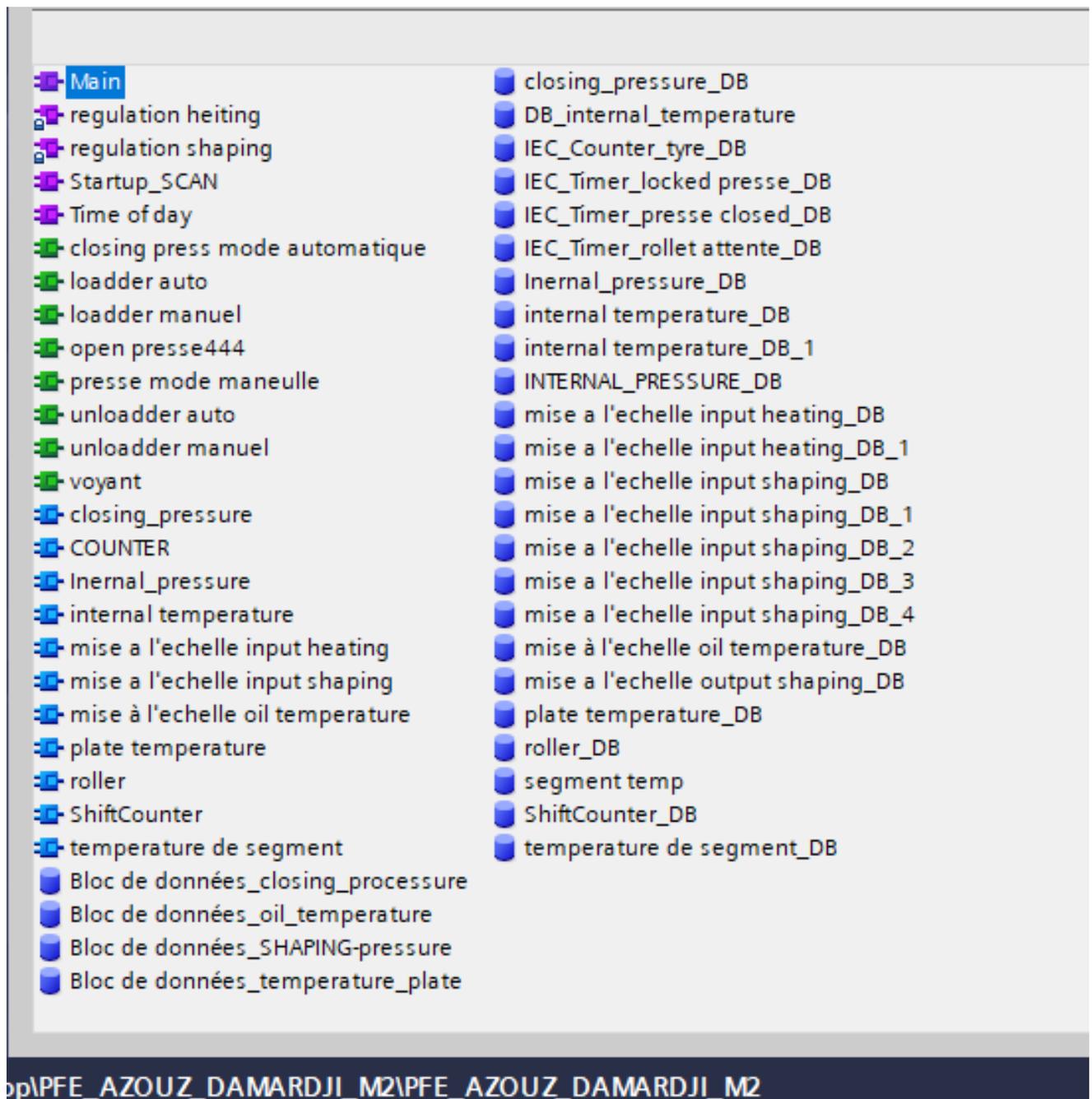
II.2. La programmation :

Le logiciel STEP7 dans ces différents langages de programmation possède un nombre important de bloc utilisateur, destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants :

- Bloc d'organisation (OB).
- Bloc fonctionnel (FB).
- Bloc de données d'instance (DB d'instance).
- Blocs de données globales (DB).
- Les fonctions (FC).

Notre projet, contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

Les blocs de code (OB, FC et FB) qui contiennent les programmes, Les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme. (FigureIII.4).

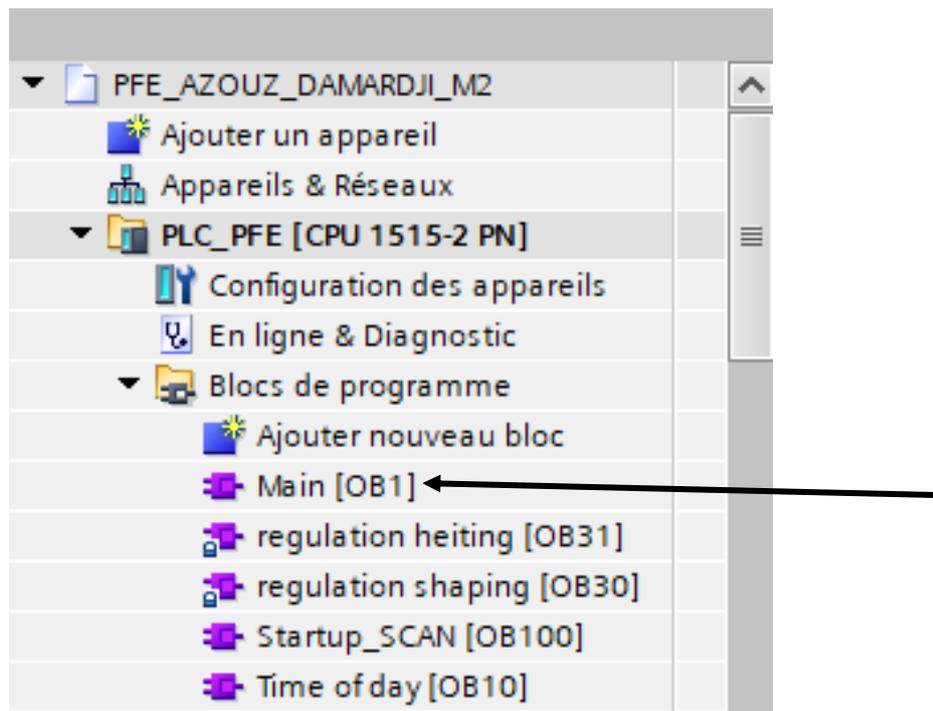


FigureIII.4 : Les OB, FC, FB et DB utilisés en programmation.

II.2.1. Bloc d'organisation (OB) :

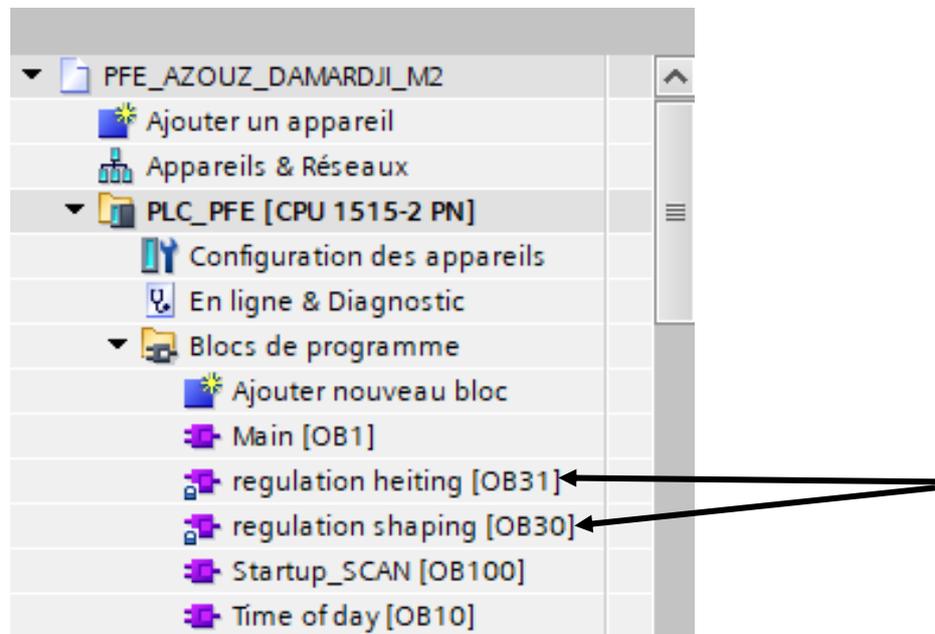
On a utilisé le bloc d'organisation OB1 qui est appelé par le système d'exploitation, il fait appel aux autres blocs qui constituent le programme, lorsqu'on appelle un bloc fonctionnel dans l'OB1 un bloc de donnée associé sera créé automatiquement. (FigureIII.5).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.5 : Bloc d'organisation (OB1).

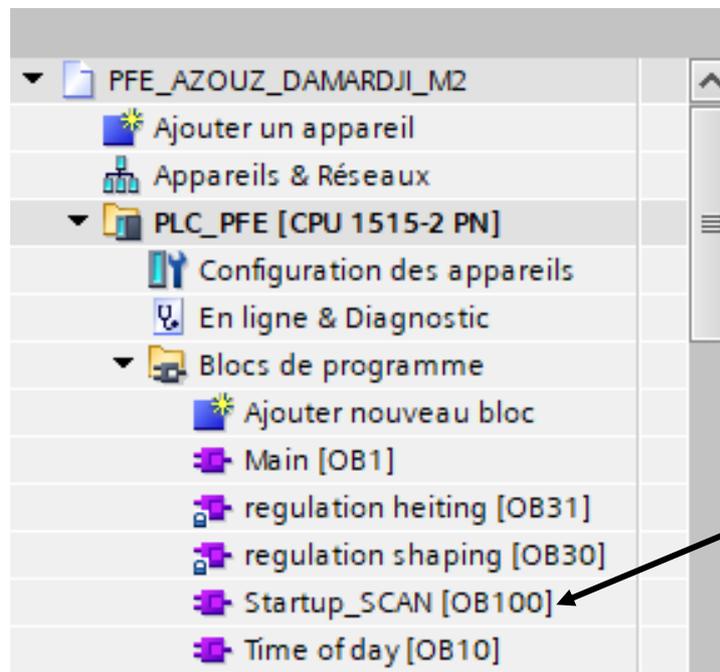
On a utilisé d'autres blocs d'organisations cyclic interrompus (OB30 ET OB31) (FigureIII.6) qui sont appelés par le système d'exploitation, par exemple pour faire la régulation PID, SAFETY.... Sont utilisés lorsqu'il y a une exigence d'exécution cyclique.



FigureIII.6 : OB30 et OB31 utilisés.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

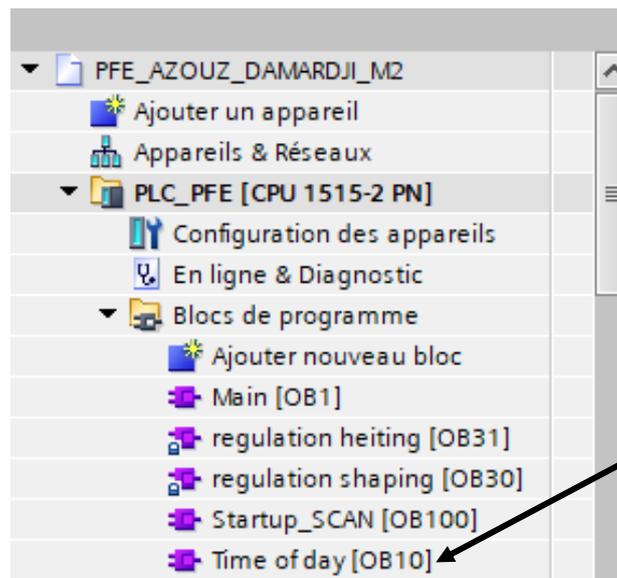
On a utilisé aussi des OB de démarrage (OB100) : ils sont traités une seule fois, lorsque le mode de fonctionnement démarre. (FigureIII.7).



FigureIII.7 : OB100 utilisé.

On a utilisé aussi des OB d'alarme horaire (OB10) (FigureIII.8) : les alarmes horaires sont utilisé pour exécuter un programme donné, on peut alors paramétrer le CPU pour les OB soient traités dans les intervalles suivants : chaque minute, chaque heure, chaque jour, chaque semaine, chaque mois, chaque année, en fin de mois. En fonction de la CPU, l'utilisateur dispose au maximum de huit alarmes horaires différentes.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

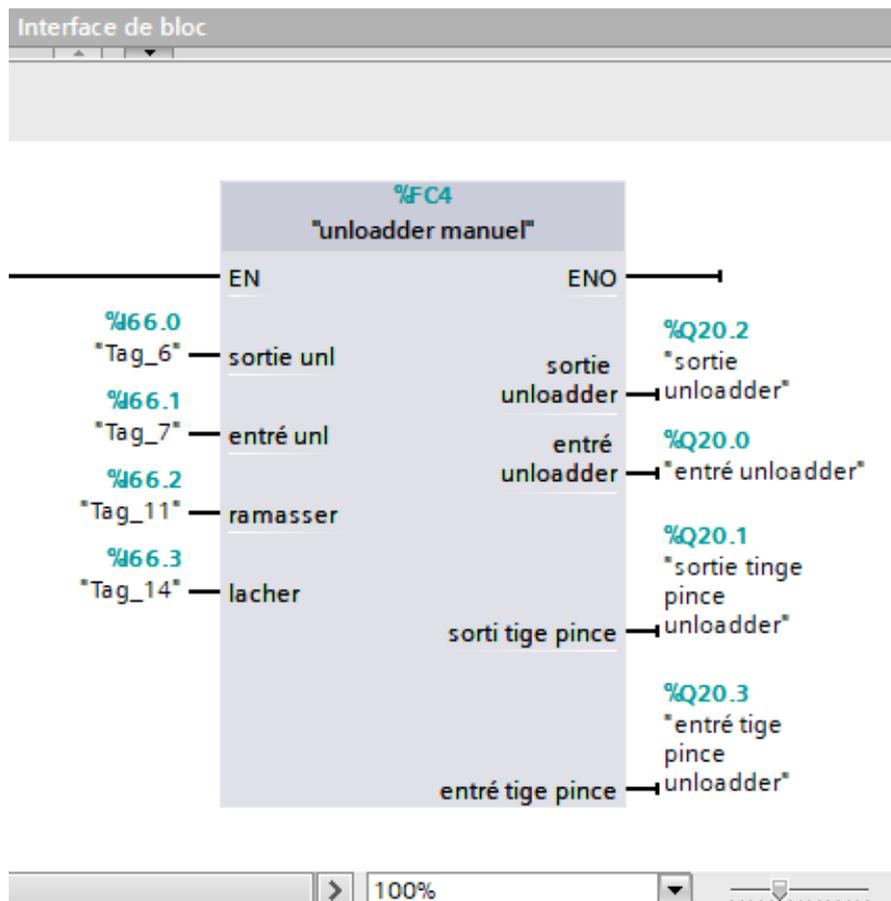


FigureIII.8 : OB10 utilisé.

II.2.2. Fonction (FC) :

La FC contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées. Elle est sans mémoire et sauvegarde ses variables temporaires dans la pile de données locales. Cependant elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données. (FigureIII.9).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

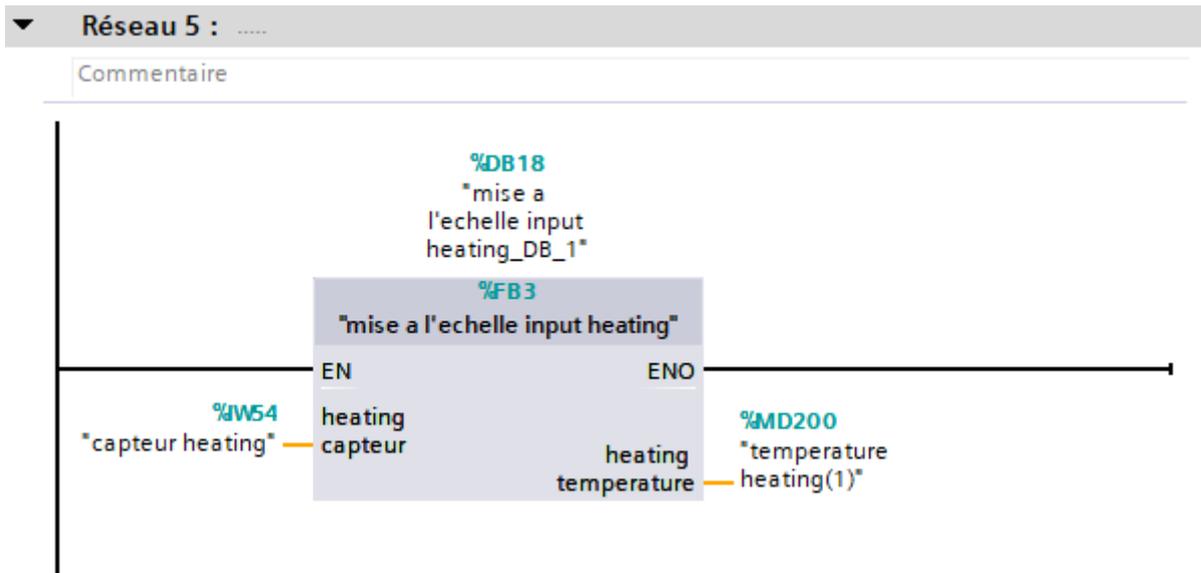


FigureIII.9 : Fonction (FC).

II.2.3. Fonction bloc (FB) :

Les fonctions blocs sont des blocs de programme qui utilise des blocs de données d'instance pour sauvegarder en permanence leurs valeurs pour la possibilité accéder à ces valeurs même après le traitement du bloc. (FigureIII.10).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

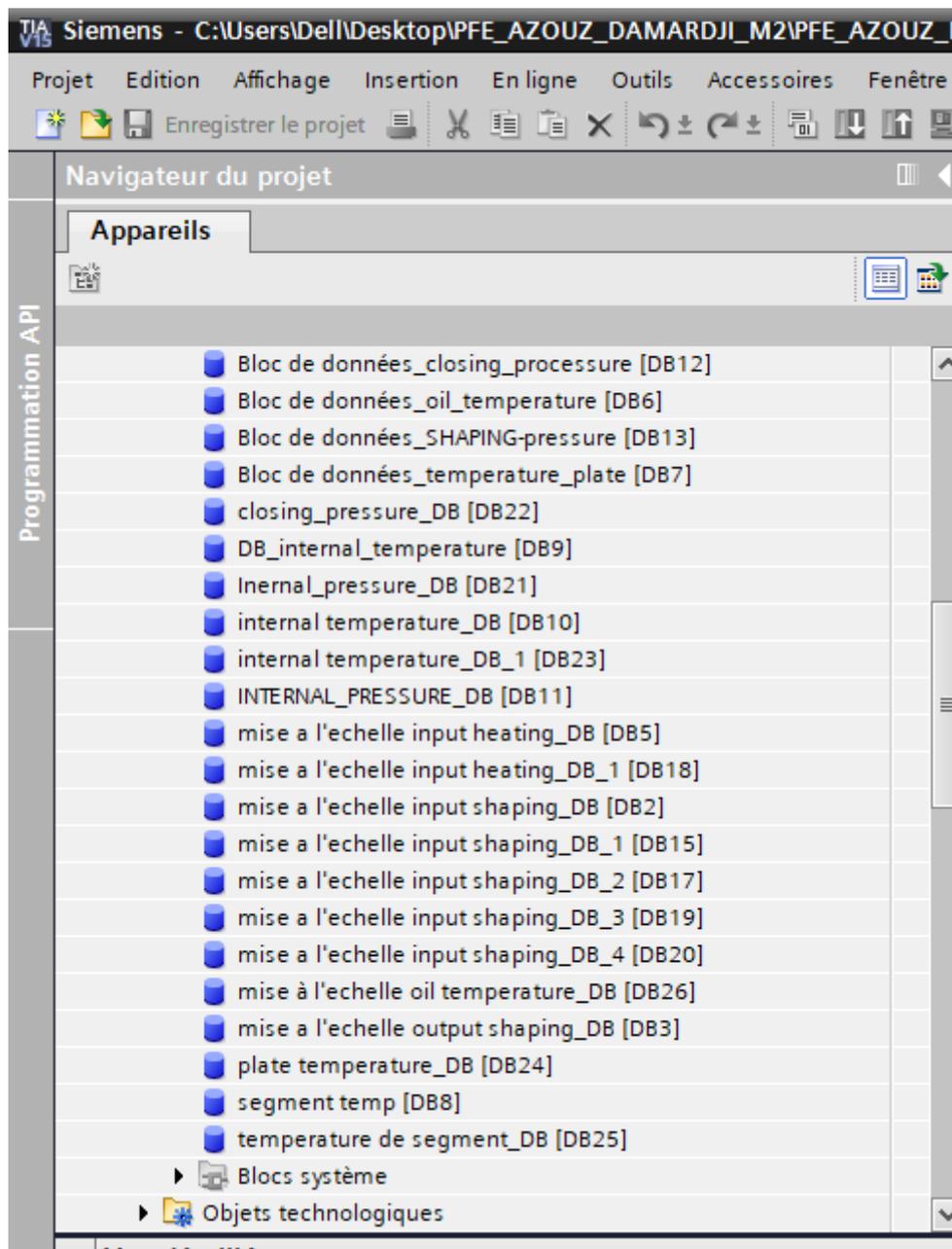


FigureIII.10 : Fonction bloc (FB).

II.2.4. Bloc de données (DB) :

Les blocs de données (FigureIII.11) sont désignés pour sauvegarder les données variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur, les données enregistrées dans ce type peuvent être utilisées par tous les autres blocs.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



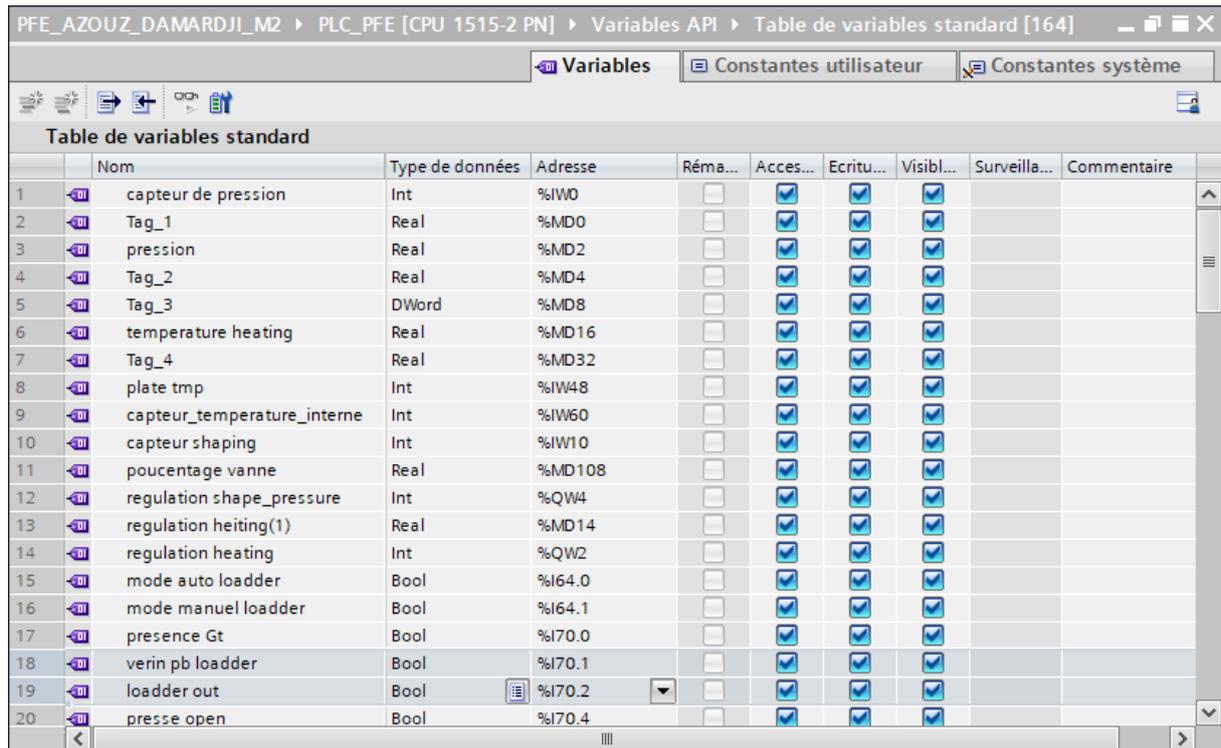
FigureIII.11 : Les blocs de données (DB).

II.3. Table des mnémoniques :

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposée. Il est destiné à rendre le programme lisible et aide donc à gérer facilement le grand nombre de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom qu'on a donné à l'adresse pourra être utilisé directement dans le programme une fois les affectations terminées.

La figure suivante (Figure III.12) illustre une partie de la table de mnémoniques de notre projet.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



The screenshot shows a software window titled 'Table de variables standard [164]'. It contains a table with the following columns: 'Nom', 'Type de données', 'Adresse', 'Réma...', 'Acces...', 'Ecritu...', 'Visibl...', 'Surveilla...', and 'Commentaire'. The table lists 20 variables, each with a corresponding data type and address. The 'Réma...' column contains checkboxes, while the other control columns contain blue checkmarks.

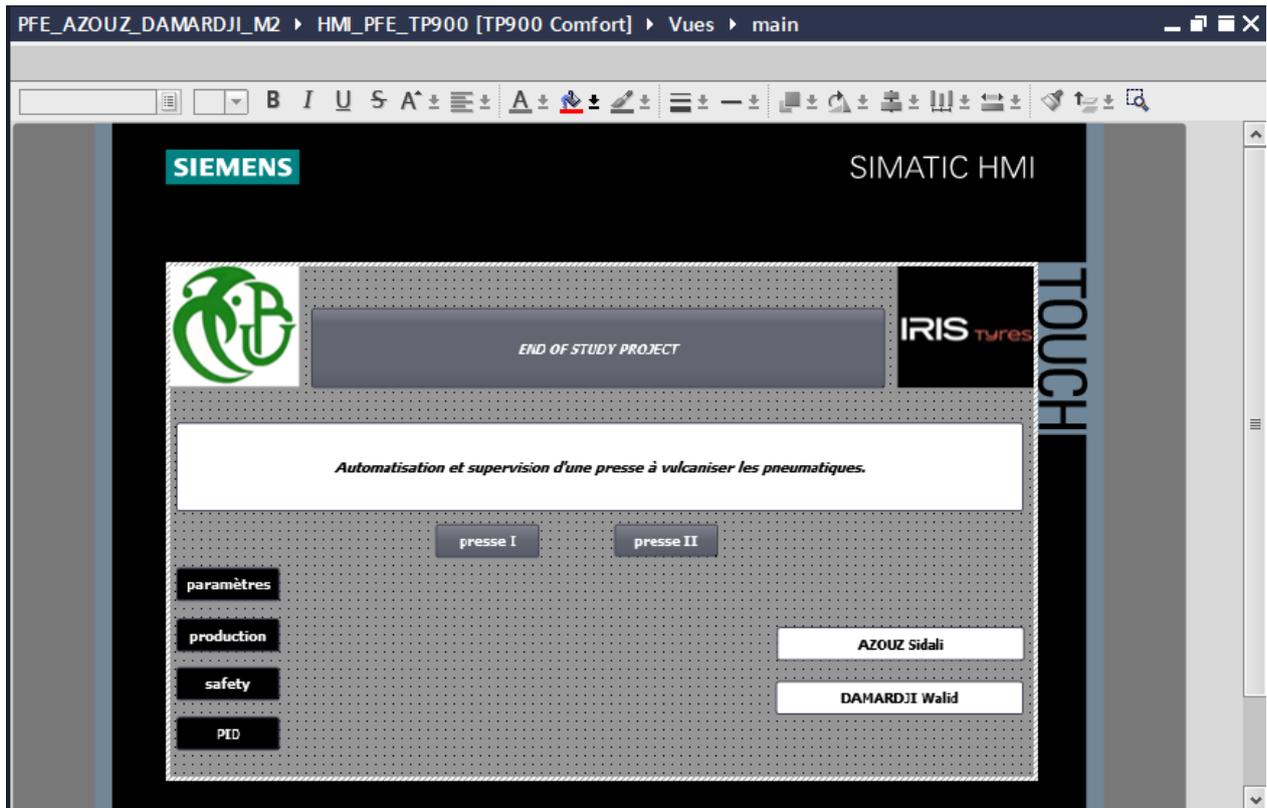
	Nom	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Surveilla...	Commentaire
1	capteur de pression	Int	%IW0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
2	Tag_1	Real	%MD0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	pression	Real	%MD2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	Tag_2	Real	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Tag_3	DWord	%MD8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	temperature heating	Real	%MD16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	Tag_4	Real	%MD32	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	plate tmp	Int	%IW48	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	capteur_temperature_interne	Int	%IW60	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	capteur shaping	Int	%IW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	poucentage vanne	Real	%MD108	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	regulation shape_pressure	Int	%QW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	regulation heating(1)	Real	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	regulation heating	Int	%QW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
15	mode auto loader	Bool	%I64.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
16	mode manuel loader	Bool	%I64.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
17	presence Gt	Bool	%I70.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
18	verin pb loader	Bool	%I70.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
19	loader out	Bool	%I70.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
20	presse open	Bool	%I70.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

FigureIII.12 : Table des mnémoniques.

II.4. La supervision :

Une interface homme machine (HMI) permet à l'opérateur de contrôler le processus et sa supervision.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.13 : Vue IHM.

III. Présentation de la partie opérative :

La partie opérative est constituée d'un chargeur pour mettre les pneus à l'intérieur de la presse, un déchargeur pour sortir les pneus de l'intérieur de la presse, un convoyeur qui assure le transport de pneu final vers un convoyeur principal pour le transporter vers le département A et la partie cuisson qui souffre de plusieurs problèmes de pression et de température..., on peut diviser la partie opérative en trois parties majeures :

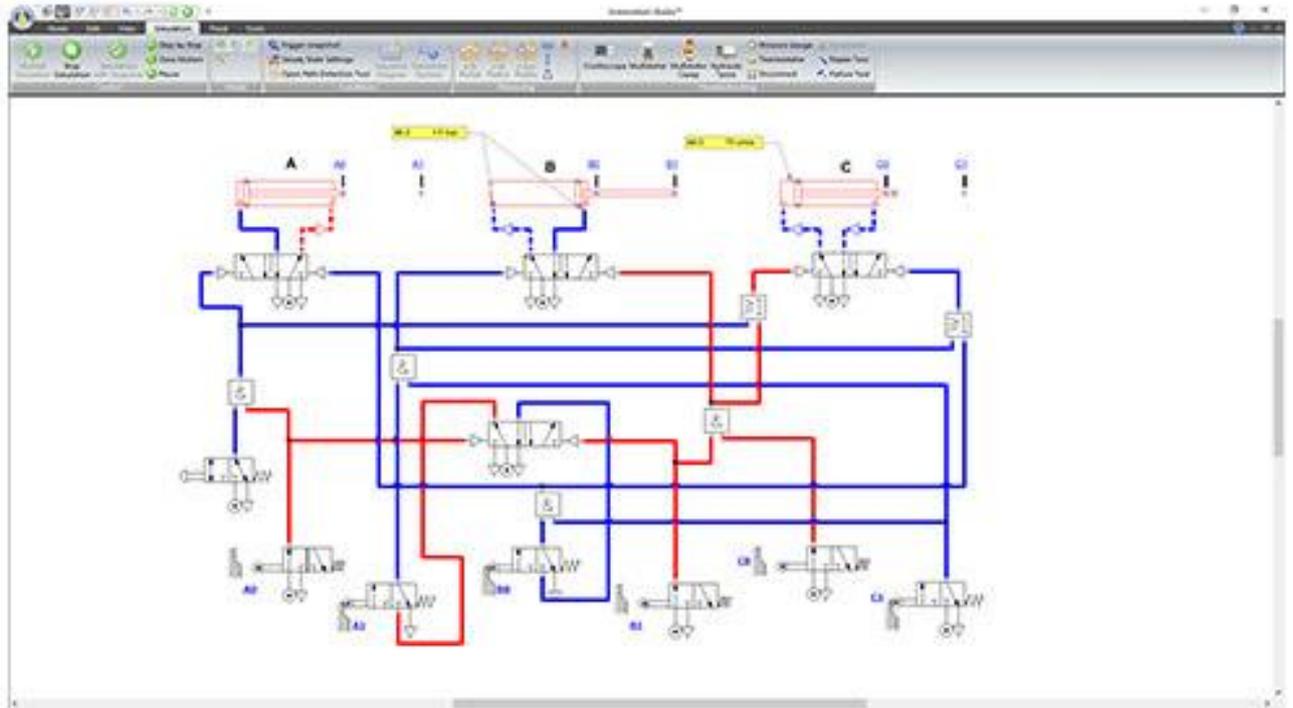
- Partie chargeur (loader).
- Partie déchargeur (un loader).
- Partie presse.

III.1. Partie chargeur :

Dans la partie chargeur (FigureIII.14) nous constatons que les vérins qui sont les principaux actionneurs dans cette partie, et nous trouvons cette importance dans le chargement et l'insertion dans la presse, elle contient de trois vérins double effet, deux vérins pneumatiques pour charger le pneu et l'autre pour entrer le chargeur dans la presse, et le troisième vérin pour le déplacement de chargeur de haut vers les bas ou le sens contraire son fonctionnement est en deux modes :

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

1. Mode automatique.
2. Mode manuel.

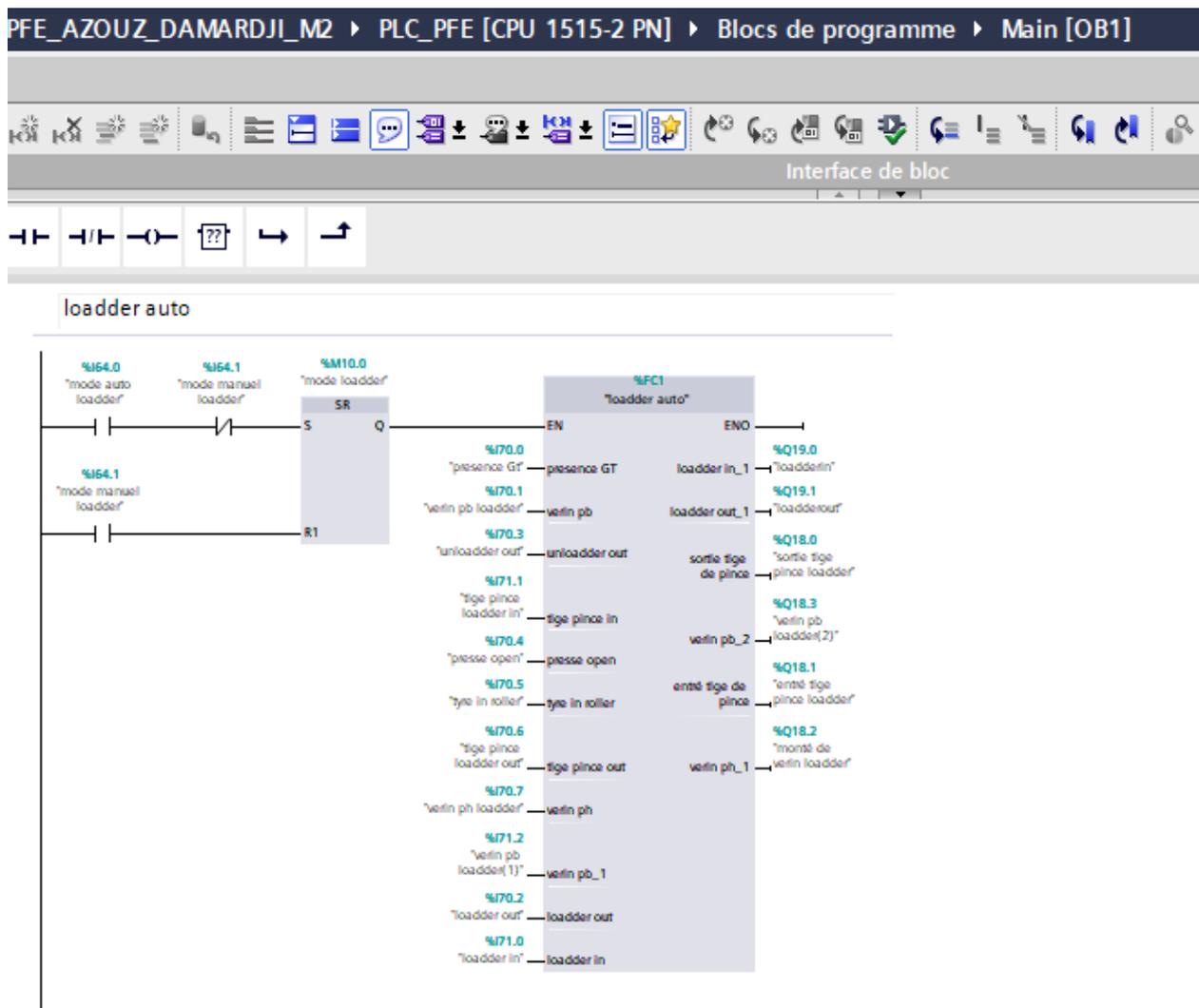


FigureIII.14 : Schéma pneumatique de chargeur.

III.1.1. Chargeur mode automatique :

Lorsque ce mode est sélectionné, il suffit de faire tourner sur le sélecteur « *chargeur mode automatique/manuel* » situé au niveau de la seconde armoire « *key board* » vers le mode automatique. La (FigureIII.15) présente le bloc d'appels de la fonction responsable sur le fonctionnement du chargeur en mode automatique.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

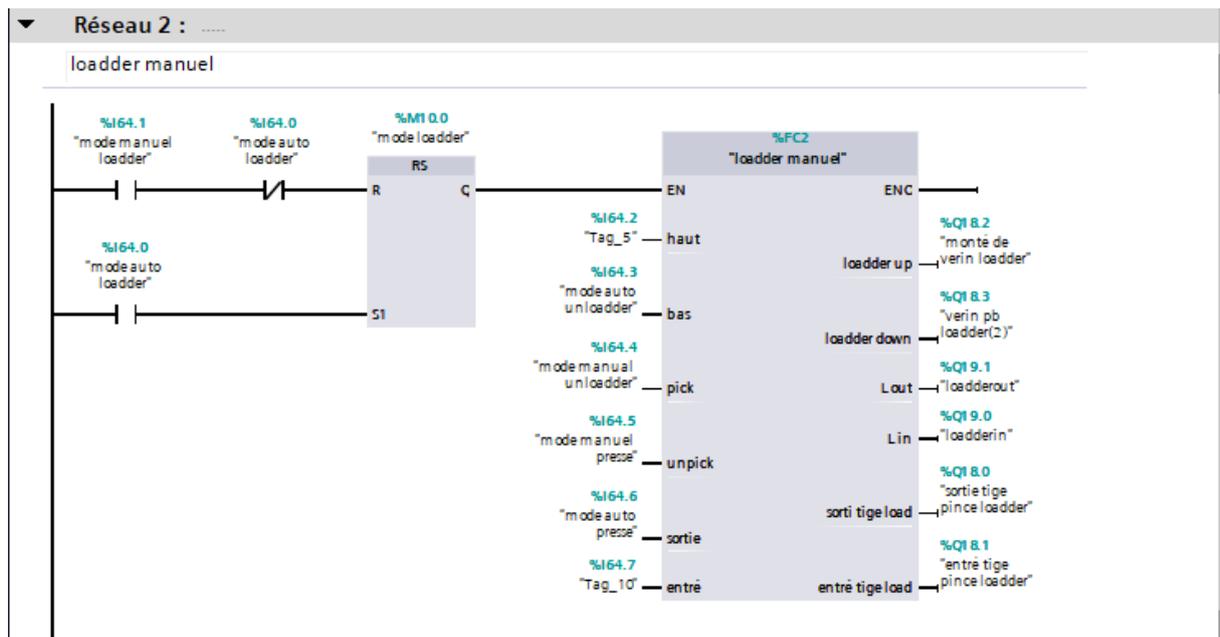


FigureIII.15 : Main (OB1) chargeur mode automatique.

III.1.2. Chargeur mode manuel :

Une fois le mode manuel est sélectionné, seul l'opérateur peut commander le chargeur manuellement en tournant sur le sélecteur « *chargeur mode automatique/manuel* » vers le mode manuel et pour porter le pneu est commander par un autre sélecteur « *pick/unpick* » l'opérateur doit maintenir son doigt pour que le vérin tien le pneu et le mettre au niveau de la presse avec un autre sélecteur « *load/unload* ». Dans la (FigureIII.16) nous présentons le bloc d'appels de la fonction responsable sur le mode manuel du chargeur.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

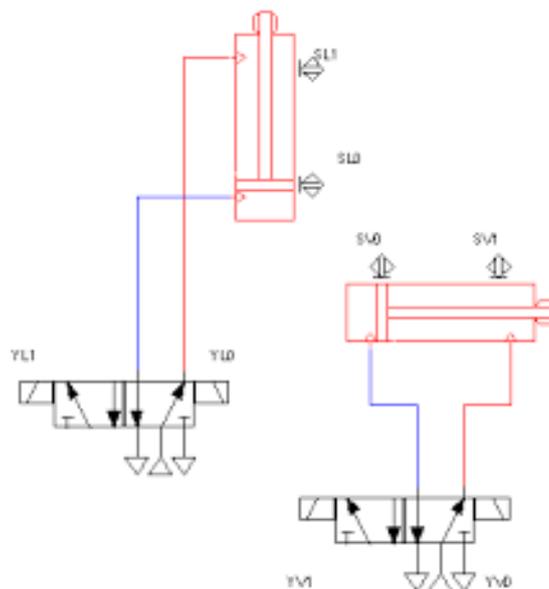


FigureIII.16 : Main (OB1) chargeur mode manuel.

III.2. Partie déchargeur :

Dans cette partie nous constatons aussi que les vérins sont les principaux actionneurs dans le déchargeur. Cette partie contient deux vérins pneumatiques, un pour prendre le pneu et l'autre pour sortir le pneu de la presse. (FigureIII.17). Son fonctionnement est en deux modes aussi :

1. Mode automatique.
2. Mode manuel.

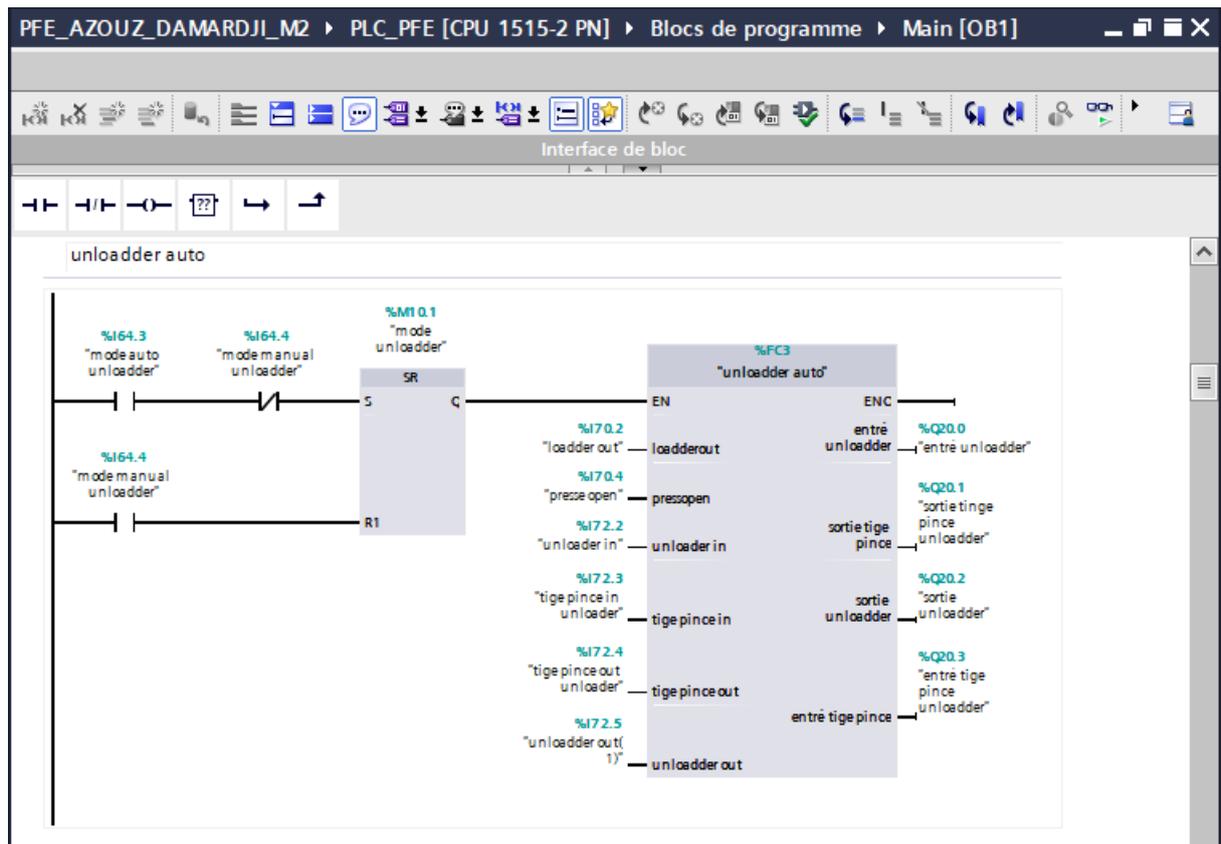


FigureIII.17 : Schéma de déchargeur.

III.2.1. Déchargeur mode automatique :

Pour lancer ce mode, l'opérateur devra sélectionner le mode de marche du chargeur en mode automatique, et pour le stopper il suffit sélectionner le mode manuel.

Une fois ce mode est activé, le programme fait appels à une fonction (FigureIII.18) qui se charge de gérer le mode de déchargeur.



FigureIII.18 : Main (OB1) déchargeur mode automatique.

III.2.2. Déchargeur mode manuel :

Une fois le mode manuel est sélectionné, seul l'opérateur peut commander le chargeur manuellement en tournant sur le sélecteur « *déchargeur mode automatique/manuel* » vers le mode manuel et pour porter le pneu est commander par un autre sélecteur « *pick/unpick* » l'opérateur doit maintenir son doigt pour que le vérin tien le pneu et le mettre au niveau de convoyeur avec un autre sélecteur « *load/unload* ».

La (FigureIII.19) présente le bloc d'appels de la fonction responsable sur le mode manuel de déchargeur.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

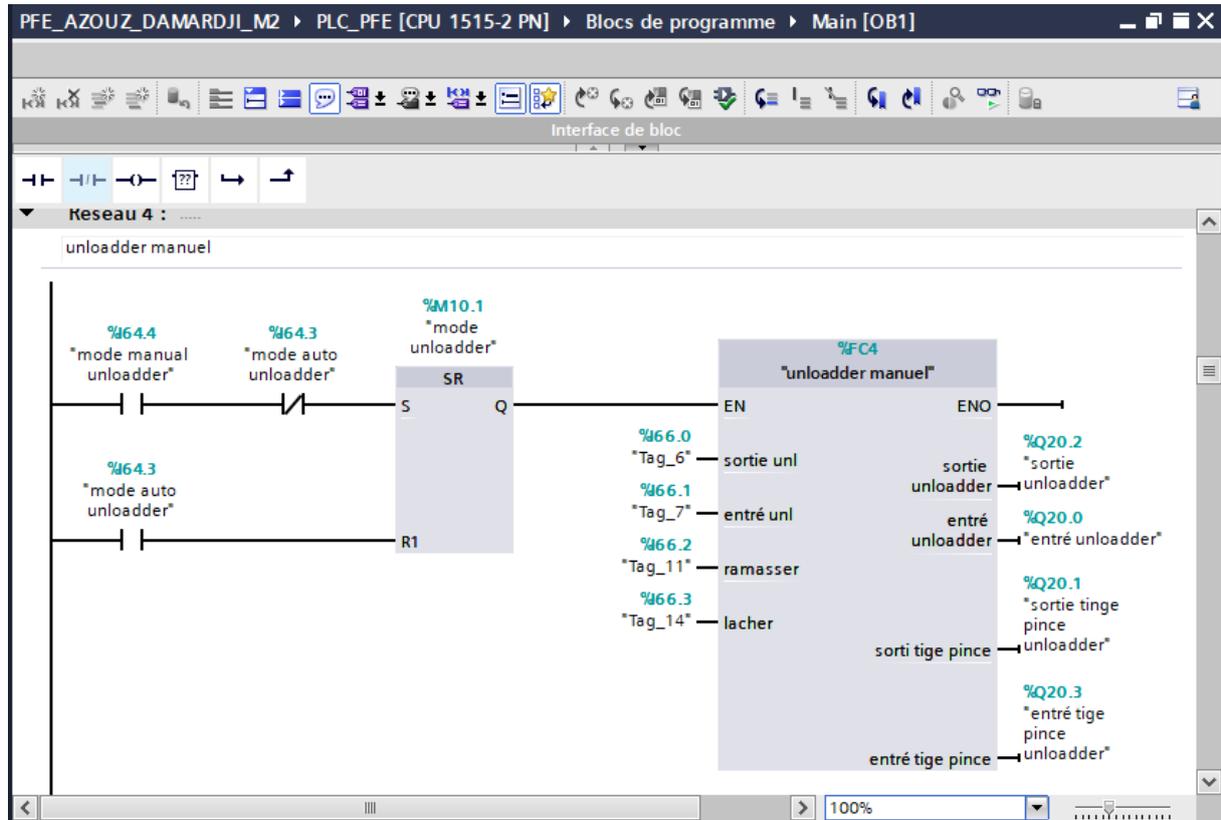
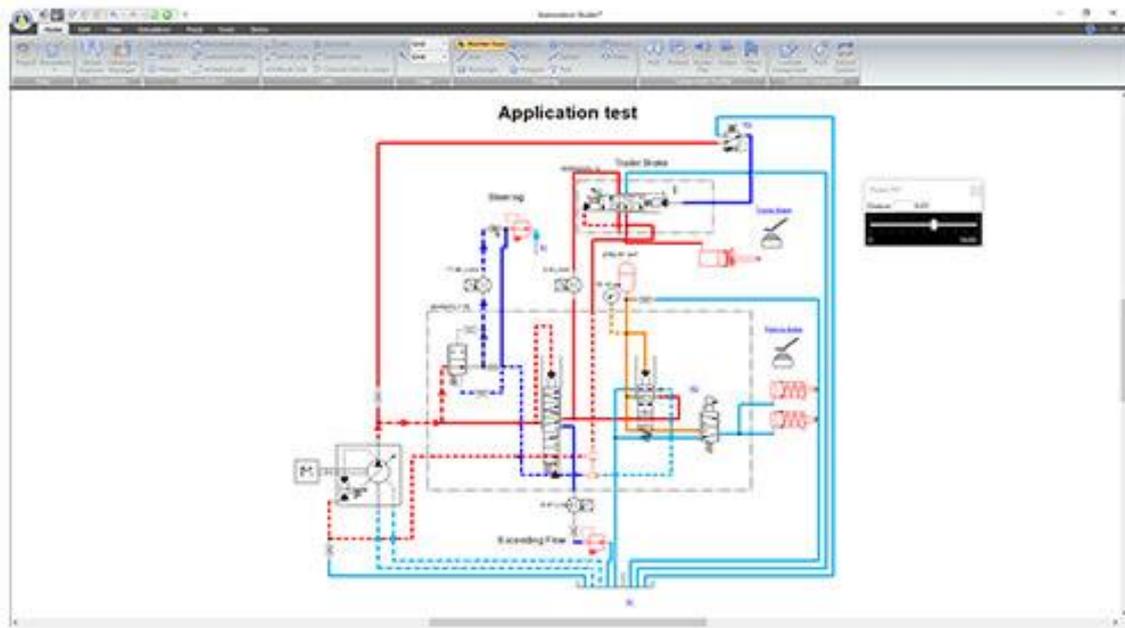


Figure III.19 : Main (OB1) déchargeur mode manuel.

III.3. Partie presse :

La presse travaille d'une manière similaire selon deux modes, pour pouvoir les contrôler, le superviseur devra d'abord sélectionner le mode de marche. (Figure III.20).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

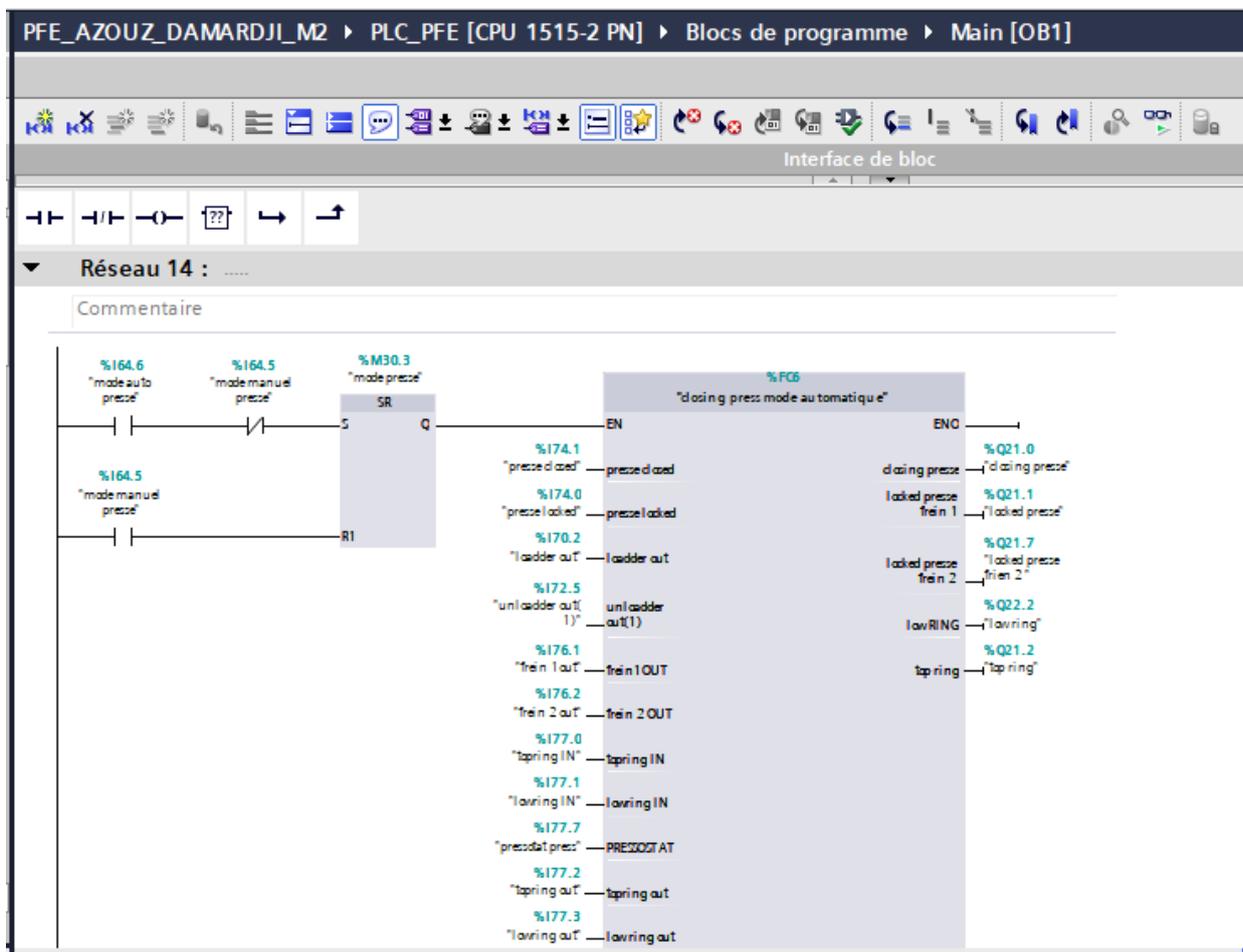


FigureIII.20 : Schéma hydraulique de la presse.

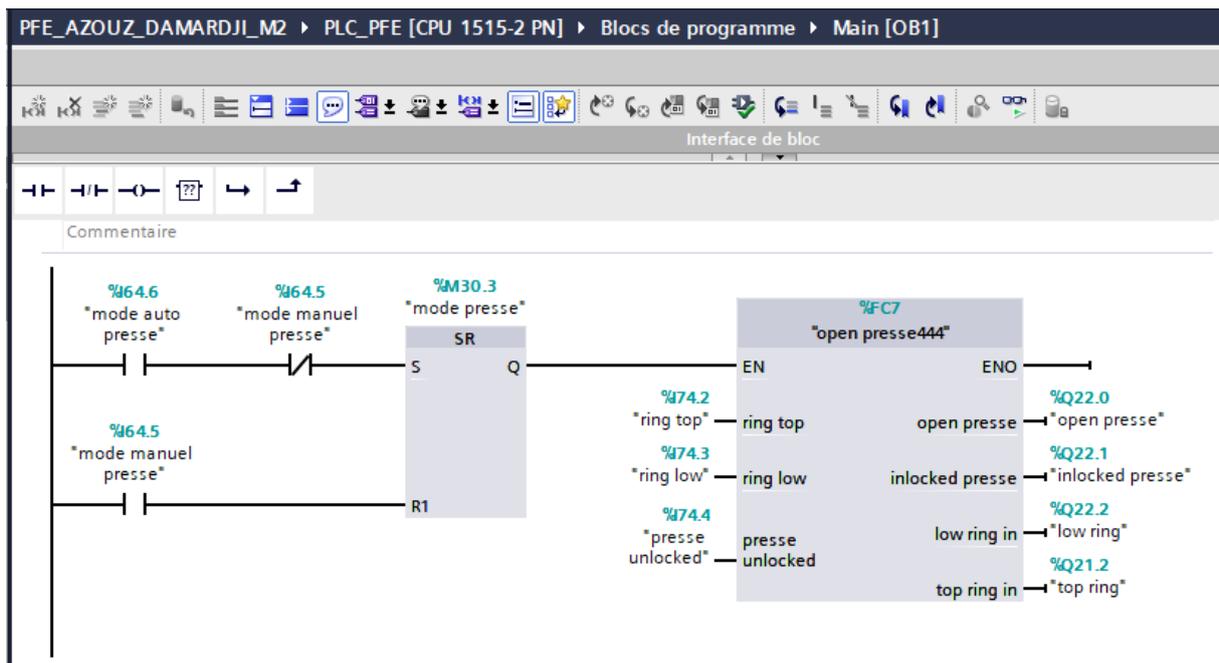
III.3.1. Presse commande automatique :

Une fois le mode automatique est sélectionné, le programme fait appels aux fonctions (FigureIII.21) pour la fermeture de la presse, (FigureIII.22) pour l'ouverture de la presse, qui se chargent de gérer le mode automatique de la presse.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.21 : Main (OB1) presse mode automatique ‘fermeture’.



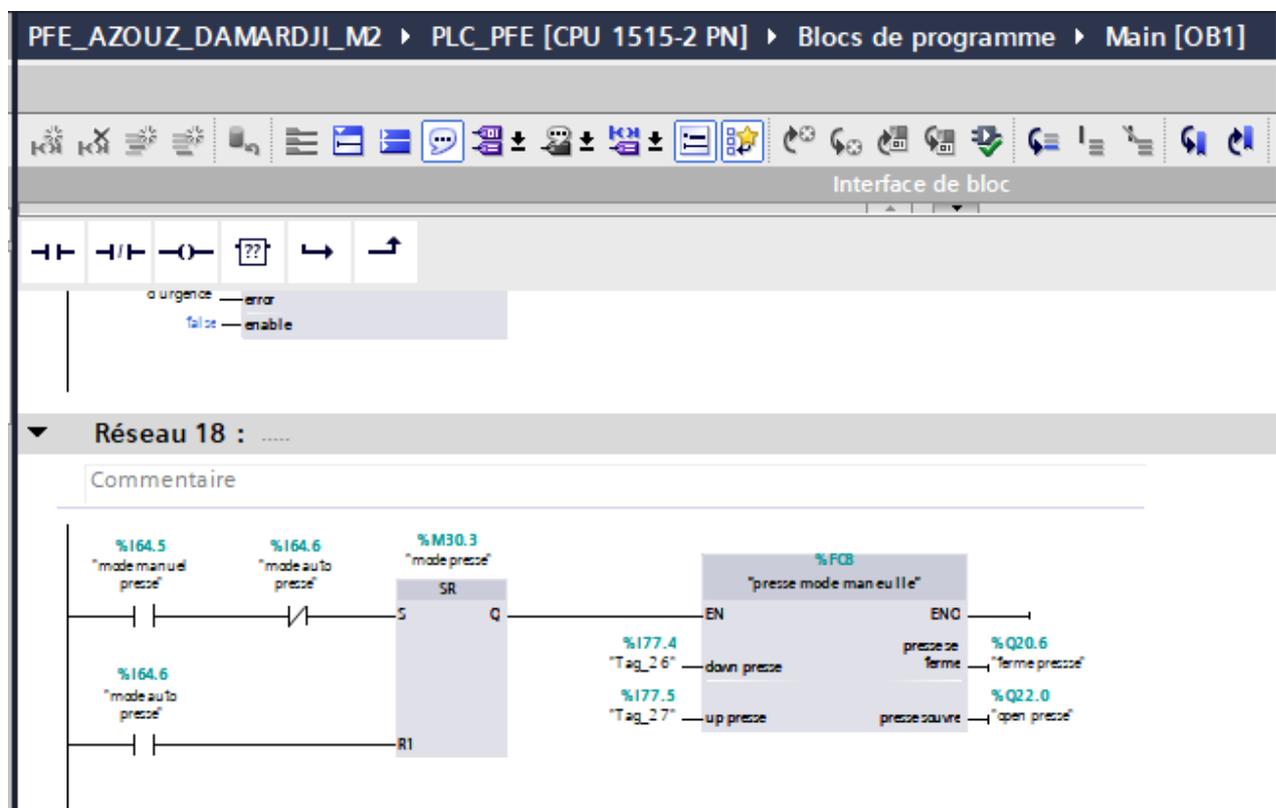
FigureIII.22 : Main (OB1) presse mode automatique ‘ouverture’.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

III.3.1. Presse commande manuel :

Une fois le mode manuel est sélectionné, seul l'opérateur peut commander la presse manuellement en tournant sur le sélecteur « *presse mode automatique/manuel* » vers le mode manuel et pour l'ouverture de la presse est commander par un autre sélecteur « *ouverture/fermeture* » l'opérateur doit maintenir son doigt pour que la presse s'ouvre complètement.

La (FigureIII.23) présente le bloc d'appels de la fonction responsable sur le mode manuel de la presse.



FigureIII.23 : Main (OB1) presse mode manuel.

III.4. Convoyeur :

Le rôle de convoyeur est d'assurer le transport de pneu final vers le convoyeur principal. La (FigureIII.24) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de convoyeur.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



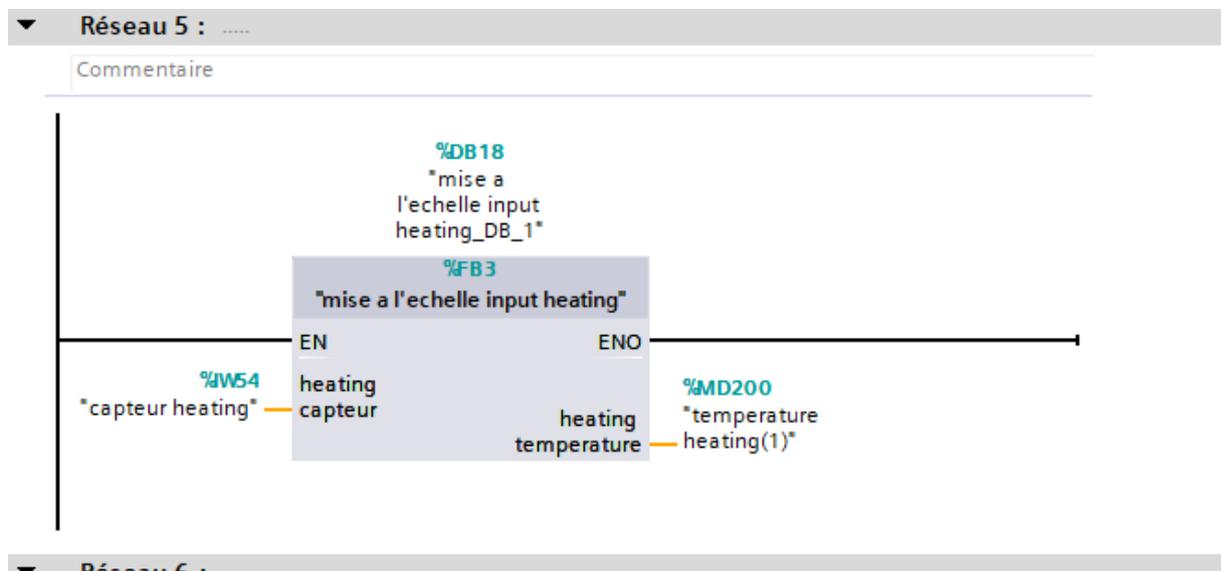
FigureIII.24 : Main (OB1) FB7 convoyeur.

III.5. Températures :

Il existe plusieurs températures à mesurer :

1. Température de chauffage :

C'est la température de chauffage, la (FigureIII.25) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la température de chauffage.

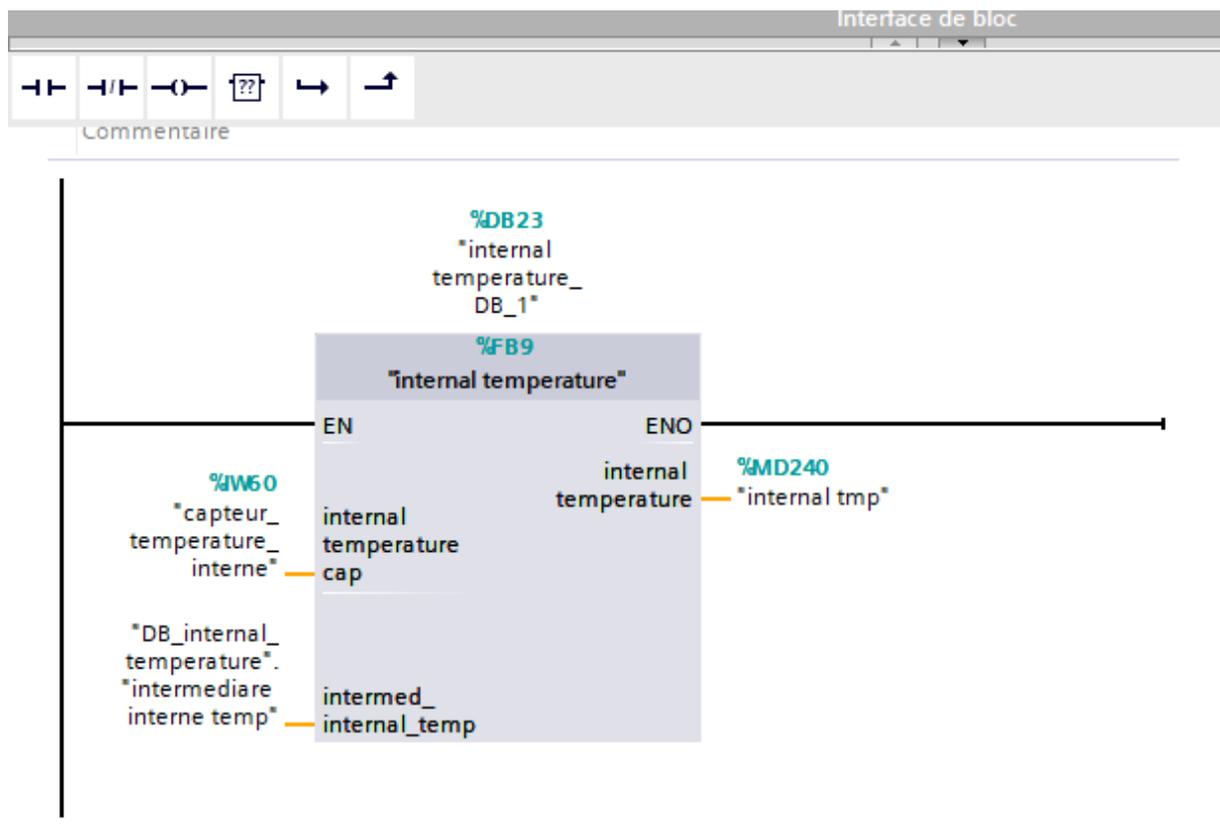


FigureIII.25 : Main (OB1) FB3 mesure de la température de chauffage.

2. Température interne :

C'est la température dans la presse. La (FigureIII.26) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la température interne.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

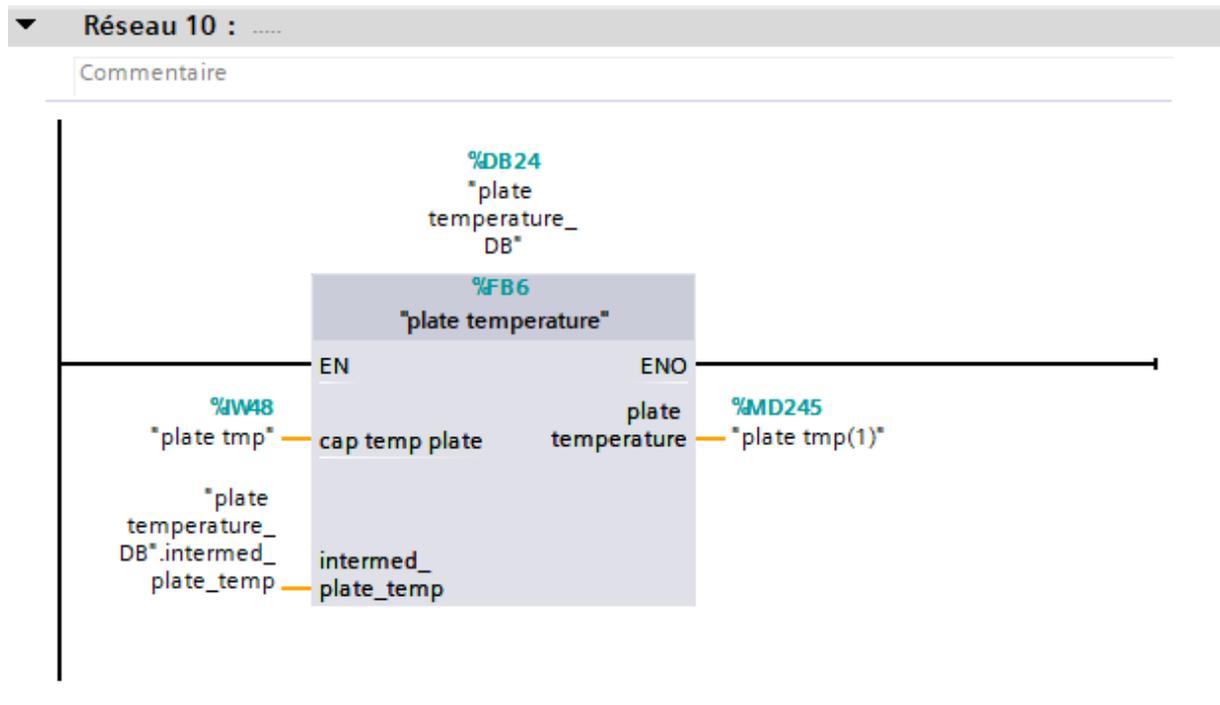


FigureIII.26 : Main (OB1) FB9 mesure de la température interne.

3. Température du plat :

C'est la température du plat. La (FigureIII.27) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la température du plat.

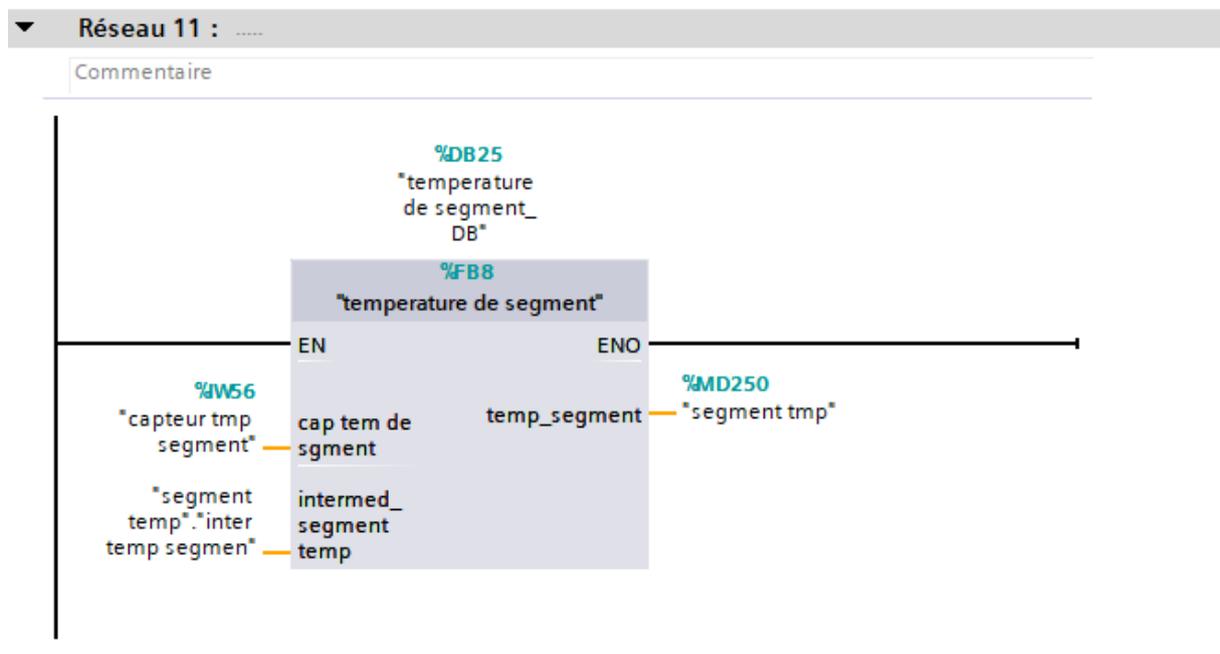
Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.27 : Main (OB1) FB6 mesure de la température du plat.

4. Température de segment :

C'est la température du moule. La (FigureIII.28) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la température de segment.

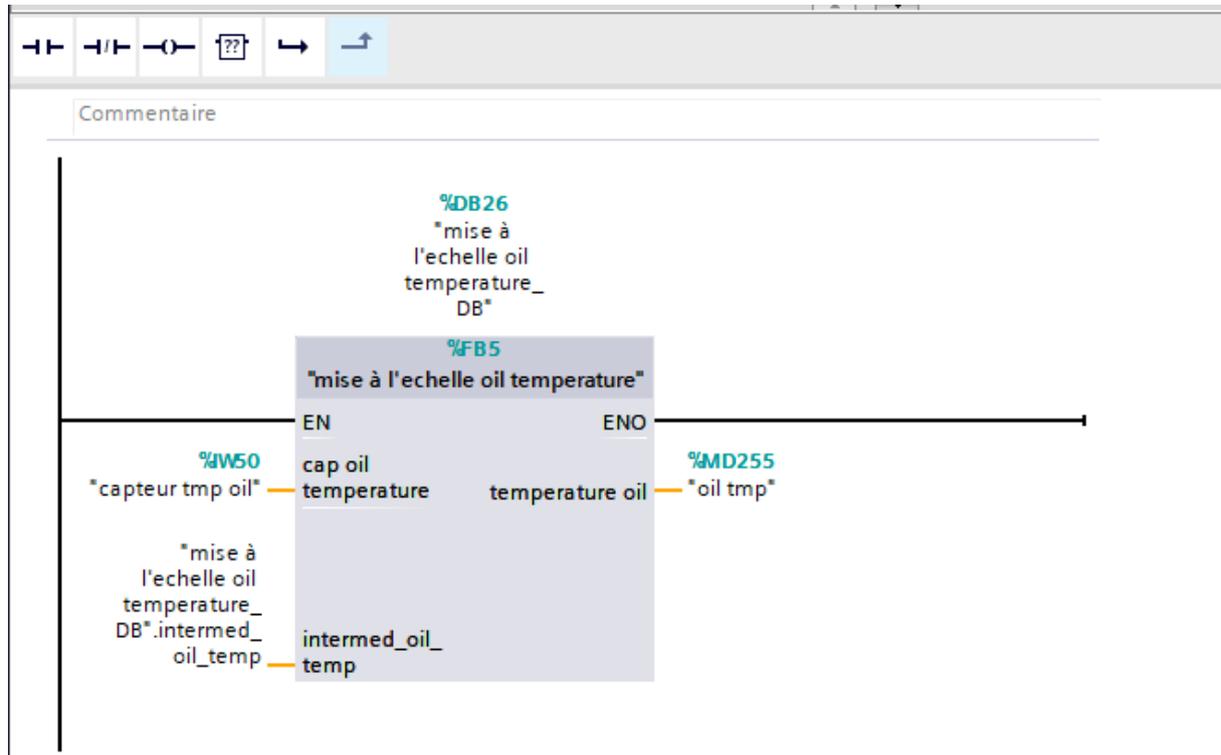


FigureIII.28 : Main (OB1) FB8 mesure de la température de segment.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

5. Température d'huile :

C'est la température dans la station hydraulique. La (FigureIII.29) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la température dans la station hydraulique.



FigureIII.29 : Main (OB1) FB6 mesure de la température dans la station hydraulique.

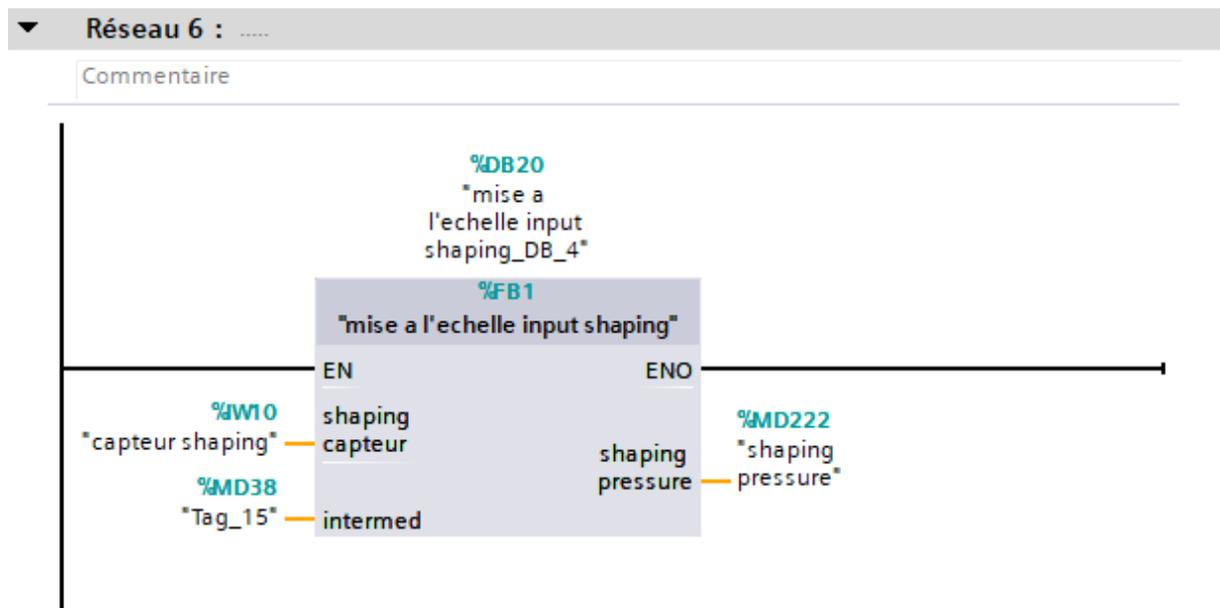
III.6. Pressions :

Il existe plusieurs pressions à mesurer :

1. La pression de shaping :

C'est la pression de façonner le pneu. La (FigureIII.30) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la pression de shaping.

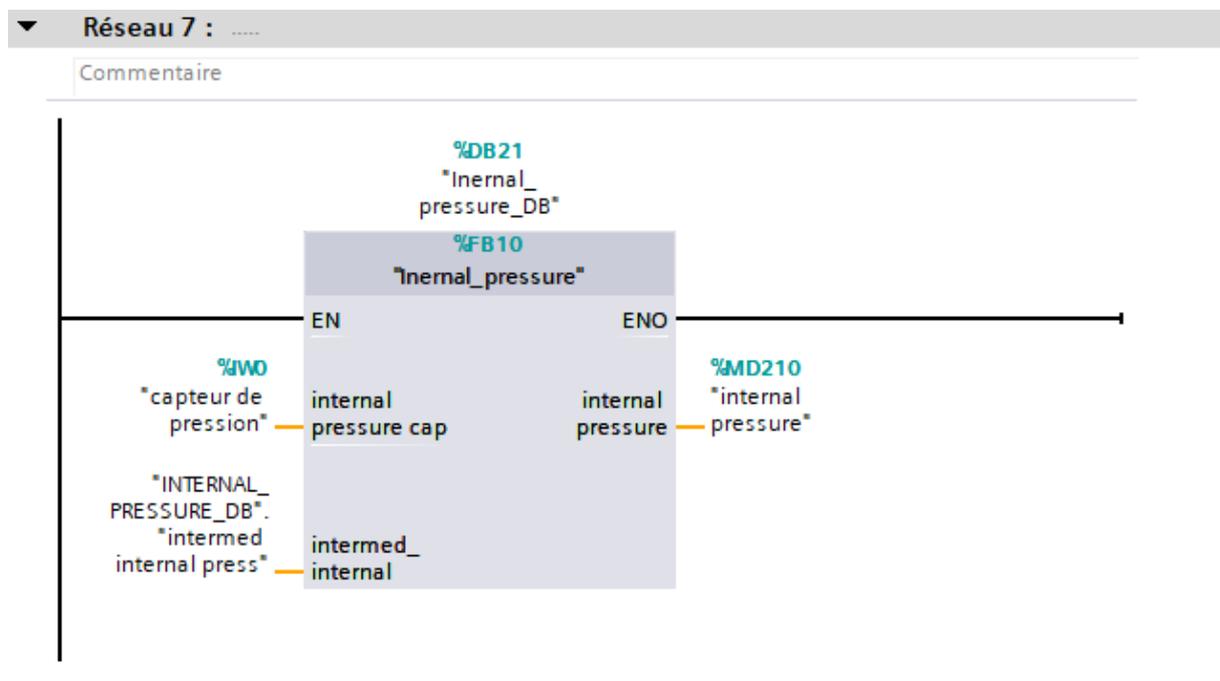
Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.30 : Main (OB1) FB1 mesure de la pression de shaping.

2. La pression interne :

C'est la pression dans la presse. La (FigureIII.31) représente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le programme de la mesure de la pression interne.

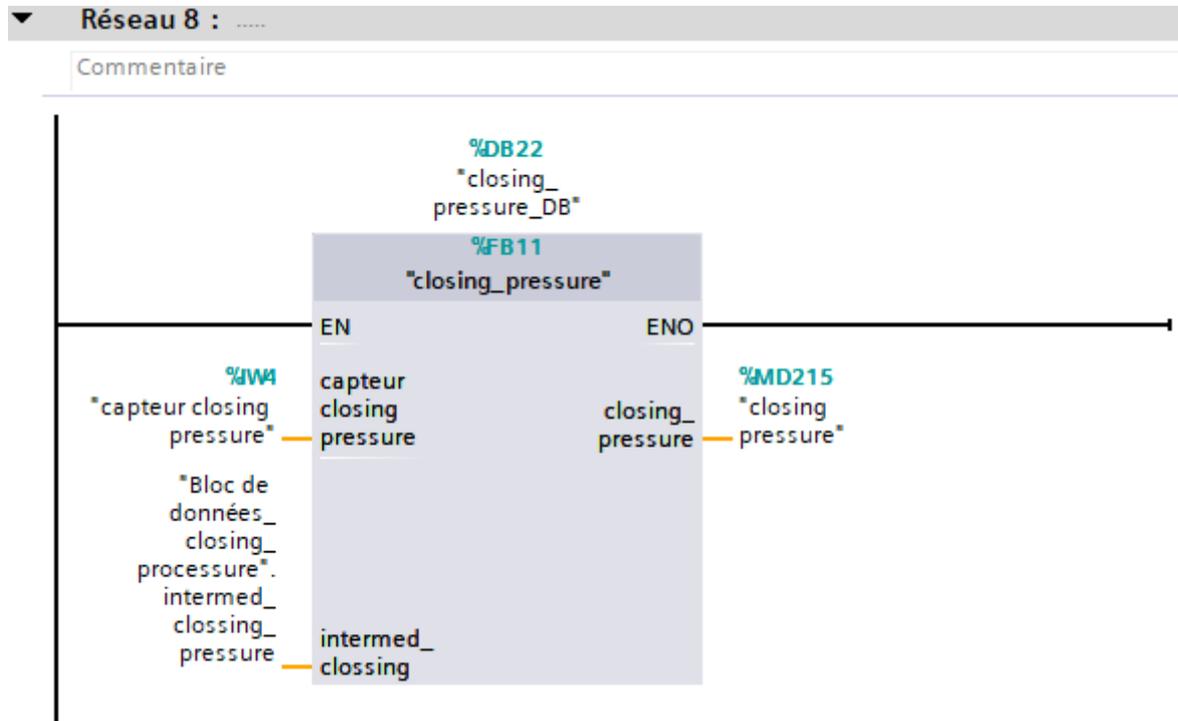


FigureIII.31 : Main (OB1) FB10 mesure de la pression interne.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

3. La pression de fermeture :

C'est la pression hydraulique de fermeture de la presse. Dans la (FigureIII.32) nous présentons le block d'appels de la fonction block responsable sur la mesure de la pression de fermeture.

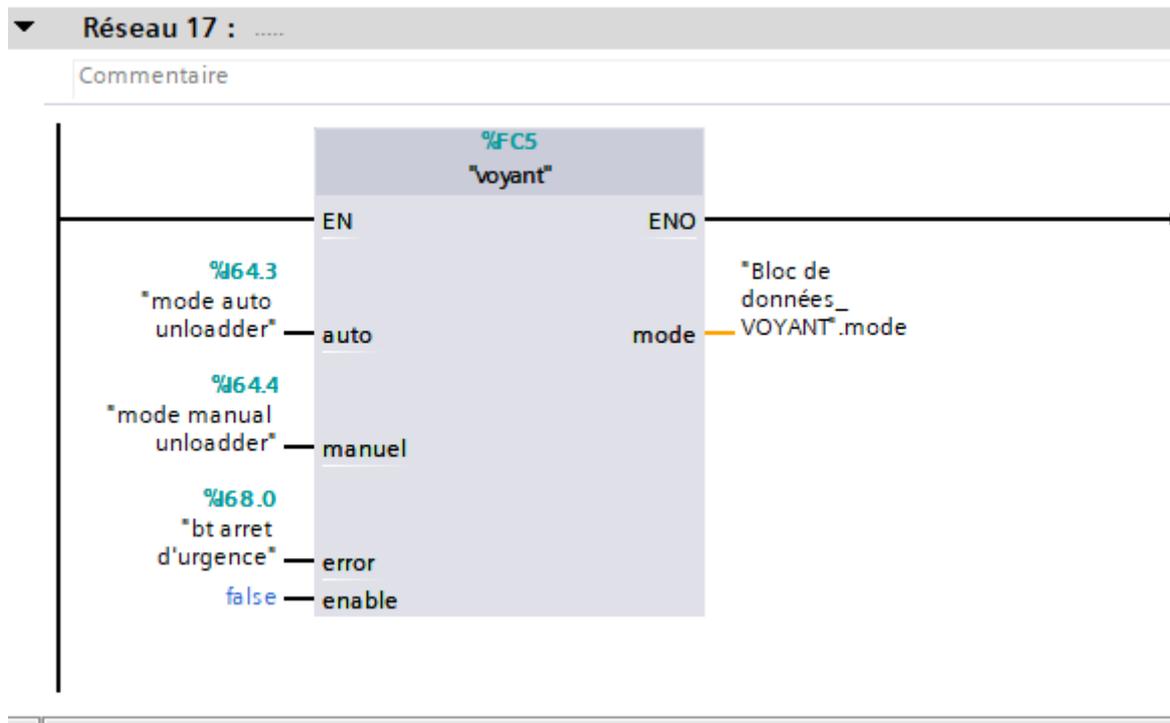


FigureIII.32 : Main (OB1) FB11 mesure de la pression de fermeture.

III.7. Voyants :

Fonction pour la signalisation. (FigureIII.33).

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.33 : Main (OB1) FC5 voyant.

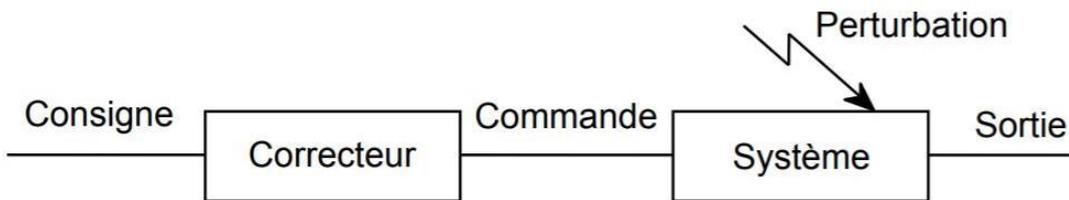
III.8. Régulation PID :

Un contrôleur proportionnel – intégral – dérivé (contrôleur PID) est un mécanisme de boucle de rétroaction (feedback loop), couramment utilisé dans les systèmes de contrôle industriels. Un contrôleur PID calcule en permanence une valeur d'erreur $e(t)$ comme étant la différence entre une consigne désirée $r(t)$ et une variable de processus mesuré $y(t)$, et applique une correction basée sur les termes proportionnel, intégral et dérivé (parfois notée P, I et D) qui donnent leur nom au type de contrôleur.

- **La composante proportionnelle :** l'action proportionnelle applique une correction instantanée pour tout écart entre la mesure et la consigne. L'erreur est multipliée par une constante k_p (pour la rapidité).
- **L'action intégrale :** cette composante apporte une notion de temps d'intégration à la correction en seconde, cette action est complémentaire à l'action proportionnelle, elle permet de stabiliser dans le temps l'action proportionnelle. L'erreur est intégrée sur un intervalle de temps, puis multipliée par une constante k_i .
- **L'action dérivée :** cette composante concerne la compensation de tout dépassement de la consigne. L'erreur est dérivée par rapport au temps, puis multipliée par une constante k_d .

III.8.1. Boucles de régulation :

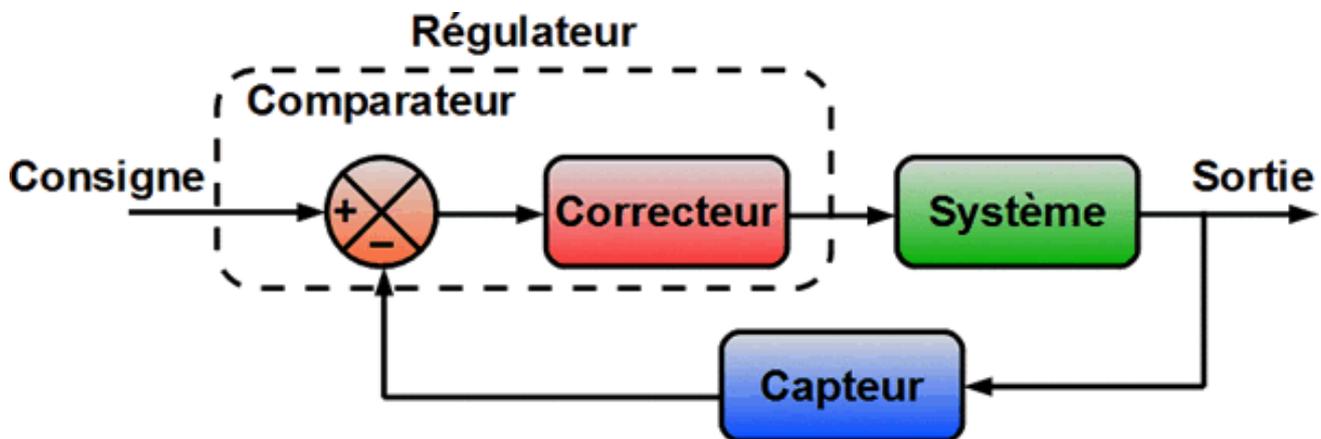
- a) **Boucle ouverte :** La commande en boucle ouverte consiste à ajuster la commande directement à partir de la consigne sans tenir compte de la valeur du signal de sortie. (FigureIII.34).



FigureIII.34 : Schéma bloc en boucle ouverte.

- b) **Boucle fermée :** la commande en boucle fermée est une forme de contrôle d'un système qui intègre la réaction de ce système. (FigureIII.35).

- **Objectifs :**
 - Rendre le système bouclé robuste aux variations du système
 - Rejeter les perturbations.
- **Principe :**
 - Mesurer la sortie pour ajuster la commande par un régulateur.

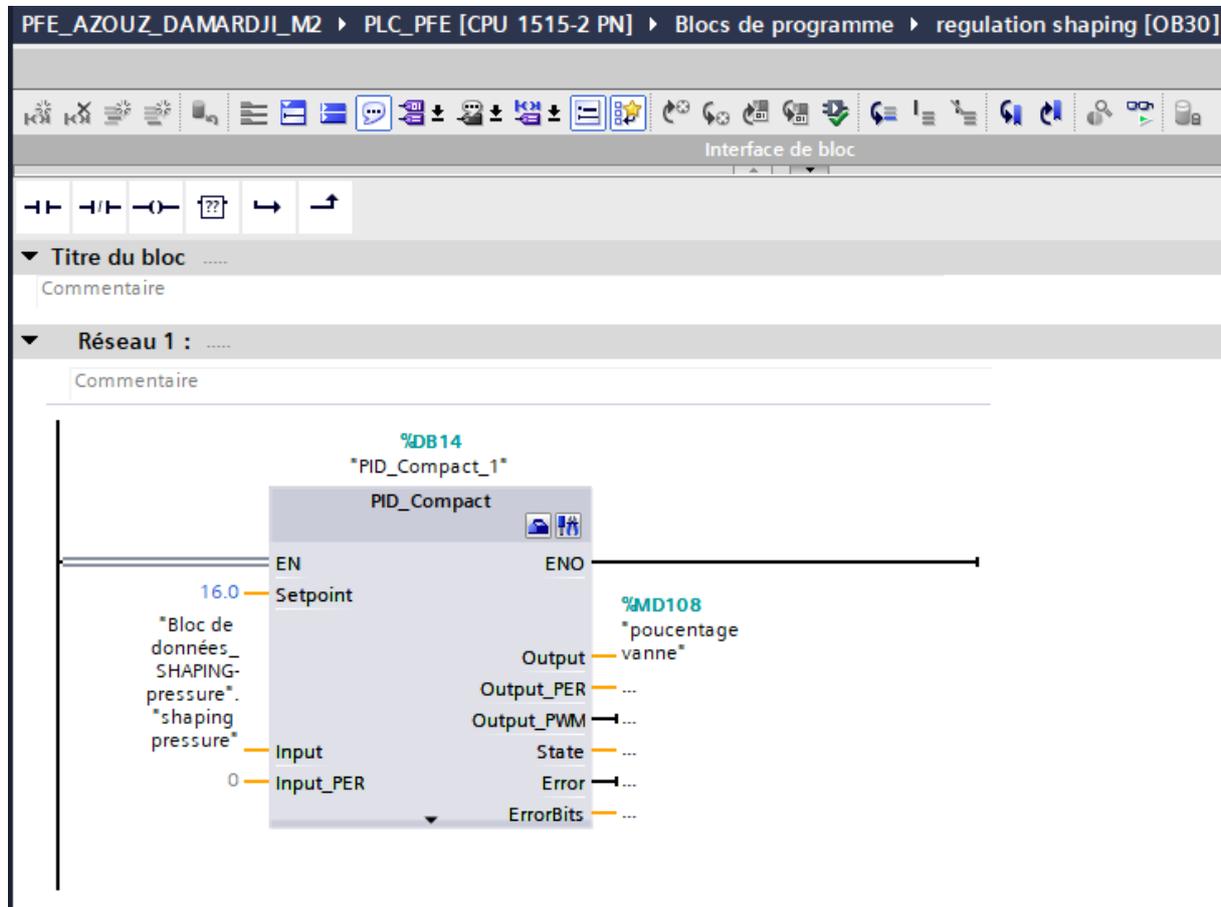


FigureIII.35 : Schéma bloc en boucle fermée.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

III.8.2. Régulation PID pression shaping :

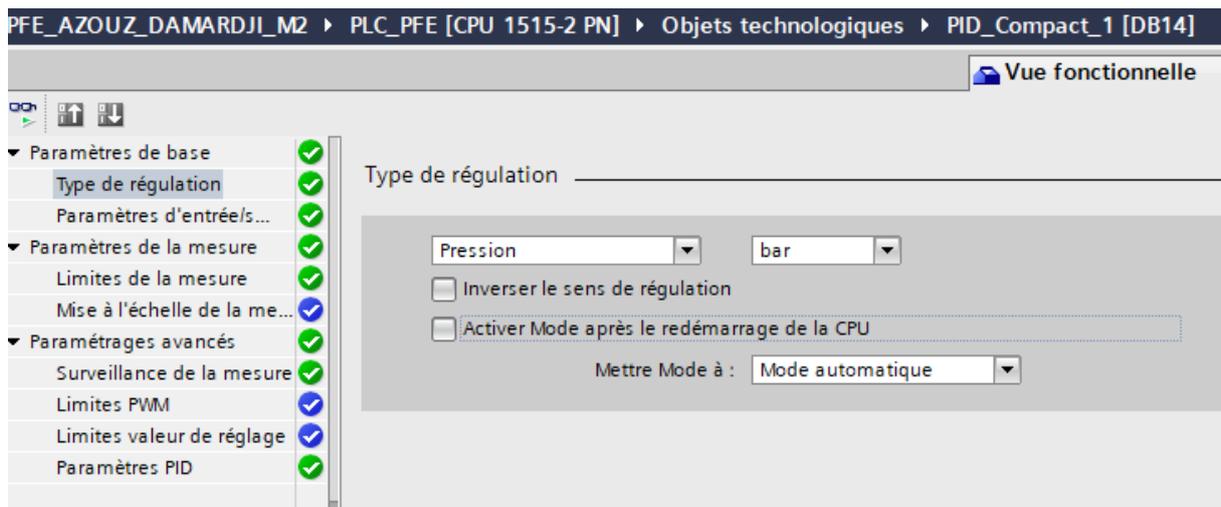
La (FigureIII.36) représente le bloc (OB30) de régulation PID pour la pression shaping.



FigureIII.36 : OB30 le bloc de régulation PID pression shaping.

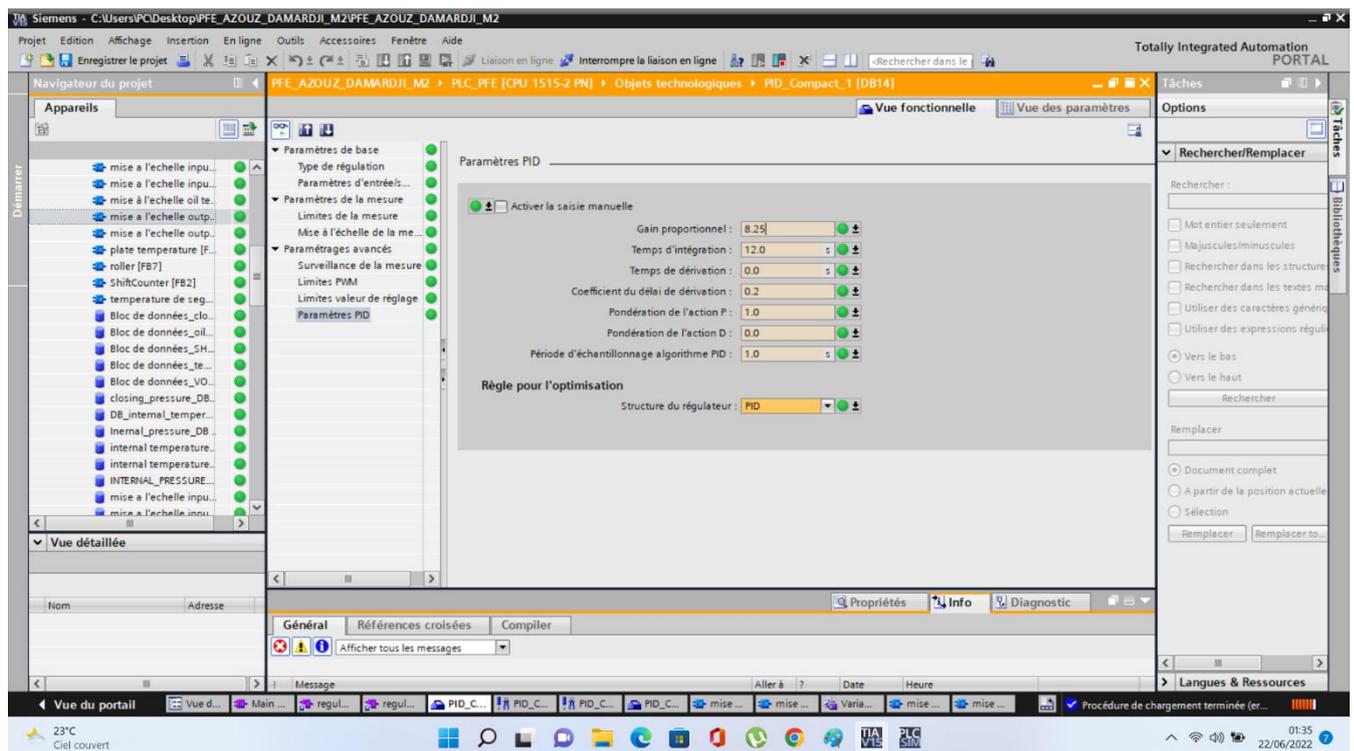
Nous avons choisi la commande P I et pour déterminer les paramètres P, I nous avons choisi la méthode automatique (Optimisation fine), c'est-à-dire l'automate qui détermine les paramètres du correcteur. Les (figureIII.37) et (FigureIII.38) représentent le paramétrage de bloc PID compact.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.37 : Type de régulation.

Dans cette (FigureIII.37) nous avons choisi le type de régulation c'est la régulation de la pression de shaping et l'unité de calcul c'est Bar.

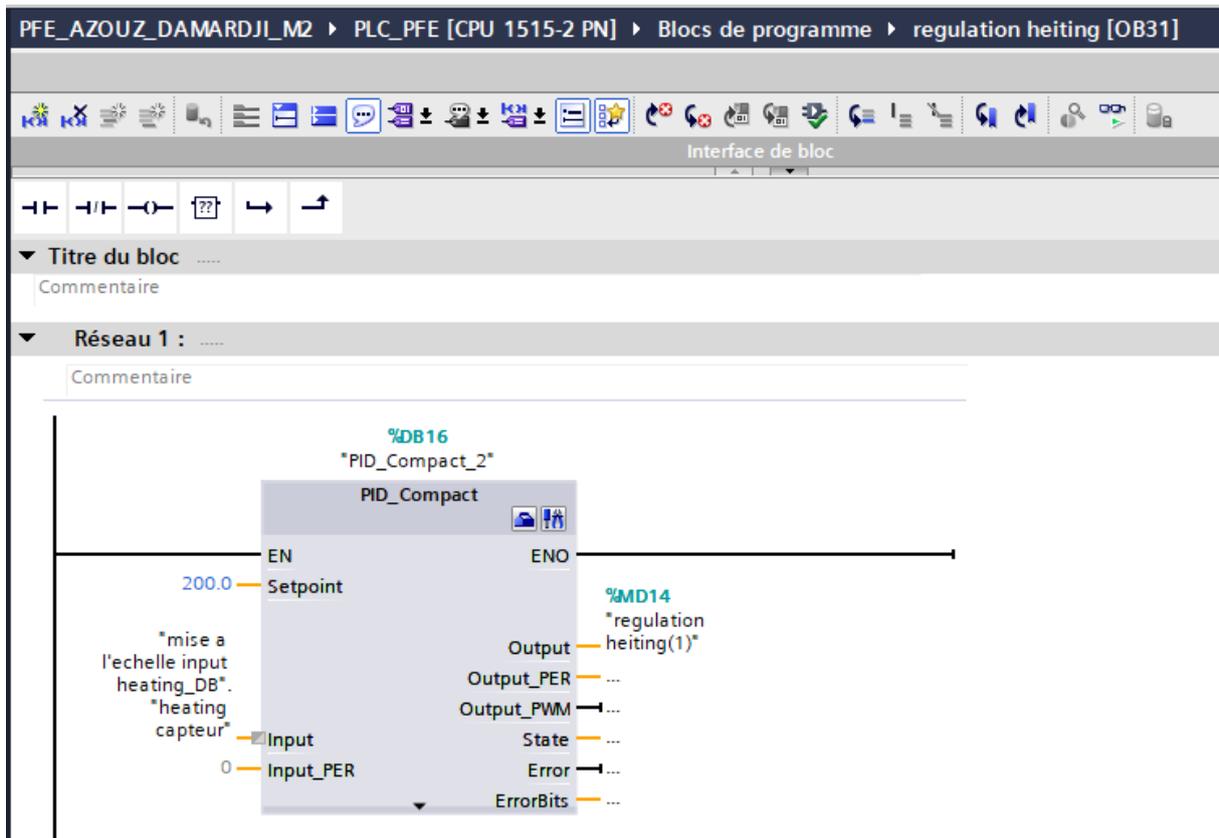


FigureIII.38 : Choix de régulateur.

Dans cette étape (FigureIII.38) nous avons choisi le régulateur P I et les paramètres est déjà calculer par le PLC.

III.8.3. Régulation PID température de chauffage (heating) :

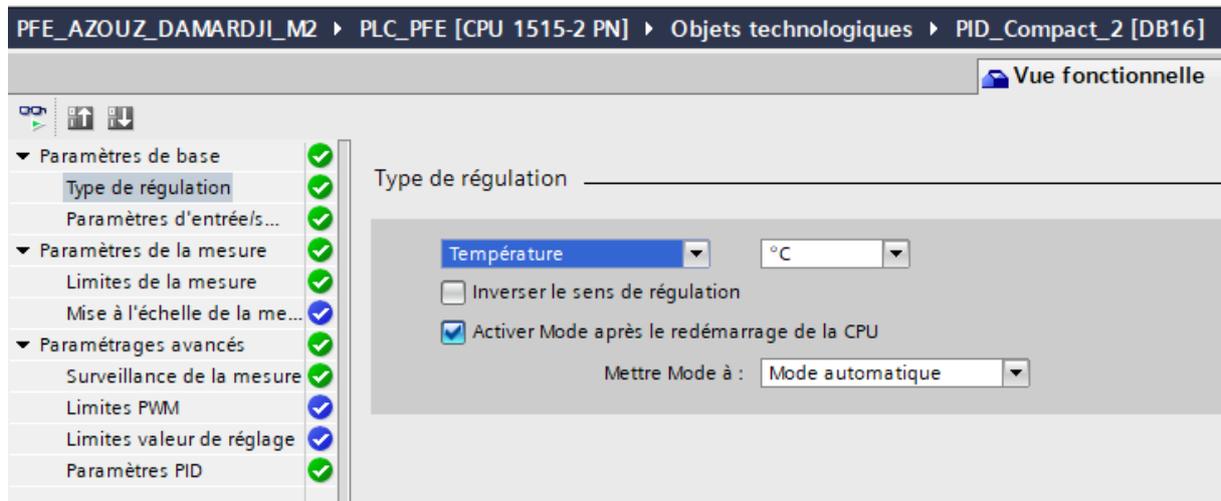
La (FigureIII.39) représente le bloc (OB31) de régulation PID pour la température de chauffage.



FigureIII.39 : OB31 bloc de régulation PID heating.

La (FigureIII.40) représente le choix de type de régulation est température et leur unité en °C.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.40 : Type de régulation.

La (FigureIII.41) représente les paramètres P I et choix de régulateur.

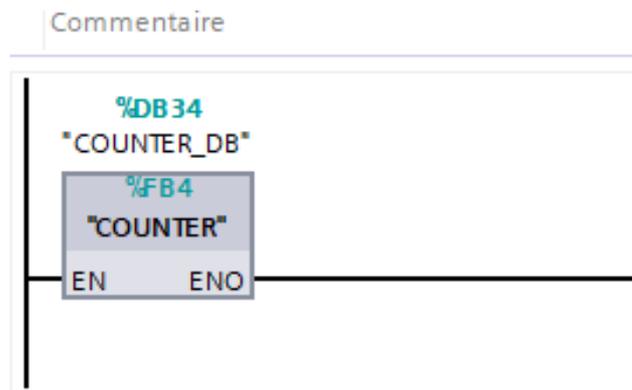


FigureIII.41 : Choix de régulateur.

III.9. Compteurs :

Cette fonction est dédiée au comptage des pneus fabriquer pour chaque 8heurs, jours, et le nombre totale depuis la 1^{ère} utilisation. La (FigureIII.41) présente le bloc d'appels de la fonction bloc responsable sur le comptage.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



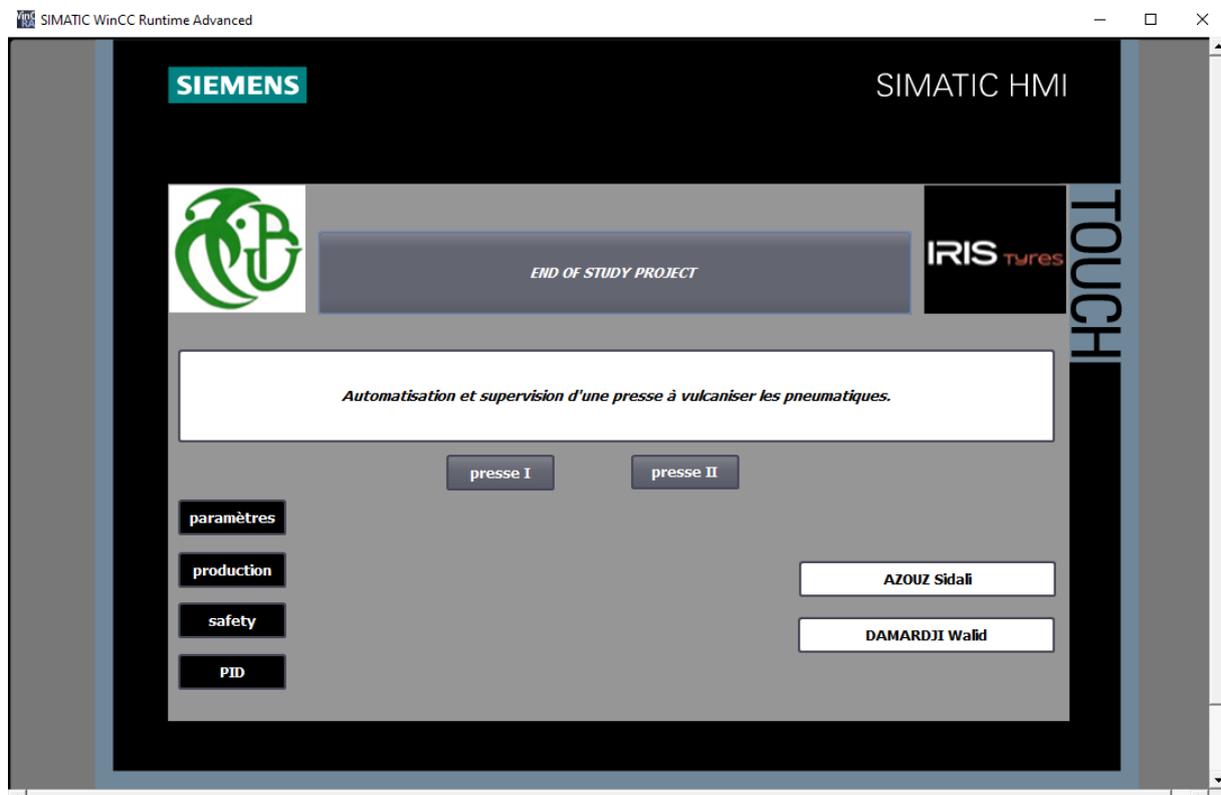
FigureIII.42 : Main (OB1) FB4 Compteur.

IV. Ecrans de supervision et de commande :

Avec l'aide de logiciel WinCC Professional, nous avons pu créer l'interface graphique, notre panneau opérationnel contient les vues pour la supervision de la machine de la manière suivante.

➤ **Vue de menu principale : (FigureIII.43) :**

Cette vue permet à l'opérateur d'intervenir directement sur le fonctionnement de la machine après de choisi la presse concernée, et cela en utilisant les différente vues (vue paramètres, vue de production, ...).



FigureIII.43 : Vue de menu principale.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

➤ Vue de contrôle (paramètres) : (FigureIII.44) :

Cette vue permet à l'opérateur de vérifier tous les paramètres, par exemple : la température et la pression d'huile de la machine.

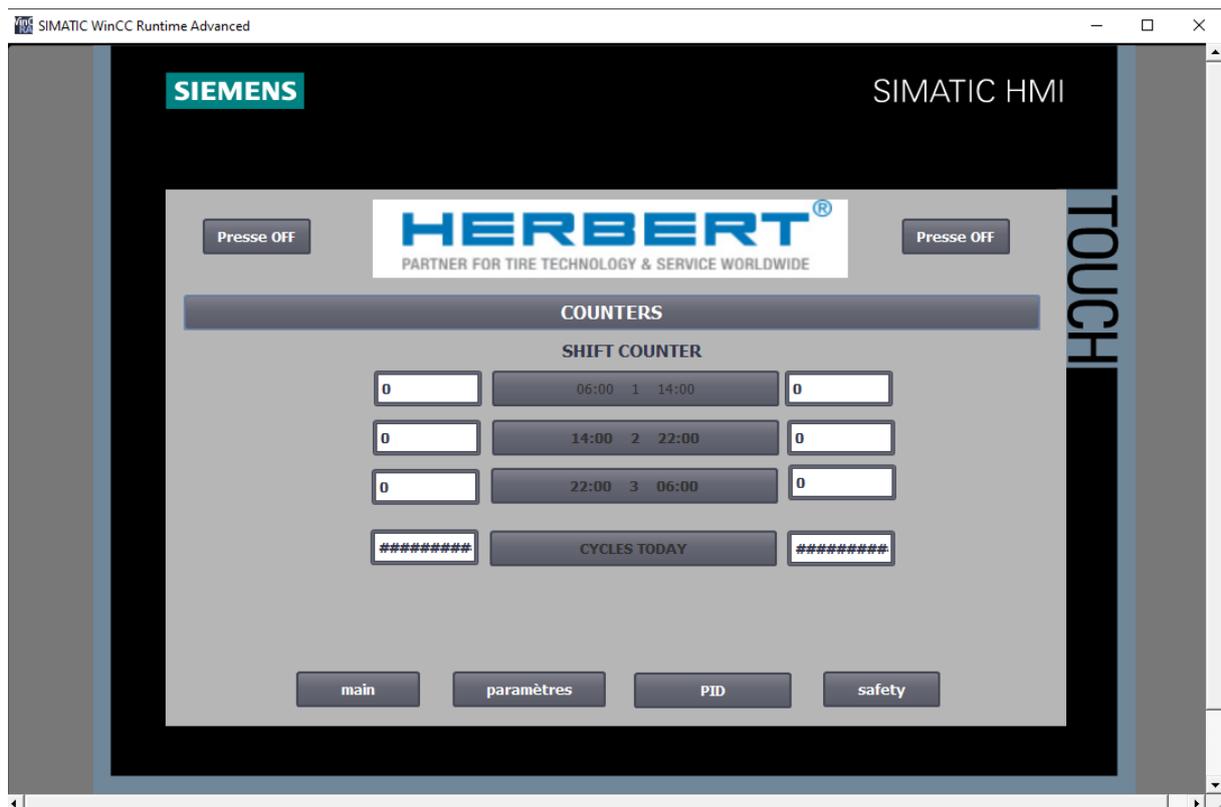


FigureIII.44 : Vue de contrôle.

➤ Vue de production : (FigureIII.45) :

Cette vue permet à l'opérateur (le directeur) de voir le nombre des pneus fabriqués.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

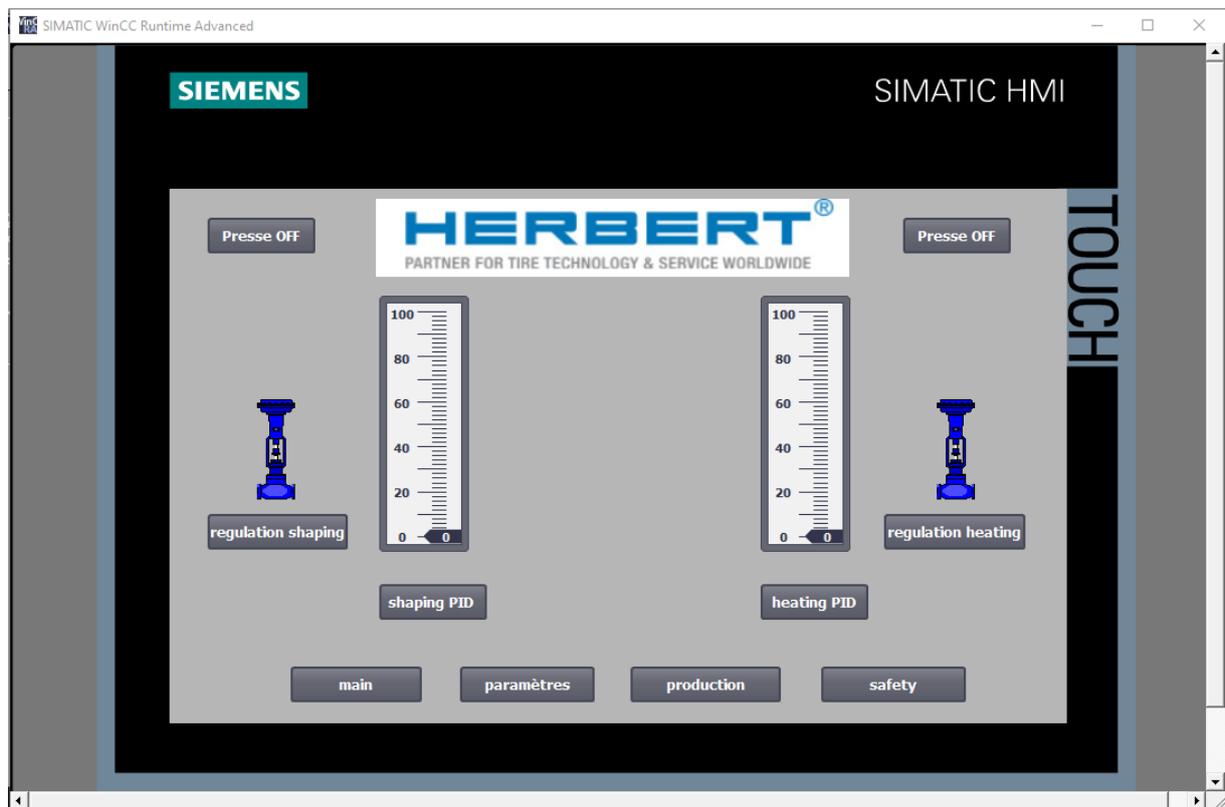


FigureIII.45 : Vue de production.

➤ **Vue PID : (FigureIII.46) :**

Cette vue permet à l'opérateur de voir les paramètres PID et le pourcentage d'ouverture des vannes de régulation.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.

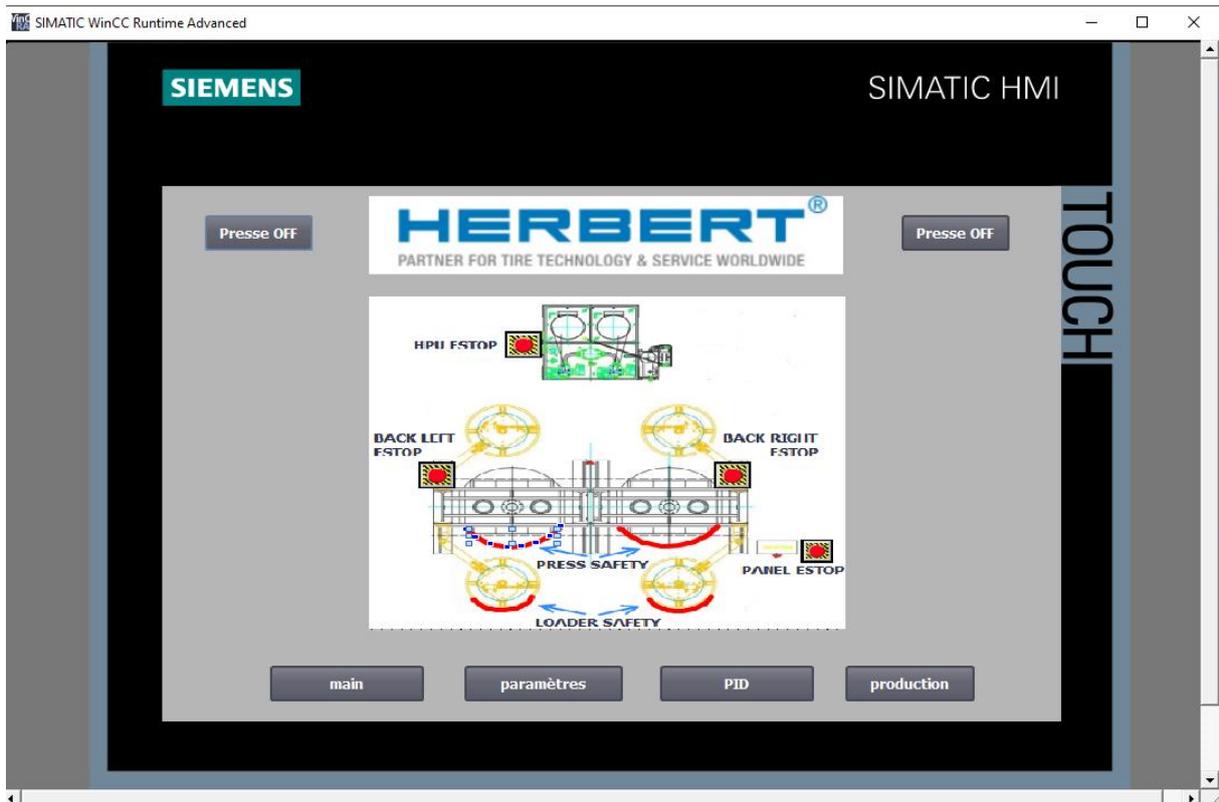


FigureIII.46 : Vue PID.

➤ **Vue safety : (FigureIII.47) :**

Cette vue permet à l'opérateur de voir le problème qui arrête la machine.

Chapitre III : Simulation de l'automatisation et supervision de la presse.



FigureIII.47 : Vue safety.

V. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons développé les divers algorithmes exploités dans la programmation sous le TIA Portal, et nous avons présenté la partie supervision qui est conçu sous le logiciel WinCC intégré dans le TIA Portal, relire à un logiciel de la partie opérative connue sous le nom automation studio pour visualiser les différentes parties de la partie opérative.

Conclusion générale

La réalisation de ce projet de fin d'études au sein de l'entreprise **IRIS TYRES** été très intéressante, car elle nous a permis de se frotter au monde professionnel, et de mettre le lien entre nos connaissances théoriques avec le monde de l'industrie.

Notre projet concerne en particulier la reprogrammation du système de contrôle d'une presse à vulcaniser les pneumatiques. Ce travail n'a pu être réalisé d'une manière conviviale et pratique qu'à l'aide d'un système programmable, où notre choix s'est figé sur l'automate programmable de marque SIMENS S7-1500.

Le fonctionnement de ce système automatisé a été mis en œuvre par le langage LADDER, SCL sous le logiciel TIA PORTAL V15.0.

La supervision sur une IHM a été mise en place à l'aide du logiciel Win CC, cette interface nous a permis de visualiser les différents paramètres de la machine.

Au début de ce mémoire nous avons présenté l'usine et l'unité où nous avons effectué notre travail avec les processus de fabrication, ce qui nous a permis d'identifier les problèmes dans les différentes machines de production, pour finir avec l'identification du thème de notre projet, et ensuite nous avons développé tout ce qui est nécessaire en hardware et software pour la réalisation de la presse.

Dans le troisième chapitre nous avons présenté les différentes parties de l'entrepôt automatisé, conçu sous le logiciel AUTOMATION STUDIO. Le mode de fonctionnement ainsi qu'aux différentes vues de l'IHM ont été présenté pour afficher les paramètres et le système de contrôle.

L'objectif de notre projet a été atteint en suivant les étapes suivantes :

- Principe de fonctionnement de la machine presse.
- Repérage de tous les éléments électriques de la machine
- Définir des entrées /Sorties.
- Réalisation du LADDER.
- Ecrire le programme API qui correspond au fonctionnement.
- Réalisation des vues IHM.
- Injection du programme dans l'automate et IHM.
- Tester le fonctionnement.

Nous avons eu de bons résultats, la partie opérative répond aux commandes exactement comme il faut, et la supervision révéler ce qu'il se passe en temps réel dans la partie opérative.

Nous aurions aimé que ce projet soit intégré à la réalité, mais nous n'avons pas pu le faire car la partie opérationnelle nécessite un investissement très lourd qui n'est pas à la portée des étudiants, mais comme cela a fonctionné dans la simulation de manière acceptable, nous pouvons tout de même considérer que la simulation est proche de la réalité.

Conclusion générale

Vue que nous n'avions pas assez de temps, nous n'avons pas pu finir la programmation de la partie squeeze, cette partie concerne la régulation de la force appliquée sur le pneu d'une manière automatique dans la partie programmation.

Pour la partie contrôle : nous aurions aimé de réaliser un système SCADA, pour les contrôles manuels et automatiques et la visualisation des paramètres.

Annexes

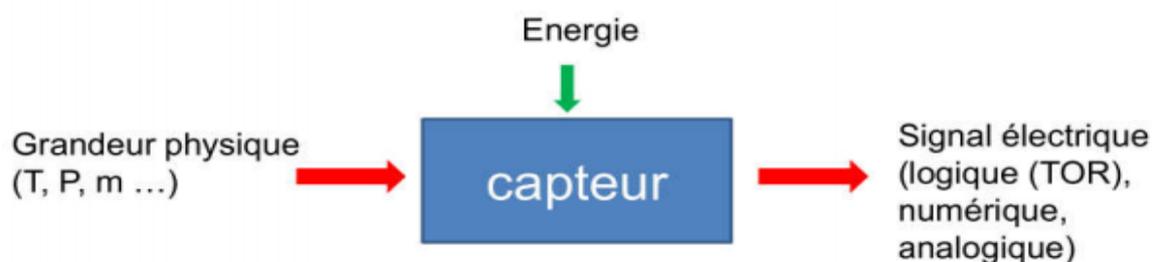
Les capteurs :

Définition d'un capteur :

Un capteur est un appareil de mesure, fournir à la partie commande des informations sur l'état du système et convertit les informations physiques de la partie opérative en grandeurs électriques exploitables par la partie commande.

Cette fonction est assurée par deux parties distinctes au sein du capteur :

1. La partie sensible qui est chargée de détecter la grandeur physique.
2. L'étage de sortie qui est chargée de l'adaptation de l'information pour dialoguer avec la partie commande.



Capteur de température pt100 :

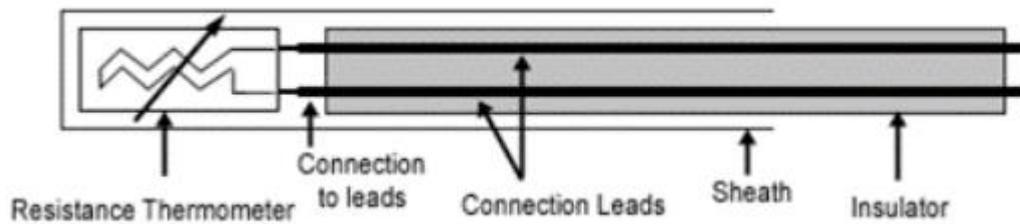
a) définition :

Une sonde Pt100 est un type de capteurs de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément Pt100 a une résistance de 100 ohms à 0 °C, et il est de loin le capteur Pt100 le plus utilisé (**OMEGA**).

b) Principe de fonctionnement :

Les RTD fonctionnent sur le principe des variations de résistance électrique des métaux purs et se caractérisent par une modification positive linéaire de la résistance en fonction de la température. Concrètement, une fois chauffée, la résistance du métal augmente et inversement une fois refroidie, elle diminue.

Faire passer le courant à travers une sonde RTD génère une tension à travers la sonde RTD. En mesurant cette tension, vous pouvez déterminer sa résistance et ainsi, sa température.



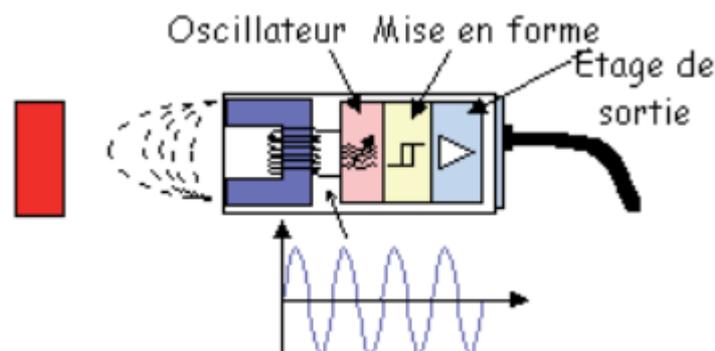
Capteur inductif :

a) définition :

Un détecteur inductif détecte uniquement les objets métalliques. Il est essentiellement composé d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible. A l'avant de la face sensible est créé un champ magnétique alternatif.

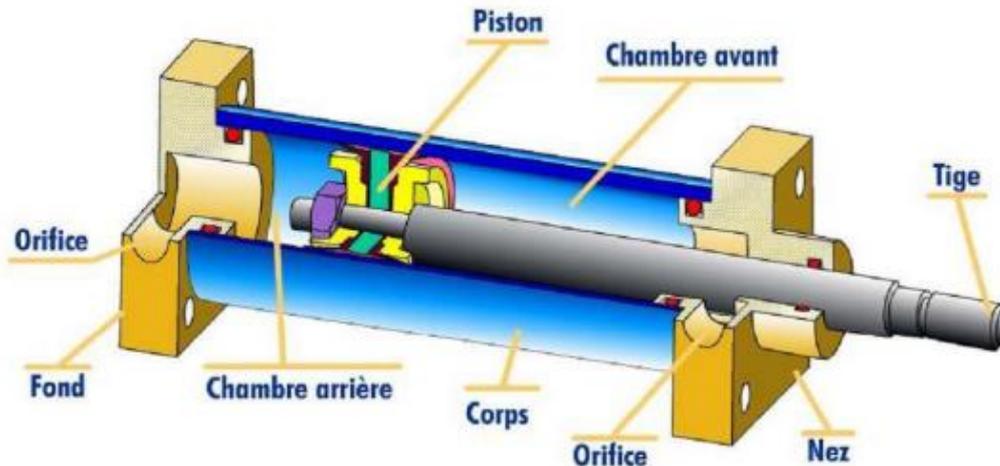
b) principe de fonctionnement :

La bobine parcourue par un courant de haute fréquence produit dans l'espace environnant ses extrémités un champ électromagnétique variable. Un objet métallique placé dans cette zone est le siège de courants induits appelés courants de Foucault. D'après la loi de Lenz, ces courants s'opposent à la cause qui leur a donné naissance. Ils créent une induction dans le sens contraire à l'induction de la bobine ce qui entraîne une réduction du coefficient d'auto-induction de la bobine excitatrice. Dans le cas de métaux ferromagnétiques, une perte additionnelle est due à l'effet d'hystérésis lors de la magnétisation du métal par le champ de la bobine excitatrice. Dans les deux cas, cela se traduit par un signal d'amplitude réduite au niveau de la bobine excitatrice. C'est cette baisse d'amplitude qui est détectée par l'analyseur de signal.



Les actionneurs :

Les actionneurs sont des constituants qui permettent de transformer l'énergie reçue en un phénomène physique utilisable. Le phénomène physique fournit un travail qui modifie le comportement ou l'état de la machine. (Déplacement, dégagement de chaleur, émission de lumière ...). Leurs principales caractéristiques sont : la course, la force, et la vitesse. Parmi les actionneurs, on retrouve principalement dans notre système les vérins hydrauliques, les vérins pneumatiques et les moteurs.



Le vérin hydraulique et pneumatiques :

Un vérin pneumatique ou hydraulique sert à créer un mouvement mécanique, et consiste en un tube cylindrique (le cylindre) dans lequel une pièce mobile (le piston) sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Un ou plusieurs orifices permettent d'introduire ou d'évacuer un fluide filtré sous une pression très importante qui peut généralement aller de 25 à 75 bars dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston. Ils peuvent soulever, pousser, tirer, serrer, tourner, bloquer, percuter.

Leur classification tient compte de la nature du fluide utilisé (pneumatique ou hydraulique).

✚ **Pneumatiques** : ils utilisent l'air comprimé, 2 à 10 bars en usage courant.

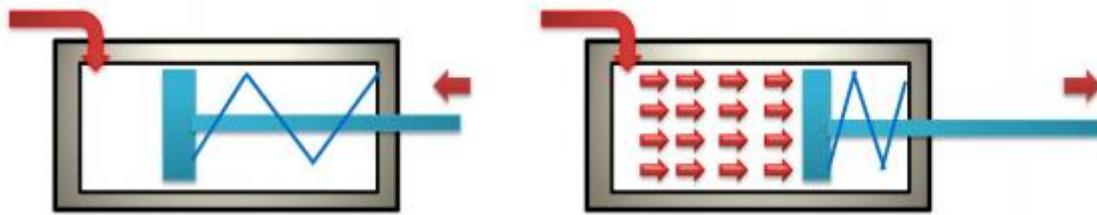
✚ **Hydrauliques** : ils utilisent l'huile sous pression, 30 à 300 bars.

On distingue deux types de vérin hydraulique :

- a) - Vérin simple effet.
- b) - Vérin double effet.

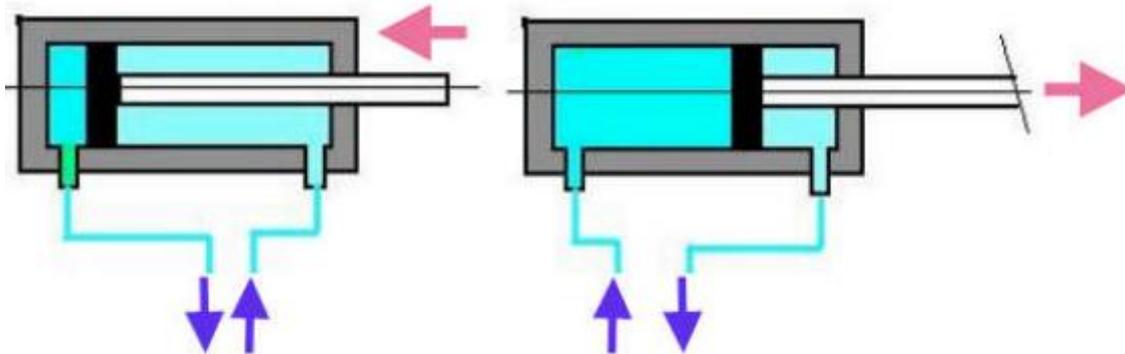
Vérin simple effet (VSE) :

Un vérin simple effet ne travaille que dans un sens (souvent, le sens de sortie de la tige). L'arrivée de la pression ne se fait que sur un seul orifice d'alimentation ce qui entraîne le piston dans un seul sens, son retour s'effectuant sous l'action d'un ressort ou d'une force extérieure (fréquent en hydraulique).



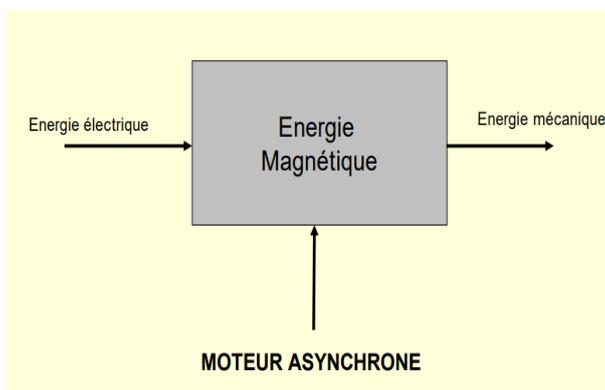
Vérin double effet (VDE) :

Contrairement à la version à simple effet, ce type de vérins comporte deux orifices répartis sur les deux chambres du vérin, il peut être rappelé en position initiale par inversion d'alimentation de ces chambres.



Le moteur asynchrone triphasé : (pour la station hydraulique) :

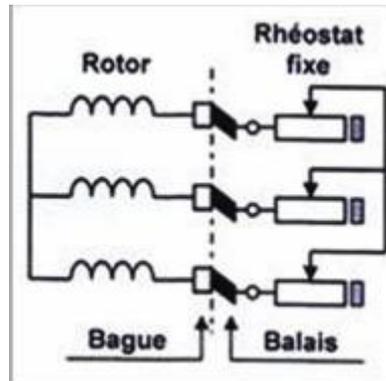
Le moteur asynchrone triphasé est constitué d'une partie fixe : le stator, et d'une partie tournante : le rotor.



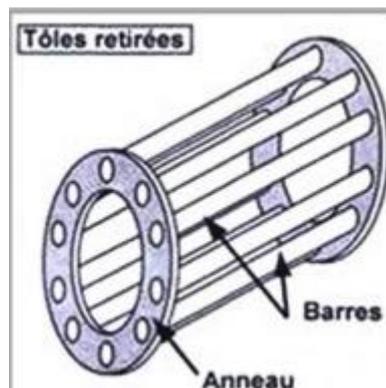
Le fonctionnement du moteur asynchrone est basé sur le phénomène d'attraction / répulsion qu'opèrent entre eux deux aimants. Une bobine est alimentée par une tension alternative crée un champ magnétique dont le sens et l'intensité dépendent du sens du courant et de son intensité.

La présence de la bobine provoque un déphasage d'un quart de période entre le courant et la tension (le courant est en retard par rapport à la tension) : le champ est maximal quand l'intensité du courant est maximale (ce qui correspond à une tension nulle).

La partie tournante du moteur, porte soit un bobinage (triphase comme le stator) accessible par les bagues et les balais soit une cage d'écuréuil non accessible, à base de barres conductrices en aluminium. Dans les deux cas, le rotor est mis en court-circuit (par des anneaux ou un rhéostat).

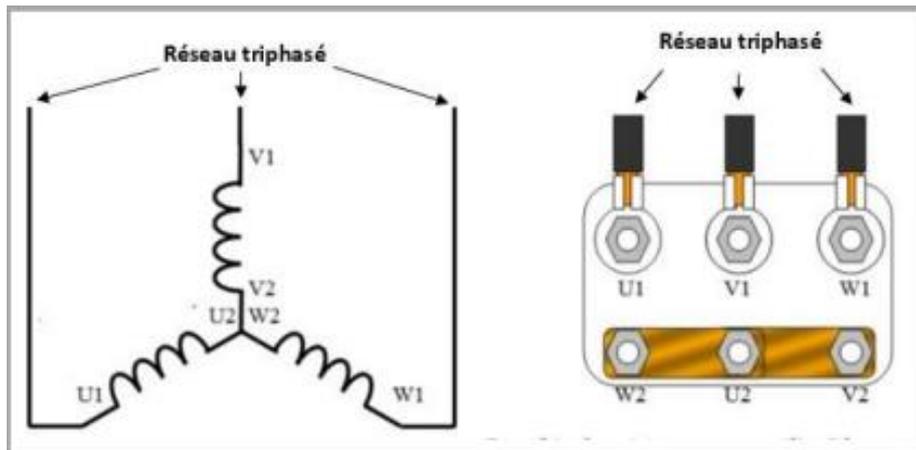


Rotor bobiné.

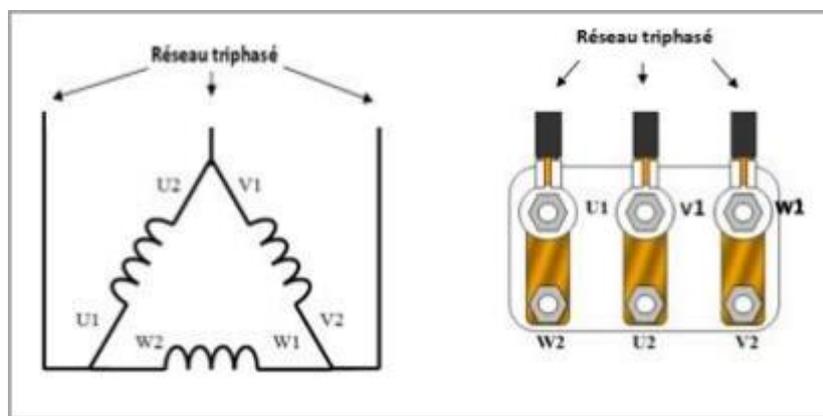


Rotor à base des Barres conductrices.

Le moteur asynchrone à cage est très répandu dans le domaine industriel, à cause de sa grande robustesse mécanique, il a un faible coût et une très bonne standardisation. Le stator d'un moteur asynchrone triphasé comporte trois enroulements (bobine) identiques qui sont couplés soit en étoile, soit en triangle.



Couplage étoile.



Couplage triangle.

Le choix du couplage dépend des tensions du réseau ainsi qu'aux indications portées sur la plaque signalétique du moteur.

La plaque signalétique d'un moteur asynchrone triphasé

LS		LEROY MOT 3-		LS88L T	
SOMER		N° 734570		BJ 002 kg 9	
IP 55	I c/F	40°C	S1		
V	Hz	min ⁻¹	kW	cosφ	A
Δ 230	50	2780	0,75	0,86	3,3
Y 380					1,9
Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3
Y 400					1,9
Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3
Y 415					1,9

Le courant nominal de moteur dépend de type de couplage

Tension de la plaque signalétique :

230V tension simple

400V tension composée

Plaque signalétique.

Les pré-actionneurs : Les pré-actionneurs sont des constituants qui, sur ordre de la partie de commande assurent la distribution de l'énergie de puissance aux actionneurs.

Les distributeurs :

Le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression ou d'air comprimé.

Symbolisation :

- Les positions.
- Les orifices.
- Les voies.

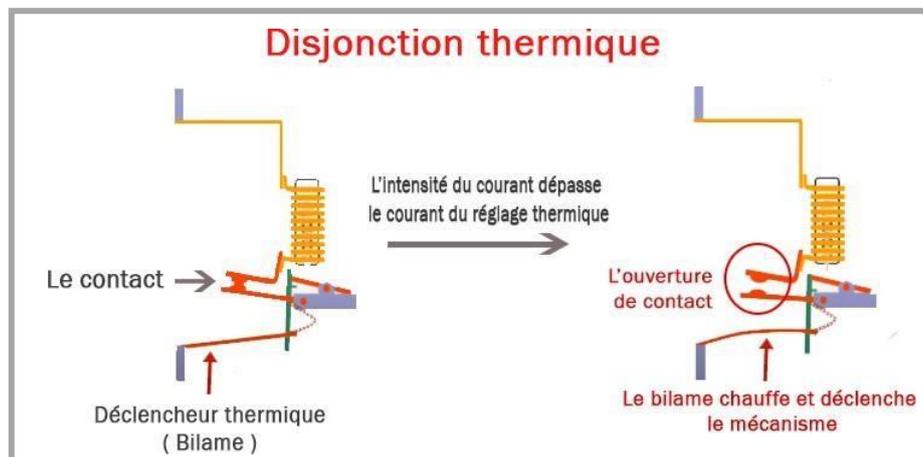
Les appareils de sécurité :

Disjoncteur moteur (magnétothermique) :

Le disjoncteur magnétothermique a comme fonction d'interrompre le courant électrique en cas de surcharge ou de court-circuit.

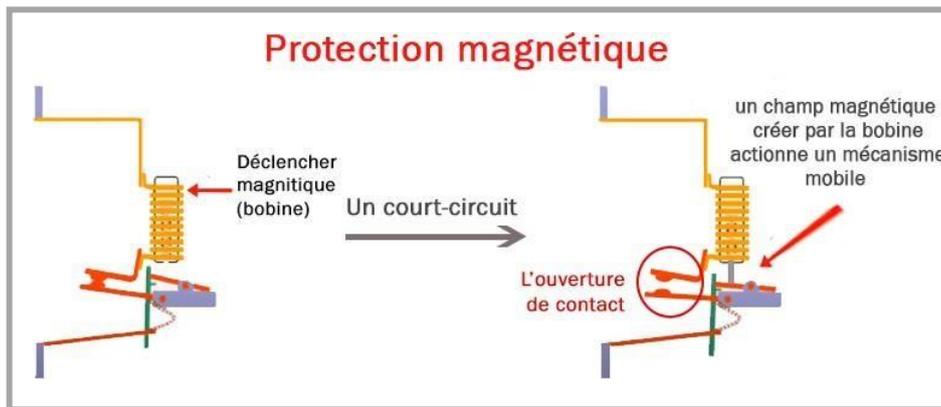
a. Protection thermique :

Chaque phase du récepteur est protégée par un bilame qui s'écartent lorsqu'elles chauffent en cas de surintensité et causant l'ouvre des contacts (disjonction thermique). Le seuil de déclenchement est réglable.

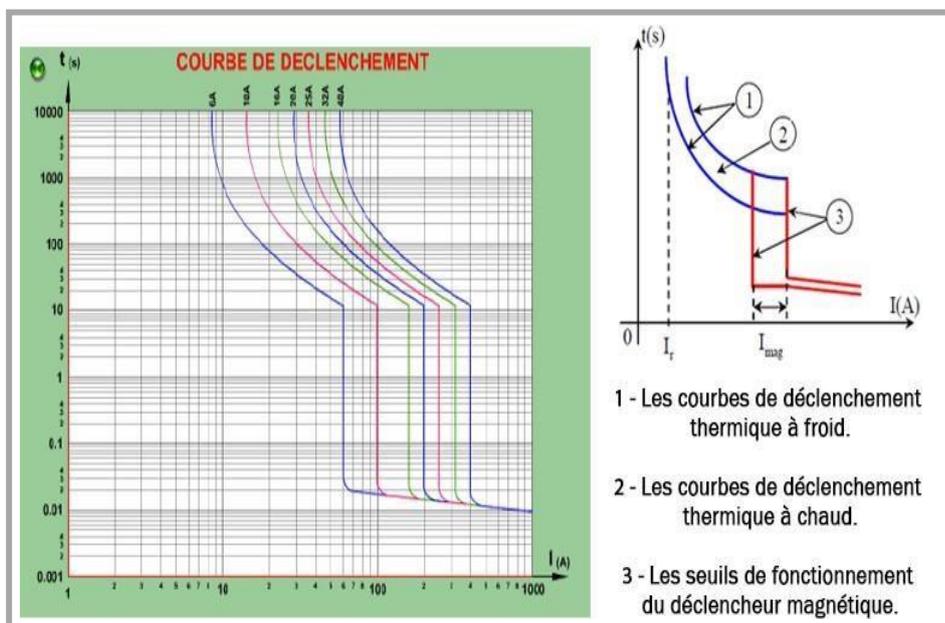


b. Protection magnétique :

Un déclencheur équipé d'un électroaimant protège chaque phase qui en cas de court-circuit coupe le courant électrique, ce déclencheur crée un champ magnétique instantané (0,1sec). Ce dernier actionne un mécanisme mobile et commande l'ouverture des contacts.



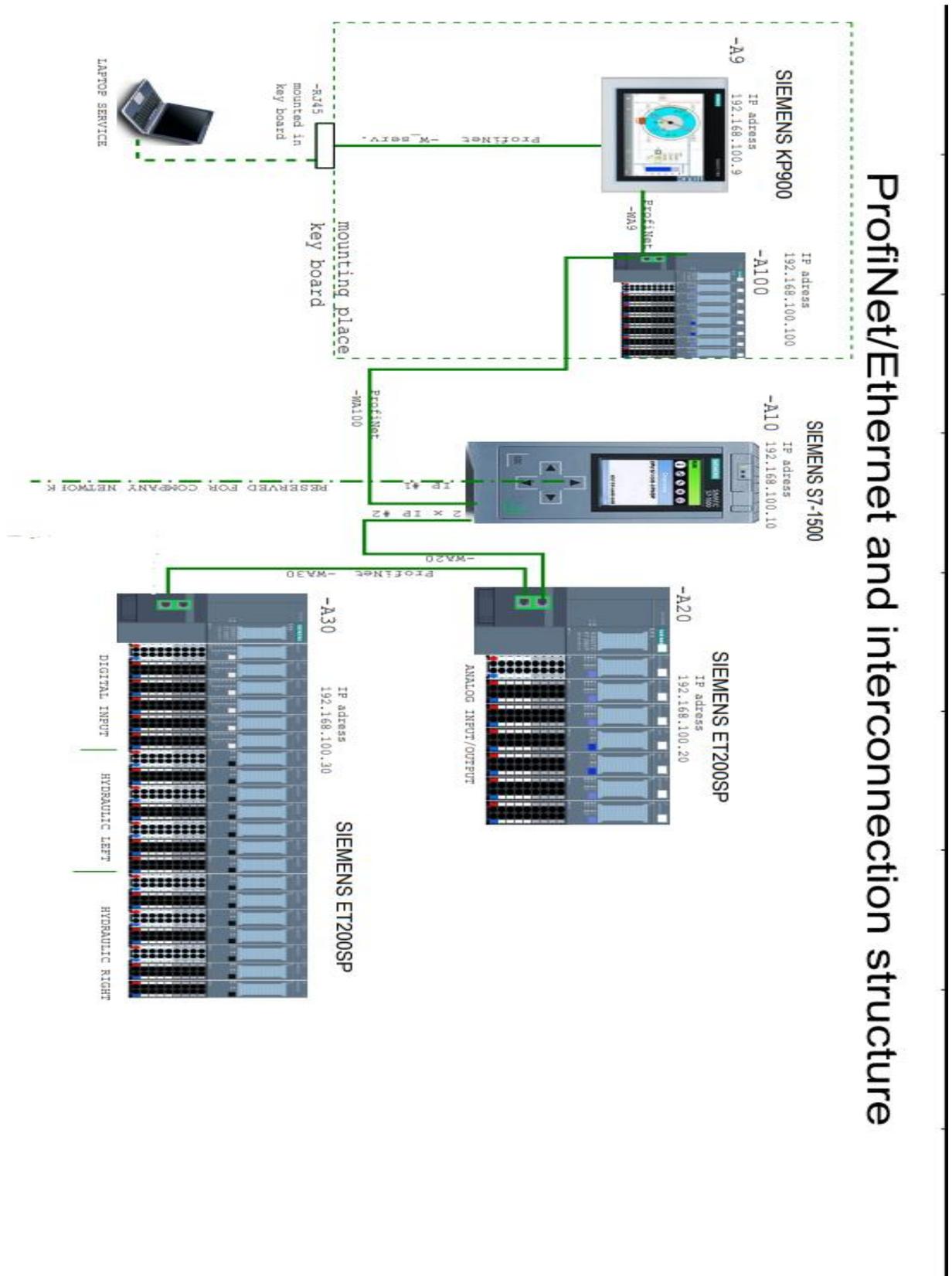
Dans un disjoncteur moteur, les courbes de déclenchement définissent le seuil de déclenchement qui s'exprime en nombre de fois de l'intensité nominale (3 à 15 In).



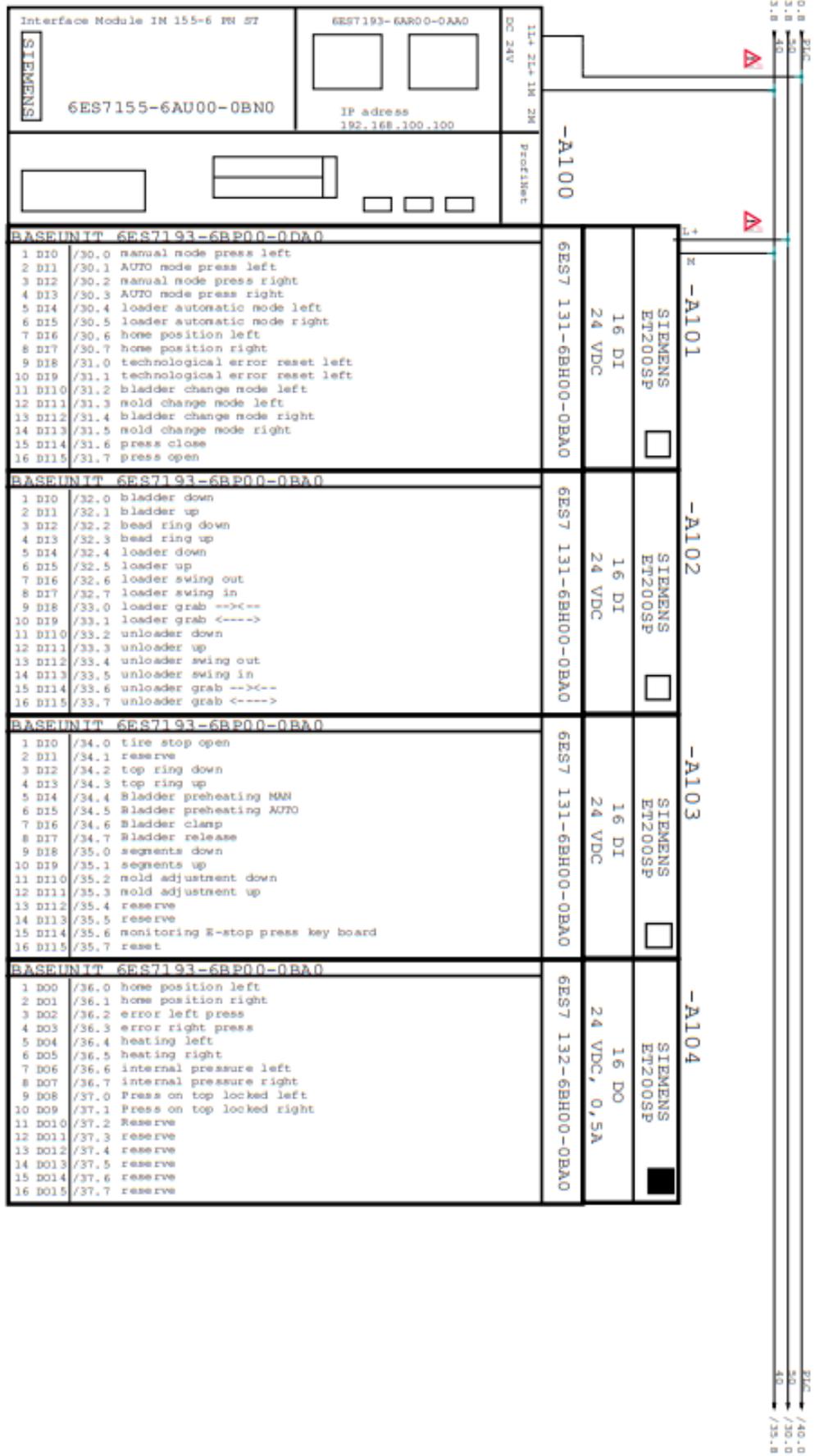
Explication de ces courbes :

- Tant que $I < I_r$ pas de déclenchement.
- Si $I_r < I < I_{mag}$ zone de fonctionnement des thermiques.
- Si $I_{mag} > I_r$ zone de fonctionnement du déclencheur magnétique.
- Si I est dans la plage I_{mag} , le déclenchement peut être thermique ou magnétique.

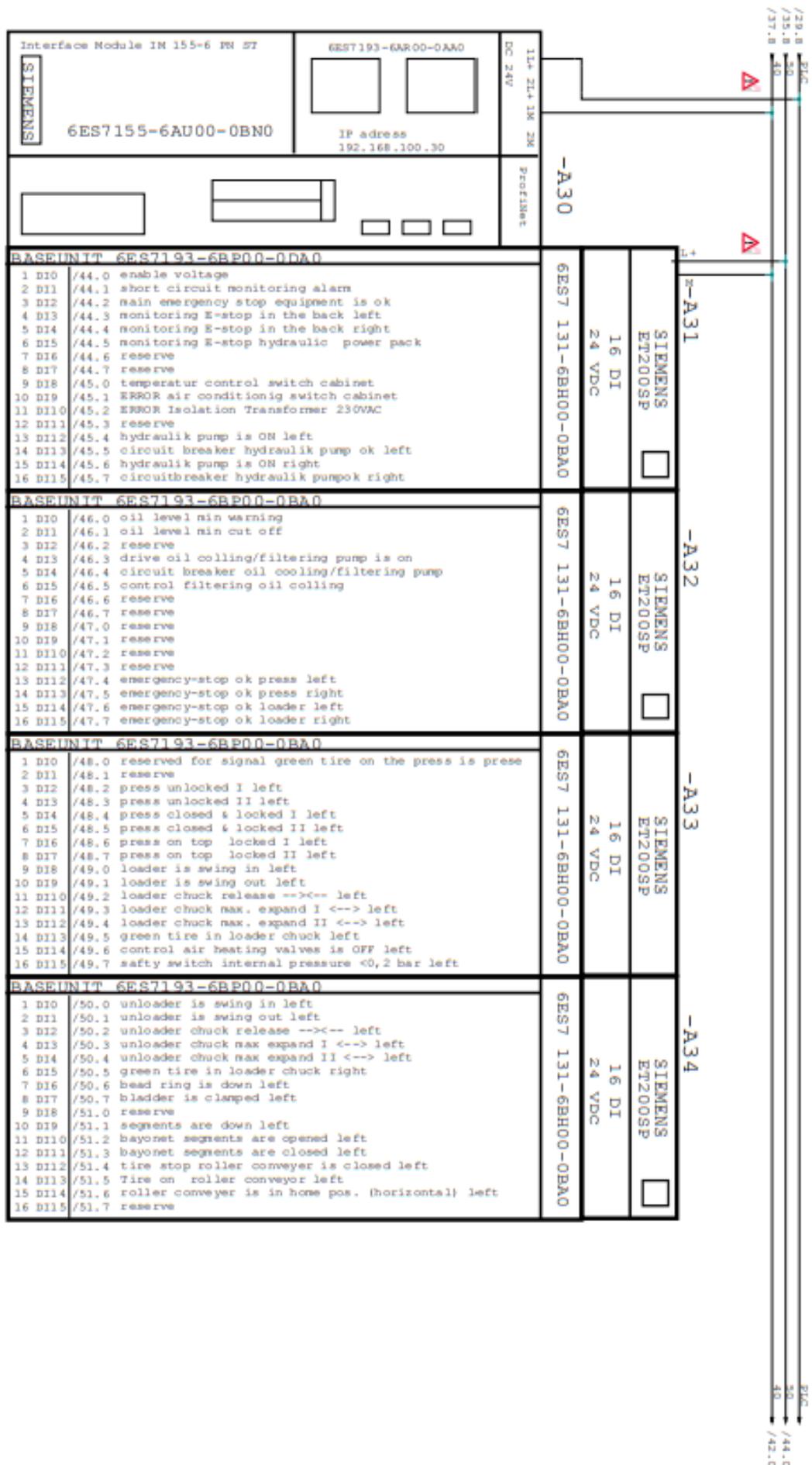
Schéma électrique :



ET200SP DIGITAL INPUTS/OUTPUTS KEY BOARD



ET200SP DIGITAL INPUTS PRESS



		5	4	3	2	1	0
		/8.8		/40.8		/18.8	
		521		521		521	
		A		A		A	
		x-A37		-A38		x-A39	
		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS	
		ET200SP		ET200SP		ET200SP	
		4DO		4DO		4DO	
		24VDC 2A		24VDC 2A		24VDC 2A	
		6ES7 132-		6ES7 132-		6ES7 132-	
		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0	
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0DA0							
1	DO0 /57.0 drive hydraulic pump left						
2	DO1 /57.1 LP-pump pressure on left						
3	DO2 /57.2 HP-pump pressure on left						
4	DO3 /57.3 bypass prop. throttle left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0BA0							
1	DO0 /57.4 press up left						
2	DO1 /57.5 press down left						
3	DO2 /57.6 press differential mode I left						
4	DO3 /57.7 press differential mode II left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0DA0							
1	DO0 /58.0 segments up left						
2	DO1 /58.1 segments down left						
3	DO2 /58.2 mold adjustment up left						
4	DO3 /58.3 mold adjustment down left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0BA0							
1	DO0 /58.4 loader up left						
2	DO1 /58.5 loader down left						
3	DO2 /58.6 unloader up left						
4	DO3 /58.7 unloader down left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0DA0							
1	DO0 /59.0 bladder lower ring up left						
2	DO1 /59.1 bladder lower ring down left						
3	DO2 /59.2 squeeze on cylinder up left						
4	DO3 /59.3 squeeze off cylinder down left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0BA0							
1	DO0 /60.0 bead ring up left						
2	DO1 /60.1 bead ring up down						
3	DO2 /60.2 bladder release left						
4	DO3 /60.3 bladder clamp left						
BASEINIT 6ES7193-6BP00-0BA0							
1	DO0 /60.4 bladder top ring up left						
2	DO1 /60.5 bladder top ring down left						
3	DO2 /60.6 reserve						
4	DO3 /60.7 drive oil cooling/filtering pump						
		-A40		-A41		-A42	
		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS	
		ET200SP		ET200SP		ET200SP	
		4DO		4DO		4DO	
		24VDC 2A		24VDC 2A		24VDC 2A	
		6ES7 132-		6ES7 132-		6ES7 132-	
		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0	
		x-A41		-A42		-A43	
		SIEMENS		SIEMENS		SIEMENS	
		ET200SP		ET200SP		ET200SP	
		4DO		4DO		4DO	
		24VDC 2A		24VDC 2A		24VDC 2A	
		6ES7 132-		6ES7 132-		6ES7 132-	
		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0		6BD20-0BA0	
		521		521		521	
		/40.8		/43.0		/43.0	
		521		521		521	

ET200SP DIGITAL OUTPUTS
 HYDRAULIC LEFT

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- [1] : <https://iris-tyres.com/1/qui-sommes-nous/> 02 mars 2022.
- [2] : Document de l'usine.
- [3] : Les composants des pneus, <https://www.continentalpneus.fr/pneus/pneus/%C3%A9quipement-d-origine.%>, 20 mars 2022.
- [4] : <https://www.herbert.eu/produkte/reifenheizpressen/> , 25 mars 2022.
- [5] : Les capteurs en instrumentation industrielle : ASCH Georges, Dunod, ISBN 2100047582.
- [6] : Omega, <https://www.omega.fr/prodinfo/pt100.html>.
- [7] : Instrumentation industrielle : spécification et installation des capteurs et vannes de régulations, Grout Michel, Salin patrick, Marai Rachid, Bouteville alein, Bouteville Ursula. Dunod 2009 2eme édition ISBN 21005191767.
- [8] : Cours CCM. Mr. FAS.M L /L3 AUTOMATIQUE/USDB, PDF.
- [9] : Cours actionneurs. Mr. FAS.M L /L3 AUTOMATIQUE/USDB, PDF.
- [10] : Pneumatics Basic Level : Peter Croser, Frank Ebel, Edition 10/2002, PNEUM.GS.LEHRB.
- [11] : STS Maintenance des Systèmes de Production, <https://sti-monge.fr/maintenancesystemes/wp-content/uploads/2013/02/Initiation-1-MS1.pdf>, 15 avril 2022.
- [12] : Alimentation SITOP, <https://new.siemens.com/ch/fr/produits/automation/alimentation-sitop.html>.
- [13] : Hydraulic pumps PDF, <https://www.hydrauliquesimple.com/moteur-pompe-%20hydraulique/>.
- [14] : Les Automate programmables industrielles PDF, ALAIN GONZAGA.
- [15] : Automating with SIMATIC S7-1500, Hans Berger, SIEMENS, Second edition.
- [16] : ET200SP, <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/io-systems/et-200sp.html>.
- [17] : Manual of ET200SP, <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10360562>.
- [18] : Cours supervision industrielle, Mr BENNILA.N, M2 AII, USDB, PDF.
- [19] : HMI TP900 COMFORT, <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6av2124-0jc01-0ax0/simatic-hmi-tp900-comfort?pid=70559&mlfb=6AV2124-0JC01-0AX0&mfn=ps&lc=en-ES>.
- [20] : La plateforme de développement TIA Portal de siemens, <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/tia-portal-le-logiciel-tout-en-un.html?fbclid=IwAR1Sv-S1-g1P84ov7SQrAII4JyZ91Xp4ORPFNJ3IgxCBTcMQ6NhUiSmW8Ro>

Références bibliographiques

[21] : doc Player, <https://docplayer.fr/43955789-Simatic-hmi-wince-flexible-runtime-avant-propos-wince-flexible-runtime-1-introduction-a-wince-flexible->,

[22] : siemens, <https://www.fer.unizg.hr/download/repository/PLCsim.pdf>,

[23] : AUTOMATION STUDIO manual, <http://www.famitech.com>

[24] : Modern Control Engineering : D.Roy Choudhury, New Delhi-110 001, 2009.