



Faculté de Technologie
Département de Génie Électrique
Spécialité : Commande Électrique



جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

Mémoire de Fin d'étude
En vue d'obtention du diplôme
MASTER

Thème

**Automatisation et supervision d'une vanne
régulatrice au sein de CEVITAL**

Réalisé par :

- **Mr ANDJOUH Fahem**
- **Mr BENNAI Juba**

Encadré par :

- **Mr AMROUCHE Bessam**
- **Mr MIRA Mounir**

U. A/MIRA
CEVITAL

Année universitaire : 2023/2024

Remerciements

Avant tous nous remercions **ALLAH** tout puissant qui nous a donné la patience, la volonté, le courage.

Nous tiendrons à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Tout d'abord, je remercie chaleureusement mes deux encadrants **Mr MIRA Mounir et Mr AMROUCHE Bessam** pour leurs conseils avisés, leur disponibilité et leur soutien constant tout au long de ce projet. Leur expertise et leur encouragement ont été essentiels pour la réussite de ce travail. Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à toute l'équipe de l'unité d'énergie de Cevital notamment **Mr NOUALI Lounes** pour leur collaboration précieuse et leur aide inestimable.

Nous tiendrons également à remercier les membres du jury pour leur temps, leur attention et leurs précieux commentaires qui ont enrichi mon travail.

Mes pensées reconnaissantes vont à ma famille, dont le soutien indéfectible et l'amour ont été ma principale source de motivation. Merci pour votre patience et votre encouragement constant.

Sans oublier nos amis, dont les encouragements et le soutien m'ont porté tout au long de ce parcours. Leur amitié a été un véritable moteur pour moi.

À tous, merci infiniment.

Dédicace

À Dieu, qui guide mes pas et illumine mon chemin,

À mon frère FARID, mon inébranlable exemple de courage et de persévérance dans la vie,

A ma chère maman, ma source infinie d'amour et de soutien inconditionnel,

A mon frère FAWZI et mes trois sœurs,

A mes meilleurs amis AIMEN et HICHAM, mon compagnon fidèle dans les hauts et les bas,

A mes cousins LYES, SAMIR, et SAID,

A mon binôme, Ce mémoire porte également ta marque, ton talent et ta passion. Sans toi, il n'aurait pas été le même.

A mes deux encadreurs, Monsieur MIRA Mounir encadreur au sein de CEVITAL, et Monsieur BESSAM Amrouche, dont l'expertise, les conseils avisés et l'encouragement constant ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire.

Je dédie ce travail, fruit de mes efforts, de mes recherches et de ma détermination. Votre influence et votre soutien ont été les fondations solides sur lesquelles j'ai construit ce mémoire.

Que cette dédicace soit le témoignage de ma gratitude éternelle envers vous tous, mes êtres chers, qui avez façonné ma vie et m'avez inspiré à atteindre de nouveaux sommets.

ANDJOUH Fahem

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	1
Chapitre I : Présentation du complexe CEVITAL	
I-1) Introduction	2
I-2) Historique	2
I-3) Situation géographique.....	2
I-4) Multiples activités industrielles.....	3
I-5) La stratégie de développement de CEVITAL	4
I-6) L'unité énergie et utilités	5
I-6-1) L'unité d'énergie	5
I-6-2) L'unité osmose.....	5
I-6-3) L'unité chaufferie	5
Chapitre II : Les Automates programmables et logiciels associés	
II-1) Introduction :	6
II-2) Historique de l'API :	6
II-3) Définition de l'API :.....	6
II-4) Structure générale d'une installation automatisée :.....	7
II-5) Les type des automates programmables industriels.....	8
II-5-1) Les automates modulaires :.....	8
II-5-2) les Automates compactes.....	9
II-6) Architecture d'un API.....	9
II-6-1) Module d'alimentation.....	10
II-6-2) L'unité centrale de traitement (CPU).....	10
II-6-3) Interfaces d'entrée/sortie	11
II-6-4) Console de programmationμ	11
II-6-5) Module de communication.....	11
II-7) Les automate SIEMENS	11
II-7-1) Présentation de l'automate choisi à utiliser S7-300 :	12
II-7-2) Caractéristiques de l'automate S7-300.....	14
II-7-3) Constitution de l'automate S7-300	14
II-7-4) Description de la CPU :	15
II-7-5) Présentation de la CPU à utiliser (CPU 315-2DP).....	17
II-8) Les logiciels SIEMENS	19
II-8-1) SIMATIC STEP 7	19

II-8-2) SIMATIC WinCC	19
II-8-3) Logiciel de programmation des automates SIEMENS (TIA Portal) :	19
II-8-3-1) Avantages de logiciel TIA Portal :	20
II-8-3-2) Vue de portail et vue de projet	20
II-8-3-3) La vue de portail.....	20
II-8-3-4) Vue du projet	22
II-8-3-5) Adressage des E/S	23
II-8-3-6) Memento de cadence	24
II-8-3-7) Adresse Ethernet de la CPU.....	25
II-8-3-8) Compilation et chargement de la configuration matérielle :.....	26
II-8-3-9) Présentation des blocs de programmation :	29
➤ II-8-3-9-1) Blocs d'Organisation (OB).....	29
➤ II-8-3-9-2) Fonctions (FC)	30
➤ II-8-3-9-3) Les blocs fonctionnels (FB).....	30
➤ II-8-3-9-4) Bloc de donnée (BD).....	30
II-8-3-10) Les langages des programmations :	31
➤ II-8-3-10-1) Le langage Ladder Diagram (LD) :	32
II-8-3-11) La supervision.....	33
➤ II-8-3-11-1) Introduction à SIMATIC HMI	33
➤ II-8-3-11-2) SIMATIC WinCC (TIA Portal)	34
II-9) Conclusion :	35
Chapitre III : Description de la chaufferie LOSS et de la vanne utilisée	
III-1) La Chaufferie	36
III-1-1) Introduction :	36
III-1-2) Constitution d'une chaufferie :	37
• Echangeur de chaleur :	37
• Bâche alimentaire ou bâche a eau :	37
• Economiseur (Récupération de chaleur) :	38
• Chaudières à vapeur :	38
III-1-3) Les chaudières à tubes de fumée (En service actuellement à CEVITAL) :	39
Constitution	40
III-2) Vanne à passage droit ou à passage équerre type 3595 :	42
III-2-1) Caractéristiques :	43
III-2-2) Positionneur électropneumatique Ex d Type 3731-3 avec communication HART® :	43
III-2-2-1) Application :	43
III-2-2-2) Caractéristiques générales :	46

III-2-2-3) Mode de fonctionnement	46
Chapitre IV : Programmation et supervision	
IV-I) Analyse et programmation.....	49
IV- I -1) Introduction :	50
IV- I -2) Création d'un projet et configuration d'une station de travail	50
IV- I -2-1) Création d'un projet.....	50
IV- I -2-2) Configuration et paramétrage du matériel.....	51
IV- I -3) Adressage des E/S (Table des variable).....	52
IV- I -4) Création du programme de notre système	53
IV- I -4-1) Programmation des blocs de notre système	53
➤ IV- I -4-1-1) Bloc des entrées analogiques (Mise à l'échelle) :.....	53
➤ IV- I -4-1-2) Bloc des sorties analogiques (Annuler mise à l'échelle) :	54
➤ IV- I -4-1-3) Bloc des sélecteurs	55
➤ IV- I -4-1-4) Bloc de régulation CONT_C	56
IV- I -5) Régulateurs PID :	57
IV- I -5-1) Les différentes actions du régulateur PID :.....	58
➤ L'action Proportionnelle P :	58
➤ L'action Intégrale I :	58
➤ L'action Dérivée D :	58
Conclusion :	59
IV- II) IHM et supervision	60
IV- II -1) Introduction :	61
IV- II -2) Création d'une IHM	61
IV- II -3) Variables D'IHM du système	63
IV- II -4) Vues et modèles	64
IV- II -4-1) Vues du processus	64
IV- II -4-2) Supervision de notre process.....	65
IV- II -4-3) Vue des alarmes	66
Conclusion	66
CONCLUSION GENERALE.....	67

Table des figures

Figure I-1 : Situation géographique du complexe CEVITAL	3
Figure II-1 : Schéma général d'une installation automatisée	7
Figure II-2 : Automate programmable de type modulaire	8
Figure II-3 : Automate programmable de type compact.....	9
Figure II-4 : disposition de base d'un API	10
Figure II-5 : Automate modulaire SIEMENS	12
Figure II-6 : Automate modulaire SIEMENS utilisé à CEVITAL	13
Figure II-7 : Constitution d'API S7-300	14
Figure II-8 : CPU 315-2 DP	17
Figure II-9 : CPU 315 2 DP	18
Figure II-10 : Vue du portail	21
Figure II-11 : Vue du projet	22
Figure II-12 : Adressage des E/S	23
Figure II-13 : Memento de cadence	
Figure II-14 : Adresses Ethernet de la CPU	24
Figure II-14 : Adresses Ethernet de la CPU	25
Figure II-15 : Compilation et chargement de la configuration matérielle.....	26
Figure II-16 : Chargement de la configuration dans l'automate	27
Figure II-17 : Connexion avec l'automate	28
Figure II-18 : Détection des erreurs	28
Figure II-19 : Les blocs de programmation	29
Figure II-20 : Les blocs de configuration	31
Figure II-21 : Le pupitre opérateur HMI (Interface Homme Machine)	33
Figure II-22 : Vue du HMI WinCC dans TIA Portal	35
Figure III-1 : Schéma d'installation	37
Figure III-2 : Chaudière à vapeur équipée d'un économiseur	39
Figure III-3 : Image explicative d'une chaudière	40
Figure III-4 : Constitution de la chaudière à tubes de fumée	41
Figure III-5 : Vanne de régulation type 3595	42
Figure III-6 : Positionneur électropneumatique Ex d Type 3731-3	44
Figure III-7 : Vanne de régulation type 3595 avec le positionneur pneumatique	45
Figure III-8 : Schéma de principe du positionneur type 3731-3 Ex d	47

Figure III-9 : Schéma réel avant et après la modification.....	48
Figure IV-1 : Création d'un projet sur TIA Portal	50
Figure IV-2 : Configuration et paramétrage du matériel	51
Figure IV-3 : Configuration et paramétrage du matériel	52
Figure IV-4 : Adressage des E/S (Table des variable).....	53
Figure IV-5 : Transmetteurs de pression.....	54
Figure IV-6 : Les réseaux du bloc FC2 des sorties analogiques.....	55
Figure IV-7 : Sélecteurs des transmetteurs de pression et de température	56
Figure IV-8 Régulateur PID pour PV903.....	59
Figure IV-9 Création de l'IHM.....	62
Figure IV-10 Création de liaison entre l'IHM et PLC	62
Figure IV-11 Table de variables de l'IHM.....	63
Figure IV-12 Les différentes vues utilisées dans notre système.....	64
Figure IV-13 Vue de process après la simulation	65
Figure IV-14 Résultats de simulation pour la vanne régulatrice de température.....	65
Figure IV-15 Résultats de simulation pour la vanne régulatrice de température.....	66
Figure IV-16 Vue des alarmes.....	66

INTRODUCTION GENERALE

L'automatisation des processus industriels représente un axe majeur d'amélioration de l'efficacité, de la sécurité et de la fiabilité des opérations. Dans ce cadre, les vannes régulatrices jouent un rôle essentiel en permettant un contrôle précis et fiable des flux de fluides. Ce mémoire, intitulé "Automatisation et programmation d'une vanne régulatrice" avec le logiciel TIA Portal et l'automate Siemens CPU 315-2 DP, se propose de détailler les différentes étapes de cette automatisation.

La pratique de ce projet a été réalisée au sein de CEVITAL, dont la description détaillée est fournie dans le premier chapitre. Cette section introduit le contexte industriel de notre étude, en expliquant les besoins et les contraintes spécifiques de l'usine.

Le deuxième chapitre, intitulé "Les automates programmables et le logiciel associé", présente en détail les automates programmables industriels (API), en se concentrant particulièrement sur l'automate Siemens CPU 315-2 DP et le logiciel TIA Portal. Cette section fournit une vue d'ensemble des technologies utilisées, leurs caractéristiques et leur fonctionnement.

Ensuite, nous décrivons en détail le processus industriel concerné, qui comprend une chaufferie avec quatre chaudières. Ce troisième chapitre met également l'accent sur la vanne régulatrice PV 903, composant clé de notre étude. La compréhension de ce processus est essentielle pour appréhender les exigences et les défis de l'automatisation.

Le dernier chapitre est consacré aux étapes de programmation et de supervision. Nous y détaillons les différents blocs créés dans le programme sur TIA Portal, ainsi que les techniques et les stratégies de contrôle implémentées. En outre, cette section couvre la supervision du système automatisé, en discutant des outils et méthodes utilisés pour surveiller les performances de la vanne régulatrice. Les résultats obtenus sont également présentés et analysés.

Ce mémoire vise à démontrer la faisabilité et l'efficacité de l'automatisation d'une vanne régulatrice en utilisant des technologies modernes. En conclusion, nous discuterons des résultats, des défis rencontrés et des perspectives d'amélioration pour de futures recherches et applications.

Chapitre I : Présentation du complexe CEVITAL

I-1) Introduction

Le complexe **CEVITAL** est le conglomérat algérien de l'industrie agroalimentaire. Il représente également le leader du secteur agroalimentaire en Afrique.

Aujourd'hui, **CEVITAL SPA**. Offre des produits d'une qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à son savoir-faire, ses unités de production ultramodernes, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution performant.

Nous allons décrire son évolution historique, sa situation géographique, ses multiples activités industrielles. Ensuite nous présenterons l'unité énergie.

I-2) Historique

CEVITAL est l'une des principales entreprises algériennes nées lors de l'ouverture de notre pays à l'économie de marché. Depuis ses débuts, elle joue un rôle crucial dans la dynamique industrielle algérienne, créé par des fonds privés en 1998 à Bejaia.

Le complexe se situe au niveau du port de Bejaia avec une superficie de 45 000 m². Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiés, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle. Porté par 18 000 employés répartis sur 3 continents, il représente le fleuron de l'économie algérienne, et œuvre continuellement dans la création d'emplois et de richesse. [1]

I-3) Situation géographique

CEVITAL se situe à l'arrière port de Bejaia à 200 ML (mètre linéaire) du quai à 3km Sud-ouest de la ville, à proximité de la RN 26 et la RN 9. Cette situation géographique de l'entreprise lui profite bien étant donné qu'elle lui confère l'avantage de la proximité économique. Le complexe s'étend sur une superficie de 45 000 m² (le plus grand complexe privé en Algérie), il a une capacité de stockage de 182 000 tonnes/an (silos portuaire), et un terminal de déchargement portuaire de 200 000 tonnes/heure (réception de matière première). Elle possède un réseau de distribution de plus de 52 000 points de vente sur tout le territoire national également.[2]



Figure I-1 : Situation géographique du complexe CEVITAL [3]

I-4) Multiples activités industrielles

Le complexe CEVITAL a été fondé en mai 1998, et est dédié depuis décembre 1998 au conditionnement pétrolier. En 1999, les travaux pour la construction de la raffinerie ont débuté. Le centre est devenu opérationnel en août 1999. Les principales activités de CEVITAL se concentrent sur la production et la vente d'huiles végétales, de margarine et de sucre et mènent également des recherches sur la production d'énergie électrique, On trouve comme suit :

- Production de margarine (capacité de 600 tonnes/jour)
- Raffinage des huiles (capacité de 1800 tonnes/jour)
- Cogénération (production d'électricité avec une capacité de 50 MW et 300 T/h de vapeur)
- Fabrication d'emballages en PET (Poly-Ethylène-Téréphtalate) avec une capacité de 9600 unités/heure
- Conditionnement d'huile (capacité de 1400 tonnes/heure)
- Raffinage du sucre avec une capacité de 1600 tonnes/jour et 3000 tonnes/jour

I-5) La stratégie de développement de CEVITAL

CEVITAL s'est construit autour de l'ambition et de la vision de son fondateur de bâtir un groupe industriel d'envergure mondiale, très compétitif, tourné vers l'exportation et l'international.

Le groupe possède des unités de production de taille mondiale, équipées des technologies les plus évoluées. La stratégie du Groupe s'appuie sur une forte compétitivité en termes de prix, de qualité, de volumes, de logistique, de robotisation.

Selon Issad Rebrab, fondateur de groupe, le succès du groupe CEVITAL repose sur sept points clés.[4]

- Le réinvestissement systématique des gains dans des secteurs porteurs à forte valeur ajoutée
- La recherche et la mise en œuvre des savoir-faire technologiques les plus évolués
- L'attention accordée au choix des hommes et des femmes, à leur formation et au transfert des compétences
- L'esprit d'entreprise
- Le sens de l'innovation
- La recherche de l'excellence
- La fierté et la passion de servir l'économie nationale [4]

I-6) L'unité énergie et utilités

La direction énergie et utilités est constituée :

I-6-1) L'unité d'énergie

Sert essentiellement à produire de l'électricité à l'aide d'un système d'installation qui se compose de deux chaudières de 150 T/h et 54 Bar chaque une pour produit de la vapeur sèche à 470 °C.

Cette dernière sert à faire tourner deux turbo alternateurs 25MW chaque un pour produire de l'électricité qui alimente le complexe. [5]

I-6-2) L'unité osmose

L'osmose est un phénomène de transfert de l'eau d'un milieu moins concentré vers un milieu plus concentré à partir d'une paroi semi perméable afin d'établir un équilibre entre les deux milieux.

La vapeur d'eau utilisée par la cogénération et les différentes unités de production du complexe, provient intégralement de l'unité osmose qui est constituée de quatre compartiments destinés à produire l'eau évaporée dans les chaudières. Cette unité utilise l'osmose inverse comme technique de filtration, ce qui nécessite l'utilisation des grands osmoseurs industriels.[5]

I-6-3) L'unité chaufferie

La chaufferie Loos est constituée de 4 chaudières à tube de fumée pression de service 13 Bar, et d'une capacité de production 40T/h pour chaque une.

Cette chaufferie est dédiée à la production d'une vapeur saturée qu'elle sera envoyée vers raffinerie d'huile et raffinerie de sucre. [5]

Chapitre II : Les Automates programmables et logiciel associé

II-1) Introduction :

L'Automate Programmable Industriel (API) est un dispositif électronique essentiel dans l'automatisation industrielle, permettant le contrôle et la gestion des processus de production. Grâce à sa capacité à exécuter des tâches répétitives avec précision et fiabilité, l'API contribue à améliorer l'efficacité, la sécurité et la flexibilité des opérations industrielles.

II-2) Historique de l'API :

L'histoire de l'Automate Programmable Industriel remonte aux années 1960, lorsque les premiers systèmes de contrôle automatisé ont été introduits pour remplacer les relais électromécaniques. L'API tel que nous le connaissons aujourd'hui a émergé dans les années 1970 avec le développement des premiers microprocesseurs. Depuis lors, l'évolution rapide de la technologie a conduit à des avancées majeures dans la conception et les fonctionnalités des API, les rendant plus puissants, compacts et polyvalents que jamais.

II-3) Définition de l'API :

L'Automate Programmable Industriel se compose de plusieurs composants clés, notamment un processeur, des entrées/sorties (E/S), de la mémoire et des interfaces de communication. Ces composants permettent à l'API d'interagir avec les capteurs, les actionneurs et d'autres équipements dans un environnement industriel. L'API est programmé à l'aide de langages de programmation spécifiques, tels que le langage ladder, le langage de blocs fonctionnels (FBD), le langage de liste d'instructions (ST), et le grafcet.

Les applications de l'API sont vastes, allant de la production manufacturière à la gestion des infrastructures, en passant par l'automatisation des processus de traitement et de production d'énergie. En permettant la surveillance en temps réel, le contrôle précis et la gestion intelligente des opérations, l'API contribue à accroître l'efficacité opérationnelle, à réduire les coûts de production et à garantir la qualité des produits. En outre, l'API facilite l'intégration des systèmes, la collecte et l'analyse des données, et ouvre la voie à des concepts comme l'Internet Industriel des Objets (IIoT) et l'industrie 4.0.

II-4) Structure générale d'une installation automatisée :

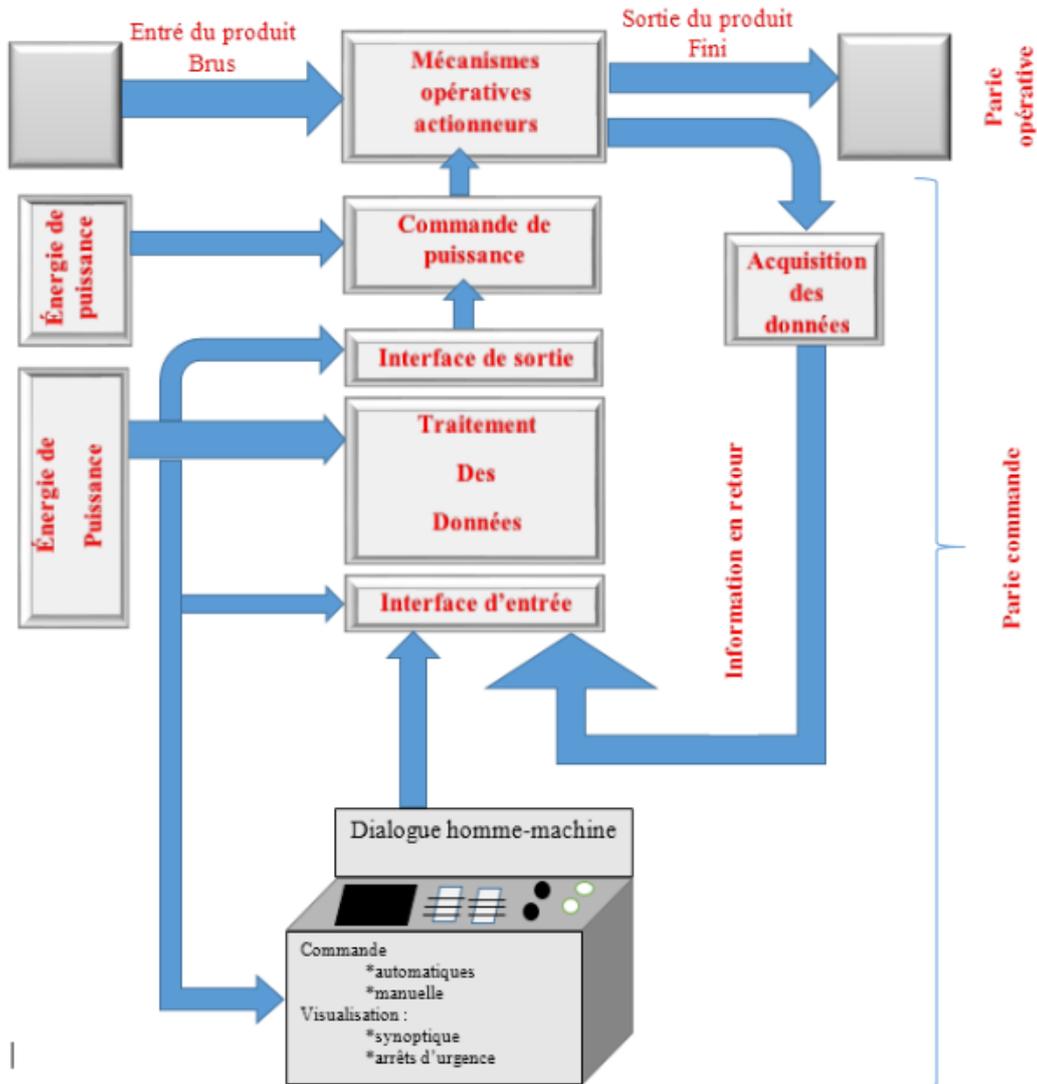


Figure II-1 : Schéma général d'une installation automatisée [6]

-Un automatisme peut être divisé en deux parties :

a) **La partie opérative** d'un automatisme, également connue sous le nom de partie puissance, est responsable de la transformation de la matière première. Elle comprend la partie mécanique (comme les chariots, les engrenages) et les actionneurs qui convertissent différentes formes d'énergie (électrique, pneumatique, hydraulique) pour effectuer des tâches spécifiques. Les pré actionneurs, tels que les contacteurs et les distributeurs, gèrent la commutation de puissance, tandis que les capteurs fournissent des informations sur la position, la vitesse, et d'autres variables.

b) La partie commande, ou partie de traitement des informations, coordonne l'ensemble du système en communiquant avec l'opérateur via un pupitre et en utilisant des interfaces pour échanger des données avec la partie opérative. Trois technologies sont couramment utilisées dans les interfaces : électromécanique, pneumatique et électronique.

II-5) Les type des automates programmables industriels

II-5-1) Les automates modulaires :

Les automates modulaires sont organisés suivant l'architecteur suivante :

- ✚ Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entrées /sorties, des mémoires RAM et EEPROM nécessaire pour stocker les programmes, les données, et les paramètres de configuration du système.
- ✚ Un module d'alimentation qui, à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V.
- ✚ Un ou plusieurs modules d'entrées *tout ou rien* ou analogiques pour l'acquisition des informations provenant de la partie opérative (procédé à conduire).
- ✚ Un ou plusieurs modules de sorties *tout ou rien* (TOR) ou analogiques pour transmettre à la parties opératives les signaux de commande. Il y a des modules qui intègrent en même temps des entrées et des sorties.[7]



Figure II-2 : Automate programmable de type modulaire [8]

II-5-2) les Automates compacts

De type compact, on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des microautomates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



Figure II-3 : Automate programmable de type compact [8]

II-6) Architecture d'un API

Un API comprend généralement des modules arrangés l'un à côté de l'autre, tels qu'une alimentation, une unité centrale (CPU) à base de microprocesseur dotée d'une carte de mémoire, des interfaces d'entrées et de sorties, des interfaces de communication, des cartes spéciales et un dispositif de programmation. On peut effectivement considérer qu'il s'agit d'une unité contenant un grand nombre de relais, compteurs, temporisateurs et unités de stockage de données distincts (généralement EEPROM).[9]

La figure II-4 montre la disposition de base d'un API :

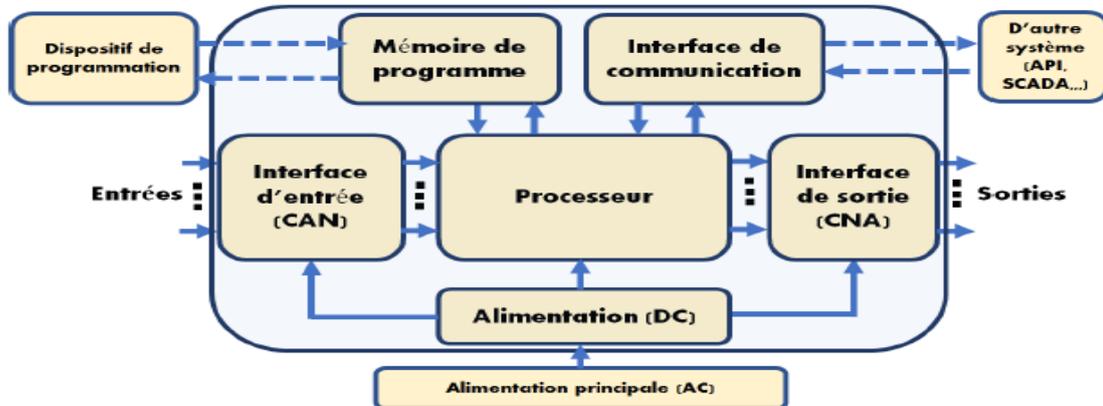


Figure II-4 : disposition de base d'un API [9]

II-6-1) Module d'alimentation

Le bloc d'alimentation (Power Supply (PS)), figure III-4 est nécessaire pour convertir la tension d'entrée alternative (220 V) du secteur en une tension continue (24V,48V...) nécessaire au processeur et aux circuits des modules d'interface d'entrée et de sortie.

La puissance des alimentations varie entre un API et un autre et demandent un courant allant de 2A a 50A, en fonction du nombre d'interfaces d'E/S alimentées par cette alimentation.[9]

II-6-2) L'unité centrale de traitement (CPU)

Le module CPU est l'unité contenant le microprocesseur. Cette unité interprète les signaux d'entrée et exécute les actions de commande en fonction du programme enregistré dans sa mémoire, communiquant les décisions sous forme des signaux d'actions aux sorties, Aussi, ce module contient une interface de programmation afin de communiquer avec la console de programmation suivant un protocole bien déterminé (Par exemple TCP/IP, MPI-bus ...etc.).

La mémoire de programme est l'endroit où le programme stocke contenant les actions de contrôle à exécuter par le microprocesseur, généralement c'est une mémoire ROM effaçable électriquement (EEPROM) d'une capacité varie du 4KB jusqu'au 50KB.[9]

II-6-3) Interfaces d'entrée/sortie

Les cartes d'E/S permettent au processeur de recevoir des informations de périphériques externes (capteurs) et de les communiquer aux périphériques externes (Pré-actionneurs et actionneurs), généralement il y a deux types d'E/S, type Tout ou Rien (DI/DO) et analogique (AI/AO).

Plus de ces modules, on trouve des modules spéciaux d'E/S (carte PID, carte de comptage rapide ...etc.), ce type de cartes dotées des microprocesseurs, afin de simplifier les tâches et soulager le module CPU.[9]

II-6-4) Console de programmation

Le dispositif de programmation est utilisé pour introduire le programme souhaité dans la mémoire programmable. Généralement le programme est développé dans un PC ou une console spéciale donnée par le constructeur, puis transféré dans la mémoire du CPU par l'intermédiaire d'un câble de communication adéquat (MPI-bus, TCP/IP...Etc.), [9]

II-6-5) Module de communication

L'interface de communication est utilisée pour recevoir et transmettre des données sur des réseaux de communication depuis ou vers d'autres systèmes distants tels que l'API, SCADA F&G, HMI, serveur OPC ...etc. Il concerne des actions telles que la vérification du périphérique, l'acquisition de données, la synchronisation entre les systèmes et la gestion de la connexion.[9]

II-7) Les automate SIEMENS

Les automates Siemens sont nombreux. Cependant, on peut catégoriser les automates Siemens par gamme. Le portefeuille des automates Siemens est libellé sous le nom SIMATIC.

Cela en globales non seulement les petits automates servant à réaliser des tâches logiques simples aux automates destinés aux systèmes plus complexes. On peut ainsi classer les automates Siemens suivant les gammes logo qui sont plutôt des modules logiques, les gammes S7-200 qui se programment avec les logiciel micro Win, , les gammes S7-300 pour des applications de grandes taille, les gammes S7-400 pour dans la plupart du temps commander les industries de procès à haut taux de disponibilité, les gammes S7-1200 qui sont des automates très compacts et qui seront les futurs successeurs des S7-200, les gammes S7-1500 qui sont les derrières générations d'automates de la marque Siemens. Outre ces gammes d'automates, Siemens dispose d'autres contrôleurs comme les PC industriels (gamme Micro box) ou les automates logicielles comme Win AC.

II-7-1) Présentation de l'automate choisi à utiliser S7-300 :

L'automate S7-300 est un mini automate modulaire pour des applications d'entrées et de milieu de gamme fabriqué par la firme SIEMENS, on peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.

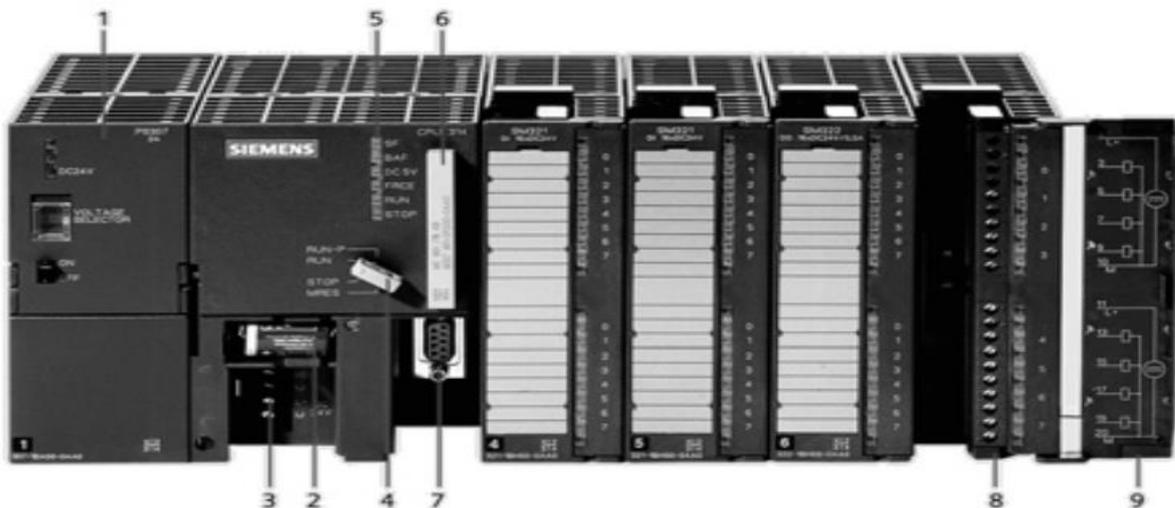


Figure II-5 : Automate modulaire SIEMENS.[8]

1 : Module d'alimentation.

2 : Pile de sauvegarde.

3 : Connexion 24 Vcc.

6 : Carte mémoire.

7 : Interface multipoint (MPI)

8 : Connecteur frontal.

4 : Commutateur de mode (à clé). 9 : Volet en face avant.

5 : LED de signalisation. [8]

Les automates programmables SIEMENS sont des appareils fabriqués en série, conçus indépendamment d'une tâche précise. Tous les éléments logiques, fonctions de mémoire, temporisations, compteurs ...etc, nécessaire à l'automatisation sont prévus par le fabricant et sont intégrés à l'automate. Ils se distinguent principalement par le nombre des :

- Entrées et sorties.
- Compteurs.
- Temporisation.
- Mémentos.
- La vitesse de travail.



Figure II-6 : Automate modulaire SIEMENS utilisé à CEVITAL.[10]

II-7-2) Caractéristiques de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est spécifié par les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de la CPU.
- Gamme complète du module.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré en module.
- Possibilité de mise en réseaux avec MPI, PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage au différent emplacement.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matériels.

II-7-3) Constitution de l'automate S7-300

L'automate S7-300 est constitué d'une alimentation, d'une CPU, de module d'entrée et de module de sortie a ceux-ci peuvent s'ajouter à des processeurs de communication et des modules de fonction qui se chargeront de fonction spéciale.[11]

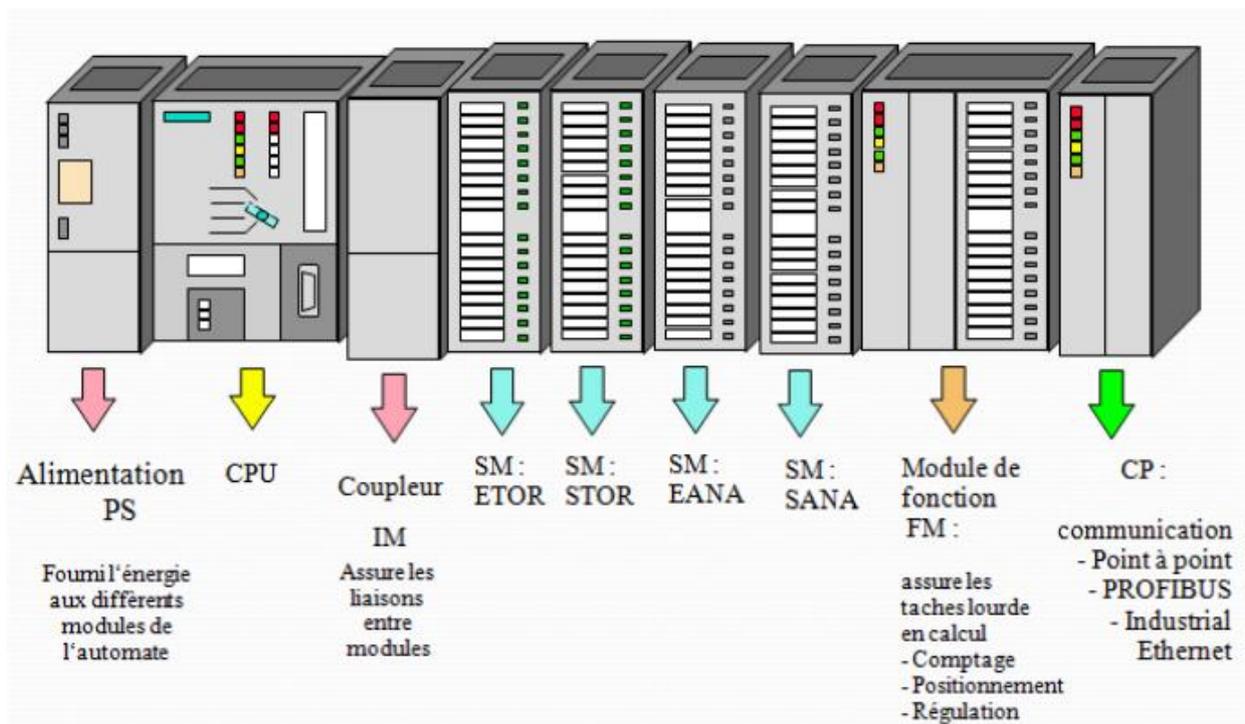


Figure II-7: Constitution d'API S7-300 [11]

Comme toutes API, l'automate S7-300 est un système d'automatisation modulaire offrant la gamme de module suivant :

- ❖ Module d'alimentation (PS) avec 2A, 5A ou 10A ;
- ❖ Unité centrale (CPU 315) travaillant avec mémoire de 48Ko, sa vitesse d'exécution est 0.3ms/1k instructions ;
- ❖ Module de signaux (SM) pour les entrées et les sorties TOR et analogique ;
- ❖ Module d'extension (IM) pour configuration multi rangé pour S7-300 ;
- ❖ Module de fonction (FM) pour fonction spéciale.
- ❖ Processeur de communication (CP) pour la connexion eu réseau.[11]

II-7-4) Description de la CPU :

La CPU (Central Processing Unit) est le cerveau de l'automate, elle lit les états des entrées, ensuite, elle exécute le programme utilisateur en mémoire et enfin, elle commande les sorties.

Elle comporte une unité de commande et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces vers les modules de signaux.

La CPU est constituée de :

Désignation de la LED	Couleur	Signification
SF	rouge	Erreur matérielle ou logicielle
BF	rouge	Défaut de bus sur l'interface DP (X2)
MAINT	jaune	Requête de maintenance (sans fonction)
DC5V	verte	Alimentation 5 V pour CPU et bus S7-300
FRCE	jaune	La LED s'allume : requête de forçage active La LED clignote à 2 Hz : fonction Test de clignotement de l'abonné
RUN	verte	CPU en marche (RUN) La LED clignote au démarrage à 2 Hz et à l'arrêt à 0,5 Hz.
STOP	jaune	CPU à l'état de fonctionnement STOP (ARRET) ou au démarrage La LED clignote à la requête d'effacement à 0,5 Hz et durant l'effacement général à 2 Hz.

Tableau II-1 : Indicateur d'état et d'erreur de la CPU 315-2 DP [12]

Position	Signification	Explications
RUN	Mode de fonctionnement RUN	La CPU traite le programme utilisateur.
STOP	Mode de fonctionnement STOP	La CPU ne traite aucun programme utilisateur.
MRES	Effacement général	Position du commutateur de mode de fonctionnement pour l'effacement général de la CPU. L'effacement général à l'aide du sélecteur de mode de fonctionnement nécessite une séquence d'actions particulière de votre part.

Tableau II-2 : Positions du commutateur de mode de fonctionnement [12]

II-7-5) Présentation de la CPU à utiliser (CPU 315-2DP)

Elément de commande et de signalisation de la CPU 315 :

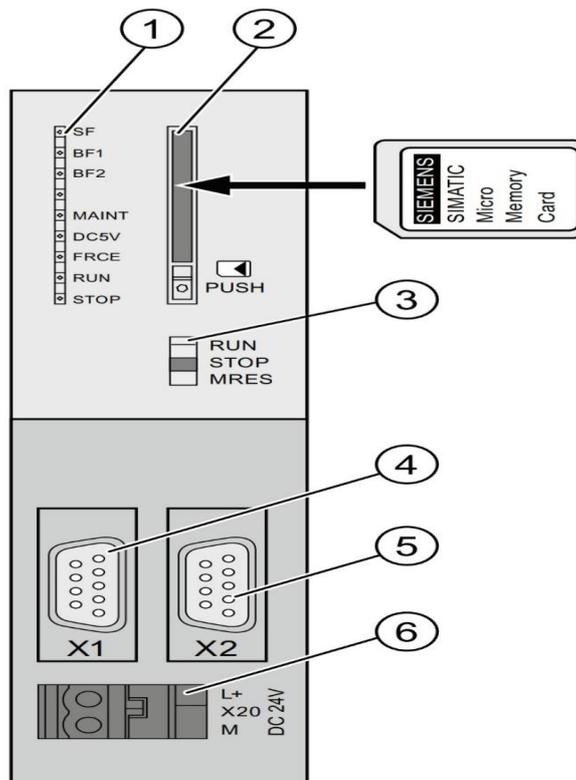


Figure II-8 : CPU 315-2 DP [12]

1. Indicateurs d'état et d'erreur :
CPU 315-2 DP il n'y a qu'un seul défaut de bus BF
LED : BF1 et BF2
2. Emplacement pour la carte mémoire SIMATIC Micro incl. l'éjecteur
3. Sélecteur de mode
4. Interface X1 (MPI)
5. Interface X1 (DP)
6. Connexion d'alimentation [12]



Figure II-9 : CPU 315 2 DP [10]

II-8) Les logiciels SIEMENS

Les logiciels Siemens occupent une place centrale dans le paysage de l'automatisation industrielle, offrant des solutions avancées pour optimiser les processus de fabrication et de contrôle dans divers secteurs. Parmi ces outils essentiels se trouvent STEP 7, TIA Portal et WinCC.

II-8-1) SIMATIC STEP 7

SIMATIC STEP 7, est le logiciel de configuration, programmation, vérification et diagnostic de tous les automate SIMATIC. Doté d'un grand nombre de fonction conviviale, SIMATIC STEP 7 garantie une efficacité nettement supérieure pour toutes les tâches d'automatisation, qu'il s'agisse de la programmation, de la simulation, de la mise en service ou de la maintenance.

II-8-2) SIMATIC WinCC

WinCC, de son côté, est un logiciel de supervision et de contrôle de processus (SCADA) utilisé pour visualiser et contrôler les opérations dans les usines et les installations industrielles. Il permet de créer des interfaces homme-machine (IHM) intuitives pour surveiller les processus, enregistrer des données et analyser les performances de production.

Ensemble, ces deux logiciels offrent une solution complète pour l'automatisation et la surveillance des processus industriels, contribuant ainsi à l'amélioration de l'efficacité, de la productivité et de la qualité dans le domaine de la fabrication et au-delà.

II-8-3) Logiciel de programmation des automates SIEMENS (TIA Portal) :

La plateforme Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) est le dernier environnement de travail développé par Siemens. Il offre un système d'ingénierie intégré, combinant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC WinCC. Grâce à cette intégration, les ingénieurs peuvent concevoir et mettre en œuvre des solutions d'automatisation de manière efficace et cohérente. TIA Portal simplifie les processus de développement en offrant une interface utilisateur unifiée, des outils de diagnostic avancés et une simulation intégrée. Cette

approche centralisée permet d'améliorer la productivité et la qualité des projets d'automatisation industrielle.

II-8-3-1) Avantages de logiciel TIA Portal :

- Programmation intuitive et rapide : avec des éditeurs de programmation nouvellement développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovation linguistique de STEP7 : programmation symbolique uniforme, Calculate Box, ajoute de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmenter grâce à des fonctions intégrées : simulation avec PLCSIM, télémaintenance avec TeleService et diagnostique système cohérent.
- Technologie flexible : fonctionnalité motion contrôle évolutive et efficace pour les automates S7-1500 et S7-1200.
- Sécurité accrue avec Security Integrated : protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitre IHM et entraînement dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal.[13]

II-8-3-2) Vue de portail et vue de projet

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

- ❖ La vue de portail : est une vue orientée sur les tâches de projet.
- ❖ La vue de projet : est une vue des composants du projet et des zones de travail et éditeur correspondants.

II-8-3-3) La vue de portail

La vue de portail offre une vue orientée sur les tâches des outils. Vous pouvez y décider rapidement ce que vous souhaitez faire et appeler l'outil requis pour la tâche correspondante. Si nécessaire un basculement automatique dans la vue de projet à lieu pour la tâche sélectionnée.

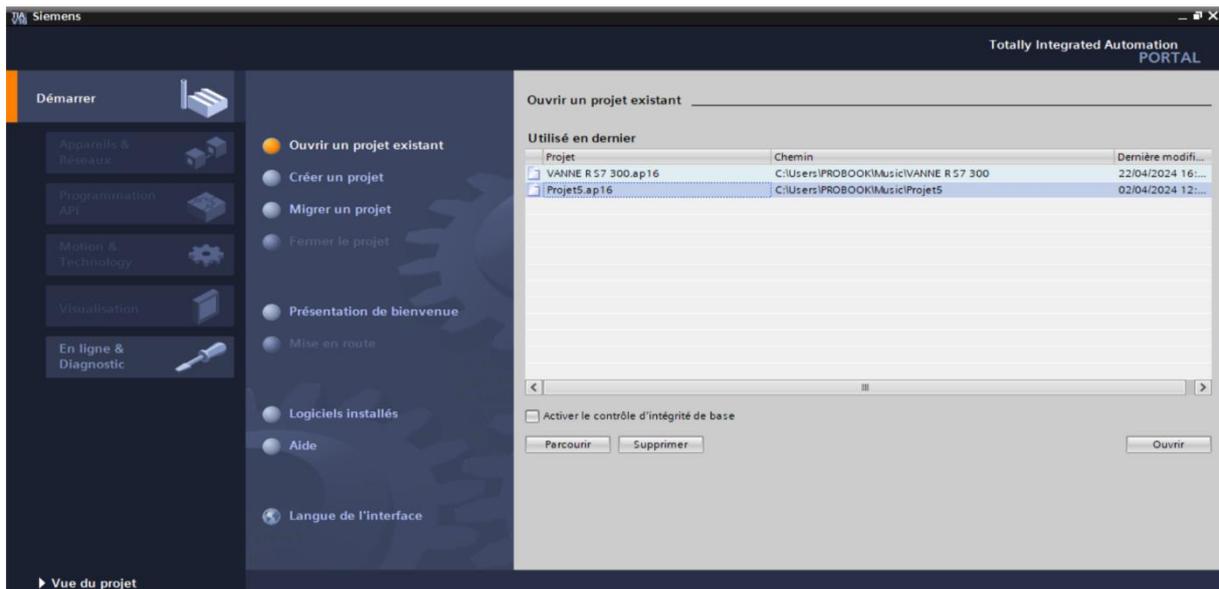


Figure II-10 : Vue du portail

La vue de projet correspond à une vue structurée de l'ensemble des composant du projet.

La fenêtre de travail : permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités.

Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI ?...

La fenêtre d'inspection : permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété de matérielle sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme).

Les onglets de sélection de tâches : ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle é bibliothèques des composants, bloc de programme é instruction de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres l'on ne les utilise pas.

Il est également possible redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

II-8-3-4) Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée.

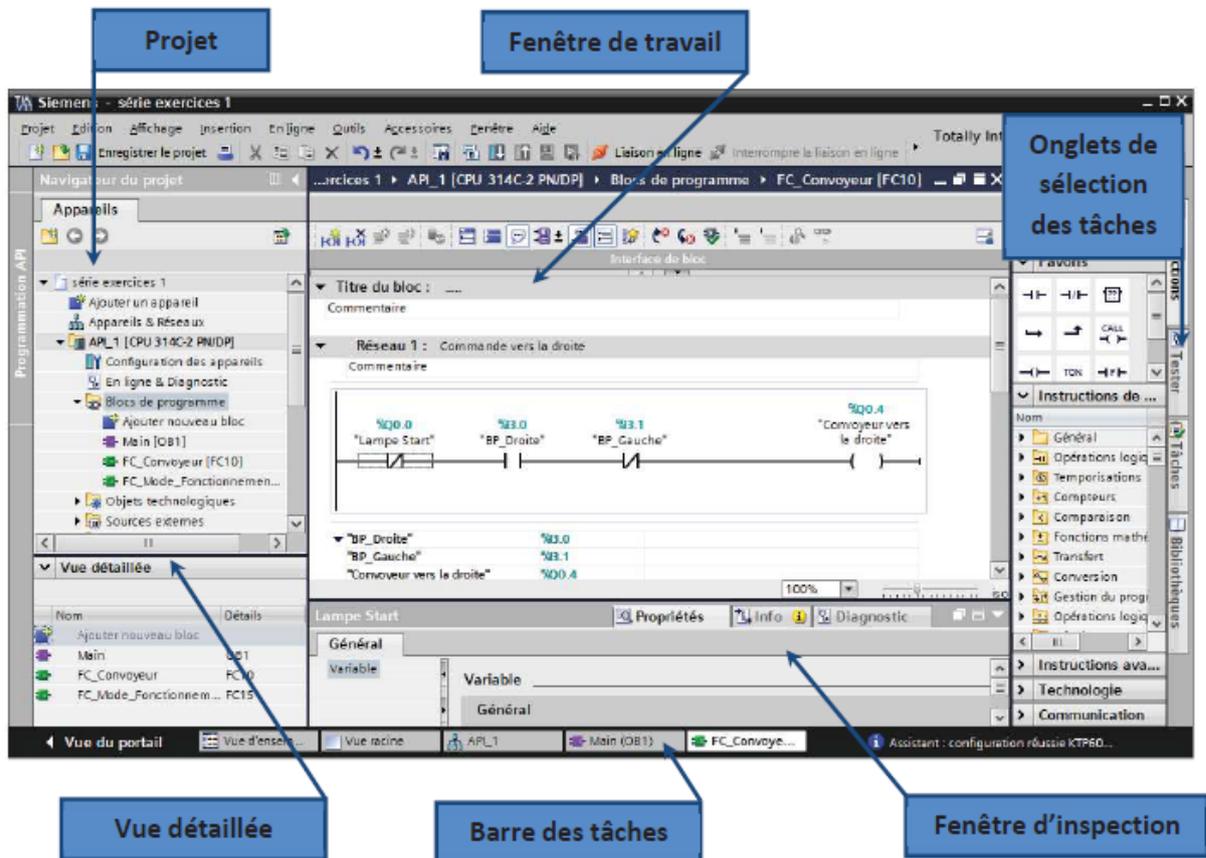


Figure II-11 : Vue du projet

La *fenêtre de travail* permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des HMI, ...

La *fenêtre d'inspection* permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, messages d'erreurs lors de la compilation des blocs de programme...).

Les *onglets de sélection de tâches* ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle → bibliothèques des composants, bloc de programme → instructions de programmation).

Cet environnement de travail contient énormément de données. Il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas.

Il est également possible de redimensionner, réorganiser, désancrer les différentes fenêtres.

II-8-3-5) Adressage des E/S

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il faut aller dans « *appareil et réseau* » dans le navigateur du projet.

Dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « *Vue des appareils* » et de sélectionner l'appareil voulu.

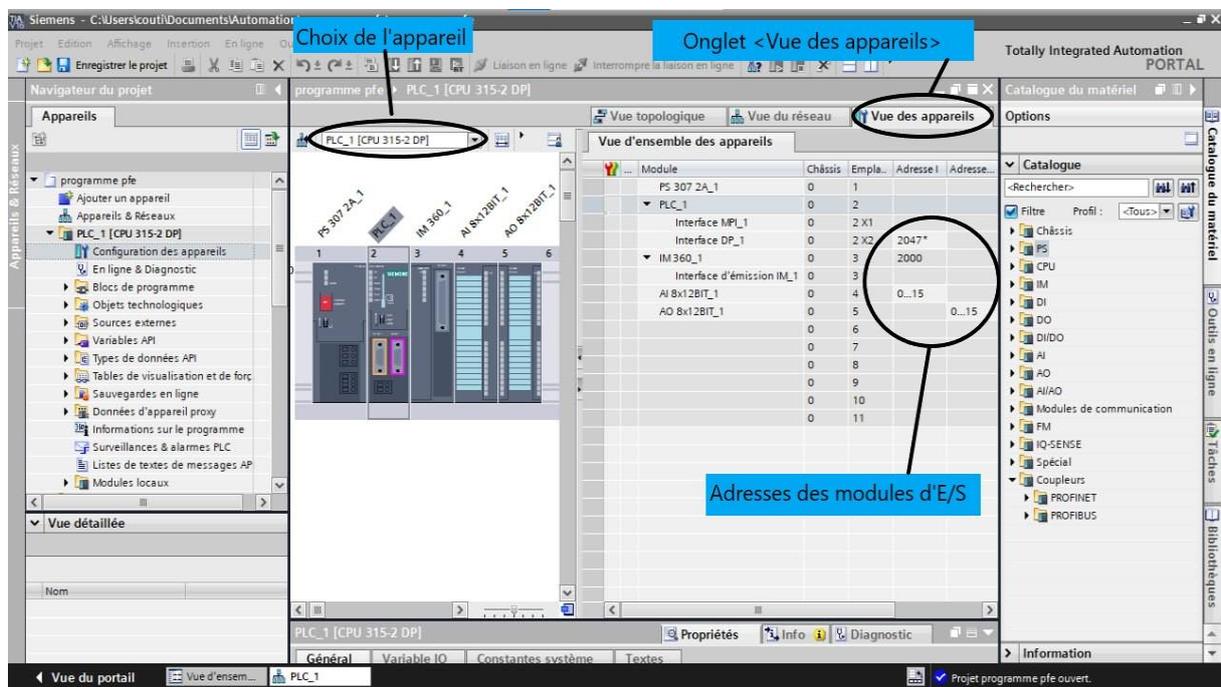


Figure II-12 : Adressage des E/S

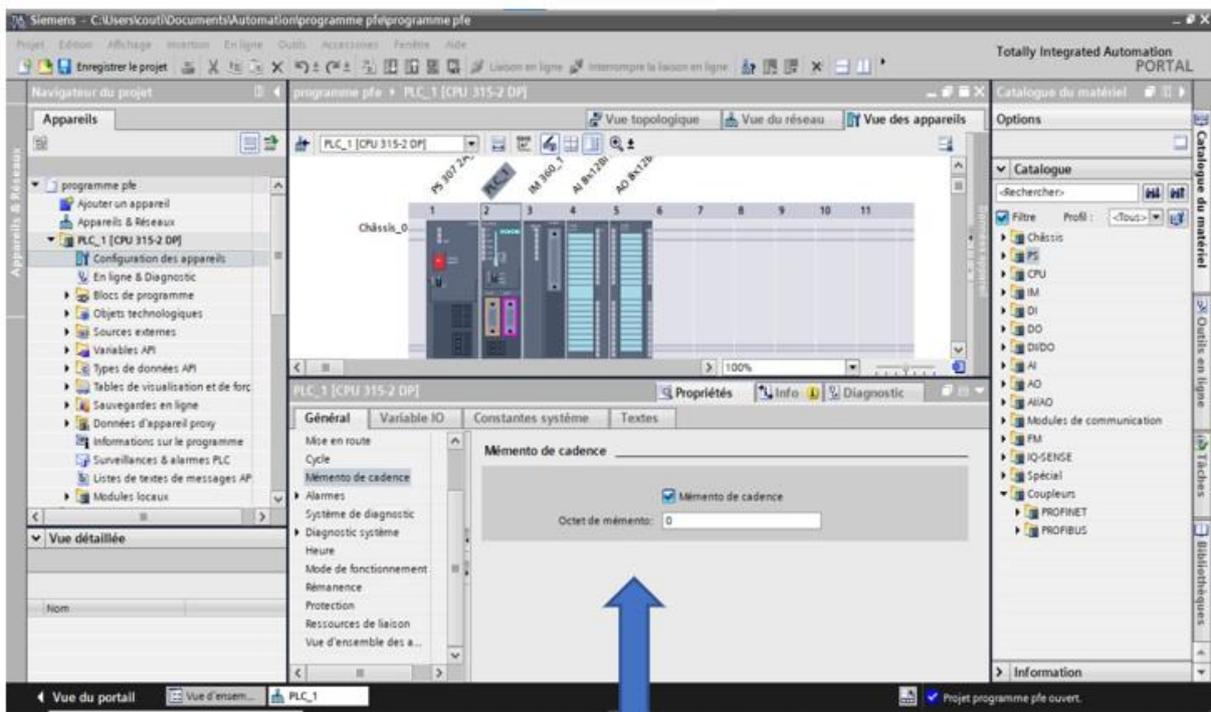
On sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches (voir figure), on fait apparaître l'onglet « *Vue d'ensemble des appareils* » (n'hésitez pas à masquer certaines fenêtres et à en réorganiser d'autres). Les adresses des entrées et sorties apparaissent. Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante.

II-8-3-6) Memento de cadence

Les mementos de cadence permettent d'effectuer des clignotements de fréquence variable en fonction du bit associé

Une fois la CPU déterminée, on peut définir le memento de cadence. Pour cela, on sélectionne la CPU dans la fenêtre « *Vue des appareils* » et l'onglet « *propriété* » dans la fenêtre d'inspection.

Dans le menu « *Général* », choisir l'option « *Memento de cadence* », cocher la case « *Memento de cadence* » et choisir l'octet du memento de cadence que l'on va utiliser.



Bit de l'octet de memento de cadence	7	6	5	4	3	2	1	0
Période [s]	2	1.6	1	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1
Fréquence [Hz]	0.5	0.625	1	1.25	2	2.5	5	10

Figure II-13 : Memento de cadence

II-8-3-7) Adresse Ethernet de la CPU

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse Ethernet. Un double clic sur le connecteur Ethernet de la station fait apparaître la fenêtre d'inspection permettant de définir ses propriétés.

Pour établir une liaison entre la CPU et la console de programmation, il faut affecter aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau. On utilisera comme adresse pour l'automate 192.168.2. N° de l'automate.

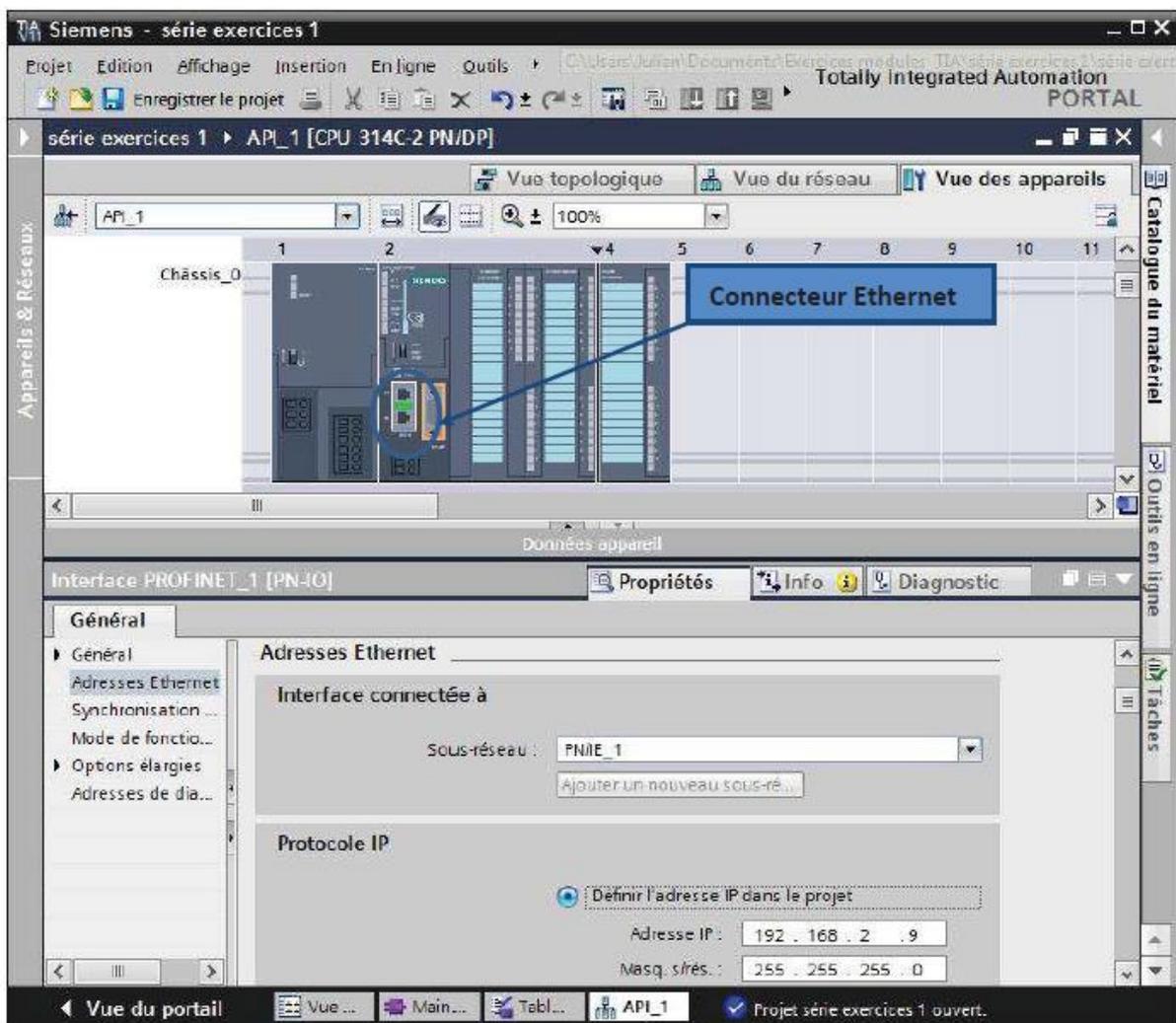


Figure II-14 : Adresses Ethernet de la CPU

II-8-3-8) Compilation et chargement de la configuration matérielle :

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 logicielle. 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 à Configuration matérielle ».

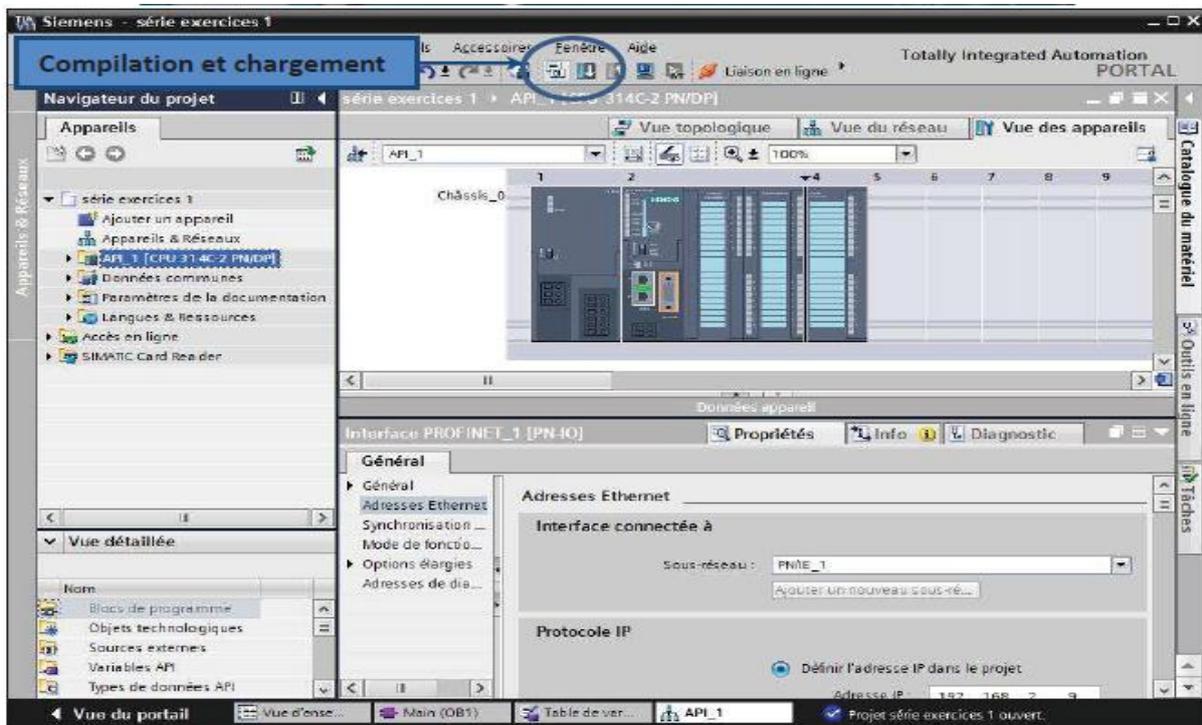


Figure II-15 : Compilation et chargement de la configuration matérielle

Pour charger la configuration dans l'automate, on effectue un clic sur l'icône « **charger dans l'appareil** ». La fenêtre ci-dessous s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion (PN/IE, Profibus, MPI). Si vous choisissez le mode PN/IE, l'API doit posséder une adresse IP.

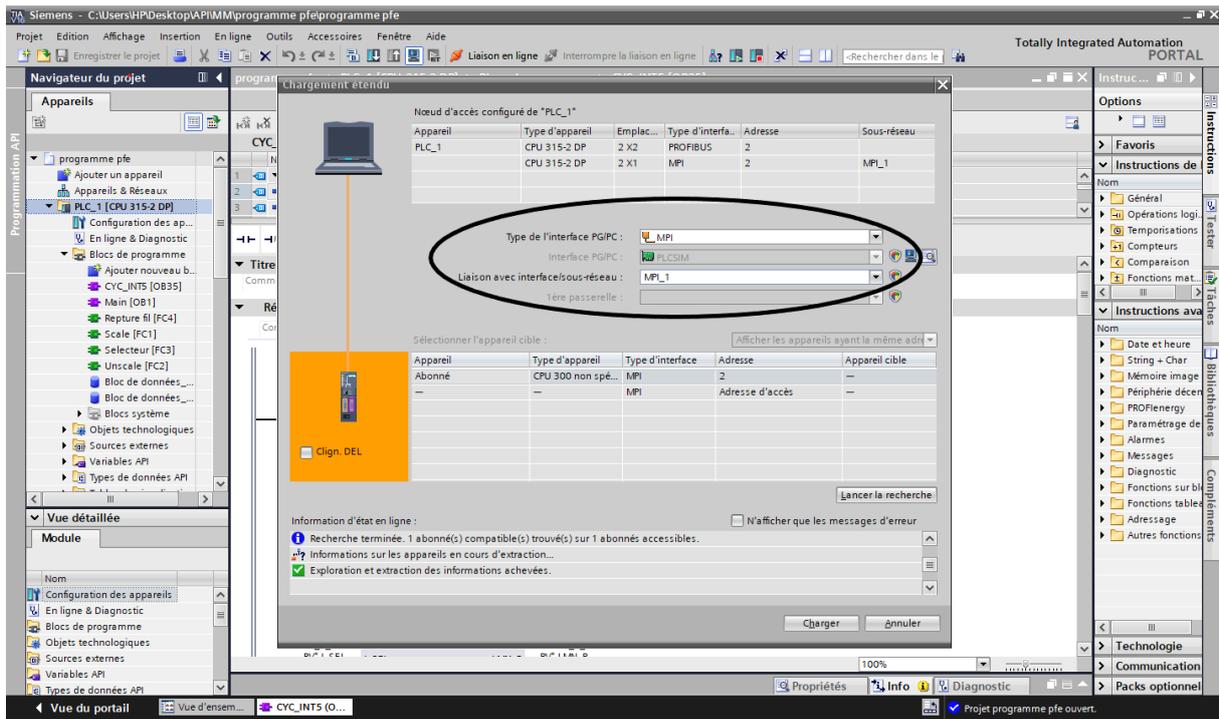


Figure II-16 : Chargement de la configuration dans l'automate

Pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et de relier le PC à la CPU via le « *PC Adapter* ». Si le programme trouve un appareil, il figure dans la liste en bas de la fenêtre. La touche « *Clign. DEL* » permet de faire clignoter une LED sur la face avant de l'appareil afin de s'assurer que l'on est connecté à l'appareil désiré.

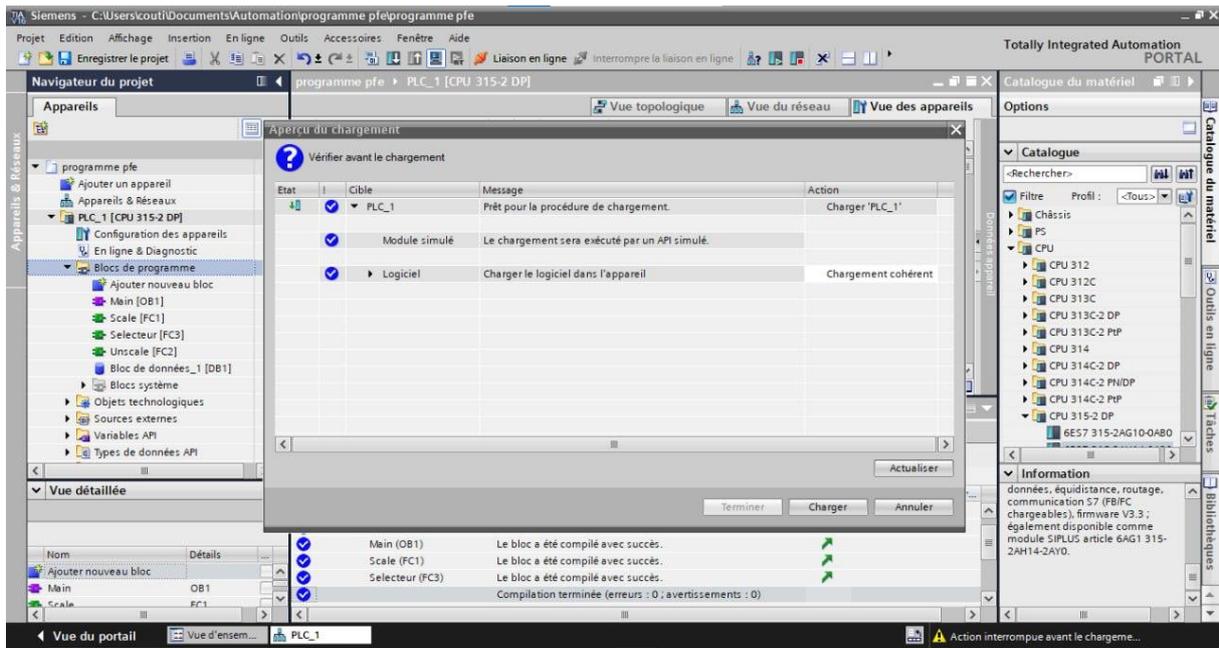


Figure II-17 : Connexion avec l'automate

Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil. Des avertissements / confirmations peuvent être demandés lors de cette opération. Si des erreurs sont détectées, elles seront visibles via cette fenêtre. Le programme ne pourra pas être chargé tant que les erreurs persistent.

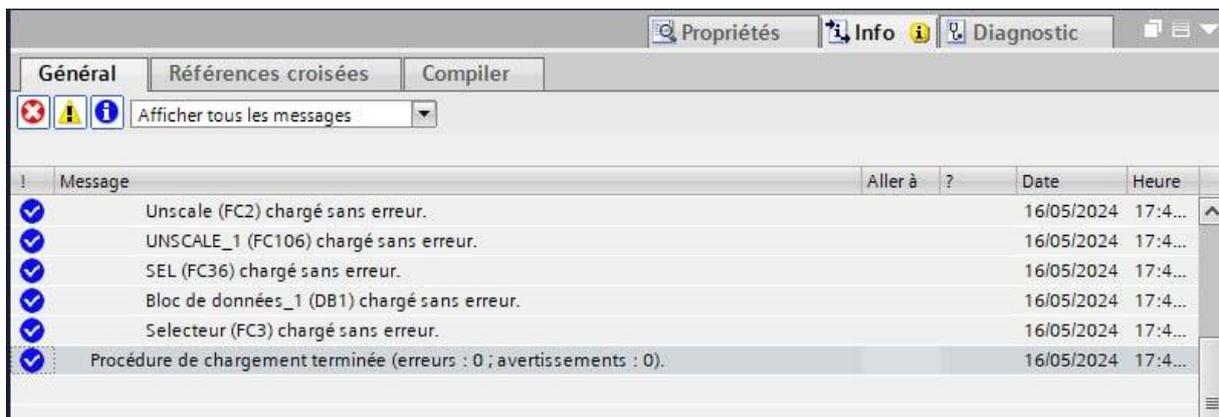


Figure II-18 : Détection des erreurs

II-8-3-9) Présentation des blocs de programmation :

Dans la programmation d'automate SIEMENS, la structure du programme est séparée en 4 types de blocs différents :

- Bloc d'organisation
- Fonction
- Bloc fonctionnel
- Bloc de données

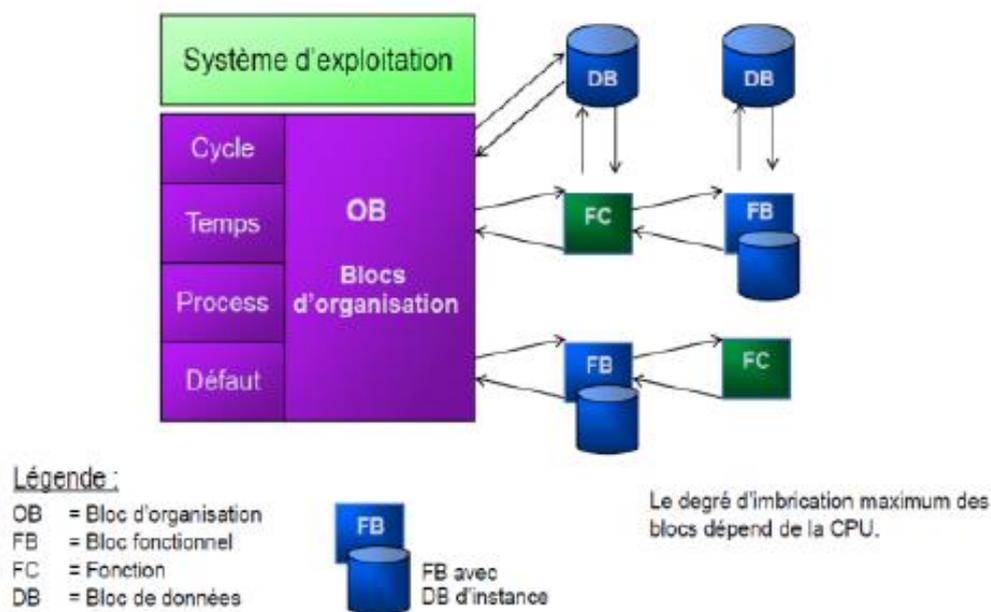


Figure II-19 : Les blocs de programmation

II-8-3-9-1) Blocs d'Organisation (OB)

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur.

Les OB sont programmables par l'utilisateur, ce qui permet de la CPU.

Les OB sont appelés par le système d'exploitation en liaison avec les évènements suivants :

- Comportement au démarrage.
- Exécution cyclique du programme.
- Exécution de programme déclenchée par des alarmes (cyclique, processus, diagnostique ...).
- Traitement des erreurs.



- Pour que le traitement du programme démarre, le projet doit posséder ou moins OB cyclique.

II-8-3-9-2) Fonctions (FC)

Ce sont des blocs de code sans mémoire.

Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si on veut mémoriser ces données, il faut utiliser des opérands globaux.

Elles sont utilisées pour la programmation de fonctions utilisées plusieurs fois. On simplifie de ce fait la programmation.



II-8-3-9-3) Les blocs fonctionnels (FB)

Ce sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs.



II-8-3-9-4) Bloc de donnée (DB)

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données.



Les DB globaux ou tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

La figure ci-dessous montre les blocs de configuration.

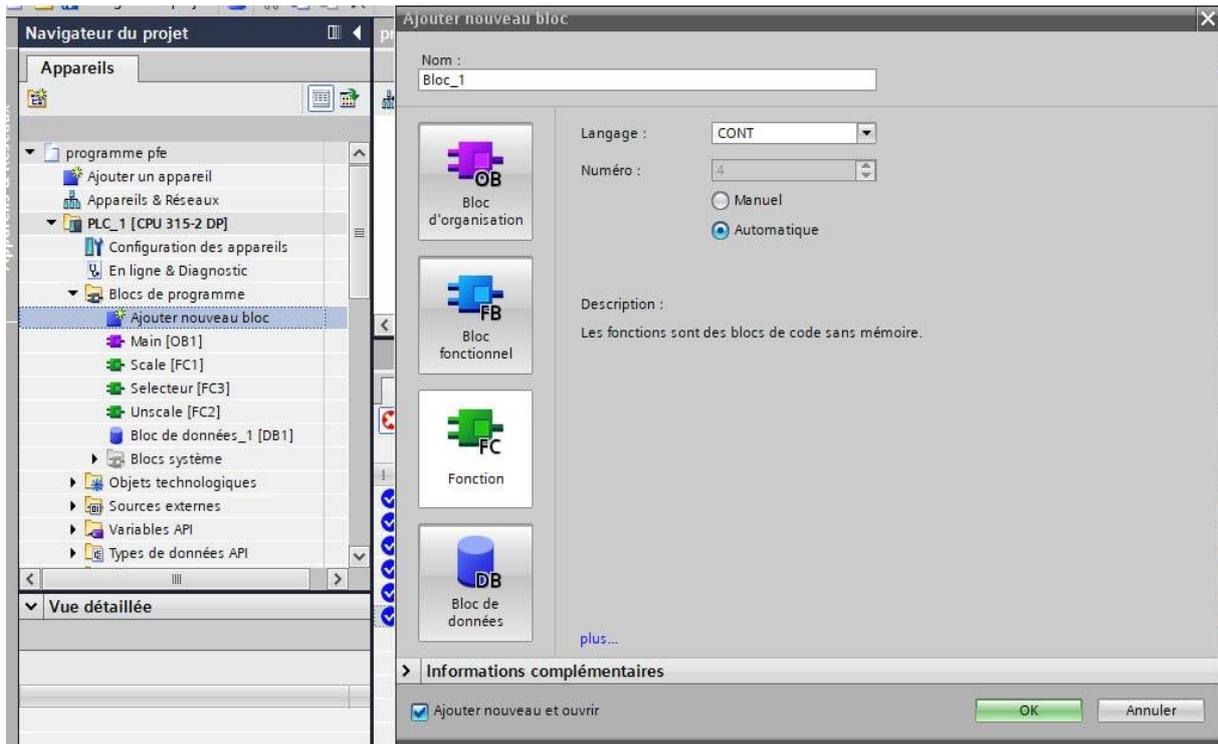


Figure II-20 : Les blocs de configuration

II-8-3-10) Les langages des programmations :

Chaque automate possède son propre langage. Les constructeurs proposent tous une interface logicielle répondant à la norme CEI 11313. Cette norme définit cinq langages de programmation utilisables, qui sont :

- LD (Ladder Diagram)
- IL (Instruction List)
- FBD (Function Block Diagram)
- ST (Structured Text)
- SFC (Sequential Function Charts)

Le tableau suivant présente quelques fonctions par trois langues :

Désignation	Langage LD	Langage IL	Langage FBD
ET Logique		U	
ET NON		UN	
OU Logique		O	
OU NON		ON	
Affectation résultat		=	
ET d'une expression		U()	
OU d'une expression		O()	
Exécute l'instruction différée)	
Definer repère (Etiquette)		: <repère>	
Saut		SPA	

Tableau II-3 : Tableau présente trois langages de programmation des API

II-8-3-10-1) Le langage Ladder Diagram (LD) :

Le langage Ladder Diagram (LD) représente graphiquement des équations booléennes en combinant des contacts (entrées) avec des bobines (sorties). LD permet de tester et de modifier des données booléennes à l'aide de symboles graphiques dans un diagramme, organisés comme

des éléments d'un schéma électrique a contacts, et connectés à des barres d'alimentation verticales à gauche et à droite.

II-8-3-11) La supervision

II-8-3-11-1) Introduction à SIMATIC HMI

Quand les processus deviennent plus complexes et que les machines et les installations doivent respecter des spécifications toujours plus rigoureuses, l'opérateur a besoin d'une transparence maximale, assuré par l'interface Homme-Machine (IHM).

L'IHM agit comme un lien entre l'opérateur et le processus machine/installation), tandis que le contrôle effectif du processus est géré par le système d'automatisation ? Ainsi, une interface existe entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur), ainsi qu'entre WinCC flexible et le système d'automatisation.

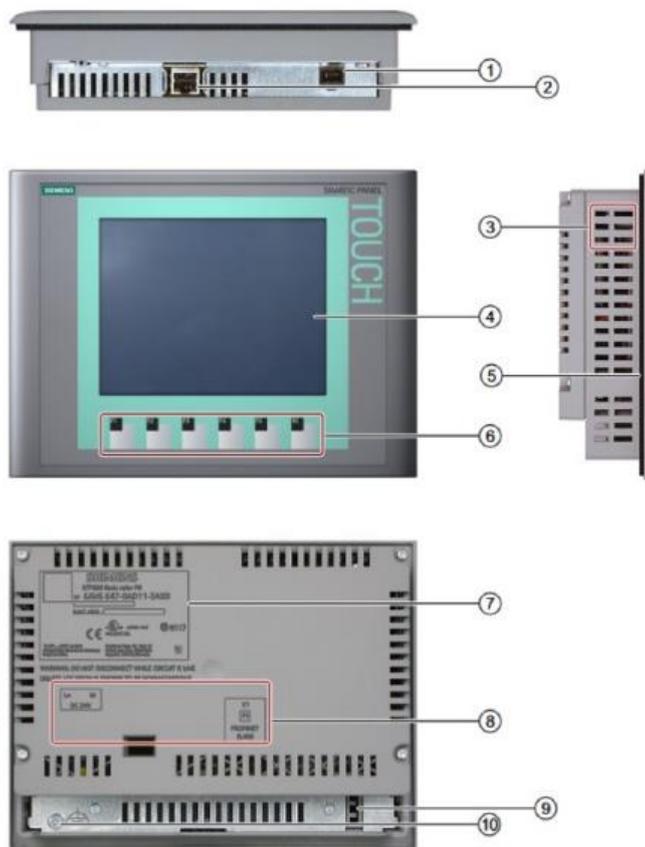


Figure II-21 : Le pupitre opérateur HMI (Interface Homme Machine) [14]

1. Connecteur d'alimentation
2. Interface PROFINET
3. Encoches pour griffe
4. Afficheur/écran tactile
5. Joint de montage
6. Touche de fonction
7. Plaque signalétique
8. Désignation de l'interface
9. Glissière pour bande de repérage
10. Prise de terre fonctionnelle [14]

II-8-3-11-2) SIMATIC WinCC (TIA Portal)

WinCC est un logiciel de supervision et de contrôle industriel développé par Siemens, largement utilisé dans les industries manufacturières, les infrastructures critiques et les installations automatisées. Intégré à l'environnement de développement TIA Portal (Totally Integrated Automation), WinCC offre une plateforme complète pour la surveillance, le contrôle et la gestion des processus industriels.

Avec WinCC, les opérateurs peuvent visualiser en temps réel les données provenant des équipements et des machines, leur permettant de surveiller efficacement les performances et de détecter rapidement les anomalies. Le logiciel offre une interface conviviale permettant de créer des interfaces homme-machine (IHM) personnalisées, adaptées aux besoins spécifiques de chaque application.

En plus de la visualisation en temps réel, WinCC permet également la collecte de données historiques, ce qui permet aux utilisateurs d'analyser les tendances, d'identifier les goulots d'étranglement et de prendre des décisions éclairées pour améliorer l'efficacité opérationnelle. De plus, il offre des fonctionnalités avancées telles que la gestion des alarmes, la traçabilité des produits et l'intégration avec d'autres systèmes de contrôle et d'automatisation.

Grâce à ses capacités de connectivité, WinCC peut être utilisé pour surveiller et contrôler des installations industrielles à distance, ce qui permet aux entreprises de superviser leurs opérations de manière centralisée et efficace.

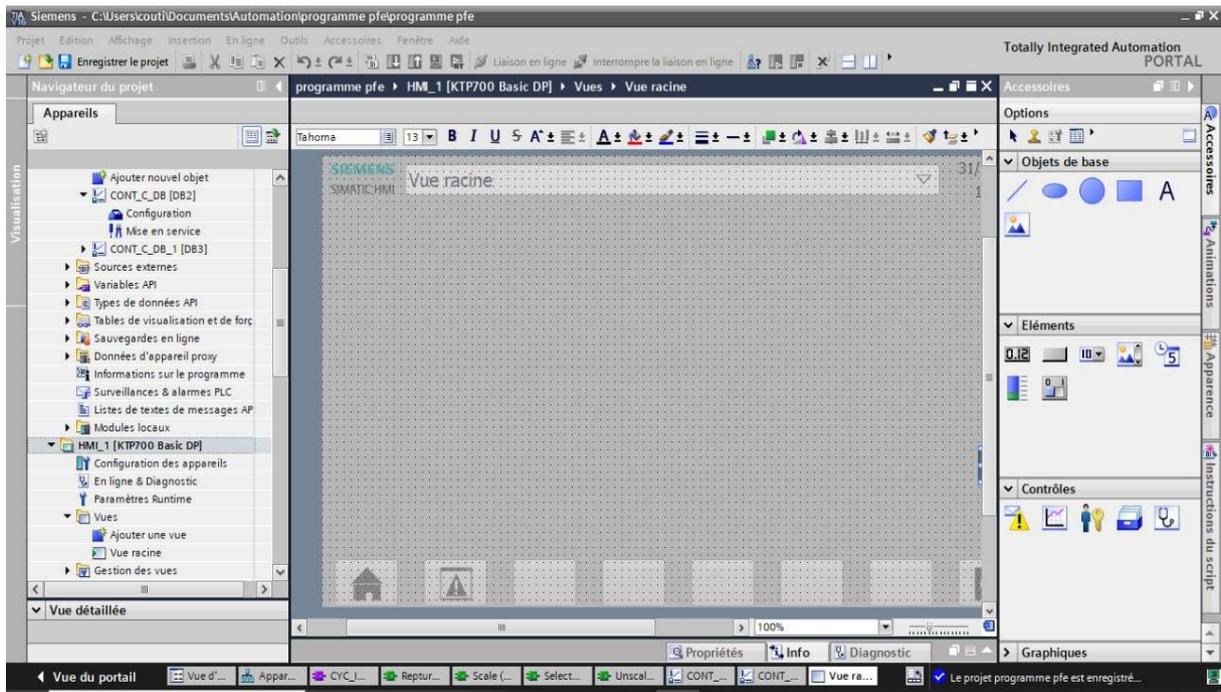


Figure II-22 : Vue du HMI WinCC dans TIA Portal

II-9) Conclusion :

Ce chapitre a mis en lumière l'importance des automates programmables industriels (API) dans la classification des produits d'automatisation et le choix de l'automate le mieux adapté à une application spécifique, en l'occurrence le Siemens S7-300. En outre, nous avons examiné en détail le logiciel Siemens TIA Portal du point de vue de la programmation et de la supervision. La gamme de logiciels TIA Portal offre une interface conviviale et une prise en main facile, tout en intégrant tous les langages et outils nécessaires pour une programmation complète et flexible. Cette combinaison d'automate et de logiciel représente un atout majeur pour optimiser les processus industriels, garantissant à la fois efficacité opérationnelle et facilité d'utilisation.

Chapitre III : Description de la chaufferie LOSS et de la vanne utilisée

III-1) La Chaufferie

III-1-1) Introduction :

De nombreuses industries utilisent la vapeur dans leurs procédés de fabrication ou de services. Elles sont raccordées au réseau de chauffage urbain lorsque leur implantation se trouve à proximité des canalisations. C'est le cas pour certaines industries agro-alimentaires.

Les blanchisseries industrielles et les buanderies sont également grandes consommatrices de vapeur, notamment dans les hôpitaux pour le lavage et la désinfection du linge.

Enfin, la vapeur peut être utilisée pour la production d'énergie motrice puis électrique par sa détente dans une turbine (cogénération).

La vapeur est un fluide de process couramment utilisé par ses caractéristiques physiques (pression, température), chimiques (absence d'impuretés minérales ou organiques si certaines précautions sont prises), et bactériologiques.

Les chaudières à vapeur sont des échangeurs destinés à produire une quantité de vapeur à une pression et une température déterminée en fonction de son usage. Le timbre définit la limite maximale de la pression de production.

Les chaudières sont généralement alimentées par des combustibles tels que le Fuel, gaz naturel ou le charbon. En brûlant ces combustibles, la chaleur produite est transférée à l'eau.

Les Chaudières à vapeur utilisées peuvent être :

- Soit à tubes (ou à lames) d'eau,
- Soit à tubes de fumées, et enveloppe cylindrique,

Une classification arbitraire permet de distinguer :

- Les chaudières basse pression dont le timbre est inférieur à 30 bars,
- Les chaudières moyenne pression dont le timbre est compris entre 30 bars et 70 bars,
- Les chaudières haute pression dont le timbre est supérieur à 70 bars.

Les chaudières sont des appareils sous pression dont la construction et l'exploitation sont réglementées. Durant l'exploitation, il est nécessaire de veiller à l'aspect SECURITE et assurer une bonne MAINTENANCE pour protéger l'utilisateur et son ENVIRONNEMENT et réduire les frais d'exploitation.[5]

III-1-2) Constitution d'une chaufferie :

Notre chaufferie est constituée d'un échangeur de chaleur, d'une bache alimentaire d'un post de traitement de l'eau d'alimentation et de quatre chaudières chacune munie d'un économiseur.

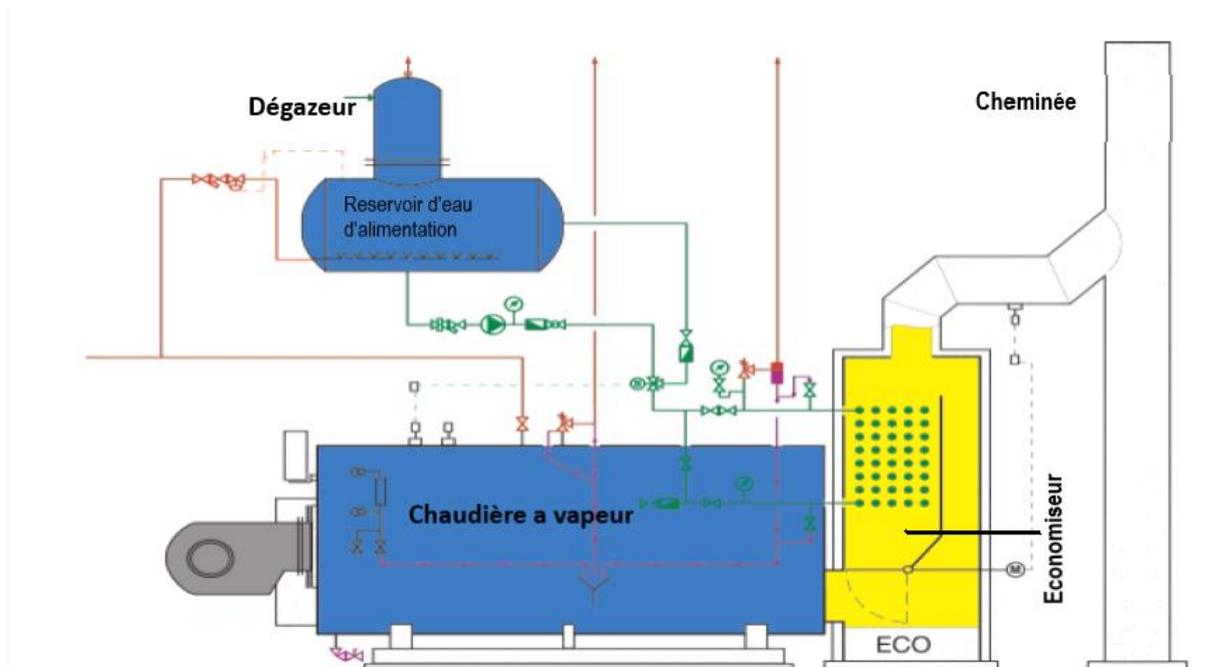


Figure III-1 : Schéma d'installation [5]

- **Echangeur de chaleur :**

Echangeur thermique à plaques de marque SWEP Type : B60.60H/1P. Une partie de l'eau alimentant la bache passe par l'échangeur thermique. Il permet d'élever la température de cette eau à 45 °C grâce à l'énergie calorifique récupérée des purges.[5]

- **Bâche alimentaire ou bache a eau :**

Bâche alimentaire LOOS type SBC 50 m³. La bache à eau est indispensable. Elle sert de réservoir d'eau pour équilibrer le débit d'eau. Elle permet de préparer l'eau de la chaudière. C'est un réservoir en acier ou en inox d'une capacité proportionnelle aux besoins de la chaudière. Elle doit être situé au minimum 2 mètres au-dessus du niveau de la chaudière.[5]

- **Economiseur (Récupération de chaleur) :**

Les gaz d'échappement des chaudières contiennent une énergie potentielle considérable à un niveau de température élevée. L'économiseur LOOS avec surfaces additionnelles à grande efficacité utilise cette énergie potentielle en préchauffant l'eau d'alimentation augmentant les performances de la chaudière de 5 à 7 % et en réduisant la consommation d'énergie.

L'économiseur est directement intégré à la conduite de fumées située derrière la chaudière et est raccordé à la conduite de refoulement de l'eau d'alimentation afin de préchauffer l'eau d'alimentation pour réduire les pertes de fumées et obtenir une rentabilité maximale.

L'eau d'alimentation de la chaudière à vapeur est traitée chimiquement et thermiquement de façon conforme et est amenée dans l'économiseur à 103 °C (dégazage total) ou à 90 °C (dégazage partiel). Ce dernier refroidit le flux de fumées et le réchauffe. Une diminution de la température des fumées de 260 °C à 120 °C réduit les pertes de fumées de 6 %. Il satisfait aux réglementations sur les pertes thermiques en réduisant l'impact sur l'environnement.

L'économiseur utilisé est de marque LOOS. Il est équipé d'un clapet avec un vérin M137 commandé par le régulateur de température des fumées A52-1. Ce dernier reçoit la température par un transmetteur TT131 installé sur l'économiseur.[5]

- **Chaudières à vapeur :**

La chaudière à vapeur est un ensemble d'échangeurs de chaleurs conçus pour transformer de l'eau en vapeur sous pression aux dépens de la combustion d'un combustible solide, liquide ou gazeux.

Les chaudières peuvent être classées suivant leur mode de construction, on distingue les chaudières à tubes d'eau et tubes de fumée.



Figure III-2 : Chaudière à vapeur équipée d'un économiseur [5]

III-1-3) Les chaudières à tubes de fumée (En service actuellement à CEVITAL) :

Les chaudières à tubes de fumée encore appelées à foyer intérieur, ont été les premières utilisées notamment en marine. Les gaz circulent à l'intérieur de tubes entourés par l'eau de la chaudière. Les faisceaux tubulaires sont conçus pour assurer une circulation optimale des gaz à l'intérieur du corps de chauffe. Ces chaudières disposent en outre d'une réserve de vapeur importante pour faire face à des variations de charge importantes. Dans notre chaufferie, on dispose de quatre chaudières de marque LOOS de capacité 40 t/h à une pression de service 14 bars. Chaque chaudière est équipée de deux brûleurs de marque SAACKE utilisant comme combustible le gaz naturel. Elles sont en fonctionnement permanent sauf en cas de limitation de consommation de vapeur pour cause d'un arrêt dans l'une des unités alimentées à savoir, la raffinerie de sucres, raffinerie d'huile et la margarinerie. La raffinerie de sucre consomme 90% de la vapeur produite. [5]

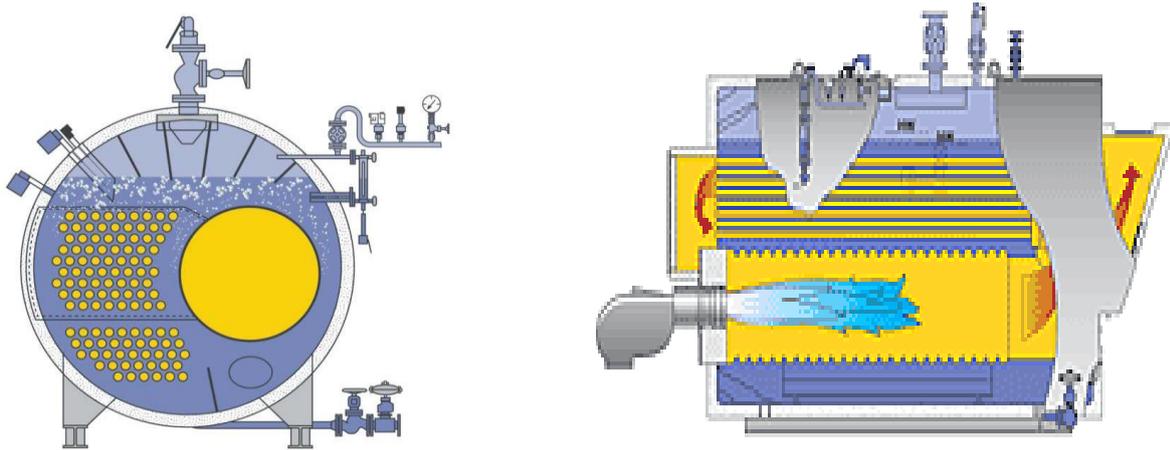


Figure III-3 : Image explicative d'une chaudière

• **Constitution :**

1. Chambre de combustion dite foyer
2. Foyer d'eau
3. Ventilateur d'air de combustion
4. Servomoteur clapet air-gaz FCV 204
5. Contrôleur de flamme
6. Manomètre
7. Transmetteur de pression PT 110
8. Limiteur de pression
9. Indicateur de niveau
10. Soupapes de sécurité
11. Sondes de niveaux
12. Vanne régulatrice LCV 104
13. Régulateur/détendeur du gaz
14. Pressostats
15. Electrode de conductivité E2L
16. Serpentin de prise d'échantillons
17. Vanne électropneumatique KCV 123
18. Servomoteur (Purge de surface) CCV 117
19. Vanne électropneumatique [5]

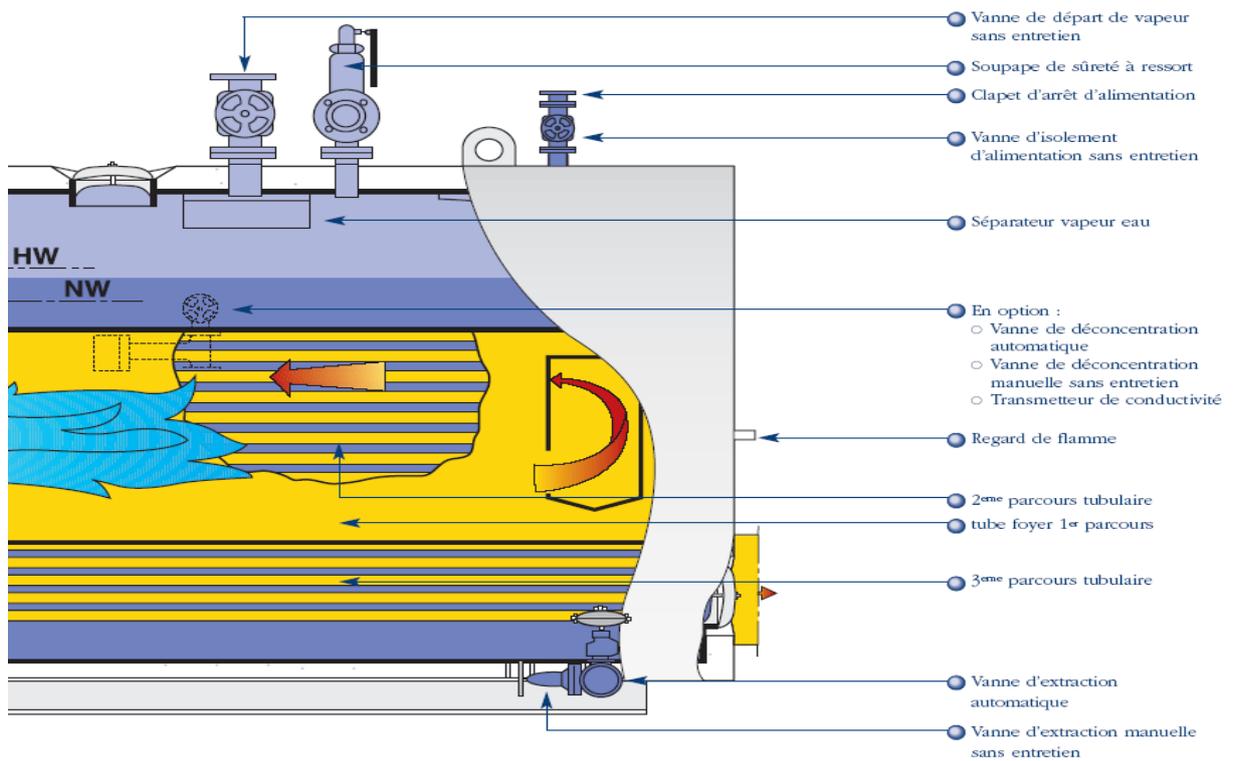
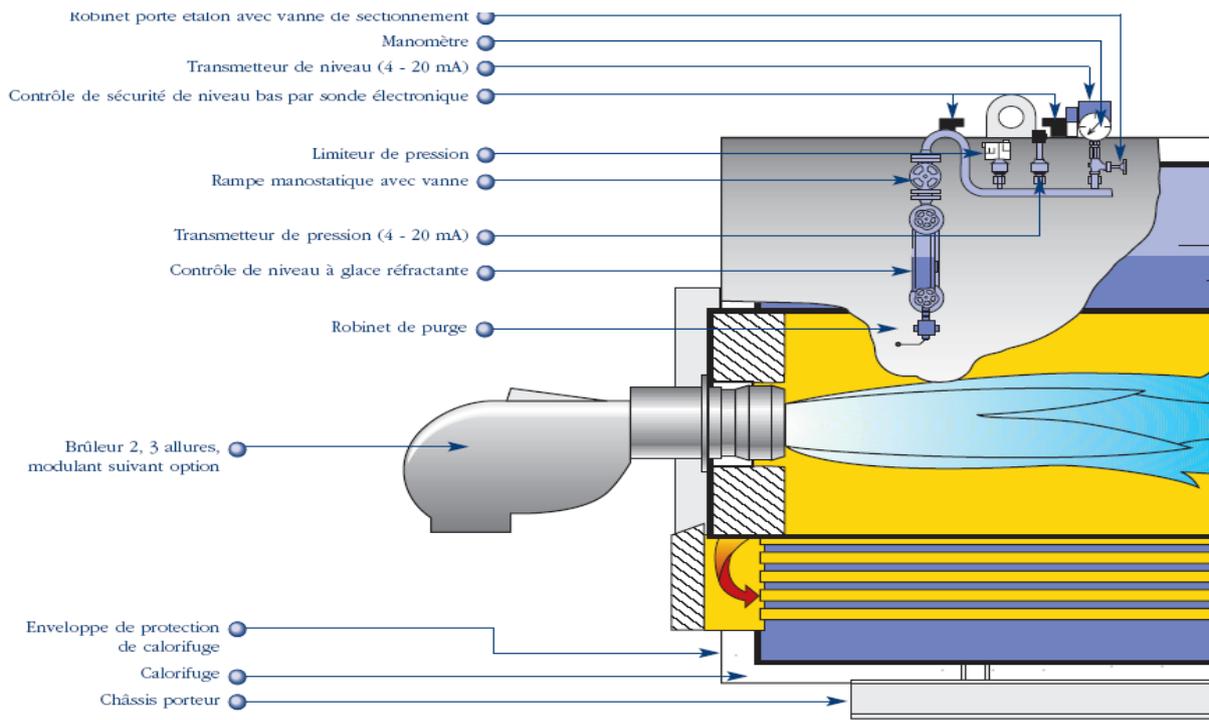


Figure III-4 : Constitution de la chaudière à tubes de fumée

III-2) Vanne à passage droit ou à passage équerre type 3595 :

Dans les environnements rigoureux de l'industrie pétrolière et gazière ainsi que des centrales électriques, la fiabilité et la sécurité sont des impératifs absolus. C'est dans ce contexte exigeant que la vanne à cage facile d'entretien trouve sa place en tant que composant essentiel pour la régulation précise des fluides et pour le contrôle Tout ou Rien, même dans des conditions de température extrême.

La plaque signalétique de la vanne :

Diamètre nominal 1) NPS $\frac{3}{4}$ à NPS 32

Pression nominale Class 150 à 2500

Températures -325 à +1292 °F (-196 à +700 °C)



Figure III-5 : Vanne de régulation type 3595 [5]

III-2-1) Caractéristiques :

- Vanne à cage à passage droit ou à passage équerre actionnée par un servomoteur pneumatique.
- Pour liquides et gaz.
- Clapet guidé par une cage sur toute la plage de course.
- Vibrations réduites grâce à une distance minimale entre le clapet et la cage.
- Caractéristique linéaire ou exponentielle.
- CV réduits pour tous les diamètres nominaux.
- Au choix avec un corps à brides ou un corps avec embouts à souder ou manchons à souder.
- Servomoteur pneumatique type 3276 ou type 3271 dans différentes tailles optimisées pour chaque diamètre nominal de vanne.
- Servomoteur à membrane, au choix avec un ressort central ou plusieurs ressorts (exécution multi-ressorts).
- Servomoteur à piston, au choix à double effet ou avec position de sécurité (par ressort central).
- Montage aisé des accessoires tels que des positionneurs, contacts de position et électrovannes.
- Classe de fuite V, possible avec ou sans équilibrage de pression sur toute la plage de température (en utilisant les internes PILOT/STD™ ou PILOT/LDB™).[5]

III-2-2) Positionneur électropneumatique Ex d Type 3731-3 avec communication HART® :

III-2-2-1) Application :

Positionneur Ex d à simple ou double effet pour montage sur vannes de réglage pneumatiques. Adaptation automatique à la vanne et au servomoteur.

Consigne 4 à 20 mA

Course nominale 3,6 à 200 mm

Angle de rotation 24 à 100°



Figure III-6 : Positionneur électropneumatique Ex d Type 3731-3 avec Communication HART® [5]



Figure III-7 : Vanne de régulation type 3595 avec le positionneur pneumatique Ex d type 3731-3 [10]

Le positionneur détermine une position bien précise de la vanne (grandeur réglée) correspondant au signal de commande (grandeur directrice). Il compare le signal de commande provenant d'un dispositif de réglage avec le déplacement linéaire ou angulaire d'une vanne de réglage et émet comme grandeur de sortie une pression d'air de commande.[5]

III-2-2-2) Caractéristiques générales :

- Adaptation simple sur les servomoteurs linéaires ou rotatifs avec montage intégré SAMSON, profil NAMUR, sur colonne selon IEC 60534-6-1 ainsi que sur les servomoteurs rotatifs selon VDI/VDE 3845.
- Position de montage indifférente.
- Manipulation simple avec un seul bouton "tourner-pousser" et un seul menu, même en atmosphère explosible.
- Ecran à cristaux liquides clair et orientable.
- Possibilité de configuration à partir d'un PC par liaison série SSP à l'aide du logiciel TROVIS-VIEW.
- Mise en service automatique avec quatre modes d'initialisation différents.
- Paramètres préréglés – seules les valeurs de paramètres non standard doivent être réglées.
- Capteur de déplacement calibré, à liaison directe, insensible aux vibrations.
- Grâce au mode d'initialisation "Sub" (Substitution), il est possible, en cas d'urgence, de mettre le positionneur en service pendant le fonctionnement de l'installation sans déplacement de vanne.
- Sauvegarde de tous les paramètres dans une EEPROM.
- Technique deux fils avec faible charge de 450 Ω à 20 mA.
- Possibilité de limiter la pression de sortie.
- Fonction de fermeture étanche réglable.
- Surveillance en continu du point zéro.
- Sonde de température et compteur de temps intégrés.
- Autodiagnostic avec sortie défaut ou recopie de position analogique.
- Diagnostic étendu pour la version Expert+ de l'appareil, se reporter à la feuille technique T 8388 FR. [5]

III-2-2-3) Mode de fonctionnement

Le positionneur, conçu pour être monté sur des vannes de réglage pneumatiques, détermine une position bien précise de la vanne (grandeur réglée x) correspondant au signal de

commande (grandeur directrice w). Il compare le signal électrique de commande provenant d'un dispositif de réglage avec le déplacement linéaire ou angulaire d'une vanne de réglage, et émet comme grandeur de sortie une pression d'air.

Le positionneur est constitué essentiellement d'un capteur de déplacement électrique (2), d'un module i/p analogique (6) avec amplificateur (7) et d'un microprocesseur (5).

Lorsqu'il y a écart de position, la pression d'air est augmentée ou diminuée pour rétablir la position. Il est possible de limiter par logiciel la pression de commande vers le servomoteur à 1,4 bar, 2,4 bars ou 3,7 bars.

Le limiteur de débit à consigne fixe (9) permet d'obtenir un débit d'air constant qui sert d'une part à balayer l'intérieur de l'appareil et d'autre part à optimiser l'amplificateur de débit d'air de sortie. Le signal de commande du module i/p (6) est alimenté par le réducteur de pression (8) pour éviter les incidences de la variation de pression de l'alimentation de l'appareil.[5]

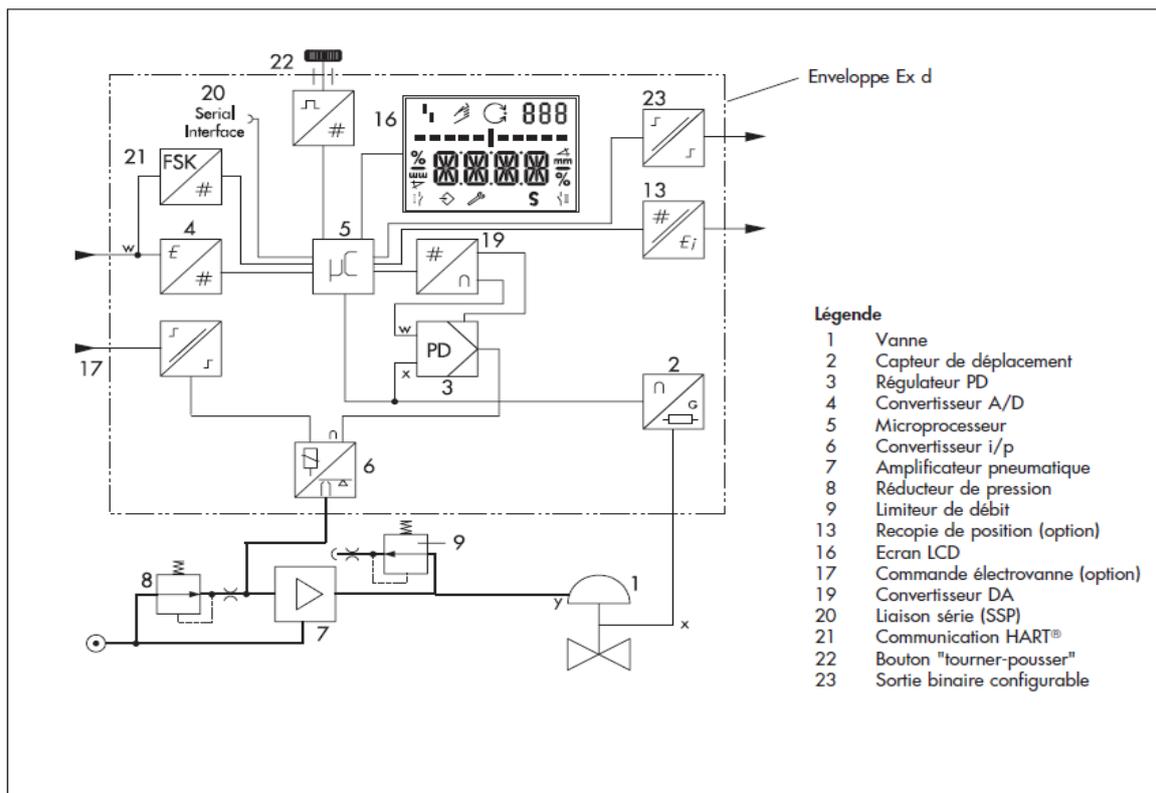


Figure III-8 : Schéma de principe du positionneur type 3731-3 Ex d [5]

Voici le schéma réel avant et après l'installation de la vanne type 3595 :

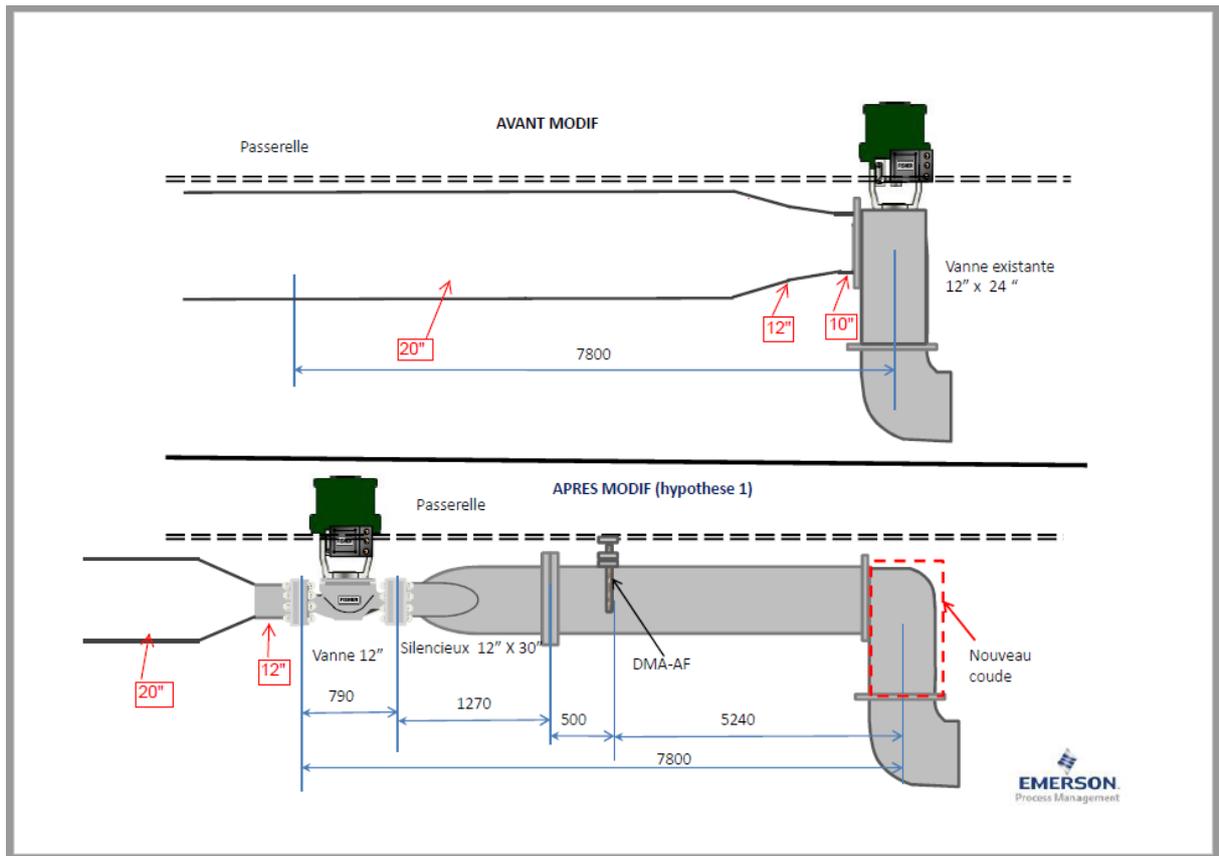


Figure III-9 : Schéma réel avant et après la modification [5]

Conclusion

En conclusion, les chaudières à vapeur jouent un rôle important dans de nombreuses industries, offrant un moyen efficace de produire de la vapeur à des pressions et des températures précises pour divers usages. Alimentées par différents combustibles, elles transfèrent la chaleur à l'eau, produisant ainsi la vapeur nécessaire. La régulation précise de la vapeur, notamment à l'aide de vannes régulatrices, est essentielle pour garantir l'efficacité et la sécurité des installations. Cette section a mis en lumière l'importance des chaufferies et des dispositifs de régulation dans l'optimisation des procédés industriels.

Chapitre IV : Programmation et supervision

Partie -I : Analyse et programmation

IV-I-1) Introduction :

Pour mettre en œuvre la régulation de notre système, nous allons expliquer les étapes essentielles pour la programmation et la supervision de notre solution. Avant de sélectionner les composants appropriés, il est crucial de débiter notre projet en utilisant le logiciel de conception et d'automatisation TIA Portal V16, qui est parfaitement adapté pour accomplir ces tâches.

IV-I-2) Création d'un projet et configuration d'une station de travail

IV-I-2-1) Création d'un 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* »

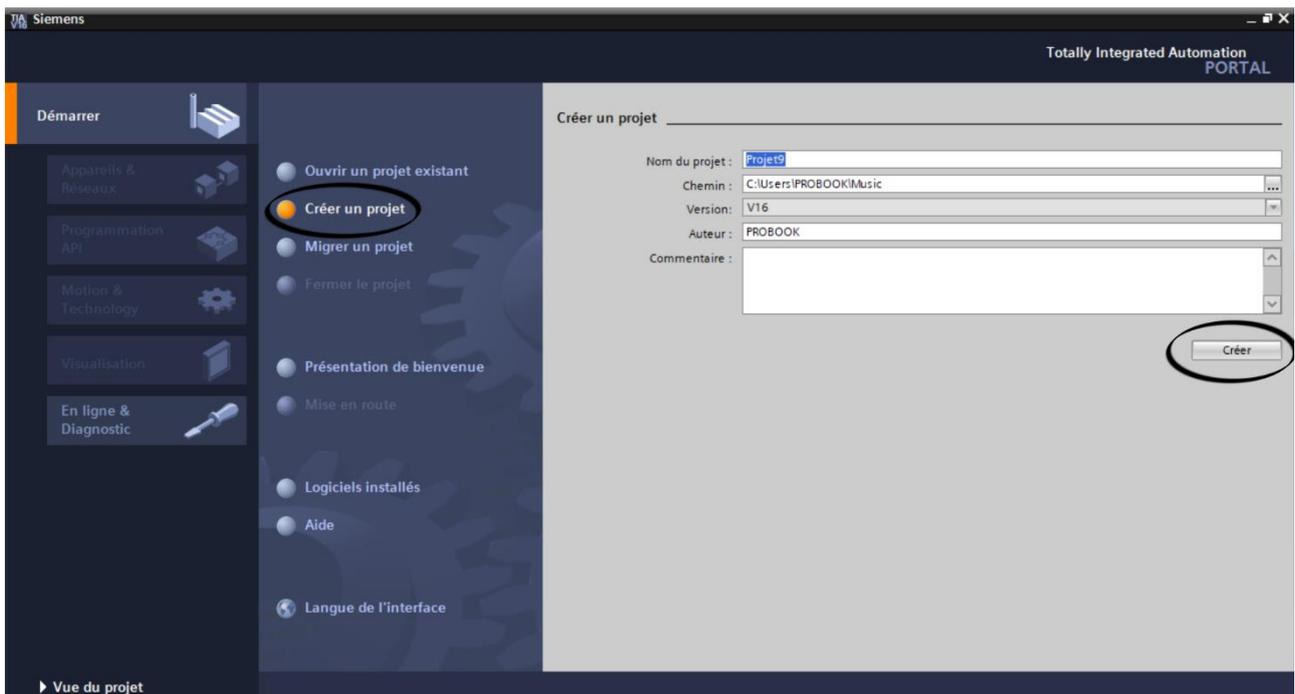


Figure IV-1 : Création d'un projet sur TIA Portal

IV-I-2-2) Configuration et paramétrage du matériel

Une fois votre projet crée, on peut configurer la station de travail.

La première étape consiste à définir le matériel existant. Pour cela, on peut passer par la **vue du projet** et cliquer sur « *ajouter un appareil* » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparait (API, HMI, système PC). On commencera par faire le choix de notre CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication AS-i, ...).

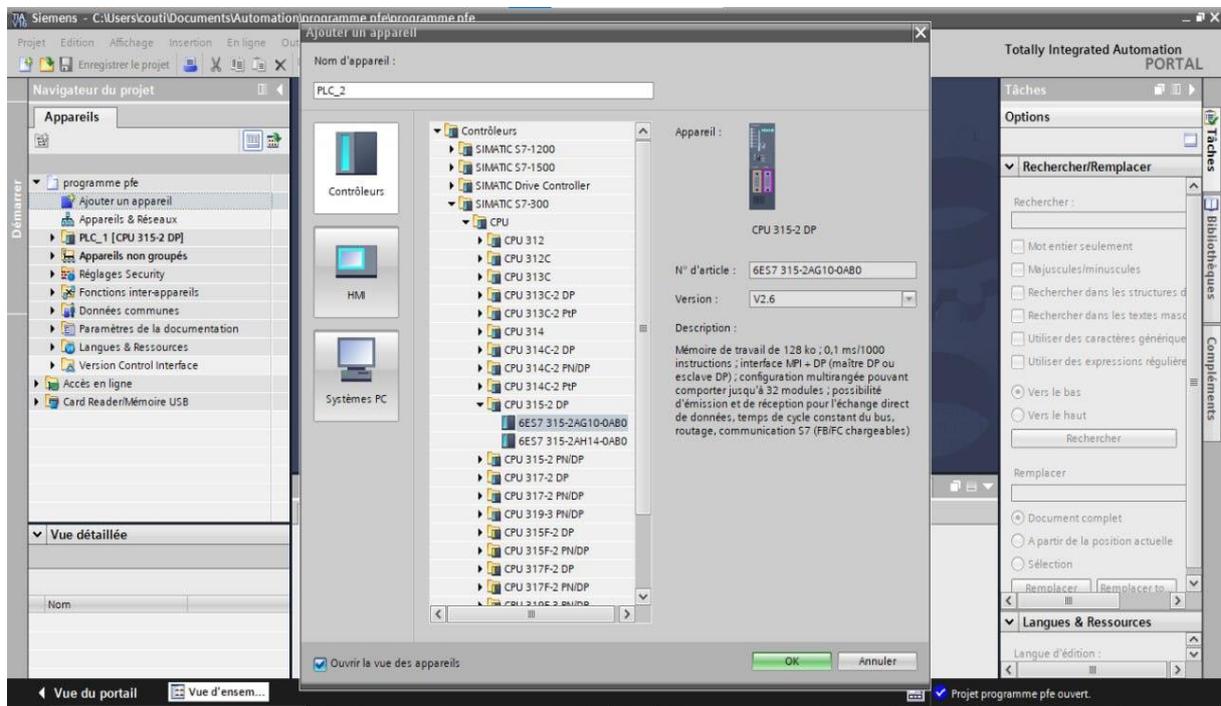


Figure IV-2 : Configuration et paramétrage du matériel (Choix de la CPU 315 2-DP)

Les modules complémentaires de l'API peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue. Si l'on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « ajouter un appareil » dans le navigateur du projet.

Lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

Après l'identification des E/S, et le choix de l'automate S7-300 avec une CPU 315 2-DP nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties analogiques et numériques. Pour cela, on a choisi les cartes des entrées/sorties comme suite :

- 1 Module d'entrées analogique 8×12 comporte 8 entrées, chaque entrée ayant une résolution de 12 bits.
- 1 Module des sorties analogiques 8×12 comporte 8 sorties, chaque entrée ayant une résolution de 12 bits.

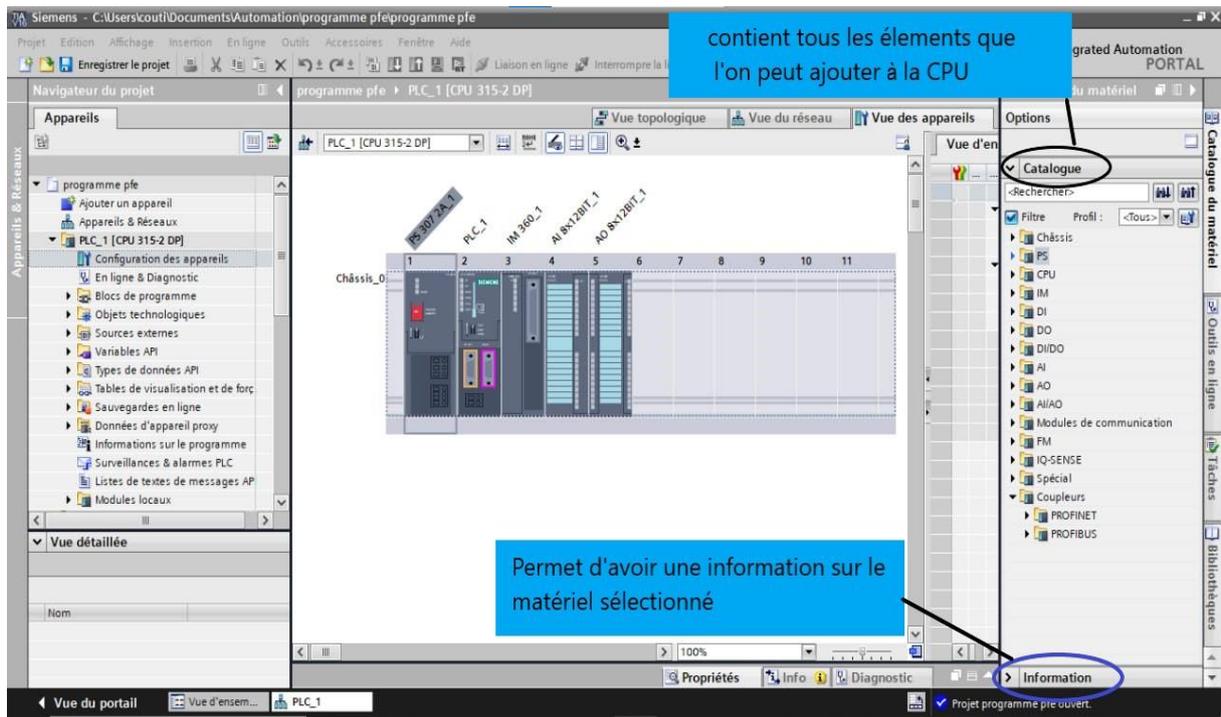


Figure IV-3 : Configuration et paramétrage du matériel

IV-I-3) Adressage des E/S (Table des variable)

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matérielle, il suffit d'aller dans « Variables API » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « Afficher toutes les variables », de sélectionner l'appareil voulu, la figure ci-dessous est une représentation des adressages des Entrée / Sortie.

programme pfe > PLC_1 [CPU 315-2 DP] > Variables API

Variables

Variables API								
	Nom	Table des variables	Type de données	Adresse	Réma...	Acces...	Visibl...	Commentaire
1	Transmeteur PT124.1	Table de variabl...	Int	%IW0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	bipolair	Table de variables s...	Bool	%M0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	erreur	Table de variables s...	Word	%MW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Mesur.PT124.1	Table de variables s...	Real	%MD4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Transmeteur PT124.2	Table de variables s...	Int	%IW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	mesur PT124.2	Table de variables s...	Real	%MD8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Transmeteur TTI24.1	Table de variables s...	Int	%IW4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	mesur TTI24.1	Table de variables s...	Real	%MD12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	Transmeteur TTI24.2	Table de variables s...	Int	%IW6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	mesur TTI24.2	Table de variables s...	Real	%MD16		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Transmeteur Av PT126	Table de variables s...	Int	%IW8		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	Mesur PT126	Table de variables s...	Real	%MD20		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	Transmeteur debit Av FTI26	Table de variables s...	Int	%IW10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Mesur FTI26	Table de variables s...	Real	%MD24		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	position PV903	Table de variables s...	Int	%IW12		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	POS ouverture PV903	Table de variables s...	Real	%MD28		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	position TV903	Table de variables s...	Int	%IW14		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	POS ouverture TV903	Table de variables s...	Real	%MD32		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	Overture La Vanne PV903	Table de variables s...	Real	%MD36		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	PV903	Table de variables s...	Int	%QW0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	Overture La Vanne TV903	Table de variables s...	Real	%MD40		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	TV903	Table de variables s...	Int	%QW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	mesur PT124	Table de variables s...	Real	%MD44		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	sel.pt	Table de variables s...	Bool	%M0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
25	sel.tt	Table de variables s...	Bool	%M0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	mesur TTI24	Table de variables s...	Real	%MD48		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	REPT_PT124.1	Table de variables s...	Bool	%M0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	REPT_PT124.2	Table de variables s...	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	REPT_TTI24.1	Table de variables s...	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	REPT_TTI24.2	Table de variables s...	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	REPT_TRV_PT126	Table de variables s...	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	RETP_DEBIT_AV_FT126	Table de variables s...	Bool	%M1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	RETP_POS_PV903	Table de variables s...	Bool	%M1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	RETP_POS_PT903	Table de variables s...	Bool	%M1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	AUTO PT	Table de variables s...	Bool	%M1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	TRACK	Table de variables s...	Bool	%M1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	<Ajouter>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figure IV-4 : Adressage des E/S (Table des variable)

IV-I-4) Création du programme de notre système

IV-I-4-1) Programmation des blocs de notre système

IV-I-4-1-1) Bloc des entrées analogiques (Mise à l'échelle) :

Avec l'instruction "Mise à l'échelle", on convertit l'entier indiqué au paramètre IN en un nombre à virgule flottante qui est mis à l'échelle en unités physiques entre une valeur limite inférieure et une valeur limite supérieure. On définit la valeur limite inférieure et supérieure de la plage de valeurs sur laquelle la valeur d'entrée est mise à l'échelle par le biais des paramètres LO_LIM et HI_LIM. Le résultat de l'instruction est fourni au paramètre OUT.[15]

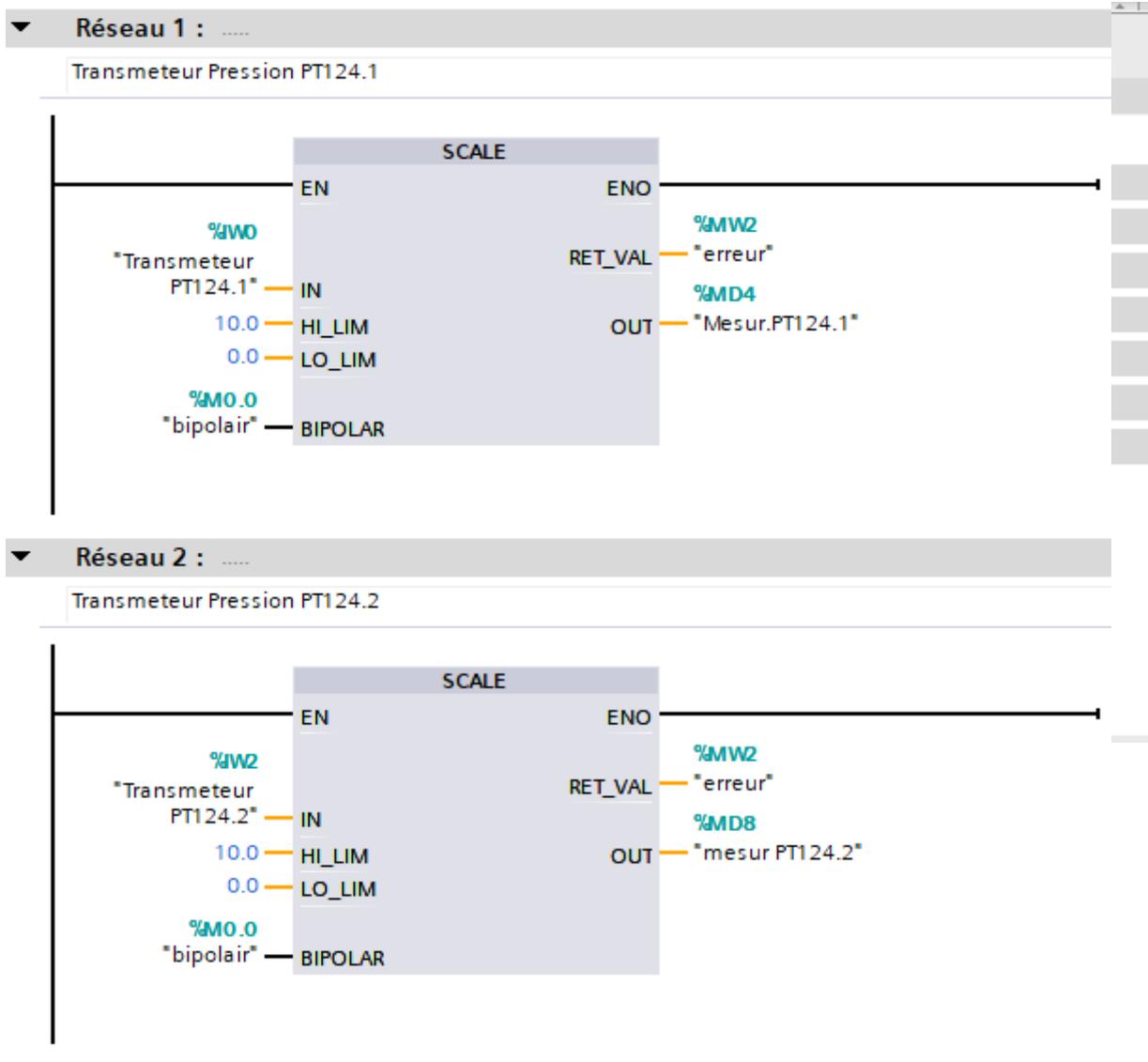


Figure IV-5 : Transmetteurs de pression

IV-I-4-1-2) Bloc des sorties analogiques (Annuler mise à l'échelle) :

Avec l'instruction "Annuler mise à l'échelle", on annule la mise à l'échelle en unités physiques entre une valeur limite inférieure et une valeur limite supérieure du nombre à virgule flottante au paramètre IN et vous le convertissez en nombre entier. On définit la valeur limite inférieure et supérieure de la plage de valeurs sur laquelle la mise à l'échelle de la valeur d'entrée est annulée par le biais des paramètres LO_LIM et HI_LIM. Le résultat de l'instruction est fourni au paramètre OUT.[15]

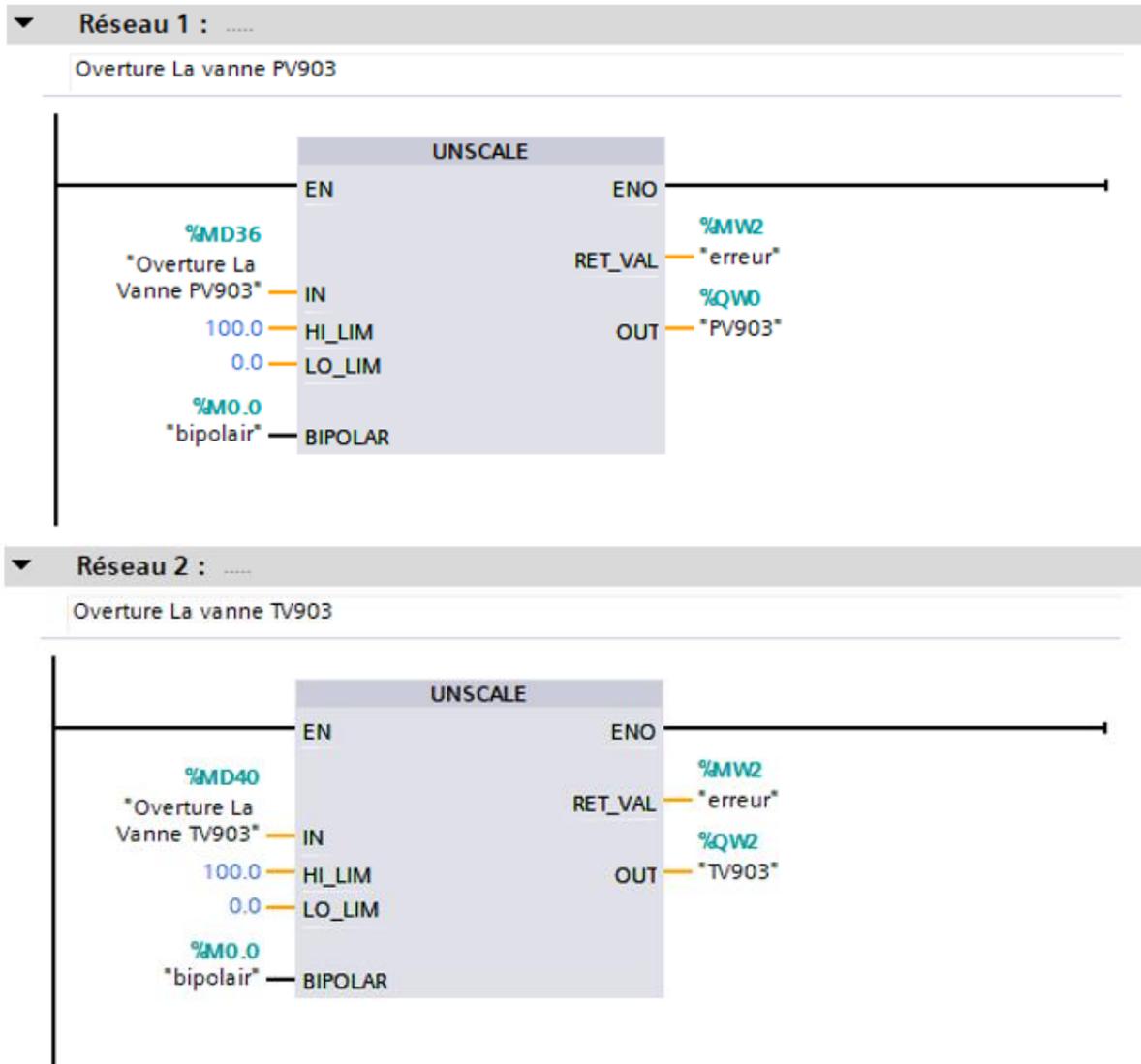


Figure IV-6 : Les réseaux du bloc FC2 des sorties analogiques

IV-I-4-1-3) Bloc des sélecteurs

Avec l'instruction "Sélectionner", on sélectionne, en fonction d'un commutateur (entrée G) l'une des entrées IN0 ou IN1 et on copie son contenu dans la sortie OUT. Quand l'entrée G est à l'état logique "0", la valeur à l'entrée IN0 est copiée. Quand l'entrée G est à l'état logique "1", la valeur à l'entrée IN1 est copiée dans la sortie OUT.

Les variables dans tous les paramètres doivent avoir le même type de données pour que l'instruction soit exécutée.[15]

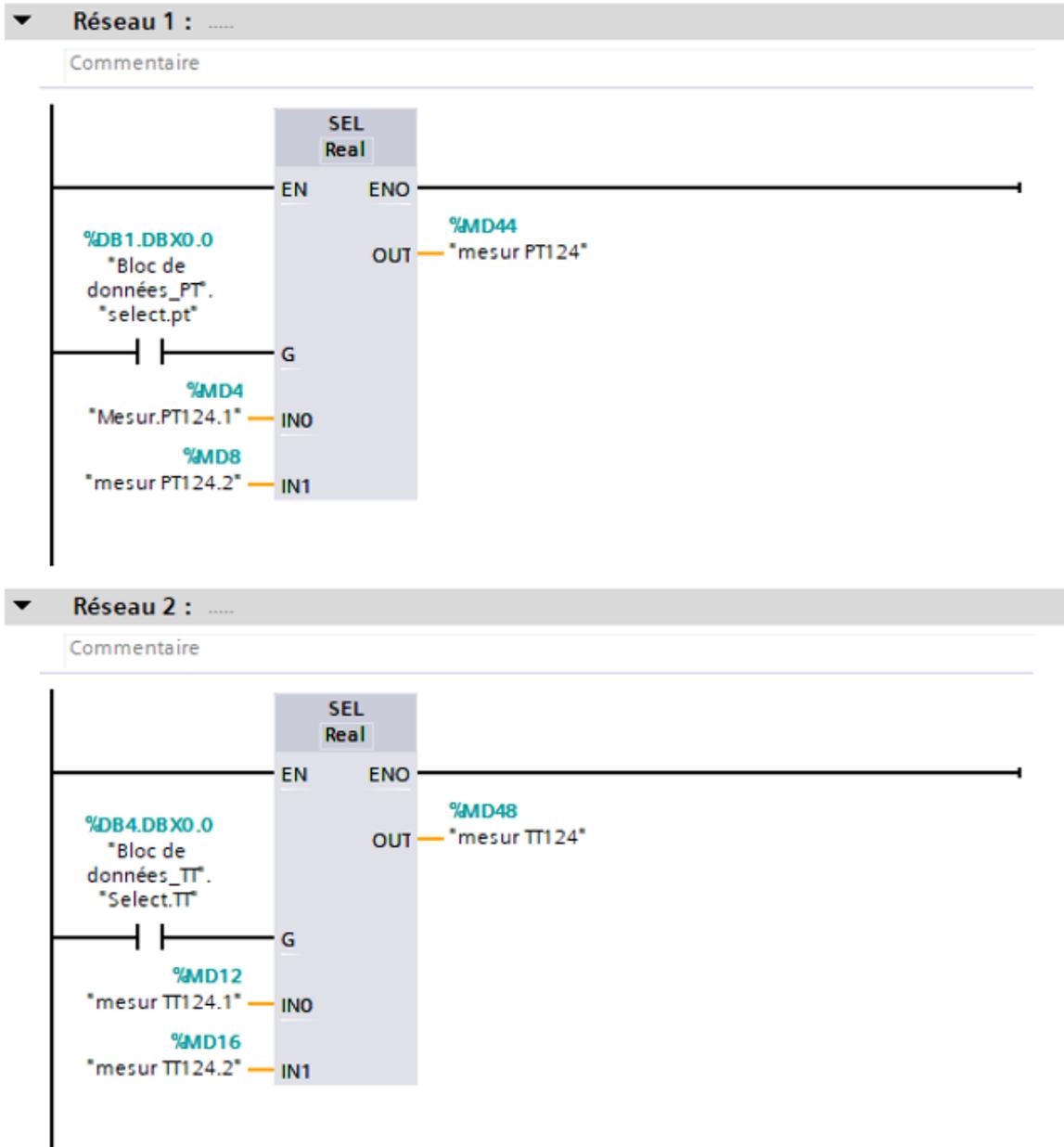


Figure IV-7 : Sélecteurs des transmetteurs de pression et de température

IV-I-4-1-4) Bloc de régulation CONT_C

L'instruction CONT_C sert à la régulation de processus techniques possédant des grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les systèmes d'automatisation SIMATIC S7. En paramétrant ce bloc, vous pouvez activer ou désactiver des fonctions partielles du régulateur PID afin de l'adapter au système réglé. En complément des fonctions de la branche de consigne

et de mesure, l'instruction réalise un régulateur PID opérationnel doté d'une sortie continue pour la grandeur réglante et de la possibilité de modifier manuellement la valeur de réglage.[15]

IV-I-5) Régulateurs PID :

Le régulateur PID, appelé aussi correcteur PID (proportionnel, intégral, dérivé) est un système de contrôle permettant d'améliorer les performances d'un asservissement, c'est-à-dire un système ou procédé en boucle fermée. Bien que ça soit le régulateur le plus utilisé dans l'industrie où ses qualités de correction s'appliquent à de multiples grandeurs physiques, les valeurs choisies pour les paramètres P, I et D ne sont pas toujours satisfaisante, ni adaptées au processus à régler. [16]

Un régulateur PID remplit essentiellement trois fonctions :

- Il fournit un signal de commande $Y(t)$ en tenant compte de l'évolution du signal de sortie $X(t)$ par rapport à la consigne $W(t)$.
- Il élimine l'erreur statique grâce au terme intégrateur.
- Il compense les variations de la sortie grâce au terme dérivateur. [17]

Le régulateur PID classique relie directement le signal de commande $Y(t)$ au signal d'écart $\varepsilon(t)$. Sa description temporelle est la suivante :[17]

$$y(t) = k_p \left(\varepsilon(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(t) dt + T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt} \right)$$

Avec l'écart défini comme suit :

$$\varepsilon(t) = w(t) - x(t)$$

Sa fonction de transfert s'écrit :

$$G_c(s) = \frac{y(s)}{\varepsilon(s)} = k_p \left(1 + \frac{1}{sT_i} + sT_d \right)$$

IV-I-5-1) Les différentes actions du régulateur PID :

➤ L'action Proportionnelle P :

L'action proportionnelle corrige de manière instantanée, donc rapide, tout écart de la grandeur à régler, elle permet de compenser les grandes inerties du système. Afin de diminuer l'écart de réglage et rendre le système plus rapide, on augmente le gain (on diminue la bande proportionnelle) mais, on est limité par la stabilité du système. Le régulateur P est utilisé lorsqu'on désire régler un paramètre dont la précision n'est pas importante. [16]

$$P = k_p \varepsilon(t)$$

➤ L'action Intégrale I :

L'action intégrale complète l'action proportionnelle. Elle permet d'éliminer l'erreur résiduelle en régime permanent. Afin de rendre le système plus dynamique (diminuer le temps de réponse), on diminue l'action intégrale ce qui provoque l'augmentation du déphasage ce qui génère l'instabilité en état fermé.

L'action intégrale est utilisée lorsqu'on désire avoir en régime permanent, une précision parfaite, en outre, elle permet de filtrer la variable à régler d'où l'utilité pour le réglage des variables bruitées.[16]

$$I = \frac{1}{T_i} \int_0^t \varepsilon(t) dt$$

➤ L'action Dérivée D :

L'action dérivée, en compensant les inerties dues au temps mort, accélère la réponse du système et améliore la stabilité de la boucle, en permettant notamment un amortissement rapide des oscillations dues à l'apparition d'une perturbation ou à une variation subite de la consigne.

Dans la pratique, l'action dérivée est appliquée aux variations de la grandeur à régler seule et non de l'écart mesure-consigne afin d'éviter les à-coups dus à une variation subite de la consigne.

L'action D est utilisée dans l'industrie pour le réglage des variables lentes telles que la température, elle n'est pas recommandée pour le réglage d'une variable bruitée ou trop dynamique. En dérivant un bruit, son amplitude risque de devenir plus importante que celle du signal utile.[16]

$$D = T_d \frac{d\varepsilon(t)}{dt}$$

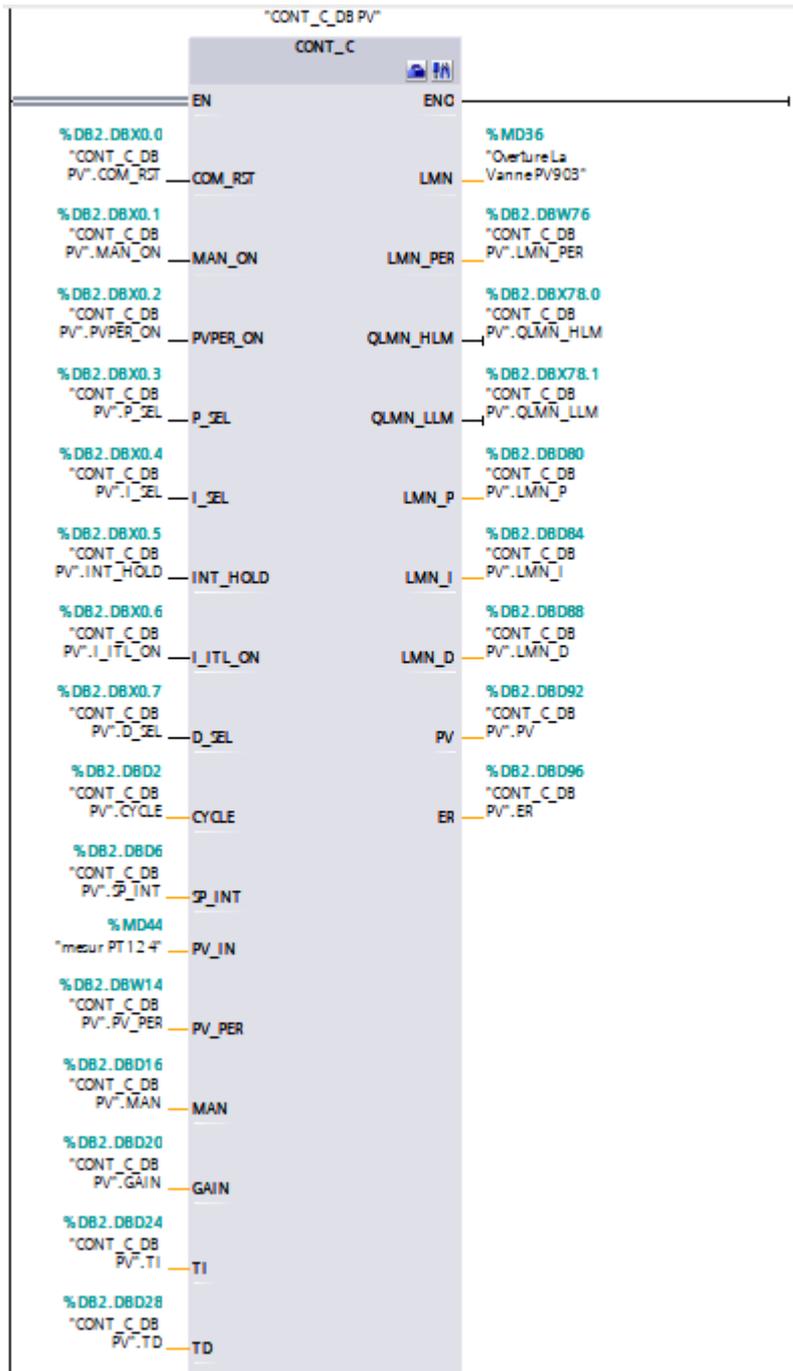


Figure IV-8 : Régulateur PID pour PV903

Conclusion :

Dans cette partie, nous avons expliqué en détail les étapes cruciales pour la création et la supervision de notre programme avec TIA Portal V16. Chaque phase a été accompagnée de captures d'écran des blocs de programmation, illustrant clairement le processus. En suivant ces directives, nous avons mis en place une base robuste pour une régulation efficace et fiable de notre système.

Partie-II : IHM et supervision

IV-II-1) Introduction :

Les IHM sont des interfaces graphiques qui facilitent la communication entre les opérateurs humains et les systèmes de contrôle industriel. Elles permettent une visualisation claire des données et une intervention rapide en cas de défaillance. La supervision, quant à elle, inclut la surveillance continue des systèmes, la gestion des alarmes, et l'analyse des données pour optimiser les performances et garantir la sécurité des opérations.

WinCC (Windows Control Center) est conçu pour répondre aux exigences croissantes de l'industrie en matière de flexibilité, de performance et de convivialité. WinCC permet de créer des interfaces utilisateur intuitives et des systèmes de supervision robustes, adaptés à divers secteurs industriels.

Le but de cette partie est de présenter l'IHM réalisée sur WinCC, de décrire les fonctionnalités de supervision implémentées, et de discuter les résultats et les performances observées lors des essais de la vanne régulatrice, alors nous allons explorer en détail l'Interface Homme-Machine (IHM) qu'on a développée avec WinCC pour une vanne régulatrice, en mettant en évidence les fonctionnalités de supervision et les valeurs obtenues lors des tests. L'objectif est de démontrer l'efficacité de l'IHM dans la gestion et la surveillance de la vanne régulatrice.

IV-II-2) Création d'une IHM

Pour ajouter l'appareil IHM dans un projet, il faut suivre les étapes suivantes :

- Cliquer sur « **Navigateur du projet** »
- Cliquer sur « **Ajouter un appareil** », puis sur "**IHM**".

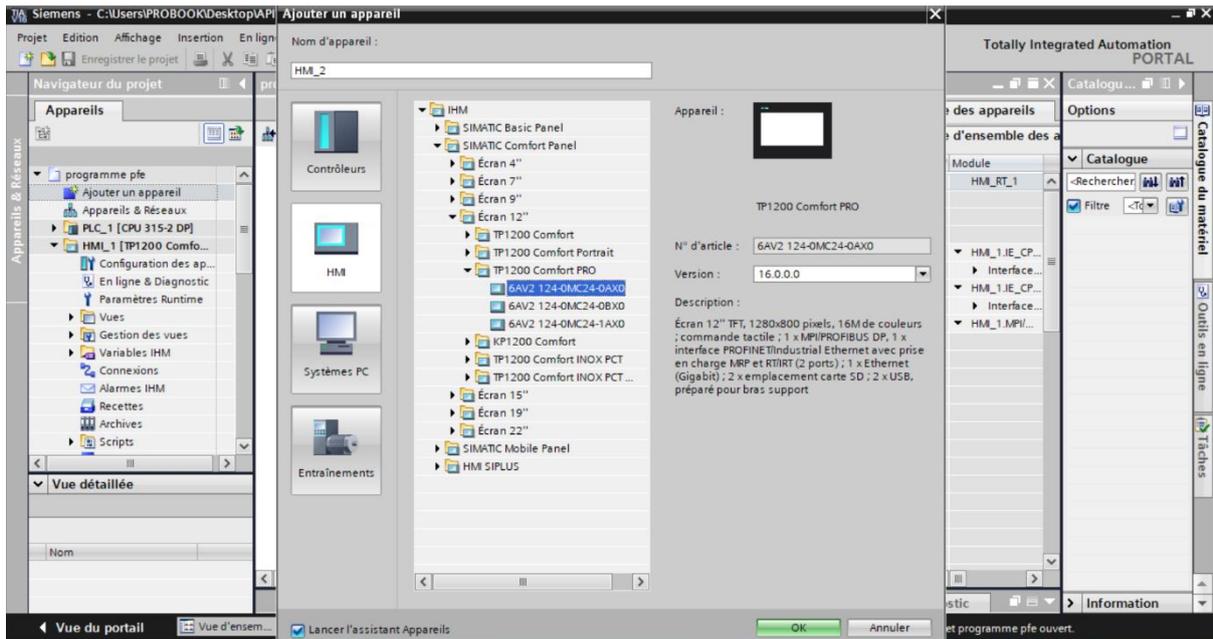


Figure IV-9 : Création de l'IHM

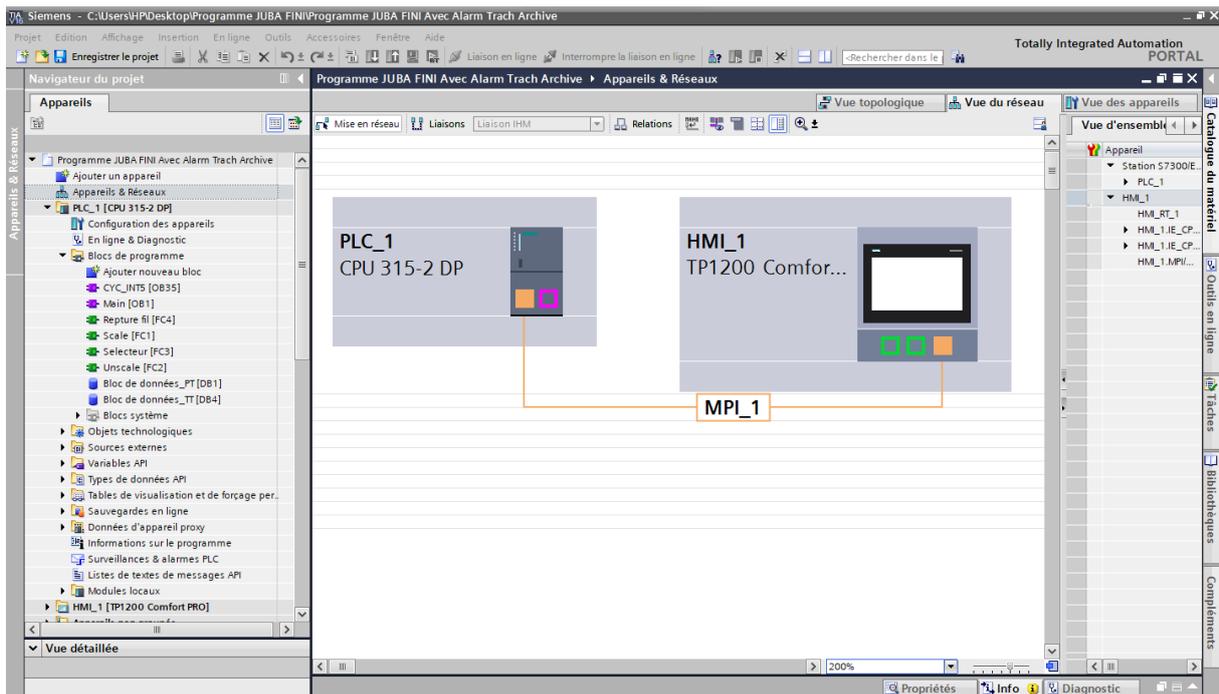


Figure IV-10 : Création de liaison entre l'IHM et PLC

IV-II-3) Variables D’IHM du système

Les tableaux de variables IHM contiennent les définitions des variables IHM valables pour les appareils. Une table des variables est automatiquement créée pour chaque appareil IHM figurant dans le projet.

Dans la navigation du projet, il y a un dossier « Variables IHM » pour chaque appareil IHM. Les tables suivantes peuvent être contenues :

- Table de variables standard
- Tables des variables utilisateur
- Tableau de toutes les variables

Le tableau « **Toutes les variables** » montre une vue d'ensemble de toutes les variables IHM et des variables système de chaque appareil IHM. Cette table ne peut être ni supprimée, ni renommée, ni déplacée.

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API	Adresse	Mode d'accès	Cycle d'acquisit.	Archivé	Commentaire source
Bloc de données_1_select.pt	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Bloc de données_PT...	%DB1.DBX0.0	<accès absolu>	1 s		
Bloc de données_2_Select.TT	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Bloc de données_TT_*se	%DB4.DBX0.0	<accès absolu>	1 s		
CONT_C_DB PV_GAIN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_PV_IN	%DB2.DBD10	<accès absolu>	1 s		process variable in proportional gain
CONT_C_DB PV_LMIN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_GAIN	%DB2.DBD20	<accès absolu>	1 s		manipulated value
CONT_C_DB PV_LMIN_PER	Word	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_LMIN_PER	%DB2.DBD72	<accès absolu>	1 s		manipulated value
CONT_C_DB PV_MAN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_LMIN_PER	%DB2.DBD76	<accès absolu>	1 s		process variable in manual value
CONT_C_DB PV_PV_IN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_MAN	%DB2.DBD16	<accès absolu>	1 s		process variable in internal setpoint
CONT_C_DB PV_SP_INT	Time	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_PV_IN	%DB2.DBD10	<accès absolu>	1 s		derivative time
CONT_C_DB PV_TD	Time	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_SP_INT	%DB2.DBD6	<accès absolu>	1 s		reset time
CONT_C_DB TV_GAIN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_TD	%DB2.DBD28	<accès absolu>	1 s		proportional gain
CONT_C_DB TV_LMIN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_TD	%DB2.DBD24	<accès absolu>	1 s		manipulated value
CONT_C_DB TV_LMIN_HLM	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_GAIN	%DB3.DBD20	<accès absolu>	1 s		manipulated value
CONT_C_DB TV_LMIN_LLM	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_LMIN	%DB3.DBD72	<accès absolu>	1 s		manipulated value
CONT_C_DB TV_MAN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_LMIN_HLM	%DB3.DBD40	<accès absolu>	1 s		process variable in manual value
CONT_C_DB TV_PV_IN	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_LMIN_LLM	%DB3.DBD44	<accès absolu>	1 s		process variable in internal setpoint
CONT_C_DB TV_SP_INT	Time	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_MAN	%DB3.DBD16	<accès absolu>	1 s		derivative time
CONT_C_DB TV_TD	Time	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_PV_IN	%DB3.DBD10	<accès absolu>	1 s		reset time
CONT_C_DB_TV_T	Time	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_SP_INT	%DB3.DBD6	<accès absolu>	1 s		manual value on manual value on
CONT_C_DB_TV_MAN_ON	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_TD	%DB3.DBD28	<accès absolu>	1 s		
CONT_C_DB_TV_ON	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_TD	%DB3.DBD24	<accès absolu>	1 s		
mesur PT124	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB TV*_MAN_ON	%DB3.DBDX.1	<accès absolu>	1 s		
mesur PT124.2	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*CONT_C_DB PV*_MAN_ON	%DB2.DBX0.1	<accès absolu>	1 s		
Mesur PT126	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*mesur PT124*	%MD4	<accès absolu>	1 s		
mesur TTI24	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*mesur PT124.2*	%MD8	<accès absolu>	1 s		
mesur TTI24.1	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Mesur PT126*	%MD20	<accès absolu>	1 s		
mesur TTI24.2	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*mesur TTI24*	%MD48	<accès absolu>	1 s		
Mesur.PTI24.1	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*mesur TTI24.1*	%MD12	<accès absolu>	1 s		
Numero_vue_variable	UInt	<Variable intern...		*Mesur.TTI24.2*	%MD16	<accès absolu>	1 s		
Overture La Vanne PV903	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Mesur.PTI24.1*	%MD4	<accès absolu>	1 s		
Overture La Vanne TV903	Real	HMI_Liaison_1	PLC_1	< indéfini >			1 s		
<ajouter>				*Overture La Vanne PV903	%MD36	<accès absolu>	1 s		
				*Overture La Vanne TV903	%MD40	<accès absolu>	1 s		

Figure IV-11 : Table de variables de l’IHM

IV-II-4) Vues et modèles

IV-II-4-1) Vues du processus

Les vues de processus dans le contexte de l'IHM sur TIA Portal sont des interfaces graphiques permettant de visualiser et de superviser les opérations et les paramètres des systèmes industriels en temps réel. Elles offrent une représentation intuitive des processus, facilitant ainsi la surveillance, le contrôle et l'analyse des performances pour une gestion efficace de la production.

Dans ce qui suit, nous détaillerons l'ensemble des vues qui constituent notre solution de supervision, la configuration suivante présente des vues réalisées.

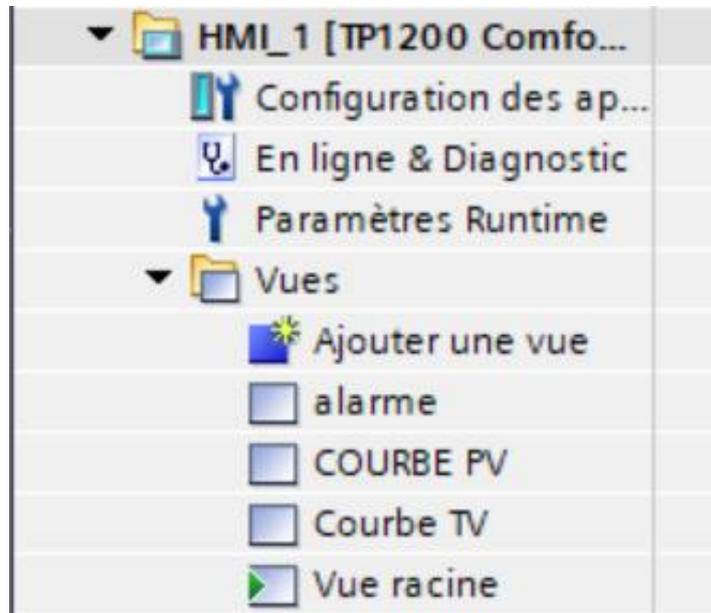


Figure IV-12 : Les différentes vues utilisées dans notre système

IV-II-4-2) Supervision de notre process

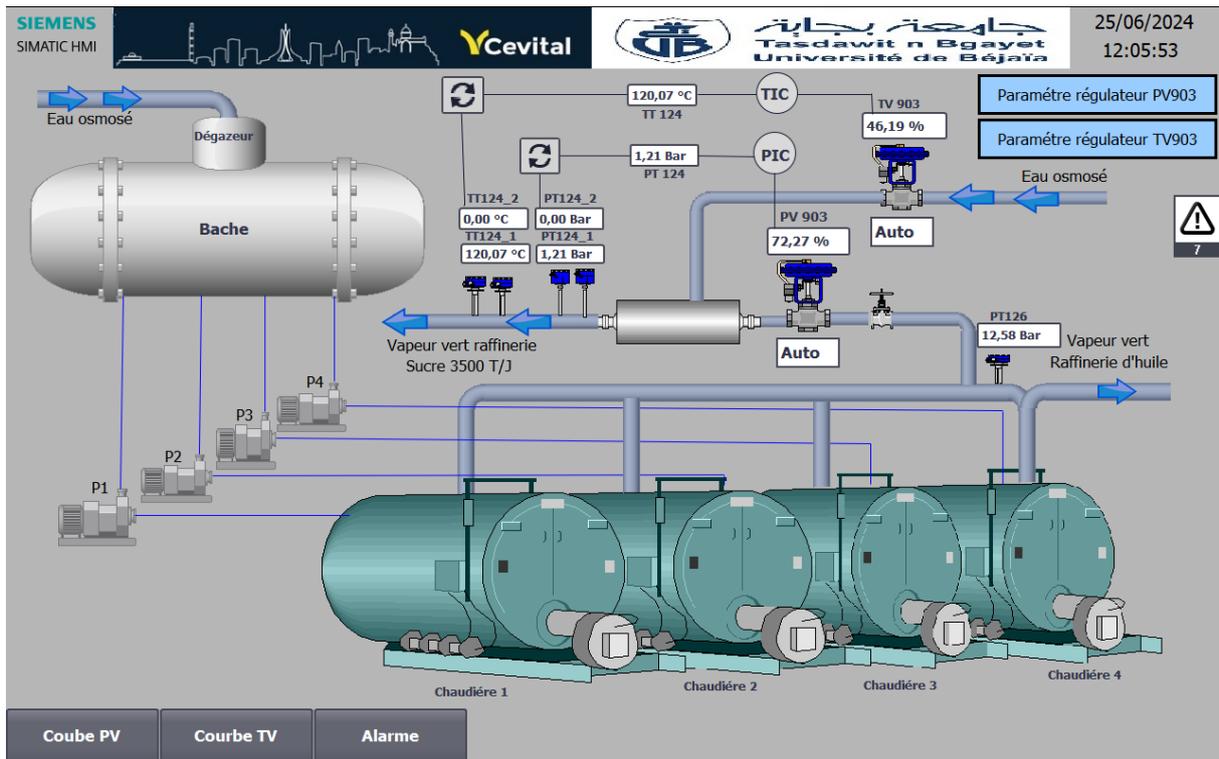


Figure IV-13 : Vue de process après la simulation

Après la simulation on obtient les deux courbes suivantes :

- **Courbe PV** : Pour visionner la pression et l'ouverture de vanne régulatrice de la pression en fonction de temps.

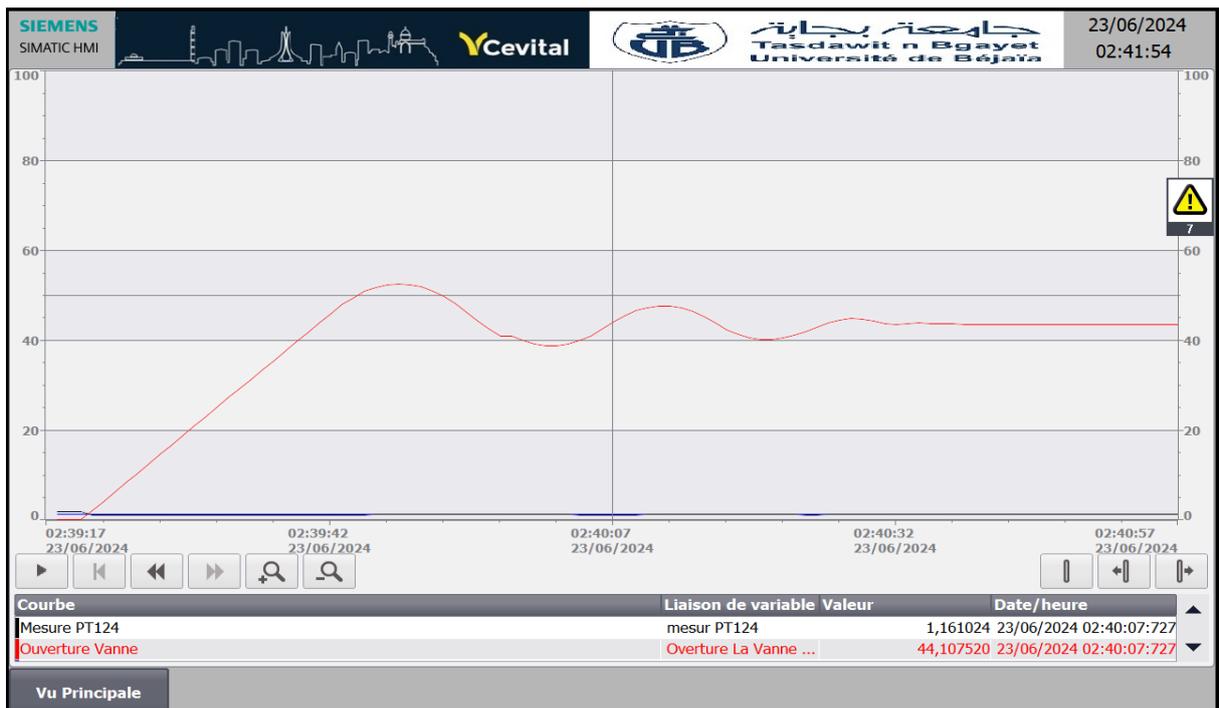


Figure IV-14 : Résultats de simulation pour la vanne régulatrice de pression (%)

- **Courbe TV** : Pour visionner la température et l'ouverture de vanne régulatrice de la température en fonction de temps.

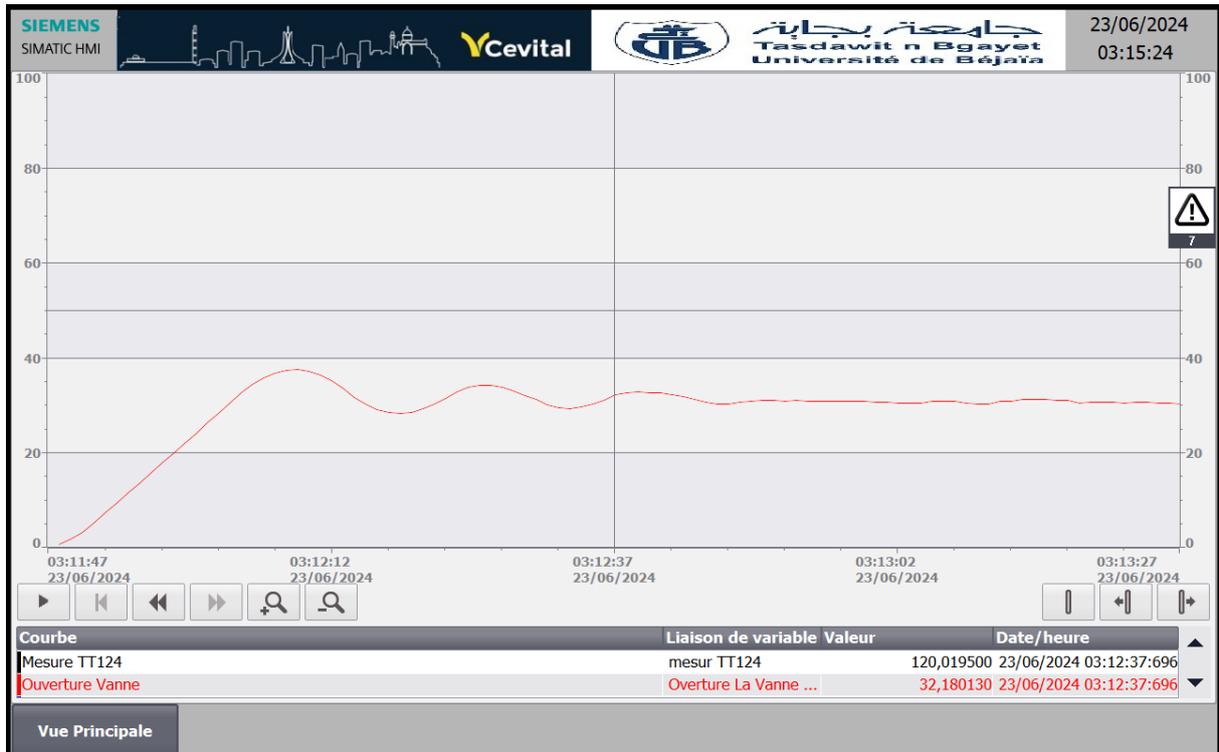


Figure IV-15 : Résultats de simulation pour la vanne régulatrice de température (%)

IV-II-4-3) Vue des alarmes

La vue d'alarme nous indique le type d'alarme déclenché et nous permet son acquittement via un bouton.

No.	Heure	Date	Etat	Texte	Acquitter le groupe
5	14:21:47	23/06/2024	AQ	repture de cable transmeteur PT126	0
15	14:21:47	23/06/2024	A	repture de cable recoupie de position TV903	0
14	14:21:47	23/06/2024	A	repture de cable de recoupie de psition PV903	0
4	14:21:47	23/06/2024	A	repture cable TT124.2	0
3	14:21:47	23/06/2024	A	repture cable TT124.1	0
2	14:21:47	23/06/2024	A	repture cable transmetteur PT124-2	0
1	14:21:47	23/06/2024	A	repture cable transmetteur PT124-1	0

Figure IV-16 : Vue des alarmes

Conclusion

En conclusion, l'IHM développée avec WinCC pour la vanne régulatrice s'est avérée efficace, offrant des fonctionnalités de supervision avancées et une gestion optimale. Les essais ont confirmé des performances fiables et des résultats conformes aux attentes. La facilité d'utilisation et l'intuitivité de l'interface ont amélioré la surveillance et le contrôle de la vanne, démontrant la valeur ajoutée de cette solution dans le processus de régulation.

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire avait pour objectif de démontrer la faisabilité et l'efficacité de l'automatisation d'une vanne régulatrice au sein d'une chaufferie industrielle, en utilisant le logiciel TIA Portal et l'automate Siemens CPU 315-2 DP. À travers une analyse détaillée et une mise en œuvre pratique, nous avons pu illustrer comment ces outils peuvent être utilisés pour améliorer le contrôle et la supervision des processus de régulation de pression dans des systèmes de production de vapeur.

Dans un premier temps, nous avons décrit le contexte industriel de notre étude en présentant l'usine où la pratique a été réalisée. Cette description a permis de comprendre les spécificités et les contraintes du site, ainsi que l'importance d'une solution d'automatisation fiable et efficace.

Ensuite, nous avons exploré les concepts théoriques relatifs aux automates programmables industriels et au logiciel TIA Portal. Cette revue a permis de mettre en lumière les fonctionnalités et les avantages des technologies utilisées, fournissant ainsi une base solide pour la mise en œuvre pratique.

La description du processus industriel, incluant la chaufferie et les quatre chaudières produisant de la vapeur, ainsi que la vanne régulatrice PV 903, a constitué une étape cruciale de notre étude. Cette partie a mis en évidence les besoins spécifiques en matière de régulation de pression et les défis à relever pour garantir un contrôle précis et efficace de la pression dans le système.

La programmation et la supervision de la vanne régulatrice PV903 ont été réalisées avec succès, comme détaillé dans le quatrième chapitre. Les différents blocs de programmation créés sur TIA Portal ont permis d'implémenter les stratégies de contrôle nécessaires, tandis que les outils de supervision.

Les résultats obtenus ont confirmé l'efficacité de l'approche adoptée, démontrant que l'automatisation avec TIA Portal et l'automate Siemens CPU 315-2 DP est non seulement faisable, mais aussi avantageuse en termes de précision et de fiabilité pour le contrôle de la pression. Les défis rencontrés au cours de cette étude ont également fourni des leçons précieuses pour de futures applications.

En conclusion, ce mémoire a contribué à la compréhension et à la mise en œuvre de solutions d'automatisation dans un contexte industriel réel. Les perspectives d'amélioration incluent l'optimisation continue des algorithmes de contrôle et l'intégration de technologies

émergentes pour encore plus d'efficacité et de robustesse. Ce travail ouvre ainsi la voie à de nouvelles recherches et applications, renforçant l'importance de l'automatisation dans l'industrie moderne.

Bibliographie

- [1] Disponible sur: <https://www.cevital.com/lhistoire-du-groupe/>
- [2] « Mémoire ». <https://www.univbejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/12189/1/Proposition%20de%20plans%20de%20distribution%20de%20marchandise%20optimaux%20cas%20de%201%E2%80%99entreprise%20Cevital.pdf>
- [3] « Capture d'écran sur google earth ».
- [4] « Cevital » : <https://www.cevital.com/la-strategie-de-developpement/>
- [5] « Documents CEVITAL ».
- [6] K. Merrakchi, « Automatisation du traitement de l'eau utilisé par la cimenterie SPA Biskria. Utilisation de l'automate S7 300. ».
- [7] B. SAMI, « Migration du système ESD de la station de pompage SP2 ».
- [8] A. GONZAGA, « Les automates programmables industriels », *PDF téléchargé du www.geea.org*, 2004.
- [9] A. HADJAISSA, « Automates Programmables Industriels », 2019.
- [10] « Photo prise a CEVITAL ».
- [11] G. Djedjiga et R. Rima, « Etude et automatisation d'une station d'émaillage électrostatique à l'aide d'un automate programmable S7-300. », 2015.
- [12] <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/12996906?c=28756889995&lc=cs-CZ>
- [13] A. BEYAZA, « AUTOMATISATION ET SUPERVISION PAR API D'UNE UNITE DE TRAITEMENT DES EAU », 2022.
- [14] Z. SAIDI, R. HATRI, et W. DJAGHLAL, « Mémoire de fin de formation ». Institut national spécialisé de la formation professionnelle, Automatisation et supervision de la station compresseurs du l'unité énergie et utilité via TIA PORTAL.
- [15] « Système d'information du Tia Portal ».
- [16] S. Sofiane et H. AHCEN, « Contribution à l'Implémentation d'un Régulateur Flou Simplifié sous un API S7-300 », 2018.
- [17] F. Mudry, « Ajustage des paramètres d'un régulateur PID », *Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud-Département d'électricité et informatique*, 2002.

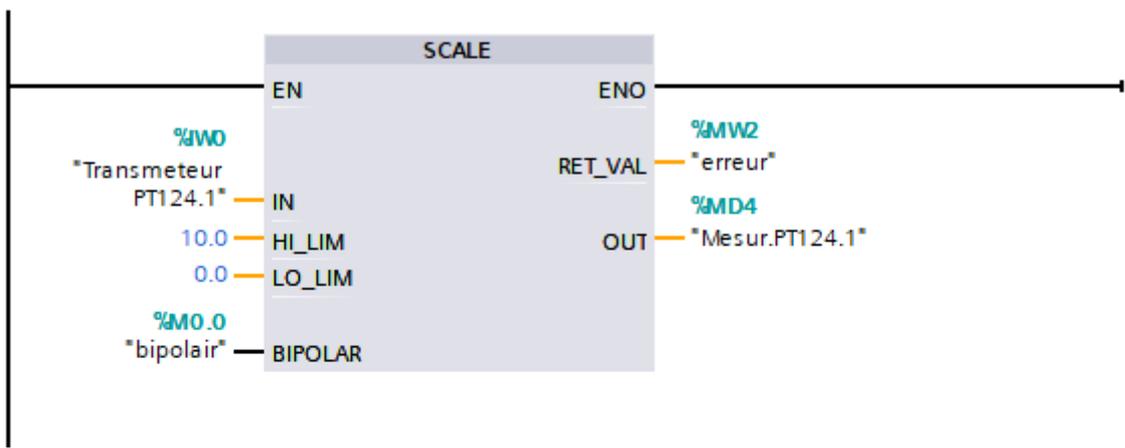
Annexes

ANNEXE N°1

Bloc des entrées analogiques

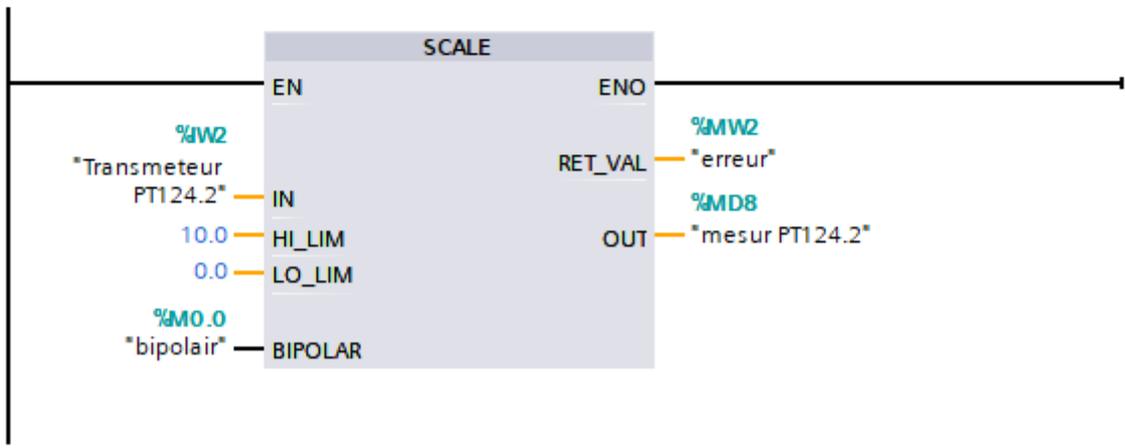
▼ Réseau 1 :

Transmetteur Pression PT124.1



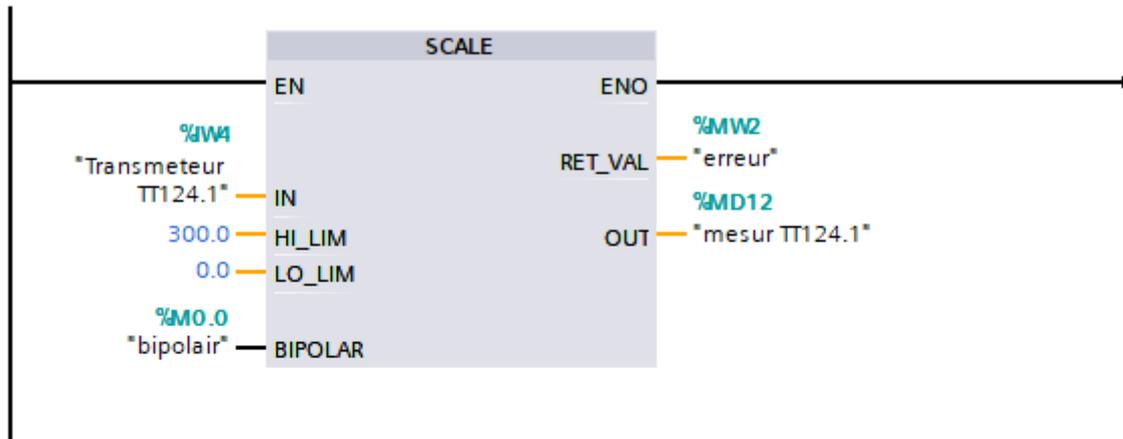
▼ Réseau 2 :

Transmetteur Pression PT124.2



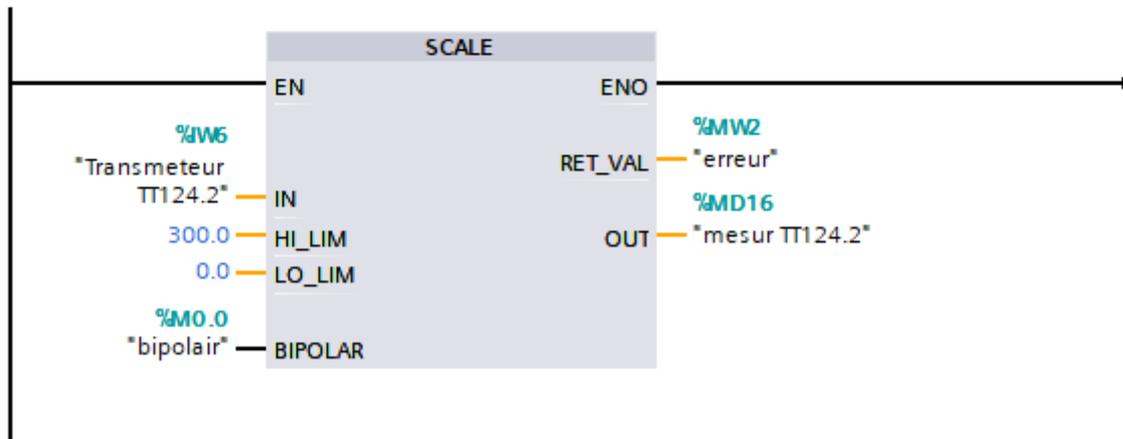
▼ Réseau 3 :

Transmetteur Temperature TT124.1



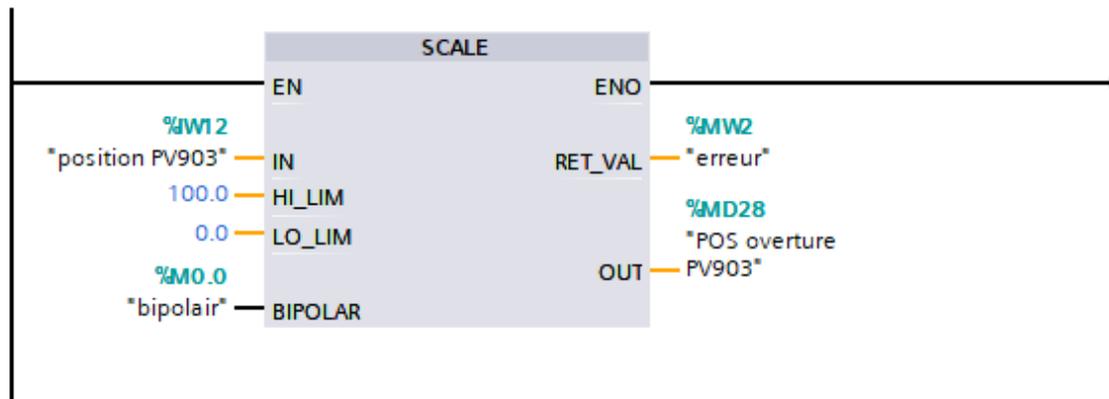
▼ Réseau 4 :

Transmetteur Temperature TT124.2



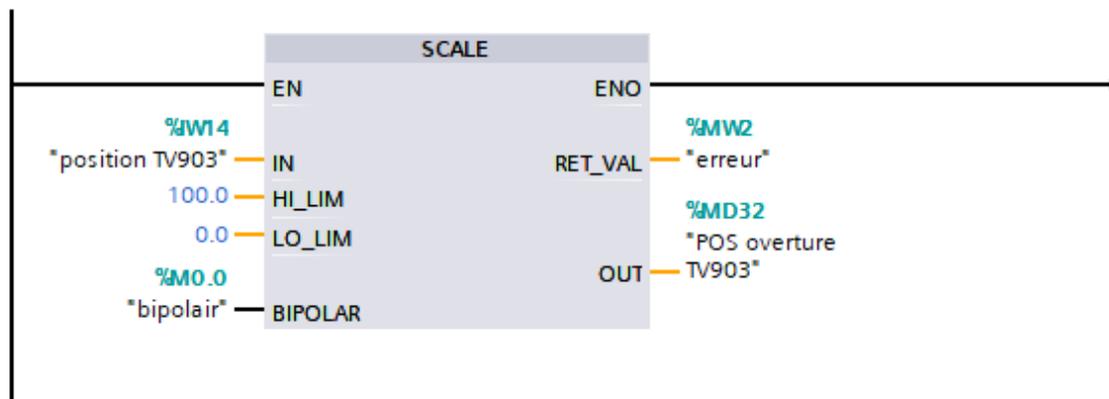
▼ Réseau 7 :

► Position d'ouverture PV903



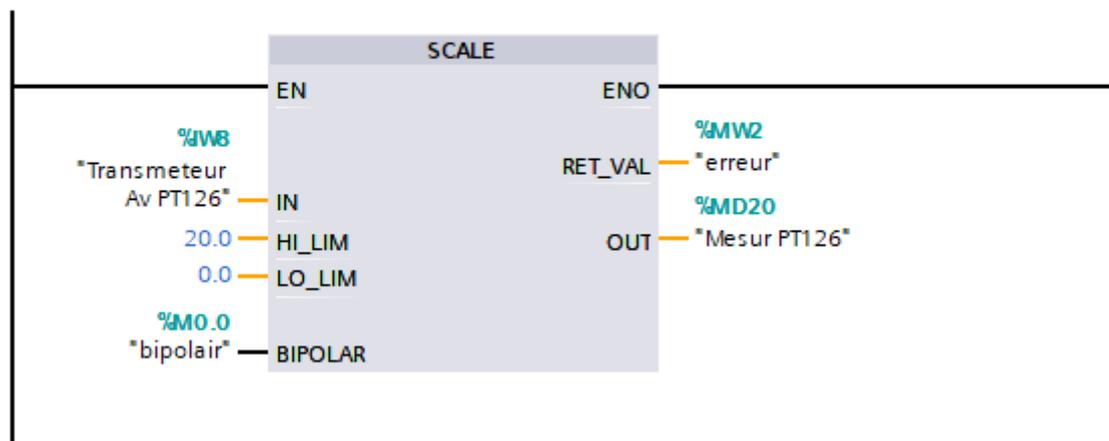
▼ Réseau 8 :

Position d'ouverture TV903



▼ Réseau 5 :

Transmetteur Pression Avant La Vanne PT126

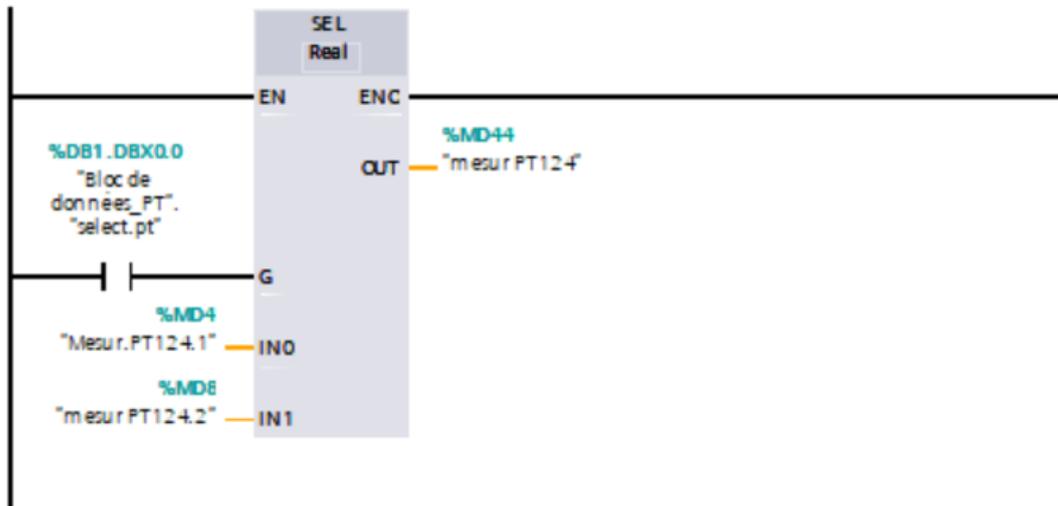


ANNEXE N°2

Bloc des sélecteurs

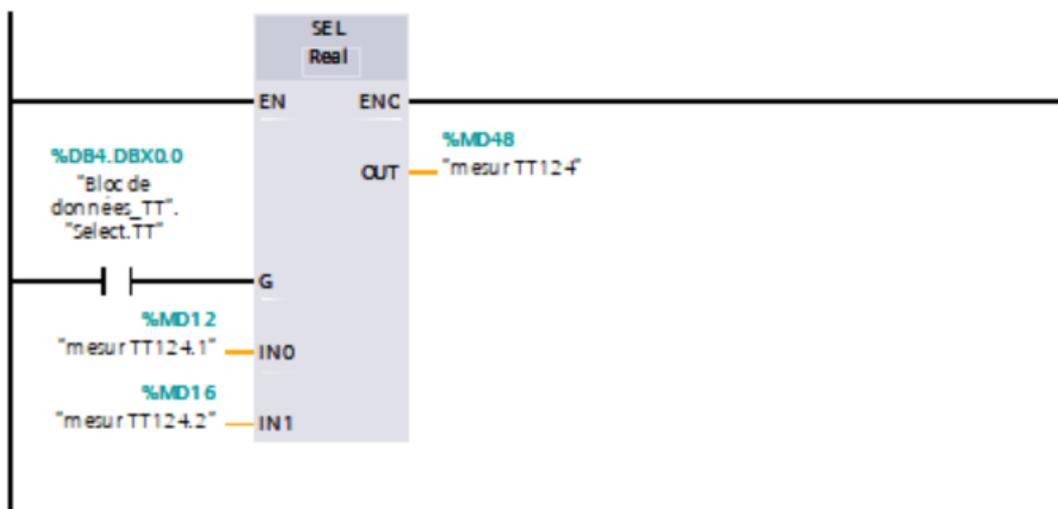
Réseau 1 : Selectionneur de transmetteur de pression

Commentaire



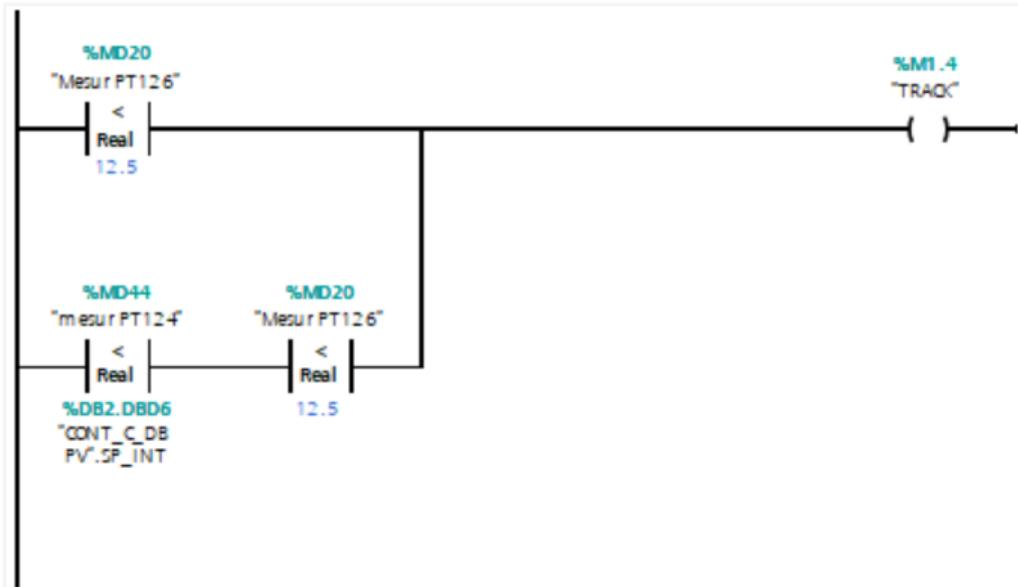
Réseau 2 : Selectionneur de transmetteur de temperature

Commentaire



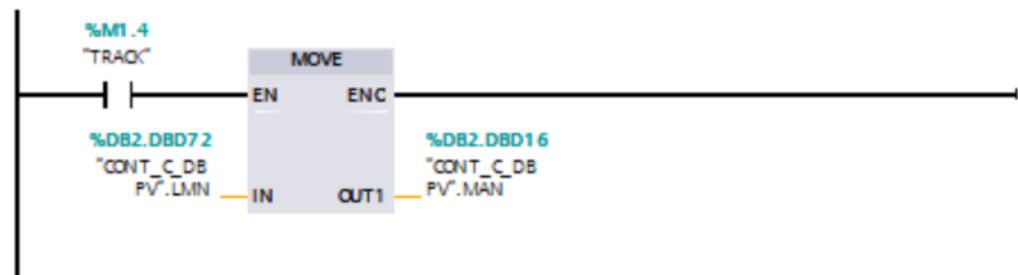
Réseau 3 : MOVE

Commentaire



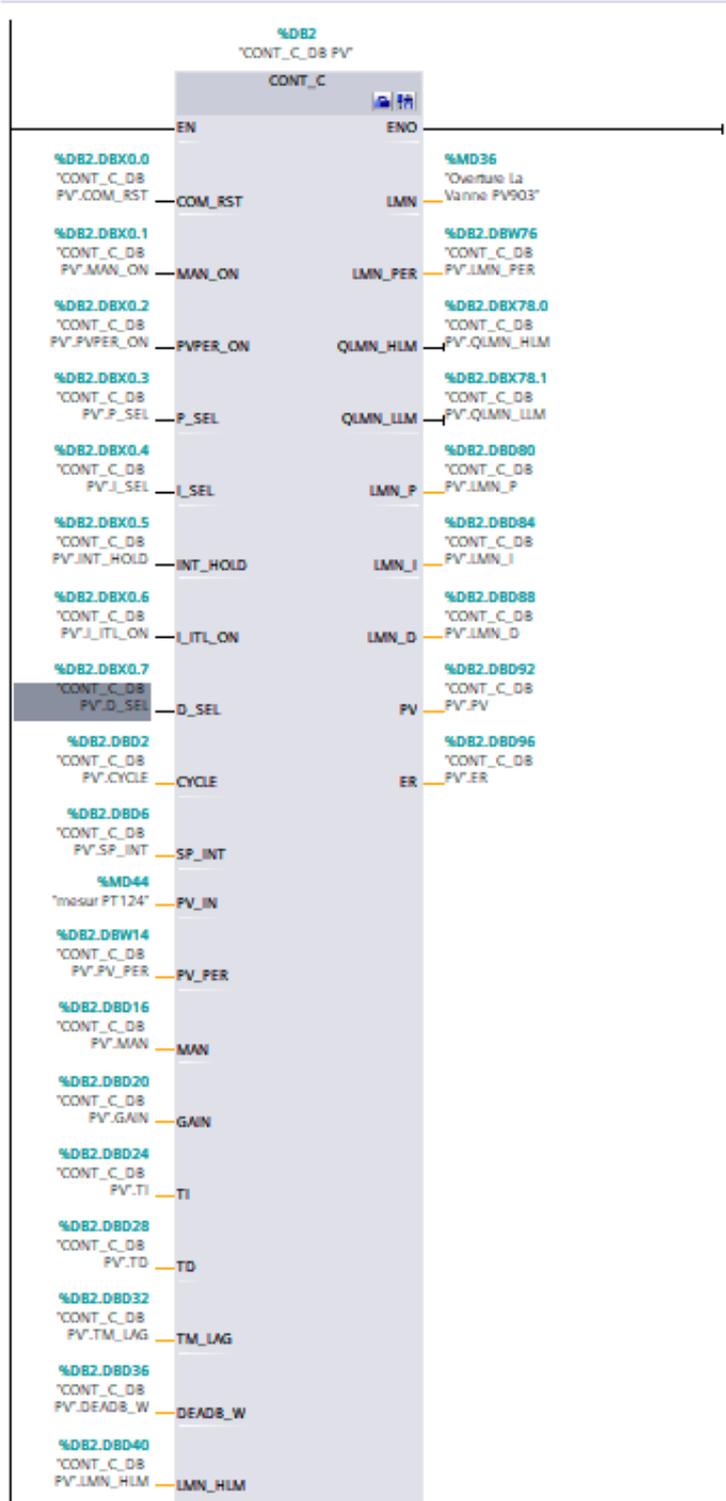
Réseau 4 : MOVE

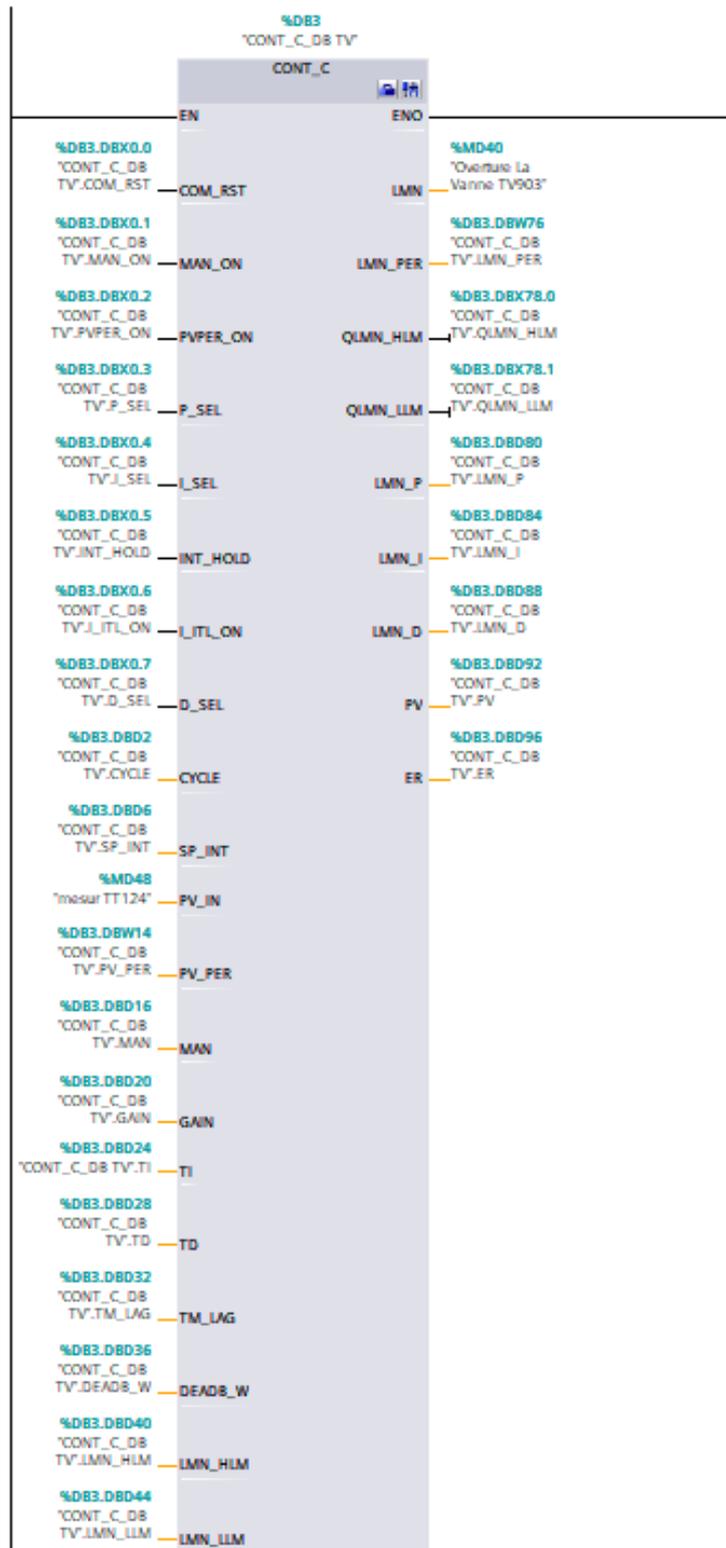
Commentaire



ANNEXE N°3

Bloc de régulation CONT_C



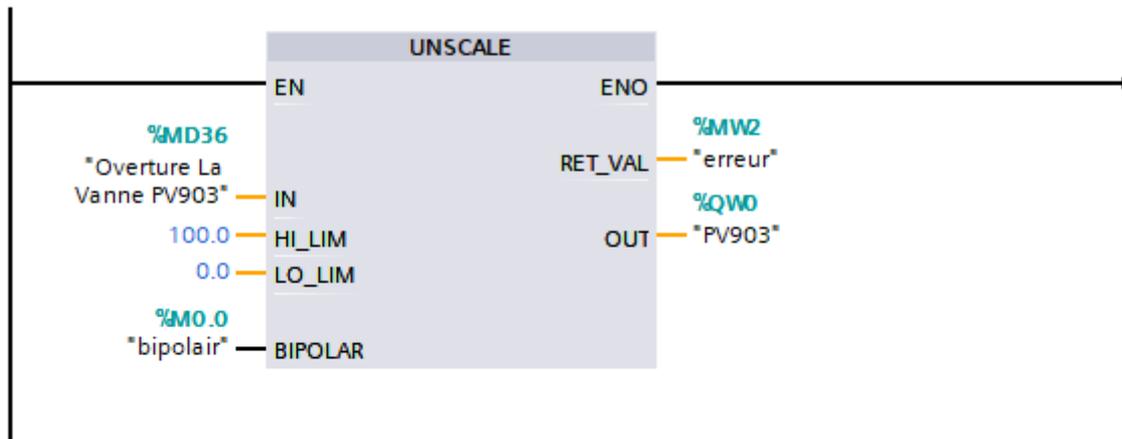


ANNEXE N°4

Bloc des sorties analogiques

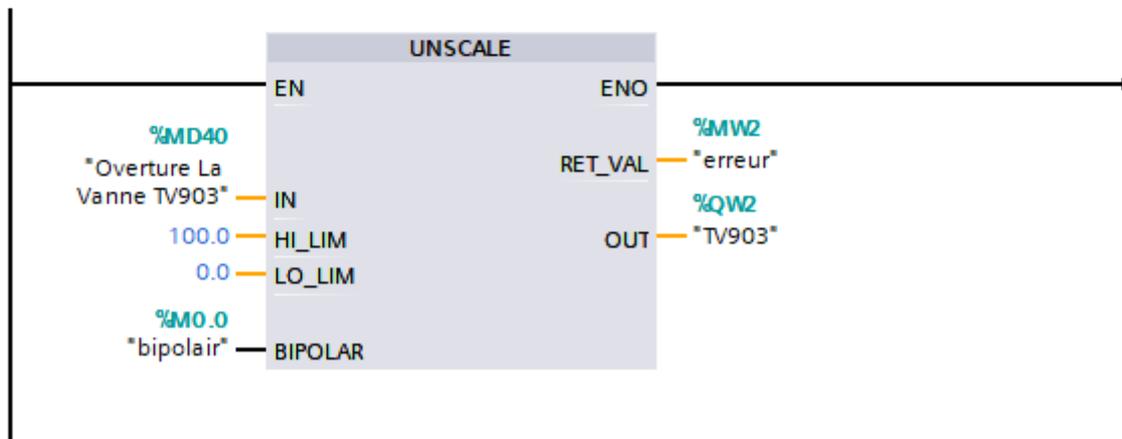
▼ Réseau 1 :

Overture La vanne PV903



▼ Réseau 2 :

Overture La vanne TV903

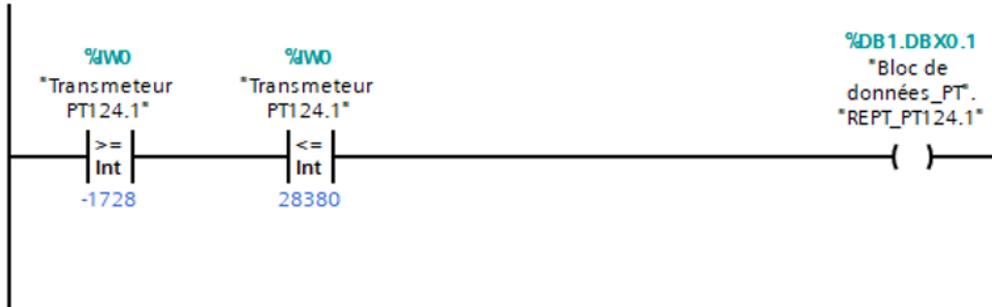


ANNEXE N°4

Bloc des ruptures des fils

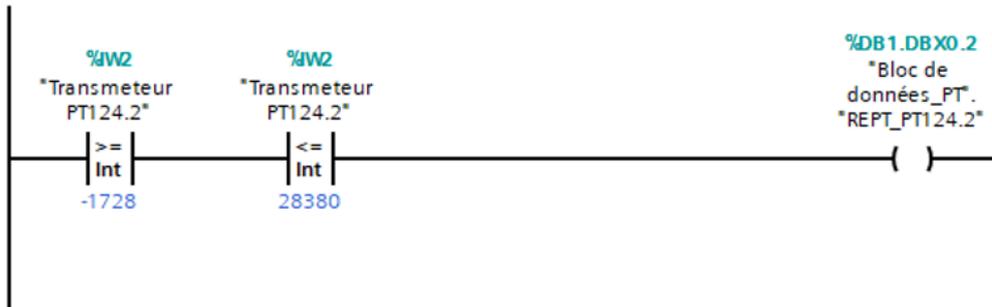
▼ Réseau 1 : REPTURE DE FIL PT124.1

Commentaire



▼ Réseau 2 : REPTURE DE FIL PT124.2

Commentaire



▼ Réseau 3 : REPTURE DE FIL TT124.1

Commentaire



▼ Réseau 4 : REPTURE DE FIL TT124.2

Commentaire



▼ Réseau 5 : REPTURE DE FIL TRANSMETEUR AVANT LA VANNE PT126

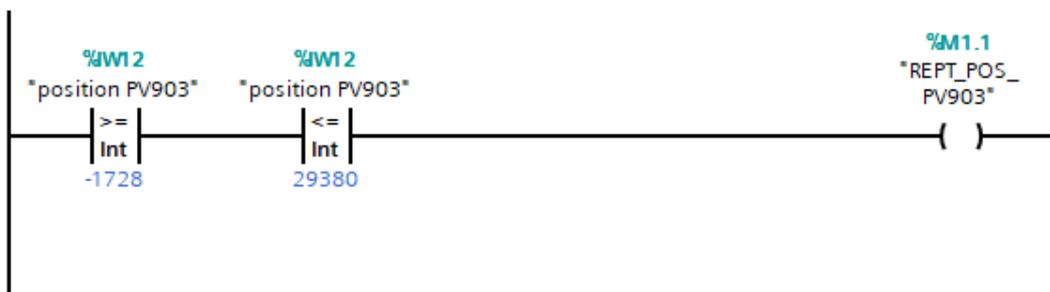
Commentaire



▶ Réseau 6 :

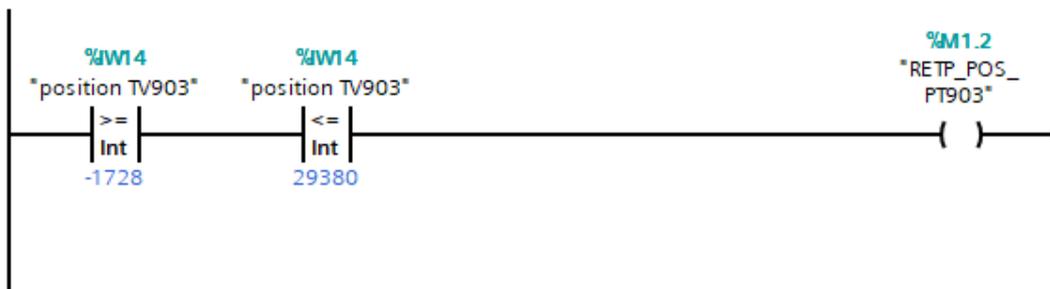
▼ Réseau 7 : REPTURE DE FIL POSITION D'OUVERTURE PV903

Commentaire



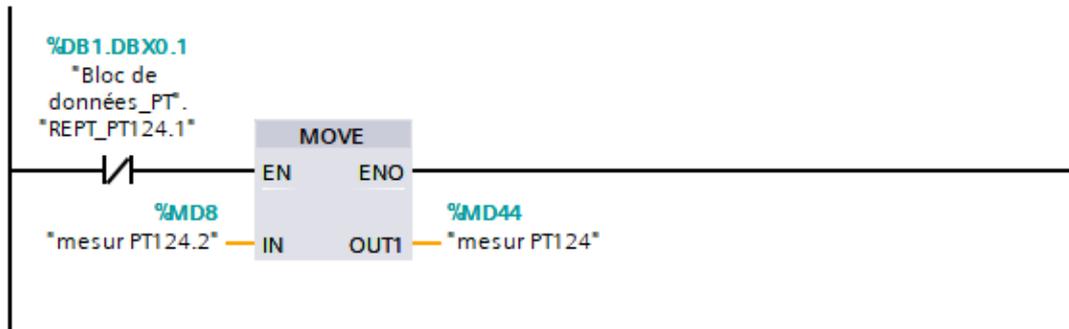
▼ Réseau 8 : REPTURE DE FIL POSITION D'OUVERTURE PT903

Commentaire



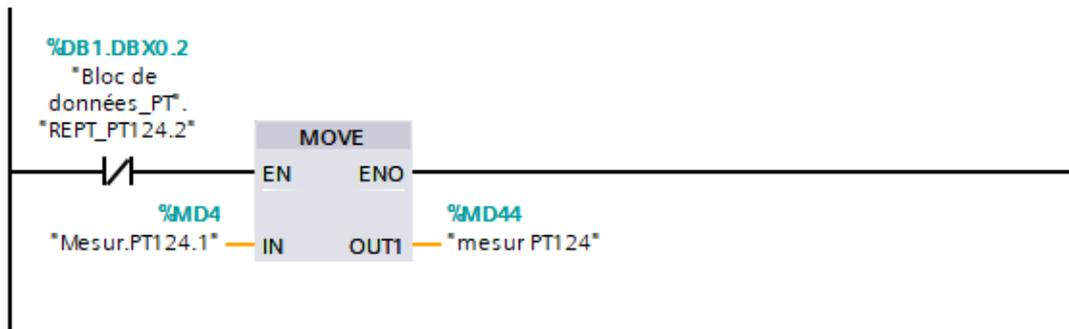
▼ Réseau 9 :

Commentaire



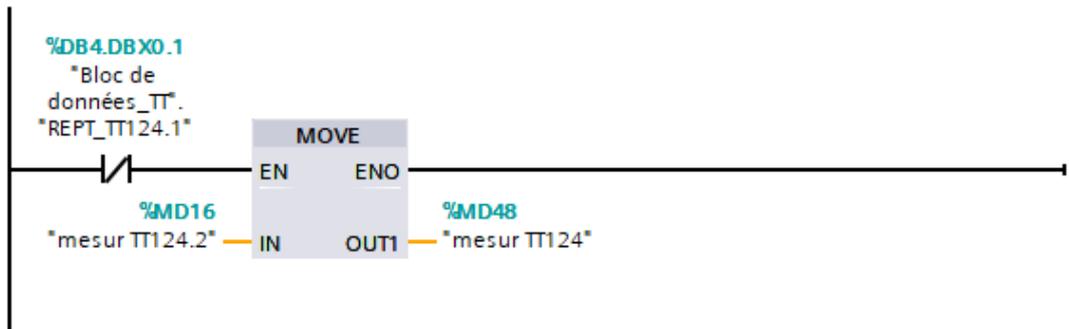
▼ Réseau 10 :

Commentaire



▼ Réseau 11 :

Commentaire



▼ Réseau 12 :

Commentaire

