

N° Ordre...../FHC/UMBB/2024

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Présenté par

GHALMI Abdelmalek

Filière : Hydrocarbures
Option : Commande Automatique

Thème

**Automatisation et supervision de l'ensemble de la section de
peinture intérieure et du système de convoyage.**

Devant le jury :

MEGLOULI	HOCINE	Pr	UMBB	Président
BOUMEDINE	Mohand Said	MCA	UMBB	Examineur
AIROUCHE	Mohamed	MCB	CANADA	Examineur
KHEBLI	Abdelmalek	MCA	UMBB	Encadrant

Année Universitaire : 2023/2024



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie
Département : Automatisation et Electrification des procédés
Filière : Hydrocarbures
Option : Commande Automatique

Mémoire de Fin d'Etudes
En vue de l'obtention du diplôme :

MASTER

Thème

**Automatisation et supervision de l'ensemble de la section de
peinture intérieure et du système de convoyage.**

Présenté par :
GHALMI Abdelmalek

Avis favorable de l'encadreur :
KHEBLI Abdelmalek
Signatur :

Avis favorable du Président du jury
Nom et Prénom :

Signature :

Cachet et signature

Remerciement

Nous commençons par remercier et rendre grâce à Dieu tout puissant pour nous avoir donné le courage et la volonté pour mener à bon terme ce travail.

*Nous tenons à remercier, tout d'abord, le personnel de l'entreprise **ALTUMET** pour leur aide et leur serviabilité tout au long de notre stage particulier notre enadreur **Mr. ARARBI Hamid**.*

*Nous remercions notre promoteur **Mr.KHEBLI Abdelmalek** pour son suivi et ses conseils judicieux.*

*Nous adressons nos remerciements aussi à **Mon cousin Mr.HOUALAME Abdelghani**, pour l'assistance, les encouragements et les orientations qu'ils nous ont donnés.*

Nos remerciements s'adressent aussi à tous les enseignants qui ont contribué à notre réussite dans nos études depuis le début jusqu'à la fin et aussi à tout le personnel de Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie Université M'hamed Bougara de Boumerdes.

Nous remercions également les membres de jury qui ont accepté de juger notre travail et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes très chers parent, pour leur aide et leur soutien tout au long de mes études, et qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui et je dis merci pour leurs encouragement, patience et confiance.

❖ A mes chers soeurs.

❖ A tous les membres de ma famille oncles et tantes.

❖ A mes chers amis.

❖ A toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans ce modeste travail.

Abdelmalek.

Résume AR-FR-EN

ملخص

يتكون عملنا من التشغيل الآلي والإشراف على وحدة الطلاء الداخلي بالكامل ونظام النقل داخل مصنع ALTUMET. كخطوة أولى، سوف نفهم كيفية عمل الوحدة. بعد ذلك، سوف نستخدم أداة GRAFCET للنمذجة. وأخيراً، اخترنا وحدة تحكم صناعية قابلة للبرمجة لأتمتة العمليات. لتطوير البرنامج وإنشاء واجهة HMI، استخدمنا وحدة التحكم الصناعية القابلة للبرمجة SIEMENS S7-1200. تم تنفيذ المحاكاة والتحقق من البرنامج بواسطة برنامج TIA Portal وPLCSIM وWin CC.

RESUME

Notre travail consiste à faire l'automatisation et la supervision de l'ensemble unité de peinture interieur et système de convoyage au sein de l'usine ALTUMET.

En première étape, nous allons comprendre le fonctionnement de l'unité. Ensuite, nous utiliserons l'outil GRAFCET pour la modélisation. Enfin, nous avons choisi un automate programmable industriel pour l'automatisation du processus.

Pour le développement du programme et la création de l'interface HMI, nous avons utilisé l'automate programmable industriel SIEMENS S7-1200. La simulation et la vérification du programme a été faite par les logiciels TIA Portal, PLCSIM et Win CC.

ABSTRACT

Our work consists of automating and supervising the entire interior painting unit and conveying system within the ALTUMET factory.

As a first step, we will understand how the unit works. Next, we will use the GRAFCET tool for modeling. Finally, we chose an industrial programmable controller for process automation.

For the development of the program and the creation of the HMI interface, we used the SIEMENS S7-1200 industrial programmable controller. The simulation and verification of the program was carried out by the TIA Portal, PLCSIM and Win CC software.

ABREVIATIONS

ALTUMET : algérienne des tubes métalliques.

API : automate programmable industriel.

HMI : homme machine interface.

Profinet : standard de communication ouvert pour l'automatisation.

Profibus : profibus Field bus (bus de terrain propriétaire)

DI : digital input.

DQ : digital output.

AI : analogique input.

AQ : analogique output.

DC : direct current

OB : bloc d'organisation.

FC : fonction.

DB : bloc des données.

FB : bloc fonctionnelle.

MPI : message passing interface.

PLC : programmable logique Controller. CPU : Unité centrale de l'automate (Central processing unit). GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions. Tia : Totally Integrated Automation.

SIMATIC : Siemens Automatique. Win CC: Windows Control Center.



Table des matières

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre I: Présentation de l'entreprise ALTUMET	
Introduction	4
Historique de l'entreprise	4
L'objet social de l'entreprise	5
La situation géographique de l'entreprise	5
Organigramme de l'entreprise	6
La chaîne de production de l'entreprise	8
Les moyens matériels	8
L'atelier de fabrication	8
L'atelier PE	8
Les sources d'énergie	8
Les stations de pompage	8
Les engins	8
Les moyens humains	9
L'organisation des horaires de travail des équipes.....	9
Matière première utilisée	9
Le métal de base	9
Les matériaux d'apport.....	9
Les produits de revêtement.....	10
Conclusion.....	10
Chapitre II : Description de l'ensemble unité de peinture intérieure et système de convoyage	
Introduction	12
Description de l'unité de peinture intérieure et le système de convoyage	12
Les instruments utilisés.....	15
Les capteurs	15
Le capteur de proximité inductif	15
Le capteur photo-électrique.....	15
Le capteur de fin de course.....	16
L'encodeur	16
Les actionneurs.....	16
Le moteur asynchrone	16
Les vérins	17
Les pré-actionneurs.....	17
Le distributeur double effets.....	17
Le relais	17
Le contacteur	18
Le réducteur de vitesse	18
Les dispositifs de sécurité.....	18

Le sectionneur	18
Le relais de thermistance	19
Le fusible	19
Les différentes étapes de process de de la machine	19
Problématique et Solution	20
Conclusion.....	23
 Chapitre III : Modélisation à l'aide de l'outil GRAFCET	
Introduction	25
Généralités sur l'outil GRAFCET	25
Description de l'outil GRAFCET	25
Les concepts de base d'un GRAFCET	26
Les étapes	26
Les actions	26
Les transitions	26
Les structures de base d'un GRAFCET	27
Notion de séquence	27
Le saut d'étape	27
La reprise d'une séquence	28
La divergence en OU.....	28
Séquences simultanées (divergence en ET)	29
Liaisons entre grafjets.....	29
La macro-étape	30
Le sous-programme (tâche, maître-esclave).....	30
Les règles d'évolution d'un GRAFCET	31
Les différents niveaux du grafjet.....	31
GRAFCET niveau 01	31
GRAFCET niveau 02	31
Le Grafjet du Systeme	32
Conclusion.....	33
 Chapitre IV: L'automatisation avec l'automate S7-1200	
Introduction	41
Les systèmes automatisés de production (SAP).....	41
La partie commande (PC).....	41
La partie opérative (PO)	41
La partie relation (PR)	42
Modélisation et description des APIs.....	42
Différents type de commande d'un système automatisé	42
Les systèmes automatisés combinatoires	42
Les systèmes automatisés séquentiels	42

La logique câblée	43
La logique programmée	43
Les automates programmables industriels (APIs)	43
Le domaine d'emploi des APIs	44
La nature de l'information traitée par les APIs	44
L'architecture des APIs	44
Critères du choix de l'automate.....	46
Présentation de l'automate utilisé API S7-1200.....	46
Le logiciel de programmation Tia Portal.....	47
Les langages de programmation.....	47
Création du projet Tia Portal	48
Les blocs de programmation	49
Création d'une table de variables	51
Chargement des données dans l'automate	54
Exemple du programme élaboré pour la machine	55
Conclusion.....	58
 Chapitre V : Développement de la plateforme de supervision	
Introduction	60
Généralités sur la supervision	60
Définition de la supervision.....	60
Les avantages de la supervision	60
constitution d'un système de supervision.....	61
Module de visualisation	61
Module d'archivage.....	61
Module de traitement	61
Module de communication.....	61
La communication entre le pupitre de commande et l'automate.....	62
Logiciel de supervision WinCC Runtime Advanced.....	62
Avantages de WinCC Runtime Advanced	63
Création d'un projet sous WinCC Runtime Advanced.....	63
Développement d'un système de supervision sous WinCC Runtime Advanced.....	70
Création de table de variables IHM.....	70
La réalisation des vues contrôle et de supervision du système.....	71
Vue d'accueil.....	71
Vue de l'animation de machine peinture intérieure	72
Vue d'ensemble du Système	72
Les vues des sections du système.....	72
Vue des alarmes	75
Conclusion.....	75
Conclusion générale	77

Liste des figures et tableaux

Liste des figures

Chapitre I: Présentation de l'entreprise ALTUMET

Figure I.1: L'entreprise ALTUMET	4
Figure I.2: L'emplacement de l'entreprise ALTUMET	5
Figure I.3: Structure de l'entreprise ALTUMET.....	6
Figure I.4: le produit final prêt à l'utilisation.....	7
Figure I.5 : le métal de base.....	9
Figure I.6 : Le type des deux électrodes fil et flux	10
Figure I.7 : Les trois produits de revêtement.....	10

Chapitre II: Description de la section de peinture intérieure et le système de convoyage

Figure II.1 : l'unité de peinture interieur.....	13
Figure II.2: Monter "STOP/INJECTEUR" -- Baisser "STOP/INJECTEUR.....	13
Figure II.3: Les Sections de system de convoyage	14
Figure II.4 : Schéma de l'ensemble système de convoyage et l'unité de peinture intérieure.....	14
Figure II.5: Capteur de proximité inductif	15
Figure II.6: Capteur photo-électrique	15
Figure II.7: Le capteur de fin de course.....	16
Figure II.8: L'encodeur	16
Figure II.9: Moteur asynchrone.....	16
Figure II.10: Vérin pneumatique double effets	17
Figure II.11: Distributeur pneumatique bistable	17
Figure II.12: Le relais « Finder ».....	17
Figure II.13: Le contacteur	18
Figure II.14: Le réducteur de vitesse.....	18
Figure II.15: Le sectionneur	18
Figure II.16: Relais de thermistance « SIEMENS »	19
Figure II.17 : Fusible	19
Figure II.18 :Le porte-fusible.....	19
Figure II.19 Positionnement des capteurs ajoutés au système convoyage et à l'unité de peinture	21
Figure II.20: Positionnement des capteurs ajoutés à l'unité peinture intérieure	21
Figure II.21: La plaque signalétique d'un moteur d'une section du système de convoyage	22

Chapitre III: Modélisation à l'aide de l'outil GRAFCET

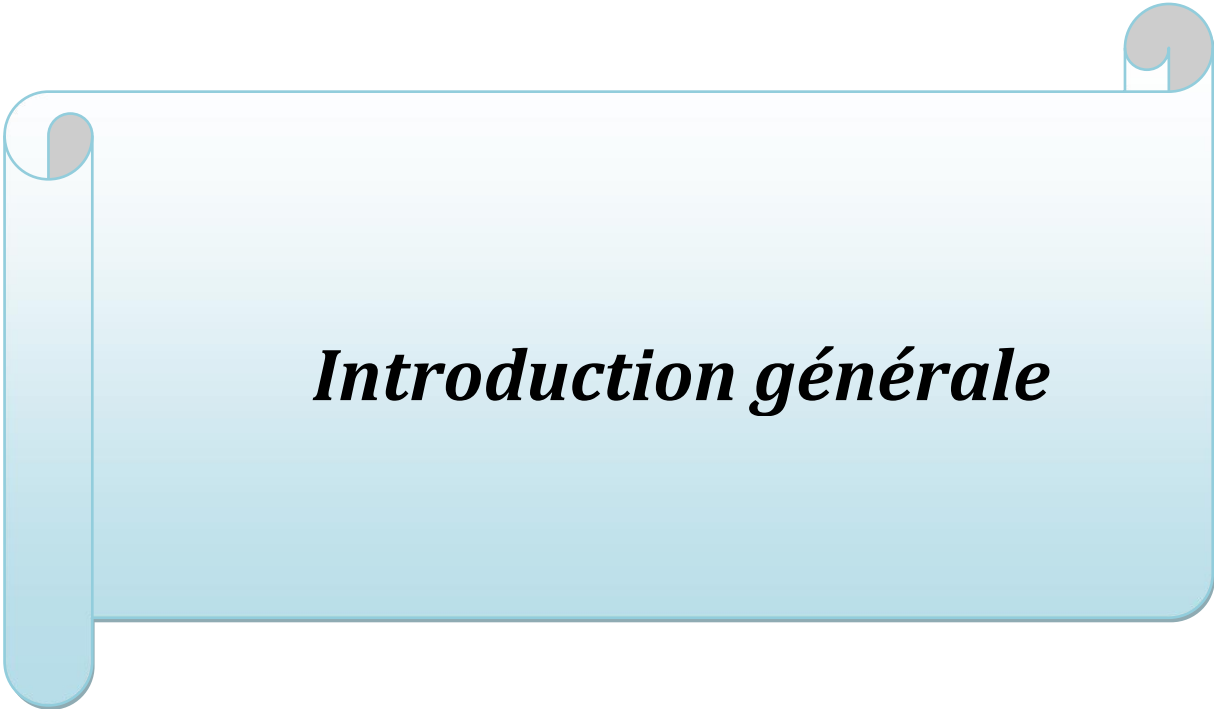
Figure III.1 : La structure d'un GRAFCET	25
Figure III.2 : Les états d'une étape.....	26
Figure III.3 : Actions associés à une étape	26
Figure III.4 : Réceptivité associée à une transition	26
Figure III.5 : GRAFCET à plusieurs séquences.....	27

Figure III.6 : Saut d'étape	27
Figure III.7 : Reprise d'une séquence.....	28
Figure III.8 : Divergence en OU.....	28
Figure III.9 : Divergence en ET	29
Figure III.10 : Liaison entre grafjets.....	29
Figure III.11 : La macro-étape.....	30
Figure III.12 : Le sous-programme	30
Figure III.13: Grafjet de Section 0	32
Figure III.14: Grafjet de Chariot 1	32
Figure III.15 : Grafjet de Chariot 2	33
Figure III.16 : Grafjet de Chariot 3	34
Figure III.17 : Grafjet de Section 1	35
Figure III.18 : Grafjet de Section 2	36
Figure III.19 : Grafjet de Section 3	36
Figure III.20 : Grafjet de Section 4	37
Figure III.21 : Grafjet de Section 5	38
 Chapitre IV: L'automatisation avec l'automate S7-1200	
Figure IV.1: Structure fonctionnel d'un système automatisé.....	42
Figure IV.2: Automate programmable industriel	43
Figure IV.3: Automate compact.....	44
Figure IV.4: Automate modulaire.....	45
Figure IV.5: Structure interne d'un API	45
Figure IV.6: Automate S7-1200.....	46
Figure IV.7: L'icône du logiciel Tia Portal	47
Figure IV.8: Assistant de création de nouveau projet.....	48
Figure IV.9: Création de nouveau projet	48
Figure IV.10: Fenêtre du choix de CPU	49
Figure IV.11: Configuration matérielle.....	49
Figure IV.12: Fenêtre du choix des blocs et types de langages.....	50
Figure IV.13: Ajouter des variables.....	51
Figure IV. 14: La barre d'exécution	54
Figure IV.15 : le Procédure de chargement	54
Figure IV.16 : les conditions initiales pour démarrer le chariot3	55
Figure IV.17:Convertir les valeur de l'encodeur 1 en valeurs réelles.....	55
Figure IV.18: Calculer la distance parcourue par chariot 1 jusqu'à l'extrémité du tube en multipliant par la résolution de l'encodeur.....	56
Figure IV.19: Convertir les valeur de l'encodeur 2 en valeurs réelles.....	56
Figure IV.20: Calculer la distance parcourue par chariot 2 jusqu'à l'extrémité du tube en multipliant par la résolution de l'encodeur	56
Figure IV.21: Calcule la distance du tube	57

Figure IV.22: Convertir les valeur de l'encodeur 3 en valeurs réelles.....	57
Figure IV.23: Comparaison si le chariot 3 atteint la postion requise	57
Chapitre V : Développement de la plateforme de supervision	
Figure V.1 : Architecture d'un système de supervision	62
Figure V.2 : Fenêtre de création de projet	63
Figure V.3 : Sélection de pupitre	64
Figure V.4 : étape 1 de Configuration des paramètres matériels	65
Figure V.5 : étape 2 de Configuration des paramètres matériels	65
Figure V.6 : étape 3 de Configuration des paramètres matériels	66
Figure V.7 : étape 4 de Configuration des paramètres matériels	66
Figure V.8 : étape 5 de Configuration des paramètres matériels	67
Figure V.9 : étape 6 de Configuration des paramètres matériels	67
Figure V.10: étape 7 de Configuration des paramètres matériels	68
Figure V.11 : étape 8 de Configuration des paramètres matériels.....	68
Figure IV.12 : étape 9 de Configuration des paramètres matériels.....	69
Figure V.13 : étape 10 de Configuration des paramètres matériels.....	69
Figure V.14 : étape 11 de Configuration des paramètres matériels.....	70
Figure V.15 : étape 12 de Configuration des paramètres matériels.....	70
Figure V.16 : Partie de notre table de variables IHM.....	71
Figure V.17 : Vue d'accueil	71
Figure V.18 : Vue du machine peinture intérieure.....	72
Figure V.19 : Vue d'ensemble du Systeme	72
Figure V.20 : Vue de Section 0	73
Figure V.21 : Vue de Section 1	73
Figure V.22 : Vue de Section 2	74
Figure V.23 : Vue de Section 3	74
Figure V.24 : Vue de Section 4	74
Figure V.25 : Vue de Section 5	75
Figure V.26 : Vue des alarmes.....	75

Liste des tableaux

Chapitre III: Modélisation à l'aide de l'outil GRAFCET	
Tableau III.1 : les mots clés de grafcet	38
Chapitre IV: L'automatisation avec l'automate S7-1200	
Tableau IV.1 : Partie de mon table des mnémoniques.....	52



Introduction générale

Introduction générale

De nos jours, le domaine de l'automatique continue d'évoluer et de jouer un rôle crucial dans divers secteurs de l'industrie et de la technologie. Les systèmes automatisés sont omniprésents dans de nombreux aspects de notre vie quotidienne, dans le but d'améliorer l'efficacité, la sécurité, la précision et la fiabilité des différents processus.

L'automatique est une branche de l'ingénierie qui se concentre sur la conception, le développement et le contrôle des systèmes dynamiques, tels que les machines, les processus industriels, les robots et les systèmes de contrôle. L'automatique cherche à développer des systèmes autonomes qui utilisent des capteurs pour acquérir des informations sur leur environnement, en analysant ces données à l'aide d'algorithmes de contrôle, elle intervient en utilisant les actionneurs.

Dans le domaine industriel, les entreprises optent pour l'automatisation car elles cherchent constamment à innover, à améliorer leurs processus et à répondre aux besoins du marché pour rester compétitives dans leur secteur d'activité. L'unité ALTUMET qui fait partie du groupe ANABIB est parmi les entreprises qui ont pris l'initiative d'investir dans les dernières technologies, dès le démarrage de leurs activités pour rester à la pointe de l'innovation donc ils ont adopté des technologies d'automatisation afin de :

- ❖ Améliorer l'efficacité de la productivité globale de l'entreprise et optimiser les conditions de travail.
- ❖ Réduction des coûts de la main-d'œuvre, car les systèmes automatisés permettent d'effectuer des tâches qui étaient auparavant effectuées par des travailleurs humains.
- ❖ Amélioration de la qualité des produits, par la réduction des erreurs et des défauts de production, garantissant ainsi une qualité plus élevée des produits finaux.
- ❖ L'utilisation de machines automatisées peut contribuer à réduire les risques liés à la sécurité des travailleurs. Les tâches dangereuses ou physiquement exigeantes peuvent être effectuées par des robots, réduisant ainsi les accidents et les blessures.

A cet égard, ce travail s'est tenu au sein de l'unité ALTUMET et le thème qui j'ai proposé consiste à automatiser et concevoir une plateforme de supervision de l'ensemble unité de peinture intérieure et système de convoyage. Pour cela, je devais d'abord étudier le fonctionnement de la machine, ensuite j'allais passer à la modélisation du système. Ainsi, mon but consiste à programmer la machine via le logiciel Tia Portal et à l'aide de l'automate de la série S7-1200.

Pour ce faire, j'ai structuré mon mémoire en quatre chapitres :

- **Le chapitre 01** : Il sera dédié à la présentation du l'ensemble unité peinture et système de convoyage. Vers la fin, j'allais citer les failles que rencontre la machine et je proposerai des solutions possibles pour le bon fonctionnement
- **Le chapitre 02** : Il sera réservé pour la modélisation de mon système avec l'outil GRAFCET. je présente au début les généralités sur le GRAFCET, ensuite, le cahier des charges de la machine, finalement on exposera le GRAFCET de la machine.
- **Le chapitre 03** : Il sera destiné à l'automatisation de la machine, on donnera quelques généralités sur l'automate S7-1200 et finir par présenter une solution programmée via Tia Portal.
- **Le chapitre 04** : Nous nous focaliserons dans ce chapitre sur la conception d'une plateforme de supervision de notre système après que nous aurions présenté les généralités sur la supervision sous WinCC.

Nous terminons par une conclusion générale.

Chapitre I :
Présentation de l'entreprise
ALTUMET

I.1 Introduction

L'unité ALTUMET (Algérienne des Tubes Métalliques) est une filiale de l'entreprise mère ANABIB dénommée « Entreprise Nationale de Tubes et Transformation des Produits Plats ». L'unité est spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des tubes métalliques soudés en spirale destinés essentiellement pour le besoin de l'hydrocarbure et de l'hydraulique, son capital s'élève à environ 537 760 000,00 DA.



Figure I.1: L'entreprise ALTUMET

I.2 Historique de l'entreprise

La création de l'entreprise « ALTUMET » remonte à l'époque coloniale et plus précisément en juin 1960, c'est le groupe français « VALLOUREC » qui a fondé la société algérienne des tubes mécaniques « ALTUMEC ».

Après la nationalisation de l'unité le 13/06/1968, elle est devenue unité « GROS TUBES » et elle fut la première unité productive des tubes en spirale en Algérie de la sidérurgie «SNS ». De 1971 à 1972 l'unité est placée sous la direction de l'entreprise nationale des tubes et transformation des produits plats (E.N.T.T.P.P) suite à l'extension de la production de tubes par la (SNS).

-L'ENTTPP regroupe 7 unités qui ont été décentralisées en juin 1978 et qui sont :

- Tubes et matériel d'irrigation par aspiration (B.B.A).
- Profile à froid (PAF) [Réghaïa].
- Petits tubes et tubes mince [Réghaïa].
- Unité Gros-tubes (GT) [Réghaïa].
- Tuberiez spirale et profilage (UPD) [Ghardaïa].
- Unité prestation de service (UPD) [Réghaïa].

- Unité tube gaz (T.G) [Tébessa].

I.3 L'objet social de l'entreprise :

L'entreprise a pour objectif, la fabrication des tubes soudés en spirales et leurs fournir un revêtement adéquat, elle effectue aussi des recherches pour développer d'autres procédés et manières de fabrications. L'entreprise interagit dans le milieu économique en important et exportant les tubes soudés en spirales et distribue des produits et dérivés tels que les tubes soudés destinés au transport des hydrocarbures, eau et autres divers usages (supports de construction, pieux battus pour fourrage...).

I.4 La situation géographique de l'entreprise :

L'unité ALTUMET se situe dans la zone industrielle de Réghaïa route nationale n°5 sur une superficie de 32 785 m², elle est implantée à 25Km d'Alger côte est, et bénéficie du double avantage; de la proximité du port d'Alger et desservie d'une voie ferrée mitoyenne, cela lui facilite d'une part, l'approvisionnement en— matières premières et la pièce de rechange et d'autre part, la livraison de son produit.[voir Figure I.2]

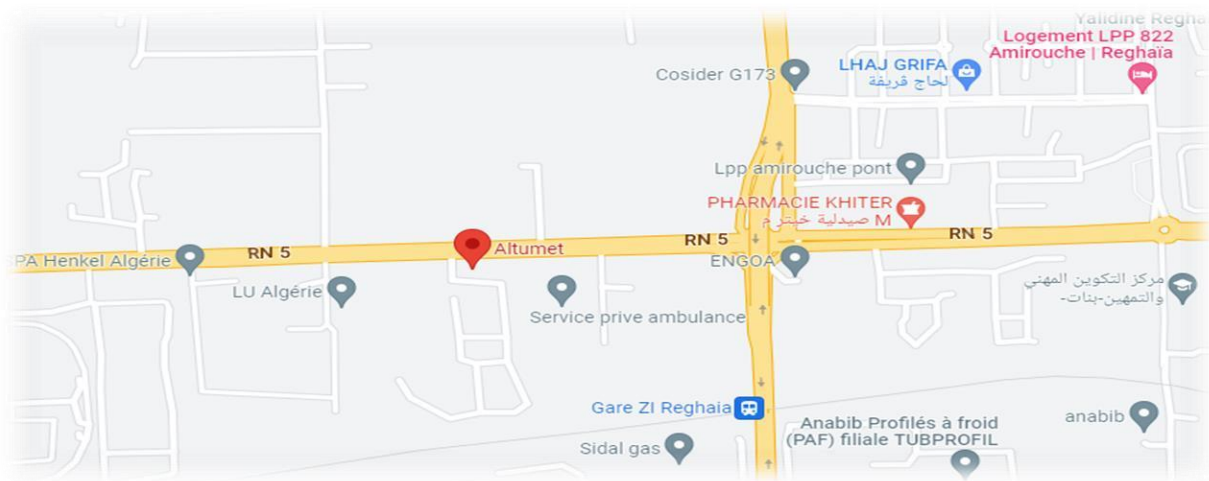


Figure I.2: L'emplacement de l'entreprise ALTUMET

I.5 Organigramme de l'entreprise :

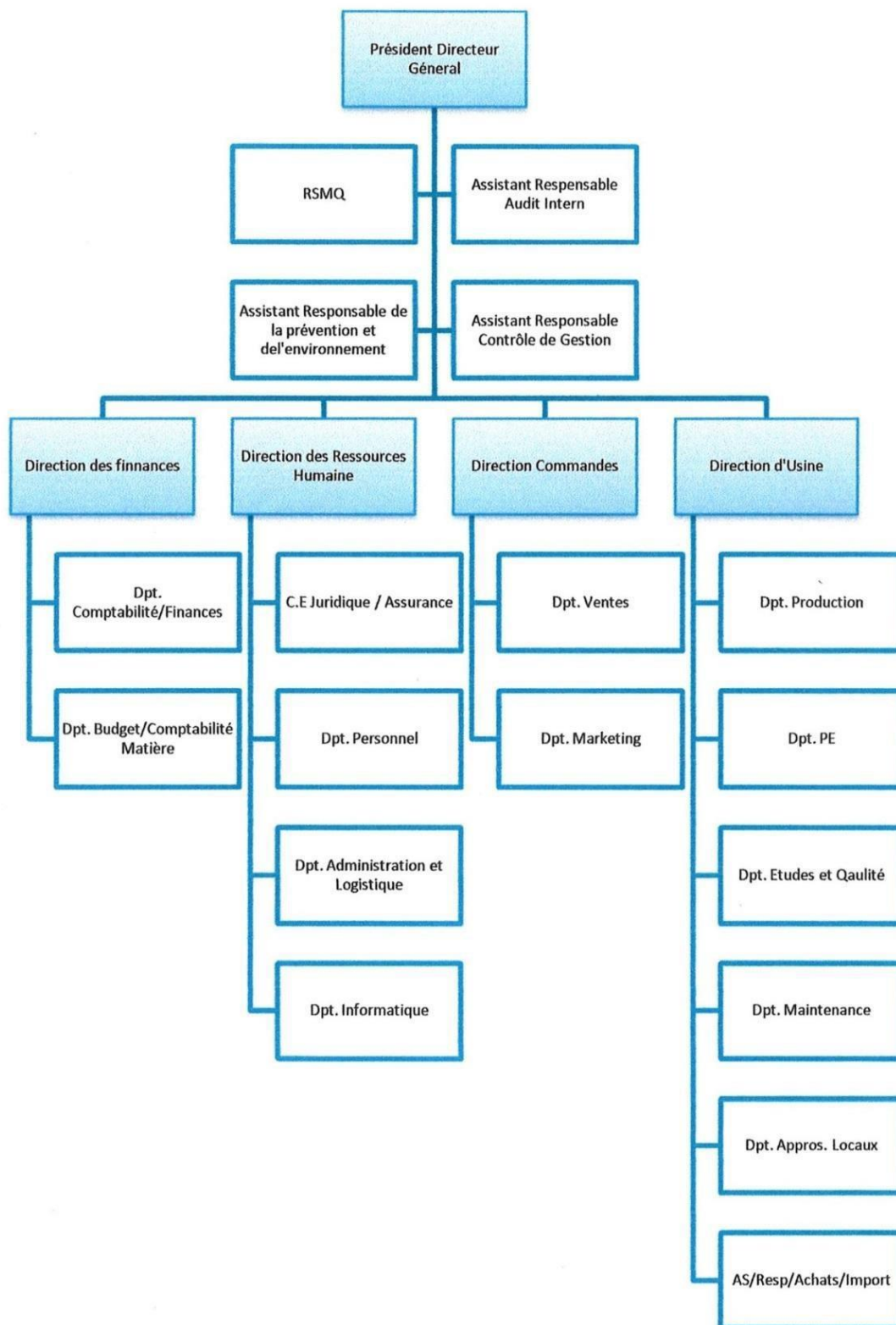


Figure I.3: Structure de l'entreprise ALTUMET

I.6 La chaîne de production de l'entreprise:

- Le tube soudé en spirale est obtenu à partir d'un feuillard enroulé à froid conformément qui suit une hélice dans une cage de formage.
- Les feuillards sont enroulés de façon que leurs rives soient jointives au moment du soudage.
- Les tubes sont fabriqués par soudage automatique à l'arc immergé sous flux solide (**SAW** : Submerged automatic welding), en effectuant deux passes l'une à l'intérieur et l'autre à l'extérieur du tube.
- Les feuillards à souder devront être dépourvus de toute impureté interne ou de surface (calamine, rouille), et seront cisailés pour obtenir une soudure de meilleure qualité.
- Le passage des tubes par la chanfreineuse pour crée des chanfreins dans les deux extrémités pour faciliter la soudure sur chantier entre deux tubes consécutifs. Elle est utilisée aussi pour ébavurer la surface du tube de tout défaut que la machine de découpe laisse généralement sur les extrémités des tubes et les cotés internes et externes.
- Pour vérifier la qualité de l'acier et de la soudure, on subit aux tubes un contrôle en ultrasons puis un contrôle hydrostatique en lui appliquant une pression donnée pendant une durée précise.

Les tubes ainsi formés, sont soit expédiés nus vers le parc de stockage, soit vers l'atelier d'enrobage pour revêtement en polyéthylène tri-couches : résine époxy, adhésif copolymère, polyéthylène en utilisant le PEHD et le PEMD (haute, moyenne densité) [1]. **[voir Figure I.4]**

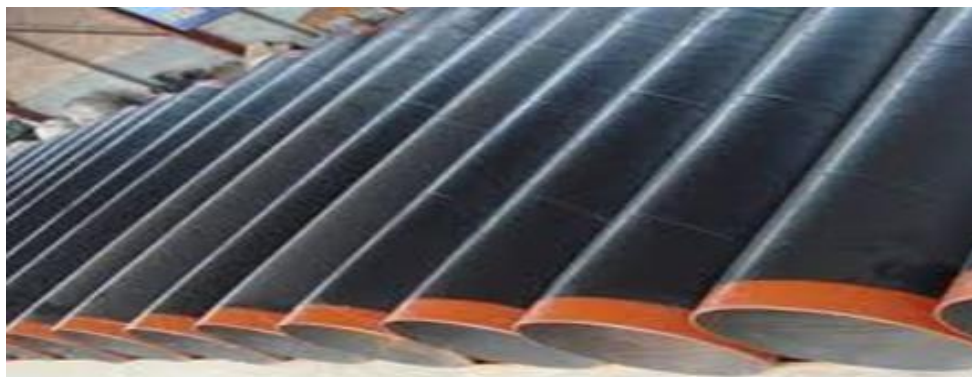


Figure I.4: le produit final prêt à l'utilisation

I.7 Les moyens matériels et humains que dispose l'entreprise :

I.7.1 Les moyens matériels :

-L'unité ALTUMET dispose des matériels suivants :

I.7.1.1 L'atelier de fabrication :

- 02 installations à souder SP 1200 1972 ATIS 2006 destinées à la fabrication de tubes.
- 01 chanfreineuse.
- 01 banc d'épreuve d'hydraulique pour le contrôle hydrostatique des tubes. ➤ 01 banc de contrôle ultrason.
- 02 blocs de contrôle radiographique qui comporte 04 cabines équipés de guide de rayons « x ».
- 01 banc de contrôle visuel (interne externe).
- Parc de réparation des tubes.
- 01 pont roulant 16 tonnes de manutention ALSTHOM HI.
- 02 ponts roulants à 3 tonnes de manutention ENCC H2.
- 02 ponts roulants à 3 tonnes de manutention SN METAL H3.
- 02 ponts roulants à 3 tonnes de manutention SN METAL-ENCC H4.
- 01 pont roulant à 10 tonnes de manutention H.
- 01 pont roulant à 7,5 tonnes de manutention H.

I.7.1.2 L'atelier PE :

- Une installation de revêtement des tubes.

I.7.1.3 Les sources d'énergie :

- 01 Installations de compresseur SSR 2000.
- 01 groupe électrogène 1025 KVA-400-COSQ.
- 01 sous station électrique HT-BT3 [4].

I.7.1.4 Les stations de pompage :

- 01 station de pompage de l'eau.
- 01 station de pompage de l'huile.

I.7.1.5 Les engins :

- 05 grues.
- 03 chariots élévateurs.
- 04 semi-remorques+ 07 véhicules légers + ambulance.
- 02 voies ferrées.

I.7.2 Les moyens humains :

-L'effectif total de l'unité est de 350 agents.

I.7.2.1 L'organisation des horaires de travail des équipes :

a. Equipe normale :

Cette équipe travaille 05 jours par semaine de 08h00 jusqu'à 16h00 avec une pause de déjeuner d'une demi-heure [2].

b. Equipe postée :

1^{ère} équipe : de 08h00 à 12h00

2^{ème} équipe : de 12h00 à 16h00

I.8 Les matières premières utilisées :

I.8.1 Le métal de base :

L'acier utilisé pour les conduites de transport d'hydrocarbure et de gaz, se présente sous la forme de bobines laminées à chaud (LAC) de diamètre 711 mm et pesant de 13 à 25 tonnes. Elle provient du groupe « ALTUMAT ».

-Les bobines **[voir Figure I.5]** sont en acier non allié répondant aux normes suivantes :

NFA (Norme Française d'Application) : pour tube hydraulique.

API (American Petroleum Institute) : pour tube gaz.



Figure I.5: le métal de base

I.8.2 Les matériaux d'apport :

Le métal de base va être soudé à l'arc électrique avec deux électrodes, de type: Fil et Flux,**[voir Figure I.6]** de manière à obtenir des joints avec un maximum d'homogénéité de la structure métallurgique car la constitution du fil électrode devra être voisine de celle de l'acier utilisé.



Figure I.6: Le type des deux électrodes fil et flux

I.8.3 Les produits de revêtement :

Le revêtement est utilisé afin d'augmenter la dureté et assurer la protection contre la corrosion, améliorer les propriétés physiques des matériaux ou bien pour donner un aspect décoratif au produit. On a donc utilisé pour les tubes 03 produits de revêtement : Epoxy, Adhésif, Polyéthylène [3]. [voir Figure I.7]

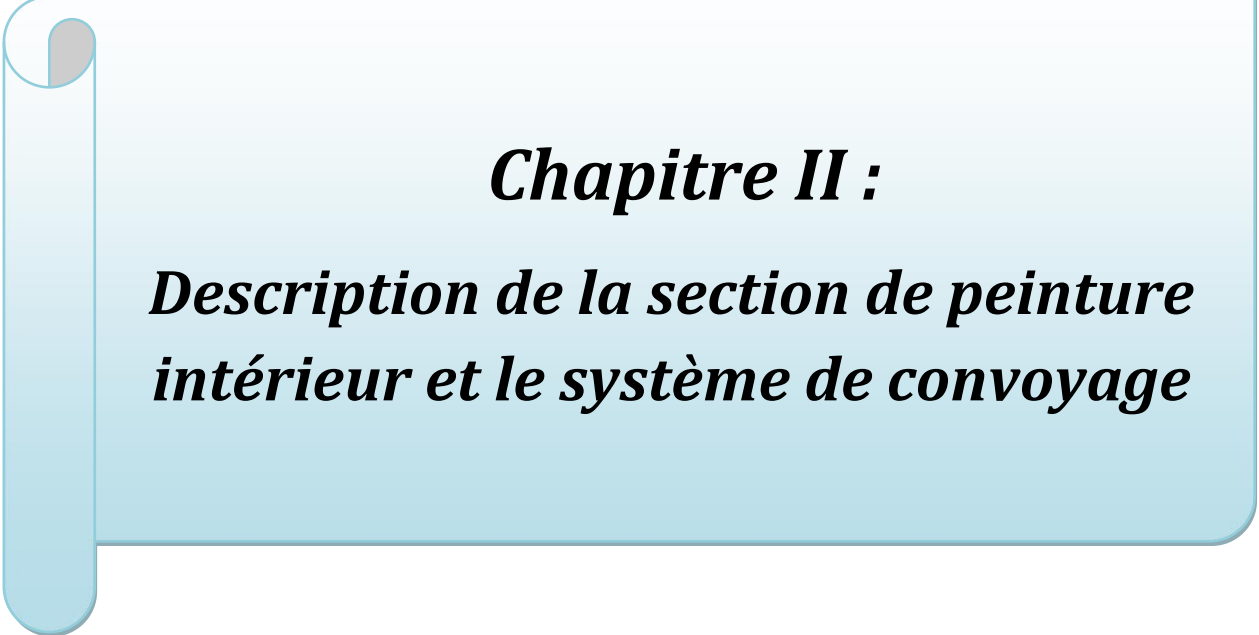


Figure I.7: Les trois produits de revêtement.

I.9 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons brièvement présenté l'ensemble des parties qui composent l'entreprise ALTUMET, ainsi que les différentes phases de fabrication des tubes, de la transformation de la matière première jusqu'à la phase finale qui est le revêtement.

Les technologies les plus récentes utilisées dans l'unité nous ont permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine de l'automatisation et de toucher également à d'autres disciplines.



Chapitre II :

***Description de la section de peinture
intérieure et le système de convoyage***

II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous examinons en détail la section de peinture intérieure et le système de convoyage. L'étude technique nous permettra d'identifier d'éventuels défauts et de proposer des solutions adaptées pour accroître l'efficacité de la production et améliorer le processus. Cette étude constitue une étape cruciale pour comprendre comment améliorer notre processus et rester compétitifs sur le marché.

II.2 Description de la section de peinture intérieure et le système de convoyage :

L'unité de peinture intérieure figure 2.1 joue un rôle essentiel dans la préservation des tubes. Premièrement, elle applique une couche de peinture d'anticorrosion qui est cruciale pour prolonger la durée de vie des tubes. Deuxièmement, cette peinture aide à réduire les pertes de charge, ce qui optimise l'efficacité du flux à travers les tubes. Enfin, elle améliore l'écoulement des fluides, un aspect fondamental pour assurer le bon fonctionnement des tubes dans leurs applications.

Concernant l'application de la peinture, une peinture époxydique à deux composants, composée de résine et de durcisseur, est utilisée. Cette peinture est appliquée efficacement par une vanne de peinture fixée à la tige de chariot 3, garantissant une couverture uniforme et durable.

L'ensemble de la machine de peinture et le système de convoyage sont actuellement semi-automatisés. Ils sont contrôlés par les opérateurs via des pupitres de commande et sont assistés par quelques capteurs pour une meilleure précision et sécurité dans le processus. La section de peinture comprend **et trois chariots** et des **roues de rotation permettant la rotation du tube pendant le processus de peinture. [voir Figure II.1]**

Trois chariots: Deux chariots (1, 2) destinés à couvrir les côtés du tube pendant le processus de peinture, chacun chariot équipé de :

- Capteurs de proximité inductifs pour les fins de course des chariots.
- Dispositifs d'aspiration de peinture.
- Barrières photoélectriques détectant l'extrémité du tube.

Le premier chariot est équipé d'un codeur, tandis que le troisième est équipé d'un lance-peinture muni d'un pistolet pour l'application de la peinture.

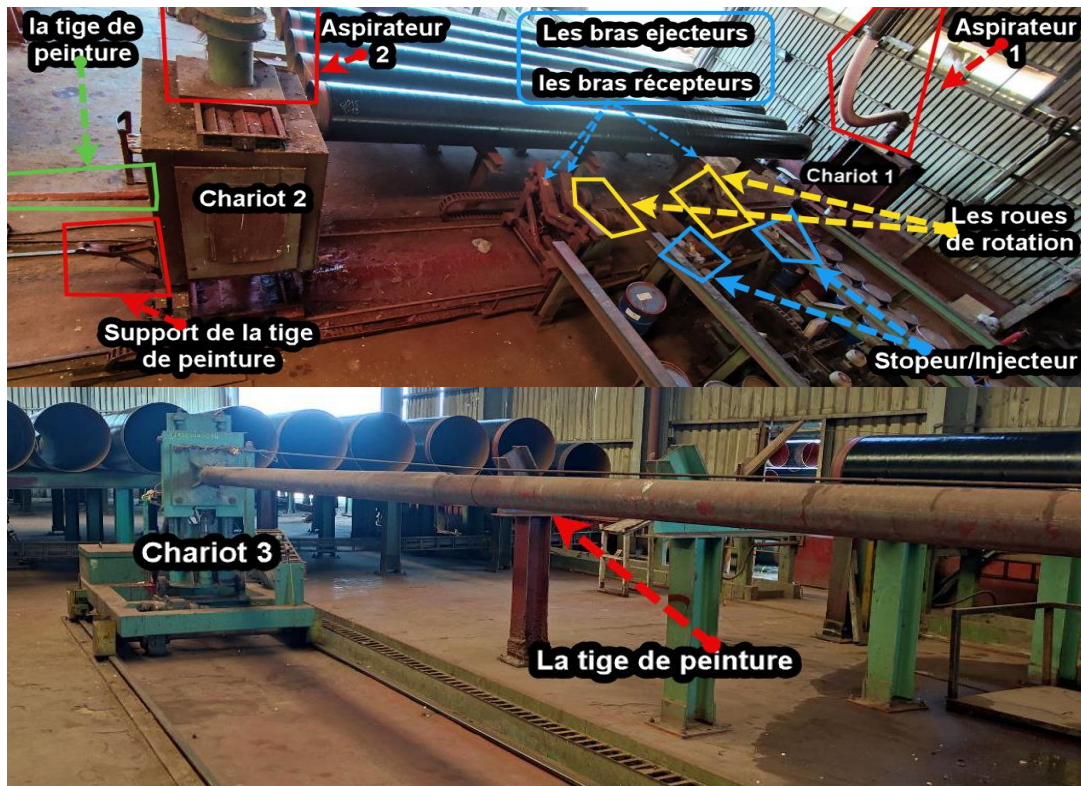


Figure II. 1: l'unité de peinture interieur

Système de convoyage :

Le système de convoyage se compose de sections[voir Figure II.3],[voir Figure II.4], chacune comportant un convoyeur équipée de 5 à 6 moteurs et une table à travers laquelle le tube est passé ou stocké. Chaque table peut comporter

- Deux bras d'éjection et deux bras de réception, l'un des deux bras étant équipé de capteurs d'approche inductifs de niveau bas/haut.
- Un dispositif STOP/INJECTEUR offrant deux positions : BAISSER STOP/INJECTEUR ou MONTER STOP/INJECTEUR. [voir Figure II.2]

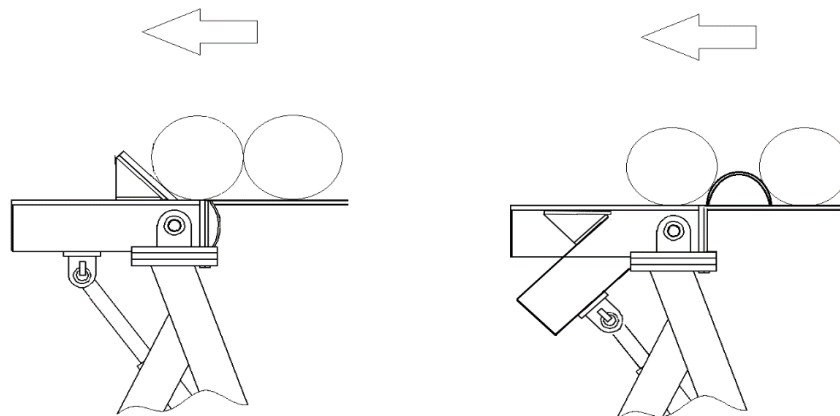


Figure II.2: Monter "STOP/INJECTEUR" -- Baisser "STOP/INJECTEUR"

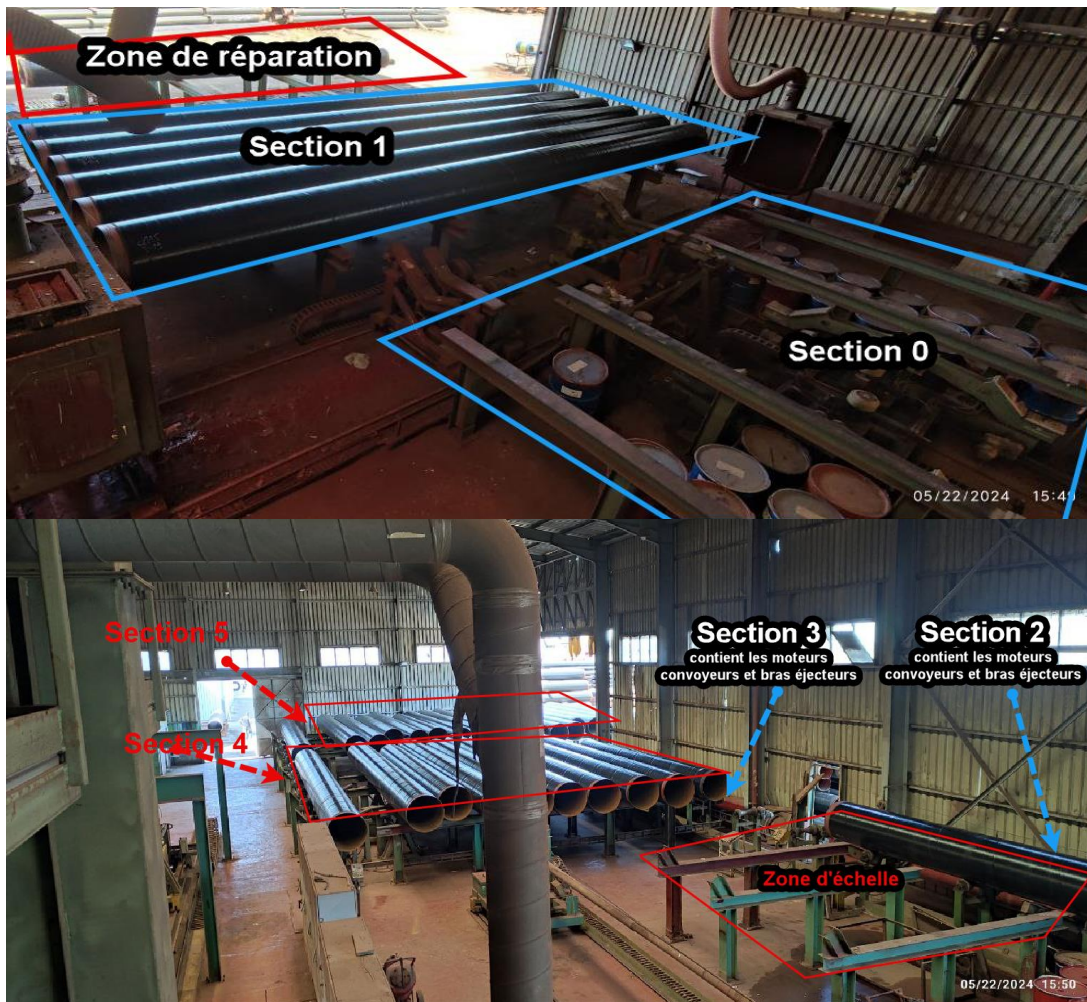


Figure II.3: Les Sections de system de convoyage

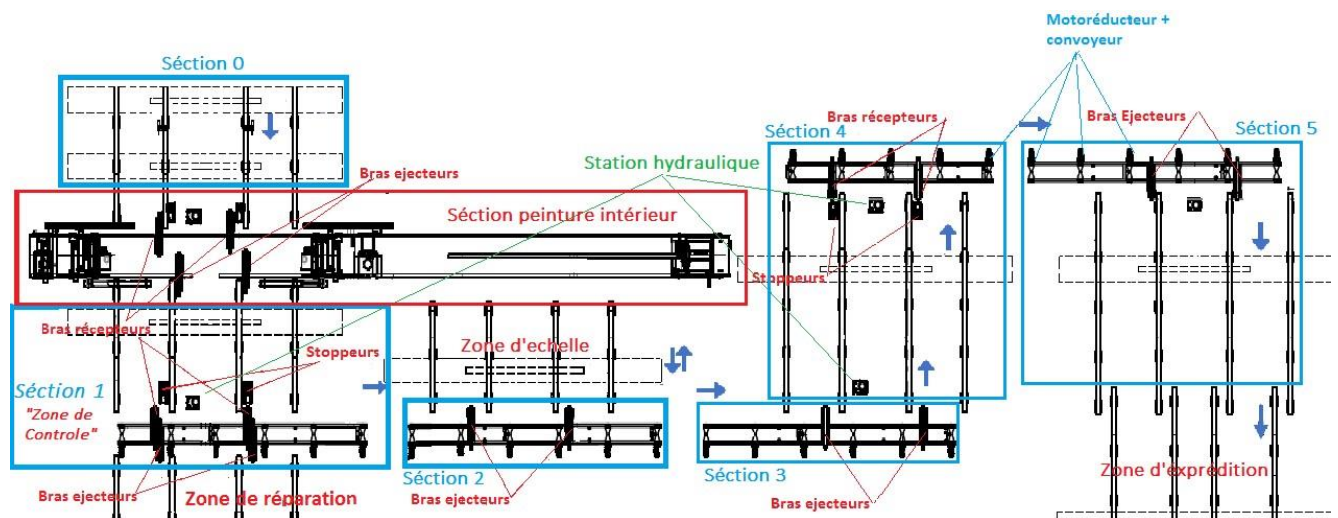


Figure II.4: Schéma de l'ensemble système de convoyage et l'unité de peinture intérieure

II.3 Les instruments utilisés:

3.1. Les capteurs :

Définition d'un capteur :

Un capteur c'est un dispositif qui transforme une grandeur physique ou une propriété d'un système (température, débit, niveau, vitesse...) en une grandeur électrique.

Les capteurs peuvent être classés en deux catégories :

- ❖ **Capteurs actifs** : Dont le signal de sortie peut être une charge, un courant ou une tension.
- ❖ **Capteurs passifs** : Dont le signal de sortie est une impédance qui peut être une résistance ou une réactance (inductance ou capacité) [5].

- Les capteurs utilisés dans la machine :

3.1.1. Le capteur de proximité inductif :

Il est utilisé pour détecter la présence d'objets métalliques sans contact, il a une portée qui dépend de la nature du métal détecté. Il fonctionne en émettant un champ magnétique à l'avant qui compose la phase de détection. Lorsqu'un objet métallique est présent dans le champ magnétique, il perturbe le champ et provoque une variation de l'induction magnétique, ce qui est détecté par le capteur. [voir Figure II.5]



Figure II.5: Capteur de proximité inductif

3.1.2. Le capteur photo-électrique:

Il permet de détecter la présence d'un objet à l'aide de la lumière. Il fonctionne en émettant une lumière (généralement infrarouge) à partir d'un émetteur de lumière. Lorsque cette lumière rencontre un objet, une partie d'elle est absorbée ou réfléchiée par l'objet et donc renvoyée au capteur. Le capteur utilise un récepteur qui mesure la quantité de lumière renvoyée et ainsi détecter la présence de l'objet. [voir Figure II.6]



Figure II.6: Capteur photo-électrique

3.1.3. Le capteur de fin de course :

Le capteur de fin de course, appelé aussi interrupteur de fin de course, c'est un dispositif mécanique qui nécessite le contacte physique pour faire changer l'état du contacte (ouvert/fermé).

Lorsque l'objet ou la cible entre en contact avec l'opérateur de l'interrupteur, il finit par déplacer l'actionneur jusqu'à la « limite » où les contacts changent d'état et mettent alors en marche ou arrêtent le débit de courant dans le circuit électrique. [voir Figure II.7]



Figure II.7: Le capteur de fin de course

3.1.4. L'encodeur :

L'encodeur mesure la rotation effectuée autour d'un axe et transforme les informations obtenues en données numériques, ils permettent de donner la position précise des chariots .[17] [voir Figure II.8]



Figure II.8: L'encodeur

3.2. Les actionneurs :

3.2.1. Le moteur asynchrone :

Le moteur asynchrone, également appelé moteur à induction. Il fonctionne en transformant l'énergie électrique en énergie mécanique en utilisant l'induction électromagnétique grâce à l'interaction entre un champ magnétique tournant créé par le stator et le rotor, la partie mobile du moteur [6]. [voir Figure II.9]



Figure II.9: Moteur asynchrone

3.2.2. Les vérins :

Les vérins sont des dispositifs mécaniques utilisés pour convertir l'énergie hydraulique ou pneumatique en mouvement linéaire.

Un vérin hydraulique utilise de l'huile sous pression pour générer un mouvement linéaire, tandis qu'un vérin pneumatique utilise de l'air comprimé. Dans les deux cas, le vérin est composé d'un cylindre, d'un piston et d'une tige, qui sont tous reliés entre eux. Lorsque de l'huile ou de l'air est injecté dans le cylindre, cela pousse le piston, qui est relié à la tige, pour créer un mouvement linéaire. [voir Figure II.10]



Figure II.10: Vérin pneumatique double effets

3.3. Les pré-actionneurs :

3.3.1. Le distributeur double effets :

Le distributeur double effets est un composant mécanique utilisé pour commander le mouvement d'un vérin pneumatique ou hydraulique. Il est équipé de deux bobines électromagnétiques indépendantes, chacune étant capable de commander le débit d'air ou de liquide dans une direction différente. Les bobines électromagnétiques contrôlent les deux côtés de la chambre du vérin, permettant ainsi le mouvement bidirectionnel du vérin. [voir Figure II.11]



Figure II.11: Distributeur pneumatique bistable

3.3.2. Le relais:

Un relais est un dispositif électromécanique qui permet de commuter un circuit électrique à partir d'un autre circuit. Il est constitué d'une bobine et d'un ou plusieurs contacts électriques. Lorsqu'un courant électrique est appliqué à la bobine, elle génère un champ magnétique qui attire le contact électrique, permettant ainsi de connecter ou de déconnecter un circuit électrique. [voir Figure II.12]



Figure II.12: Le relais « Finder »

3.3.3. Le contacteur :

Le contacteur est un dispositif électromécanique utilisé pour contrôler le flux de courant dans un circuit électrique à haute puissance. [voir Figure II.13]



Figure II.13: Le contacteur

3.3.4. Le réducteur de vitesse :

Le réducteur de vitesse est une transmission mécanique qui relie un moteur à une machine. Il permet d'appliquer un taux de réduction de vitesse de sortie du moteur, tout en augmentant le couple pour s'adapter aux besoins de fonctionnement. [voir Figure II.14]



Figure II.14: Le réducteur de vitesse

3.4. Les dispositifs de sécurité :

3.4.1. Le sectionneur :

Un sectionneur est un dispositif électrique qui est utilisé pour séparer un circuit électrique de son alimentation pour des raisons de sécurité ou de maintenance. [voir Figure II.15]



Figure II.15: Le sectionneur

3.4.2. Le relais de thermistance :

Un relais de thermistance est un type de relais électromécanique qui est conçu pour surveiller la température d'un système et activer ou désactiver des circuits électriques en fonction de la température mesurée. Le relais de thermistance utilise une thermistance comme capteur de température, qui est un composant électronique dont la résistance électrique varie en fonction de la température. [voir Figure II.16]



Figure II.16: Relais de thermistance « SIEMENS »

3.4.3. Le fusible :

Un fusible est un dispositif de protection électrique qui est utilisé pour protéger un circuit électrique contre les surcharges et les courts-circuits. Il est conçu pour fondre ou se rompre lorsque le courant électrique dans le circuit dépasse une certaine valeur, ce qui empêche le circuit d'être endommagé ou de causer un incendie [7]. [voir Figure II.18] [voir Figure II.19]



Figure II.18: Fusible



Figure II.19: Le porte-fusible

II.4 Les différentes étapes de process de de la machine :

Réception des Tubes Le processus commence par la réception des tubes de section 0. Le "STOP/INJECTEUR" baisse pour permettre au tube de passer et remonte pour revenir à la position initiale, prêt pour un nouveau tube. Les bras de réception montent pour réceptionner le tube et une fois qu'il est réceptionné, ils descendent.

Préparation pour la Peinture Le processus de peinture commence lorsque les bras descendent et que le tube est placé sur les roues de rotation. Les trois chariots (cabines) avancent à la même vitesse. Le troisième chariot a un lance avec une vanne de peinture et les deux autres ont un capteur pour détecter les extrémités du tube. Le premier et le troisième chariots sont équipés d'un pignon encodeur. Le pignon encodeur du chariot 3 permet de calculer la distance parcourue par chariot 3. Le pignon encodeur du chariot 1 permet également de calculer la distance parcourue par ce chariot et permet aussi de déduire celle du chariot 2, puisque les deux se déplacent à la même vitesse.

Les chariots 1 et 2 sont équipés de capteurs pour détecter l'extrémité du tube. Lorsque le capteur du chariot 2 signale l'extrémité du tube, la distance parcourue par ce chariot peut être déterminée. Ensuite, le premier et le deuxième chariot avancent de 20 cm pour rentrer le tube à l'intérieur des deux chariots et ils s'arrêtent.

Processus de Peinture Une fois que les deux premiers chariots se sont arrêtés, le troisième chariot poursuit son parcours le long du tube jusqu'à ce qu'il atteigne la fin. À ce moment-là, il s'immobilise également. Le processus de peinture débute en faisant tourner le tube à l'aide des roues de rotation et en activant la vanne de peinture. Le troisième chariot se déplace en sens inverse le long du tube jusqu'au point de départ. Lorsque le chariot atteint le début du tube, la vanne de peinture et la rotation du tube s'arrêtent également.

la section 1 “Zone de Contrôle de Qualité” Après l'arrêt du processus de peinture, les trois chariots reviennent jusqu'à la fin de course. Le tube est ensuite éjecté dans la section 1, la zone de contrôle de la qualité du tube. Le tube est contrôlé par un opérateur. Si le tube est mauvais, il est éjecté à la zone de réparation, sinon il continue vers la section 2 après avoir été placé sur le convoyeur de la section 1.

Ce processus de réception et d'éjection des tubes se répète jusqu'à ce que le tube atteigne **la Zone d'Expédition**.

Il y a aussi la Zone d'échelle Dans cette zone, le tube est retiré afin de prendre des mesures sur la qualité du tube

II.5 Problématique et Solution :

Suite à une étude technique de l'unité de peinture et du système de convoyage, nous avons identifié plusieurs problèmes. Premièrement, l'unité de peinture et le système de convoyage fonctionnent en mode semi-automatique, ce qui nécessite l'intervention fréquente de l'opérateur. Deuxièmement, Un problème courant avec les pignons encodeurs est leur sensibilité à l'usure mécanique et à la saleté, ce qui peut entraîner des erreurs de mesure et des dysfonctionnements. Troisièmement, il y a des problèmes possibles dans le calcul de la distance du tube, généralement causés par des problèmes d'accrochage ou d'obstruction des chariots.

Pour résoudre ces problèmes, nous avons proposé des capteurs additionnés pour le système en intégrant les modifications avec un automate compatible de la marque SIEMENS. Les modifications proposées sont les suivantes : [voir Figure II.19] [voir Figure II.20]

1. Ajout des capteurs de proximité inductif pour:
 - la présence de tubes aux tables et recuillage des tubes .
 - indiquer l'état de « STOPEUR/INJECTEUR ».
 - assurer une bonne position du tube afin de l'éjecter en toute sécurité qui se situe au milieu des bras sur les tables des sections 3 et 5.
 - indiquer la présence du tube au bras.
2. En remplaçant les deux pignons encodeurs des chariots 1 et 3 par des encodeurs HSC, nous améliorons la précision de mesure et ajoutons un autre encodeur HSC pour le chariot 2, permettant ainsi une connaissance précise de sa position et permet d'éviter les problèmes liés au calcul de la distance du tube.

3. Ajout deux boutons poussoirs pour contrôler la qualité du tube.

Ces modifications devraient simplifier le câblage, réduire les erreurs humaines et faciliter la modification du programme par rapport à la logique câblée, améliorer la fiabilité et la cohérence de l'unité de peinture intérieur, et permettre une exploitation continue pour une production optimisée.”.

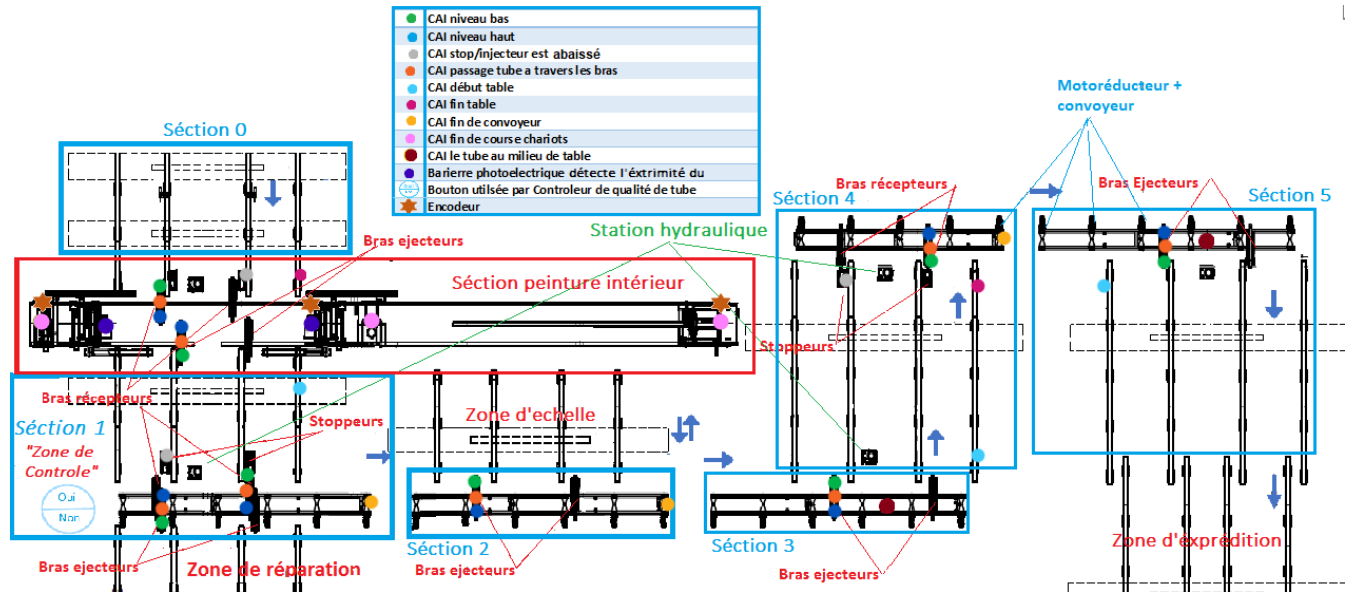


Figure II.19: Positionnement des capteurs ajoutés au système convoyage et à l'unité de peinture.

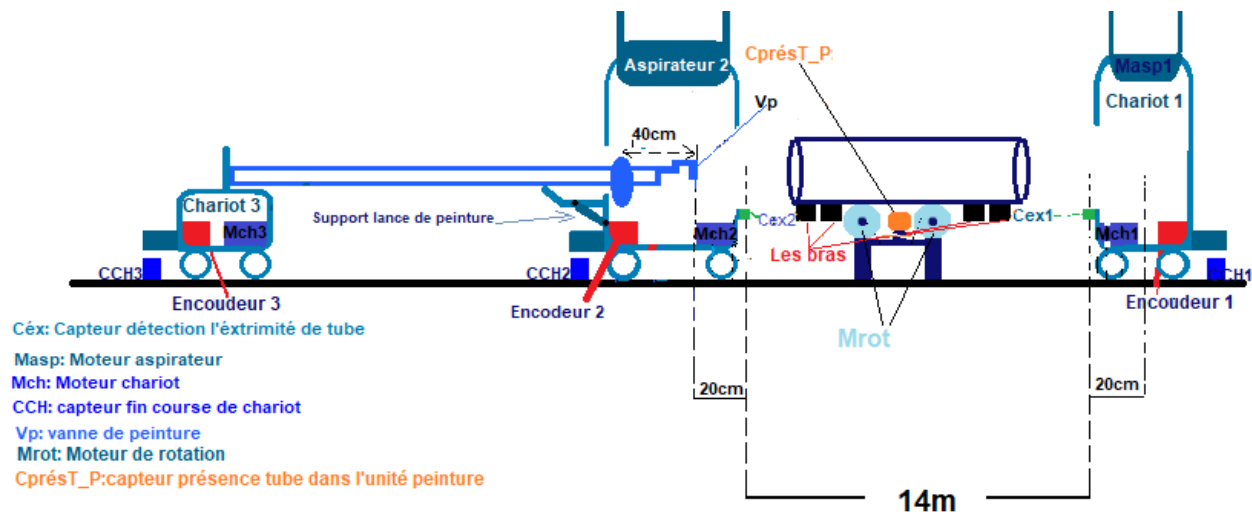


Figure II.20: Positionnement des capteurs ajoutés à l'unité peinture intérieure

❖ Calcul distance tube:

La peinture intérieur a 3 chariots (cabines) qui bougent, deux sont empêchent les fuits de peinture, et le troisième possède le pistolet pour la peinture.

Pour calculer la distance du tube, des encodeurs (HSC) sont utilisés.

Supposons qu'on a avancé le chariot qui contient l'encodeur HSC avec 1m, on remarque que l'encodeur donne 100 impulsions.

Remarque :

Le support doit s'abaisser une fois que la rotule de tige est entrée dans le tube, puis remonter avant que la rotule de tige ne sorte du tube, assurant ainsi un ajustement précis de la peinture sans risque de rupture de la tige due au poids de la rotule.

❖ **Calcul la vitesse linéaire des moteur réducteur des sections convoyeurs :**

Pour assurer une bonne position du tube afin de l'éjecter en toute sécurité on a ajouté capteur de proximité inductif au milieu des bras sur les tables des sections 3 et 5. Ensuite, On doit calculer le temps de passage du tube au milieu des bras afin d'assurer la bonne position, en prenant en compte l'utilisation des moteurs réducteurs des sections de convoyeurs.

les moteur réducteurs sont souvent utilisés dans des applications où une vitesse de sortie précise et constante est nécessaire pour le bon fonctionnement de la machine ou du système.

- Le moteur réducteur des sections convoyeurs [voir Figure II.21] a les caractéristiques suivantes :



Figure II.21: La plaque signalétique d'un moteur des moteurs d'une section du système de convoyage

- Vitesse du moteur électrique : 1400 tours/minute (tr/min)

- Rapport de réduction (ratio) : $\frac{1400 \text{ rpm}}{58 \text{ rpm}} \approx 24.14$

- supposé que le Rayon de la roue connectée au motoréducteur : 0.25 mètre

$$V_{\text{linéaire}} = \left(\frac{1400 \text{ rpm}}{24.14 \text{ rpm}} \right) \times 2\pi \times R$$

$$V_{\text{linéaire}} = 58 \text{ rpm} \times 2\pi \times 0.25 = 58 \text{ rpm} \times \frac{2\pi}{60} \times 0.25 \approx 1.5184 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{linéaire}} \approx 1.5184 \text{ mm/millisecond}$$

- la Vitesse result est utilisée pour calculer le temps nécessaire pour parcourir la distance à la vitesse donnée. $Temps = \frac{Distance}{Vitesse}$

II.6 Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre, l'ensemble de l'unité de peinture et le système de convoyage, en précisant le principe de fonctionnement de chaque partie. On a énuméré aussi les problèmes que rencontre la machine lors du fonctionnement et donner des solutions possibles pour ces derniers.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le modèle qu'on a élaboré pour notre système en utilisant l'outil GRAFCET, et y inclure les modifications apportées.

Chapitre III :
Modélisation à l'aide
l'outil GRAFCET

III.1 Introduction :

La modélisation est une technique très importante qui permet de créer un modèle mathématique ou logique d'un système, son but est de comprendre, analyser et prédire le comportement d'un système dans différentes situations. La modélisation est faite selon le cahier des charges avant la conception du système automatisé, elle contient l'ensemble des instructions qui relient la partie commande et la partie opérative.

L'outil de modélisation le plus utilisé en automatique c'est le **GRAFCET**, car il répond particulièrement bien aux besoins de l'industrie des systèmes automatisés séquentiel, en tenant compte des contraintes physiques et logiques du fonctionnement.

Dans ce chapitre, nous allons en premier lieu, présenter l'outil GRAFCET et exposer quelques-unes de ses notions de base, puis, nous allons présenter le modèle conçu en utilisant cet outil et en respectant le cahier des charges de notre machine.

III.2 Généralité sur l'outil GRAFCET :

III.2.1 Description du GRAFCET :

Le **GRAFCET** (**G**raphe **F**onctionnel par **E**tapes et **T**ransitions), est un outil graphique utilisé pour décrire le comportement d'un système automatisé, il établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre les entrées et les sorties.

C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, vu que c'est le langage de la plupart des **API** sur le marché. Le **GRAFCET** est composé d'une suite d'étapes reliées entre elles par des transitions, et peut inclure des actions et des conditions qui déclenchent des changements d'étape. Les étapes représentent les différents états que peut prendre le système, tandis que les transitions décrivent les événements qui font passer le système d'une étape à l'autre [14]. [voir Figure III.1]

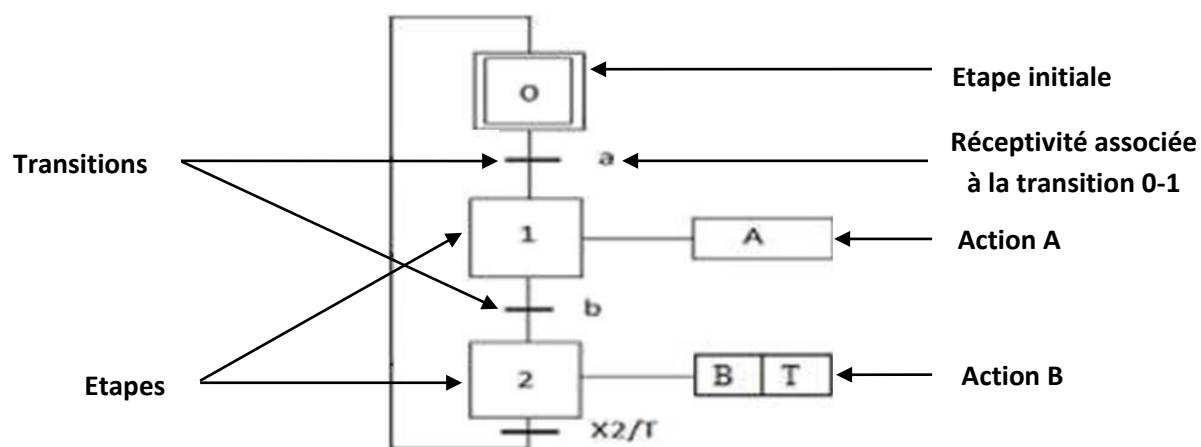


Figure III.1 : La structure d'un GRAFCET

III.2.2 Les concepts de base d'un GRAFCET :

2.2.1. Les étapes:

Une étape symbolise un état particulier d'un système automatisé, elle possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement. [voir Figure III.2]

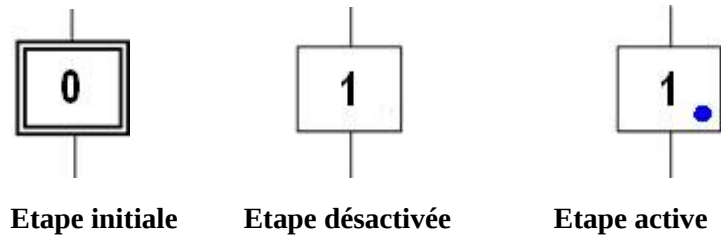


Figure III.2 : Les états d'une étape

2.2.2. Les actions:

A chaque étape est associée une action ou plusieurs. L'action c'est une opération à effectuer lorsqu'un événement déclenche le passage d'une étape à une autre, elle représente un ordre adressé vers la partie opérative ou vers d'autres GRAFCETS. [voir Figure III.3]

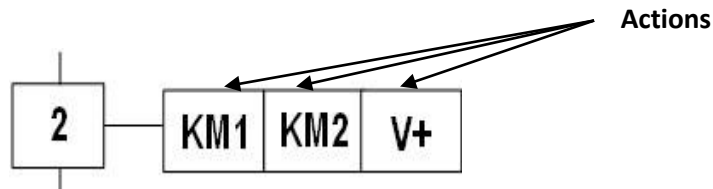


Figure III.3 : Actions associés à une étape

2.2.3. Les transitions:

C'est une condition logique qui doit être vérifiée pour permettre le passage d'une étape à une autre, donc elle indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes ainsi la succession de deux activités dans la partie opérative. A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre. [voir Figure III.4]

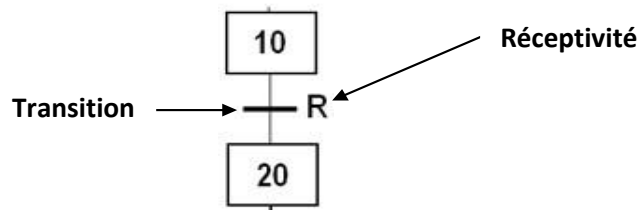


Figure III.4 : Réceptivité associée à une transition

III.2.3 Les structures de base :

2.3.1. Notion de séquence :

La séquence est une série d'étapes et de transitions à exécuter l'une après l'autre, autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition AVANT et une seule transition

APRÈS. [voir Figure III.5]

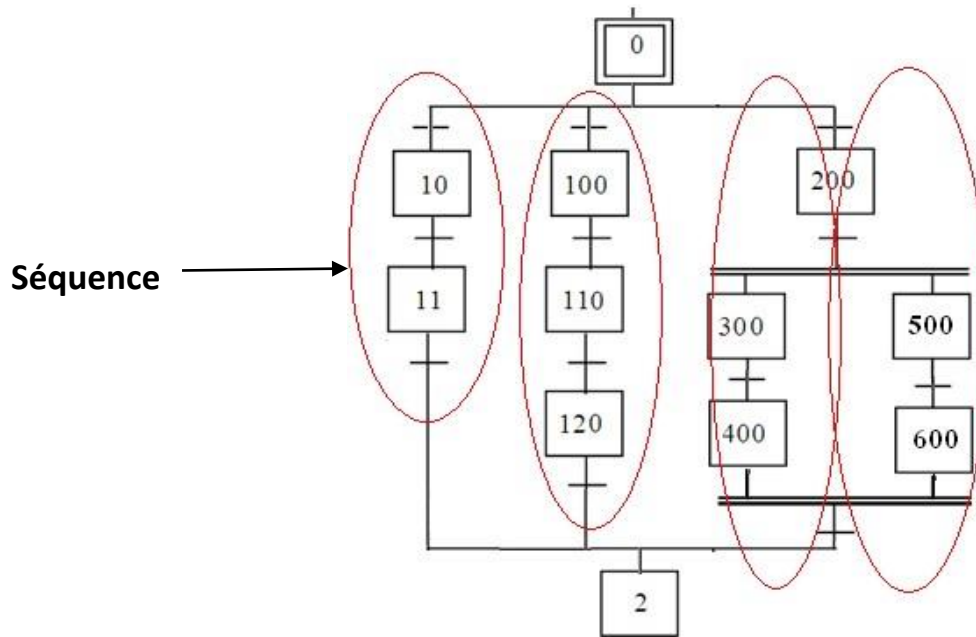


Figure III.5 : GRAFCET à plusieurs séquences

2.3.2. Le saut d'étape :

Il permet de forcer le système à passer directement à une étape spécifique et sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser. [voir Figure III.6]

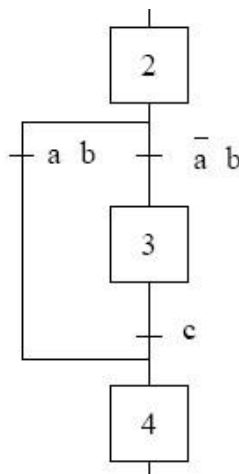


Figure III.6 : Saut d'étape

2.3.3. La reprise d'une séquence :

La reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue. [voir Figure III.7]

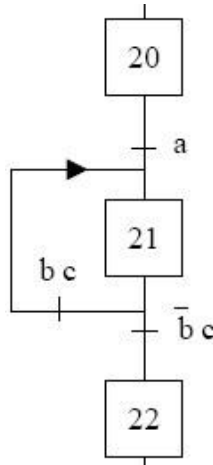


Figure III.7: Reprise d'une séquence

2.3.4. La divergence en OU :

C'est une structure qui permet de décrire plusieurs chemins de transition possibles (ou séquences) à partir d'une même étape. [voir Figure III.8]

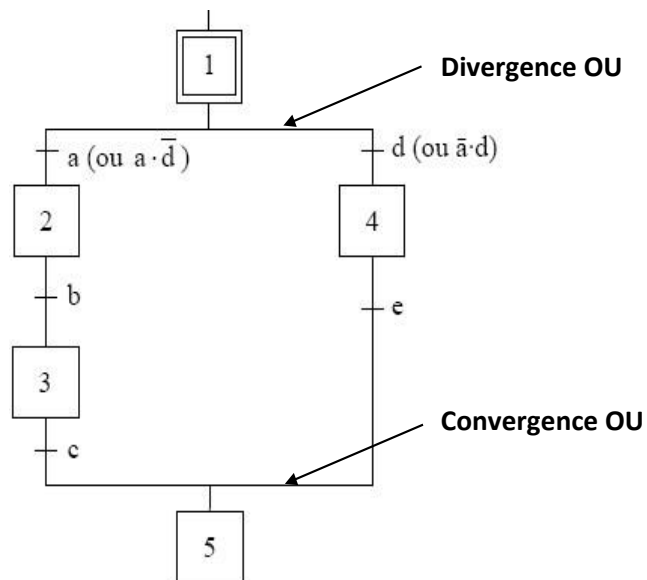


Figure III.8: Divergence en OU

2.3.5. Séquences simultanées (divergence en ET) :

On dit qu'on se trouve en présence de séquences simultanées, si plusieurs activités indépendantes pouvant se dérouler en parallèle. Le début et la fin d'une convergence en ET sont représentés par deux traits parallèles. [voir Figure III.9]

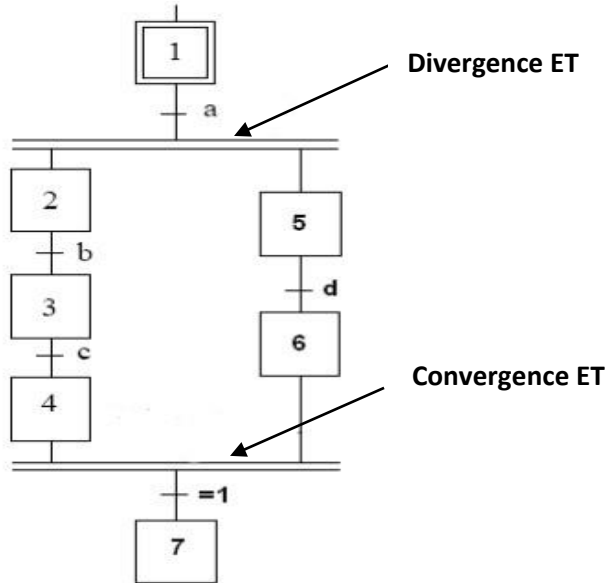


Figure III.9 : Divergence en ET

2.3.6. Liaisons entre grafjets :

Une étape dans un grafjet peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre grafjet. Cette méthode est utilisée aussi pour synchroniser deux GRAFCET c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre [9]. [voir Figure III.10]

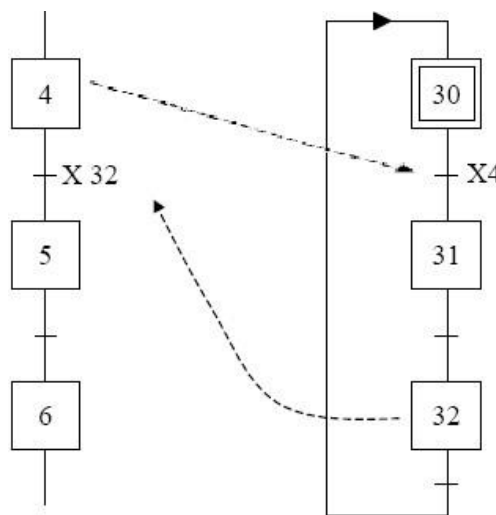


Figure III.10 : Liaison entre grafjets

2.3.7. La macro-étape:

Une macro-étape est une représentation simplifiée d'un ensemble d'étapes et de transitions nommée « Expansion d'étapes ». Une macro-étape comporte une étape d'entrée E et une étape de sortie S. [voir Figure III.11]

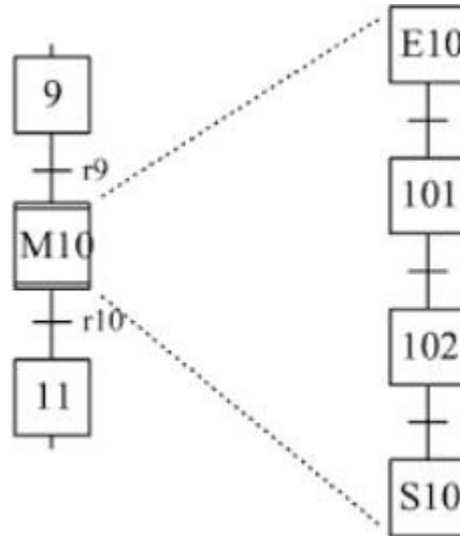


Figure III.11 : La macro-étape

2.3.8. Le sous-programme (tâche, maître-esclave):

Lorsqu'une tâche doit être réalisée plusieurs fois dans un cycle, la programmation sous forme de tâches permet de simplifier le grafcet. Le sous-programme est désigné par une étape avec deux traits en vertical [16]. [voir Figure III.12]

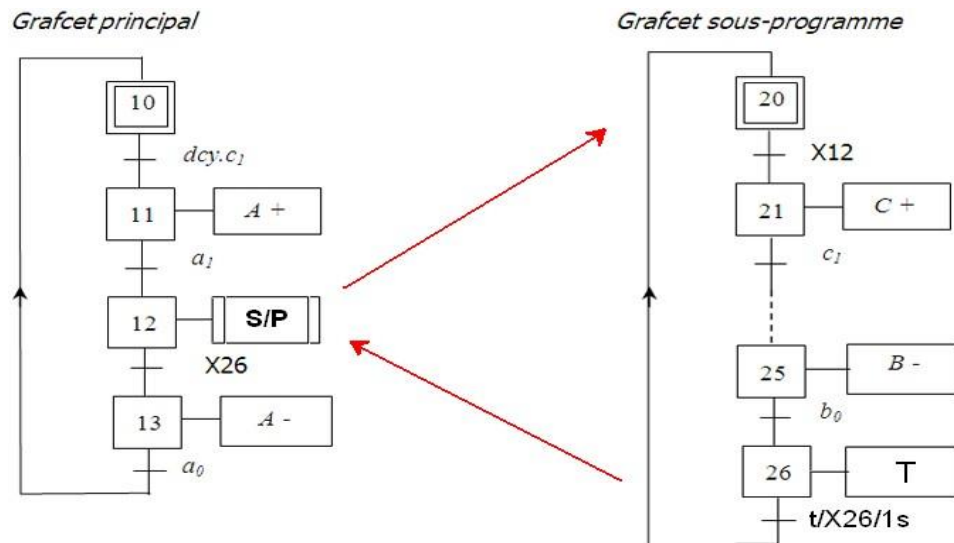


Figure III.12 : Le sous-programme

III.3 Les règles d'évolution d'un grafcet:

- a) **La situation initiale** : Elle caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement : ces étapes sont les étapes initiales.
- b) **Le franchissement d'une transition** : Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes amont sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée à cette transition est vraie.
- c) **Evolution d'une étape active** : Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes suivantes et la désactivation de toutes les étapes précédentes.
- d) **Evolution simultanée** : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.
- e) **Activation et désactivation simultanée d'une étape** : Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée elle reste active, car la durée d'un franchissement d'une transition est très petite [15].

4. Les différents niveaux d'un GRAFCET:

Le **GRAFCET** peut se présenter sous 02 différents niveaux qui sont comme suit :

4.1 GRAFCET niveau 01 : Dans ce type de **GRAFCET**, apparaissent les actions à réaliser et les informations nécessaires à leur exécution. Ce modèle est purement descriptif. Le choix des actionneurs et des capteurs n'est pas encore fait. On le désigne aussi par "GRAFCET point de vue système" ou "GRAFCET fonctionnel".

4.2 GRAFCET niveau 02 : Une étude détaillée conduit au choix des solutions technologiques pour la partie opérative (PO) et la partie commande (PC). Ce type de **GRAFCET** tient compte des détails, la représentation des actions et des réceptivités sont mentionnés par des abréviations.

5. Le Grafcet du systeme :

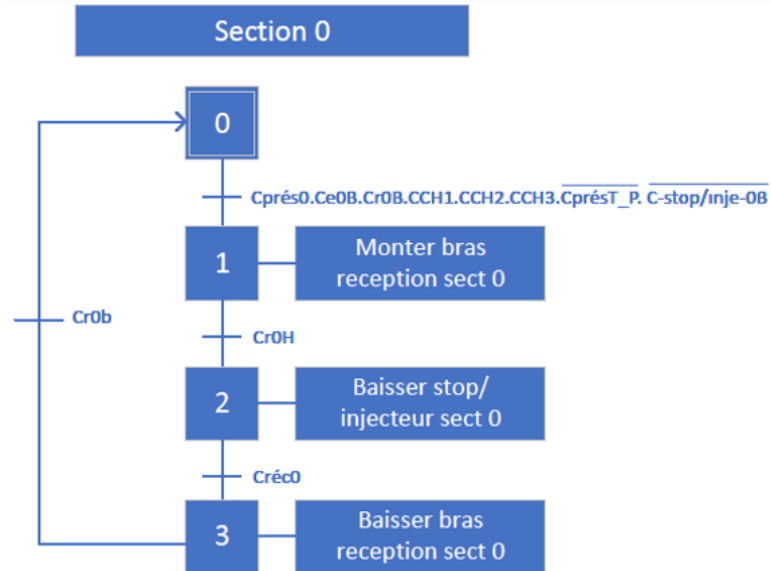


Figure III.13: Grafcet de Section 0

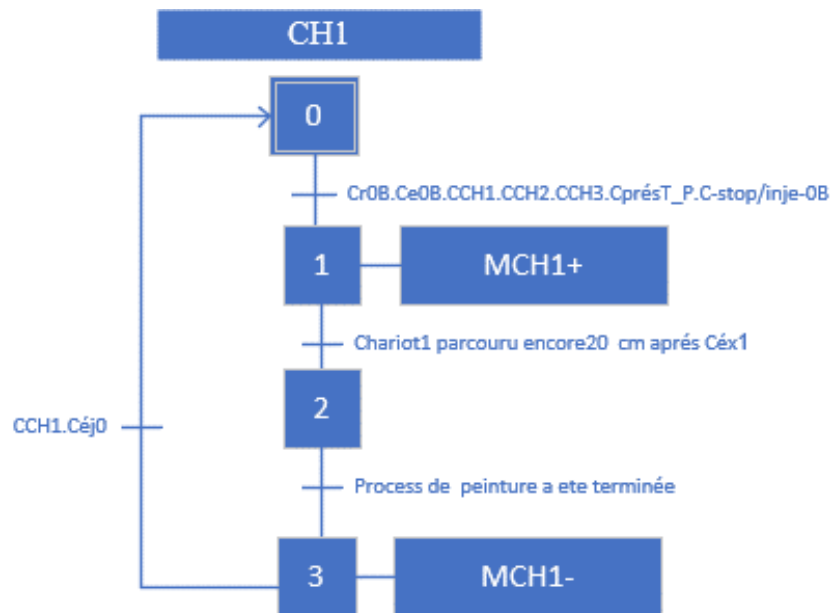


Figure III.14: Grafcet de Chariot 1

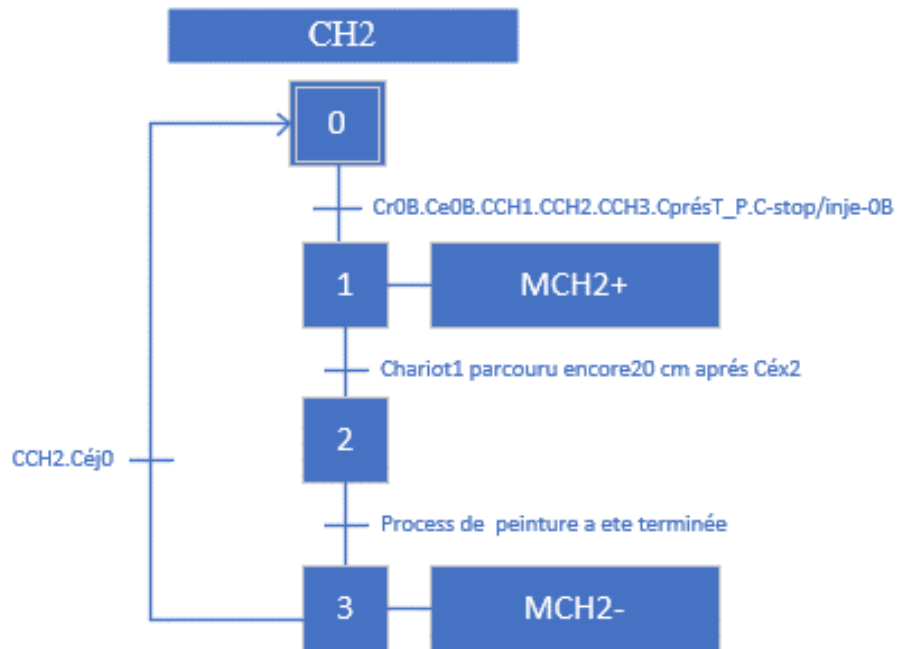


Figure III.15: Grafcet de Chariot 2



Figure III.16: Grafcet de Chariot 3

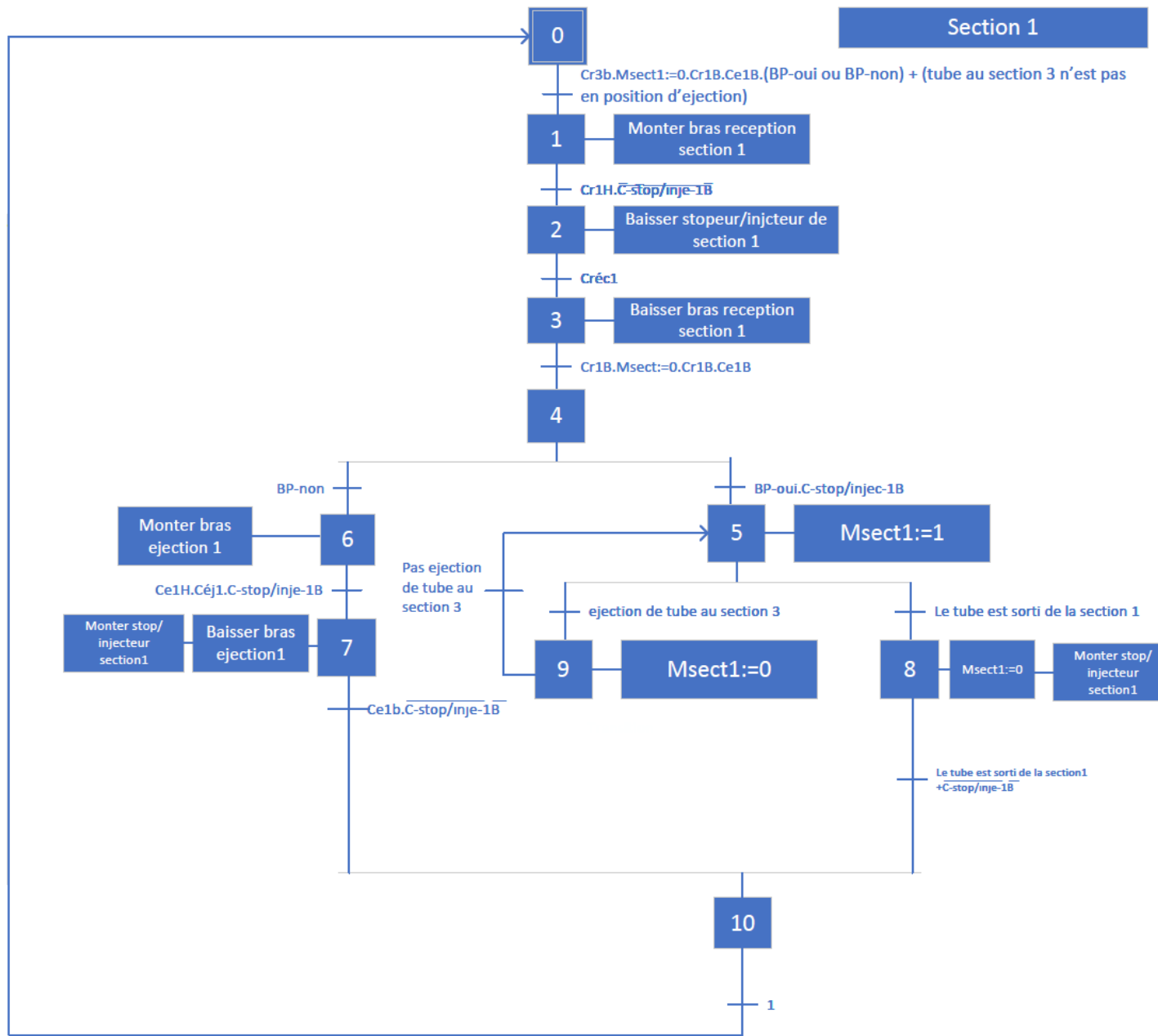


Figure III.17: Grafctet de Section 1

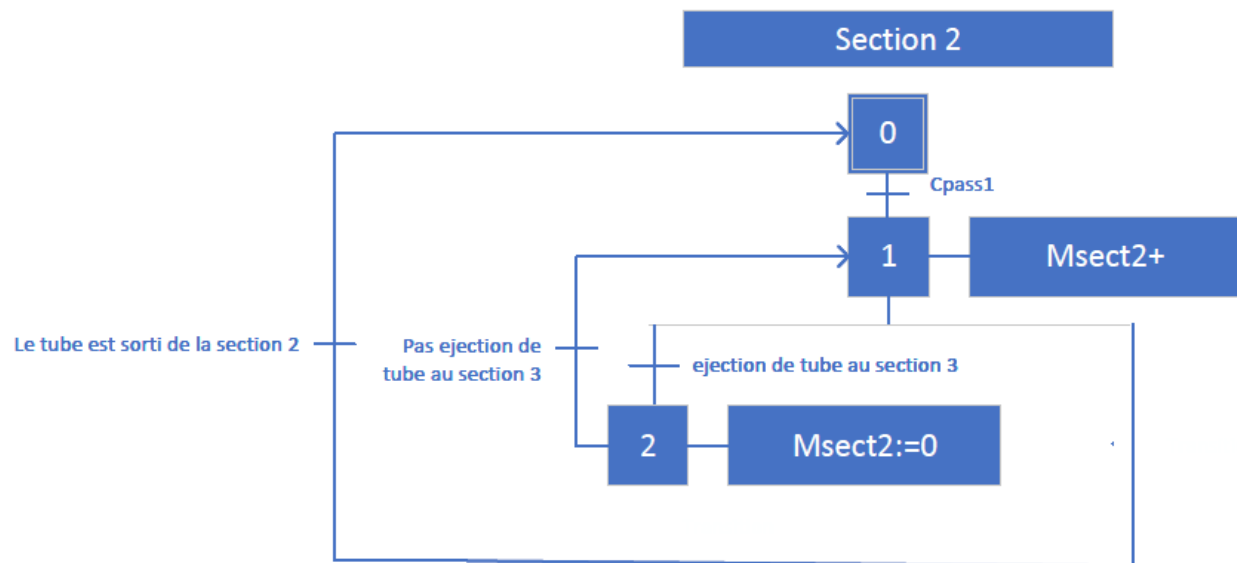


Figure III.18: Grafcet de Section 2

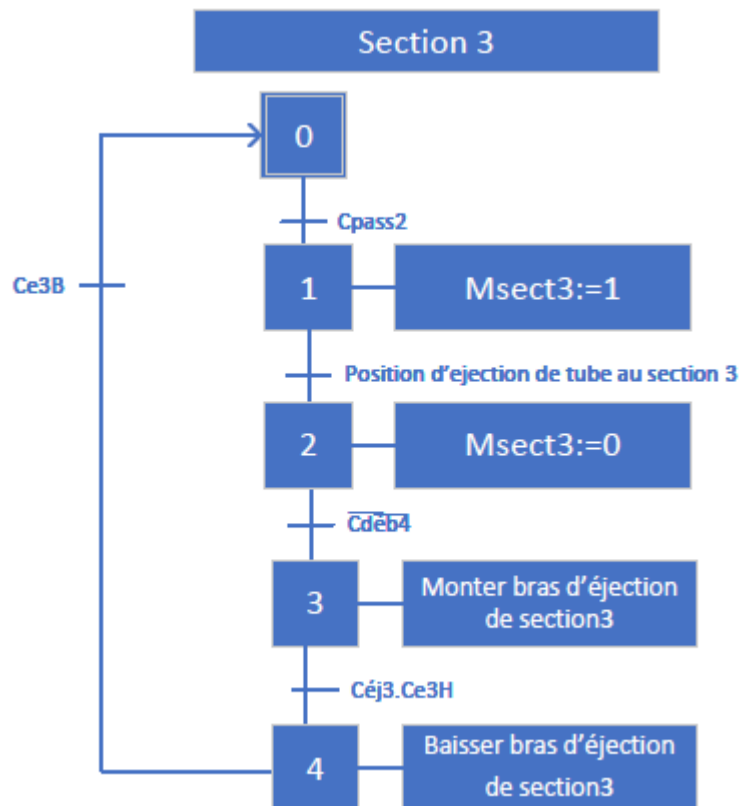


Figure III.19: Grafcet de Section 3

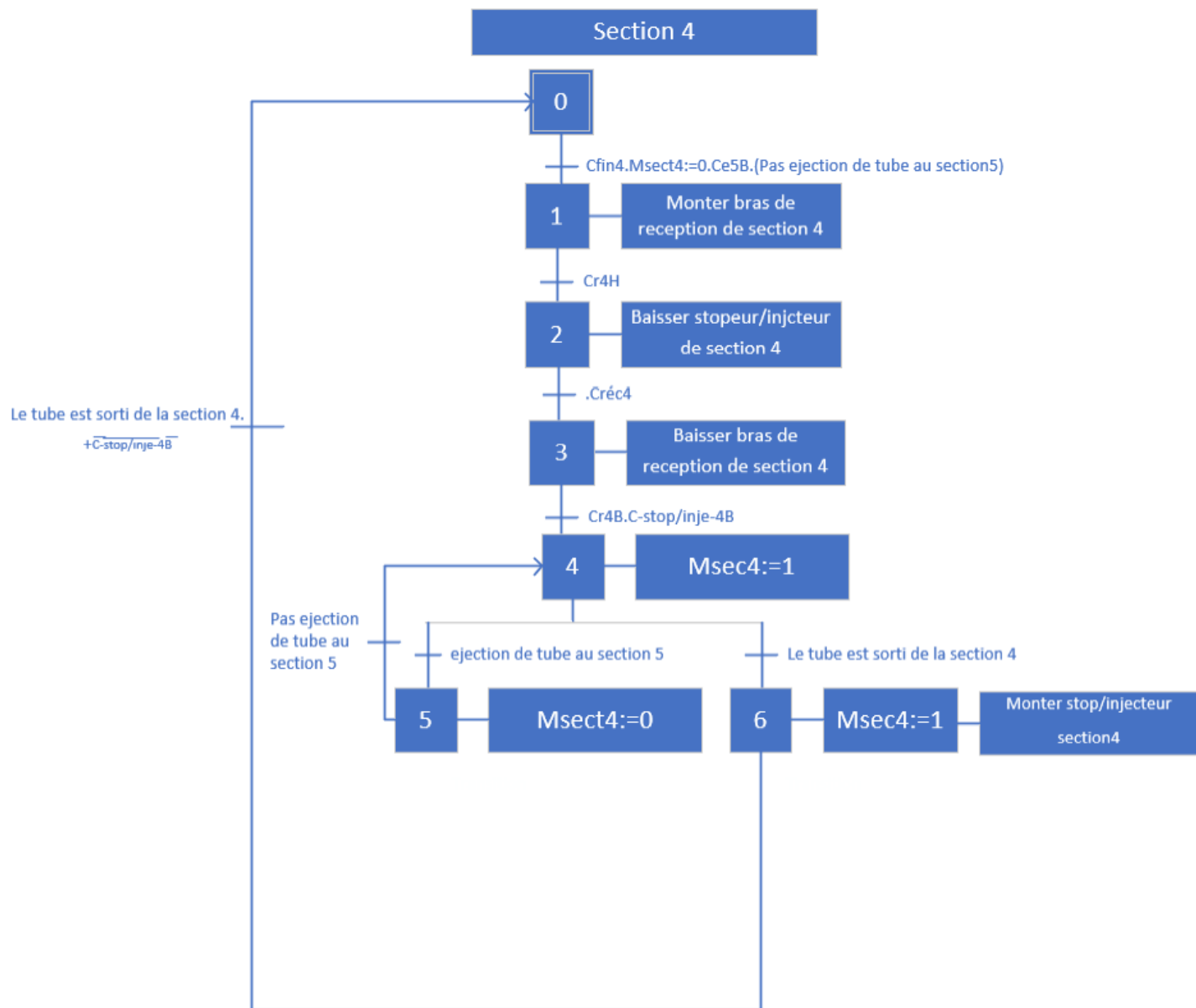


Figure III.20: Grafctet de Section 4

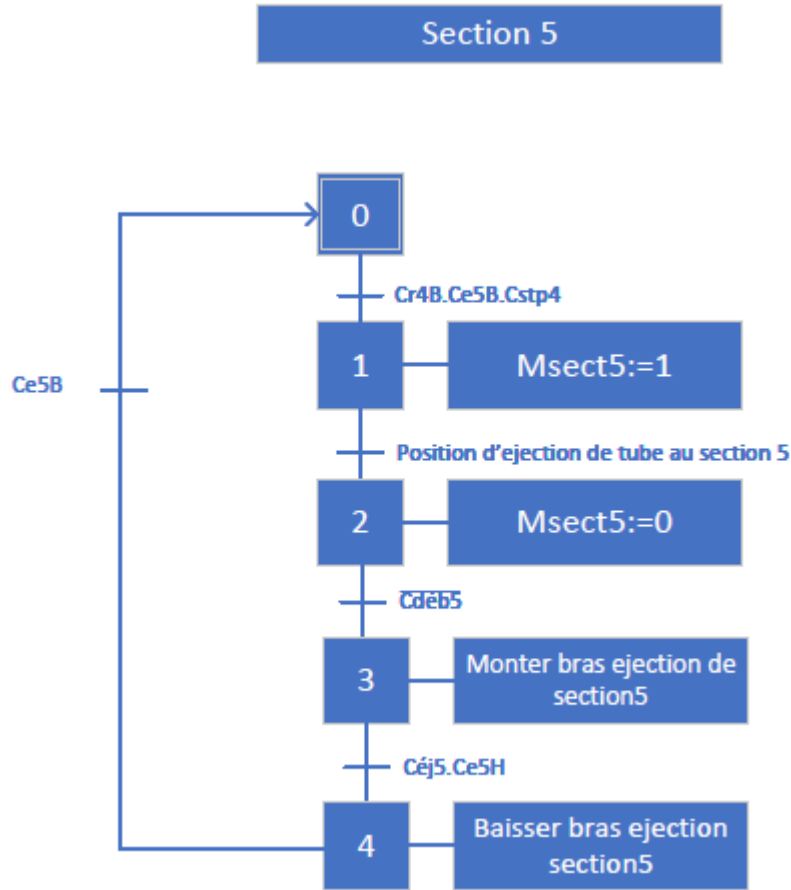


Figure III.21: Grafcet de Section 5

Entrés	Commentaires
BP-oui	Button pousoir oui (tube de bon qualite doit stocker)
BP-non	Button pousoir non (tube de maivais qualite doit reparer)
Cr0B	capteur de bras réception de séction 0 position bas
Cr1B	capteur de bras réception de séction 1 position bas
Cr4B	capteur de bras réception de séction 4 position bas
Cr0H	capteur de bras réception de séction 0 position haut
Cr1H	capteur de bras réception de séction 1 position haut
Cr4H	capteur de bras réception de séction 4 position haut
Créc0	capteur de bras réception de séction 0 -tube récepté-
Créc1	capteur de bras réception de séction 1 -tube récepté-
Créc4	capteur de bras réception de séction 4 -tube récepté-
Cé0B	capteur de bras éjection de séction 0 position bas
Cé1B	capteur de bras éjection de séction 1 position bas
Cé3B	capteur de bras éjection de séction 3 position bas
Cé5B	capteur de bras éjection de séction 5 position bas
Cé0H	capteur de bras éjection de séction 0 position haut
Cé1H	capteur de bras éjection de séction 1 position haut

Cé3H	capteur de bras éjection de section 3 position haut
Cé5H	capteur de bras éjection de section 5 position haut
Céj0	capteur de bras éjection de section 0 -tube éjecté-
Céj1	capteur de bras éjection de section 1 -tube éjecté-
Céj3	capteur de bras éjection de section 3 -tube éjecté-
Céj5	capteur de bras éjection de section 5 -tube éjecté-
CprésT_P	capteur de section peinture -présence tube-
CprésT_P	non présence tube dans la section peinture
Cpass1	capteur de section 1 -le tube pass par la section 1
Cpass2	capteur de section 2 -le tube pass par la section 2
Cpass2	le tube ne pass pas par la section 2
Cpass4	capteur de section 4 -le tube pass par la section 4
Cpass4	le tube ne pass pas par la section 4
Céx1	capteur de chariot 1 détection l'extrémité de tube
Céx2	capteur de chariot 2 détection l'extrémité de tube
CCH1	capteur fin course de chariot 1 -position initiale-
CCH2	capteur fin course de chariot 2 -position initiale-
CCH3	capteur fin course de chariot 3 -position initiale-
Cfin0	capteur de section 0 -le tube est au fin de section0
Cdeb1	capteur de section 1 -le tube est au début de section1
Cdeb1	capteur de section 1 -pas de tube au début de section 1
Cdeb4	capteur de section 4 -le tube est au début de section 4
Cdeb4	capteur de section 4 -pas de tube au début de section 4
Cfin4	capteur de section 4 -le tube est au fin de section 4
Cfin4	capteur de section 4 -pas de tube au fin de section 4
Cdeb5	capteur de section 5 -le tube est au début de section 5
Cdeb5	capteur de section 5 -pas de tube au début de section 5
C-stop/inje-0B	capteur de section 0 -stop/injecteur est abaissé-
C-stop/inje-1B	capteur de section 1 -stop/injecteur est abaissé-
C-stop/inje-4B	capteur de section 4 -stop/injecteur est abaissé-

Tableau III.1 : les mots clés de grafcet

6. Conclusion :

A la fin de ce chapitre, nous concluons que l'utilisation de l'outil GRAFCET pour modéliser est primordial, étant donné son efficacité dans la transmission des informations, il facilite le passage du cahier des charges à l'élaboration du programme du système automatisé en créant un lien entre la partie commande et la partie opérative.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter la structure des APIs et réaliser un programme de l'ensemble des parties qui constituent la machine à l'aide du logiciel Tia Portal.

***Chapitre IV:
L'automatisation avec
l'automate S7-1200***

IV.1 Introduction :

“Après la modélisation, l’automatisation du système s’impose pour remplacer les opérations manuelles par des opérations automatiques afin d’améliorer l’efficacité, la précision, la rapidité et la sécurité de la production ou des opérations du système.

L’automatisation est un procédé industriel qui permet de réduire la charge de travail de l’opérateur tout en améliorant la productivité et la qualité du travail réalisé. Les logiciels de programmation utilisés sont choisis par rapport au type du système, de l’application, de la technologie et des besoins de l’utilisateur. Parmi ces logiciels, on trouve le TIA Portal, utilisé pour créer des programmes pour les APIs de la série SIMATIC S7 de Siemens. Le TIA Portal est particulièrement adapté pour programmer l’API S7-1200. L’objectif de ce chapitre est de présenter les Automates Programmables Industriels (API) et se concentrer plus sur l’API S7-1200, que nous avons utilisé pour commander notre machine en le programmant avec le logiciel TIA Portal.

IV.2 Les systèmes automatisés de production (SAP) :

C’est un système qui utilise des technologies de l’automatisation pour contrôler et superviser les processus de production sans intervention humaine. Le système automatisé de production comporte trois parties qui sont comme suit :

3.1. La partie commande (PC) :

C’est la partie du système automatisé qui est responsable de la prise de décisions et de génération de signaux de sorties pour contrôler les actions d’un système ou d’un processus. Elle comprend généralement un système de contrôle programmable, tel qu’un automate programmable industriel (API) qui peut recevoir des signaux d’entrée des capteurs, des boutons poussoirs ou d’autres dispositifs.

3.2. La partie opérative (PO) :

La partie opérative est l’ensemble des organes physiques qui interagissent directement avec l’environnement et effectuent les tâches qui sont nécessaires pour le fonctionnement du système, en répondant aux ordres de la partie commande.

3.3. La partie relation (PR) :

C'est la partie qui permet le dialogue entre l'homme et la machine, sa complexité et sa taille dépendent de l'importance du système. Elle regroupe les différentes commandes nécessaires au bon fonctionnement du procédé : marche-arrêt, arrêt d'urgence, marche automatique, marche cycle/cycle etc. [voir Figure IV.1]

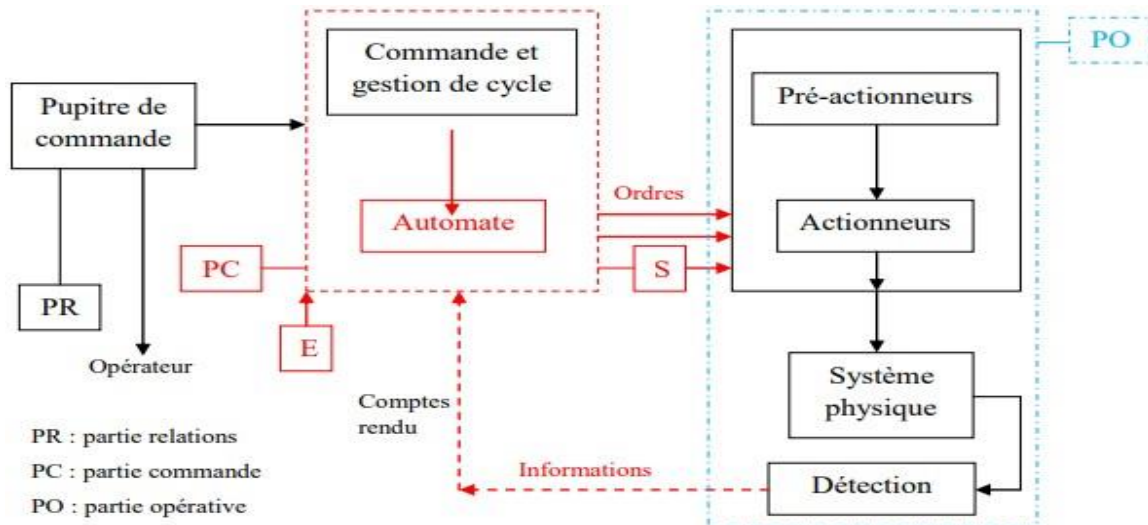


Figure IV.1: Structure fonctionnel d'un système automatisé

IV.3 Modélisation et description des APIs :

3.1. Différents types de commande d'un système automatisé:

Il existe différentes méthodes de commande, qui peuvent être utilisés individuellement ou combinés selon les exigences du système automatisé et qui sont comme suit :

3.1.1. Les systèmes automatisés combinatoires :

Le système automatisé combinatoire ne contient aucune mémoire, par conséquent il n'utilise aucun mécanisme de mémorisation. On a pour chaque combinaison d'entrées, une seule combinaison de sorties qui lui correspond. Les outils utilisés pour concevoir ce système sont l'algèbre de Boole, les tables de vérité, les tableaux de Karnaugh.

3.1.2. Les systèmes automatisés séquentiels:

Ces systèmes sont les plus répandus dans le domaine industriel. Le déroulement du cycle s'effectue étape par étape. À une situation des entrées peuvent correspondre plusieurs situations de sortie. La sélection d'une étape ou d'une autre dépend de la situation antérieure du dispositif.

3.1.3. La logique câblée:

Egalement connue sous le nom logique à relais, elle utilise des composants matériels tels que des relais électromécaniques, des contacteurs, des temporisateurs, etc., pour créer des circuits de contrôle physique. Les composants sont interconnectés à l'aide de câbles et de borniers. La logique câblée est souvent utilisée dans des systèmes plus anciens ou lorsque des opérations simples et déterministes doivent être effectuées.

3.1.4. La logique programmée:

La logique programmée implique l'utilisation de langages de programmation spécifiques pour écrire des instructions qui définissent le comportement du système automatisé. Cela peut être réalisé à l'aide de langages graphiques tels que le langage LADDER. Les instructions sont généralement exécutées sur des automates programmables industriels ou d'autres dispositifs de contrôle. La logique programmée permet une flexibilité élevée, car les programmes peuvent être modifiés et adaptés facilement pour répondre aux besoins spécifiques du système automatisé [13].

3.2. Les Automates Programmables Industriels (APIs) :

Les automates programmables sont apparus aux Etats-Unis d'Amérique à la fin des années soixante, à cette époque, ils étaient destinés essentiellement à automatiser les chaînes de montages automobiles en remplaçant la logique câblée. Ils sont apparus après en France en 1971, ils sont de plus en plus employés dans l'industrie.

Un API est un appareil électronique spécialement conçu pour contrôler et superviser divers processus industriels, il permet de surveiller les entrées provenant des capteurs, effectuer des opérations logiques et de traitement, et contrôler les sorties des actionneurs. Il est largement utilisé dans les domaines de l'automatisation industrielle, de l'ingénierie et de la fabrication.

Les langages de programmation des APIs peuvent varier selon les marques et les modèles spécifiques d'API. Chaque fabricant d'API peut avoir son propre environnement de programmation et ses propres langages de programmation spécifiques (Step7 pour SIEMENS et PL7 pour SCHNEIDER). [voir Figure IV.2]



Figure IV.2: Automate programmable industriel

3.2.1. Le domaine d'emploi des APIs :

Ils sont conçus pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents secteurs du système. On utilise les APIs dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage, ...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire, ...) ou il peut également assurer des fonctions de régulation de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage et de la sécurité ou des alarmes [10].

3.2.2. La nature de l'information traitée par les APIs :

La nature de l'information traitée par les API dépend largement du contexte d'utilisation, elle peut être de type :

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

3.2.3. L'architecture des APIs :

a) L'aspect extérieur :

Les APIs peuvent être de type compact ou modulaire.

- Le type compact, intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties selon les modèles et les fabricants. Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande des petits systèmes. [voir Figure IV.3]



Figure IV.3: Automate compact

- Le type modulaire, regroupe le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties qui résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks. Ces automates sont utilisés pour commander des systèmes plus complexes qui nécessitent une haute puissance, flexibilité et une grande capacité de traitement. [voir Figure IV.4]

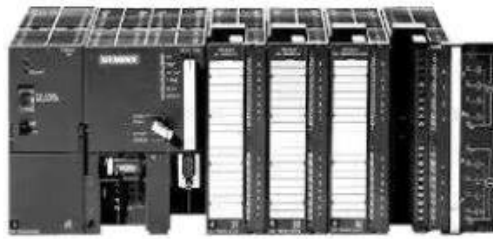


Figure IV.4: Automate modulaire

b) L'aspect intérieur :

L'architecture interne d'un API est composée de plusieurs éléments de base qui sont comme suit :

- **Le processeur (CPU) :** Son rôle consiste à traiter les instructions qui constituent le programme de fonctionnement, à gérer les entrées et sorties, et à surveiller et diagnostiquer l'automate.
- **La mémoire :** Elle permet le stockage des instructions constituant le programme de fonctionnement ainsi que diverses informations. Il peut s'agir de mémoire vive (RAM) ou de mémoire morte (EEPROM).
- **Les interfaces d'entrées/sorties :** Elles permettent au processeur de recevoir et d'envoyer des informations. Le nombre d'E/S varie suivant le type de l'automate.
- **L'alimentation :** Elle est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative en une basse tension continue (24V) nécessaire au processeur et aux modules d'entrées/sorties.
- **Interface de communication :** Elle est utilisée pour recevoir et transmettre des données sur des réseaux de communication qui relient l'API à d'autres APIs distants ou à d'autres équipements ou systèmes.
- **Périphérique de programmation :** Il est utilisé pour envoyer le programme dans la mémoire du processeur. Ce programme est développé sur le périphérique, puis transféré dans la mémoire de l'API [8]. [voir Figure IV.5]

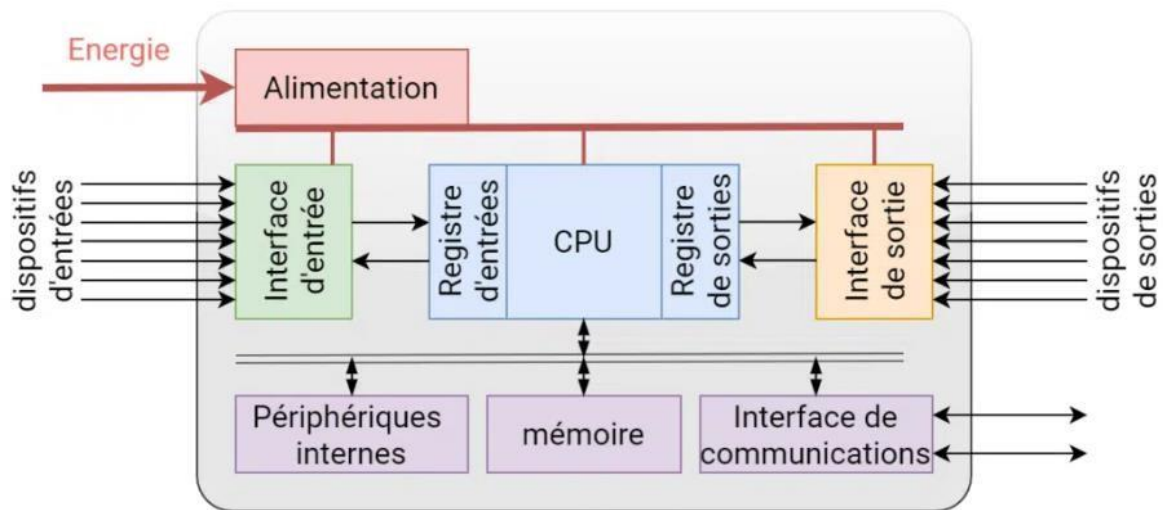


Figure IV.5: Structure interne d'un API

3.2.4. Critère du choix de l'automate :

- Le choix d'un automate revient à considérer certains critères tels que :

- Le nombre des entrées/sorties qui détermine les limites et les performances d'un automate.
- La puissance de l'automate programmable.
- La capacité mémoire de l'automate programmable et la nature de traitement.
- La possibilité d'ajouter des extensions.
- Les langages de programmation utilisés.
- Le moyen de communication avec les autres systèmes [11].

3.2.5. Présentation de l'automate utilisé API S7-1200:

La famille siemens S7-1200 est un automate utilisé dans des applications d'automatisation variées. Son important jeu d'instructions font une solution idéale pour la commande d'applications très variées[voir Figure IV.6]



Figure IV.6: Automate S7-1200

-L'automate S7-1200 se distingue par les caractéristiques suivantes :

- L'automate S7-1200 est reconnu pour sa fiabilité exceptionnelle et sa robustesse inégalée, lui permettant de fonctionner efficacement même dans les environnements industriels les plus exigeants.
- Il offre une construction modulaire qui libère des contraintes de configuration, permettant une personnalisation flexible en fonction des besoins spécifiques du projet.
- Le S7-1200 dispose d'une gamme étendue de modules, conçus pour répondre à une variété de besoins du marché. Ces modules peuvent être utilisés dans des architectures centralisées ou décentralisées.
- Il offre la possibilité d'extension jusqu'à 32 modules, offrant une grande flexibilité pour l'expansion future.
- Le S7-1200 est équipé d'une large gamme de CPU, permettant de répondre à toutes les demandes de performances, des applications les plus simples aux plus complexes.
- Les liaisons entre les différents composants de l'automate se font grâce à des modules de communication point à point ou par bus ASI, Profibus ou Industrial Ethernet. Ces options de communication diversifiées permettent une intégration facile dans une variété de réseaux industriels.

3.3. Tia Portal:

Après une étude menée sur le fonctionnement de notre système, on arrive à l'étape la plus importante qui est l'élaboration du programme de la machine. Cette étape nous permet de vérifier le bon fonctionnement de notre système en utilisant le nouveau programme amélioré. Tout ça en utilisant le logiciel Tia portal.

Le logiciel Tia portal est utilisé principalement pour programmer et configurer les automates programmables industriels (API) de la famille SIMATIC de Siemens. Il est largement utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle pour la conception, la programmation, la mise en service et la maintenance des systèmes de contrôle automatisés. [voir Figure IV.7]



Figure IV.7: L'icône du logiciel Tia Portal

3.3.1. Les langages de programmation :

Dans un environnement de programmation Siemens SIMATIC Manager ou TIA Portal, il existe plusieurs langages de programmation et qui sont comme suit :

- ❖ **Le langage LADDER (CONT) :** C'est un langage de programmation graphique. Il permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines. Le langage LADDER utilise deux approches dans la programmation, à savoir :
 - **La programmation linéaire :** Elle consiste à écrire les instructions de manière séquentielle, où les actions s'exécutent les unes après les autres.
 - **La programmation structurée :** Elle consiste à organiser le programme en utilisant des structures de contrôle telles que les boucles et les branchements conditionnels. Cela permet de gérer des séquences plus complexes et de créer des logiques de contrôle avancées.
- ❖ **List d'instruction (STL) :** C'est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.
- ❖ **Logigramme (LOG) :** C'est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques.
- ❖ **S7 GRAPH :** c'est un langage graphique, il permet de présenter l'évolution du système de façon séquentielle.

- ❖ **S7-SCL** : C'est un langage de programmation évolué proche du PASCAL, utilisé pour programmer des automates programmables avec SIMATIC S7 [14].

3.3.2. Création du projet Tia Portal :

La création d'un projet commence toujours par la configuration matérielle. La configuration matérielle est une liste de tous les modules du projet. Par exemple, les alimentations, les CPU, les modules d'entrée/sortie et les modules de communication. Tous ces éléments se trouvent dans la bibliothèque du projet.

Double-cliquer sur l'icône de **TIA portal** . [voir Figure IV.8]



Figure IV 8: Assistant de création de nouveau projet

Sélectionner : « **Créer un projet** » [voir Figure IV.9]

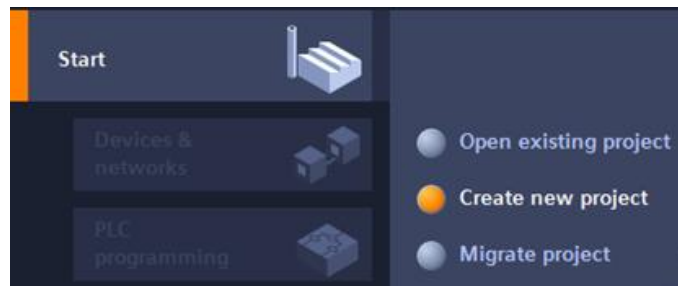


Figure IV.9: Création de nouveau projet

Entrer le nom du projet, le chemin et l'auteur, cliquer sur « **Créer** »

Lorsque le projet est créé, cliquer sur « **Vue du projet** »

Sélectionner « **CPU** »

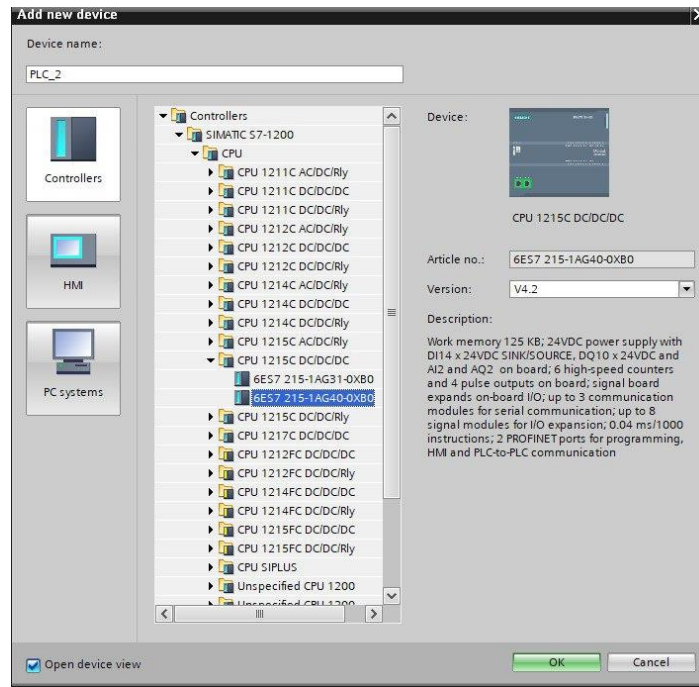


Figure IV.10: Fenêtre du choix de CPU

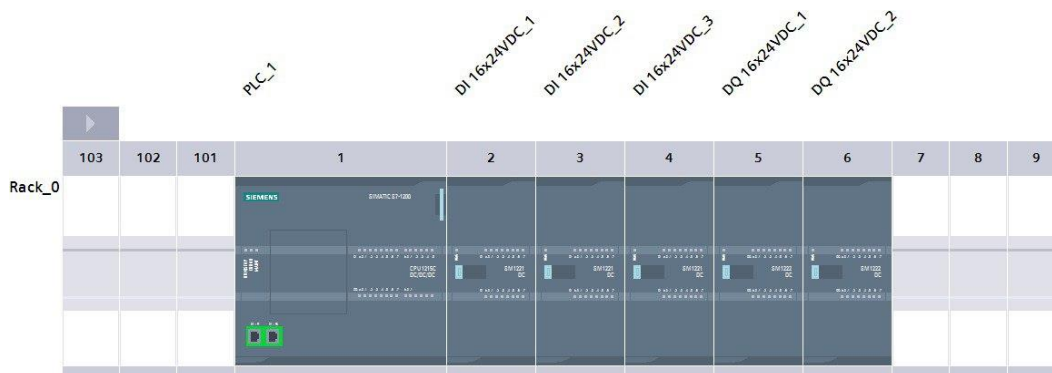


Figure IV.11: Configuration matérielle

3.3.3 Les blocs de programmation

Dans le menu "blocs de programme", on clique sur "Ajouter un nouveau bloc" et on aura le choix entre différents langages de programmation : [voir Figure IV.12]

"CONT" = Langage à contact (Ladder), "LOG" = Langage de programmation graphique, "LIST" = Langage d'instruction, "SCL" = Littéral structuré

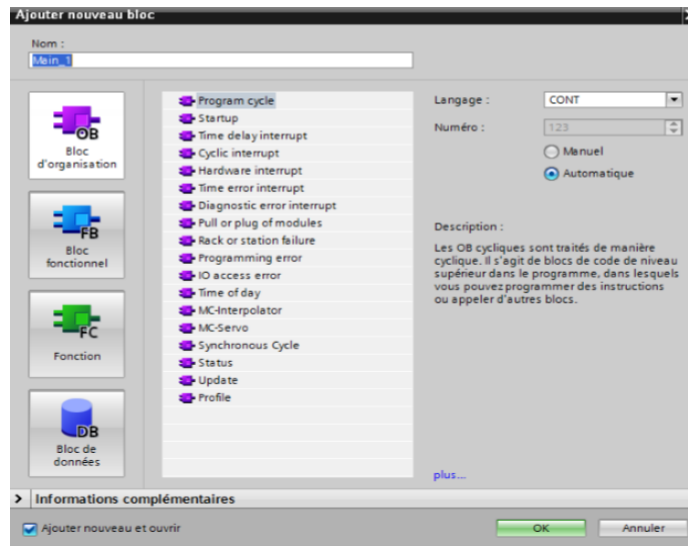


Figure IV.12: Fenêtre du choix des blocs et types de langages

Bloc d'organisation OB

Les blocs d'organisation, comme leur nom l'indique, vous permettent d'organiser votre programme. Déterminez la structure de votre programme utilisateur. Les OB sont appelés directement par le système d'exploitation de la CPU en réponse à des événements (à condition que l'OB soit programmé et inséré dans l'automate). Ceux-ci contiennent généralement peu d'instructions et essentiellement des appels de blocs FC et FB.

Bloc fonctionnel FB

Ce sont des blocs de code qui stockent en permanence les paramètres d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance, les rendant accessibles même après le traitement du bloc. Plusieurs structures de programme sont possibles en utilisant ces différentes constructions.

Bloc fonctionnel FC

Ce sont des blocs de code sans mémoire. Les données des variables temporaires sont perdues après l'exécution de la fonction. Si vous souhaitez stocker ces données, vous devez utiliser un opérande global. Ils sont utilisés pour programmer des fonctions qui sont utilisées plusieurs fois. Cela simplifie la programmation. Ce bloc peut être programmé dans quatre langages de programmation.

Bloc de données DB

Les modules de données (DB) contiennent des données variables, du texte, des valeurs de temps ou de compteur, des résultats de calcul, etc. et peuvent être appelés et mis à jour à tout moment.

Main [OB1]

"main" est l'endroit où le programme s'exécute, donc celui qui exécute le programme. Pour que l'automate exécute le programme, il doit déplacer les blocs en fonction de leur priorité.

3.3.4 Création d'une table de variables

Pour créer une variable, il suffit d'indiquer le nom de la variable, type de donnée et son adresse. [voir Figure IV.13]

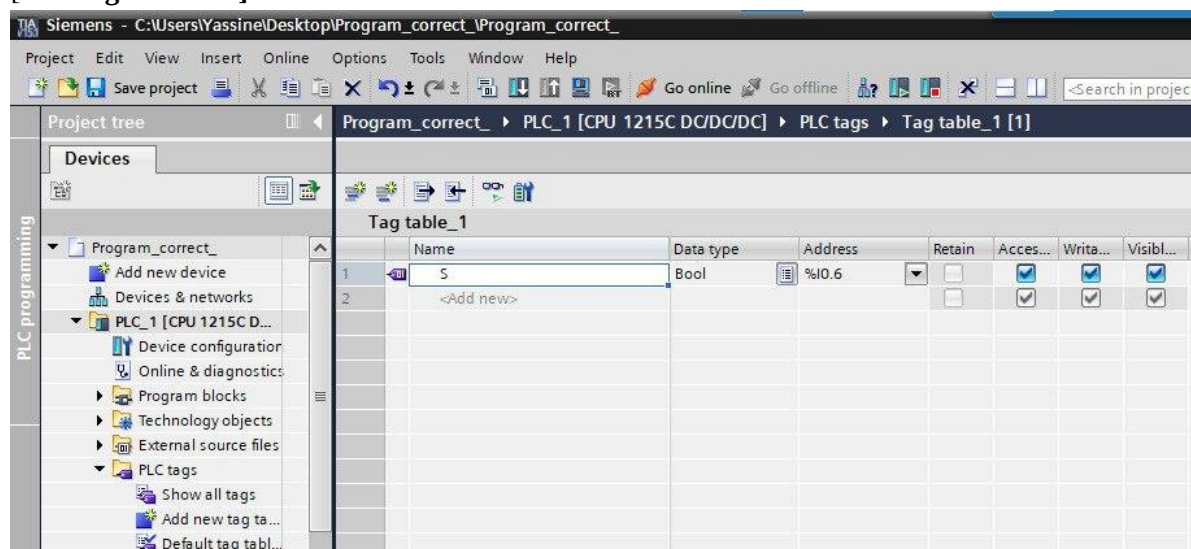


Figure IV.13: Ajouter des variables

Identificateurs d'opérande

Entrée (I) – Sortie (Q) – Mémento (M) – Entrée Analogique (PIW) – Sortie Analogique (PQW)

Types de Variables

Bool (1 bit) => (1 / 0) – Byte (8 bits) – Word (16 bits) – D Word (32bits) – Real – Int...

3.3.4. La table des mnémoniques :

La table des mnémoniques est un tableau qui regroupe l'ensemble des mnémoniques nécessaires pour un programme précis.

Les mnémoniques sont des noms affectés à des bits, mots ou doubles mots qui représentent des entrées/sorties ou des mémentos. Les mnémoniques permettent une lecture plus facile du programme. Ils sont valides dans tout le programme (il n'existe pas de différence entre les minuscules et les majuscules).

- Le tableau suivant représente une partie de mnémoniques utilisées dans le programme:

Name	Data Type	Logical Address
Button pousoir marche	Bool	%I6.1
Button pousoir arret	Bool	%I4.0
Button pousoir oui	Bool	%I6.2
Button pousoir non	Bool	%I6.3
capteur position bas de bras réception de séction 0	Bool	%I6.4
capteur position bas de bras réception de séction 1	Bool	%I6.5
capteur position bas de bras réception de séction 4	Bool	%I6.6
capteur position haut de bras réception de séction 0	Bool	%I6.7
capteur position haut de bras réception de séction 1	Bool	%I7.0
capteur position haut de bras réception de séction 4	Bool	%I7.1
capteur de bras réception de séction 0 -tube récepté-	Bool	%I5.0
capteur de bras réception de séction 1 -tube récepté-	Bool	%I6.0
capteur de bras réception de séction 4 -tube récepté-	Bool	%I3.7
capteur position bas de bras éjection de séction 0	Bool	%I4.1
capteur position bas de bras éjection de séction 1	Bool	%I1.5
capteur position bas de bras éjection de séction 3	Bool	%I1.6
capteur position bas de bras éjection de séction 5	Bool	%I1.7
capteur position haut de bras éjection de séction 0	Bool	%I2.0
capteur position haut de bras éjection de séction 1	Bool	%I2.1
capteur position haut de bras éjection de séction 3	Bool	%I2.2
capteur position haut de bras éjection de séction 5	Bool	%I2.3
capteur de bras éjection de séction 0 -tube éjecté-	Bool	%I2.4

capteur de bras éjection de section 1 -tube éjecté-	Bool	%I2.5
capteur de bras éjection de section 3 -tube éjecté-	Bool	%I2.6
capteur de bras éjection de section 5 -tube éjecté-	Bool	%I2.7
capteur présence tube sur section peinture	Bool	%I3.0
capteur présence tube au fin de section 0	Bool	%I3.1
capteur passage tube par section 1	Bool	%I3.2
capteur passage tube par section 2	Bool	%I3.3
capteur passage tube par section 4	Bool	%I3.4
La moitié de la distance de tube a ete parcourue au section 3	Bool	%M173.1
distance pour baisser le support a ete parcourue	Bool	%M173.2
la distance du tube a ete parcourue en marche avant	Bool	%M173.0
capteur de chariot 1 détection l'extrémité de tube	Bool	%I4.2
capteur de chariot 2 détection l'extrémité de tube	Bool	%I4.3
capteur fin course de chariot 1 -position initiale-	Bool	%I4.4
capteur fin course de chariot 2 -position initiale-	Bool	%I4.5
capteur fin course de chariot3_position initiale_	Bool	%I4.6
capteur présence tube au début de section 1	Bool	%I4.7
capteur présence tube au début de section 4	Bool	%I5.1
capteur présence tube au fin de section 4	Bool	%I5.2
capteur présence tube au début de section 5	Bool	%I5.3
capteur présence tube au fin de section 5	Bool	%I5.4
capteur de section 0 -stop/injecteur est abaissé-	Bool	%I5.5
capteur de section 1 -stop/injecteur est abaissé-	Bool	%I5.6
capteur de section 4 -stop/injecteur est abaissé-	Bool	%I5.7

baissér stop/injecteur de section 0	Bool	%Q0.0
baissér stop/injecteur de section 1	Bool	%Q0.1
baissér stop/injecteur de section 4	Bool	%Q0.2
baissér bras réception de section 0	Bool	%Q0.3

Tableau IV 1: Partie de Mon table des mnémoniques

3.3.5 Chargement des données dans l'automate

Pour transférer le programme dans l'automate, on relie l'automate avec le pc par le câble pc adaptateur MPI/USB puis dans TIA portal on détecte le câble utilisé. Puis cliquer sur "charger dans l'appareil" qui se situe sur la barre d'exécution. [voir Figure IV.14]



Figure IV. 14: La barre d'exécution

Puis une fenêtre va s'ouvrir, Choisir le mode de connexion « MPI », ainsi que l'interface PG/PC « PC Adapter [MPI] », et Liaison avec sous-réseau « MPI » on remarque que l'automate est relié avec pc par MPI. [voir Figure IV.15]

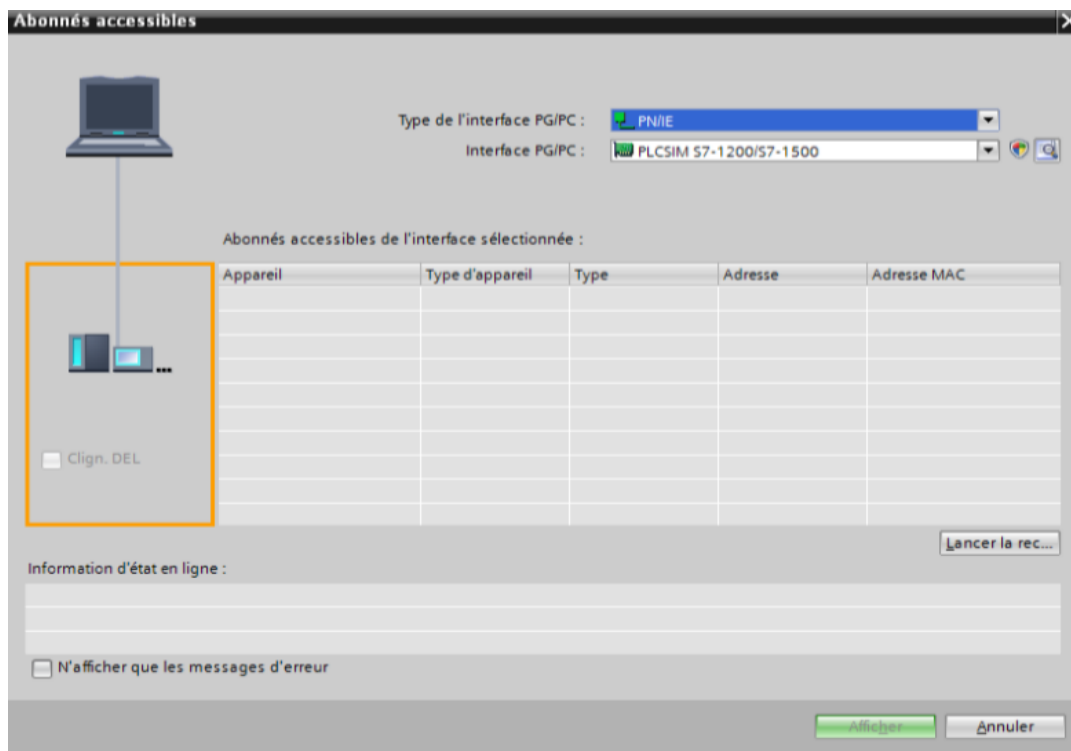


Figure IV.15 : le Procédure de chargement

3.4. Exemple du programme élaboré pour la machine :

Dans cet exemple on va traiter le programme de qui utiliser pour ajuster la position de l'un des chariots de peinture (Chariot 03).

- Le 1^{er} réseau représente les conditions initiales de démarrer le chariot3. [voir Figure IV.16]

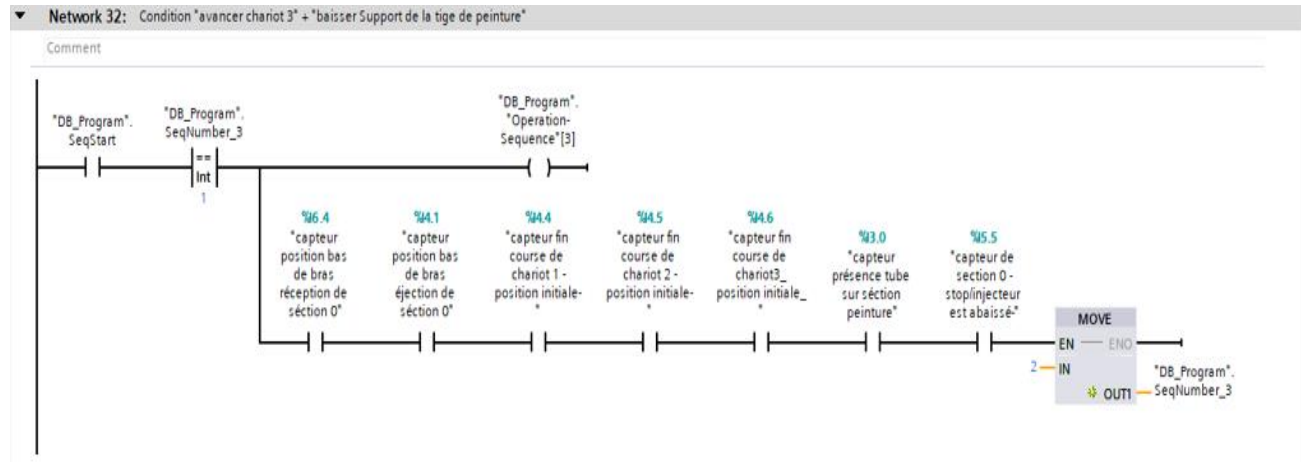


Figure IV.16 : les conditions initiales pour démarrer le chariot3

Ces Conditions sont de même pour les 3 chariots, Le troisième chariot commence a avance jusqu'à atteint la distance de tube cette distance est calculer par une opération arithmétique sachant que la distance initial entre les chariot 1 et 2 est 14m. Dans l'exemple, on doit calculer la longueur du tube pour que la vanne de peinture de la tige de peinture doit être a la fin de tube, L'opération consiste à additionner la distance parcourue par les chariots 1 et 2 et à la retrancher de la distance initiale. [voir Figure IV.17] [voir Figure IV.18] [voir Figure IV.19] [voir Figure IV.20]

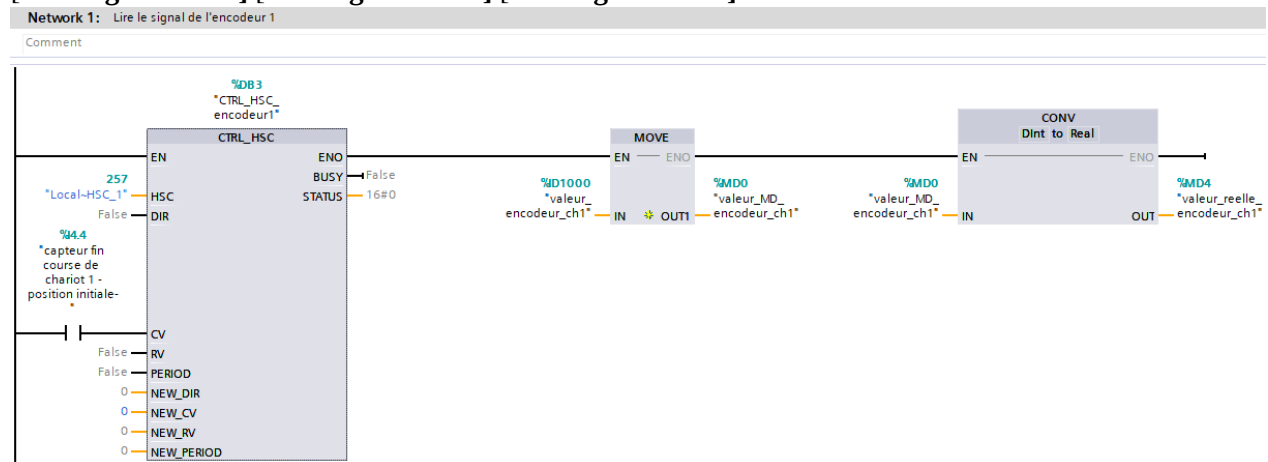


Figure IV.17:Convertir les valeur de l'encodeur 1 en valeurs réelles

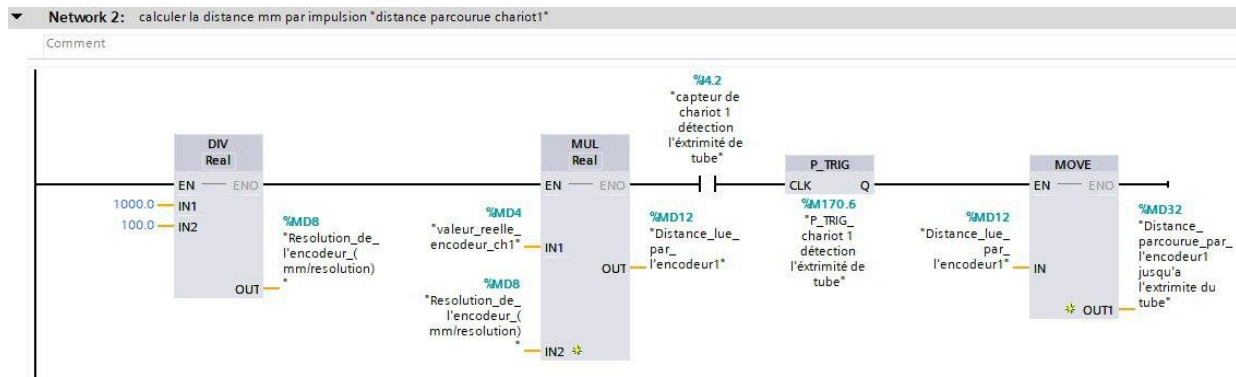


Figure IV.18: Calculer la distance parcourue par chariot 1 jusqu'à l'extrémité du tube en multipliant par la résolution de l'encodeur

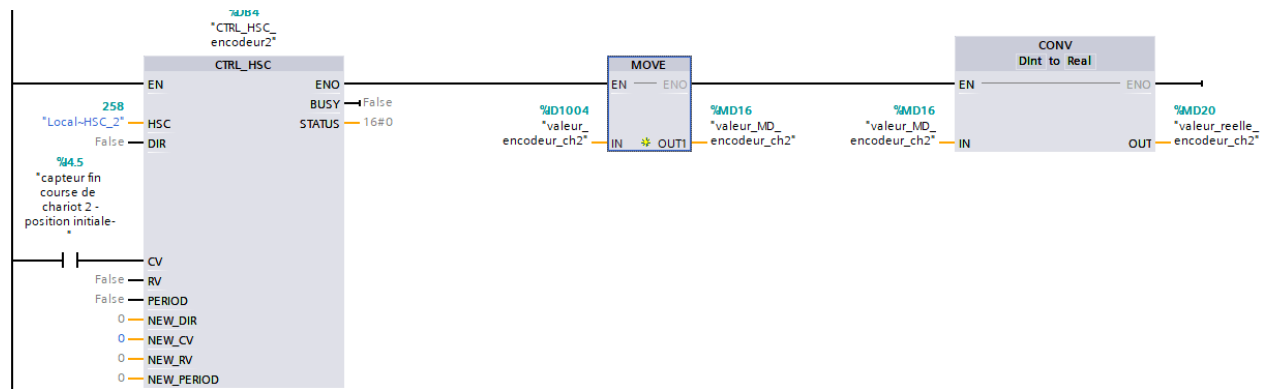


Figure IV.19: Convertir les valeur de l'encodeur 2 en valeurs réelles

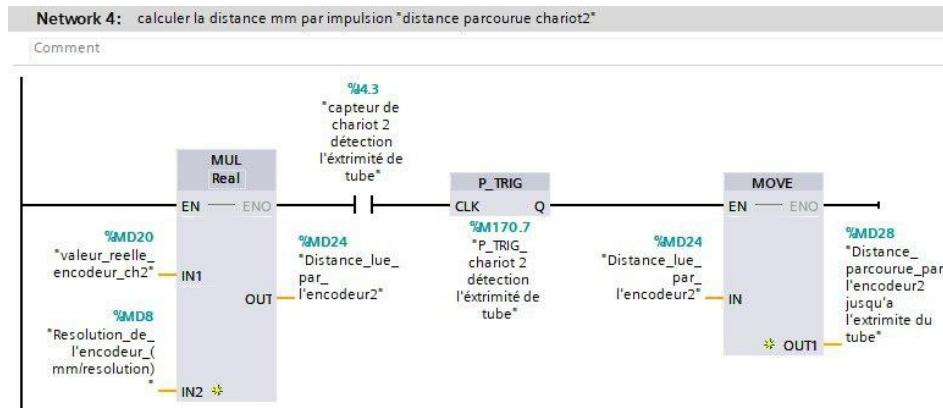


Figure IV.20: Calculer la distance parcourue par chariot 2 jusqu'à l'extrémité du tube en multipliant par la résolution de l'encodeur

Après on fait l'addition des deux distance et faire soustraction entre ces deux distance et la distance de chariots au position initiale (14m) et en compare la distance parcouru par l'encodeur de chariot 3 si il atteint la distance requise. [voir Figure IV.21] [voir Figure IV.22] [voir Figure IV.23]

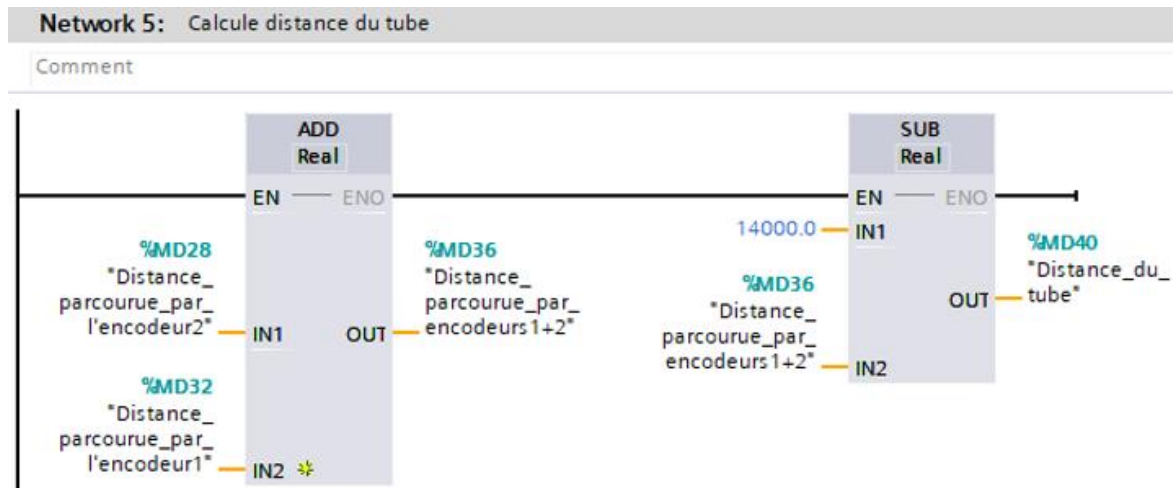


Figure IV.21: Calcule la distance du tube

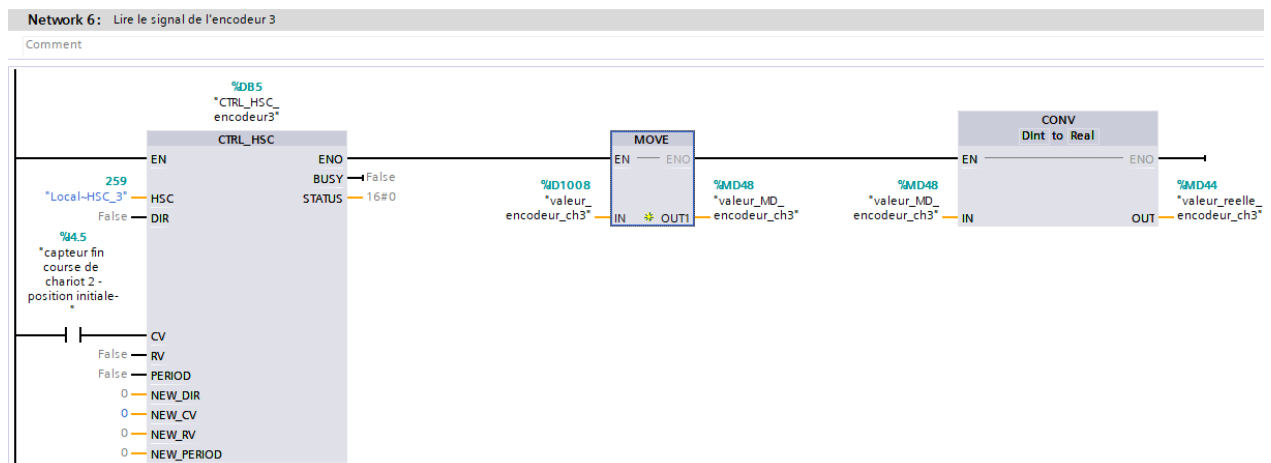


Figure IV.22: Convertir les valeur de l'encodeur 3 en valeurs réelles

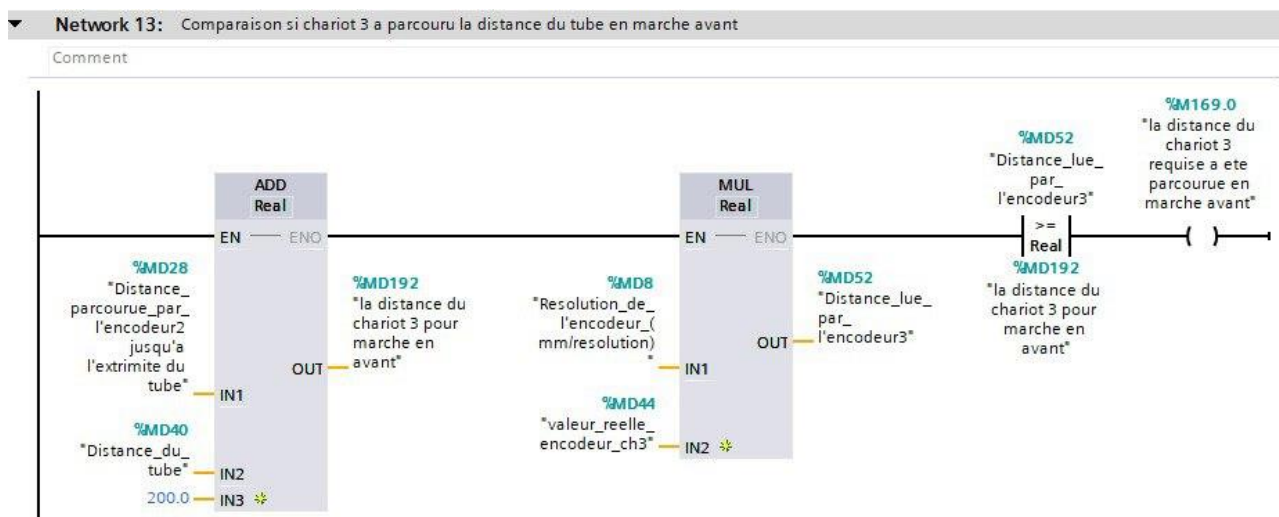


Figure IV.23: Comparaison si le chariot 3 atteint la position requise

4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé en détailles les caractéristiques des APIs et leurs domaines d'application. Ensuite on a présenté l'automate que nous avons utilisé pour commander notre système. Nous avons présenté aussi le logiciel Step7 qui nous a permis d'élaborer le programme pour piloter la machine.

Au terme de ce chapitre nous concluons que la combinaison entre le GRAFCET et le Step7 offre une approche complète et efficace pour la modélisation et l'automatisation des systèmes.

Ces outils permettent de concevoir et de mettre en œuvre des systèmes automatisés performants, améliorant ainsi la productivité et la qualité des opérations industrielles.

Le prochain chapitre fera l'objet de l'élaboration d'une plateforme de contrôle et de supervision de la machine à l'aide du logiciel WinCC.

Chapitre V :
Développement de la plateforme de
supervision

V.1 Introduction :

Aujourd'hui les systèmes industriels, au sens large, ont bien évolué et incluent plusieurs interconnexions fonctionnelles entre les systèmes qui deviennent de plus en plus complexes, en raison de la demande croissante des consommateurs pour des produits et services plus personnalisés et innovants. La tâche de surveillance ne suffisant plus, il est alors devenu nécessaire d'inclure la supervision globale pour pouvoir fournir à l'opérateur un maximum d'informations pour interagir dans certains cas.

Dans ce chapitre, nous allons présenter la plateforme de supervision qu'on a conçue pour notre système avec le logiciel de supervision SIMATIC WinCC Runtime Advanced pour permettre aux opérateurs un contrôle optimal de la machine [21].

V.2 Généralités sur la supervision [18]:

2.1. Définition de la supervision :

C'est un processus de surveillance et de contrôle d'un système automatisé à l'aide d'un logiciel adéquat. Elle permet de collecter des données, de les afficher dans une interface utilisateur interactive, de surveiller l'état du système en temps réel, de contrôler les équipements, de gérer les alarmes, d'enregistrer et d'analyser les données, ainsi que d'intégrer la supervision avec d'autres systèmes de contrôle et de gestion, comme le système de gestion de l'énergie.

De nos jours, de nouveaux procédés de supervision commencent à voir le jour, en se basant sur les architectures de systèmes industriels permettant la surveillance ou le monitoring à distance.

2.2. Les avantages de la supervision :

La supervision présente plusieurs avantages importants dans différents domaines et secteurs d'activité. Voici quelques avantages :

- La supervision permet de détecter les problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en situations critiques.
- La surveillance continue des systèmes, ce qui permet l'amélioration de leur disponibilité et leur fiabilité.
- La supervision permet d'effectuer des interventions de maintenance préventive planifiées, ce qui réduit les coûts de maintenance et évite les pannes imprévues et coûteuses.

- La supervision permet de répondre aux exigences réglementaires et aux normes de l'industrie en fournissant une surveillance continue et en prenant les mesures nécessaires pour maintenir la conformité.
- Elle permet la simulation du programme avant sa mise en œuvre grâce au logiciel WinCC Flexible.

2.3. Constitution d'un système de supervision [19]:

Un système de supervision est constitué de plusieurs modules qui jouent un rôle crucial dans la collecte, le traitement et l'analyse des données nécessaires à la surveillance d'un système précis. Les modules de supervision couramment utilisés sont les suivants :

2.3.1. Module de visualisation :

Ce module permet de présenter les données supervisées sous forme de graphiques, de tableaux ou d'autres interfaces visuelles, il permet de mettre à la disposition de l'opérateur toutes les informations nécessaires de l'évolution du procédé.

2.3.2. Module d'archivage :

Ce module est chargé de stocker les données collectées, ceci permet de conserver un historique pour une analyse ultérieure ou la détection précoce des problèmes potentiels.

2.3.3. Module de traitement :

Ce module traite les données collectées pour effectuer des calculs ou des transformations nécessaires pour extraire des informations pertinentes afin de les présenter via le module de visualisation.

2.3.4. Module de communication :

Le module de communication est responsable de l'échange d'informations entre les différents composants du système de supervision. Il assure l'acquisition et le transfert des données et gère la communication entre les APIs et d'autres périphériques, ce qui assure une prise de décision rapide et éclairée. [voir Figure V.1]

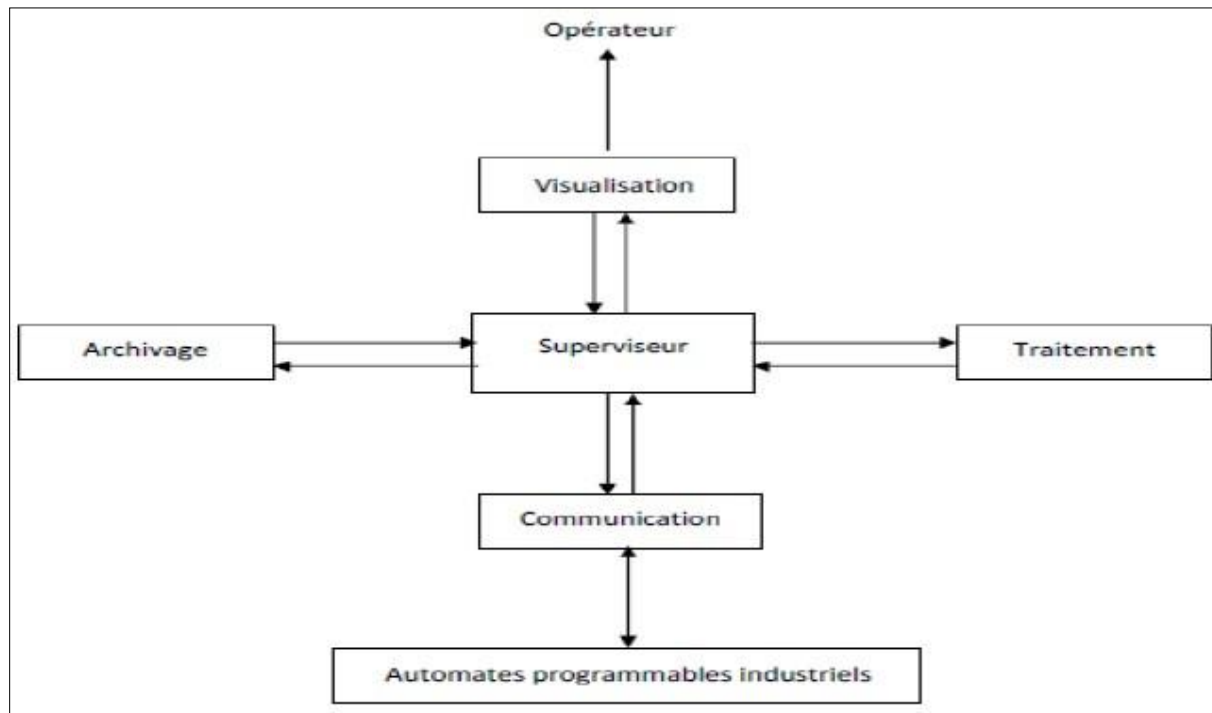


Figure V.1 : Architecture d'un système de supervision

3. La communication entre le pupitre de commande et l'automate :

Pour l'échange de données entre équipements automatisés, il existe plusieurs réseaux de communication : AS-i, Profibus DP et Profinet. Profibus DP offre une communication rapide et fiable avec des fonctionnalités telles que la configuration à distance et le diagnostic des équipements. Profinet, basé sur Ethernet, permet une communication flexible et rapide, intégrant facilement les systèmes existants. AS-i est conçu pour les capteurs et actionneurs, offrant une solution filaire simple et économique. [20].

4. Logiciel de supervision WinCC Runtime Advanced:

WinCC Runtime Advanced est un logiciel de supervision et de contrôle développé par SIEMENS, largement utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle. Il est conçu pour créer des interfaces utilisateur performantes et des applications de supervision pour les systèmes d'automatisation modernes. WinCC Runtime Advanced offre une gamme complète de fonctionnalités permettant de couvrir toutes les tâches de contrôle-commande avancées. Il permet la création de graphiques, de tableaux de bord, de diagrammes et d'autres éléments visuels pour représenter les données et les états du système de manière claire et compréhensible. En outre, il supporte des fonctionnalités avancées telles que la connectivité avec Profinet, la gestion avancée

des utilisateurs, et l'intégration avec les systèmes SCADA, offrant ainsi une solution robuste et flexible pour les environnements industriels exigeants.

4.1. Avantages de WinCC Runtime Advanced [23]:

Lorsqu'il s'agit de la supervision et du contrôle des processus industriels, le logiciel WinCC Runtime Advanced de SIEMENS se distingue par ses nombreux avantages, qui sont les suivants :

- Performances et Flexibilité Accrues, WinCC Runtime Advanced est conçu pour les systèmes HMI modernes, offrant des performances élevées et une grande flexibilité dans la création et la gestion des interfaces utilisateur..
- Intégration Avancée, Le logiciel supporte des fonctionnalités avancées telles que la connectivité avec Profinet, facilitant l'intégration avec les systèmes existants et les environnements industriels complexes.
- Il permet la création de graphiques, de tableaux de bord, de diagrammes et d'autres éléments visuels de haute qualité, améliorant ainsi la clarté et la compréhension des données et des états du système.
- Le logiciel permet l'enregistrement et l'analyse des données historiques, facilitant les analyses approfondies et l'optimisation des performances des processus industriels.
- WinCC Runtime Advanced prend en charge plusieurs langues, répondant aux besoins des utilisateurs de différents pays et facilitant une utilisation internationale.

4.2. Création d'un projet sous WinCC Runtime Advanced:

- Dans le navigateur du projet, double-cliquez sur "Ajouter un appareil".[voir Figure V.2]

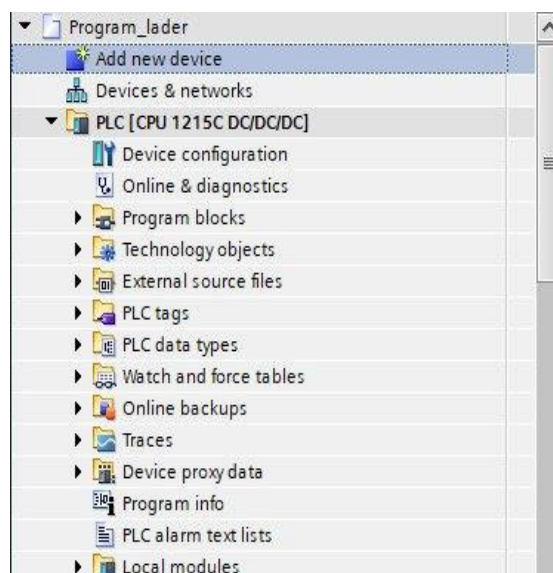


Figure V.2 : Fenêtre de création de projet

Après La boîte de dialogue "Ajouter un appareil" s'ouvre.

2. Entrez le nom d'appareil "HMI_1".

– Cliquez sur "HMI".

– Double-cliquez sur les dossiers suivants : "SIMATIC Comfort Panel", "9" Display" et "TP900 Comfort"

– Cliquez sur l'appareil "6AV2 124-0JC01-0AX0". Tenez compte du numéro d'article et de la version Runtime.

– Confirmez vos choix avec "OK"». [voir Figure V.3]

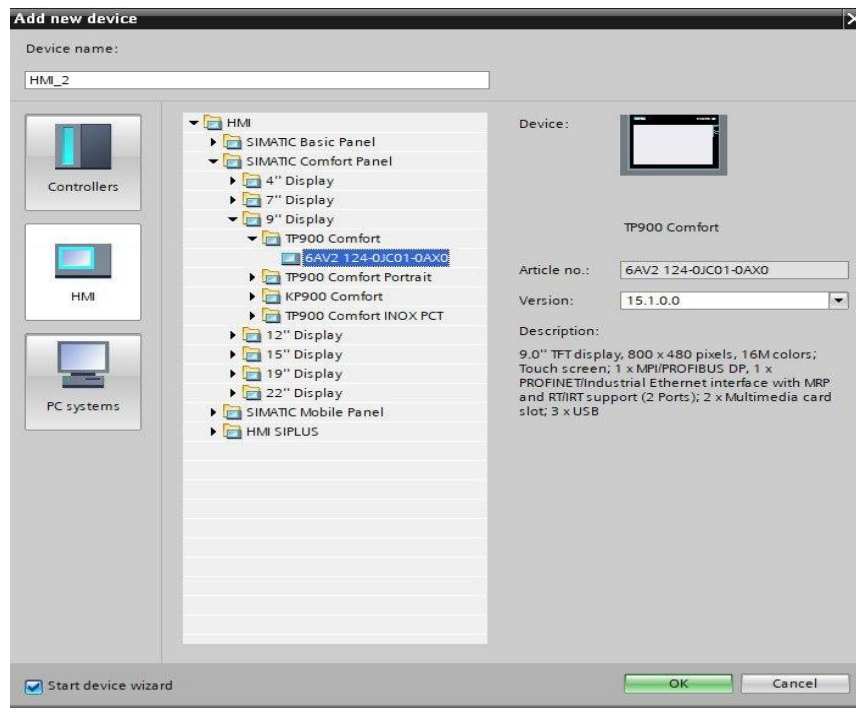


Figure V.3 : Sélection de pupitre

- **Configuration des paramètres matériels :**

1. Dans le navigateur du projet, double-cliquez sur "Configuration des appareils" sous "PLC_1".[voir Figure V.4]

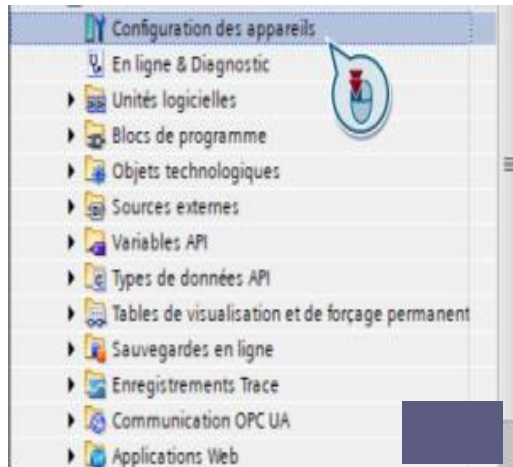


Figure V.4 : étape 1 de Configuration des paramètres matériels

La vue des appareils s'affiche dans l'espace de travail. [**voir Figure V.5**]

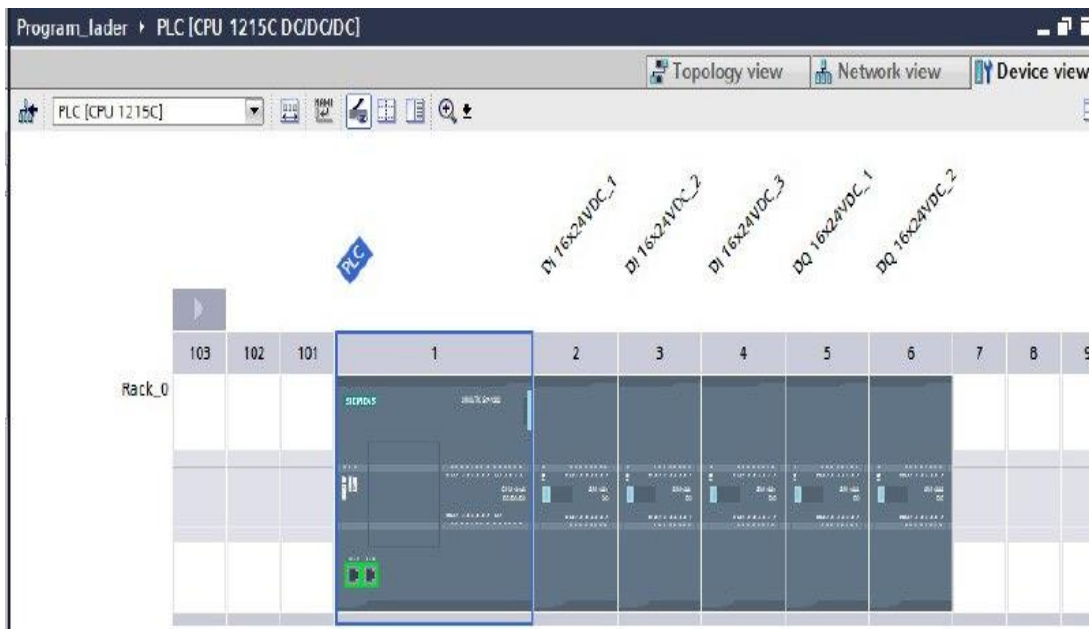


Figure V.5 : étape 2 de Configuration des paramètres matériels

2. Cliquez dans la fenêtre d'inspection sur "Adresses Ethernet".[voir **Figure V.6**]

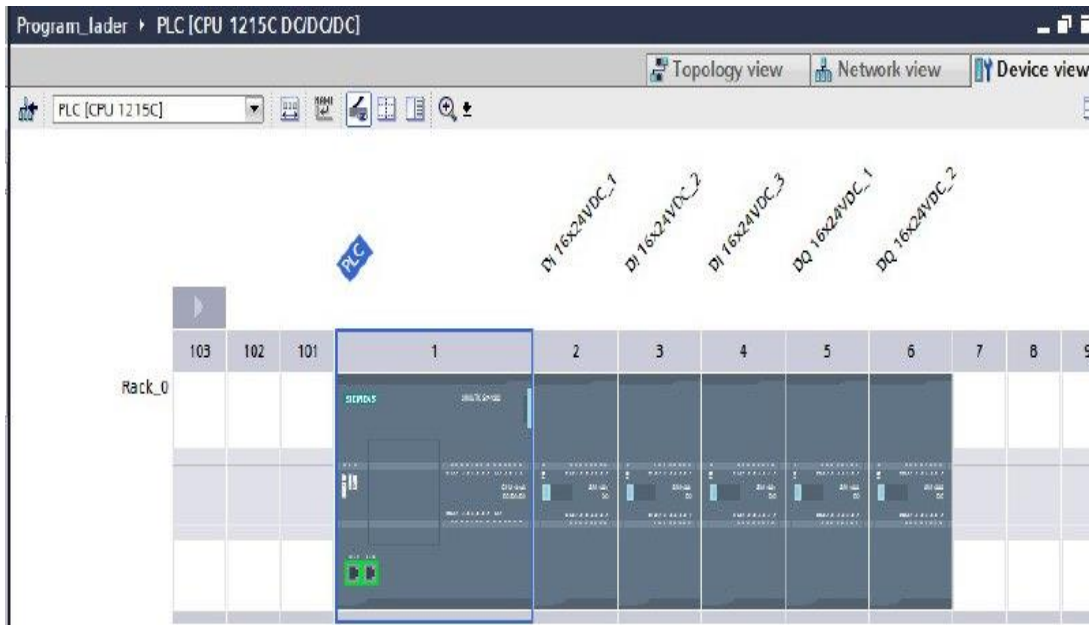


Figure V.6 : étape 3 de Configuration des paramètres matériels

- Saisissez une adresse IP dans la zone "Protocole Internet version 4 (IPv4)", p. ex. "192.168.10.1".
- Saisissez dans la zone "Protocole Internet version 4 (IPv4)" le masque de sous-réseau du sous-réseau dans lequel se trouve aussi votre ordinateur, p. ex. "255.255.255.0".[voir **Figure V.7**]

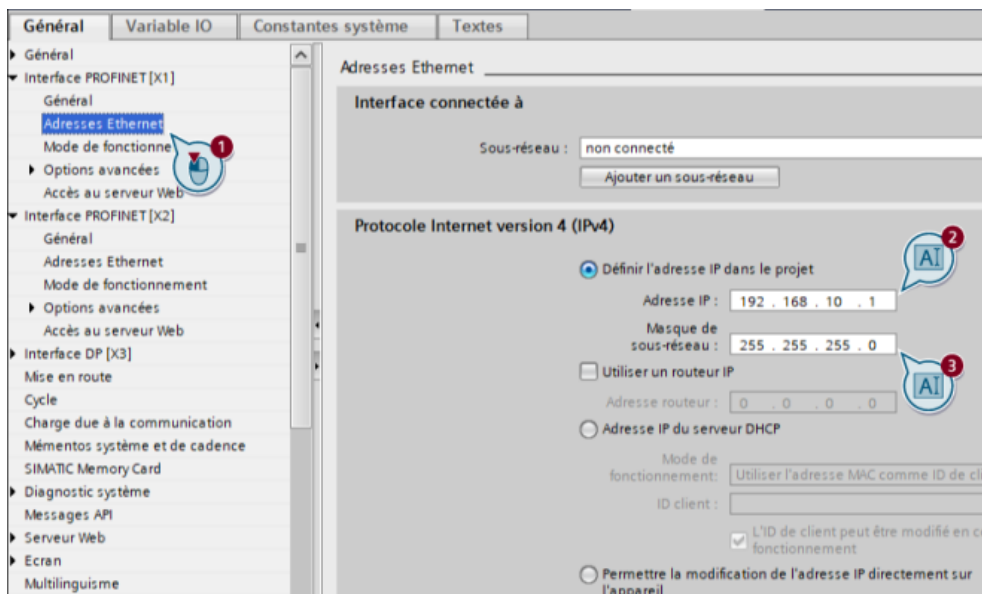


Figure V.7 : étape 4 de Configuration des paramètres matériels

Configurer le pupitre opérateur :

1. Dans le navigateur du projet, double-cliquez sur "Configuration des appareils" sous "HMI_1"[voir Figure V.8]



Figure V.8 : étape 5 de Configuration des paramètres matériels

La vue des appareils s'affiche dans l'espace de travail.

2. Dans la vue des appareils, cliquer sur le pupitre opérateur. [voir Figure V.9]

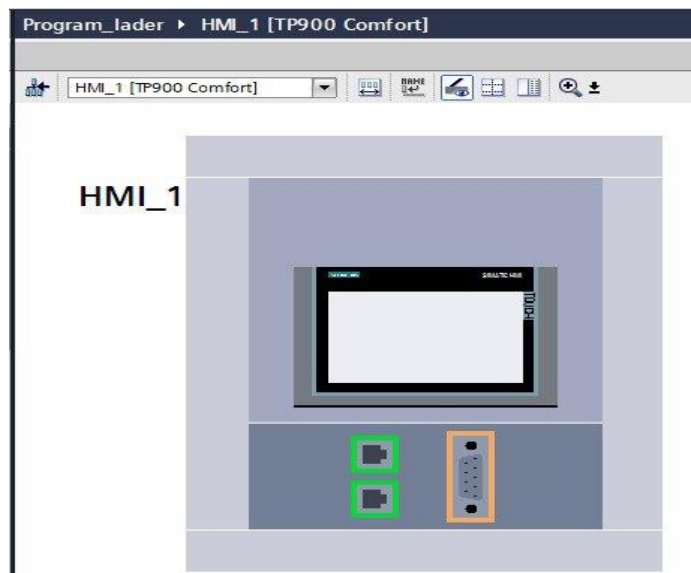


Figure V.9 : étape 6 de Configuration des paramètres matériels

3. Cliquez dans la fenêtre d'inspection sur "Interface PROFINET [X2]".

– Cliquez sur "Adresses Ethernet".

Configuration des paramètres matériels

– Saisissez une adresse IP dans la zone "Protocole Internet version 4 (IPv4)", p. ex. "192.168.1.2".

– Saisissez dans la zone "Protocole Internet version 4 (IPv4)" le masque de sous-réseau du sous-réseau dans lequel se trouve aussi votre ordinateur, p. ex. "255.255.255.0".[voir Figure V.10]

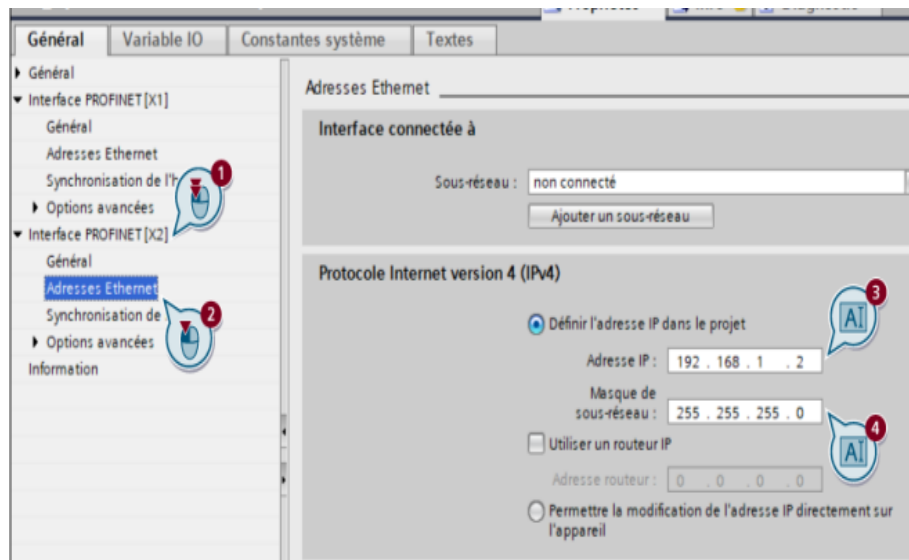


Figure V.10: étape 7 de Configuration des paramètres matériels

Création d'une connexion IHM :

Vous configurez une liaison entre le pupitre opérateur et l'automate. L'échange de données entre plusieurs appareils est appelé communication. Les appareils peuvent être connectés via une liaison directe ou via un réseau. Les appareils mis en réseau sont désignés comme partenaires de communication. [voir Figure V.11]

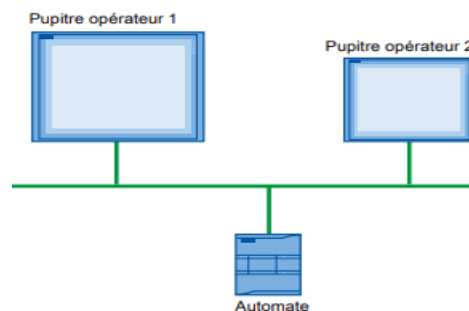


Figure V.11 : étape 8 de Configuration des paramètres matériels

Une connexion définit une correspondance logique entre deux partenaires de communication pour exécuter des services de communication. Une connexion définit les éléments suivants :

- partenaires de communication concernés
- type de la connexion (p. ex. connexion IHM)
- propriétés spécifiques, p. ex. si une connexion ne reste établie que temporairement.
- routage

Un nom unique dans le projet est affecté à chaque connexion IHM.

Création d'une liaison IHM

1. Dans le navigateur du projet, double-cliquez sur "Appareils & réseaux".[voir Figure V.12]

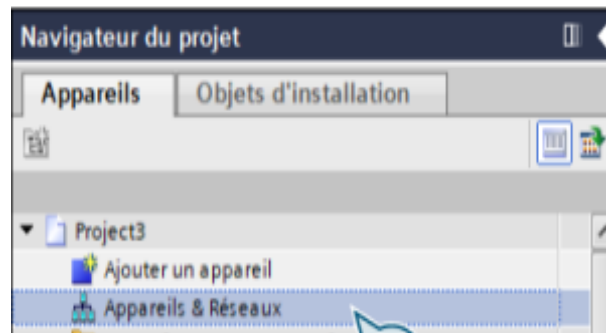


Figure V.12 : étape 9 de Configuration des paramètres matériels

L'espace de travail "Appareils & réseaux" s'ouvre.

2. Cliquez sur "Vue de réseau".

– Cliquez sur "Connexions". Les appareils sont affichés sur fond turquoise. Assurez-vous que le type de connexion "Connexion HMI" est sélectionné.

– Cliquez sur un des carrés verts dans le pupitre opérateur "HMI_1" et tirez une connexion vers un des carrés verts dans l'automate "PLC_1".

– Relâchez le pointeur de la souris sur le carré vert sélectionné. [voir Figure V.13]

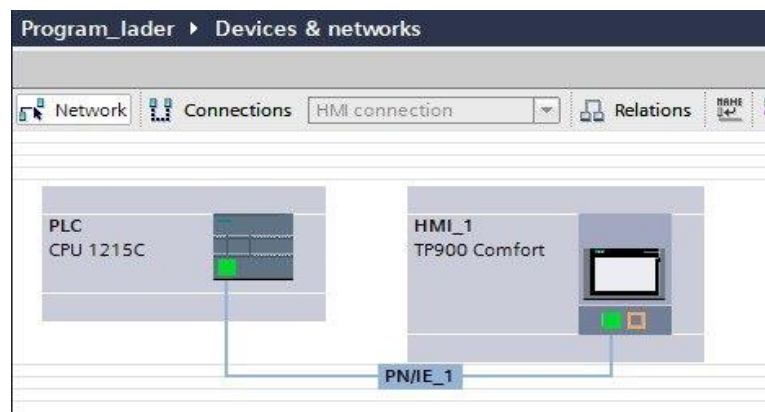


Figure V.13 : étape 10 de Configuration des paramètres matériels.

La connexion est créée. Une connexion IHM correctement créé entre deux appareils est affichée sur fond bleu

Connexions dans l'appareil IHM :

1. Dans le navigateur du projet, double-cliquez sur "Connexions"[voir Figure V.14]



Figure V.14 : étape 11 de Configuration des paramètres matériels

L'espace de travail pour les connexions s'ouvre. [voir Figure V.15]

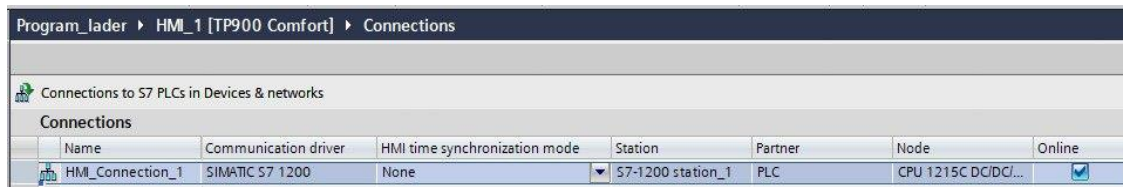


Figure V.15 : étape 12 de Configuration des paramètres matériels

Chaque ligne du tableau représente une connexion à un automate avec ses propriétés. Si vous créez une connexion dans "Appareils & réseaux", il s'agit d'une connexion intégrée. Les paramètres de communication sont automatiquement renseignés correctement.

"<Ajouter>" permet aussi de créer de nouvelles connexions. Vous devez configurer vous-même les paramètres de communication de ces connexions.

5.2. Développement d'un système de supervision sous WinCC Runtime Advanced:

Nous avons développé initialement, une vue globale de notre système avec un fonctionnement totalement automatique, en précisant l'emplacement de tous les capteurs. Ensuite, nous avons réalisé une autre vue qui porte les dimensions du tube et quelques paramètres de la machine. La vue suivante, inclue toutes les étapes du déroulement d'un cycle complet de la machine. La dernière vue, représente la vue d'alarmes, elle affiche les anomalies qui se manifestent pendant le fonctionnement du banc d'épreuve hydrostatique.

5.1. Création de table de variables IHM :

Une table de variables IHM fait référence à une structure ou une liste de variables utilisées dans une interface homme-machine (IHM) pour afficher et contrôler les données d'un système automatisé. Cette table peut être utilisée pour organiser les différentes variables associées à l'IHM et faciliter leur gestion. [voir Figure V.16]

Program_lader ▶ HMI_1 [TP900 Comfort] ▶ HMI tags ▶ Default tag table [138]

HM tags System tags

Default tag table

Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address	Access mode	Acquisition cycle
Alarms_Word	Word	HIM_Conne...	PLC	<Undefined>	%DB2.DBW0	<absolute access>	1 s
avancer chariot 1	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"avancer chariot 1"		<symbolic access>	1 s
avancer chariot 2	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"avancer chariot 2"		<symbolic access>	1 s
avancer chariot 3	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"avancer chariot 3"		<symbolic access>	1 s
Baïsser bras éjection de section	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"Baïsser bras éjection de ..		<symbolic access>	1 s
baïsser Support de la tige de pe	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"baïsser Support de la tig..		<symbolic access>	1 s
capteur de bras éjection de séc.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de bras éjection .		<symbolic access>	1 s
capteur de bras éjection de séc.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de bras éjection .		<symbolic access>	1 s
capteur de bras réception de sé.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de bras réceptio..		<symbolic access>	1 s
capteur de bras réception de sé.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de bras réceptio..		<symbolic access>	1 s
capteur de bras réception de sé.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de bras réceptio..		<symbolic access>	1 s
capteur de chariot 1 détec	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de chariot 1 dét..		<symbolic access>	1 s
capteur de chariot 2 détec	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de chariot 2 dét..		<symbolic access>	1 s
capteur de section 0 -stopinjec.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de section 0 -st..		<symbolic access>	1 s
capteur de section 1 -stopinjec.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de section 1 -st..		<symbolic access>	1 s
capteur de section 3 -tube au ...	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de section 3 -tu..		<symbolic access>	1 s
capteur de section 4 -stopinjec.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de section 4 -st..		<symbolic access>	1 s
capteur de section 5 -tube au ...	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur de section 5 -tu..		<symbolic access>	1 s
capteur fin course de chariot 1 ...	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur fin course de ch..		<symbolic access>	1 s
capteur fin course de chariot 2 ...	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur fin course de ch..		<symbolic access>	1 s
capteur fin course de chariot3 ...	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur fin course de ch..		<symbolic access>	1 s
capteur passage tube par secti.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur passage tube pa..		<symbolic access>	1 s
capteur passage tube par secti.	Bool	HIM_Connectio...	PLC	"capteur passage tube pa..		<symbolic access>	1 s

HMI tag parameter

Figure V.16 : Partie de notre table de variables IHM

5.2. La réalisation des vues de contrôle et de supervision du système :

Nous avons réalisé 08 vue pour visualiser le mode de fonctionnement de la machine peinture intérieure et système de convoyage.

5.2.1. Vue d'accueil :

C'est la première vue que nous avons réalisé, elle représente la page d'accueil de l'interface utilisateur. [voir Figure V.17]

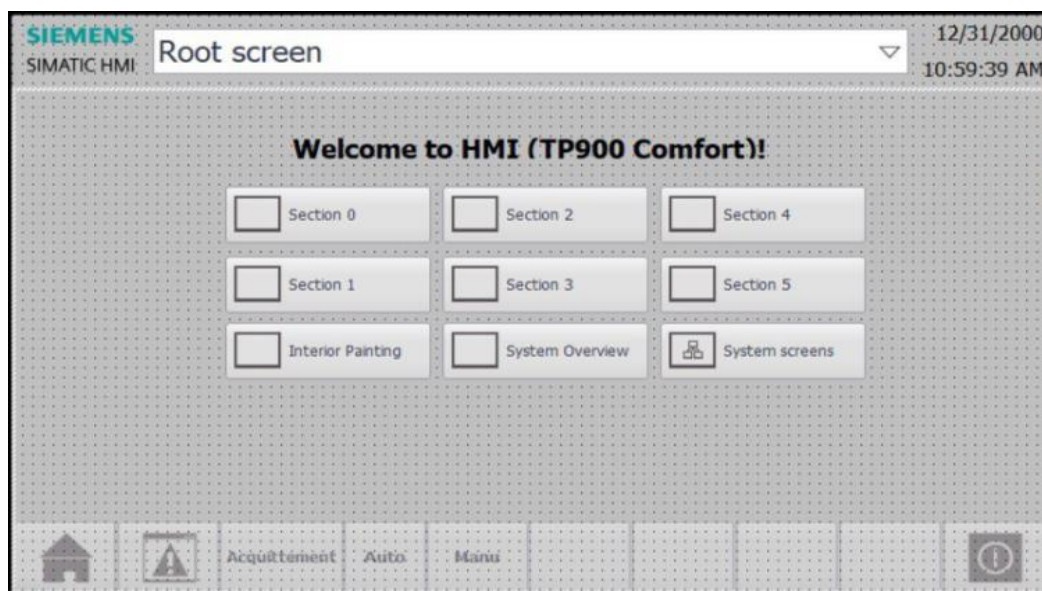


Figure V.17.: Vue d'accueil

5.2.2 Vue du l'animation de machine peinture intérieure :

Cette vue nous permet de superviser la machine peinture intérieure et suivre sa fonctionnement. Elle inclue tous les capteurs et les actionneurs, ainsi que les buttons pour la commande manuelle et l'affichage les distances parcourues par les trois encodeurs et la longueur du tube. [voir Figure V.18]

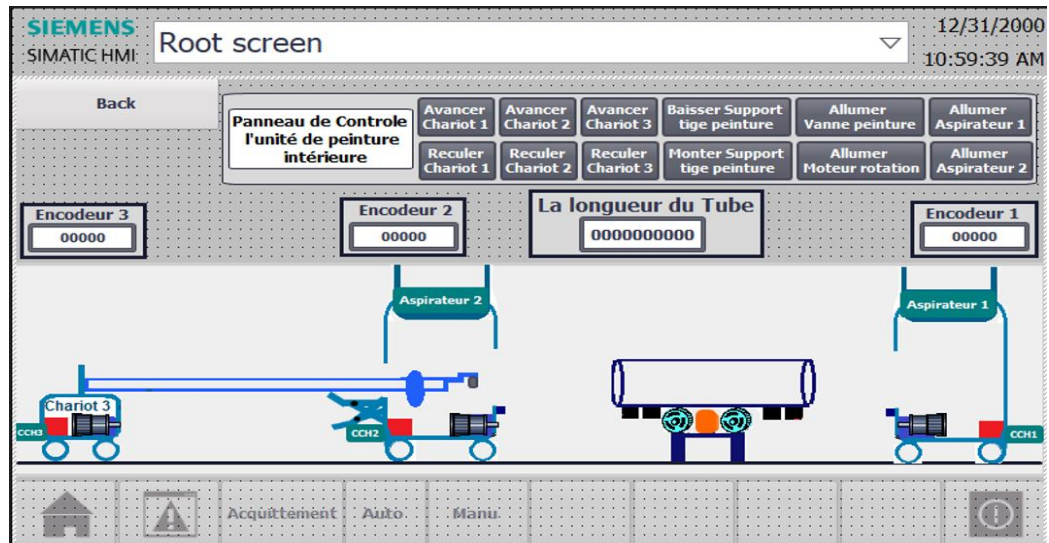


Figure V.18 : Vue du machine peinture intérieure

5.2.3. Vue d'ensemble du Systeme :

Cette vue offre une surveillance complète du processus de convoyage, englobant la machine de peinture intérieure ainsi que tous les capteurs et actionneurs associés. Elle permet de visualiser en temps réel l'état des capteurs et des actionneurs, facilitant ainsi la gestion et le contrôle efficaces de l'ensemble du système. [voir Figure V.19]

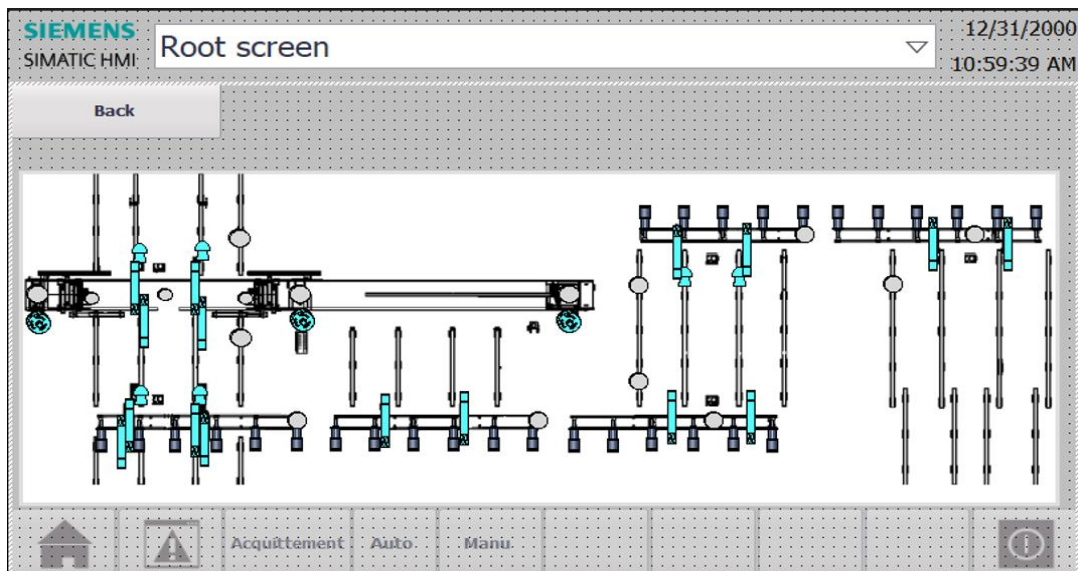


Figure V.19 : Vue d'ensemble du Systeme

5.2.4. Les vues des sections du système:

Ces vues représentent les sections du système de la section 0 jusqu'à la section 5 (zone de d'expédition), Chaque vue contient des boutons pour contrôler les actionneurs de chaque section ainsi que leurs indices d'état, et affiche également la longueur du tube récemment entré dans la section. [voir Figure V.20] [voir Figure V.21] [voir Figure V.22] [voir Figure V.23] [voir Figure V.24] [voir Figure V.25]

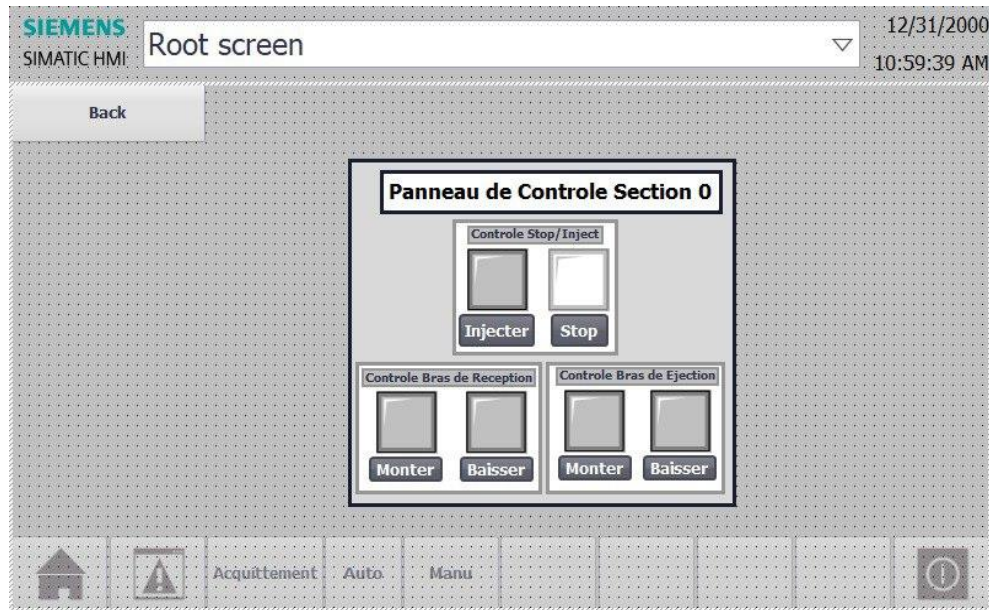


Figure V.20 : Vue de Section 0

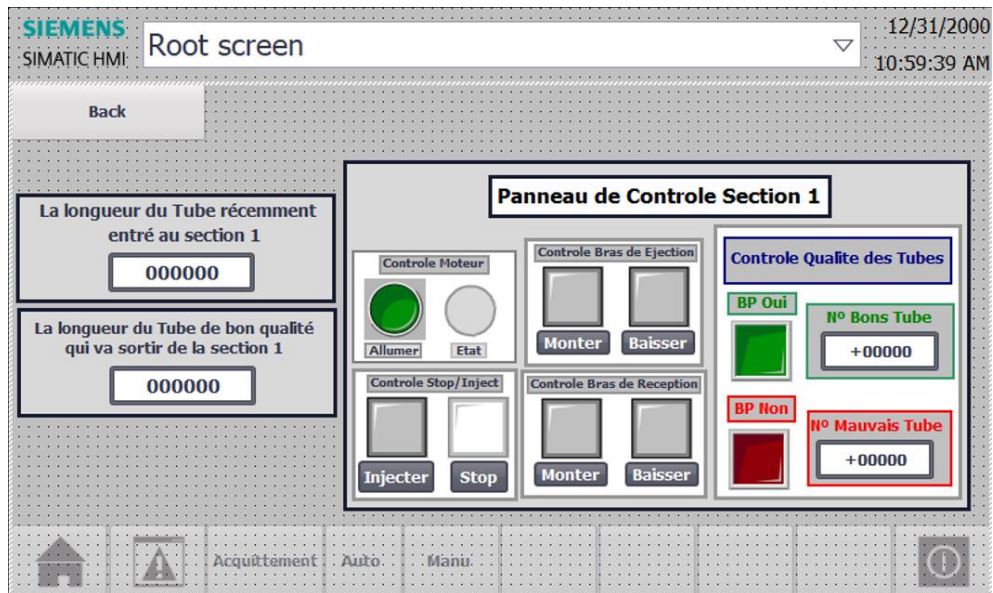


Figure V.21 : Vue de Section 1

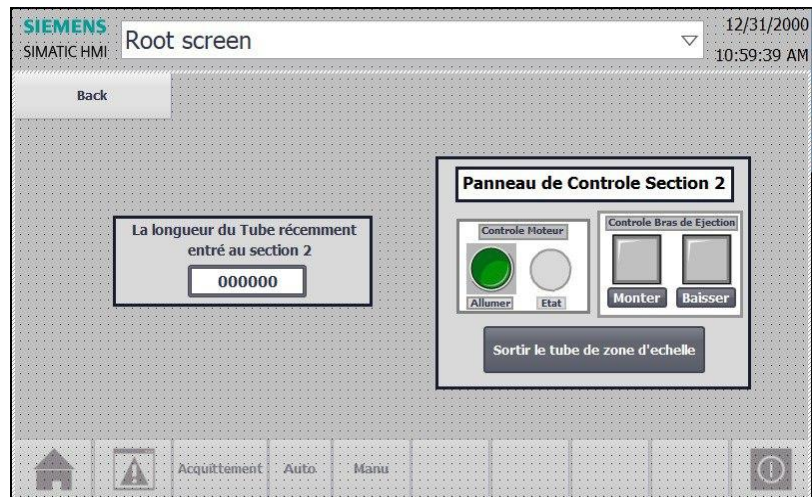


Figure V.22 : Vue de Section 2

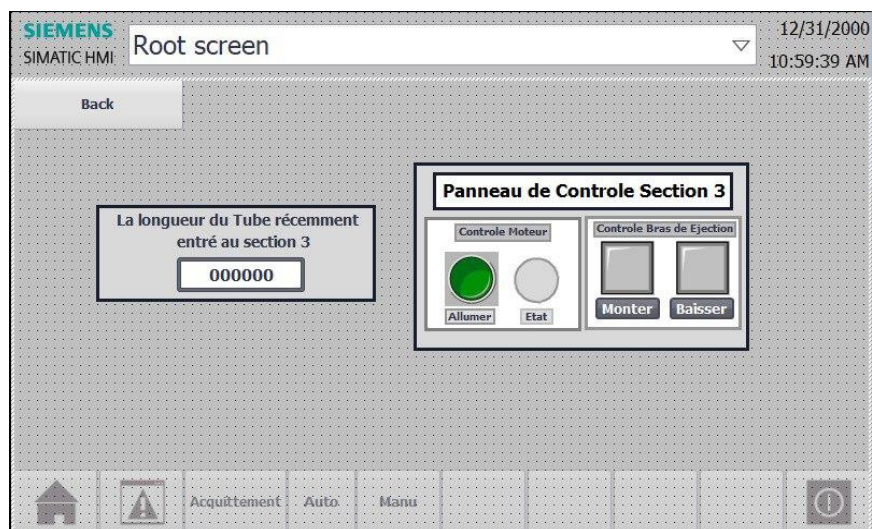


Figure V.23 : Vue de Section 3

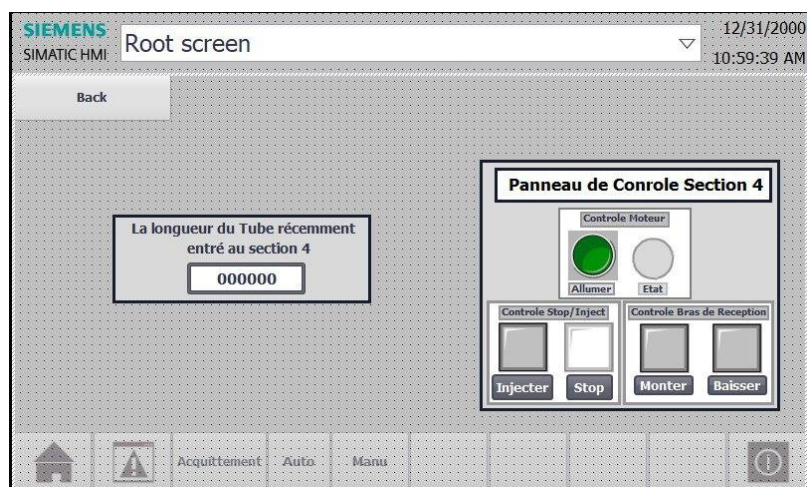


Figure V.24 : Vue de Section 4

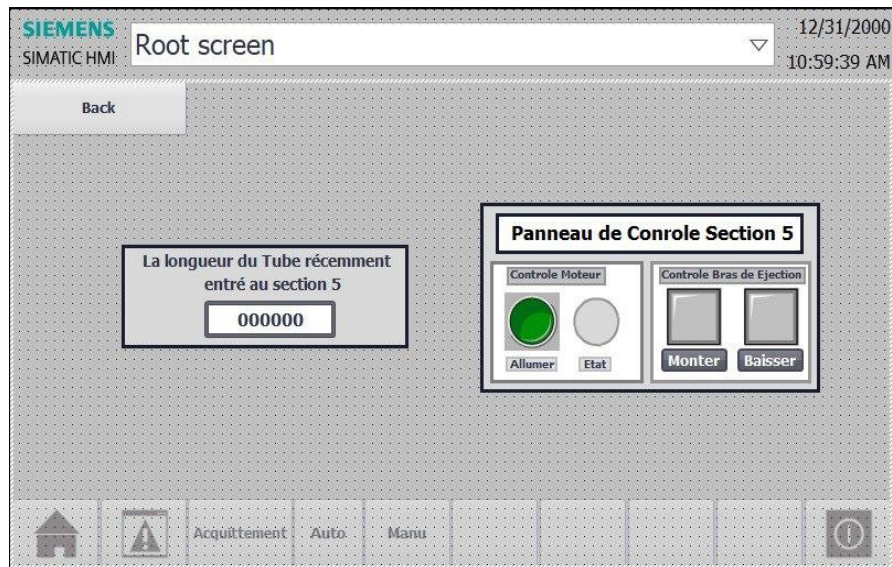


Figure V.25: Vue de Section 5

5.2.5. Vue des alarmes :

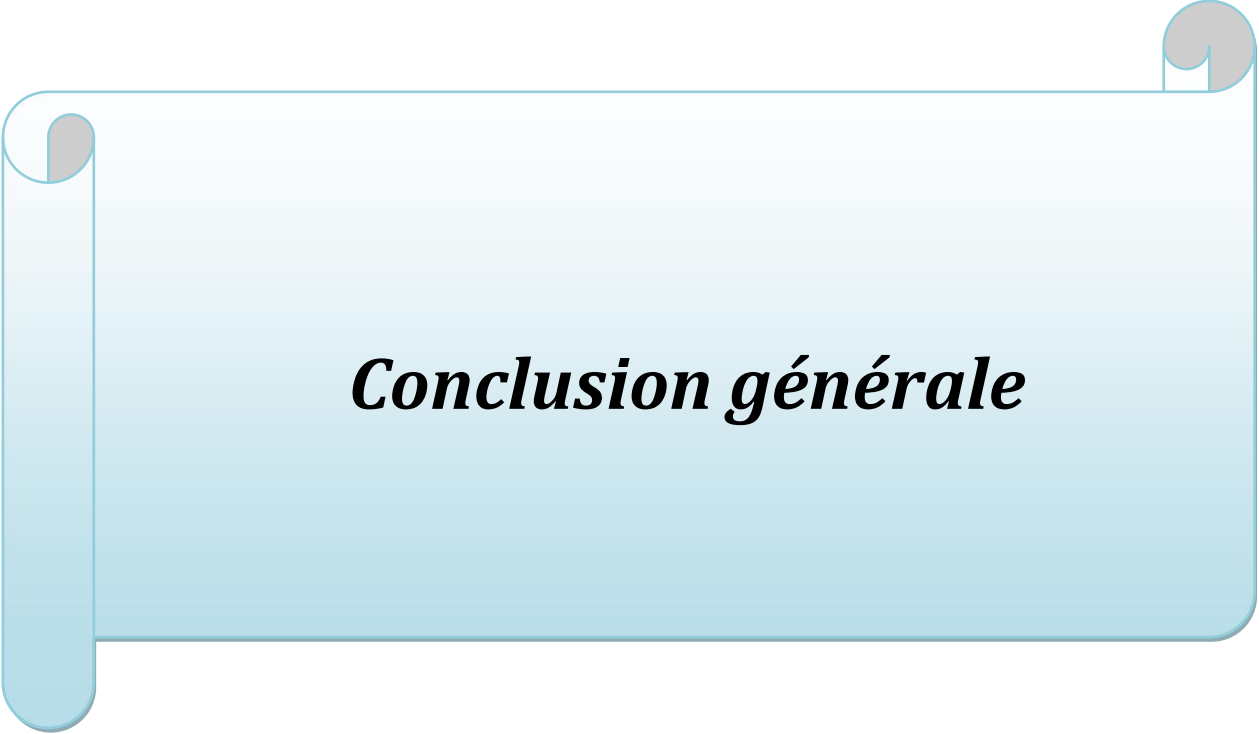
Cette vue représente la vue des alarmes, elle indique tous les anomalies que peut le système rencontre pendant son fonctionnement. [voir Figure V.26]

No.	Time	Date	Status	Text	Acknowledge group
8	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Chariot2 a été act...	0
7	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Chariot1 a été act...	0
6	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Section5 a été ac...	0
5	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Section4 a été ac...	0
4	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Section3 a été ac...	0
3	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Section2 a été ac...	0
2	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Section1 a été ac...	0
1	9:41:54 PM	6/2/2024	I	L'arret d'urgence a ete active	0
10	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur roue rotation du t...	0
9	9:41:54 PM	6/2/2024	I	Disjoncteur Moteur Chariot3 a été act...	0

Figure V.26 : Vue des alarmes

6. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté en général la supervision des systèmes automatisés. Ensuite, nous avons élaboré une plateforme de supervision pour notre système en utilisant le logiciel WinCC. A la fin nous concluons que la supervision avec WinCC offre une vision approfondie et pratique sur le système de supervision et de contrôle dans le domaine de l'automatisation industrielle.



Conclusion générale

Conclusion générale

Le travail que nous avons accompli dans le cadre de projet de fin d'études, avec l'appui du stage pratique tenu au sein de l'unité ALTUMET, nous a offert une expérience concrète et une immersion dans le milieu professionnel car il favorise le développement des compétences et des connaissances nécessaires pour réussir dans le domaine de l'automatisation.

L'objectif de notre projet était d'élaborer une solution de commande et de supervision pour l'ensemble de la section de peinture intérieure et le système de convoyage. La mise en œuvre de la solution automatisée consiste à utiliser l'automate S7-1200, avec la programmation effectuée à l'aide du logiciel Tia Portal.

Pour garantir une cohérence optimale de notre mémoire, nous avons commencé par décrire l'entreprise où nous avons fait le stage pratique. Par la suite, nous avons passé à une étude pratique et fonctionnelle du l'ensemble de la section de peinture intérieure et le système de convoyage pour pouvoir réaliser un modèle qui respecte conformément les exigences du cahier des charges de la machine avec l'outil GRAFCET. Puis, nous avons élaboré le programme sous Tia Portal qui sera implémenté sur l'automate S7-1200. Finalement, nous avons conçu une plateforme de supervision sous WinCC Runtime Advanced. De la sorte, nous avons pu mettre en œuvre une solution programmable qui répond aux exigences du cahier des charges en évitant ainsi toutes les anomalies et dysfonctionnement qui peuvent affecter notre système.

Ce projet nous a été bénéfique dans notre formation et développement professionnel, car il nous a permis de nous familiariser avec les logiciels : Tia Portal pour la programmation, WinCC pour la supervision. Nous avons acquis des compétences techniques solides et renforcé notre capacité à analyser et résoudre des problèmes complexes. La découverte du monde industriel, nous a permis de mettre en application les connaissances acquises durant notre cursus universitaire, il nous a offert aussi l'opportunité de collaborer avec des professionnels de l'automatique, d'observer leur expertise et d'apprendre de leur expérience.

Nous espérons que ce travail puisse servir de base solide pour nos futures carrières, en nous permettant de continuer à approfondir nos connaissances et à développer de nouvelles compétences. Nous souhaitons aussi que ce travail puisse être une source d'inspiration pour les promotions à venir.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Site officiel de l'entreprise ANABIB : <http://www.anabib.com>.
- [2] H.CHELLI et L.CHOUGAR, «Modélisation et synthèse de superviseur pour une chaîne de production à ALTUMET», Mémoire de master professionnel en Automatique et Informatique Industrielle, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2016.
- [3] M.TALAMALI et S.TEKFI, «Etude et caractérisation physico-mécanique de l'acier X70 avant et après soudage, utilisé dans la fabrication de tubes de la société ALTUMET », Mémoire de master en Génie des Matériaux, Département de Génie Mécanique, Université M'hamed BOUGARA, Boumerdes, 2019.
- [4] K.NAILI et M.SALEMKOUR, « Automatisation et supervision d'une grenailleuse intérieure de tube à ALTUMET, à l'aide de l'API S7-300, sous TIA Portal », Mémoire de master professionnel en Automatique et informatique industrielle, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2022.
- [5] A. LAKHLEF, « Capteurs », cours en master1, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2022.
- [6] P.MAYÉ, « Moteurs électriques industriels », Édition DUNOD, 2005.
- [7] <https://formation-energetique.fr>, consulté en avril 2023.
- [20] <https://www.technoindus.com> , consulté en avril 2023.
- [10] <https://scietech.fr> , consulté en Mai 2023.
- [11] <https://www.technologuepro.com> , consulté en Mai 2023.
- [12] <https://www.geea.org> , consulté en Mai 2023.
- [13] <https://fr.scribd.com> , consulté en Mai 2023.
- [14] <https://wikimemoires.net> , consulté en Mai 2023.
- [15] <https://sabtex.files.wordpress.com> , consulté en Mai 2023.

Références bibliographiques

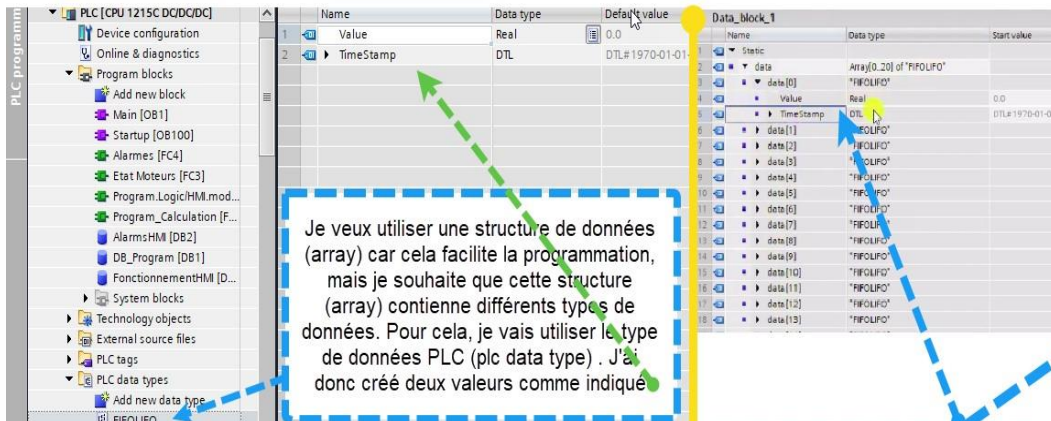
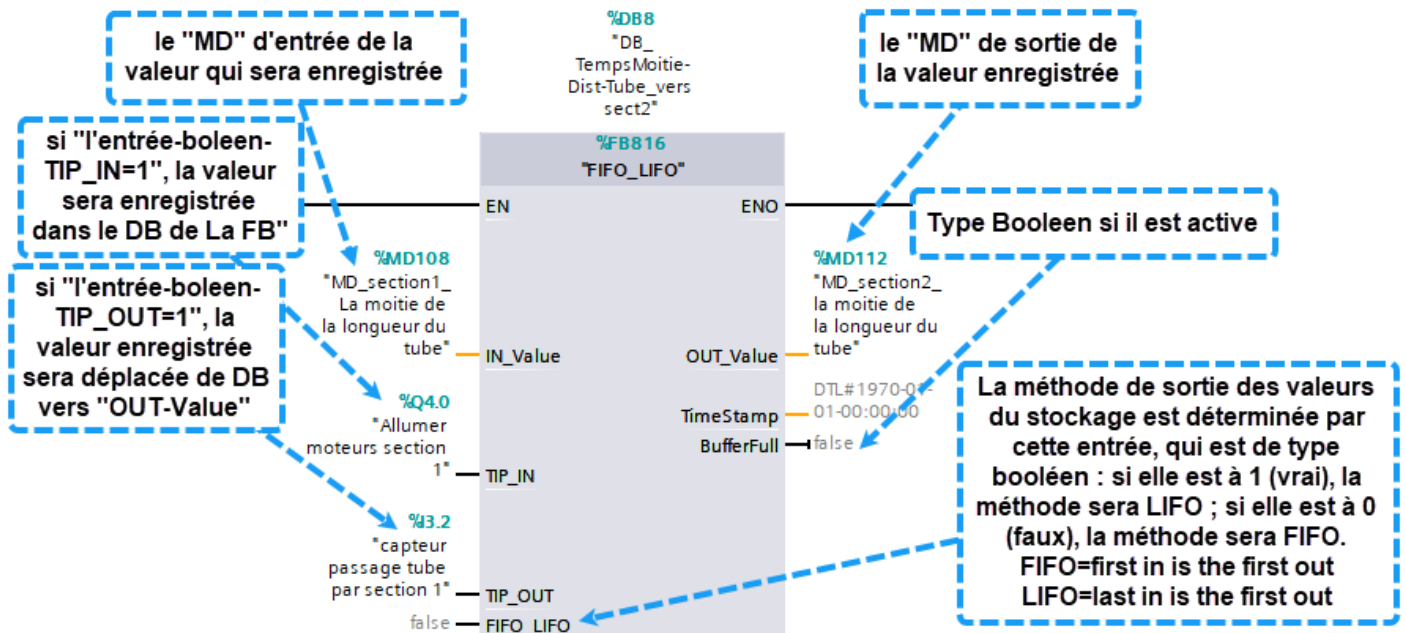
- [16] M. BLACHARD, « Comprendre, maîtriser et appliquer le GRAFCET », Édition CEPADUES, 2000.
- [17] S. MORENO et E. PEULOT, « LE GRAFCET: Conception-Implantation dans les Automates Programmables Industriels », Édition CASTEILLA, 2000.
- [18] H.HAMRI, « Automate programmable industriel », cours en master 2, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2022.
- [21] <https://supervision-informatique.com>, consulté en juin 2023.

Références bibliographiques

- [22] M. KHALDI et A. BOUSTA, « Conception, modélisation et supervision d'un chariot pour une enrouleuse installée à l'unité froid de l'UNIEM », Mémoire de master professionnel en Automatique et informatique industrielle, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2017.
- [23] K. OTHMANI, « Analyse fonctionnel et supervision d'un processus « moulin de farine » avec le logiciel WinCC flexible 2008 », Mémoire de master en Automatique, Ecole supérieure en sciences appliquées, Tlemcen, 2020.
- [24] L. DJERROU et A. BELKACEMI et M. GOUNANE, « Automatisation et supervision sous TIA Portal d'une station de traitement d'eau minérale Lalla-Khedidja CEVITAL », Mémoire de master professionnel en Automatique et informatique industrielle, Département d'Automatique, Université Mouloud MAMMERI, Tizi-Ouzou, 2022.

Annexe

Annexe A : fonctionnement le bloc fonction FIFO-LIFO



Name	Data type	Start value
1	Input	
2	IN_Value	Real 0.0
3	TIP_IN	Bool false
4	TIP_OUT	Bool false
5	FIFO_LIFO	Bool false
6	Output	
7	OUT_Value	Real 0.0
8	TimeStamp	DTL#1970-01-01-00:00:00
9	BufferFull	Bool false
10	InOut	
11	Static	
12	Buffer	Array(0..21) of "FIFOLIFO"
13	Buffer[0]	"FIFOLIFO"
14	Value	Real 0.0
15	TimeStamp	DTL#1970-01-01-00:00:00
16	YEAR	UInt 1970
17	MONTH	USInt 1
18	DAY	USInt 1
19	WEEKDAY	USInt 5
20	HOUR	USInt 0
21	MINUTE	USInt 0
22	SECOND	USInt 0
23	NANOSECOND	UDInt 0
24	Buffer[1]	"FIFOLIFO"
25	Buffer[2]	"FIFOLIFO"
26	Buffer[3]	"FIFOLIFO"
27	Buffer[4]	"FIFOLIFO"
45	TIPIN	R_TRIG
46	TIPOUT	R_TRIG

Par cette méthode, j'ai la possibilité de stocker deux types de données différents dans la base de données.

Annexe

FIFO_LIFO

IF...	CASE... OF...	FOR... TO DO...	WHILE... DO...	(*...*)	REGION
-------	------------------	--------------------	-------------------	---------	--------

```
1 IF #Buffer[20].Value = 0 THEN
2   #BufferFull := FALSE;
3   REGION Time AND date
4     #Error := RD_LOC_T(#READTIME); // read time and date
5   END_REGION
6
7   REGION tip in
8     #TIPIN(CLK := #TIP_IN); // positive edge for TIP_IN
9     IF #TIPIN.Q THEN
10      REGION pushing
11        #Buffer[0].Value := #IN_Value;
12        #Buffer[0].TimeStamp := #READTIME;
13      END_REGION
14
15      REGION Shifting
16        FOR #i := 20 TO 1 BY -1 DO
17          #Buffer[#i] := #Buffer[#i - 1];
18        END_FOR;
19      END_REGION
20
21    END_IF;
22  END_REGION
23
24
25
26 ELSE
27   #BufferFull := TRUE;
28 END_IF;
29
30 #TIPOUT(CLK:=#TIP_OUT);
31
32 REGION #TIPOUT
33   IF #TIPOUT.Q THEN
34
35
36     IF #FIFO_LIFO THEN
37       FOR #j := 20 TO 1 BY -1 DO
38         IF #Buffer[#j].Value <> 0.0 THEN
39           #OUT_Value := #Buffer[#j].Value;
40           #TimeStamp := #Buffer[#j].TimeStamp;
41           #Buffer[#j].Value := 0.0;
42         END_IF;
43       END_FOR;
44     ELSE
45       #OUT_Value := #Buffer[1].Value;
46       #TimeStamp := #Buffer[1].TimeStamp;
47       FOR #a := 2 TO 21 DO
48         #Buffer[#a - 1] := #Buffer[#a];
49       END_FOR;
50     END_IF;
51   END_REGION
52
53
54
55 END_IF;
56 END_REGION
57
58
59
```

Annexe

The screenshot displays the Siemens SIMATIC Manager interface. The left pane shows the 'FIFO_LIFO_DB' data block configuration table. The right pane shows a ladder logic network (Network 1) where the data block is connected to various inputs and outputs.

Name	Data type	Start value	Monitor value	Retain
Input				
IN_Value	Real	0.0	30.0	
TIP_IN	Bool	false	FALSE	
TIP_OUT	Bool	false	FALSE	
FIFO_LIFO	Bool	false	FALSE	
Output				
OUT_Value	Real	0.0	0.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 1970-01-01-00:00:00	
Bufferfull	Bool	false	FALSE	
InOut				
Static				
Buffer	Array(0..21) of "FIFO_LIFO"			
Buffer[0]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	30.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 2021-03-16-03:52:11...	
Buffer[1]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	30.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 2021-03-16-03:52:11...	
Buffer[2]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	20.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 2021-03-16-03:51:47...	
Buffer[3]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	10.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 2021-03-16-03:51:20...	
Buffer[4]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	0.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 1970-01-01-00:00:00	
Buffer[5]	"FIFO_LIFO"			
Value	Real	0.0	0.0	
TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-00:00:00	DTL# 1970-01-01-00:00:00	

The right pane shows a ladder logic network (Network 1) with the following connections:

- EN (Enable) is connected to a constant 30.0.
- IN_Value is connected to a constant 30.0.
- TIP_IN is connected to a constant FALSE.
- TIP_OUT is connected to a constant FALSE.
- FIFO_LIFO is connected to a constant FALSE.
- OUT_Value is connected to a constant 0.0.
- TimeStamp is connected to a constant DTL# 1970-01-01-00:00:00.
- Bufferfull is connected to a constant FALSE.

Image montrant comment les données sont entrées, stockées et organisées dans la base de données.

Annexe

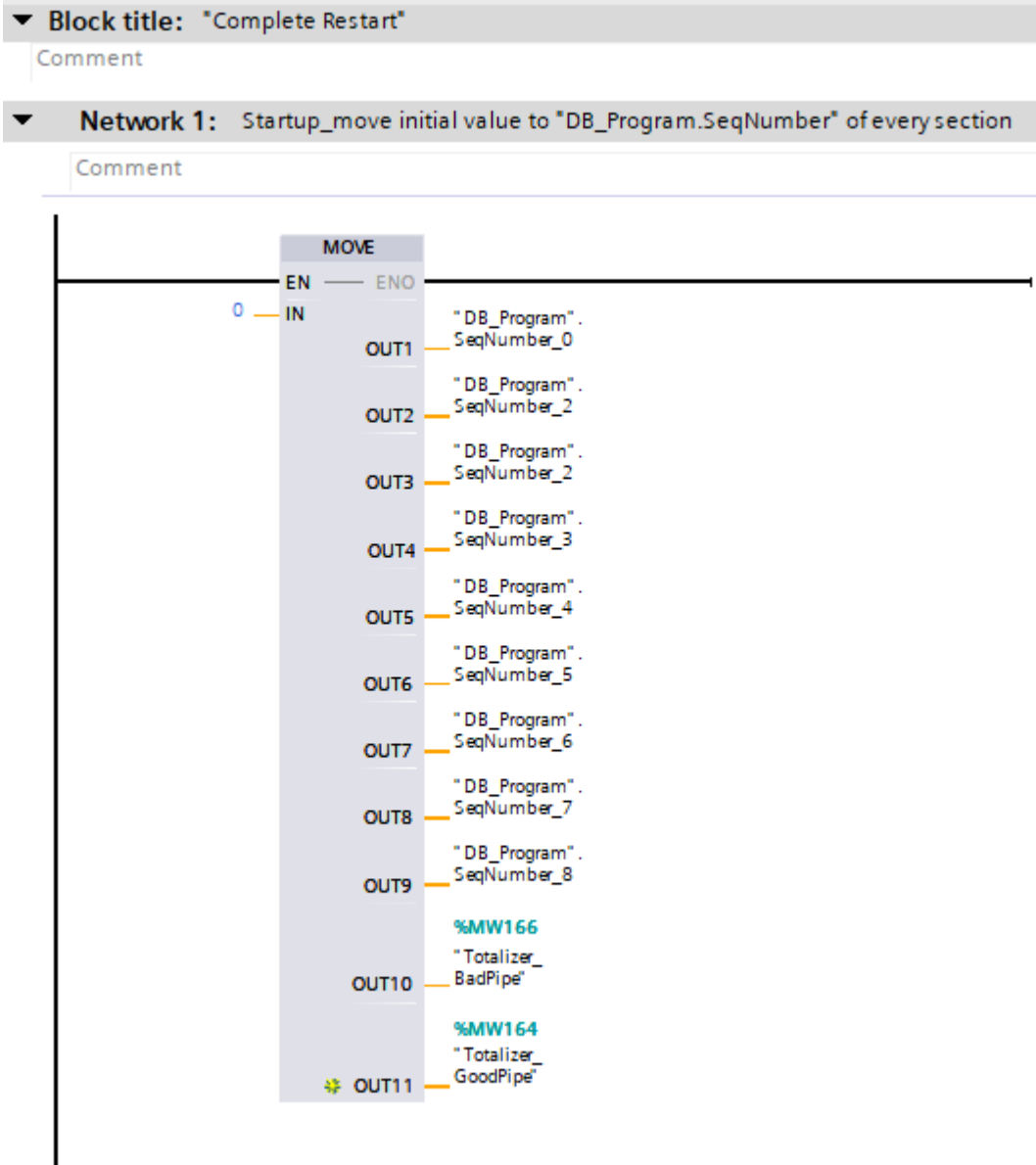
FIFO_LIFO_DB					
Name	Data type	Start value	Monitor value	Retain	Accessible f...
1 Input					
2 IN_Value	Real	0.0	50.0		
3 TIP_IN	Bool	false	FALSE		
4 TIP_OUT	Bool	false	TRUE		
5 FIFO_LIFO	Bool	false	FALSE		
6 Output					
7 OUT_Value	Real	0.0	50.0		
8 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:47...		
9 BufferFull	Bool	false	FALSE		
10 InOut					
11 Static					
12 Buffer	Array(0..21) of "FIFO_LIFO"				
13 Buffer[0]	"FIFO_LIFO"				
14 Value	Real	0.0	50.0		
15 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:47...		
16 Buffer[1]	"FIFO_LIFO"				
17 Value	Real	0.0	40.0		
18 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:32...		
19 Buffer[2]	"FIFO_LIFO"				
20 Value	Real	0.0	30.0		
21 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:11...		
22 Buffer[3]	"FIFO_LIFO"				
23 Value	Real	0.0	0.0		
24 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:51:47...		

Image montrant comment les données sont sorties et comment elles sont organisées dans la base de données.

FIFO_LIFO_DB					
Name	Data type	Start value	Monitor value	Retain	Accessible f...
1 Input					
2 IN_Value	Real	0.0	50.0		
3 TIP_IN	Bool	false	FALSE		
4 TIP_OUT	Bool	false	TRUE		
5 FIFO_LIFO	Bool	false	FALSE		
6 Output					
7 OUT_Value	Real	0.0	40.0		
8 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:32...		
9 BufferFull	Bool	false	FALSE		
10 InOut					
11 Static					
12 Buffer	Array(0..21) of "FIFO_LIFO"				
13 Buffer[0]	"FIFO_LIFO"				
14 Value	Real	0.0	50.0		
15 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:47...		
16 Buffer[1]	"FIFO_LIFO"				
17 Value	Real	0.0	30.0		
18 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:52:11...		
19 Buffer[2]	"FIFO_LIFO"				
20 Value	Real	0.0	0.0		
21 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:51:47...		
22 Buffer[3]	"FIFO_LIFO"				
23 Value	Real	0.0	0.0		
24 TimeStamp	DTL	DTL# 1970-01-01-	DTL# 2021-03-16-03:51:20...		

Annexe

Annexe B : OB 100 « initialisation du programme »



Annexe

Annexe C : Configuration d'un Encodeur High Speed Counter avec S7-1200

Pour configurer un encodeur High Speed Counter (HSC) avec un PLC Siemens S7-1200, voici quelques étapes générales à suivre :

1. Activer les compteurs à grande vitesse : Pour pouvoir exécuter l'opération "Contrôler les compteurs à grande vitesse" [CTRL_HSC], vous devez activer les compteurs à grande vitesse dans la configuration de l'appareil. Dans la navigation de projet, cliquez avec le bouton droit sur le dossier "PLC_1[CPU...]" et dans le menu contextuel, ouvrez "Propriétés...".
2. Configurer les compteurs à grande vitesse : Dans l'onglet "Général", ouvrez le dossier "Compteurs à grande vitesse (HSC)" et cliquez sur "HSC1". Les propriétés du compteur à grande vitesse "HSC1" s'affichent dans la fenêtre de droite.
3. Activer le compteur à grande vitesse : Cochez l'option "Activer ce compteur à grande vitesse" pour activer le compteur à grande vitesse 1.
4. Définir les fonctions du compteur : Définissez les fonctions pour le compteur à grande vitesse "HSC_1" (Fig. 1) et fermez la boîte de dialogue avec OK.

The image shows a configuration window for a High Speed Counter (HSC). It is divided into several sections:

- Enable:** A checkbox labeled "Enable this high speed counter" is checked.
- Project information:** The "Name" field is set to "HSC_1". The "Comment" field is empty.
- Function:** This section contains several dropdown menus:
 - "Type of counting:" is set to "Count".
 - "Operating phase:" is set to "Single phase".
 - "Counting direction is specified by:" is set to "User program (internal direction control)".
 - "Initial counting direction:" is set to "Count up".
- Frequency measuring period:** A field with a plus/minus button and a unit dropdown set to "sec".

Fig 1 : Définir les fonctions du compteur à grande vitesse HSC_1

5. Appeler l'instruction "CTRL_HSC" : Appelez l'instruction "Contrôler les compteurs à grande vitesse" [CTRL_HSC] dans le bloc "Main [OB1]". L'instruction "CTRL_HSC" se trouve dans la palette d'instructions sous "Technologie > Compter".

Annexe

6. Paramétrer l'instruction "CTRL_HSC" : Paramétrez le paramètre "HSC" avec la constante système de l'ID matériel (HW ID). Pour cela, ouvrez la boîte de dialogue "Afficher toutes les variables" et sélectionnez l'onglet "Constantes système".

Remarque : Si vous divisez la zone de l'éditeur et avez à la fois la boîte de dialogue "Main [OB1]" et la boîte de dialogue "Constantes système" côte à côte à l'écran, vous pouvez faire glisser et déposer la constante "Local~HSC_1" vers le paramètre "HSC".

7. Paramétrer les entrées de l'instruction "CTRL_HSC" : Paramétrez les entrées de l'instruction "CTRL_HSC" avec les variables DB et définissez les deux variables pour les paramètres de sortie (Fig. 2).
8. Réinitialiser le compteur : Insérez l'instruction "Reset output" [R] dans un autre réseau et paramétrez les opérandes avec la variable "DBHSCretain.CV1". Une fois que la valeur actuelle du compteur a été activée avec la variable "DBHSCretain.CV1", le paramètre "CV" doit être réinitialisé à nouveau.

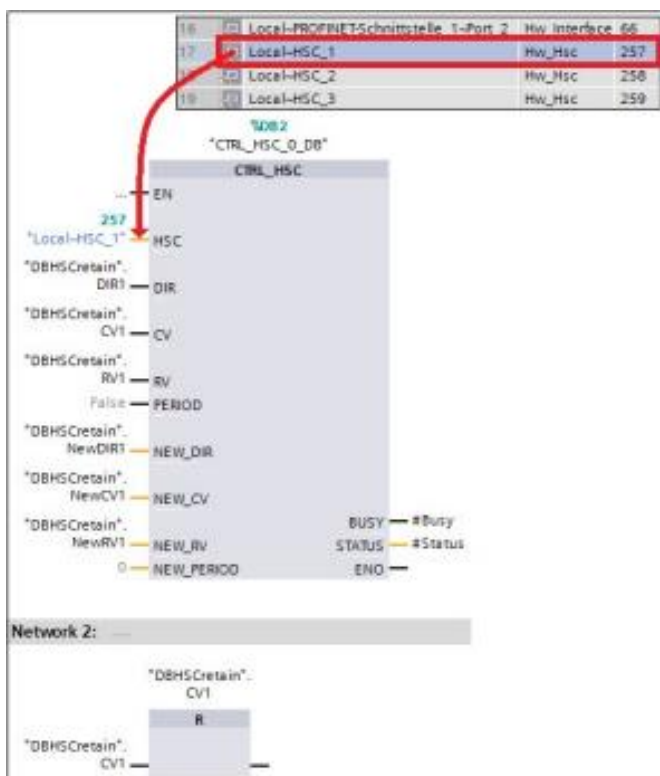


Fig 2: Paramétrer les entrées de l'instruction CTRL_HSC

9. Sauvegarder et compiler le projet : Sauvegardez et compilez le projet puis téléchargez la station dans le CPU.

Annexe
