

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique industrielle

Présenté par

**SARAH SIDI MAMMAR
CHAHRAZED TAHIR**

Thème :

Automatisation d'une Laveuse des claies à l'aide de l'automate S7 1200 sous Tia portal au sein de STLD

Mémoire soutenu publiquement le 25/06/2024 devant le jury composé de :

M Youcef MESSAR

MAA, UMMTO, Président

Mme Ouiza BOUKENDOUR

MAA, UMMTO, Encadrant

M MALEK AZZOUG

Ingénieur, STLD, Co-Encadrant

M Ahcen HAMOUDI

MCB, UMMTO, Examineur

M Khedoudja KHERRAZ

MCB, UMMTO, Examineur



Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu tout puissant et miséricordieux qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail et a permis que nous soyons ce que sommes aujourd'hui.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice, **Madame BOUKENDOUR Ouiza** enseignante à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir bien voulu superviser notre travail. Nous la remercions chaleureusement pour ses conseils judicieux, ses orientations précieuses et la patience dont elle a fait preuve tout au long de la réalisation de ce projet.

Nos remerciements vont également à l'ensemble du personnel administratif et technique de **STLD**, en particulier nos encadrants **Mr M. AZZOUG** et **Mr M. CHEMOUNE** pour leurs aides qu'ils nous ont apportées. Leurs accueils chaleureux, leur expertise et leur soutien ont été inestimables pour la réalisation de notre projet.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers les enseignants qui ont apporté une contribution significative à notre succès. En particulier, **Monsieur CHARIF Moussa** enseignant à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour sa disponibilité et ses suggestions qui ont grandement facilité notre travail.

Nous tenons tout particulièrement à remercier vivement les membres du jury d'avoir accepté de juger notre travail. Nous sommes reconnaissants de l'opportunité que vous nous avez donnée de présenter ce travail, et de votre temps consacré à l'examen soigneux et au jugement équitable.

Un immense merci à nos parents pour leurs sacrifices et leurs encouragements contenu pendant tous notre parcours.



DEDICACE

Mes dédicaces les plus chaleureusement sont adressées à :

Mes chers parents qui ont été ma source d'inspiration et de soutien inébranlable tout au long de mon parcours académique. Leur amour, leur dévouement et leur sacrifice qui ont été constants, et leur confiance en moi a été ma motivation et ma détermination. Cette réalisation est également un hommage à leurs valeurs et à leur éthique qui m'ont guidé tout au long de ma vie.

Mes précieuses sœurs « KAHINA, KATIA et FATIHA » pour leurs encouragements permanents et leurs aides.

Mon cher grand frère « SOFIANE » pour son soutien inconditionnel.

Mon très cher neveu « BAYREM ».

Ma chère binôme et amie, « SARAH » qui a partagé ce travail avec moi dans les bons et mauvais moments, pour les efforts déployés avec assiduité et persévérance tout au long de ce projet, et à toute sa famille.

Ma très chère amie « O. SARAH » et à tous mes amis qui ont fait preuve d'humilité, de modestie et d'amitié sincère et qui ont porté leur confiance à mon égard.

TAHIR CHAHRAZED



DEDICACE

Mes dédicaces les plus chaleureusement sont adressées à :

Mes chers parents, qui m'ont encouragé à aller de l'avant et qui m'ont donné tout leur amour pour poursuivre mes études. Leur présence dans ma vie a été un refuge dans les moments les plus difficiles, et leur courage et leur force m'ont inspiré à poursuivre mes rêves Auxquels je dois ce que je suis.

Mon cher petit frère « LYES » qui a toujours répondu présent.

A ma grand-mère, dans la présence aimante et les conseils précieux ont été une source constante d'inspiration.

A la mémoire de mon grand-père décédé, dans les valeurs et l'héritage continuent de guider mes pas.

A mes tantes, « KARIMA », « SABRINA », « FATIMA », « DEHBIA » qui ont été des sources d'inspiration et de soutien dans ma vie.

Ma chère binôme et amie, « CHAHRAZED », pour son entente et sa sympathie, son soutien moral et sa patience tout au long de ce projet et a toute sa famille.

Tous mes amis qui ont été à mes côtés au long du chemin et a tous qui m'ont inspirée et m'ont accompagnée

SIDI MAMMAR SARAH

Symboles et abréviations

NEP : Nettoyage en place.

API : Automate Programmable Industriel.

PC : partie commande.

PO : Partie opérative.

CPU: Central Processing Unit.

SIMATIC: Siemens Automatic

RAM: Random Access Memory.

ROM: Read-Only Memory.

E/S: Entrée / Sortie.

PM : Module de puissance.

SB : Signal Boards.

SM : Modules de Signaux.

CM : Module de Communication.

CSM: Module Compact Switch.

LD: Ladder Diagram.

IL : Instruction List.

FBD: Function Block Diagram.

ST: Structured Text.

SFC: Sequential Function Charts.

TIA Portal: Totally Integrated Automation Portal.

HSC: High Speed Counting.

OB: Blocs organization.

FB: Blocs fonctionnels.

FC: Fonctions.

DB : Blocs de données.

S7 : Step7.

SCL : Structured control Language.

GRAFCET : Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition.

WinCC : Windows Contrôle Center.

IHM : Interface Homme Machine.

Résumé

Dans notre mémoire nous avons étudié la machine laveuse des claies au sein de la société de traitement de lait et ses dérivées située à Draa ben kheda (fermier), une étude détaillée a été conduite sur le fonctionnement de cette machine, on a présenté le cahier de charge et on a proposé des améliorations. Pour cela nous avons utilisé un automate « S7-1200 » avec un logiciel de programmation « Tia Portal » fourni par le concepteur Siemens pour effectuer les différentes étapes de la programmation ou on a modélisé la station par l'outil GRAFCET et on a présenté également langage « ladder » de notre processus, ainsi que la création d'une Interface Homme Machine de supervision « IHM » qui est piloté sur le logiciel WINCC flexible pour la supervision et la configuration en temps réel notre système.

Mots-clés : automate, S7-1200, Tia Portal, Siemens, GRAFCET, IHM, WINCC flexible.

Liste des figures

Avant-propos

Figure 1 : Emplacement géographique.....	I
Figure 2 : Plan de l'EURL STLD.....	II
Figure 3 : Principaux produits de l'EURL STLD.....	III

CHAPITRE I

Figure I.1 : La marque SASSARO.....	3
Figure I.2 : La machine laveuse claies.....	4
Figure I.3 : Les composants de la machine laveuse claies.....	5
Figure I.4 : Extracteur buées entrée/sortie.....	6
Figure I.5 : Pompe lavage 7,5 kW.....	6
Figure I.6 : Manomètre pression lavage	6
Figure I.7 : Sonde de niveau remplissage lavage.....	6
Figure I.8 : Vanne de vidange pré-lavage.....	7
Figure I.9 : Gâche verrouillage porte.....	7
Figure I.10 : Vanne envoi auto nettoyage.....	7
Figure I.11 : Vanne de remplissage lavage.....	8
Figure I.12 : Vanne de chauffage vapeur tout ou rien.....	8
Figure I.13 : Purgeur de condensats.....	9
Figure I.14 : Clap et anti condensats.....	9
Figure I.15 : Sonde pt100 température lavage.....	9
Figure I.16 : Conductivimètre (positionnée sur tunnel).....	10
Figure I.17 : Sonde conductivité.....	10
Figure I.18 : Pompe désinfectante.....	11
Figure I.19 : Vanne réglage débit Rinçage final réseau.	11
Figure I.20 : Vanne pneumatique rinçage final réseau.....	11
Figure I.21 : Détecteur de sécurité couverte bac lavage.....	12

Figure I.22 : Volet de triage lavage/rinçage.....	12
Figure I.23 : Rampe de triage lavage rotative.....	13
Figure I.24 : Rampe de rinçage fixe.....	13
Figure I.25 : Boitier rotatif rampe lavage.....	13
Figure I.26 : Alimentation générale eau froide.....	14
Figure I.27 : Sortie condensats.....	14
Figure I.28 : Alimentation vapeur (pression 4 bars)	14
Figure I.29 : Sortie égout général.....	15
Figure I.30 : Alimentation air comprimé 6 bars sur filtre régulateur.....	15
Figure I.31 : Coffret de commande.....	16
Figure I.32 : Arrêt d'urgence sur coffret.....	16
Figure I.33 : Le poste de travail de l'opérateur.....	17

CHAPITRE II

Figure II.1 : Le processeur.....	26
Figure II.2 : La Mémoire vive (RAM).....	26
Figure II.3 : Mémoire ROM.....	26
Figure II.4 : Les modules d'entrée/sortie.....	28
Figure II.5 : Gamme SIEMENS.....	29
Figure II.6 : Unité centrale CPU 1214C.....	30
Figure II.7 : Module de puissance PM.....	31
Figure II.8 : Signal Boards SB.....	31
Figure II.9 : Module signal SM.....	31
Figure II.10 : Module de communication CM.....	32
Figure II.11 : Module compact switch CSM.....	32
Figure II.12 : Cartes mémoires SIMATIC 2Mo a 32 Mo.....	32
Figure II.13 : Logiciel Totally Integrated Automation Portal VX.....	35
Figure II.14 : Fenêtre de création du projet.....	36
Figure II.15 : Fenêtre de mise en route.....	36
Figure II.16 : Fenêtre pour ajouter un appareil.....	37

Figure II.17 : Configuration matérielle.....	38
---	-----------

CHAPITRE III

Figure III.1 : Symbolisation du Grafcet.....	41
Figure III.2 : Différents symbole d'étape.....	41
Figure III.3 : Actions associées aux étapes.....	42
Figure III.4 : Représentation d'une transition réceptive.....	43
Figure III.5 : Exemple de liaison orientée.....	43
Figure III.6 : Exemple d'un GRAFCET de niveau 1.....	44
Figure III.7 : Exemple d'un grafcet niveau 2.....	45
Figure III.8 : Exemple d'un grafcet niveau 3.....	45
Figure III.9 : Divergence en ET.....	46
Figure III.10 : Convergence en ET.....	46
Figure III.11 : Divergence en OU.....	47
Figure III.12 : Convergence en OU.....	47
Figure III.13 : Saut d'étape.....	48
Figure III.14 : Reprise de séquence.....	48
Figure III.15 : Grafcet global niveau 2.....	51

CHAPIRE IV

Figure IV.1 : Schéma synoptique d'un système de supervision.....	56
Figure IV.2 : Référence de l'écran IHM.....	56
Figure IV.3 : L'interface de supervision KTP400 BASIC.....	57
Figure IV.4 : Liaison entre l'API et le panel.....	58
Figure IV.5 : Vue d'accueil.....	60
Figure IV.6 : Vue choix de cycle.....	61
Figure IV.7: Vue manuelle.....	62
Figure IV.8 : Vue d'alarme.....	63
Figure IV.9 : Vue de supervision.....	64

Figure IV.10 : Visualisation de l'état du programme.....65

Avant-propos

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

Chapitre I : Etude théorique de la machine

I.1.Introduction	3
I.2.Etablissement SASSARO	3
I.3.Définition et caractéristiques de la machine laveuse claires	3
I.3.1. Définition	3
I.3.2. Caractéristiques	3
I.4. Construction mécanique de la machine laveuse claires	4
I.5. Description générale de la machine laveuse claires	16
I.5.1. Description	16
I.5.2. Postes de travail	17
I.5.3. Capacité de la machine	17
I.5.4. Dimensions de la machine	18
I.6. Fonctionnement	18
I.7. Cahier de charge	18
I.8.Raccordements de la machine	19
I.8.1. Eau	19
I.8.2. Vapeur et condensats	20
I.8.3. Electricité	20
I.8.4. Air comprimé	20
I.9. Problèmes constatés (amélioration)	21
I.10. Conclusion	21

Chapitre II : Etude générale sur les automates programmables Industriels API s

II.1. Introduction	22
II.2. L'automatisme	22
II.2.1. Objectif de l'automatisation	22
II.2.2. Les systèmes automatisés	22
II.3. Historique sur les automates programmables	23
II.3.1. Définition générale	23
II.4. Fonctionnement d'un automate programmable	24
II.5. Architecture des automates	24
II.5.1. Le processeur	25
II.5.2. Les mémoires	26
II.5.3. Les modules d'entrée/sortie	27

II.5.4. Bloc d'alimentation et ses auxiliaires	28
II.6. Critères de choix d'un automate.....	28
II.7. La gamme SIEMENS.....	29
II.8. Présentation de l'automate S7-1200	29
II.9. Présentation des différents modules	30
II.10. Langages de programmation	33
II.11. Présentation de la CPU 1214C DC/DC/RLY	33
II.12. Description du logiciel TIA Portal.....	34
II.12.1. Création d'un projet S7 1200	35
II.12.2. Configuration matérielle	37
II.12.3. Définition des mnémoniques	38
II.12.4. Les blocs de programmation	38
II.13. Conclusion	39

Chapitre III : Modélisation par Grafcet et programmation

III.1. Introduction	40
III.2. Généralités sur le GRAFCET.....	40
III.2.1. Définition du GRAFCET	40
III.2.2. Conception de base d'un GRAFCET	40
III.2.2.1. L'Etape	41
III.2.2.2. Actions associées aux étapes	42
III.2.2.3. Transition	43
III.2.2.4. Liaisons orientées.....	43
III.3. Niveaux d'un GRAFCET.....	44
III.3.1. Grafcet de niveau 1	44
III.3.2. Grafcet de niveau 2.....	44
III.3.3. Grafcet de niveau 3.....	45
III.4. Structure de base d'un grafcet	45
III.5. Cahier de charge de la machine	48
III.6. Modélisation du fonctionnement par Grafcet	50
III.7. Table des variables	52
III.8. Conclusion.....	53

Chapitre IV : Développement des vues de contrôle et de Supervision

IV.1. Introduction	54
IV.2. La supervision	54

Sommaire

IV.3. Présentation du logiciel de supervisions	54
IV.4. Constitutions d'un système de supervision.....	54
IV.5. Choix de l'interface homme-machine	56
IV.6. Solution proposée.....	57
IV.7. Conception d'une interface homme / Machine.....	57
IV.7.1 Paramètres de liaison créée par le système lors de l'intégration	57
IV.7.2 Création du projet.....	58
IV.8. Visualisation de l'état du programme.....	58
IV.9. Exemple de notre programme	59
IV.10. Différentes vues du projet	60
IV.11. Conclusion	65
Conclusion générale	66

An orange scroll graphic with a blue outline, featuring a vertical strip on the left and a small scroll-up icon at the top right. The text "Avant-propos" is centered on the scroll.

Avant-propos

I. Présentation de l'entreprise

La laiterie STLD est une entreprise unipersonnelle limitée (EURL) active dans le secteur laitier. Elle produit des fromages, le ramassage et la livraison de lait, fabrique des produits laitiers frais, des laits secs et concentrés, du lait aromatisé et des boissons lactières acides.

Elle a été créée le 16 avril 2004 à la nouvelle ville rue « des frères Beggaz » (Tizi-Ouzou) et transformée à la zone d'activité 'Draa Ben Khedda' (DBK) le 10 janvier 2018. La société regroupe 140 employés permanents qui sont divisés en 7 compartiments, tous sous la direction du Président-directeur général (PDG) Mr Smail Amyoud.

La laiterie STLD est également impliquée dans la production de camembert « Le Fermier », comme indiqué dans une étude sur le suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du camembert « Le Fermier » fabriqué à la laiterie EURL STLD.

Une autre étude a été menée sur la standardisation du lait de vache et son impact sur le rendement fromager et les pertes en matières dans le lactosérum d'un fromage à pâte molle type camembert fabriqué à la laiterie STLD de Tizi-Ouzou.

I.1. Localisation géographique : L'entreprise est localisée à l'adresse N°91 et 92 entre Est, Draa Ben Khedda, dans la commune de Draa Ben Khedda, à Tizi Ouzou, en Algérie (Figure 1).

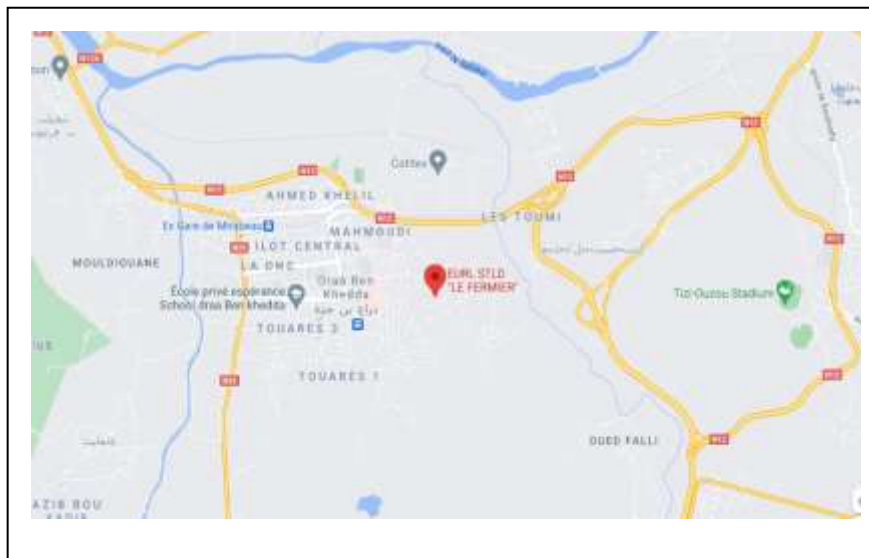


Figure.1 : Emplacement géographique

I.2. Les compartiments de l'unité

L'unité compte un effectif de 104 employés compétents, ambitieux et qualifiés et bien formés aux pratiques indispensables dans une industrie agro-alimentaire qui sont composée de 7 compartiments :

- Le service administratif.
- Le service commercial.
- La salle de réception des collectes de lait.
- Laboratoire d'analyse microbiologique et physico-chimique.
- La salle pasteurisation.
- Le magasin de stockage.
- La cantine.

I.3. Plan de la laiterie

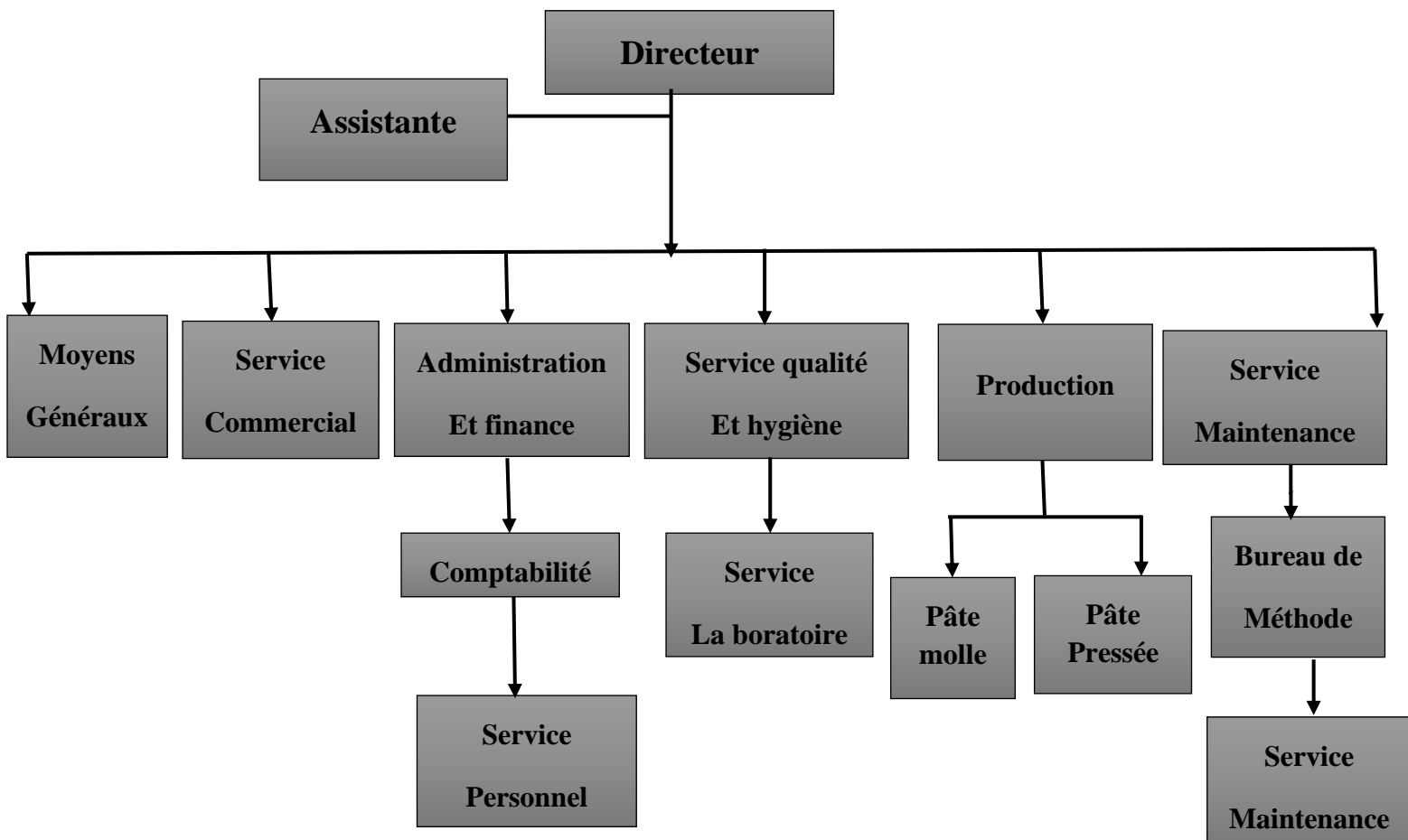


Figure.2 : Plan de l'EURL STLD

I.4. Les principaux produits

La laiterie a pour fonction de produire une large gamme de produits à partir de lait cru collecté par des éleveurs locaux, environ 70000 litres sont transformés par jour en des produits :

- Fromage à pâte molle de type camembert à base.
- Fromage à pâte molle de type camembert à chèvre.
- Fromage à pâte pressée non cuite.
- Lait pasteurisé conditionné à 0% de matière grasse.
- Lait pasteurisé conditionné (L'ben, Raib)
- Beurre.

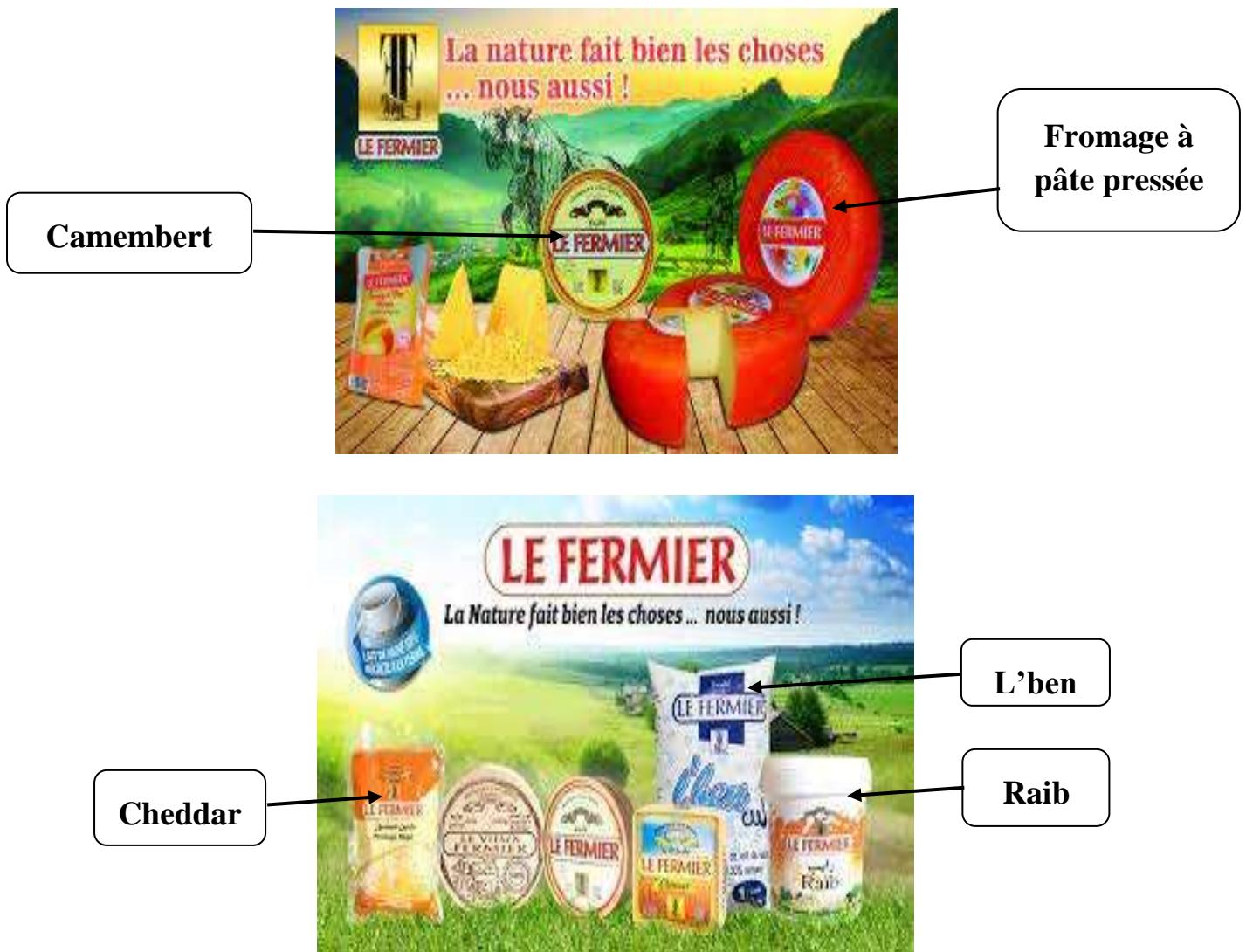


Figure.3 : principaux produits de l'EURL ST

An orange scroll graphic with a light blue border, featuring a vertical strip on the left and a small scroll-up detail on the right. The text "Introduction générale" is centered on the scroll.

Introduction générale

Dans un contexte de compétition économique intense, l'industrie doit relever le défi de produire à la fois en qualité et en quantité afin de répondre à une demande exigeante sur un marché très concurrentiel. L'enjeu est donc de fournir les quantités requises au bon moment, tout en accroissant la productivité, la flexibilité et la fiabilité de l'outil de production.

La pression concurrentielle oblige les entreprises industrielles à optimiser leurs processus de fabrication pour être en mesure de répondre avec agilité aux fluctuations de la demande. Cela passe par une production capable de s'adapter rapidement tout en maintenant des niveaux élevés de qualité et de rendement.

Dans cette optique, l'automatisation des systèmes de production joue un rôle essentiel. Elle permet d'améliorer la répétabilité des tâches, de réduire les erreurs, d'augmenter les cadences tout en garantissant la fiabilité de l'outil industriel. Cette flexibilité renforcée est primordiale pour rester compétitif dans un marché en constante évolution.

L'automatisation des systèmes de production s'appuie sur différentes technologies clés, parmi lesquelles on peut citer les automates programmables.

Les automates programmables industriels (API) jouent un rôle primordial dans les systèmes d'automatisation des processus industriels modernes. Ils constituent le cœur de ces systèmes, assurant le contrôle et la coordination des différents équipements, capteurs et actionneurs présents sur les lignes de production. Grâce à leur puissance de calcul et leur flexibilité, les API permettent de piloter des opérations complexes avec une grande précision et une réactivité élevée. Ils assurent notamment le séquençage des tâches, la régulation des paramètres de procédés, la gestion des mouvements et la sécurité des installations. Les API sont ainsi au centre de l'intégration des différents éléments des systèmes industriels, rendant possible une production automatisée, efficace et fiable.

Dans cette philosophie la tâche qui nous ont été confiée est l'étude et automatisation de la machine laveuse des claies en effectuant un stage pratique au niveau de l'entreprise STLD, Draa Ben Khedda.

Le système de contrôle de la machine laveuse des claies comprend actuellement des boutons physiques, des commutateurs et un régulateur de température. Afin de remédier aux inconvénients liés à l'utilisation de boutons-poussoirs et de commutateurs sur la machine, une solution a été développée. Cette solution consiste à intégrer ces fonctionnalités de contrôle directement dans l'afficheur HMI (Interface Homme-Machine) KTP400 Basic PN. Cette

intégration permet de simplifier l'interface utilisateur tout en offrant une expérience plus intuitive et ergonomique pour l'opérateur.

A cet effet, notre mémoire est scindé en quatre chapitres, présentés comme suit :

Pour bien comprendre le mode de fonctionnement et la description de la machine laveuse claires SASSARO, le premier chapitre est consacré à son étude théorique détaillée, suivie de son instrumentation. Le deuxième chapitre se concentrera sur la présentation générale des automates programmables, avec une attention particulière portée sur l'automate S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLY. Le troisième chapitre est spécifié pour l'amélioration et modélisation de la station laveuse claires par l'outil GRAFCET.

Le quatrième chapitre consacré à l'élaboration de programme, la simulation et la supervision de notre système sous le logiciel TIA Portal. Cela permettra de passer de la description fonctionnelle du système à sa mise en œuvre pratique. Grâce aux avancées de l'informatique, il est désormais possible de traiter efficacement les données dans l'industrie. Pour cela, nous utiliserons des outils spécifiques tels que des interfaces Homme-Machine (IHM) et des logiciels appropriés. Pour créer une interface graphique de supervision pour notre machine de laveuse claires, nous allons utiliser l'outil WinCC Comfort, un outil puissant pour la supervision et le contrôle des processus industriels. Cette interface graphique permettra une surveillance efficace et une prise de décisions éclairées, en offrant une représentation visuelle claire et intuitive des données en temps réel.

Enfin, Le mémoire est clôturé par une conclusion générale.

Chapitre I :

Etude théorique de la machine laveuse
claies

I.1.Introduction

Pour bien comprendre le mode de fonctionnement et la description de la machine laveuse claies SASSARO, Ce premier chapitre est consacré à son étude théorique et ce en faisant une présentation détaillée, puis on finira par son instrumentation.

I.2.Etablissement SASSARO

C'est une société spécialisée dans l'étude, la conception, la réalisation et la maintenance de machines à laver industrielles pour l'industrie agro-alimentaire tels que tunnel de lavage inox, cabine de lavage, laveuse industrielle, armoire de lavage, caissons de soins, machines à laver frontale. Voir (figure I.1) [1].



Figure I.1 : La marque SASSARO.

I.3.Définition et caractéristiques de la machine laveuse claies

I.3.1. Définition

C'est un appareil industriel destiné à laver rincée automatiquement les claies grâce à deux rampes (fixe et mobile) qui tournent autour du matériel (claies), permettant une manipulation précise et efficace.

Ce dispositif est conçu pour offrir une propriété optimale des claies suivant plusieurs étapes cela peut inclure une préparation de la machine et ensuite suivant d'un cycle très efficace qui contient 3 étapes essentiels pré rinçage, lavage et désinfectant/rinçage final

I.3.2. Caractéristiques

Les caractéristiques de la laveuse industrielle à claies peuvent inclure :

- Conçues pour les industriels et les applications professionnelles.
 - Fabriquées en acier inoxydable pour une durabilité et une résistance aux agents chimiques.
- Adaptées aux industries agroalimentaires, pharmaceutiques et de l'agriculture.

- Conçues pour le nettoyage et la désinfection des produits et des équipements.
- Capacité à traiter des volumes importants de matériaux et d'équipements.

Possibilité de personnalisation et de conception sur mesure pour répondre aux besoins spécifiques des clients.



Figure I.2 : La machine laveuse claies.

I.4. Construction mécanique de la machine laveuse claies

(Voir figureI.3)

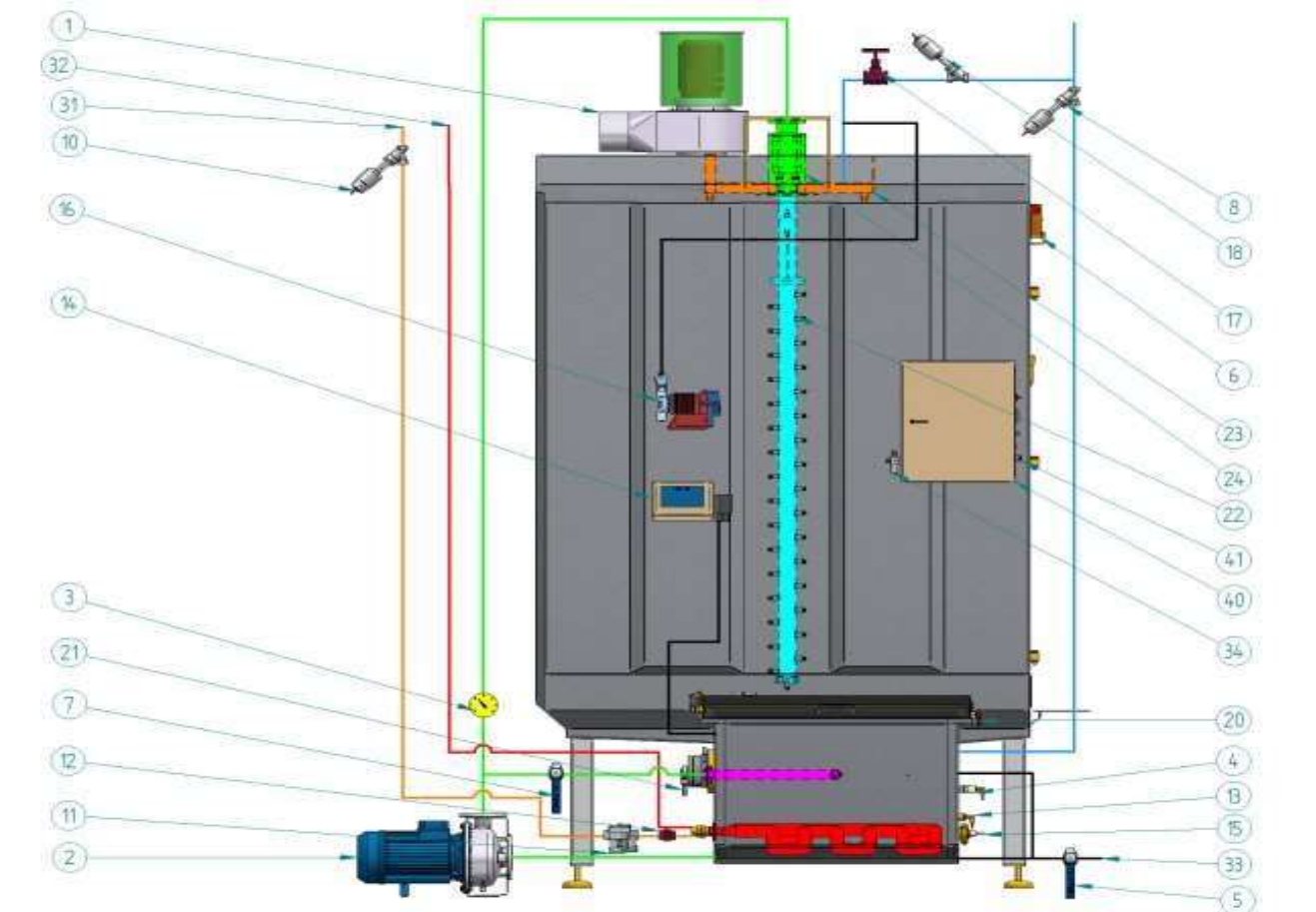


Figure I.3 : Les composants de la machine laveuse claies.

- 1 **Extracteur buées entrée/sortie** {inox sassaro D.168 1,1kw-3000tr s or 1-RD} : L'extracteur d'air (ou aérateur) est un ventilateur permettant le renouvellement d'air, par extraction (figure I.4).



Figure I.4: Extracteur buées entrée/sortie.

- 2 **Pompe lavage 7,5 kW** {WBARA 3LM 50-160/7.5} : Pompe multicellulaire horizontale, hydraulique INOX. Préconisée pour le pompage de liquides clairs purs, système de surpression, irrigation, système de lavage (figure I.5) [1].



Figure I.5: Pompe lavage 7,5 kW.

3 **Manomètre pression lavage** {WIKA INOX D100-0/6b-bain RA 1/2} : est un outil essentiel pour contrôler la pression de sortie d'un nettoyeur haute pression. IL permet à l'utilisateur de lire et d'ajuster facilement la pression pour s'assurer qu'elle est au niveau approprié pour la tâche à accomplir (figureI.6) [1].



Figure I.6 : Manomètre pression lavage.

4 **Sonde de niveau remplissage lavage** {IFM type LMT 100} : Il sert à mesurer la quantité d'eau qui entre dans l'appareil(figureI.7).



Figure I.7 : Sonde de niveau remplissage lavage.

5 **Vannes de vidange pré-lavage** {DEFINOX papillon DPX1manuelle D.63} : est un dispositif permettant d'arrêter ou de modifier le débit d'un fluide (figureI.8).



Figure I.8 : Vanne de vidange pré lavage.

6 **Gâche verrouillage porte {TLS2 GD2 (440G -T27127) +BROCHE (440G-A27011)**

AC/DC} : est un dispositif de sécurité fonctionnent sur le même principe que les interrupteurs à broche, mais il possède un électro-aimant interne qui verrouille la broche, et donc la gâche, en position jusqu'à ce que l'alimentation de la machine soit isolée (figureI.9) [1].



Figure I.9 : Gâche verrouillage porte.

7 **Vanne envoie auto nettoyage {DEFINOX papillon DPX1manuelle D.38}** : Elle permet d'arrêter le flux sur la voie inférieure ou supérieure de la vanne ou de laisser l'eau s'écouler librement dans les 2 voies de la vanne (figureI.10) [1].



Figure I.10 : Vanne envoie auto nettoyage.

8

Vanne de remplissage lavage {GEMU 2027 TT INOX type 550-20-D-137-5112G1(15b)} : dispose d'un actionneur pneumatique à piston en acier inoxydable nécessitant peu d'entretien. L'étanchéité au niveau de l'axe de la vanne est réalisée par un ensemble presse-étoupe fiable se positionnant de lui-même et ne nécessitant qu'un entretien minime, même après une utilisation prolongée. Un joint racleur placé devant le presse-étoupe protège les joints contre l'encrassement et l'endommagement (figureI.11) [1].



Figure I.11 : Vanne de remplissage lavage.

10

Vanne de chauffage vapeur tout ou rien (4 bars) {GEMU 2027 TT INOX type 550-20-D137-5112G1(15b) b)} : La vanne de chauffage vapeur tout ou rien (4 bars) est une vanne utilisée dans les systèmes de chauffage à la vapeur pour contrôler l'eau de vapeur de manière binaire, c'est-à-dire ouvrir ou fermer complètement le passage de la vapeur (figureI.12).



Figure I.12 : Vanne de chauffage vapeur tout ou rien.

11

Purgeur de condensats {TLV inox type js-3X 20*27} : est un purgeur fiable et résistant, convenant pour les installations process de taille petite. Le flotteur assure une décharge continue à faible vitesse, quel que soit le débit de condensât (figureI.13) [1].



Figure I.13 : Purgeur de condensats.

12 **Clap et anti condensats** {TLV inox type CK-3M 20*27} : empêche le purgeur d'être endommagé par d'éventuels chocs hydrauliques le long de la ligne de condensat. (Voir figureI.14)



Figure I.14 : Clap et anti condensats.

13 **Sonde pt100 température lavage** {IFM type TM4431} : Mesure de la température précise dans des cuves et des tuyaux. Pour raccordement au boîtier de contrôle (figureI.15) [1].



Figure I.15 : Sonde pt100 température lavage.

14 **Conductivimètre (positionnée sur tunnel)** {ECOLAB type CDI.01-230v AC} : est un instrument de mesure et de contrôle de la conductivité (figureI.16).



Figure I.16 : Conductivimètre (positionnée sur tunnel).

15

Sonde conductivité {ECOLAB type CDI.01-RAC} : la sonde assure la mesure de la conductivité électrique, de la résistivité ou le total de solides dissous (TDS) dans les eaux usées, l'eau potable et les applications générales (figureI.17).



Figure I.17 : Sonde conductivité.

16

Pompe désinfectante {IWAKI type EWN -B16VCERA avec purge auto ,3/h-230vAC24w} : est une Pompe doseuse à membrane multifonctions électromagnétique à débit proportionnel spécialement conçue pour l'injection du chlore pour l'élimination des bactéries dans l'eau(figureI.18) [1].



Figure I.18 : Pompe désinfectante.

17

Vanne réglage débit Rinçage final réseau {LORANS Robinet à soupape 1 ISO} : est un dispositif qui permet de commander, de réguler ou même de stopper un débit de fluide, qu'il soit à l'état liquide ou gazeux, dans un réseau de canalisations (figure I.19).



Figure I.19 : Vanne réglage débit Rinçage final réseau.

18

Vanne pneumatique rinçage final réseau {GMU 26*34 TT INOX type 550-25-D-137512G1(8 b)} : est un composant clé dans les systèmes de nettoyage en place (NEP) utilisant de la vapeur et de l'eau. Son rôle est de contrôler le débit de l'eau de rinçage final qui circule dans le réseau de distribution vers les équipements à nettoyer (figure I.20).



Figure I.20 : Vanne pneumatique rinçage final réseau.

20

Détecteur de sécurité couverte bac lavage {SCHNEIDER INTER MAGN Codé XCS DMP70010. 10M + AIMANT} : des capteurs de qualité, permettant aux ingénieurs d'assurer la sécurité de leurs machines et de répondre aux normes de sécurité propre aux automatismes industriels (figure I.21) [1].



Figure I.21 : Détecteur de sécurité couverte bac lavage.

21 **Volet de triage lavage/rinçage** {FESTO MODULE OSCILLANT DSM-40-270} : Le volet de triage lavage/rinçage" fait référence à une étape spécifique des processus où les produits ou matériaux sont triés, lavés et rincés pour assurer leur propreté et leur qualité (figure I.22).



Figure I.22 : Volet de triage lavage/rinçage.

22 **Rampe de triage lavage rotative** {SASSARO} : est un équipement utilisé dans divers secteurs industriels pour trier, laver et parfois rincer les produits ou matériaux de manière efficace et automatisée. Elle est associée à des processus de nettoyage en place (NEP) et de traitement des eaux usées, contribuant à garantir la propreté, la qualité et la conformité des produits traités (figure I.23).



Figure I.23 : Rampe de triage lavage rotative.

23

Rampe de rinçage fixe {SASSARO} : est un équipement utilisé pour rincer et nettoyer des objets de manière automatisée (figure I.24).



Figure I.24 : Rampe de rinçage fixe.

24

Boitier rotatif rampe lavage {SASSARO JOINT TOURNANT D.65 NG} : est un composant essentiel dans les systèmes de rampes de lavage. Il s'agit d'un joint tournant conçu pour assurer l'étanchéité entre les parties en rotation, permettant ainsi le passage de fluides (Liquides ou gaz) tout en évitant les fuites (figure I.25) [1].



Figure I.25 : Boitier rotatif rampe lavage.

30

Alimentation générale eau froide {DN25 (Ø 1 fem)} : (voir figure I.26)



Figure I.26 : Alimentation générale eau froide.

31

Sortie condensats {DN20 (Ø 3/4 fem)} : Il s'agit d'un dispositif permettant l'évacuation de l'eau de condensation produite lors du fonctionnement (figure I.27).



Figure I.27 : Sortie condensats.

32

Alimentation vapeur (pression 4 bars) {DN20 (Ø 3/4 fem)} : un système qui fournit de la vapeur d'eau sous une pression de 4 bars (figure I.28).



Figure I.28 : Alimentation vapeur (pression 4 bars).

33

Sortie égout général {SMS (Ø 63) male} : Cette sortie est une partie essentielle du système d'assainissement, permettant le transfert des eaux usées vers les égouts publics pour traitement ultérieur dans les stations d'épuration (figure I.29).



Figure I.29 : Sortie égout général

34

Alimentation air comprimé 6 bars sur filtre régulateur {FESTO FILTRE reg. + vanne LFR-1/4-D-MINI-KC} : est un processus crucial pour assurer la qualité de l'air comprimé et maintenir la pression nécessaire pour les équipements et applications utilisant de l'air comprimé (figure I.30) [1].



Figure I.30 : Alimentation air comprimé 6 bars sur filtre régulateur.

40

Coffret de commande {INOX TOIT EN PENTE 800x600} : (voir figure I.31)



Figure I.31 : Coffret de commande.

41

Arrêt d'urgence sur coffret {type coup de poing a accrochage} : Un dispositif d'arrêt d'urgence permet d'arrêter la machine en cas de dysfonctionnement ou de mise en danger d'une personne (figure I.32) [1].



Figure I.32 : Arrêt d'urgence sur coffret.

I.5. Description générale de la machine laveuse claies

I.5.1. Description

- Bac de Lavage CHAUD 65° en circuit fermé avec la pompe de 7.5kw.
- Rinçage du réseau (avec vanne pneumatique).
- Rampe de Lavage équipée d'in joint tournant D.65.
- Système de chauffage du bain de lavage par serpentin immergé alimenté par de la vapeur et équipé d'une vanne pneumatique à l'entrée et d'un purgeur de condensats en sortie avec clapet anti-retour.
- La température est contrôlée par une sonde Pt100 est un régulateur électronique.
- Porte de chargement manuelle à guillotine.
- Système de filtration par paniers.

- Système de triage par vérin pneumatique.
- Remplissages auto par vanne pneumatique.
- Système d'autolavage par vanne manuelle.
- Système de contrôle des produits lessiviels par conductivimètre avec pompe intégrée(P3CDI-01).
- Système de dosage désinfection par pompe IWAKI.
- Poste de travail pour 1opérateur.
- Face à la machine, pour y déposer le matériel sale par la porte et le sortir.
- Extraction des buées D.168 1.1kw.
- Coffret électrique de commande. Alim 400v.tri 50hz [2].

I.5.2. Postes de travail : Un poste de travail pour 1opérateur : Face à la machine, pour y déposer le matériel sale par la porte (figure I.33).

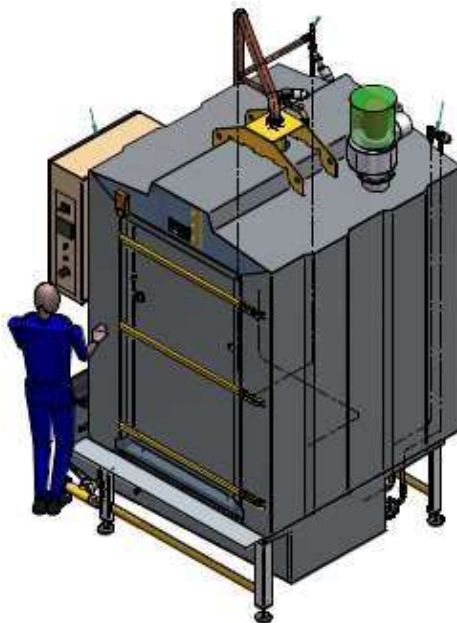


Figure I.33: Le poste de travail de l'opérateur.

I.5.3. Capacité de la machine

Cette cabine est destinée au lavage de :

- Pile de Claies d'affinage dim630x560xht100mm

- Pile de Claies de base dim **650x552xht185mm**

I.5.4. Dimensions de la machine

- Longueur : **220mm**
- Largeur : **1830mm**
- Hauteur : **3520 mm**
- Pds à vide : **1330 kg**

I.6. Fonctionnement

Une laveuse de claies est une machine spécialement conçue pour lavage efficace du matériel de fromagerie, tel que les bacs 73 litres et les claies de dimension 630x560 mm. Ces laveuses sont généralement fabriqués en acier inoxydable à double paroi pour garantir une hygiène optimale.

Le fonctionnement de la machine commence par le remplissage des bacs à l'aide d'une vanne automatique. Pendant cette phase, il est important de surveiller attentivement le processus. Ensuite, chauffer le bain de lavage, Une fois la température souhaitée atteinte, ajuster la quantité de produit (Acide) qui peut varier en fonction du volume du bac, après on passe à la mise en service de la machine en sélectionnant le choix de cycle approprié, plaçant le bac à laver sur la porte et en fin en appuyant sur le bouton départ cycle.

Les laveuses de claies peuvent offrir des cycles complets comprenant pré rinçage, lavage, désinfection et rinçage final avec des options de chauffage à la vapeur ou électrique. En outre, il existe des armoires de lavage spécifiquement conçues pour le lavage rapide et efficace du petit matériel de laiterie et fromagerie, offrant différentes capacités pour répondre aux besoins variés en matière de nettoyage du matériel.

I.7. Cahier de charge

La machine laveuse des claies passe par un mode lavage :

- En appuyant sur BP départ cycle sur l'armoire et s'assurer que les différents Filtres du bac décanteur sont bien en place.
- Remplissage des bacs par vanne automatique activation de l'électrovanne EV1 jusqu'à le niveau atteint détectée par le capteur DN1.
- Chauffage des bacs par une vanne automatique activation de l'électrovanne EV2, réglage de la température sur l'armoire par un régulateur jusqu'à la

Température désirée atteinte 70 degré détectée par le capteur RT1.

- Par un appuie sur BP s6 dosage injecter la quantité de produit dans le bain de lavage préconisée activation de la pompe KM11.
- Positionner le bac à laver sur la porte
- Par un appuie sur BP départ cycle et que la porte est verrouillée/fermée capteur DS2.
- Par un appuie sur le BP S7 la machine s'effectue un choix de cycle soit court soit moyen ou bien long.

Cycle court

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau pendant 5min et la rotation du moteur KM67.
- Lavage : activation pompe d'élevage KM1 pendant 15min.
- Désinfectant /rinçage final : par un appuie sur BP s5, mise en marche pompe de désinfectant km7 et ouverture de la vanne d'eau pendant 5min et au fin arrêt du moteur KM64.

Cycle moyen

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau pendant 7min et rotation du moteur KM67.
- Lavage : activation pompe d'élevage KM1 pendant 17min.
- Désinfectant /rinçage final : par un appuie sur BP s5, mise en marche pompe de désinfectant km7 et ouverture de la vanne d'eau pendant 7min et au fin arrêt du moteur KM64.

Cycle long

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau pendant 10min et rotation du moteur KM64.
- Lavage : activation pompe d'élevage KM1 pendant 20 min.
- Désinfectant /rinçage final : par un appuie sur BP s5, mise en marche pompe de désinfectant km7 et ouverture de la vanne d'eau pendant 10min et au fin arrêt du moteur KM64.

I.8.Raccordements de la machine

I.8.1. Eau

Une seule arrivée d'eau à raccorder : Ø 26x34

Capacité bac lavage :470 Litres

I.8.2. Vapeur et condensats

- Nous préconisons de respecter les diamètres de tuyauterie. La pression de votre réseau vapeur devra être comprise entre 4 et 6 bars maximum

- Votre tuyauterie d'arrivée vapeur générale devra comporter un système de purge des condensats juste avant la connexion avec la machine.
- Votre réseau condensats ne devra pas comporter de purgeurs fuyards qui compromettrait le bon fonctionnement du chauffage
- Raccorder les entrées suivantes avec au départ, un raccord union et suivi d'une vanne d'isolement en respectant les diamètres de tuyauteries ci-dessous.
- Chauffage bac lavage : Arrivée vapeur : **Ø20x27**

Retour condensats : **Ø20x27**
- Veiller à ce que toutes les tuyauteries d'une température supérieure à 65°C Soient protégées contre les risques de brûlure jusqu'à une hauteur de 2,50m.

I.8.3. Electricité

- Tension d'alimentation **400 VOLTS TRIPHASE** sans Neutre-Amener un câble à 4 conducteurs de section suffisante compte tenu de la puissance et de la longueur de la ligne.
- ATTENTION : suivant votre régime, la ligne de distribution devra être équipé d'un disjoncteur différentiel ou autre protection.
- Nous déclinons toutes responsabilités en cas d'accident survenu à la suite
- D'une terre défectueuse ou non branchée.
- Tous les circuits de commande basse tension sont protégés par des fusibles
- Situés dans le coffret.
- Puissance maxi : **9KW**
- Intensité absorbée en fonctionnement : **18A**

I.8.4. Air comprimé

- Raccorder l'alimentation du filtre régulateur situé à proximité du coffret électrique.
- Votre air devra être sec et filtré, d'une pression comprise entre **6 bars** mini et **10 bars** maxi
- Le Ø de raccordement est **8x13**(ou tube rilsan **Ø4x6**) [2].

I.9. Problèmes constatés (amélioration)

Nous avons un système semi-automatique qui consiste :

- Le réglage de la température s'effectue manuellement avec un Régulateur de température.

- Le choix de cycle (cour moyen long) s'effectue manuellement avec un commutateur.
- Pour mettre la quantité de désinfectant dans le bain de lavage cela s'effectue manuellement avec un commutateur.
- Pour Mettre dans le bain de lavage la dose de produit préconisée (Dosage) cela s'effectue manuellement avec un commutateur.

I.10. Conclusion

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons examiné en détail le fonctionnement et la description de chaque élément de la machine laveuse claies. Les informations fournis ont permis de comprendre le processus de lavage des cahiers et le rôle spécifique de chaque composant de la machine. Cette analyse approfondie certainement enrichi notre connaissance de la technologie et du fonctionnement de cet équipement essentiel dans divers contextes industriels

Chapitre II :

Généralité sur les Automates
Programmables industriel

II.1. Introduction

L'automate programmable industriel (API) est actuellement l'élément le plus répandu des systèmes d'automatisation utilisés dans les processus discontinus. Il existe une multitude de modèles d'API aux caractéristiques variées, capables d'interagir avec d'autres parties de la commande ou de gérer de grandes quantités de données. Ce chapitre se concentrera sur la présentation générale des automates programmables, avec une attention particulière portée sur l'automate S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLY.

II.2. L'automatisme

L'automatisme se définit comme la qualité des appareils et installations capables de fonctionner sans intervention humaine. Cela peut également désigner un acte accompli mécaniquement. Sans l'intervention de la volonté. En termes médicaux, l'automatisme peut se manifester par des mouvements ou comportements réalisés sans contrôle conscient, souvent associés à des réflexes ou à des impulsions irrésistibles à se déplacer sans objectif conscient.

II.2.1. Objectif de l'automatisation

L'objectif de l'automatisation est de simplifier et d'améliorer les processus en éliminant les tâches répétitives et en augmentant l'efficacité et la productivité. Cela permet aux entreprises de réduire les coûts, d'améliorer la satisfaction des clients et de réagir rapidement aux changements de la demande. L'automatisation est utilisée dans de nombreux secteurs, notamment la production, l'administration et la logistique, et elle peut prendre plusieurs formes, telles que l'utilisation de robots, de logiciels d'automatisation ou de l'intelligence artificielle pour analyser les données et identifier des tendances [3].

II.2.2. Les systèmes automatisés

Les systèmes automatisés sont des appareils capables de prendre en compte des signaux et de produire en conséquence des actions. Ils sont composés de deux parties distinctes :

➤ **La partie commande (PC)**

Est responsable du traitement des informations et de la prise de décisions pour contrôler le fonctionnement du système. Elle comprend des composants électroniques, des capteurs, des actionneurs et un processeur qui analysent les données entrantes, exécutent des algorithmes et envoient des signaux de commande à la partie opérative. La partie commande joue un rôle

crucial dans la supervision et la régulation des opérations du système automatisé, assurant ainsi son bon fonctionnement et sa performance optimale.

➤ **La partie opérative (PO)**

Est la partie qui effectue le travail concret du système. Elle est responsable de réaliser les mouvements et les actions sur le produit en fonction des ordres reçus de la partie commande. Cette partie regroupe les effecteurs, les actionneurs, les pré-actionneurs et les capteurs nécessaires pour contrôler le déplacement des actionneurs et la présence des objets ou des personnes. Les actionneurs produisent des actions physiques telles que le mouvement, la chaleur, la lumière ou le son en utilisant l'énergie qu'ils reçoivent, tandis que les capteurs recueillent des informations et les transmettent à la partie commande pour permettre une interaction efficace entre les deux parties du système automatisé [3].

II.3. Historique sur les automates programmables

L'histoire des automates programmables industriels (API) remonte aux années 1960 et 1970, marquant une avancée majeure dans le domaine de l'automatisation industrielle. Ces dispositifs ont été développés pour répondre aux besoins croissants de l'industrie, notamment en matière de contrôle et d'automatisation des processus. Au fil des années, les API ont évolué grâce à l'introduction des microprocesseurs, offrant ainsi une plus grande flexibilité et intelligence pour répondre aux exigences industrielles en termes de productivité, qualité, sécurité et adaptation à des environnements difficiles [3].

II.3.1. Définition générale

Un automate programmable est un appareil dédié au contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, comportant une mémoire programmable par un utilisateur non informaticien, à l'aide d'un langage adapté. En d'autres termes, un automate programmable est un calculateur logique, ou ordinateur, au jeu d'instructions volontairement réduit, destiné à la conduite et la surveillance en temps réel de processus industriels.

Trois caractéristiques fondamentales distinguent totalement l'Automate Programmable Industriel (API) des outils informatiques tels que les ordinateurs (PC industriel ou autres) :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles.
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, micro-coupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.).
- Et enfin, sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme fait en sorte que sa mise en œuvre et son exploitation ne nécessitent aucune connaissance en informatique.

II.4. Fonctionnement d'un automate programmable

Le fonctionnement d'un automate programmable industriel (API) repose sur plusieurs éléments clés :

Processeur (CPU) : Responsable de l'exécution du programme et de l'interaction avec les entrées et sorties du système.

Mémoire : Stocke le programme et les données nécessaires au fonctionnement de l'automate.

Interfaces entrées/sorties : Permettent la communication avec le système extérieur en convertissant les signaux électriques en informations logiques et vice versa.

Bus : Système de liaisons électriques pour la transmission des données entre les différents composants de l'automate.

Alimentation : Fournit les tensions nécessaires au fonctionnement de l'électronique de l'automate.

Le fonctionnement d'un API est généralement cyclique, où le microprocesseur réalise des fonctions logiques telles que ET, OU, temporisation, comptage, calcul, en exécutant le programme instruction par instruction et en stockant les résultats en mémoire. Les sorties sont affectées d'un état binaire à la fin du cycle. Il existe différents modes de fonctionnement, dont synchrone par rapport aux entrées et sorties, synchrone par rapport aux entrées seulement, et asynchrone.

- Les API sont conçus pour être adaptatifs à diverses applications, modulaires dans leur construction et manipulés généralement par du personnel électromécanicien [3].

II.5. Architecture des automates

L'architecture d'un automate programmable industriel (API) est conçue pour permettre à ce dispositif de recevoir des informations sur l'état du système et de commander les pré actionneurs en fonction du programme établi. Voici les composants principaux de l'architecture d'un API :

II.5.1. Le processeur

Est l'élément central de son architecture. Il est chargé d'exécuter les instructions programmées, de gérer les opérations de contrôle et de coordonner les différentes tâches de l'API. En général, le processeur d'un API est constitué d'une unité de calcul, également appelée CPU (Central Processing Unit), qui assure le traitement des données et la prise de décisions en fonction du programme en cours d'exécution. Grâce à son processeur, l'API peut traiter les informations provenant des entrées, effectuer les calculs nécessaires et contrôler les sorties pour automatiser efficacement les processus industriels.

➤ Les principaux registres existant dans un processeur

Les principaux registres existant dans un processeur sont des emplacements de mémoire interne qui jouent un rôle crucial dans le fonctionnement de l'unité centrale de traitement (CPU).

Voici quelques types de registres couramment utilisés :

- **Accumulateur** : Stocke le résultat de la dernière opération effectuée par l'unité arithmétique et logique (ALU).
- **Registre d'adresse** : Contient l'adresse mémoire d'une donnée ou d'une instruction.
- **Registre d'instruction** : Stocke l'instruction en cours d'exécution.
- **Registres généraux** : Utilisés pour des opérations temporaires et de calcul.
- **Registre de données** : Stocke les données en cours de traitement.
- **Registre de contrôle et d'état** : Gère l'état et le contrôle du processeur.

Ces registres permettent à la CPU de gérer efficacement le processus d'exécution en stockant temporairement les données, en les traitant et en les transmettant selon les besoins. Chaque type de registre remplit une fonction spécifique pour assurer le bon déroulement des opérations effectuées par le processeur (figureII.1) [3].

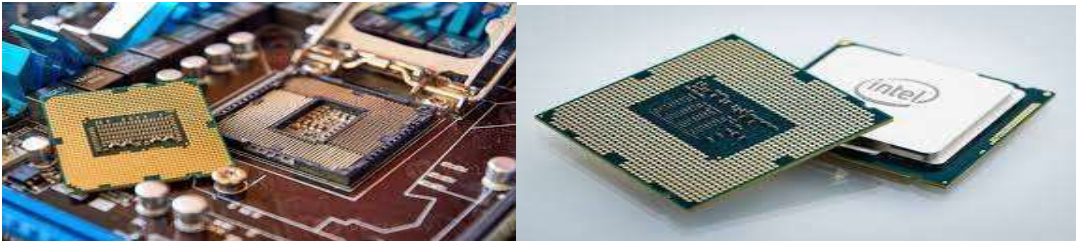


Figure II.1 : Le processeur.

II.5.2. Les mémoires

Les automates programmables industriels possèdent différentes mémoires essentielles pour leur fonctionnement, notamment :

➤ **Mémoire vive (RAM) : (Random Access Memory)**

Permet le stockage temporaire de données utilisées par le processeur pour exécuter des programmes, ce qui garantit une utilisation fluide de l'appareil, Même lors de l'exécution de plusieurs programmes simultanément (figure II.2).



Figure II.2 : La Mémoire vive (RAM).

➤ **Mémoire ROM (Read-Only Memory)**

Qui stocke des données de façon permanente, la RAM est volatile, ce qui signifie que les données sont effacées lorsque l'appareil est éteint (figure II.3).



FigureII.3 : Mémoire ROM.

➤ **Mémoire de travail**

Utilisée pour stocker temporairement des données pendant l'exécution du programme.

➤ **Mémoire système**

Conserve les informations nécessaires au fonctionnement de l'automate.

➤ **Mémoire de chargement**

Stocke les programmes et les données nécessaires au démarrage de l'automate.

Ces mémoires sont cruciales pour le bon fonctionnement des automates programmables industriels, permettant le stockage et l'exécution des programmes qui contrôlent les processus industriels en temps réel [3].

II.5.3. Les modules d'entrée/sortie

Les interfaces entrées/sorties (E/S) dans un automate programmable industriel (API) sont des composants essentiels pour la connexion et le contrôle des processus industriels. Voici quelques points clés sur les interfaces E/S (figure II.4).

- **Rôle** : Les interfaces E/S permettent de gérer les signaux provenant des capteurs (entrées) et de contrôler les actionneurs (sorties) à distance, en connectant ces éléments à l'automate programmable industriel.
- **Types d'entrées** : Les entrées peuvent être analogiques ou numériques, et peuvent inclure des capteurs tels que des capteurs de température, de pression, de niveau, de mouvement, etc.
- **Types de sorties** : Les sorties peuvent également être analogiques ou numériques, et peuvent inclure des actionneurs tels que des relais, des moteurs, des ventilateurs, etc.
- **Protocoles de communication** : Les interfaces E/S peuvent utiliser des protocoles de communication tels que RS232, RS485, Ethernet, etc, pour transmettre les données entre les capteurs, les actionneurs et l'automate.
- **Adaptabilité** : Les modules d'entrées/sorties sont adaptés à différents types de capteurs et d'actionneurs, ce qui simplifie leur intégration dans les automates programmables.

En résumé, les interfaces E/S sont des composants essentiels dans le domaine des automates programmables industriels, assurant la gestion efficace des signaux d'entrée et de sortie pour le contrôle des processus industriels (Figure II.4) [3].



Figure II.4 : Les Modules d'entrée/sortie.

II.5.4. Bloc d'alimentation et ses auxiliaires

➤ **Bloc d'alimentation**

Le bloc d'alimentation est responsable de la fourniture d'énergie à l'API et à ses modules d'entrées/sorties. Il est essentiel pour assurer la continuité de service de l'API et de la connexion entre les différents composants.

➤ **Auxiliaires**

Les auxiliaires du bloc d'alimentation peuvent inclure des filtres, des convertisseurs de tension, des disjoncteurs, des interrupteurs, etc. Ces composants sont importants pour assurer la protection et la sécurité de l'API et de ses modules d'entrées/sorties.

En résumé, le bloc d'alimentation et ses auxiliaires jouent un rôle essentiel dans l'architecture d'un automate programmable industriel, assurant la fourniture d'énergie et la protection des composants pour un bon fonctionnement de l'API et de ses modules d'entrées/sorties [3].

II.6. Critères de choix d'un automate

Les critères de choix d'un automate programmable industriel (API) dépendent de plusieurs facteurs tels que la taille du programme, la complexité des calculs, le nombre d'entrées/sorties,

la puissance de l'API et les besoins spécifiques du système. Voici quelques critères clés à prendre en compte lors du choix d'un API :

- **Taille du programme** : Le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme et la complexité des calculs.
- **Taille du programme** : Le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme et la complexité des calculs.
- **Nombre d'entrées/sorties** : Le nombre d'entrées/sorties à gérer est un critère important pour la sélection d'un API.
- **Puissance de l'API** : La puissance de l'API doit être suffisante pour gérer les calculs et les entrées/sorties nécessaires au système.
- **Besoins spécifiques du système** : Les besoins spécifiques du système, tels que les exigences en termes de sécurité, de fiabilité et de temps de réponse, doivent être pris en compte lors du choix de l'API [3].

II.7. La gamme SIEMENS

Siemens fabrique et développe des automates programmables industriels depuis plus de 30 ans. Cette expérience a été capitalisée dans la conception de la famille S7. La comptabilité des appareils, garantie par-delà les changements de génération, nous apporte une sécurité d'investissement sur des dizaines d'années. La famille des contrôleurs SIMATIC se positionne dans les secteurs d'activité et domaines d'application (figure II.5) :

- Classique, de sécurité ou de disponibilité élevée avec des API modulaires.
- Technologique avec des fonctions intégrées dans les API compacts.
- Commande et supervision dans un produit compact avec des systèmes intégrés.
- Automatisation décentralisée avec CPU classique ou de sécurité.



Figure II.5 : gamme SIEMENS

II.8. Présentation de l'automate S7-1200

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme S7 de SIEMENS. LE S71200. L'automate SIMATIC S7-1200 est un microcontrôleur modulaire utilisé pour la plage de performance inférieure.

Il existe une gamme complète de modules pour une adaptation optimisée aux tâches d'automatisation.

Le contrôleur S7 est composé d'une alimentation, d'une CPU avec des entrées et sorties intégrées ou de modules d'entrées/sorties supplémentaires pour les signaux numériques et analogiques.

Le cas échéant, des processeurs de communication et des modules de fonction sont ajoutés pour des tâches spéciales comme la commande d'un moteur pas à pas.

Le programme S7 permet à l'automate programmable industriel (API) de contrôler et commander une machine ou un processus. Les modules E/S sont interrogés dans le programme S7 au moyen d'adresses d'entrées (%E) et affectés au moyen d'adresses de sorties (%A).

II.9. Présentation des différents modules

La gamme S7-1200 offre divers modules et cartes enfichables pour accroître les capacités de la CPU avec des E/S supplémentaires ou d'autres protocoles de communication :

- Unités centrales (CPU) avec différentes performances, entrées/sorties intégrées et interfaces PROFINET (par exemple CPU 1214C) (Figure II.6).



Figure II.6 : unité centrale CPU 1214C.

- Module de puissance PM avec une tension d'alimentation de 120/230V CA, 50Hz/60Hz, 1.2A/0.7A, et une tension de sortie 24V C/2.5A (Figure II.7).



Figure II.7 : module de puissance PM.

- Signal Boards SB permet d'ajouter des entrées ou des sorties analogiques ou TOR sans pour autant modifier la taille de la CPU. (Les Signal Boards peuvent être intégrés dans les CPU 1211C/1212C et 1214C) (Figure II.8).



Figure II.8: signal Boards SB.

- Les modules signaux SM pour les entrées et sortie digitales et analogiques (2 SM max. possible pour les CPU 1212C et 8 SM max. pour la 1214C) (Figure II.9).



Figure II.9 : module signal SM.

- Les modules de communication CM pour une communication série RS 232 / RS 485 (jusqu'à 3 CM son possible pour les CPU 1211C/1212C et 1214C) (Figure II.10).



Figure II.10 : module de communication CM.

- Le modules Compact Switch CSM avec 4 prises RJ45 10 / 100 Mbits (Figure II.11).



Figure II.11: module compact switch CSM.

- Les cartes mémoires SIMATIC 2Mo à 32 Mo pour enregistrer les données du programme et pour le remplacement aisé des CPU en cas de maintenance (Figure II.12).



Figure II.12 : cartes mémoires SIMATIC 2Mo a 32 Mo.

II.10. Langages de programmation

Les langages de programmation couramment utilisés pour les Automates Programmables Industriels (API) :

- **LD (Ladder Diagram)** : Utilisé pour représenter des circuits électriques sous forme de schémas à relais.
- **IL (Instruction List)** : Un langage textuel proche de l'assembleur, utilisé pour des instructions séquentielles.
- **FBD (Function Block Diagram)** : Un langage graphique basé sur des blocs fonctionnels, favorisant la réduction d'erreurs.
- **ST (StructuredText)** : Un langage textuel de haut niveau similaire à Pascal, idéal pour des procédures complexes et algorithmes numériques.
- **SFC (Sequential Function Charts)** : Basé sur le GRAFCET, adapté à la programmation de procédés séquentiels et cycles opératoires.

Ces langages offrent une variété d'approches pour la programmation des API, chacun ayant ses avantages en fonction de la complexité du programme et des besoins spécifiques

II.11. Présentation de la CPU 1214C DC/DC/RLY

La CPU 1214C DC/DC/RLY est une unité centrale de traitement compacte de Siemens, faisant partie de la gamme SIMATIC S7-1200. Voici une présentation détaillée de cette CPU basée sur les informations des sources fournies :

- **Modèle et Référence :**

- Modèle : SIMATIC S7-1200 CPU 1214C
- Automation24 : 6ES7214-1AG40-0XB0
- Rexel : 6AG1214-1HG40-4XB0
- Automation24 (autre version) : 6ES7214-1BG40-0XB0
- SIPLUS : 6AG1214-1HG40-5XB0

➤ **Caractéristiques Principales :**

- Type : CPU compacte
- Tension d'alimentation : 24 V DC (Automation24)
- Tension d'alimentation : 230 V AC (SIPLUS)
- Stockage d'information : 100 KB
- Entrées/Sorties :
- Entrées numériques : 14 (6 avec compteur rapide HSC)
- Entrées analogiques : 2 (0-10 V)
- Sorties numériques :
- Automation24 : 10 (4 avec sortie de trains d'impulsions à 100 KHz)
- SIPLUS : Relais (10 sortie numériques relais/2 A/2)

➤ **Spécifications Techniques :**

- Dimensions : 110 x 100 x 75 mm
- Assemblage : Rail DIN 35
- Température ambiante :
- Minimale : -20 °C
- Maximale : 60 °C
- Interface de Communication : Ethernet RJ45, Profinet
- Fonctionnalités :
- Technologies HSC (High Speed Counting)
- Temps réel
- Logiciel STEP 7 Basic

Cette CPU est conçue pour des applications d'automatisation industrielle, offrant des fonctionnalités avancées telles que des entrées/sorties numériques et analogiques, une interface

Ethernet pour la communication, et une compatibilité avec le logiciel STEP 7 Basic pour la programmation. Son format compact et ses capacités en font un composant essentiel pour les systèmes automatisés [4].

II.12. Description du logiciel TIA Portal

Le logiciel TIA Portal, acronyme de Totally Integrated Automation Portal, est une plateforme de développement d'automatisation de Siemens. Lancé en 2010, il offre un environnement de travail intégré pour la programmation d'automates et la création d'interfaces homme-machine. TIA Portal regroupe des logiciels tels que Step 7 pour la programmation d'automates et Wincc Flexible pour les interfaces. Cette plateforme permet un gain de temps significatif lors du développement de systèmes d'automatisation en proposant des sections dédiées aux interfaces, aux réseaux, et à la commande de moteurs et variateurs. Grâce à des fonctionnalités telles que PLC Sim, il est possible de simuler de manière intuitive les projets avant de les déployer sur un contrôleur. TIA Portal est conçu pour être efficace, facile à utiliser, et adapté aussi bien aux nouveaux utilisateurs qu'aux experts, offrant un concept standardisé pour les contrôleurs, les IHM, et les variateurs, ainsi que des bibliothèques puissantes pour tous les objets d'automatisation. Cette plateforme s'inscrit dans le contexte de l'automatisation numérisée et de l'industrie 4.0, offrant une ingénierie simple et un accès complet à l'automatisation numérique, de la planification à l'ingénierie intégrée [4].

II.12.1. Création d'un projet S7 1200

- Double-cliquez sur l'icône « Totally Integrated Automation Portal VX » pour lancer le logiciel Step 7 Basic VX.X.(figure II.13).



Figure II.13: logiciel Totally Integrated Automation Portal VX

- Les programmes pour SIMATIC S7-1200 sont gérés sous forme de projets. Nous allons maintenant créer un nouveau projet via la vue portail (« Créer un projet > Nom : Initiation > Créer ») voir figure II.14.

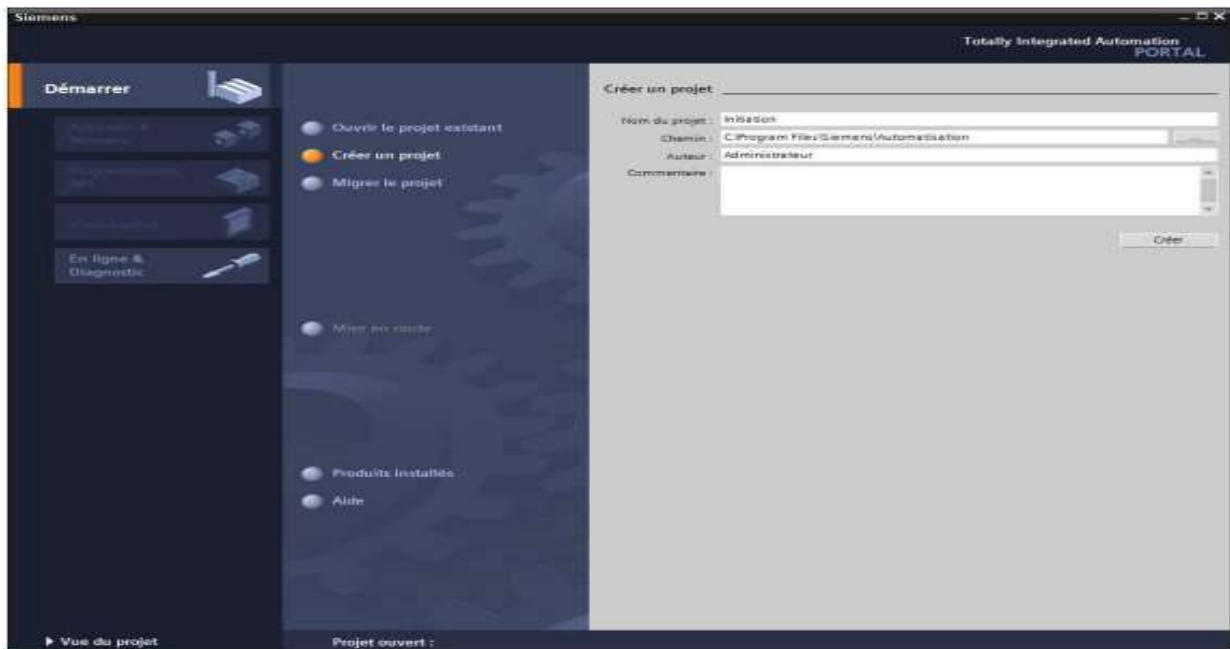


Figure II.14 : fenêtre de création du projet.

- « Mise en route » est recommandée pour le début de la création du projet. Premièrement, nous voulons « Configurer un appareil » (« Mise en route > Configurer un appareil »).
Voir (figure II.15).

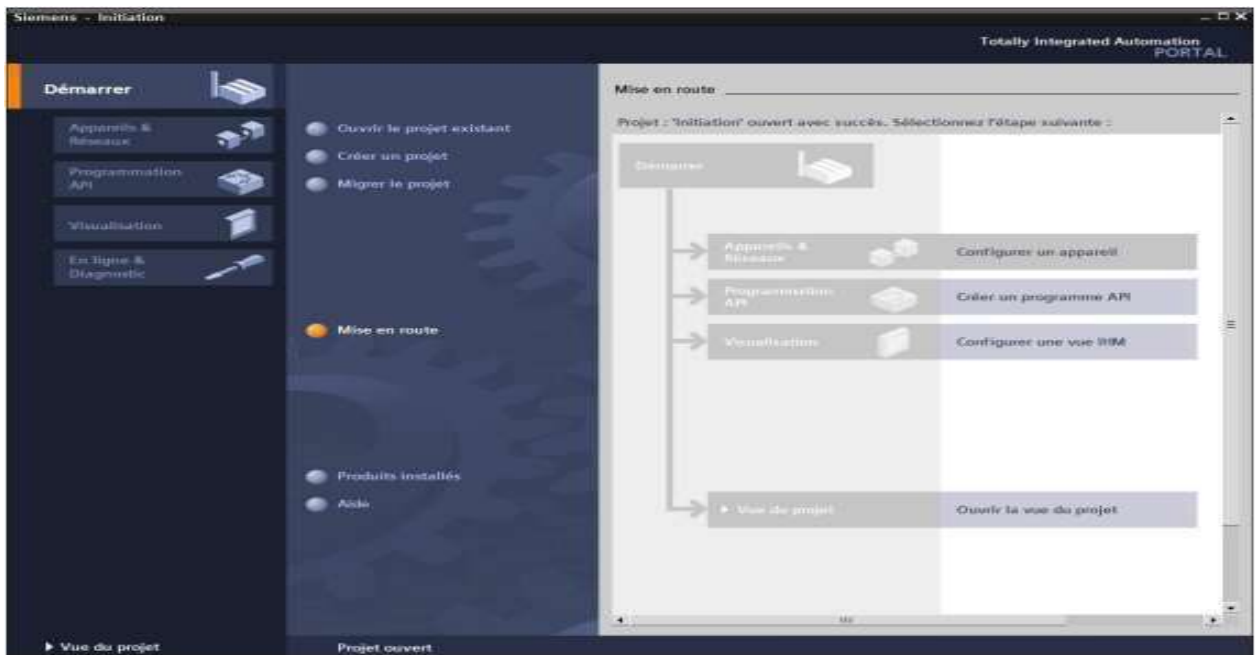


Figure II.15 : Fenêtre de mise en route.

- Puis « Ajouter un appareil » avec le nom d'appareil : Control presse. Choisissez alors dans le catalogue la « CPU 1214C » avec la bonne combinaison de lettres derrière. (« Ajouter un appareil > SIMATIC PLC > CPU 1214C > 6ES7 214-1AE30- 0XB0 > Ajouter »).

Voir figure II.16.

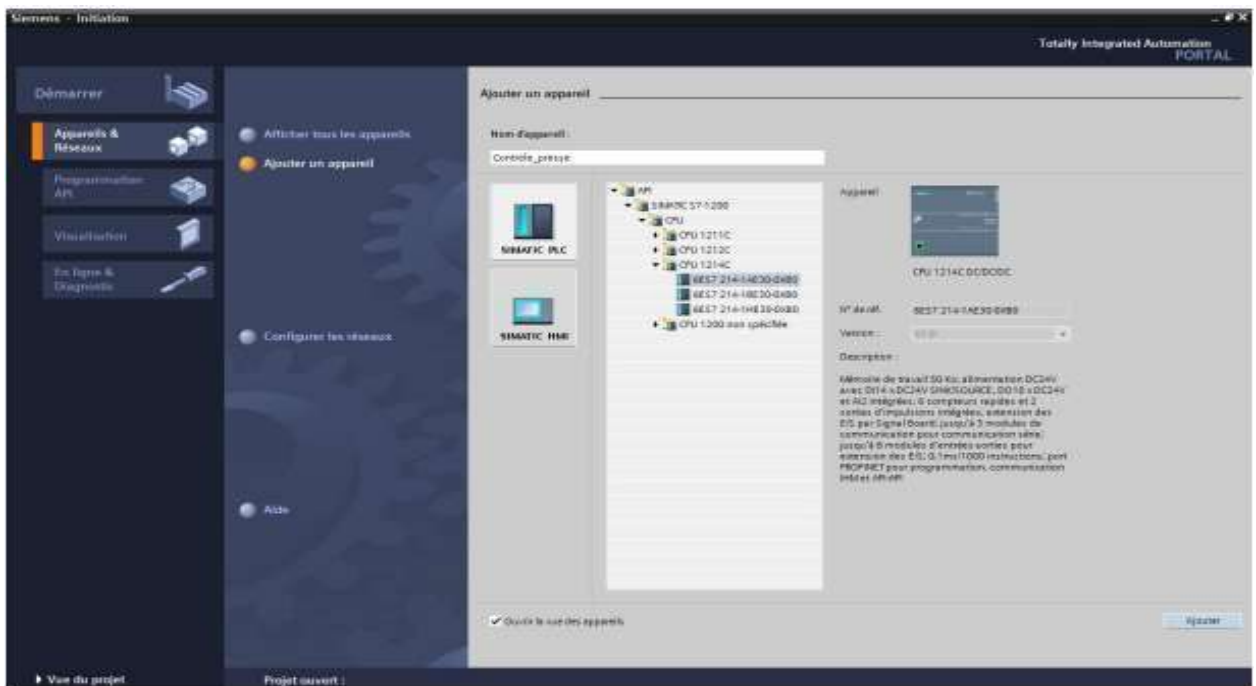


Figure II.16 : Fenêtre pour ajouter un appareil.

II.12.2. Configuration matérielle

La configuration matérielle permet la configuration des appareils que ce soit des systèmes d'automatisation, des appareils de terrain sur le système de bus PROFINET ainsi que le matériel pour la visualisation. La configuration des réseaux détermine la communication entre les différents composants matériels. Les différents composants matériels sont insérés dans la configuration matérielle depuis des catalogues. Le matériel du système d'automatisation SIMATIC S7-1200 se compose du contrôleur (CPU), de modules signaux d'entrées-sorties (SM), de modules de communication (CM) et d'autres modules spéciaux. Les modules de signaux et les appareils de terrain assurent la liaison entre les données d'entrée et de sortie du processus qui doivent être automatisé et visualisé par le système d'automatisation. La configuration matérielle permet de charger de transférer les solutions d'automatisation et de visualisation dans le système d'automatisation respectivement de permettre à la commande l'accès aux modules de signaux raccordés (figureII.17).

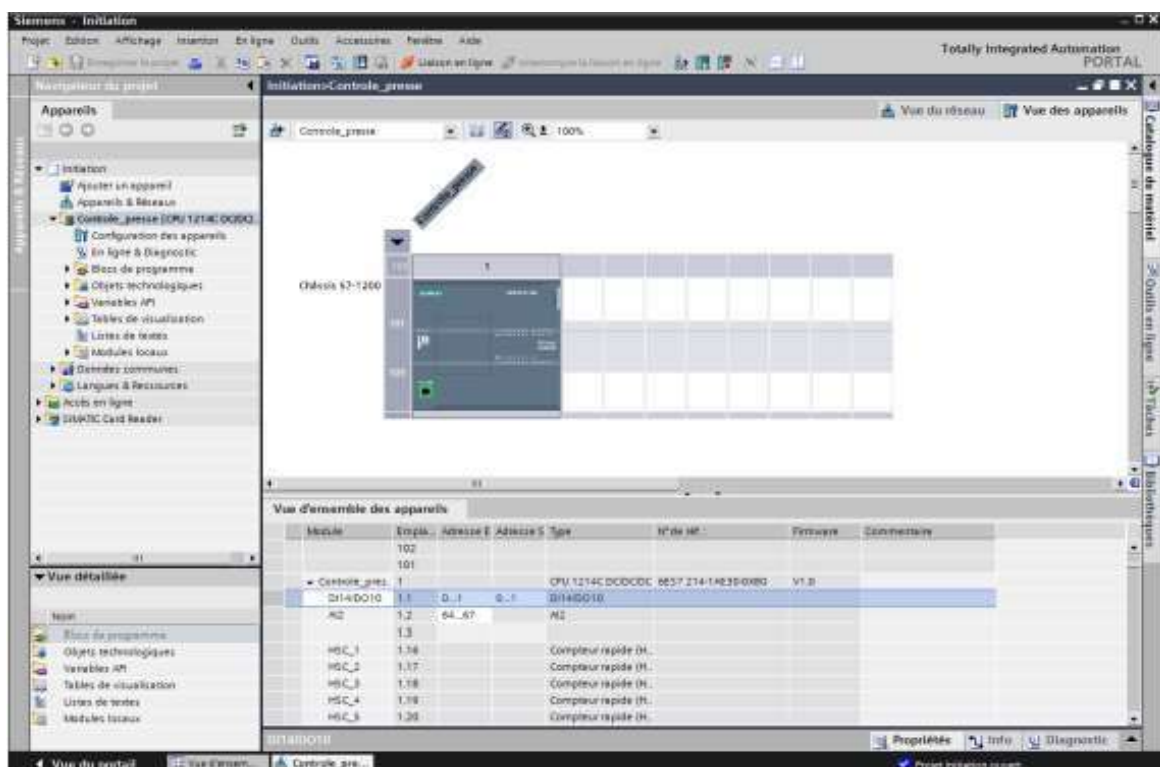


Figure II.17 : configuration matérielle.

II.12.3. Définition des mnémoniques

Les mnémoniques dans TIA Portal sont des codes courts et symboliques utilisés pour identifier des variables, des entrées/sorties et d'autres éléments du programme de manière concise et faciliter la programmation

II.12.4. Les blocs de programmation

➤ Blocs d'organisation (OB)

- Les blocs OB sont le point d'entrée du programme et sont directement appelés par le système d'exploitation de la CPU.
- Ils déterminent la structure du programme utilisateur et permettent d'exécuter certaines parties du programme à des moments spécifiques, comme au démarrage ou de manière cyclique.
- Le bloc OB1 est le bloc principal, tous les autres blocs sont appelés à partir de celui-ci.

➤ Blocs fonctionnels (FB) et Fonctions (FC)

- Les FB et FC sont des blocs de fonctions que l'on programme dans différents langages comme le logigramme, le schéma à contacts ou le SCL.
- Ils peuvent recevoir des paramètres d'entrée et de sortie et sont réutilisables à différents endroits du programme.
- Les FB disposent d'une mémoire d'instance qui leur est propre, contrairement aux FC.

➤ Blocs de données (DB)

- Les DB permettent de stocker des données utilisées par les différents blocs du programme.
- Un DB d'instance est automatiquement généré pour chaque instance d'un FB et contient les variables propres à cette instance.

En résumé, les différents blocs de programmation dans TIA Portal permettent de structurer le programme de manière modulaire et réutilisable [4].

II.13. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons examiné la configuration modulaire d'un automate programmable et son agencement interne. Ensuite, nous nous sommes concentrés sur l'automate S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLY en détaillant ses spécifications techniques afin de faciliter sa programmation, préparant ainsi le terrain pour le prochain chapitre.

Chapitre III :

Modélisation de la machine
laveuse claies par GRAFCET

III.1. Introduction

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel de Commande Etape-Transition) est un outil graphique essentiel pour décrire le comportement attendu d'un système automatisé. Après avoir établi le fonctionnement de la machine et modélisé le cahier des charges, le GRAFCET, également connu sous le nom de Diagramme Fonctionnel en Séquence. Il se compose d'un ensemble d'étapes et de transitions qui représentent le déroulement du cycle de l'automatisme. Cette représentation graphique permet une meilleure compréhension de l'automatisme par tous les intervenants impliqués dans le projet.

Dans ce chapitre nous allons traduire notre cahier de charge en un programme qui puisse être exécuté sur notre automate, et qui permet de passer de la description fonctionnelle du système à sa mise en œuvre pratique.

III.2. Généralités sur le GRAFCET

III.2.1. Définition du GRAFCET

Le Grafcet est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel.

Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.

III.2.2. Conception de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET est un outil graphique de commande séquentielle qui décrit le cycle d'un système automatisé par une succession d'étapes et de transitions. Chaque étape est associée à une ou plusieurs actions qui sont exécutées lorsque l'étape est active. Les transitions, quant à elles, sont associées à des réceptivités qui sont des conditions logiques pour l'évolution du GRAFCET. Les étapes et les transitions sont reliées par des liaisons orientées qui indiquent les possibilités d'évolution du cycle. Le GRAFCET permet de représenter l'évolution d'un cycle automatisé en prenant en compte les différentes étapes et transitions, ainsi que les réceptivités associées à ces transitions. Il est important de noter que deux étapes ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une transition, et deux transitions ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une étape. (Voir figure III.1) [5].

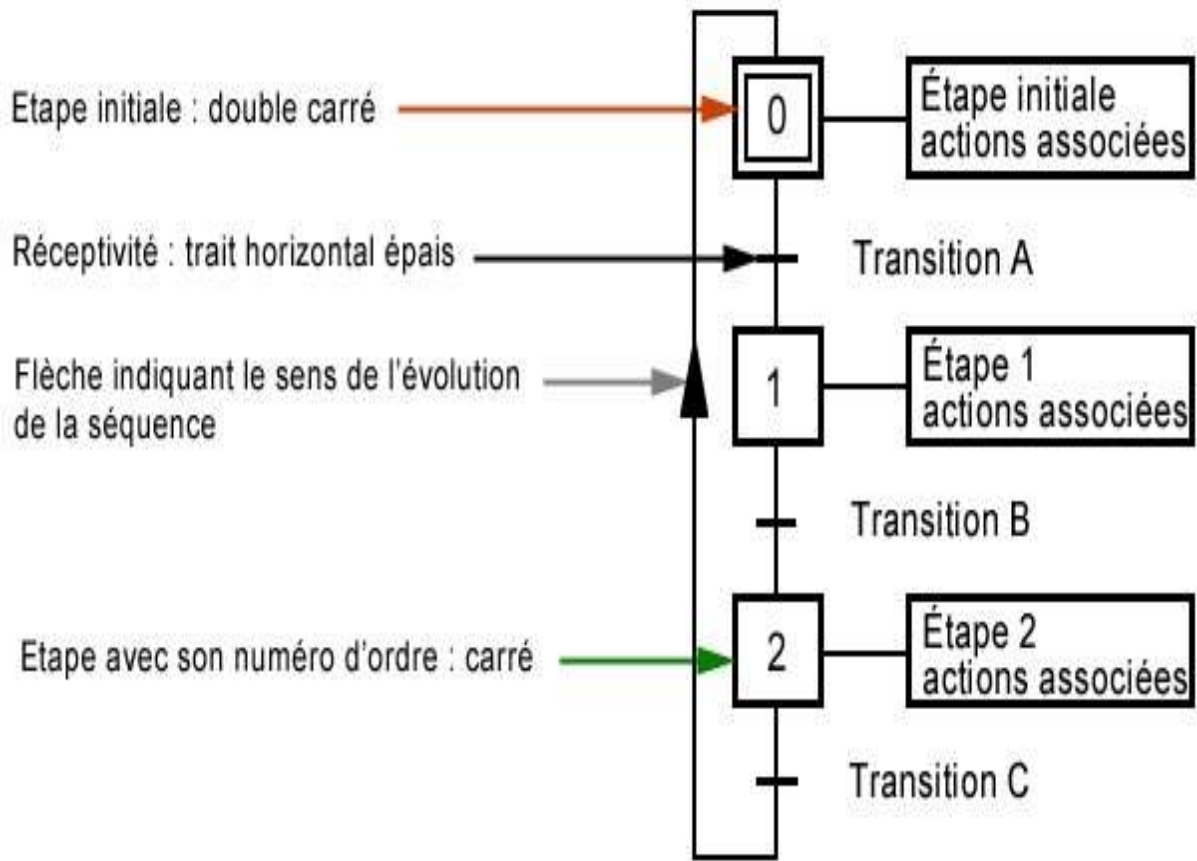


Figure III.1 : Symbolisation du Grafcet.

III.2.2.1. L'Étape

L'étape correspond à une situation élémentaire ayant un comportement généralement stable. En principe, pendant une étape, les organes de commande ne changent pas d'état. Une étape est soit active soit inactive. L'étape se représente par un carré repéré par une variable alphanumérique placée au centre du carré.

Lorsqu'une étape est active, on peut le préciser par un point. (Voir figure III.2)

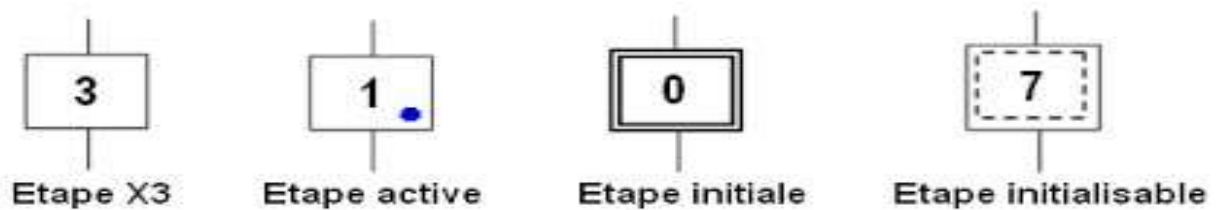


Figure III.2 : Différents symbole d'étape.

III.2.2.2. Actions associées aux étapes

Chaque étape d'un GRAFCET peut être associée à une ou plusieurs actions. Les actions peuvent être de différents types, telles que les actions continues, les actions conditionnelles, les actions temporisées et les actions mémorisées. Les actions sont exécutées lorsque l'étape associée est active, et elles peuvent être associées à des conditions de réceptivité pour déterminer quand une étape peut être activée. (Voir figure III.3)

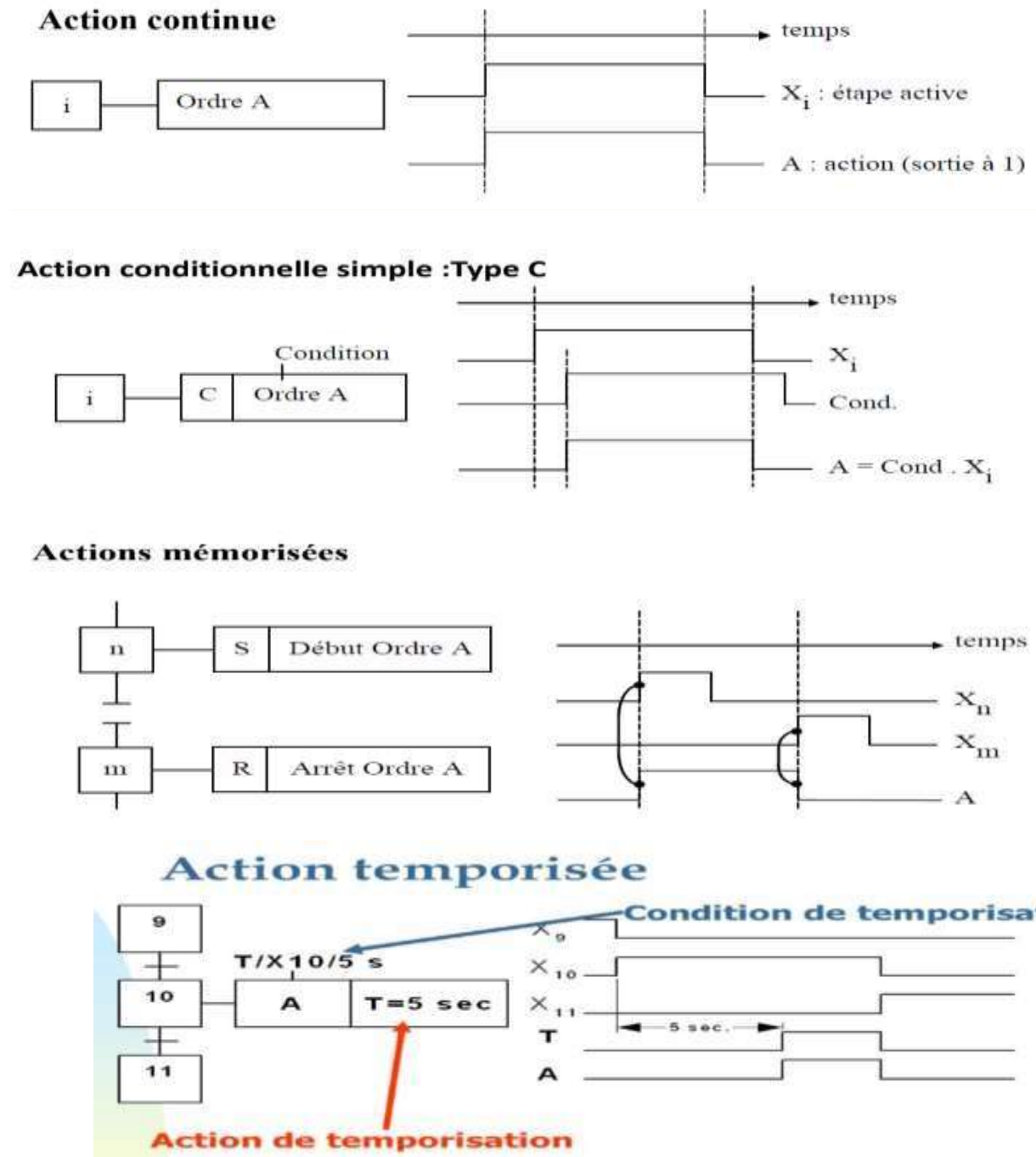


Figure III.3. : Actions associées aux étapes.

III.2.2.3. Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes et donc la succession de deux activités dans la partie opérative. Lors de son franchissement, elle va permettre l'évolution du système. 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) [5].

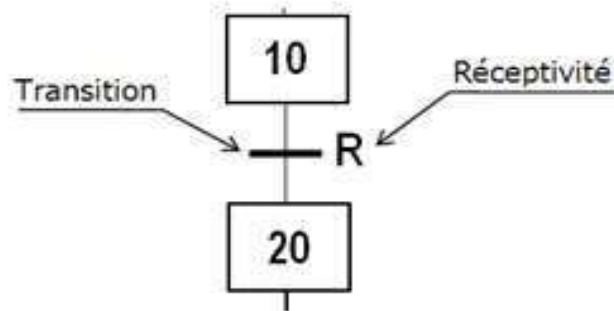


Figure III.4 : Représentation d'une transition réceptive.

III.2.2.4. Liaisons orientées

Elles sont de simples traits verticaux qui relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Elles sont normalement orientées de haut vers le bas. Une flèche est nécessaire dans le cas contraire. (Voir figure III.5) [9].

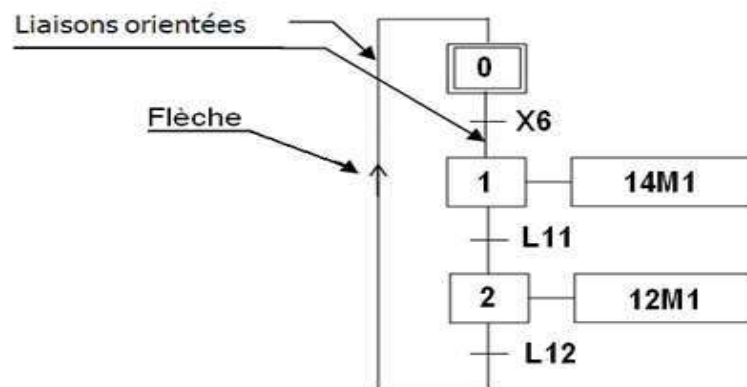


Figure III.5 : Exemple de liaison orientée.

III.3. Niveaux d'un GRAFCET

III.3.1. Grafcet de niveau 1

Le niveau 1 du GRAFCET, également appelé niveau fonctionnel ou niveau I, est utilisé pour comprendre le fonctionnement du système automatisé et pour identifier les fonctions qu'il doit remplir.

Il est établi en utilisant une langue naturelle et ne tient pas compte de la technologie des capteurs et des actionneurs. Le GRAFCET de niveau 1 permet de représenter la séquence d'opération souhaitée et d'identifier les fonctions que le système automatisé doit remplir. (Voir figure III.6)

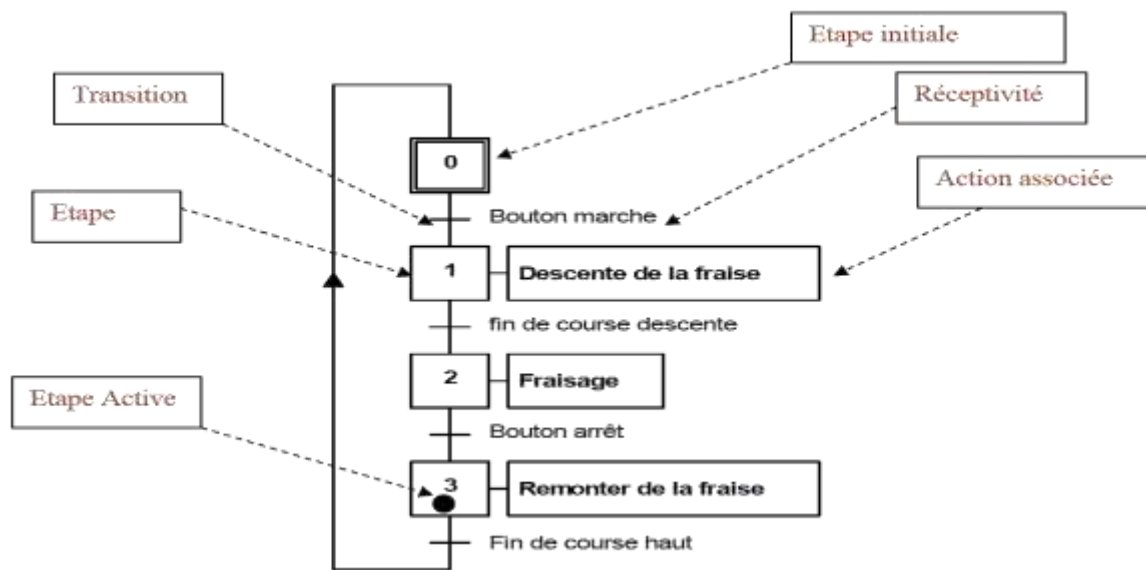


Figure III.6 : Exemple d'un GRAFCET de niveau 1.

III.3.2. Grafcet de niveau 2

II, est utilisé pour choisir les capteurs et les actionneurs nécessaires pour générer les actions et obtenir les Le niveau 2 du GRAFCET, également appelé niveau technologique ou niveau informations nécessaires pour remplir les fonctions. Le choix technologique est effectué à ce niveau. Le GRAFCET de niveau 2 tient compte de la technologie des capteurs et des actionneurs et peut conduire au programme d'un automate ou d'un séquenceur câblé. (Voir figure III.7) [5].

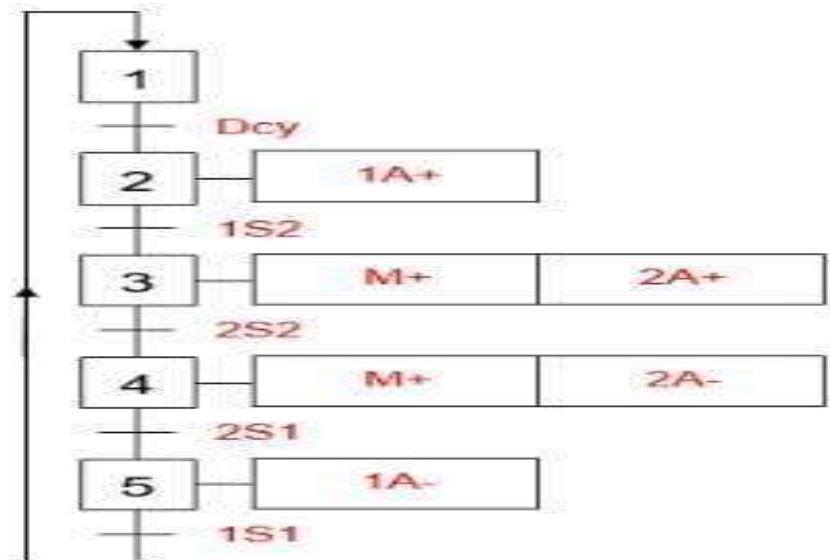


Figure III.7: Exemple d'un grafcet niveau 2.

III.3.3. Grafcet de niveau 3

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2 en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné et de pouvoir élaborer un programme procédé et à la mise en œuvre afin d'assurer son évolution. (Voir figure III.8) [6].

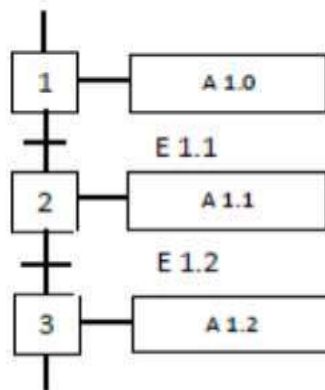


Figure III.8: Exemple d'un grafcet niveau 3.

III.4. Structure de base d'un grafcet

➤ Séquence linéaire

Une séquence linéaire ou unique dans un GRAFCET est une succession linéaire d'étapes et de transitions, où chaque étape (sauf la première) n'a qu'une seule transition amont, et chaque étape (sauf la dernière) n'a qu'une seule transition aval [7].

➤ Séquences simultanées

a. Divergence en ET

Deux ou plusieurs séquences peuvent être simultanément activées à partir de la même transition. Les deux traits parallèles mettent en évidence l'activation simultanée des étapes 13.1 et 13.2 à partir de la réceptivité $a=1$, lorsque l'étape 12 est active. (Voir figure III.9)

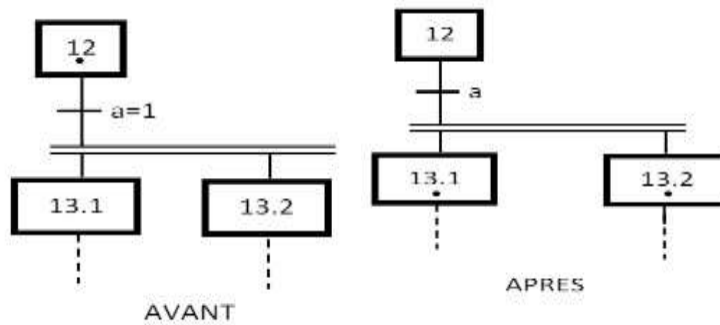


Figure III.9: Divergence en ET.

b. Convergence en ET

La convergence entre plusieurs branches parallèles ne pourra s'effectuer que lorsque toutes les séquences seront terminées (étapes 10.1 et 10.2 actives) et la réceptivité commune vraie ($e=1$). (Voir figure III.10) [8].

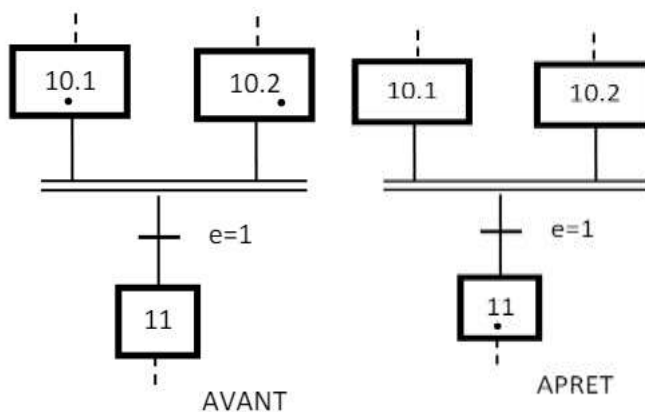


Figure III.10 : Convergence en ET.

➤ Sélection de séquences

a. Divergence en OU

Sur l'exemple, l'étape 14 se trouvant active et la réceptivité « f » étant vraie, l'évolution s'effectue vers l'étape 15.2. (Voir figure III.11)

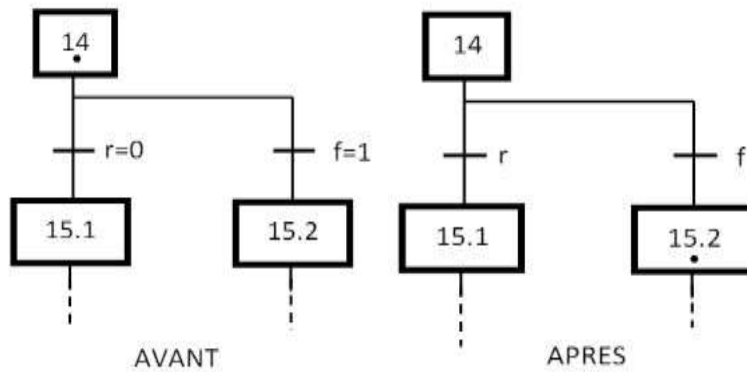


Figure III.11: Divergence en OU.

b. Convergence en OU

Lorsque l'étape 20.2 est active et la réceptivité « c » est vraie « c=1 », l'évolution s'effectue vers l'étape 21. (Voir figure III.12) [8].

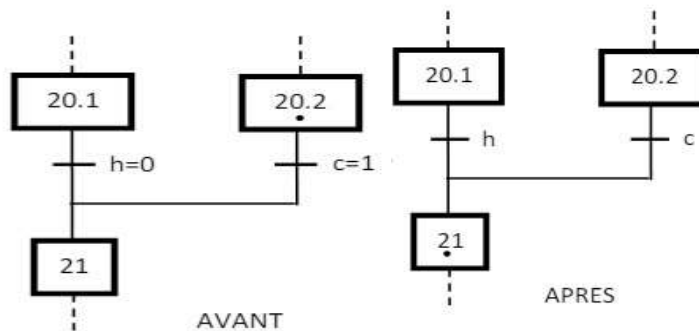


Figure III.12 : Convergence en OU.

➤ Saut d'étape :

Le saut d'étapes permet de sauter plusieurs étapes en une fois, le système peut directement passer à l'étape suivante sans activer les étapes intermédiaires. (Voir figure III.13)

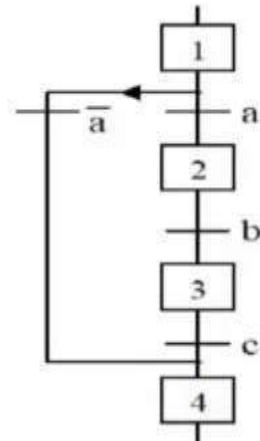


Figure III.13 : saut d'étape.

➤ Reprise de séquence

Reprise de séquence permet d'effectuer plusieurs fois une même séquence tant qu'une condition n'est pas réalisée. (Voir figure III.14)

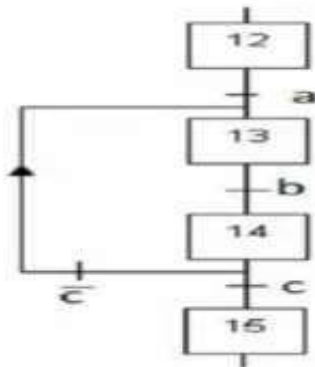


Figure III.14 : Reprise de séquence.

III.5. Cahier de charge de la machine

La machine laveuse des claies passe par un mode lavage qui contient 3 cycles court moyen et long.

- En appuyant sur BP départ cycle sur l'armoire et s'assurer que les différents filtres du bac décanteur sont bien en place et que les vérins sont tous en repos.

- Remplissage des bacs activation de vérin A (sortie de la tige de vérin capteur A1) et que le niveau désiré atteint détectée par le capteur DN1 puis désactivation de vérin A (entrée de la tige de vérin A capteur A0).
- Chauffage des bacs activation de vérin B (sortie de la tige de vérin capteur b1) réglage de la température sur l'armoire par un régulateur jusqu'à la température désirée atteinte 70 degré détectée par le capteur RT1 puis désactivation de vérin (entrée de vérin B capteur B0).
- Par un appuie sur BPS6 activation de la pompe KM11 pour injecter la quantité de produit dans le bain.
- Positionner le bac à laver sur la porte.
- Par un appuie sur BP départ cycle et que la porte est verrouillée /fermée capteur DS2.
- Par un appuie sur le BP S7 la machine s'effectue choix de cycle soit court soit moyen ou bien long.

Cycle court

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 5min puis entrée de vérin capteur D0 et rotation du moteur km64.
- Lavage : activation de la pompe de lavage km1 pendant 10 min.
- Désinfectant et rinçage final : par un appuie sur BP désinfection S5, mise en marche de la pompe désinfectant km1 l et ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 5min puis entrée de vérin capteur D0 et arrêt du moteur KM64.

Cycle moyen

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 7min puis entrée de vérin capteur D0 et rotation du moteur km64.
- Lavage : activation de la pompe de lavage km1 pendant 15 min.
- Désinfectant et rinçage final : par un appuie sur BP désinfection S5, mise en marche de la pompe désinfectant km1 l et ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 7min puis entrée de vérin capteur D0 et arrêt du moteur KM64.

Cycle long

- Pré-rinçage : ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 10min puis entrée de vérin capteur D0 et rotation du moteur km64.
- Lavage : activation de la pompe de lavage km1 pendant 20 min.

- Désinfectant et rinçage final : par un appuie sur BP désinfection S5, mise en marche de la pompe désinfectant km1 l et ouverture de la vanne d'eau activation de vérin D (sortie de la tige de vérin capteur D1) pendant 10min puis entrée de vérin capteur D0 et arrêt du moteur KM64.

III.6. Modélisation du fonctionnement par Grafcet

En poursuivant notre analyse du cahier des charges, nous avons élaboré des modèles de processus à l'aide de Grafquets de niveau 2.

Voici ci-dessous le Grafcet détaillé du fonctionnement de notre machine laveuse claies.

- **Grafcet du fonctionnement global**

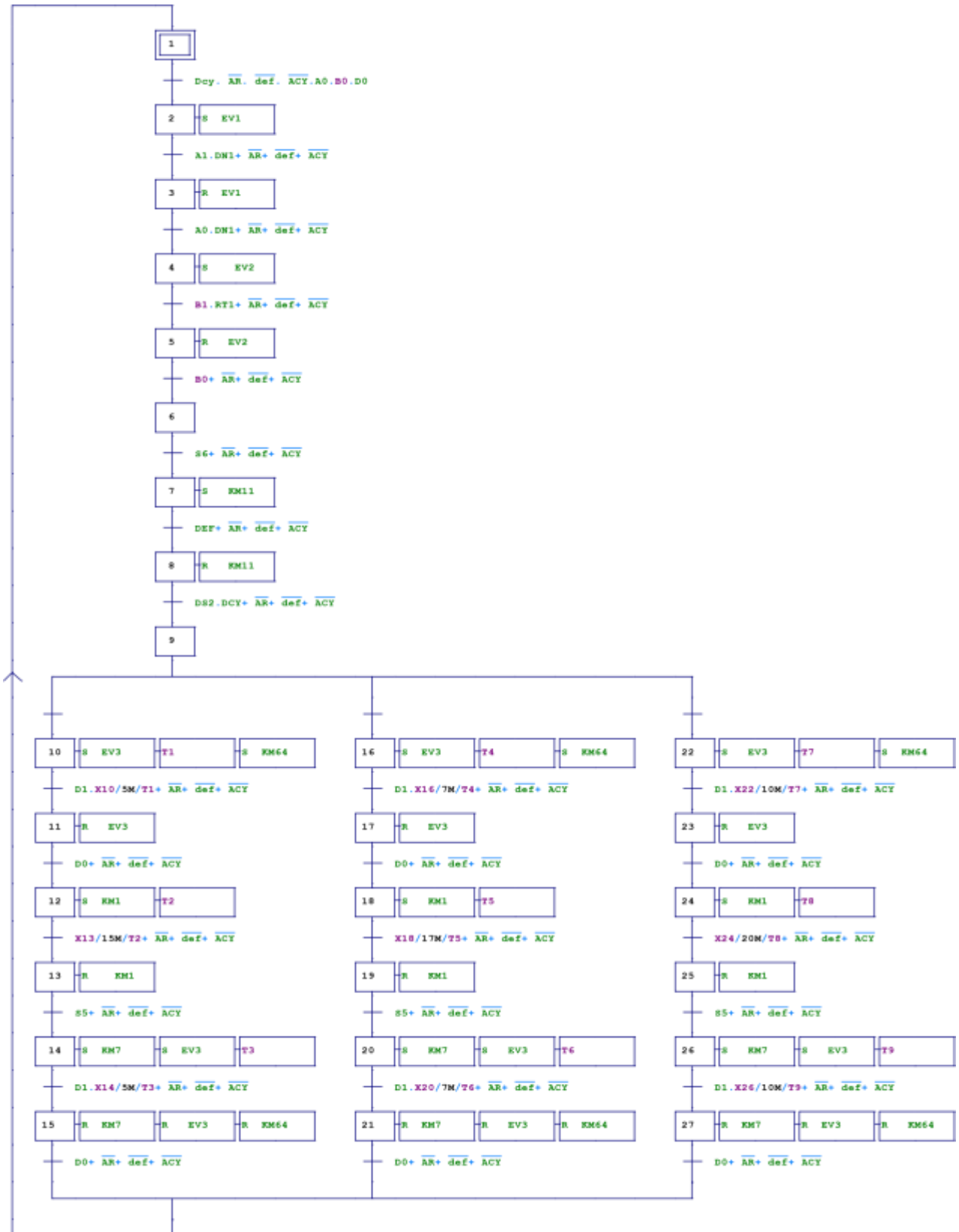


Figure III.15 : Grafcet global niveau 2.

III.7. Table des variables

Variables	Commentaire
A0	Capteur niveau bas Vérin de remplissage
A1	Capteur niveau haut Vérin de remplissage
B0	Capteur niveau bas Vérin de chauffage
B1	Capteur niveau haut Vérin de chauffage
BP-DEPART CYCLE	Début de cycle
BPS6	Bouton injection du produit
D0	Capteur niveau bas Vérin de la vanne d'eau
D1	Capteur niveau haut Vérin de la vanne d'eau
def	Défaut
Dn1	Capteur de niveau
Ds2	Capteur de sécurité porte fermée
Ev1	Electrovanne Vérin de remplissage
Ev2	Electrovanne Vérin de chauffage
Ev3	Electrovanne Vérin de la vanne d'eau
KM1	Pompe de lavage
KM11	Pompe de produit
KM64	Moteur
KM7	Pompe désinfectant
RT1	Capteur analogique de température
BPS5	Commutateur d'activation de pompe désinfectant
BPS7	Choix de cycle
AR	Arrêt d'urgence
ACY	Arrêt de cycle

III.8. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons modélisé la machine laveuse des claies à l'aide du GRAFCET, Nous avons détaillé les étapes suivies pour réaliser ce choix. Son utilisation permet d'assurer une traçabilité entre le cahier de charge et la solution d'automatisation, garantissant ainsi la fiabilité et la qualité du système final. Le chapitre suivant sera consacré à la présentation de la solution de supervision à l'aide du logiciel WinCC sur Tia Portal.

Chapitre IV :

Développement des vues de contrôle et
de Supervision

IV.1. Introduction

Grâce aux progrès de l'informatique, il est désormais possible de traiter efficacement les données dans l'industrie. Cela est rendu possible par la création et la configuration préalable de vues spécifiques, Cette compréhension peut être obtenue grâce à une interface Homme Machine (IHM), à l'aide d'un logiciel adéquat.

Win CC Comfort est un outil puissant pour la supervision et le contrôle des processus industriels. Nous avons utilisé ce logiciel pour créer une interface graphique de supervision pour notre machine de laveuse claires, permettant ainsi une surveillance efficace et une prise de décisions éclairées.

IV.2. La supervision

La supervision est une technique industrielle qui consiste à surveiller et contrôler les processus automatisés à l'aide des logiciels spécialisés. Elle permet de collecter des données, surveiller le bon fonctionnement des systèmes, et centraliser les outils de supervision pour faciliter la gestion des processus de fabrication.

Cette approche informatique avancée assure le suivi des alarmes, des événements, des temps de fonctionnement et des recettes de fabrication, offrant aux opérateurs une interface conviviale pour piloter efficacement les systèmes automatisés [10].

IV.3. Présentation du logiciel de supervisions

Le logiciel WCC flexible, également connu sous le nom de SIMATIC WinCC flexible est un logiciel d'ingénierie développé par Siemens pour la configuration d'interfaces homme machine (IHM) sur des pupitres tactiles ou des écrans. Il permet la création d'interfaces graphiques pour le contrôle et le suivi des processus industriels.

L'objectif est de présenter rapidement et de manière fiable des données de processus immédiatement compréhensibles par l'opérateur avec une interface utilisateur innovante avec des fonctionnalités telles que la représentation claire des processus [11].

IV.4. Constitutions d'un système de supervision

La constitution d'un système de supervision implique la mise en place d'un moteur central (logiciel) auquel se rattachent différents composants matériels et logiciels pour surveiller et contrôler les processus industriels. Ce logiciel assure l'affichage, le traitement et l'archivage des données, ainsi que la communication avec d'autres périphériques [12].

➤ **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.

➤ **Module d'archivage**

Essentiel pour conserver un historique des données du système, son rôle est de la mémorisation des données (alarmes et événements) pendant une longue période et l'exploitation des données dans des applications spécifiques pour les fins de maintenance ou de gestion de production [13].

➤ **Module De traitement**

Le module de traitement est responsable de la préparation des données pour la visualisation, les présentant sous une forme prédéfinie aux opérateurs via le module de visualisation.

➤ **Module De communication**

Il assure l'acquisition des données provenant des automates programmables industriels et autres périphériques connectés au système et gère le transfert de ces données vers le module de traitement pour leur mise en forme et leur analyse [14].

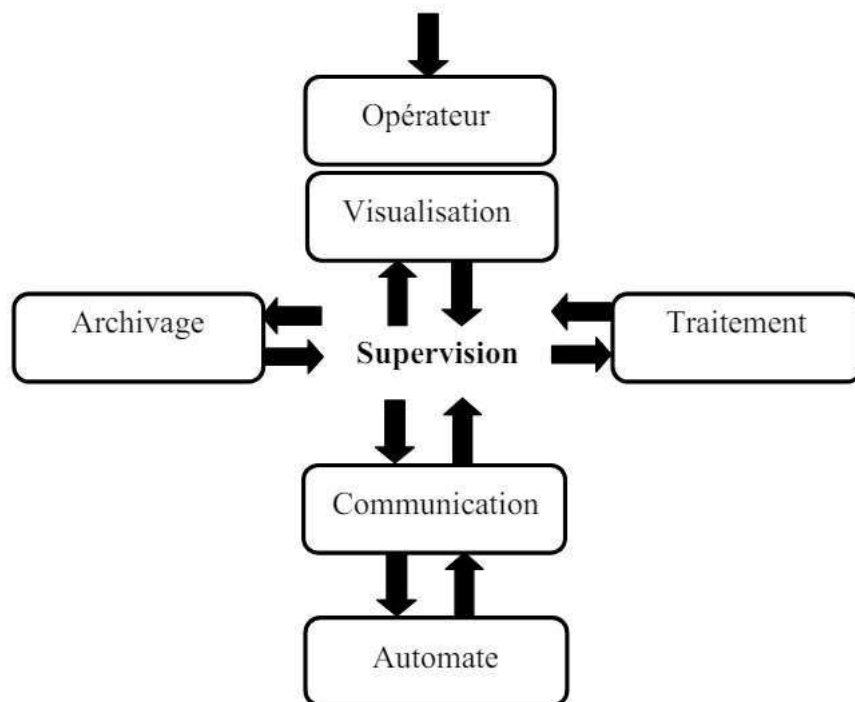
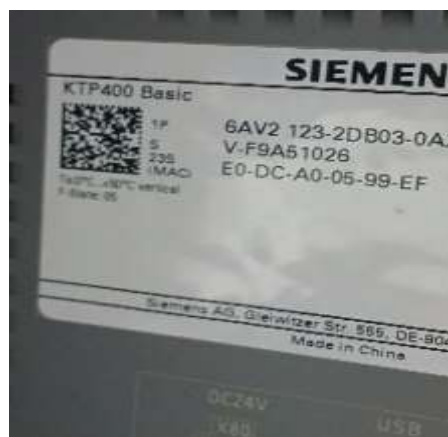


Figure IV.1: Schéma synoptique d'un système de supervision.

IV.5. Choix de l'interface homme-machine

La série SIMATIC KTP est disponible avec différentes tailles d'écrans tactiles TFT couleur, ces écrans permettent une commande par touches et tactile, et sont configurables leur écran haute résolution [15].

Nous avons utilisé le pupitre KTP 400 BASIC est un panneau opérateur compact et abordable, idéal pour des applications HMI de base, offrant des fonctionnalités tactiles, une connectivité PROFINET et une programmation via Win CC Basic dans l'environnement TIA Portal.



IV.2 : Référence de l'écran IHM.

❖ Caractéristiques techniques

- Écran TFT, rétroéclairage LED couleur de 4,3 pouces avec une résolution de 480 x 272 pixels.
- Interfaçage avec différents automates via PROFINET.
- Capacités limitées à 1000 messages, 32 classes de messages, 100 écrans de process, etc.
- Référence produit : 6AV2123-2DB03-0AX0.
- Dimensions : 141 x 116 x 33 mm Alimentation : 24 VDC.
- Mémoire disponible pour l'utilisateur : 10 Mo
- Un seul port USB Ethernet
- Puissance absorbée : 3W
- Consommation (valeur nominale) : 125 mA [15].



Figure IV.3 : L'interface de supervision KTP400 BASIC.

IV.6. Solution proposée

Pour remédier aux inconvénients des boutons poussoir et des commutateurs sur la machine laveuse des claies, une solution a été trouvée en intégrant ces boutons dans l'afficheur HMI KTP400 Basic PN. Cette décision a été prise pour les raisons suivant :

- **Flexibilité accrue** : un HMI permet de gérer des systèmes beaucoup plus volumineux et complexes qu'un simple panneau de bouton-poussoir. L'HMI offre la possibilité d'afficher et de contrôler un plus grand nombre de fonctions sur un seul écran.
- **Meilleure visualisation et diagnostic** : Avec un HMI, il est plus facile de visualiser l'État de fonctionnement de la machine et de diagnostiquer les problèmes. Car L'HMI peut afficher des informations détaillées comme le suivi des lots, les poids, les débits et les tendances cela facilite la résolution des problèmes.
- **Fonctionnalités avancées** : un HMI peut inclure des fonctionnalités avancées comme des avertissements des servis web des courriels. Etc. qui ne sont pas possibles avec de simples bouton-poussoir.

En appliquant ces améliorations, on obtient un système plus performant, plus sûr et plus convivial, tout en optimisant les processus de désinfectant et de dosage.

IV.7. Conception d'une interface homme / Machine

IV.7.1 Paramètres de liaison créée par le système lors de l'intégration

Lors de l'ouverture de WinCC, le projet est tout d'abord enregistré. Ensuite, il est intégré au projet de programmation conçu dans TIA Portal pour introduire les variables manipulées. Par la suite, nous définissons la liaison entre le pupitre (l'interface HMI) et l'automate (le contrôleur) pour permettre une communication efficace entre les deux composants.

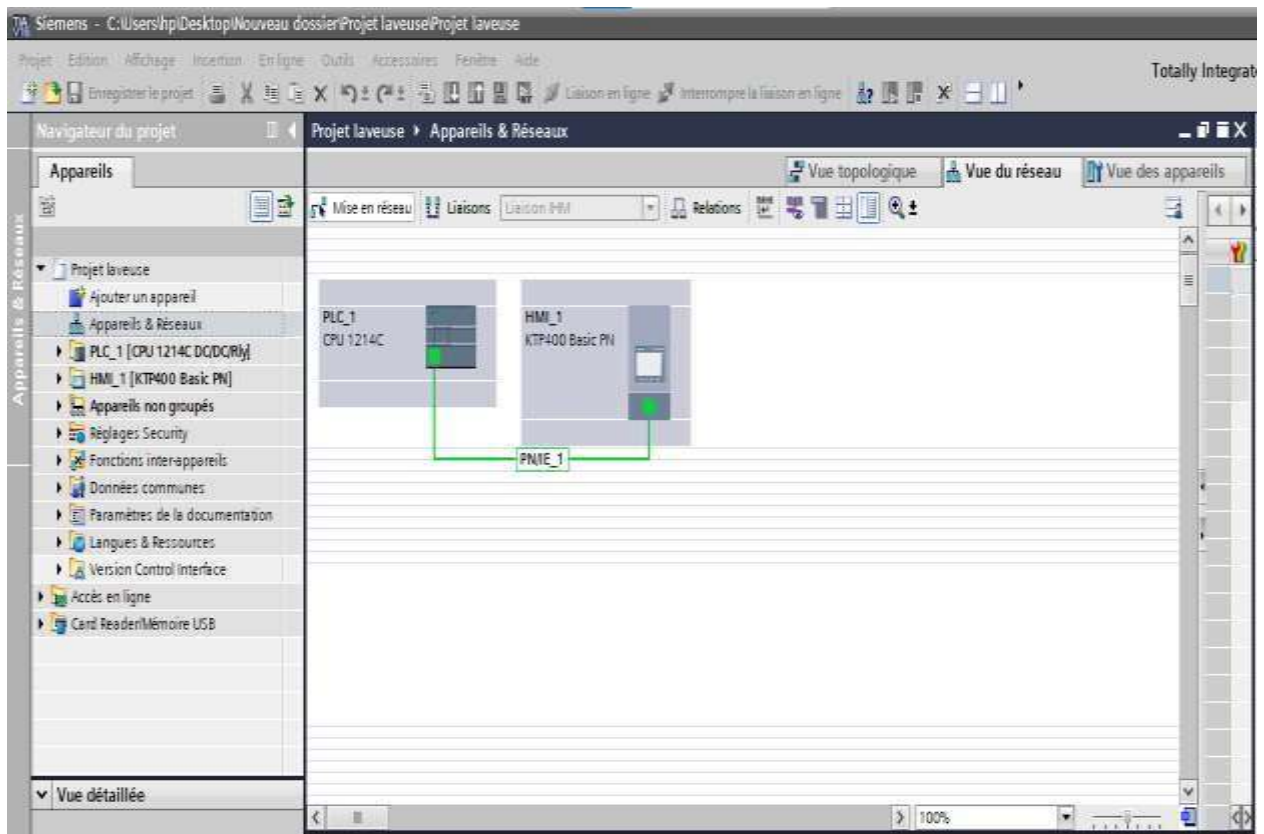


Figure IV.4 : Liaison entre l'API et le panel

IV.7.2 Création du projet

Le projet est au cœur de la configuration de l'interface graphique. Dans ce projet, nous créons et configurons tous les objets essentiels pour la commande et le contrôle de la machine. Les éléments clés incluent :

- Les vues qui permettent de représenter et de commander la machine.
- Les variables qui transmettent les données entre la machine et le pupitre opérateur.
- Les alarmes qui affichent les états du fonctionnement de la machine.

Ces éléments sont nécessaires pour une commande efficace et un contrôle précis de la machine.

IV.8. Visualisation de l'état du programme Pour le bloc OB1


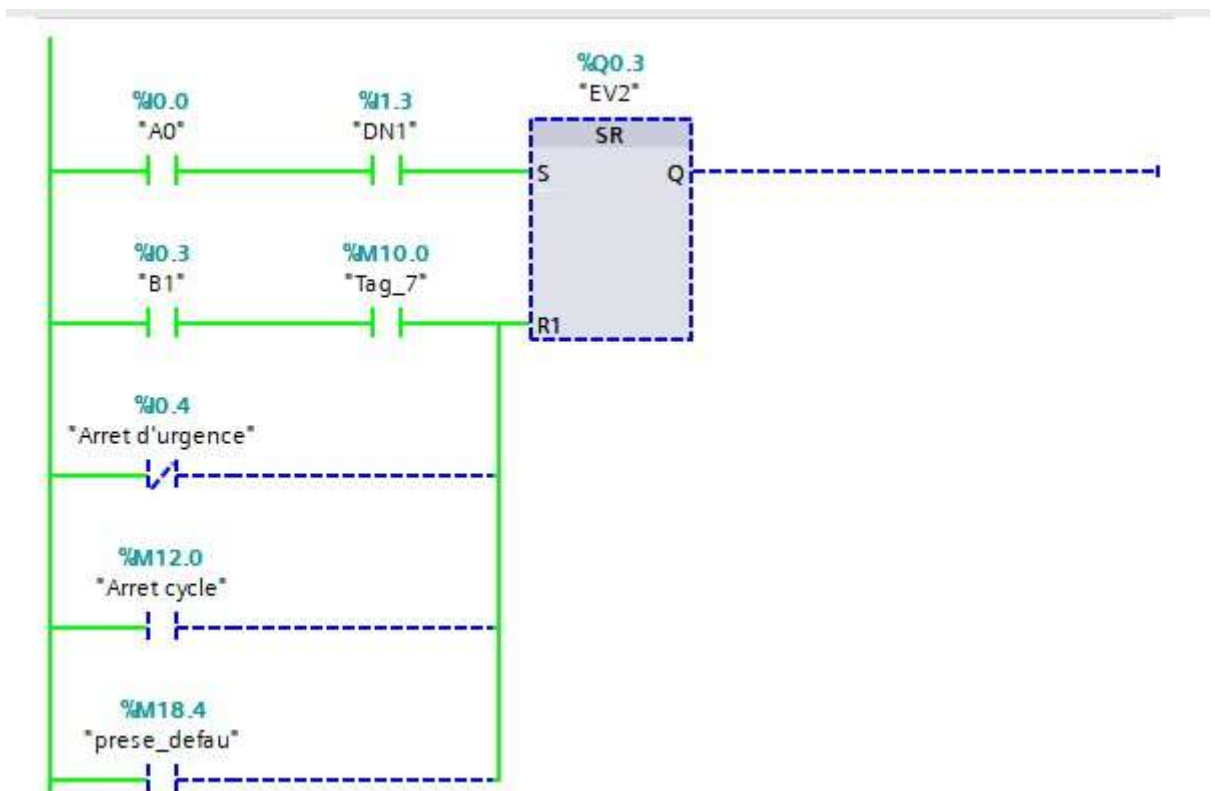
Après le chargement du programme de **OB1** dans la **CPU1214C DC/DC/RLY** du simulateur et mise de cette dernière en mode **RUN** le Tia Portal nous permet de visualiser l'état du programme, en cliquant sur l'icône . Ceci est illustré par la figure IV.10.

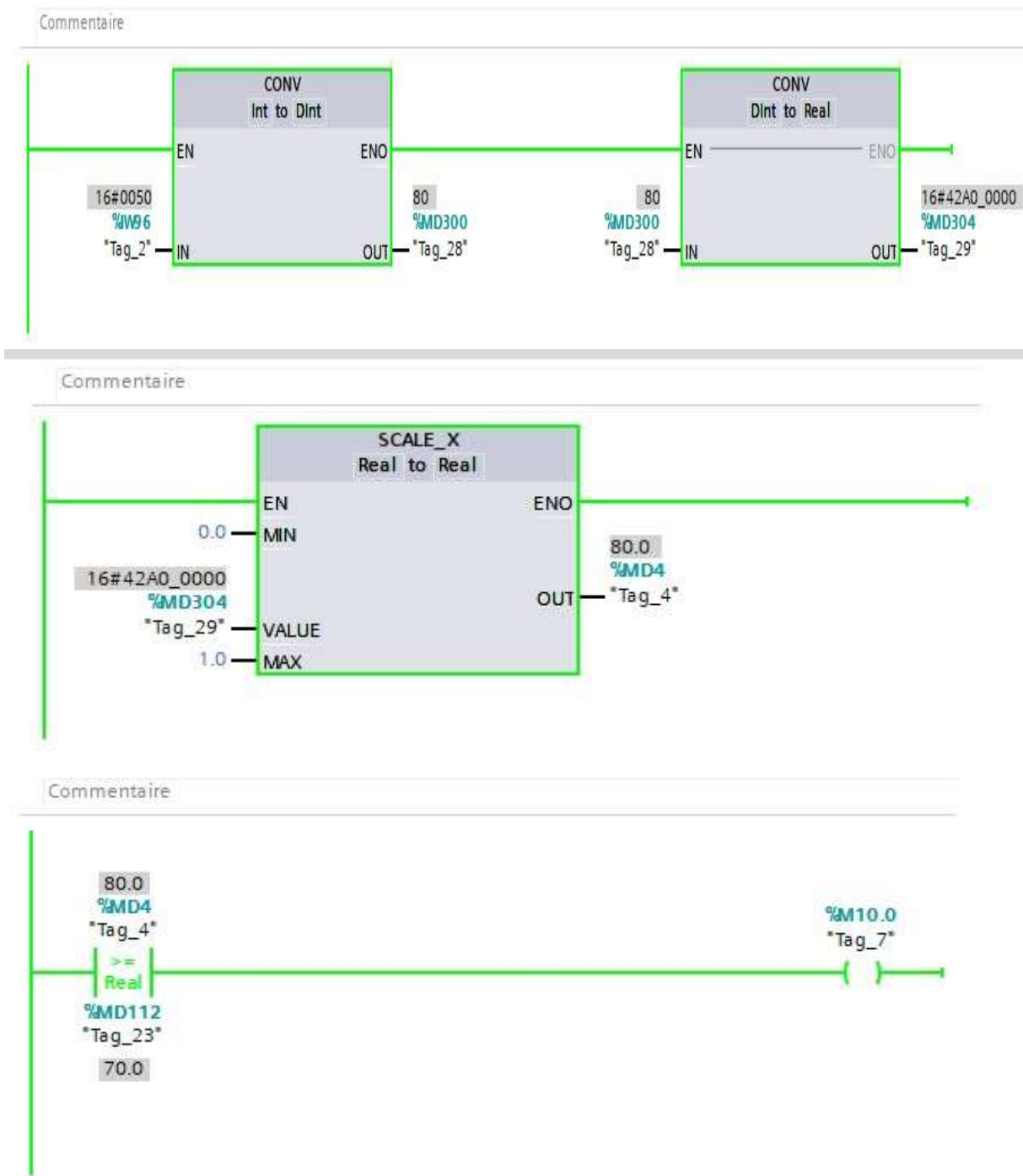


Figure IV.5 : Visualisation de l'état du programme.

IV.9. Exemple de notre programme

Programmation Chauffage de bain et Température.





IV.10. Différentes vues du projet

Les vues sont les éléments clés de notre projet, en permettant aux utilisateurs de visualiser et de contrôler la machine de manière efficace. Notre interface graphique est composée de plusieurs vues distinctes, conçues pour offrir une expérience utilisateur intuitive et facile à utiliser.

➤ **Vue d'accueil**

La Vue d'accueil est une interface utilisateur de base qui est toujours visible sur le pupitre et sera placée sur notre station. Elle présente le logo de l'entreprise STLD et le logo de l'UMMT0, offrant ainsi un accès direct à l'espace de travail. Cet espace de travail peut être sécurisé par un mot de passe, ce qui empêche tout accès non autorisé à la machine.

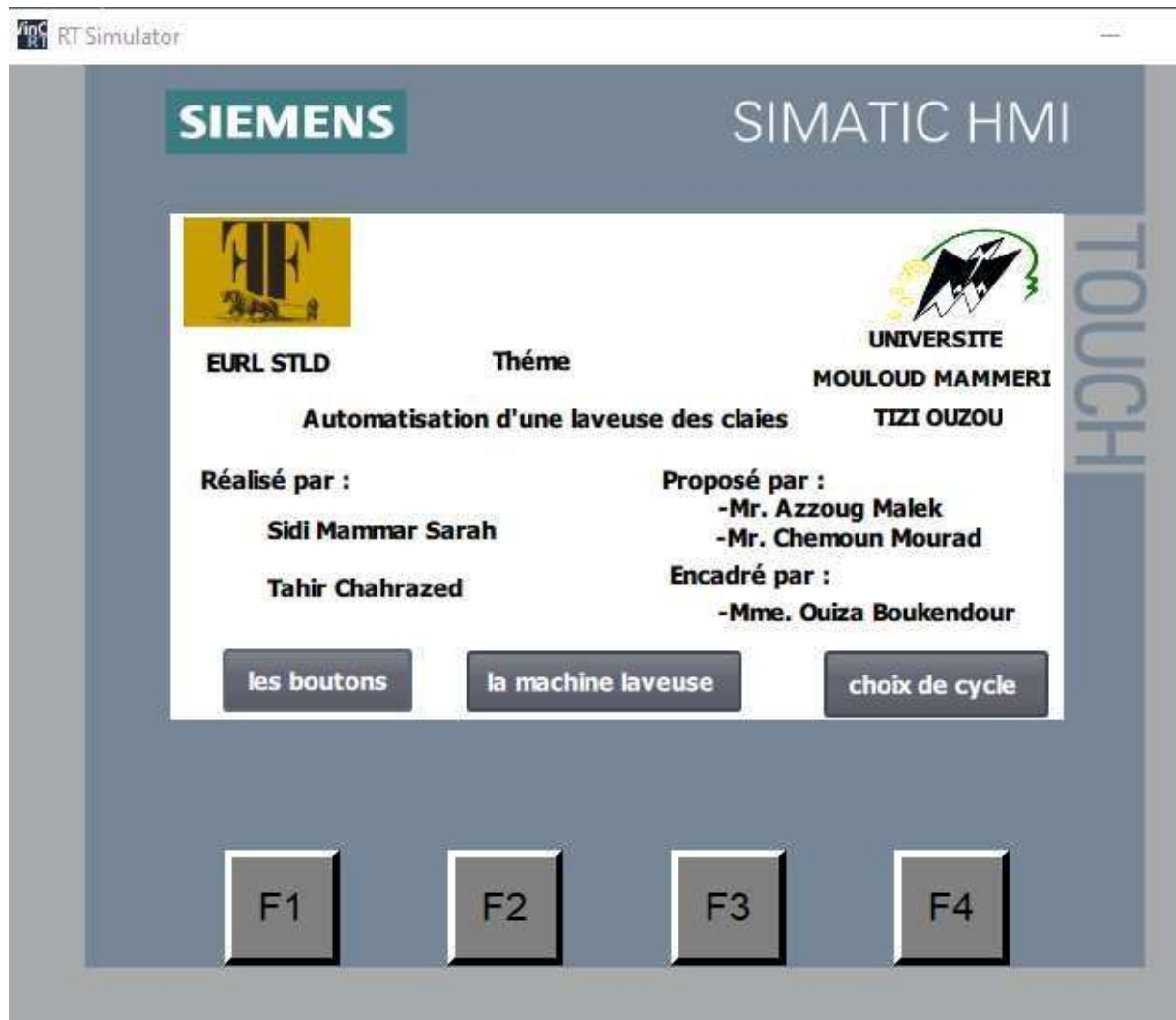


Figure IV.6 : Vue d'accueil

➤ **Vue de choix de cycle**

A partir de cette vue, on peut choisir le choix de cycle de la machine laveuse claies désiré.



Figure IV.7 : Vue choix de cycle.

➤ **Vue manuelle**

A partir de cette vue, on peut mettre en marche la pompe de dosage km11, la pompe désinfectant km7, départ cycle, arrêt cycle et réarmement qui clignote en cas d'un défaut.

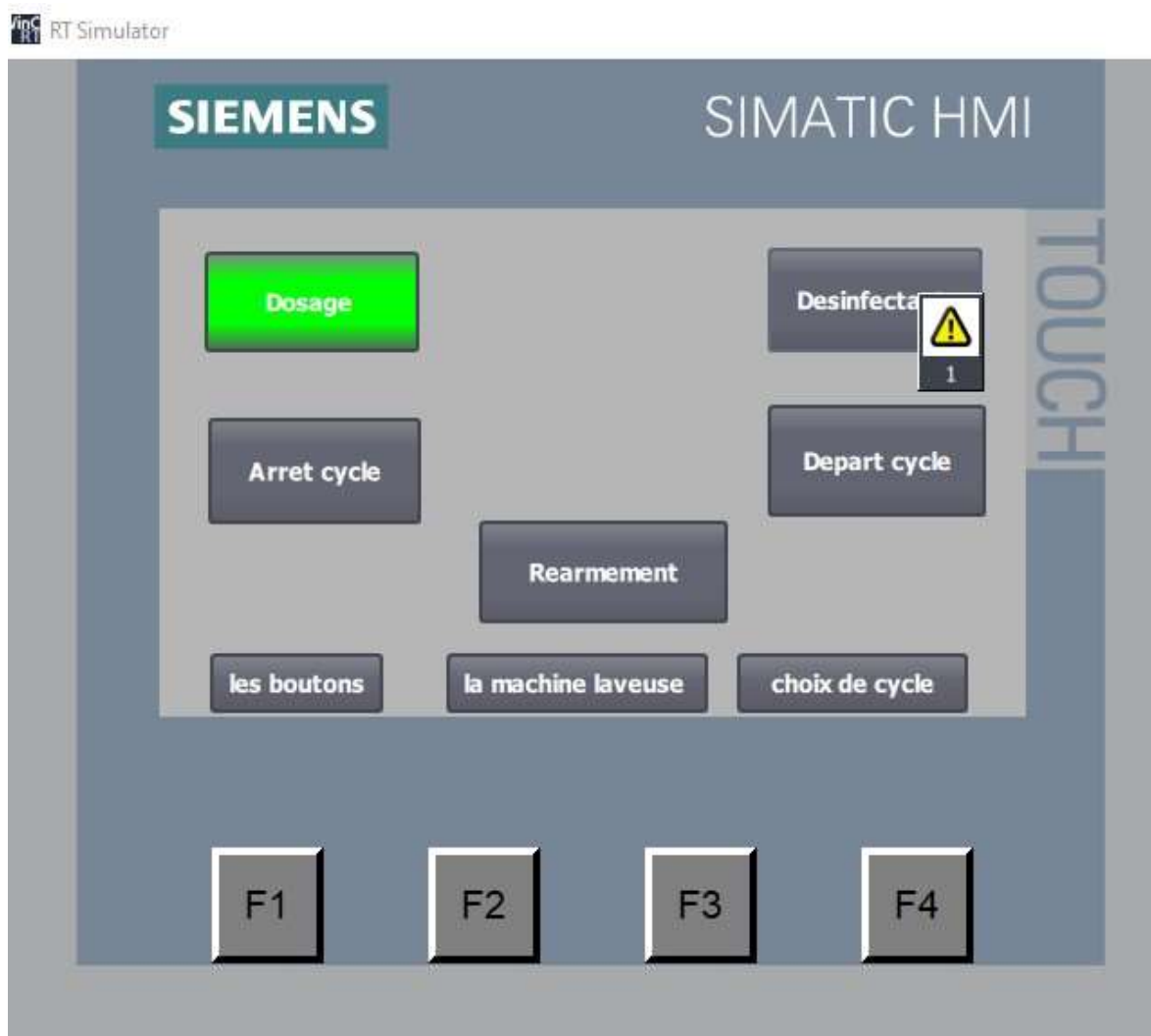


Figure IV.8 : Vue de la commande manuelle.

➤ **Vue globale du modèle à superviser**

La vue principale du modèle de supervision de la laveuse à claies dans l'interface homme machine (HMI) permet de définir en détail le déroulement du cycle de fonctionnement de la machine. Cette vue offre une représentation schématique complète de la structure de la laveuse, identifiant les différents composants clés tels que :

- Les pompes
- Les moteurs
- Les vannes

Cette représentation détaillée permet aux opérateurs de visualiser le fonctionnement séquentiel du cycle de lavage, depuis l'alimentation en eau jusqu'à l'évacuation, en passant par les différentes étapes de remplissage, de lavage, de rinçage.

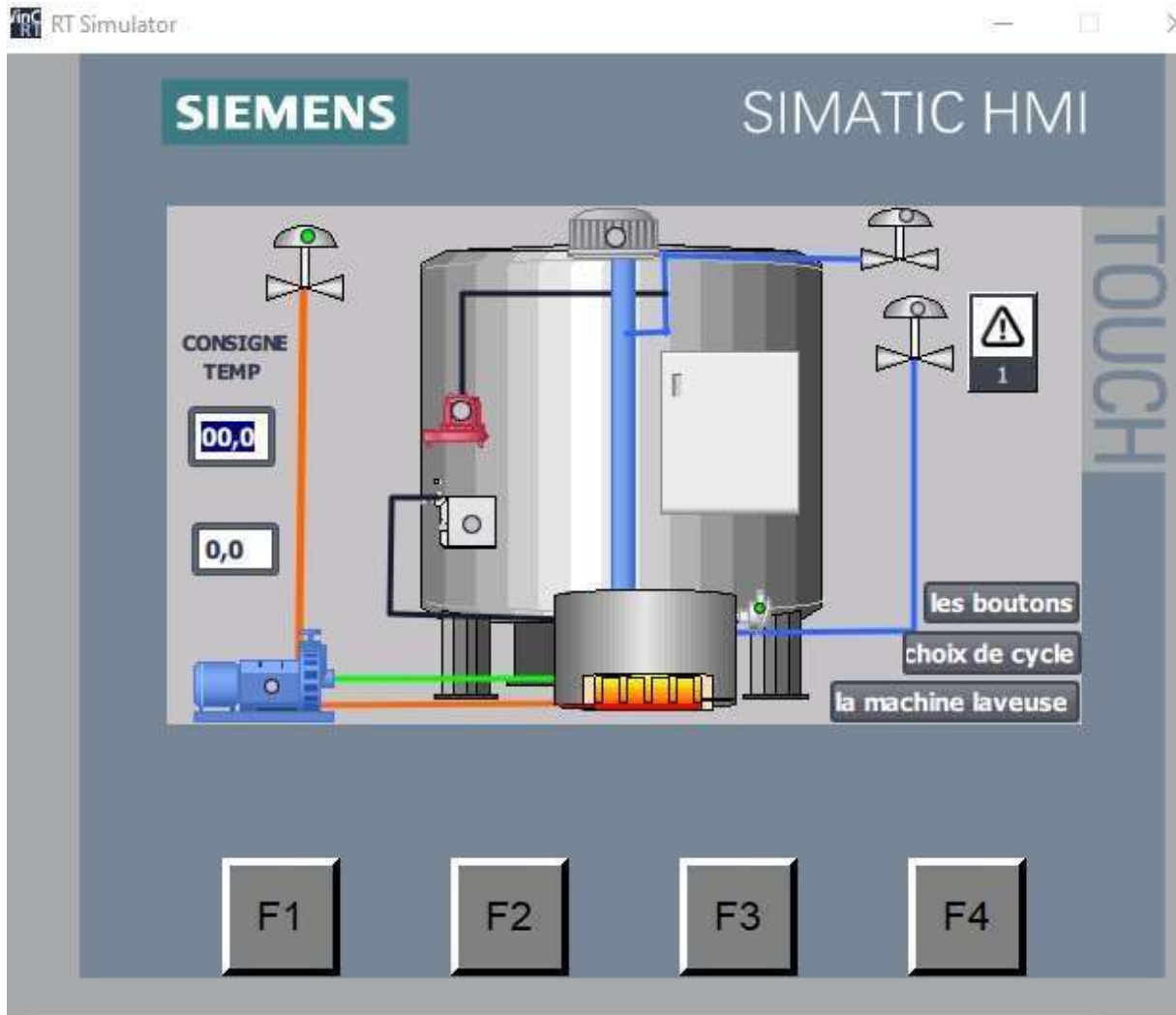


Figure IV.9 : Vue de supervision.

➤ Vue d'alarme

La vue des alarmes est une interface utilisateur qui permet aux utilisateurs de surveiller et de contrôler les alertes et les événements de sécurité en temps réel. Voici les éléments clés de la vue des alarmes :

La vue des alarmes affiche les informations système suivantes :

- État d'alarme défini
- Type d'alarme

➤ Localisation de l'alarme

Elle permet aux utilisateurs de vérifier l'état de l'alarme, de désarmer et d'armer le système, et de recevoir des notifications en cas d'événements spécifiques.

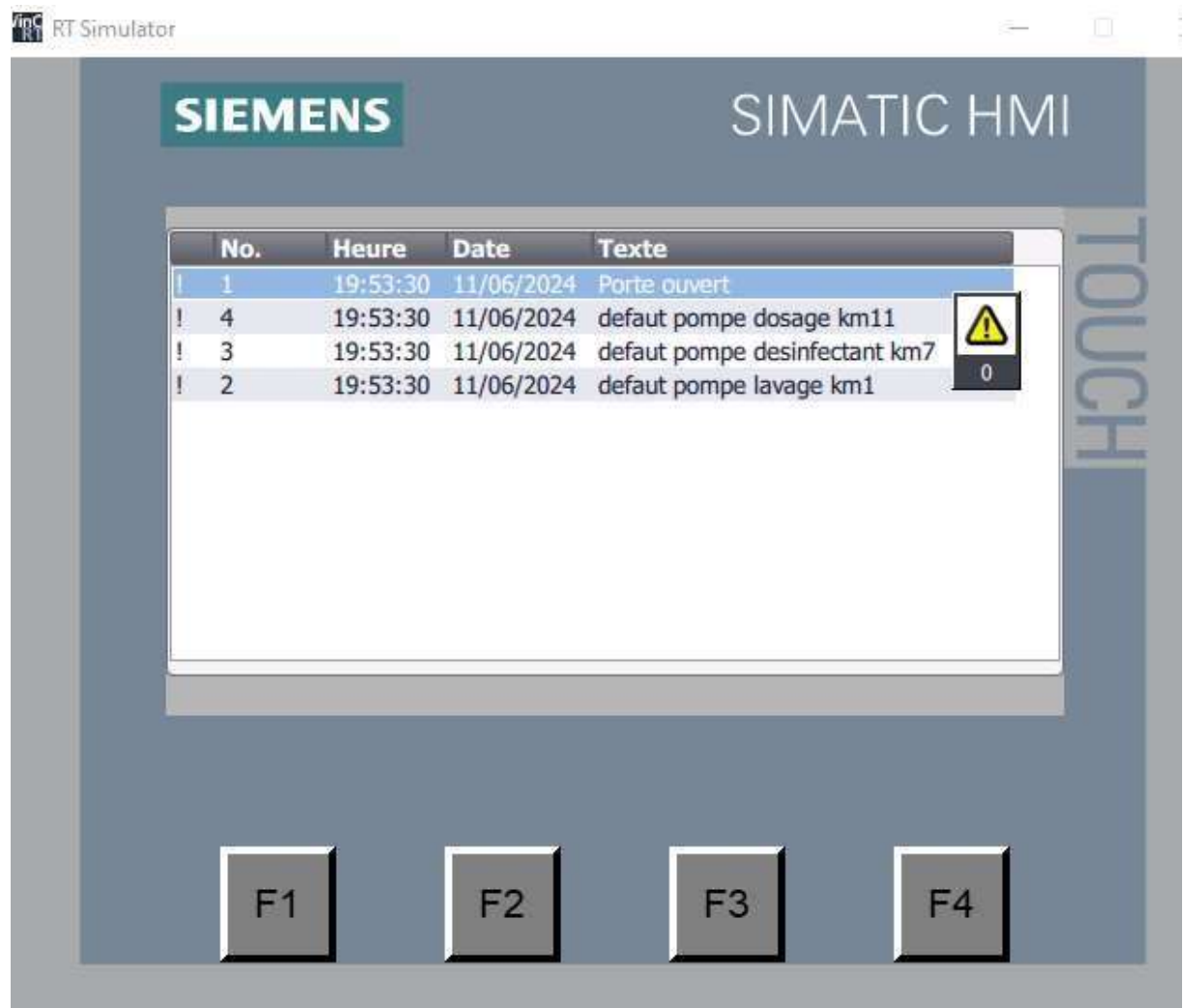


Figure IV.10 : Vue d'alarme.

IV.11. Conclusion

Dans ce dernier chapitre, Nous avons élaboré un programme sous TIA Portal et la supervision de la machine laveuse des claies avec Wincc intégré dans TIA Portal. Les différentes vues configurées facilitent le suivi du processus en ligne et l'identification des zones à problèmes grâce à la capacité de visualisation de Wincc en temps réel. Ses nombreuses fonctionnalités et sa facilité d'utilisation expliquent son adoption croissante dans l'automatisation industrielle.

An orange scroll graphic with a light blue border and decorative scroll ends on the left and right sides. The text is centered on the scroll.

Conclusion générale

Au cours de notre stage pratique au sein de l'entreprise STLD, nous avons eu la chance de travailler sur un projet d'automatisation de la machine laveuse des claies.

Le but de ce projet était de concevoir et d'implémenter une solution d'automatisation et de supervision pour améliorer le fonctionnement de la machine laveuse des claies. Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi une démarche méthodologique structurée, divisée en plusieurs étapes.

Pour garantir une cohérence optimale de notre mémoire, nous avons initié notre projet en décrivant l'entreprise où nous avons effectué le stage pratique. Ensuite, nous avons réalisé une description détaillée de la machine et cité ces caractéristiques et ces composants, puis nous avons mené une étude pratique et fonctionnelle de la machine pour concevoir un modèle qui répond aux exigences du cahier des charges, en utilisant l'outil GRAFCET.

Nous avons ensuite élaboré le programme sous logiciel TIA PORTAL qui a été implémenté sur l'automate S7-1200. Enfin, nous avons conçu une plateforme de supervision sous WinCC Flexible. Grâce à cette approche, nous avons mis en œuvre une solution programmable qui répond aux exigences du cahier des charges, évitant ainsi toutes les anomalies et les dysfonctionnements qui pourraient affecter notre système.

Cette expérience nous a permis de développer une compréhension approfondie des principes de base de l'automatisation et de la programmation de systèmes de contrôle. Elle nous a offert aussi l'opportunité de mettre en pratique nos compétences théoriques et de les affiner en concevant et en mettant en œuvre des systèmes de contrôle efficaces.

Nous sommes impatients de poursuivre notre progression et d'acquérir de nouvelles compétences dans des situations pratiques au cours de notre carrière professionnelle.

Enfin, Nous espérons que notre travail verra naître sa concrétisation sur le plan pratique et que les promotions à venir puissent en tirer profit.

Bibliographies :

- (1) : documentation technique de la marque sassaro
- (2) Documentation technique de l'entreprise
- (3) : généralité sur les automates programmables industriel
https://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal, consulté en mai 2024
- (4) : <file:///C:/Users/hp/Downloads/sce-011-100-unspecific-hardware-configuration-s71200-r1709-fr.pdf>, consulté en juin 2024
- (5) : http://philippe.berger2.free.fr/automatique/cours/G7/le_grafcet.htm, consulté en mai 2024

- (6) PFE U.M.M.T.O Département Automatique « La mise en marche et perfectionnement d'une ligne de conditionnement de farine d'AGRODIV de Tadmait », promotion 2018
- (7) : https://fr.wiktionary.org/wiki/s%C3%A9quence_unique, consulté en juin 2024
- (8) : <https://www.technologiepro.com/cours-automatismes-industriels/chapitre-3-legrafcet.pdf>, consulté en juin 2024
- (9) :
https://elearning.univmsila.dz/moodle/pluginfile.php/261186/mod_resource/content/1/CHAPITRE%20III%20GRAF CET.pdf, consulté en juin 2024
- (10) : <https://supervision-clever.fr/supervision/supervision-industrielle/>, consulté en juin 2024
- (11) Documentation technique SIMATIC WIN CC flexible 2008 (siemens)

- (12) PFE U.M.M.T.O Département Automatique « Conception, modélisation et supervision d'un charriot pour une enrouleuse installée à l'unité froid de l'ENIEM », promotion 2017

- (13) PFE U.M.M.T.O Département Automatique « Etude d'Automatisation de conditionneuse sous vide COLIMATIC Thera 450 SAIDAL », promotion 2017
- (14) : <https://www.mabeo-direct.com/C-695367-module-de-communication>, consulté en juin 2024
- (15) : Description hmi-ktp400-basic site officiel de Siemens
<https://www.automation24.fr/simatic-basic-panel-siemens-ktp400-basic-pn-6av2123-2db03-0ax0>, consulté en juin 2024