

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*

**Ali BOUDJENAH**

Thème

## Automatisation et supervision d'une conditionneuse crème avec l'automate S7-1200

*Mémoire soutenu publiquement le ...../.../2024 devant le jury composé de :*

**M Moussa CHARIF**

MAA, Lieu d'exercice, Président

**M Karima Houacine**

MAA, Lieu d'exercice, Encadrant

**M Ouiza BOUKENDOUR**

MAA, Lieu d'exercice, Examineur

## **Remerciements**

*J'exprime mes sincère gratitude à ma promotrice, Mme Houacine Karima, pour son accompagnement précieux, sa patience et ses conseils éclairés tout au long de ce projet. Votre soutien a été déterminant dans la réalisation de ce mémoire.*

*Je souhaite également adresser mes remerciements à tout le personnel de l'entreprise Le Fermier, en particulier le service de maintenance, pour leur précieuse collaboration et leur soutien constant. Leur disponibilité et leur aide ont grandement facilité la réalisation de ce travail.*

*Un grand merci aux encadreur de mon projet, Messieurs Chemoun Mourad et Azzoug Malek, pour leur encadrement rigoureux et leur expertise technique. Leur contribution a été essentielle au succès de mon projet.*

*Sans oublier les membres de jurée pour leur présence afin d'évaluer mon travail.*

*Enfin, je remercie chaleureusement tout le personnel qui a contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail. Votre soutien, vos encouragements et votre aide ont été des éléments clés dans l'accomplissement de ce projet.*

*À toutes et à tous, merci du fond du cœur.*

## Dédicace

Je dédie ce mémoire avec toute ma gratitude et mon affection à :

- Ma mère, pour son amour et son soutien inestimables. Que le Bon Dieu veille sur vous et vous garde en bonne santé.
- Mon père, dont la mémoire et l'influence continuent de m'inspirer. Puissiez-vous reposer en paix dans le vaste paradis.
- Mes frères et sœurs, ainsi que tous les membres de ma famille, pour leur soutien constant et leur amour inconditionnel.
- Les adhérents de l'atelier violon de la Maison de la Culture, pour leur inspiration et leur encouragement.
- Mes amis, qui ont été présents à chaque étape de ce voyage.
- Mes collègues de la promotion, pour leur camaraderie et leur soutien tout au long de cette aventure.
- Tous les présents, pour leur présence et leur encouragement.

Merci à vous tous pour votre soutien, votre patience et vos encouragements.

## *Dédicace*

*À la mémoire de mon père,  
Ma première source d'inspiration, de sagesse et de force. Que son  
souvenir continue de me guider.*

*À ma mère,  
Que Dieu la protège et lui accorde une longue vie, pour tout l'amour et  
les sacrifices qu'elle a faits pour nous, mes frères et sœurs.*

*À ma famille,  
Pour leur amour inconditionnel, leur soutien constant et leur présence  
rassurante tout au long de ce parcours.*

*À mes amis,  
Pour leur amitié sincère, les moments de complicité et les  
encouragements qui m'ont aidé à avancer.*

*À mes collègues de promotion,  
Avec qui j'ai partagé cette belle aventure. Ensemble, nous avons créé des  
souvenirs inoubliables.*

## **Résumer :**

Ce mémoire traite de l'automatisation de la machine Ilpra FILL SEAL 2500 pour le remplissage et le scellage de la crème chez STLD Le Fermier. Conçue pour conditionner des produits crémeux, cette machine est équipée de postes de travail automatisés assurant un processus précis et hygiénique. L'automatisation repose sur des automates programmables Siemens, pilotés via le logiciel TIA Portal, permettant à la fois la programmation et la supervision des opérations. Cette solution améliore l'efficacité et la fiabilité du conditionnement, tout en respectant les normes de sécurité et de qualité. Les mots-clés de ce projet incluent API Siemens, TIA Portal, Ilpra FILL SEAL 2500, remplissage et scellage, soulignant les points clés de l'automatisation.

Les mots-clés associés à ce projet incluent API Siemens, TIA Portal et chaîne de gainage, soulignant les éléments essentiels du processus d'automatisation, SEALING FILLING

# SOMMAIRE

---

Avant propos: .....	i
I. Présentation de l'entreprise :.....	i
II. Localisation géographique :.....	i
III. Les principaux produits : .....	ii
IV. Les compartiments de l'unité :.....	iii
V. Plan de la laiterie : .....	iii
Introduction générale :.....	1
Chapitre I.....	3
I .1 Introduction.....	3
I .2 Processus de fabrication de la crème:.....	3
I.3 Machine conditionneuse crème.....	5
I.4 Instrumentation de la machine : .....	10
I.4.1. Les capteurs de la machine: .....	10
I.4.2 Les actionneurs :.....	11
I.4.3 Les pré-actionneurs : .....	12
I.5 Câblage électrique de la machine : .....	15
I.6 Raccordement pneumatique.....	16
I.7 Problématique : .....	17
I.8 Solutions Proposées .....	17
I.9 Conclusion : .....	17
Chapitre II : .....	18
II.1. Introduction :.....	18
II.2. Généralité sur l'outil GRAFCET : .....	18
II.2.1. Description du GRAFCET :.....	18
II.2.2 Les concepts de base d'un GRAFCET : .....	18
II.2.3. Les structures de base d'un grafcet :.....	20
II.3. Les règles d'évolution d'un grafcet : .....	24
II.4. Les différents niveaux d'un grafcet : .....	25
II.4.1 Grafcet niveau 01 : .....	25
II.4.2 Grafcet niveau 02 : .....	25
II.5. Le cahier des charges de la machine : .....	26

Le grafcet niveau 2 de la station : .....	30
II.6. Conclusion : .....	32
Chapitre III : .....	34
III.1. Introduction : .....	34
III.2. Les systèmes automatisés : .....	34
III.2.1 Partie Commande (PC) .....	34
III.2.2. Partie Opérative (PO).....	34
III.2.3. Partie communication : .....	35
III .3. Les automates programmables .....	35
III .4. Architecture des Automates.....	35
III .5. Critères de Choix d'un Automate .....	36
III.6 Présentation de l'automate S7-1200 :.....	37
III.6.1 Présentation des différents modules : .....	38
III.7 Logiciel de programmation : .....	41
III.8 La programmation de la machine conditionneuse crème avec le TIA portal :.....	42
III.8.1 Création d'un projet S7 1200 : .....	42
III.8.2 Configuration matérielle : .....	44
III.8.3 Les blocs de programmation : .....	45
III.8.4 Exemple de simulation : .....	46
III .9 Conclusion .....	48
Chapitre VI:.....	50
IV.1 Introduction : .....	50
IV.2 Generalites sur la supervision:.....	50
IV.2.1 Définition de la supervision : .....	50
IV.2.2 Constitution dun systeme de supervision:.....	50
IV.3 Créations du projet .....	51
IV.3.1 Connexion du pupitre :.....	52
IV.3.2 Espace de travail : .....	52
VI.3.3 Editions des vues : .....	53
VI.3.4 Liaison CPU-Interface Homme Machine (IHM).....	53
VI.4. Vues sur WINCC.....	54
VI.5 Conclusion.....	57
Conclusion générale : .....	58

## Liste des figures

Figure 1 : Emplacement géographique. ....	i
Figure 2 : principaux produit de l'EURL STLD. ....	iii
Figure 3 : Plan de l'EURL STLD. ....	iv
Figure I.1 : Les cuve de reception du lait.....	3
Figure I.2 : Pasteurisation de lait.....	4
Figure I.3 : Maturation du lait. ....	5
Figure I.4 : Stoquage de la creme ..... 5	5
Figure I.5:.....	6
I.6La machine conditionneuses crème.....	6
Figure I.7 : Depileur des pots.....	7
Figure I.8: Le doseur volumétrique électronique.....	8
Figure I.9: Le dépileur des opercules.....	8
Figure I.10: La tête de thermoscellage.....	9
Figure I.11: Datage.....	10
Figure I.12: Station d'injection.....	10
Figure I.13: Capteur pizzato électrique.....	11
Figure I.14: Capteur photoélectrique a faisceau direct.....	11
Figure I.15: L'encodeur.....	12
Figure I.16: Moteur asynchrone.....	12
Figure I.17: Vérin pneumatique à double effets.....	13
Figure I.18 : caractéristique technique des distributeurs.....	13
Figure I.19: Distributeur pneumatique bistable.....	14
Figure I.20 : Distributeur pneumatique monostable.....	14
Figure I.21 : Le contacteur.....	15
Figure I.22: Servomoteur brushless.....	15
Figure I.23: Variateur de vitesse.....	16
Figure I.24: L'unité de raccordement pneumatique de la machine.....	17
Figure II.1 : Les états d'une étape.....	19
Figure II.2: Actions associés à une étape.....	19
Figure II.3 : Réceptivité associée à une transition.....	20
Figure II.4: Grafset à plusieurs séquences.....	20
Figure II.5 : Saut d'étape.....	21

Figure II.6 : Reprise d'une séquence .....	21
Figure II.7 : Divergence et convergence en OU .....	22
Figure II.8 : Divergence et convergence en ET .....	22
Figure II.09: Liaison entre graficets .....	23
Figure II.10 : La macro-étape.....	23
Figure II.11 : Le sous-programme.....	24
Figure II.12: table des variable API.....	27
Figure II.13 : sous-programme n1 .....	32
Figure II.14 : sous-programme n2 .....	32
Figure III.1: automate simatic S7-1200.....	38
Figure III.2 : unité centrale CPU 1214C.....	38
Figure III. 3 : module de puissance PM.....	39
Figure III.4: signal Boards SB.....	39
Figure III.5 : module signal SM. ....	39
Figure III.6 : module de communication CM.....	40
Figure III.7: module compact switch CSM. ....	40
Figure III.08: cartes mémoires SIMAIC 2Mo a 32 Mo.....	41
Figure III.09 : logical Totally Integrated Automation Portal VX.....	42
FigureII.10 : fenêtre de création du projet.....	42
Figure II.11 : Fenêtre de mise en route. ....	43
Figure II.12 : Fenêtre pour ajouter un appareil.....	43
Figure III.13 : configuration matérielle.....	44
Figure III.14 : activation moteur table.....	46
Figure III.15 : activation de dosage.....	47
Figure III.16 : activation poste scellage .....	47
Figure VI.01 : Configuration d'une vue IHM.....	51
Figure VI.02 : Choix de l'écran de pupitre .....	52
Figure VI.03: KTP1000 basic color PN.....	52
Figure VI.04 : Espace de travail .....	53
Figure VI.05 : Liaison CPU-IHM.....	54
Figure VI.06 : Vue d'accueil .....	55
Figure VI.07 : Vue principale .....	56
Figure VI.08 : Vue secondaire.....	56

Figure VI.09 : Vue des alarmes .....57

## I. Présentation de l'entreprise :

La laiterie Société de Transformation du Lait et drives (STLD), fondée le 16 avril 2004 à Tizi-Ouzou, est une entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée (EURL) spécialisée dans la production de divers produits laitiers. Parmi ses activités principales, on retrouve la fabrication de fromages, notamment le célèbre camembert « Le Fermier », ainsi que la production de produits laitiers frais, de lait sec et concentré, de lait aromatisé, de boissons lactées acides et de crème conditionnée.

Depuis le 10 janvier 2018, l'entreprise a déplacé ses opérations dans la zone d'activité de Draa Ben Khedda (DBK), poursuivant son expansion et regroupant un effectif de 140 employés répartis en sept départements. L'ensemble de l'entreprise est sous la direction du Président-directeur général (PDG), Smail Amyoud.

STLD se distingue par son implication dans des études sur l'optimisation de ses produits. Une attention particulière a été accordée au suivi des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du camembert « Le Fermier ». Une autre étude a exploré la standardisation du lait de vache et son impact sur le rendement fromager et les pertes en matières dans le lactosérum, notamment dans la fabrication des fromages à pâte molle comme le camembert.

## II. Localisation géographique :



Figure 1 : Emplacement géographique.

- Adresse : Draa Ben Khedda.
- Téléphone : 026 43 32 66.
- Site : [www.lefermier-dz.com](http://www.lefermier-dz.com).

### III. 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 2 : principaux produit de l'EURL STLD.

## IV. Les compartiments de l'unité :

L'unité compte un effectif de 140 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 :** Gère la gestion interne, les ressources humaines, la comptabilité, et assure la conformité réglementaire.
- **Le service commercial :** S'occupe des ventes, du marketing, et des relations avec les clients pour promouvoir les produits.
- **La salle de réception des collectes de lait :** Réceptionne et vérifie la qualité du lait cru avant son traitement.
- **Laboratoire d'analyse microbiologique et physico-chimique :** Réalise des tests microbiologiques et physico-chimiques pour assurer la qualité du lait et des produits finis.
- **La salle pasteurisation :** Pasteurise le lait pour éliminer les agents pathogènes et prolonger sa conservation.
- **Le magasin de stockage :** Gère le stockage des produits et matières premières, en veillant à leur qualité et à leur rotation.
- **La cantine :** Fournit des repas aux employés pour leur bien-être et leur confort au travail.

V. Plan de laiterie :

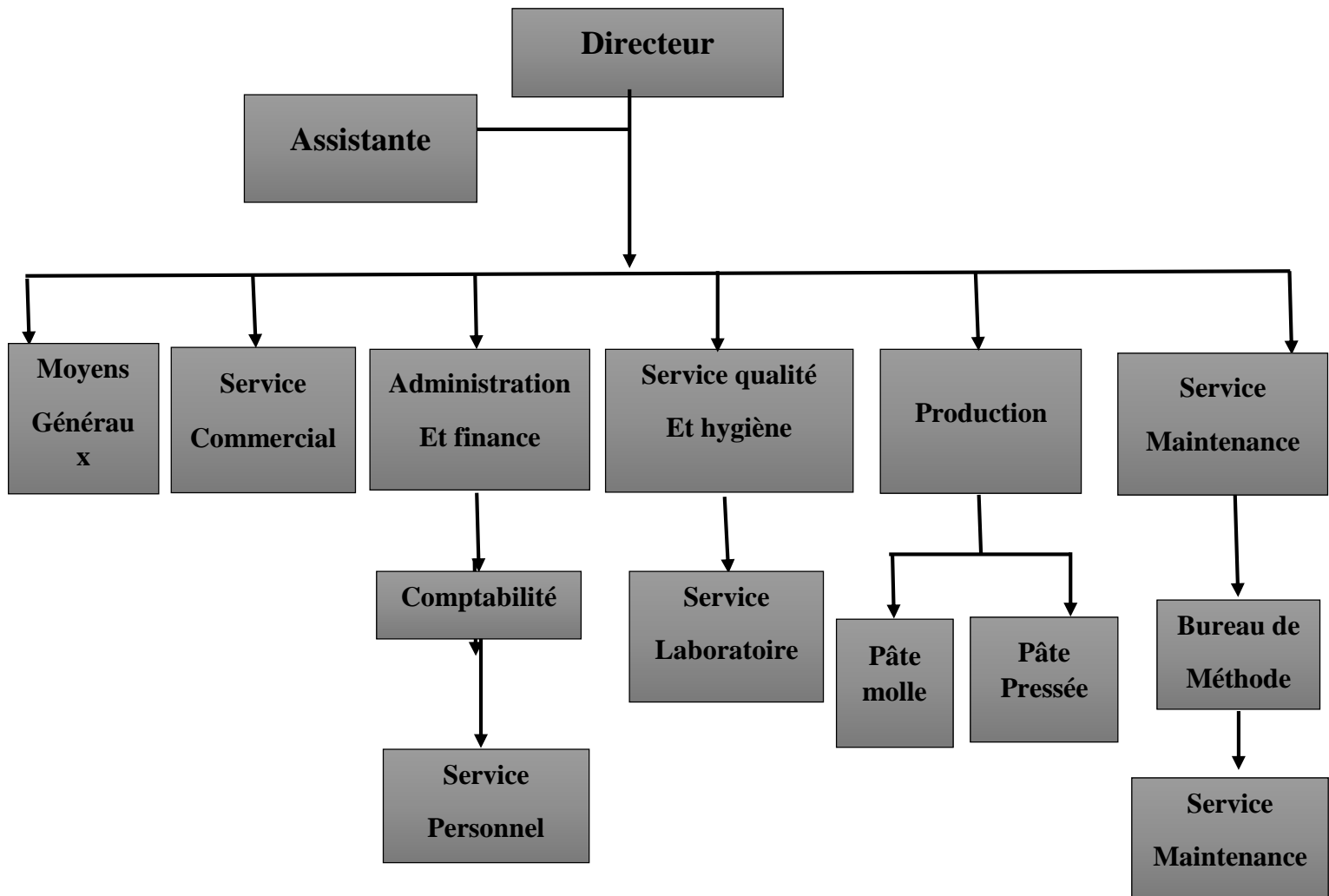


Figure 3 : Plan de l'EURL STLD.

# **Introduction générale**

L'automatisation industrielle est devenue un moteur essentiel de la compétitivité et de l'efficacité dans les entreprises contemporaines. En facilitant la gestion sophistiquée des processus de production, les automates programmables se positionnent comme des éléments clés de cette révolution technologique. Leur capacité à orchestrer avec précision et fiabilité divers équipements et opérations constitue un levier stratégique pour améliorer la productivité, la qualité et la flexibilité des chaînes de fabrication. Cette évolution n'est pas seulement une réponse aux exigences croissantes de l'industrie moderne, mais aussi une garantie de performance accrue et de réactivité face aux défis du marché mondial

Grace à L'automatisation dans le domaine agroalimentaire, appuyée sur des technologies avancées telle que la Ilpra Sealing Filling 2500, le conditionnement des produits alimentaires a été complètement transformé. Cette machine, utilisée chez Le Fermier pour le remplissage des pots, assure une précision et une fiabilité accrues. Elle permet un scellage hermétique qui préserve la fraîcheur des produits, tout en répondant aux exigences spécifiques de production. Cette automatisation améliore l'efficacité et maintien des normes élevées de sécurité alimentaire, renforçant ainsi la compétitivité de Le Fermier sur le marché agroalimentaire grâce à une technologie innovante et performante

Après un problème de fonctionnement de la machine ILPRA, entraînant des dommages au variateur de vitesse et à l'encodeur, des mesures correctives ont été prises pour rétablir son bon fonctionnement. Le variateur de vitesse et l'encodeur ont été remplacés par d'autres afin de restaurer pleinement les capacités opérationnelles de la machine. En même temps, des modifications techniques ont été effectuées, Comme l'intégration de capteurs supplémentaires. Ces derniers, permettent une identification plus précise des paramètres essentiels de fonctionnement, ce qui renforce la fiabilité de la machine ILPRA et optimise ses performances dans l'environnement de production agroalimentaire.

Pour atteindre nos objectifs, notre travail est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre sera consacré à la présentation globale de la machine de conditionnement ILPRA 2500 et ces différents composants en précisons le rôle de chacun.

Le deuxième chapitre sera consacré à la modélisation graphique de la machine à l'aide de l'outil GRAFCET, mettant en œuvre une présentation détaillée de cet outil.

Le troisième chapitre Mettra en avant une présentation l'automate utilisés ainsi que du logiciel de programmation TIA Portal V14 et détaillera la programmation de la machine.

Le quatrième chapitre sera dédié à la supervision et à l'interface homme-machine, en utilisant WinCC intégré dans TIA Portal V14. Ce chapitre explorera les fonctionnalités et les applications de cet outil dans le contexte de la gestion des systèmes automatisés.

Vers la fin, on termine notre travail par une conclusion générale mettant en avant les principaux acquis de notre projet.

**Chapitre I**  
**DESCRIPTION DE LA**  
**MACHINE ILPRA**

## I.1 Introduction

L'industrie agroalimentaire joue un rôle fondamental dans la transformation des matières premières en produits finis prêts à être consommés. La production de crème, en particulier, exige un processus rigoureux pour garantir à la fois la qualité et la sécurité du produit. Chez STLD Le Fermier, ce processus repose sur une combinaison de techniques avancées et de pratiques strictes.

Dans ce chapitre nous décrivons les différentes étapes de production de la crème chez STLD le Fermier en mettant particulièrement l'accent sur la machine de conditionnement ILPRA FILL SEAL 2500 et les éléments qui le composent

## I.2 Processus de fabrication de la crème:

STLD Le Fermier fabrique un lait crémeux à base de lait frais, choisi auprès de fermes locales pour garantir sa fraîcheur et sa qualité. Le processus de fabrication suit les étapes suivantes :

- **Réception et Stockage du lait :** Dès son arrivée, le lait est conservé dans trois cuves différentes (**figure I.1**) et passe dans un système de filtrage afin de supprimer les impuretés. Au cours de ce processus, le lait est purifié avant d'être soumis à d'autres traitements.

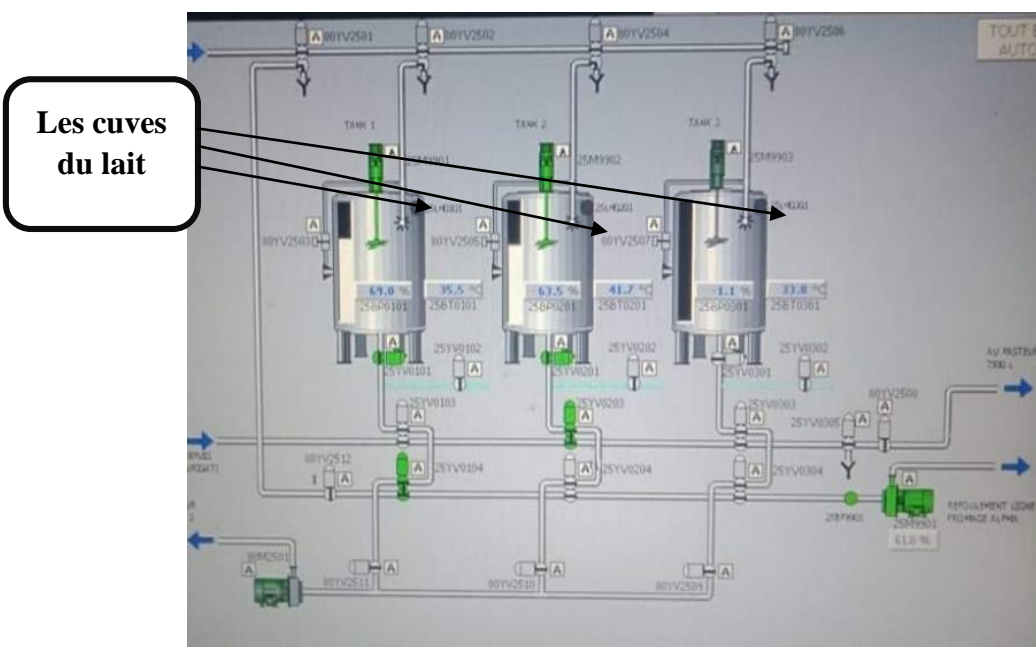
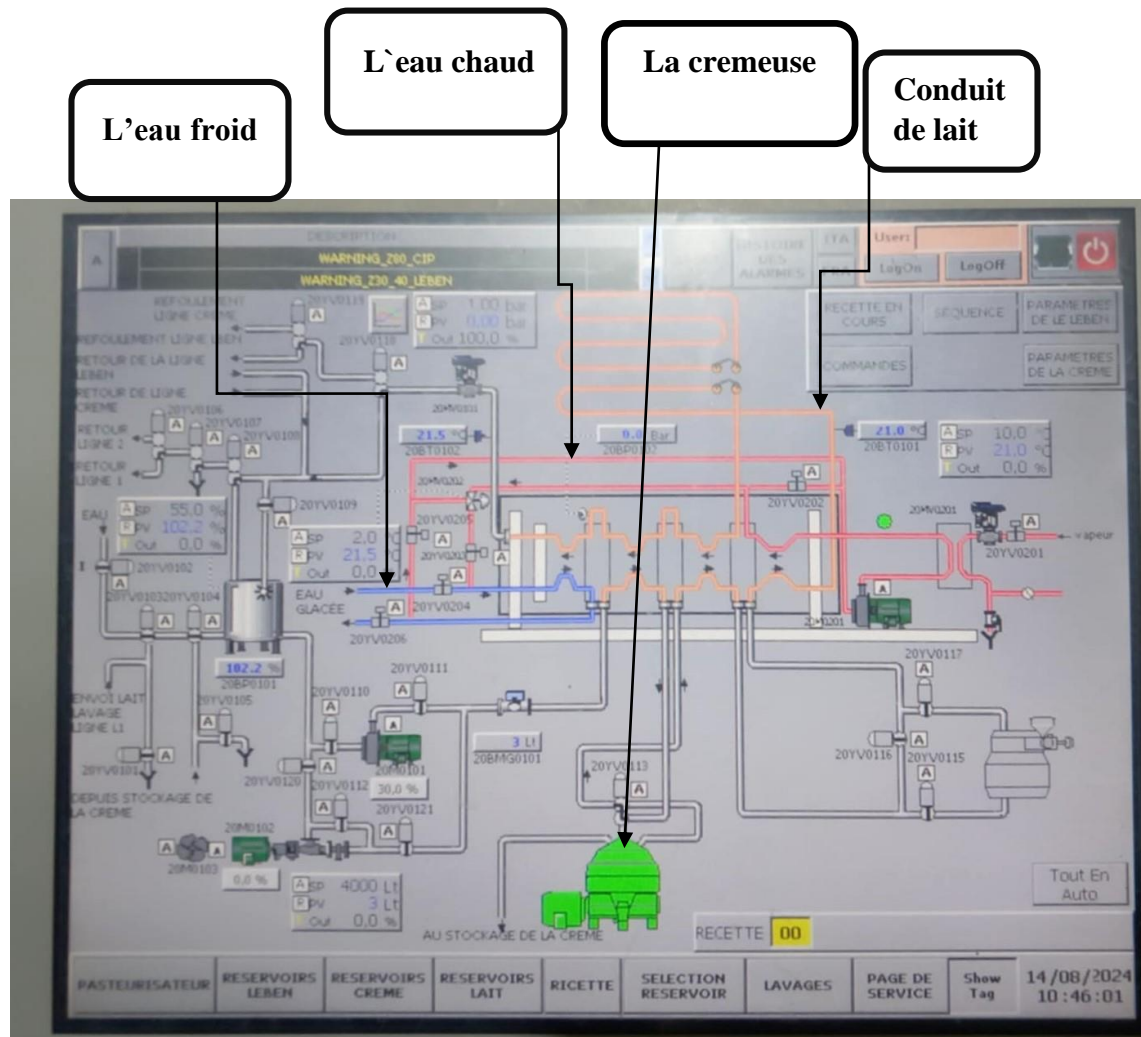


Figure I.1 : Les cuves de réception du lait

- **Pasteurisation :**

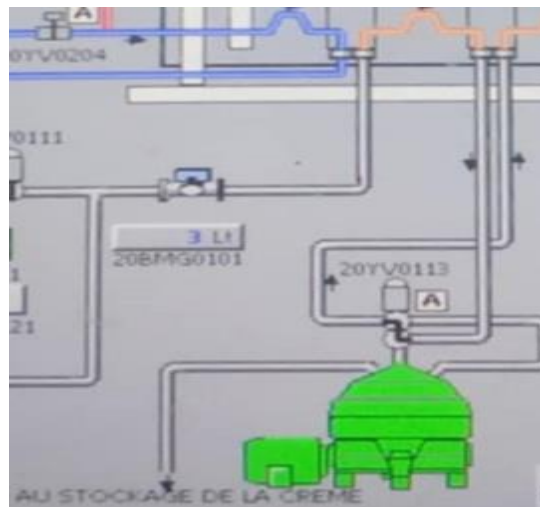
Une fois, la filtration est terminer le lait est place dans un **pasteurisateur 5000L**. Il travers les chambres d'échangeur de chaleur, où il est progressivement chauffé jusqu'à 78°C. on maintenu le lait à cette température pendant 15 à 20 secondes, ce qui permet d'éliminer les micro-organismes tout en préservant ses qualités nutritionnelles, la figure suivant nous permet de comprendre le processuce de pasteurisation :



**Figure I.2 : Pasteurisation de lait.**

- **Maturation:**

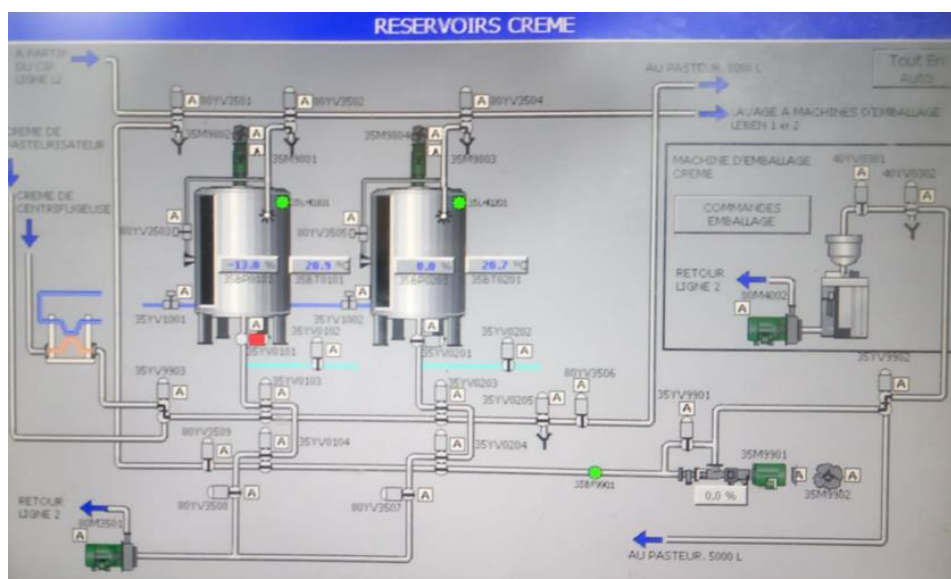
Après pasteurisation, le lait est transféré dans une cuve spéciale au sein d'une crèmeuse voir la (**figure I.3**), où il estensemencé avec des ferments lactiques mésophiles à 37°C et enrichi de stabilisants et d'émulsifiants. Cette étape de maturation sépare la matiere gresse et liquide pour obtenir une texture crémeuse et homogene .



**Figure I.3 : Maturation du lait.**

- **Stockage :**

Après la maturation du lait, la crème est stockée dans un réservoir spécial comprenant deux cuves (voir la **figure I.4**). Ce réservoir assure la préservation de la crème dans des conditions optimales avant son transfert vers la machine de conditionnement. Une fois le temps de stockage écoulé, la crème sera déplacée pour terminer la fabrication et emballer le produit.



**Figure I.4 : Stockage de la creme**

### I.3 Machine conditionneuse crème

La machine de remplissage/scellage rotative ILPRA FILL SEAL 2500 Tronic est conçue pour emballer des produits crémeux, liquides ou pâteux, même avec de petites particules solides, dans des pots scellés avec un opercule prédécoupé. Elle est adaptée aux environnements humides, comme les usines laitières, grâce à sa structure robuste en acier inoxydable.

La machine fonctionne à l'aide d'un moteur, un réducteur et un train de chaîne. Les mouvements de la machine sont contrôlés de manière précise grâce à un système de cames électroniques et un automate Siemens S7\_1200. [2]



**Figure I.5: La machine conditionneuses crème.**

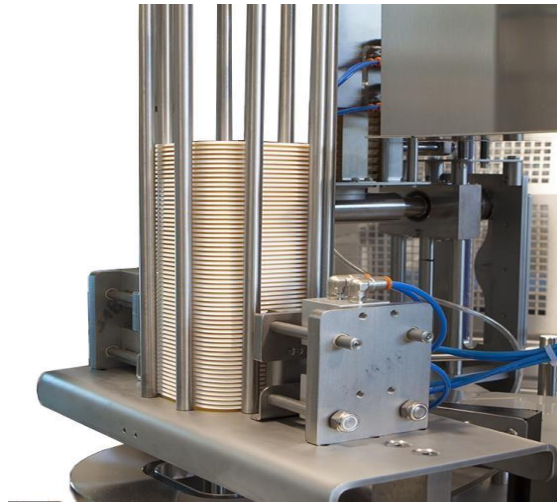


**Figure I.6 :La machine conditionneuses crème vue intérieur.**

## **Poste N° 1 : Depileur des pots**

L'objectif du dépileur est de prendre et déposer les contenants vides dans le carrousel. Il est constitué d'un distributeur de gobelets, où l'utilisateur charge la pile de conteneurs (les récipients doivent être empilables). Ce poste est assisté par un mécanisme d'accompagnement des pots, doté d'une ventouse, afin de fiabiliser la fonction. La station est équipée d'un détecteur

de présence de coupelle, ce qui permet d'arrêter la machine en cas de manque d'approvisionnement et de déclencher une alarme .



**Figure I.7 : Depileur des pots**

**Poste N°2 :** initialement inactif, peut être équipé d'un doseur additionnel ou d'un système de traitement hygiénique pour optimiser la production et garantir la qualité. [2]

### **Poste N° 3 : Station de dosage volumétrique électronique (Tonics)**

Le doseur volumétrique électronique, fabriqué en acier inoxydable et adapté aux produits alimentaires. Sa plage de remplissage, le panneau de contrôle permet de régler la plage de remplissage de 50 cm<sup>3</sup> à 500 cm<sup>3</sup>, permet une flexibilité optimale. Ce doseur est capable de traiter à la fois des produits chauds et froids. Il est équipé d'un servomoteur brushless qui intègre un encodeur incrémental. Cet encodeur contrôle le dosage avec une grande précision, chaque point de l'encodeur correspondant à 1a gramme de produit. Le servomoteur permet également la gestion des rampes d'accélération et régule l'aspiration et le refoulement de manière distincte, assurant ainsi une précision et une efficacité maximales dans le processus de dosage .[2]



**Figure I.8: Le doseur volumétrique électronique**

## Poste N° 4 : Depileur des Opercule

Ce dispositif extrait les opercules prédécoupés individuellement de leur magasin, puis les dépose avec soin sur le bord des pots à sceller. Son bras est mécanique et son système de préhension est équipé d'un détecteur d'opercules. En cas d'interromption ou d'approvisionnement, une alarme est automatiquement mise en marche[2].

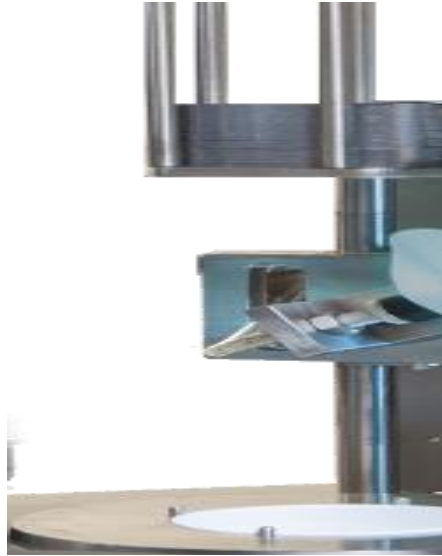


Figure I.9: Le dépileur des opercules

## Poste N° 5 : Station de scellage

Une tête de scellage est installée dans cette station pour souder l'opercule sur le conteneur. Cette station est entraînée par un cylindre pneumatique, l'opération est contrôlée et temporisée par un système de commande [2].



Figure I.10: La tête de thermoscellage

## Poste N° 6 : Datage

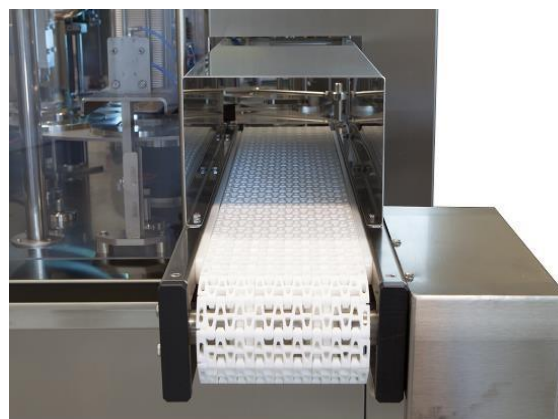
Un système composé d'un bras mécanique, un tampon, et un réservoir d'encre, permet l'impression sur l'opercule des informations relevant le lot de production, tel que la date limite de consommation. (Un ensemble de caractères alphanumériques mobiles permettent de combiner les détails nécessaires.)[2].



**Figure I.11: Datage**

## Poste n.8 : Station d'éjection

La station est équipée d'un dispositif de levage mécanique destiné à extraire les pots des gabarits, ainsi qu'un bras poussoir qui les oriente vers la bande transporteuse d'éjection. La longueur du convoyeur motorisé, qui est fabriqué en matériau Intralox lavable et hygiénique, est d'environ 1 mètre



**Figure I.12: Station d'éjection**

## I.4 Instrumentation de la machine :

### I.4.1. Les capteurs de la machine:

Un capteur est un dispositif qui convertit une grandeur physique, telle que la température, le débit ou la vitesse, en une grandeur électrique, et peut être classé en deux catégories : les capteurs actifs, dont le signal de sortie est un courant ou une tension, et les capteurs passifs, dont le signal de sortie est une impédance comme une résistance ou une réactance (inductance ou capacité).

#### I.4.1.1 Capteur de sécurité pizzato électrique :

Le capteur de sécurité électrique pizzato HP AA052F 2PN HC AA, est un dispositif essentiel dans les environnements industriels, utilisé pour détecter les mouvements ou les situations potentiellement dangereuses. Son rôle principal est de garantir la sécurité des opérateurs et des équipements en déclenchant des actions de sécurité appropriées.

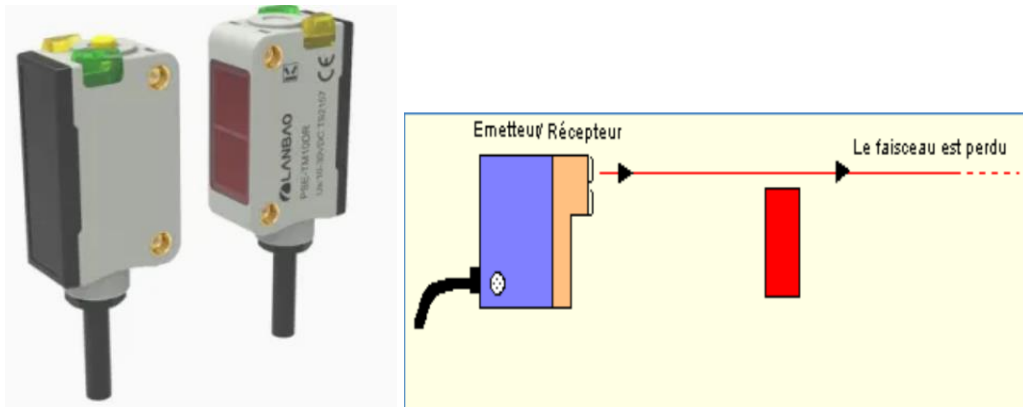


**Figure I.13: Capteur pizzato électrique**

La conditionneuse crème contient 7 capteurs de la même gamme qui sont stratégiquement positionnés sur la porte à gauche, la porte à droite, la porte avant, la porte arrière, Au-dessus, à l'entrée et la sortie de la machine.

#### I.4.1.2 Capteur photoélectrique à faisceau direct :

Un capteur photocellule à faisceau direct est un dispositif optique utilisé pour détecter des objets ou des interruptions dans un faisceau lumineux direct. Il fonctionne en émettant un faisceau de lumière vers un récepteur. Lorsqu'un objet traverse ou bloque ce faisceau, le capteur détecte le changement et génère un signal électrique. Dans le contexte de la machine de conditionnement de crème, notre machine est équipée de cinq de ces capteurs pour détecter la présence des boîtes afin d'assurer un fonctionnement précis et automatisé du processus de conditionnement.



**Figure I.14: Capteur photoélectrique à faisceau direct**

### I.4.1.3 L'encodeur :

L'encodeur mesure la rotation effectuée autour d'un axe et transforme les informations obtenues en données numériques, dans notre machine les encodeurs sont de type rotatif incrémental. La conditionneuse crème contient un encodeur qui nous assure la synchronisation et la précision sur la position et le mouvement de la machine



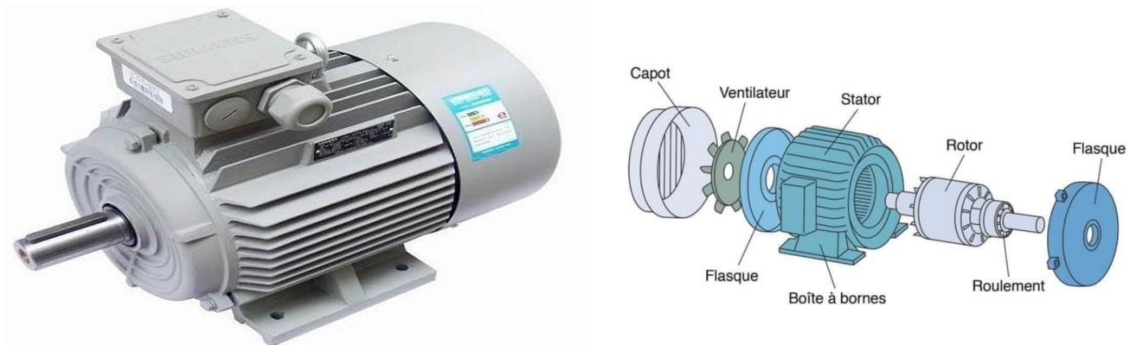
**Figure I.15: L'encodeur**

### I.4.2 Les actionneurs :

Un actionneur est l'organe de la partie opérative (OP) qui convertit l'énergie qui lui est fournie sous l'ordre de la partie commande pour l'exécution du travail demandé. Notre machine est équipée des actionneurs suivants :

#### I.4.2.1 Moteur asynchrone :

Le moteur asynchrone, également appelé moteur à induction. Il fonctionne en transformant l'énergie électrique en énergie mécanique en utilisant l'induction électromagnétique grâce à l'interaction entre un champ magnétique tournant créé par le stator et le rotor



**Figure I.16: Moteur asynchrone**

### I.4.2.2 Les vérins :

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

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



**Figure I.17: Vérin pneumatique à double effets**

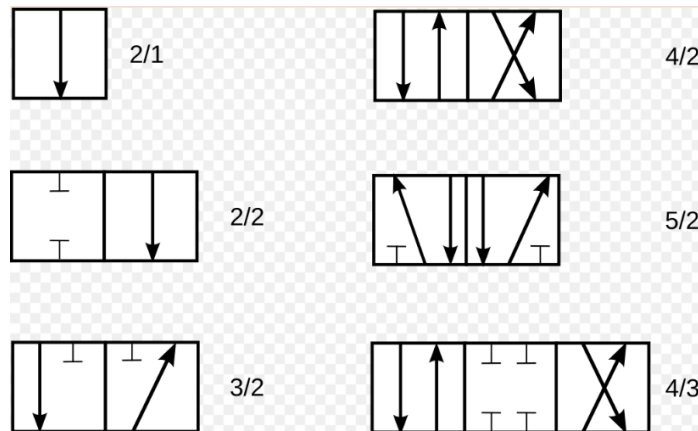
### I.4.3 Les pré-actionneurs :

Un **pré-actionneur** (terme moins courant) prépare ou conditionne un signal avant qu'il ne soit envoyé à un actionneur, optimisant ainsi la performance du système. Notre machine est équipée des pré-actionneurs suivants :

#### I.4.3.1 les distributeurs :

Un distributeur est un dispositif qui régule le passage de fluides (air ou huile) à travers plusieurs orifices, en fonction de commandes spécifiques. Il est généralement constitué d'un tiroir ou d'un clapet qui se déplace pour ouvrir ou fermer les connexions entre les orifices, permettant ainsi de moduler la puissance disponible vers les actionneurs.

Le fonctionnement d'un distributeur repose sur des signaux émis par une unité de commande. Ces signaux peuvent être de nature électrique, pneumatique ou mécanique. Les distributeurs sont caractérisés par le nombre d'orifice et le nombre de chambre (position) voir la figure I.18

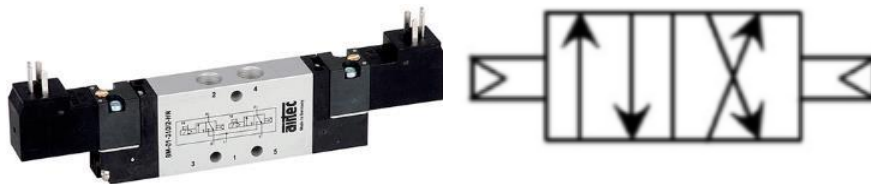


**Figure I.18 : Caractéristique technique des distributeurs**

On peut trouver deux types de distributeurs :

#### I.4.3.1.1 Distributeur bistable :

Le distributeur bistable est équipé de deux bobines électromagnétiques indépendantes, chacune étant capable de commander le débit d'air ou de liquide dans une direction. Les bobines électromagnétiques contrôlent les deux côtés de la chambre du vérin, permettant ainsi le mouvement bidirectionnel du vérin.



**Figure I.19: Distributeur pneumatique bistable**

La machine conditionneuse crème contient sept distributeurs 5/2 bistables

#### I.4.3.1.2 Distributeur monostable :

Ce sont des distributeurs ayant une seule position stable. Dans ce type de construction, un ressort de rappel ramène systématiquement le dispositif dans sa position initiale ou repos dès que le signal de commande ou d'activation est interrompu. Donc si on veut maintenir la position, le signal doit être permanent.

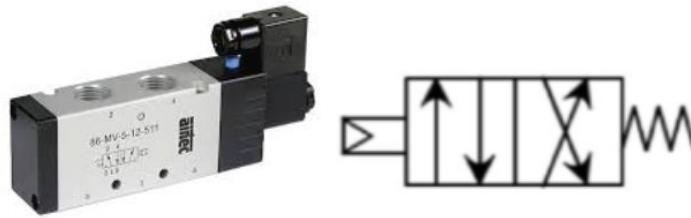


Figure I.20 : Distributeur pneumatique monostable

#### I.4.3.2 Contacteur :

Le contacteur est un dispositif électromécanique utilisé pour contrôler le flux de courant dans un circuit électrique à haute puissance.

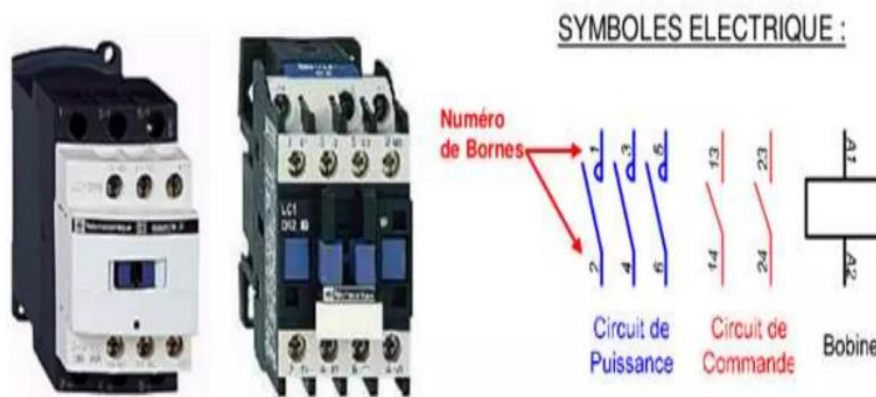


Figure I.21 : Le contacteur

#### I.4.3.2 Servomoteur :

Le servomoteur est un dispositif polyvalent qui offre un contrôle précis et réactif de mouvement ce que le rend indispensable dans nombreux domaines tels que la robotique et l'industrie. Notre machine contient un servomoteur de marque brushless qui permet un contrôle précis et efficace de distribution des produits, on note qu'un servomoteur généralement compose d'un encodeur, d'un arbre moteur et ensuite du boîtier moteur dans lequel on peut trouver le rotor, l'aimant permanent et les bobines du stator.

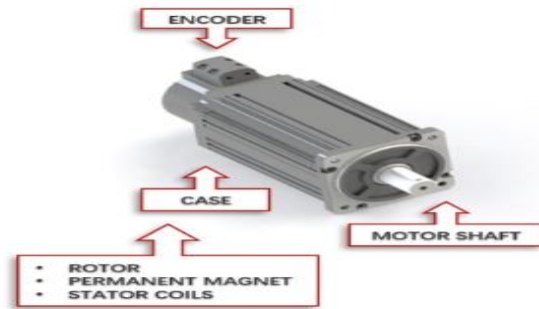


Figure I.22: Servomoteur brushless

**I.4.3.3 Variateur de vitesse :**

Le variateur de vitesse est un dispositif électronique qui permet de réguler la vitesse de rotation d'un moteur électrique ajustant la fréquence de l'alimentation électrique. Le variateur de vitesse permet de contrôler la vitesse du moteur de manière précise et efficace, ce qui permet d'optimiser la consommation d'énergie et de réduire l'usure du moteur.

Notre machine possède 2 variateur de vitesse

Un variateur de vitesse Schneider qui contrôle la vitesse de moteur principal et un variateur de vitesse PARKER SLVD qui permet de contrôler le servo moteur brushless.

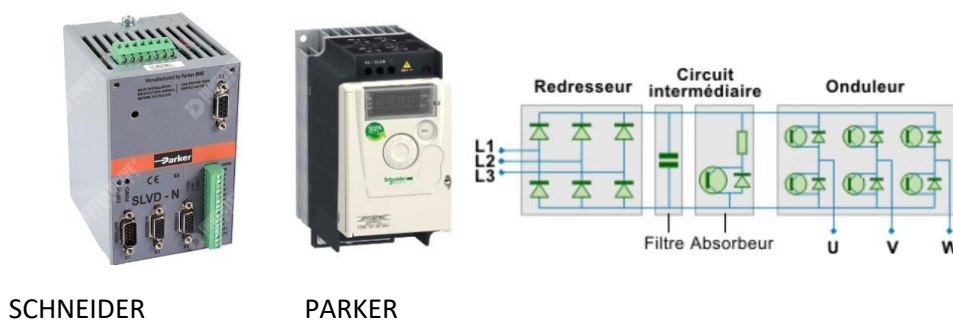


Figure I.23: Variateur de vitesse

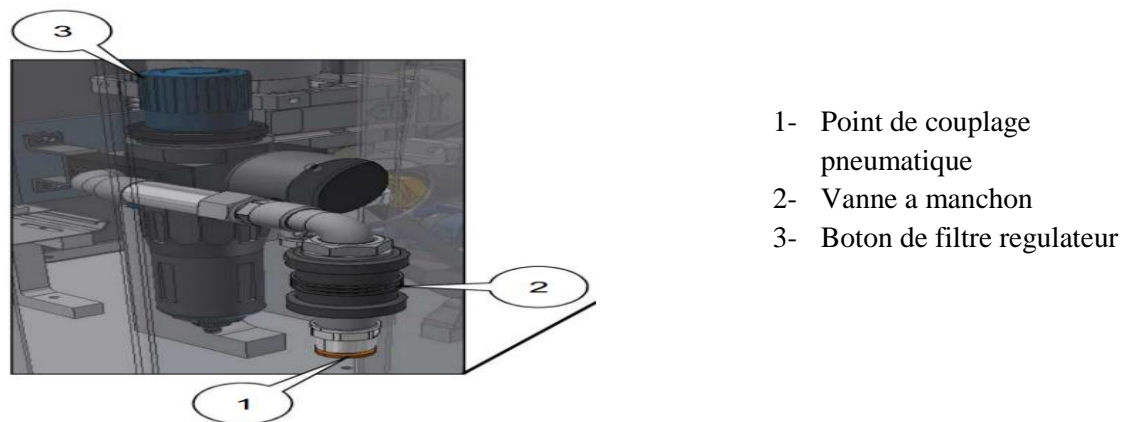
**I.5 Câblage électrique de la machine :**

La machine fonctionne avec du courant triphasé et doit être reliée au système de mise à la terre pour assurer la sécurité. L'alimentation des composants électriques provient du tableau de distribution de l'usine via un câble à cinq conducteurs, fourni sans prise. Ce câble doit être équipé d'une fiche adaptée pour le raccordement à l'installation. Il est connecté directement à l'interrupteur principal et passe par un presse-étoupe, qui protège le câble en traversant une ouverture dans l'armoire électrique, garantissant ainsi une installation sécurisée et étanche.[2]

## I.6 Raccordement pneumatique

Le raccordement pneumatique de la machine utilise un tuyau de 10 mm de diamètre pour garantir un flux d'air adéquat, avec une pression d'alimentation comprise entre 6 et 6,5 bar pour un fonctionnement optimal. La pression est réglée par le personnel technique en ajustant le bouton de l'unité FR (filtre-régulateur), puis la vanne à manchon est ouverte pour permettre l'arrivée d'air comprimé. Le raccordement au réseau d'alimentation se fait via un point de couplage situé à l'arrière de la machine[2].

La figure suivant represent lunite de racordement pnematique :



**Figure I.24: L'unité de raccordement pneumatique de la machine**

## I.7 Problématique :

La machine ILPRA utilisée par l'entreprise Le Fermier présente plusieurs problèmes qui affectent la qualité et l'efficacité du remplissage des pots de crème :

- **Variateur de vitesse défectueux** : Ce dysfonctionnement entraîne des fluctuations de vitesse et une inefficacité énergétique.
- **Encodeur endommagé** : L'encodeur affecté compromet la précision de positionnement des pots, causant des erreurs et des arrêts de production.
- **Absence de capteurs** : Certains postes fonctionnent même sans pots présents, entraînant une consommation inutile de ressources.

## I.8 Solutions Proposées

- **Remplacement du variateur de vitesse** : pour assurer un contrôle précis et stable.
- **Remplacement de l'encodeur** : pour garantir une lecture précise de la position des pots.
- **Ajout de capteurs** : aux postes critiques pour améliorer la détection et éviter le gaspillage.

- **Calibrage et tests** : des nouveaux composants pour assurer un fonctionnement optimal. Ces solutions visent à améliorer la précision, l'efficacité et la rentabilité du processus de conditionnement, tout en minimisant les arrêts imprévus et les pertes.

### **I.9 Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenter le processus de préparation de la crème ainsi que le fonctionnement de la machine de conditionnement ILPRA 2500. Cette étude a permis de saisir les différentes étapes de fabrication, depuis la préparation du lait jusqu'au conditionnement final de la crème. Cette analyse approfondie a certainement enrichi notre compréhension de la technologie utilisée et du fonctionnement de cet équipement crucial dans le domaine agroalimentaire.

# **Chapitre II**

## **MODELISATION DE LA MACHINE ILPRA**

**2500**

### II.1. Introduction :

La modélisation est une technique très importante qui permet de créer un modèle mathématique ou graphique d'un système, son but est de comprendre, analyser et prédire le comportement d'un système dans différentes situations.

La modélisation est faite selon le cahier des charges avant la conception du système automatisé, elle contient l'ensemble des instructions qui relient la partie commande et la partie opérative.

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

Dans ce chapitre, nous aborderons tout d'abord l'outil GRAFCET et exposerons ses principes fondamentaux. Ensuite, nous exposerons le modèle élaboré en utilisant cet outil et en respectant les exigences de notre machine.

### II.2. Généralité sur l'outil GRAFCET :

#### II.2.1. Description du GRAFCET :

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel par Etapes et Transitions), est un outil graphique utilisé pour décrire le comportement d'un système automatisé, il établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre les entrées et les sorties. C'est un outil graphique puissant, directement exploitable, vu que c'est le langage de la plupart des API sur le marché.

Le grafcet est composé d'une suite d'étapes reliées entre elles par des transitions, et peut inclure des actions et des conditions qui déclenchent des changements d'étape.[6]

#### II.2.2 Les concepts de base d'un GRAFCET :

- **Les étapes :**

Une étape représente un état particulier d'un système automatisé, elle possède deux états possibles : active représentée par un jeton dans l'étape ou inactive. L'étape est symbolisée par un carré repéré numériquement.

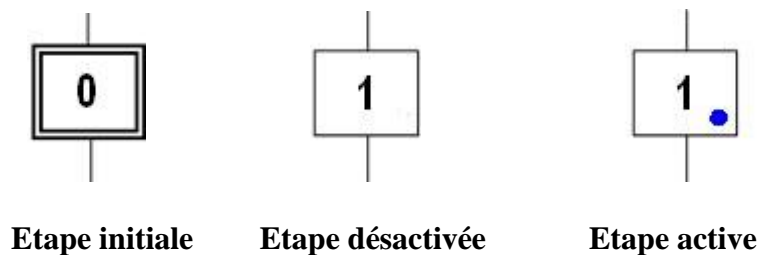


Figure II.1 : Les états d'une étape

- **Les actions :**

A chaque étape est associée une action ou plusieurs. L'action c'est une opération à effectuer lorsqu'un événement déclenche le passage d'une étape à une autre, elle représente un ordre adressé vers la partie opérative ou vers d'autres grafquets. [6]

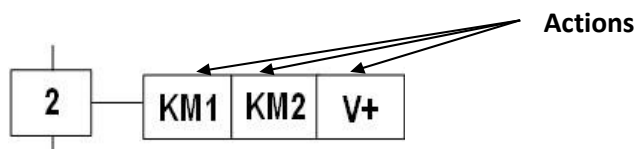


Figure II.2: Actions associés à une étape

- **Les transitions :**

C'est une condition logique qui doit être vérifiée pour permettre le passage d'une étape à une autre, elle indique la possibilité d'évolution qui existe entre deux étapes A chaque transition est associée une condition logique appelée réceptivité qui exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre. [6]

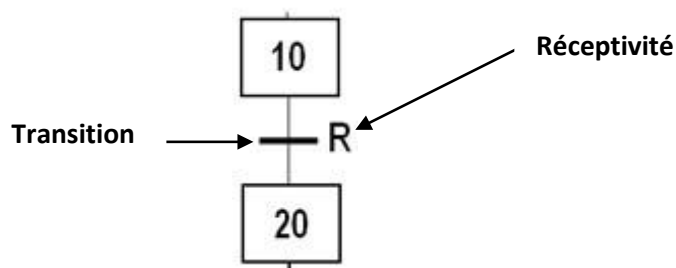
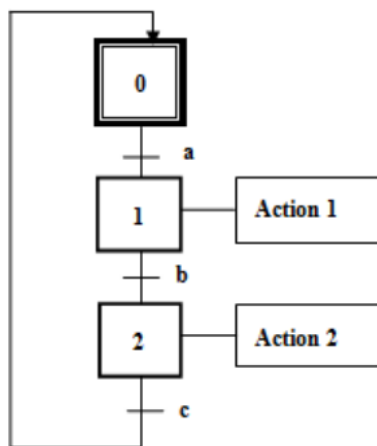


Figure II.3 : Réceptivité associée à une transition

## II.2.3. Les structures de base d'un grafcet :

### II.2.3.1. Notion de séquence :

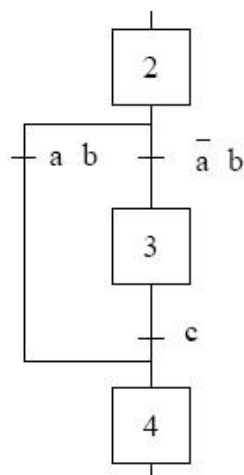
La séquence est une série d'étapes et de transitions à exécuter l'une après l'autre, autrement dit chaque étape ne possède qu'une seule transition aval et une seule transition amont. [6]



**Figure II.4: Grafset à plusieurs séquences**

### II.2.3.2. Le saut d'étape :

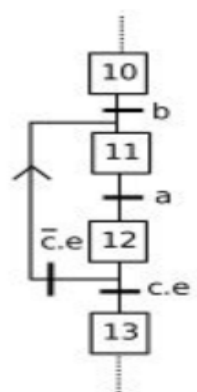
Il permet de forcer le système à passer directement à une étape spécifique et sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions associées sont inutiles à réaliser. [6]



**Figure II.5 : Saut d'étape**

### II.2.3.3. La reprise d'une séquence :

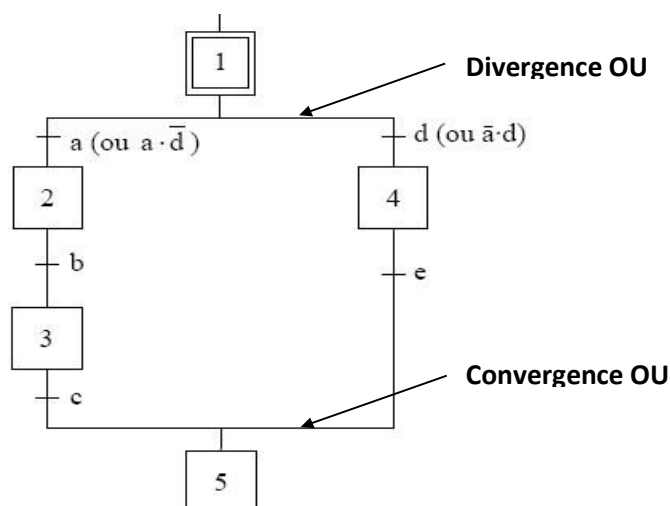
La reprise de séquence (ou boucle) permet de reprendre, une ou plusieurs fois, une séquence tant qu'une condition n'est pas obtenue. [6]



**Figure II.6 : Reprise d'une séquence**

### II.2.3.4. Divergence et convergence en OU:

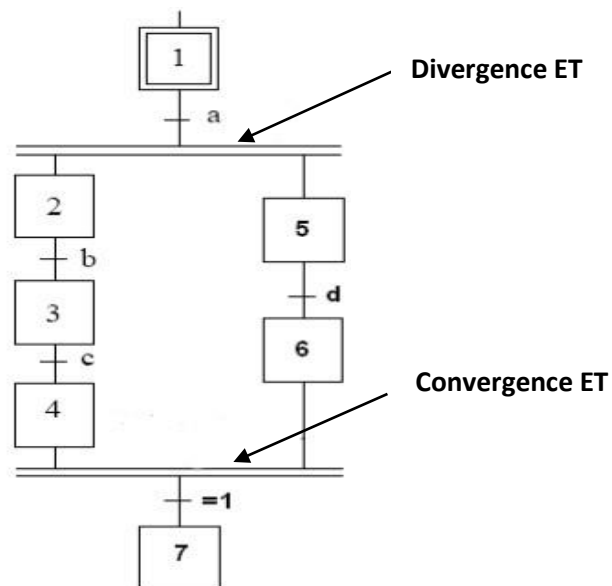
La divergence en OU permet de décrire plusieurs chemins de transition possibles (ou séquences) à partir d'une même étape. Après une divergence en OU, on trouve une convergence en OU vers une étape commune. [6]



**Figure II.7 : Divergence et convergence en OU**

### II.2.3.5. Séquences simultanées (divergence et convergence en ET) :

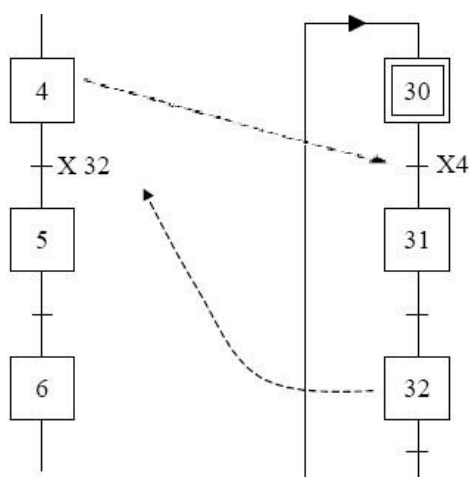
Une séquence simultanée est une partie du processus où plusieurs activités ou actions indépendantes se déroulent en parallèle. Elle est représentée par deux barres horizontales parallèles, marquant le début et la fin de cette séquence [6]



**Figure II.8 : Divergence et convergence en ET**

### II.2.3.6. Liaisons entre grafquets :

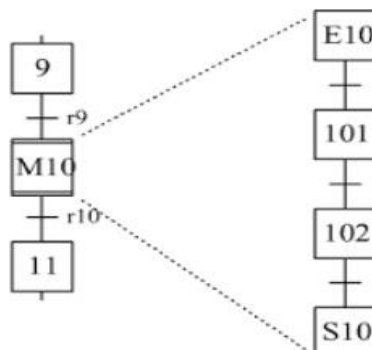
Une étape dans un grafquet peut servir comme réceptivité à une autre étape d'un autre grafquet. Cette méthode est utilisée pour synchroniser deux grafquets c'est à dire rendre l'évolution de l'un dépendante de l'évolution de l'autre [6].



**Figure II.9: Liaison entre grafquets**

### II.2.3.7. La macro-étape :

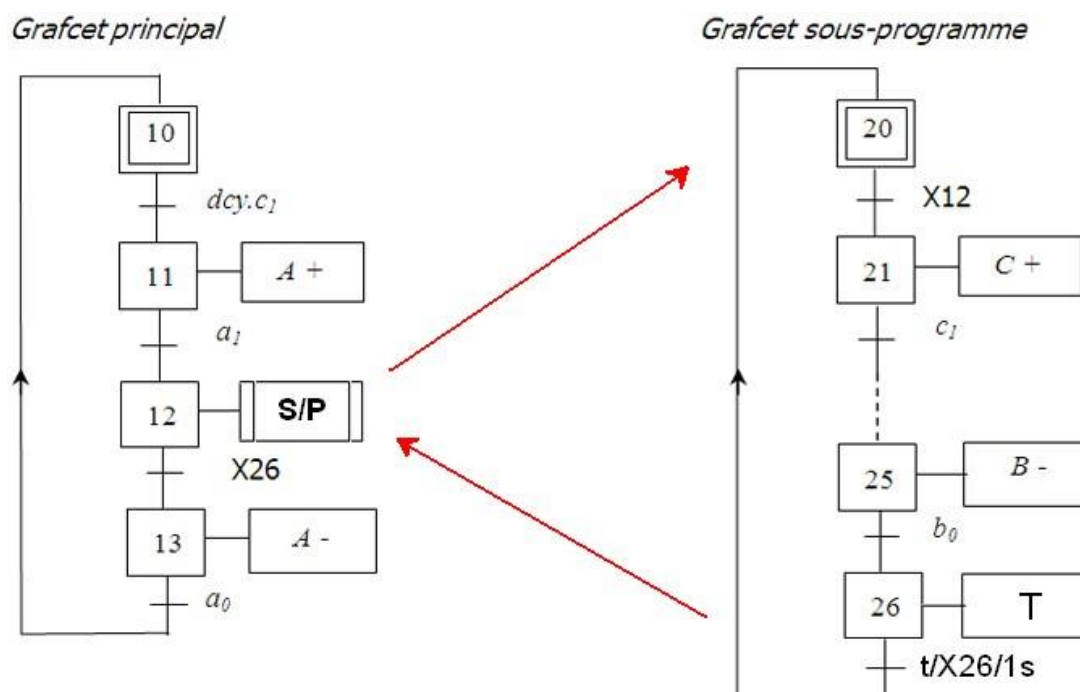
Une macro-étape est une représentation simplifiée d'un ensemble d'étapes et de transitions nommée « Expansion d'étapes ». Une macro-étape comporte une étape d'entrée E et une étape de sortie S.



**Figure II.10 : La macro-étape**

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

Lorsqu'une tâche doit être réalisée plusieurs fois dans un cycle, la programmation sous forme de tâches permet de simplifier le grafcet. Le sous-programme est désigné par une étape avec deux traits en vertical [6][3].



**Figure II.11 : Le sous-programme**

### II.3. Les règles d'évolution d'un grafcet :

➤ **La situation initiale :**

Elle caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement : ces étapes sont les étapes initiales.

➤ **Le franchissement d'une transition :**

Une transition est dite validée lorsque toutes les étapes amont sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque la transition est validée et que la réceptivité associée à cette transition est vraie.

➤ **Evolution d'une étape active :**

Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes suivantes et la désactivation de toutes les étapes précédentes.

➤ **Evolution simultanée :**

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

➤ **Activation et désactivation simultanée d'une étape :**

Si au cours du fonctionnement, la même étape est simultanément activée et désactivée elle reste active, car la durée d'un franchissement d'une transition est très petite [5].

### II.4. Les différents niveaux d'un grafcet :

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

#### II.4.1 Grafcet niveau 01 :

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

#### II.4.2 Grafcet niveau 02 :

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

## II.5. Le cahier des charges de la machine :

- Table des variable API:

Variables API						
	Nom	Rémanence	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
1	CIM	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	condition initial et march
2	produit a doser	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	produit a doser
3	VMef	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin mecanisme a l`etat final
4	VMei	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin mecanisme a letat initial
5	cv1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur avide depileur
6	cpbpo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur presence boit ou poste opercule
7	fin cycle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	fin cycle
8	vss h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin station scellage en haut
9	vss b	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin station scellage en bas
10	cv3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur avide couvercle
11	ti ef	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmeteur d`injection a l`etat f
12	ti ei	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmeteur d`injection a l`etat i
13	MT	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	moteur table
14	VM	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin mecanisme
15	V1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	venteuse pots
16	MD	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	moteur de dosage
17	V2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	venteuse operculr
18	VSS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin station scellage
19	V3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	venteuse couvercle
20	VC	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin couvercle
21	TMi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	transmeteur mecanique d`ijection
22	c p b p c	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur presence boit post couvercle
23	VC b	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin couvercle en bas
24	VC h	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	verin couvercle en haut
25	conteur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	conteur
26	NB	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	valeur de boit desirer A FAIR
27	arret de la machine	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	arret de la machine
28	ID	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	impulsion dose
29	ENC T	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	position_enc_tabl
30	DCY	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	depar cycl
31	TMPS SCELL	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temporisateur scellage
32	Tag_2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	sond scellage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sond entree
34	entre	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	TMPR r	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperateur_de post
36	TMPRT T	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	temperateur ideal
37	RE T	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	activation de relais temperateur
38	la consigne temperateur	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	la consigne temperateur
39	CPT S	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur scrt
40	post1 activee	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	post1 activee

## CHAPITRE II : MODELISATION DE LA MACHINE

Variables API						
	Nom	Rémanence	Acces...	Ecritu...	Visibl...	Commentaire
41	post couvercl activer	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	post couvercl activer
42	A/D post dosage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	A/D post dosage
43	cpbpd	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur presence boit post dosage
44	Tag_4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	cpbp i	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur presence boit post ijection
46	post scellage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	post scellage
47	Tag_3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	A/D post1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
49	A/D moteur table	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	A/D post opercul	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	A/D scellage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	A/D post couvercle	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	A/D post ijection	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	encodeur dosage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
55	moteur_on_off	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	CPBSS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	capteur presence boit poste scellage
57	capteur dosage	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	remplissage dos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	consigne poids	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	Tag_1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Figure II.12: table des variable API**

Après un appui sur le bouton poussoir dcy et que les conditions initiales sont vitrifiées c à dire :

- la température idéale de scellage est atteinte.
- Vérifier que le magasin du dépileur de conteneurs est entièrement chargé.
- Vérifier que le magasin du dépileur de couvercles est entièrement chargé.
- Vérifier que le système de remplissage est configuré pour doser/mesurer la quantité de produit requise.
- Vérification que le produit à doser est dans la trémie.
- Vérification que l'unité d'encodage est prête à la production (encre et caractères alphanumériques).
- l'alimentation pneumatique de la machine.
- Allumer la machine en tournant l'interrupteur principal sur la position ON / I.

La table de rotation (MT) commence à fonctionner jusqu'à ce que l'encodeur (ENC) confirme la position 125 point

## CHAPITRE II : MODELISATION DE LA MACHINE

- Le vérin mécanique déplace les pots jusqu'à ce que l'encodeur atteigne 150 points, à ce moment la venteuse V1 s'active pour maintenir le pot.

-Lorsque l'encodeur atteint 165 points, le vérin mécanisme revient à son état initial.

-La venteuse relâche le pot lorsque l'encodeur atteint 180 points, ensuite la table rotative fait un autre pas.

-Le poste de dosage s'active lorsqu'un capteur (**CPBD**) détecte un pot, le dosage est contrôlé par le Servomoteur Brushless,

-La table rotative fait un autre pas

-Lorsque l'encodeur (**ENC**) détecte 110 points la venteuse sera activée qu'il relâche le pot si un capteur de présence boîte opercule (**cpbo**) est activé.

-La table rotative fait un pas

-Le vérin station scellage (**VSS**) descend jusqu'au niveau bas (**VSSB**), maintient cette position pendant 1s, puis revient à la position initiale.

- La table rotative fait un pas

-La venteuse 3 (V3) s'active lorsqu'un capteur (**VCh**) est activé et il se désactive par le capteur (**cpbc**) et le capteur (**VCb**).

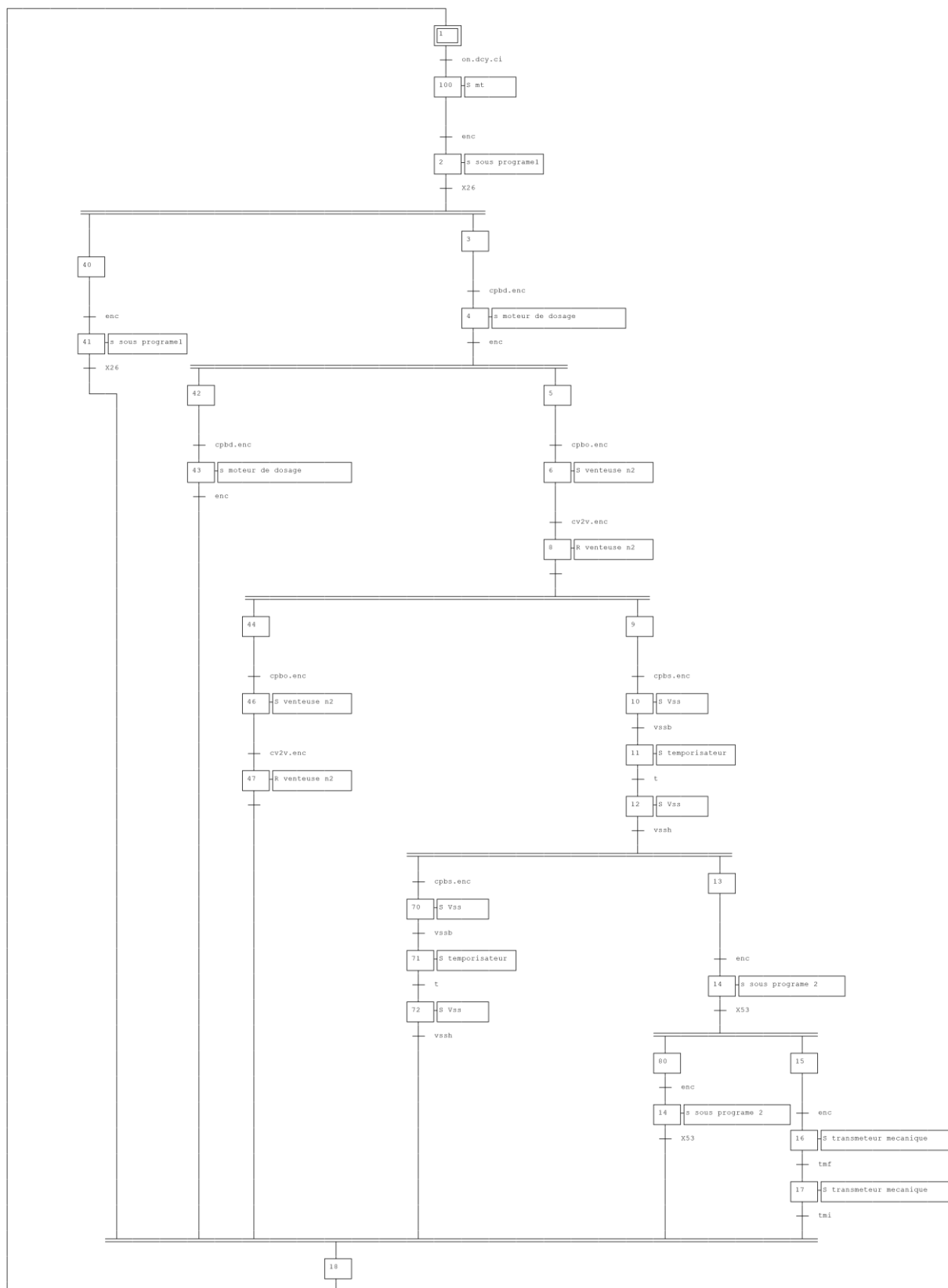
-la table rotative fait un pas

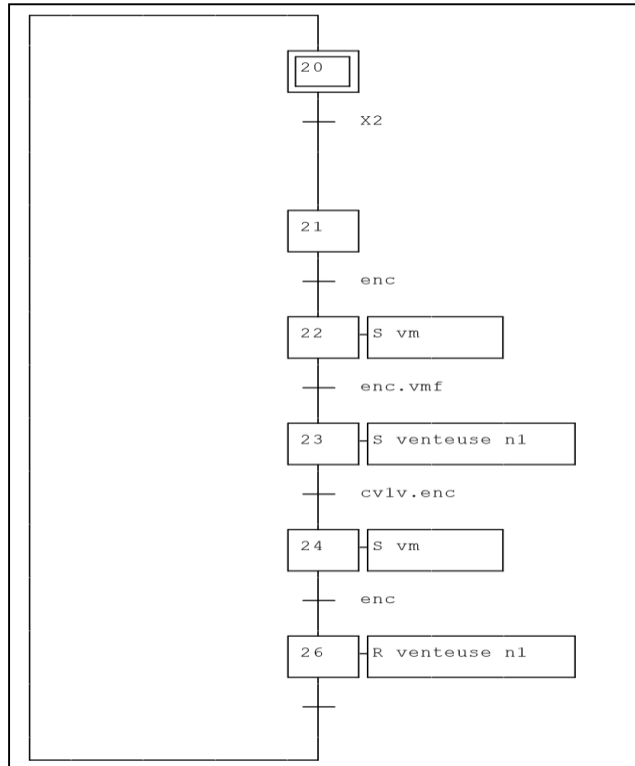
le **Bras d'Ejection (BI)**, et active lorsque l'encodeur détecte 140 points.

- la table rotative fait un pas

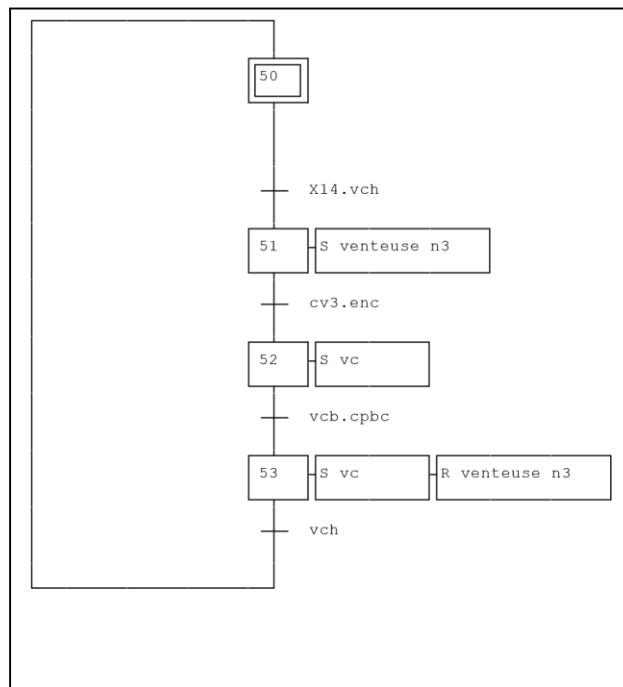
Le moteur s'arrête lorsque la production atteint la quantité voulue ou en cas d'arrêt d'urgence.

## Le grafctet niveau 2 de la station :





**Figure II.13 : sous-programme n1**



**Figure II.13 : sous-programme n2**

### **II.6. Conclusion :**

Au terme de ce chapitre, nous constatons que le GRAFCET est un outil puissant pour modéliser et transmettre des informations. Il facilite non seulement la transition du cahier des charges fonctionnelles vers un langage d'implantation, mais aussi la compréhension des systèmes automatisés. En rendant le processus plus clair et plus direct, il améliore la visibilité sur le fonctionnement du système, simplifiant ainsi sa conception et sa mise en œuvre.

**Chapitre III**  
**AUTOMATISATION DE**  
**LA MACHINE ILPRA**  
**2500**

### **II.1. Introduction :**

Au cœur de l'automatisation industrielle se trouvent les automates programmables industriels (API), qui jouent un rôle crucial dans les systèmes d'automatisation des processus discontinus grâce à leur flexibilité et leurs fonctionnalités avancées. Chaque modèle d'API est conçu pour répondre à des besoins spécifiques, offrant des capacités distinctes pour l'interaction avec d'autres systèmes de commande et la gestion de données complexes.

Dans ce chapitre, nous présentons une vision globale des API, en mettant l'accent sur le modèle S7-1200 de Siemens. Ce modèle se distingue par ses entrées et sorties numériques, ses relais intégrés, ainsi que sa compatibilité avec divers protocoles de communication, ce qui en fait une solution polyvalente et efficace pour les applications industrielles modernes.

### **III.2. Les systèmes automatisés :**

Un système automatisé est constitué de divers composants qui accomplissent des tâches prédéfinies de manière autonome, sans nécessiter d'intervention humaine continue. Ce dernier intervient principalement pour démarrer ou arrêter le système selon les besoins. Les systèmes automatisés peuvent inclure des appareils, des robots ou des machines capables de recevoir des signaux et d'effectuer des actions en réponse.

Un système automatisé se divise en trois parties principales, chacune ayant un rôle spécifique pour assurer le bon fonctionnement du système. [11] [9]

#### **III.2.1 Partie Commande (PC)**

La partie commande est responsable de l'élaboration des ordres destinés à la partie opérative. Elle reçoit des informations provenant de cette dernière ainsi que des consignes externes. Cette partie peut être réalisée à l'aide d'un automate, d'un ordinateur ou d'un circuit logique câblé. Elle utilise des interfaces d'entrée et de sortie pour traiter les informations et communiquer avec les pré-actionneurs et les actionneurs. [11] [9]

#### **III.2.2. Partie Opérative (PO)**

La partie opérative est l'élément qui exécute le travail physique du système automatisé. Elle comprend des capteurs, qui collectent des données sur l'environnement (comme la température ou le déplacement), ainsi que des actionneurs, qui réalisent les actions physiques (comme le

mouvement d'un bras robotisé). Les pré-actionneurs, qui sont liés aux actionneurs, sont également inclus dans cette partie. [11] [9]

### III.2.3. Partie communication :

La partie communication assure l'interface entre la partie commande et la partie opérative. Elle permet l'échange d'informations entre ces deux parties, souvent à travers des interfaces qui traduisent les signaux émis par les capteurs en données compréhensibles pour la partie commande. Cette communication est essentielle pour le bon fonctionnement du système automatisé, permettant ainsi une interaction fluide entre les différents composants. [11] [9]

### III.3. Les automates programmables

Un automate programmable industriel (API) est un dispositif électronique dédié à l'automatisation de machines ou de processus industriels. Il est constitué de divers composants électroniques et possède une mémoire programmable accessible via des langages spécifiques conçus pour les utilisateurs non informaticiens. En termes simples, un API est un ordinateur spécialisé avec un ensemble limité d'instructions, optimisé pour le contrôle en temps réel de processus industriels. [9]

### III.4. Architecture des Automates

L'architecture d'un API est conçue pour optimiser le contrôle des processus industriels. Elle est constituée de plusieurs éléments clés :

- **Le Processeur** : Le processeur est le composant central de l'API, chargé de l'exécution des instructions et de la coordination des tâches :
- **Unité Centrale de Traitement (CPU)** : Effectue les calculs et prend les décisions basées sur le programme.
- **Registres Principaux** :
  - ✓ **Accumulateur** : Stocke les résultats des opérations arithmétiques et logiques.
  - ✓ **Registre d'Adresse** : Contient les adresses mémoire pour accéder aux données ou instructions.
  - ✓ **Registre d'Instruction** : Contient l'instruction actuellement en cours d'exécution.
  - ✓ **Registres Généraux** : Utilisés pour les opérations temporaires et les calculs divers.
  - ✓ **Registre de Données** : Stocke les données en traitement.

- ✓ **Registre de Contrôle et d'État** : Gère les états et les contrôles du processeur.
- **Les Mémoires** : Les API utilisent plusieurs types de mémoire pour garantir un fonctionnement efficace :
  - ✓ **Mémoire Vive (RAM)** : Stocke temporairement les données utilisées pendant l'exécution des programmes, permettant une exécution rapide et fluide des opérations.
  - ✓ **Mémoire ROM (Read-Only Memory)** : Stocke des données et des instructions de manière permanente, essentielle pour le démarrage de l'API et le stockage des routines critiques.
  - ✓ **Mémoire de Travail** : Sert de zone de stockage temporaire pour les données pendant le traitement.
  - ✓ **Mémoire Système** : Contient les informations nécessaires au fonctionnement de l'API, y compris les paramètres de configuration.
  - ✓ **Mémoire de Chargement** : Stocke les programmes et les données nécessaires pour le démarrage et l'initialisation de l'automate.
- **Les Modules d'Entrée/Sortie** : Les modules d'entrée/sortie (E/S) sont cruciaux pour l'interaction entre l'API et le monde extérieur :
  - ✓ **Entrées analogiques** : Mesurent des variables continues comme la température ou la pression.
  - ✓ **Entrées numériques** : Détectent des états discrets comme on/off ou haut/bas.
  - ✓ **Sorties analogiques** : Commandent des dispositifs en fonction de variables continues.
  - ✓ **Sorties numériques** : Activent ou désactivent des dispositifs selon des signaux discrets.
- **Protocoles de Communication** : Utilisent des normes comme RS232, RS485, Ethernet pour assurer une transmission fiable des données.
- **Adaptabilité** : Les modules E/S sont conçus pour s'adapter à divers types de capteurs et d'actionneurs, facilitant ainsi leur intégration dans différents systèmes. (9) (7)

### III.5. Critères de Choix d'un Automate

Le choix d'un (API) doit être soigneusement réfléchi en fonction de divers critères qui peuvent influencer les performances et l'efficacité du système automatisé. Voici les principaux facteurs à considérer pour sélectionner l'API le plus adapté à vos besoins :

1. Complexité du Programme et Temps de Cycle

2. Nombre et Type d'Entrées/Sorties
3. Capacité de Traitement et Puissance de l'API
4. Adaptabilité aux Besoins Spécifiques du Système à fonctionner :
5. Coût et Support Technique

### III.6. Présentation de l'automate S7-1200 :

L'automate utilisé dans notre projet appartient à la gamme S7 de SIEMENS, plus précisément le S7-1200

Le SIMATIC S7-1200 est un automate modulaire conçu pour des applications nécessitant une alimentation en courant continu à courant continu (DC/DC). Ce modèle est adapté aux plages de performance inférieures, offrant une solution économique tout en étant flexible pour diverses tâches d'automatisation.

Le contrôleur S7-1200 se compose d'une alimentation intégrée, d'une unité centrale de traitement (CPU) dotée d'entrées et de sorties intégrées, ainsi que d'une série de modules d'entrées/sorties supplémentaires. Ces modules permettent de gérer les signaux numériques et analogiques. En fonction des besoins spécifiques du système, il est possible d'ajouter des processeurs de communication et des modules fonctionnels pour des applications particulières, comme la commande de moteurs ou de dispositifs de contrôle spécifiques.

L'outil de développement associé à l'automate permet à l'API de contrôler et de gérer efficacement une machine ou un processus. Les modules d'entrées/sorties sont adressés dans cet environnement à l'aide des adresses d'entrées et configurés avec les adresses de sorties facilitant ainsi leur interrogation et leur gestion. [7]



**Figure III.1: Automate simatic S7-1200**

## III.6.1 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 :

### 1. Unités Centrales (CPU) :

Les CPU S7-1200, comme la CPU 1214C, offrent différentes performances avec des E/S intégrées et des interfaces PROFINET. Conçues pour des applications nécessitant une alimentation à courant continu (DC/DC/DC), ces unités sont idéales pour des tâches d'automatisation variées.



**Figure III.2 : Unité centrale CPU 1214C.**

### 2. Module de Puissance (PM) :

Le module de puissance PM fournit une alimentation de 120/230V CA à 50Hz/60Hz, avec une sortie de 24V CC à 2,5A. Ce module est essentiel pour alimenter les systèmes connectés à l'automate.



**Figure III. 3 : Module de puissance PM.**

### 3. Signal Boards (SB) :

Les Signal Boards permettent d'ajouter des entrées ou des sorties analogiques ou numériques sans modifier la taille de la CPU. Compatibles avec les CPU 1211C, 1212C et 1214C, ils facilitent l'expansion des capacités d'E/S.



**Figure III.4: Signal Boards SB.**

#### **4. Modules Signaux (SM) :**

Les modules signaux SM gèrent les entrées et sorties numériques et analogiques. Il est possible d'ajouter jusqu'à deux modules SM pour les CPU 1212C et jusqu'à huit pour la CPU 1214C, augmentant ainsi la flexibilité du système.



**Figure III.5 : Module signal SM.**

#### **5. Modules de Communication (CM) :**

Les modules de communication CM permettent une communication série via RS 232 / RS 485. Jusqu'à trois modules CM peuvent être ajoutés aux CPU 1211C, 1212C et 1214C, facilitant l'intégration dans des réseaux complexes.



**Figure III.6 : Module de communication CM.**

#### **6. Module Compact Switch (CSM) :**

Le module Compact Switch CSM est équipé de quatre ports RJ45 pour une connexion Ethernet à 10/100 Mbits, permettant une communication efficace entre plusieurs dispositifs sur le réseau.



**Figure III.7: Module compact switch CSM.**

### 7. Cartes Mémoire SIMATIC :

Les cartes mémoire SIMATIC, disponibles en capacités de 2 Mo à 32 Mo, servent à enregistrer les données du programme et permettent un remplacement facile des CPU lors de la maintenance.



**Figure III.08: Cartes mémoires SIMATIC 2Mo a 32 Mo.**

Ces modules et cartes offrent une grande flexibilité pour adapter le système S7-1200 aux besoins spécifiques d'automatisation, tout en garantissant une intégration aisée dans divers environnements industriels.

### III.7 Logiciel de programmation :

#### ➤ STEP 7 Basic

STEP 7 est un logiciel d'ingénierie développé par Siemens pour programmer les automates de la gamme SIMATIC. Il permet aux utilisateurs de concevoir, configurer et programmer des systèmes d'automatisation en offrant des outils adaptés à différents types d'applications industrielles. La dernière version de STEP 7 est intégrée dans TIA Portal, ce qui facilite la gestion et l'optimisation des projets d'automatisation en centralisant les différentes tâches dans une seule interface. [9]

## ➤ TIA Portal V14

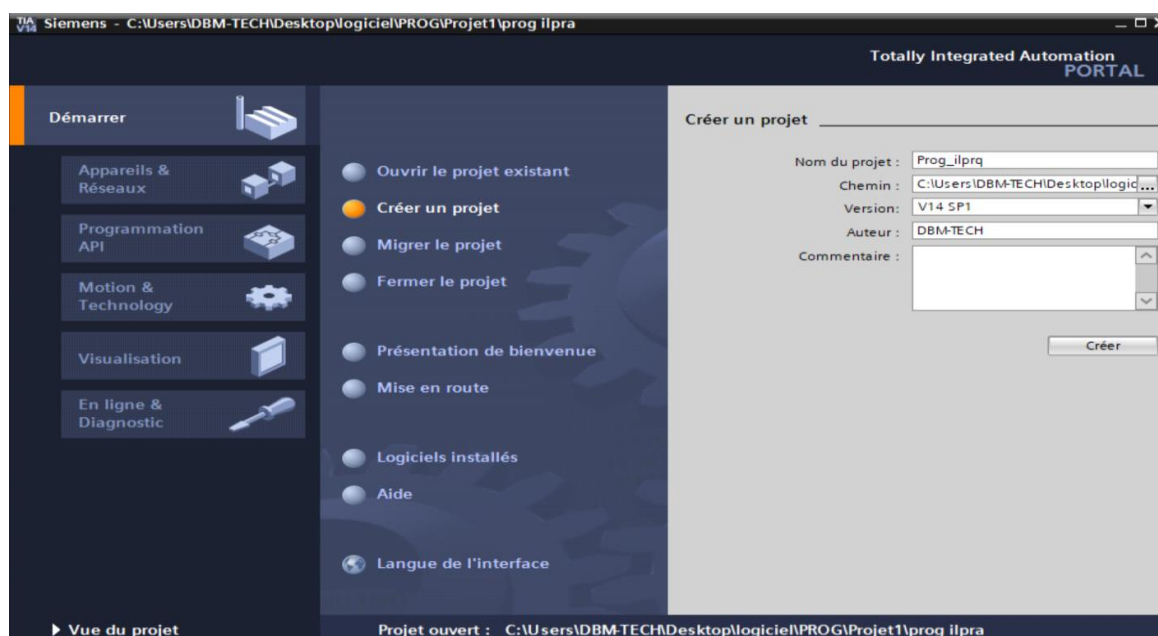
Le Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) est une plateforme logicielle unifiée qui intègre tous les outils nécessaires pour l'ingénierie des systèmes d'automatisation. Il regroupe STEP 7, WinCC pour les interfaces homme-machine, et d'autres outils dans une seule interface. TIA Portal facilite la conception, la simulation et le déploiement des projets d'automatisation, améliorant ainsi l'efficacité et la productivité des installations industrielles

## III.8 La programmation de la machine conditionneuse crème avec le TIA portal :

### III.8.1 Création d'un projet S7 1200 :

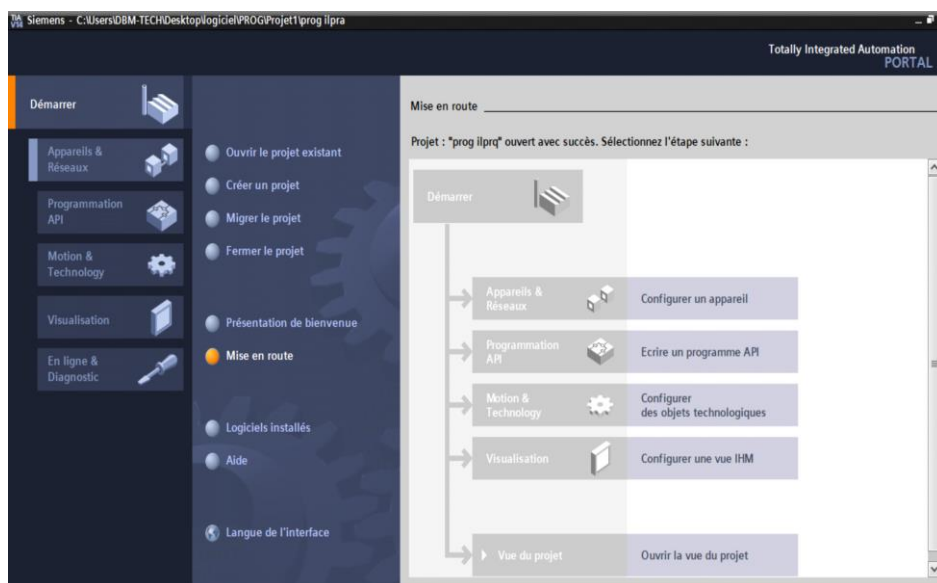
Double-cliquez sur l'icône « Totally Integrated Automation Portal V14 » pour lancer le logiciel Step 7 Basic V14

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 III.09)



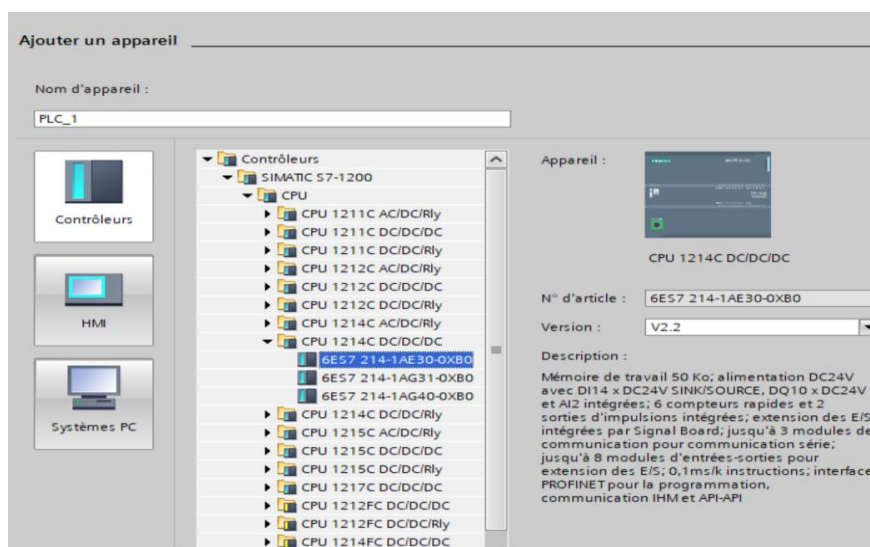
**Figure III.09 : fenêtre de création du projet.**

On clique sur l'icône « Mise en route » puis « Configurer un appareil ». Voir (figure III.10).



**Figure III.10 : 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 III.11)

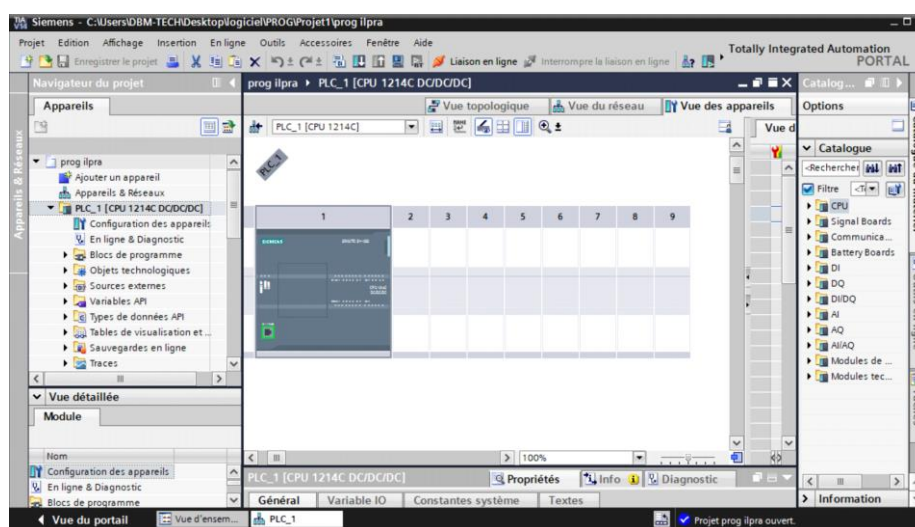


**Figure III.11 : Fenêtre pour ajouter un appareil.**

### III.8.3 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 (figureIII.12).



**Figure III.12 : configuration matérielle.**

### **III.8.4 Les blocs de programmation :**

Les différents blocs de programmation dans TIA Portal permettent de structurer le programme de manière modulaire et réutilisable.

#### **1. 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.

### 2. 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.

### 3. 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.

Après avoir créé un nouveau projet dans TIA Portal, configuré le matériel et intégré le programme dans l'automate, nous avons mis en place plusieurs exemples de programmes pour illustrer des fonctionnalités courantes, et pour faciliter la compréhension de programme nous avons utilisé les mnémoniques qui sont déclarées via la table des variables.

#### 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

#### Les Variables API :

La table des variables API nous permet de déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme.



Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

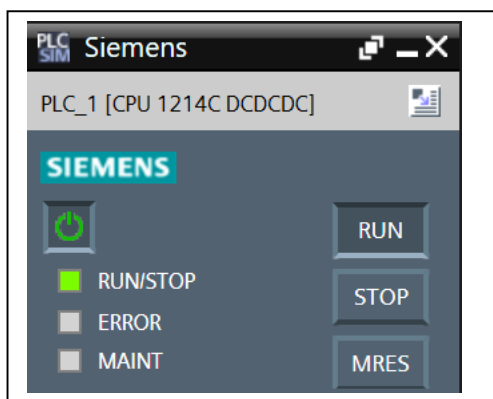
- Un nom : c'est l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de donnée : BOOL,INT,...
- L'adresse absolue : par exemple Q1.5





On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable.

### III.8.5 Exemple de simulation :

Le logiciel tia portal nous permet de visualiser l'état de programme en cliquant sur l'icone

<charger dans la CPU>  puis sur l'icone <démarrer la simulation>  apres avoir met la CPU en marche nous cliquant sur <RUN>



Puis sur <passer dans la vue de projet>  puis sur <nouveau projet>  on cree un projet puis en vas charger les variable de notre projet depuis lecone <charger les variable de projet>  puis on apuis sur lecon <active /desactive la visualisation du programme>  pour voir la visualisation .

Exemple 1 : programme d'activation et de désactivation de moteur table :

Le moteur de rotation de la table sera activé lorsque on appuis sur le bouton (DCY) et que les conditions initiales de marche sont vérifiées (CiM)

Le moteur table sarrête lorsque on appuis sur le bouton <fin cycle> ou bien une alarme est déclenchée.

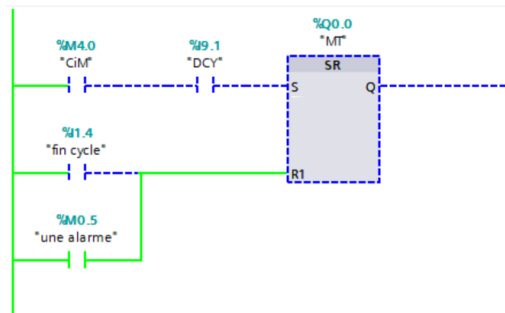


Figure III.13 : activation moteur table

Exemple 2 :poste de dosage

Poste dosage s'active lorsque l'encodeur détecté la position arrêt de la table qui est 125 point et qu'un capteur de présence de boit dans le poste s'active (cpbpd) et que le poste sera activé depuis l'interface de commande (IHM)

Le poste se désactive lorsqu'un capteur de dosage indique la fin de dosage ou bien l'arrêt de moteur table ou bien désactivation de poste depuis l'interface de commande (IHM)

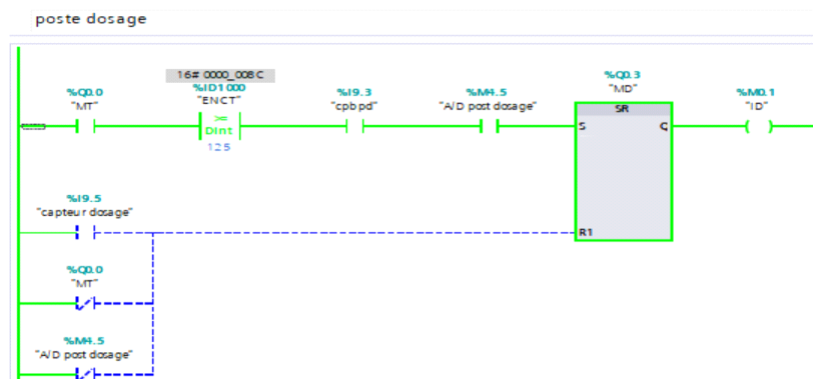


Figure III.14 : activation de dosage

Exemple 3 : poste scellage

Le poste scellage sera activer ou signale de l'encodeur a 125 et le moteur table activer le vérin station scellage en haut (VSSh) et avoir activer le poste depuis l'interface operateur

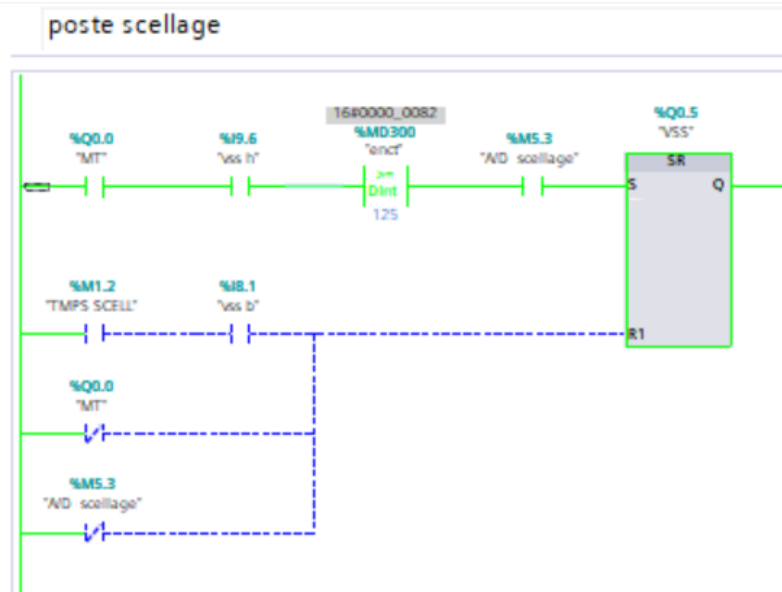


Figure III.15 : activation poste scellage

### III .8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les systèmes automatisés et les automates en général, puis nous nous sommes concentrés sur l`automates Siemens S7-1200 et ces caractéristiques, puis, Nous avons présenté le logiciel de programmation TIA Portal, montrant comment il facilite la configuration des automates et optimise les processus. Enfin, nous avons donné quelque exemple de programme développé pour la machine ILPRA.

Le chapitre suivant portera sur le développement de la plateforme de supervision.

**Chapitre IV**  
**DEVELOPEMENT DE**  
**LA PLATFORME**  
**SUPERVISION**

### **IV.1 Introduction :**

Les systèmes automatisés sont élaborés pour fonctionner de manière autonome en minimisant l'interventions humaines directes. Mais parfois l'intervention humain est nécessaire, et cela se fait généralement à travers une plateforme de supervision qui permet de suivre et de contrôler les processus industriels en temps réel.

Ce chapitre présente la création d'une plateforme de supervision dédiée à la machine conditionneuse de crème, en utilisant le logiciel WinCC, intégré dans TIA Portal V14. Cette plateforme offre une vue d'ensemble en temps réel des opérations de la machine, facilitant ainsi la gestion et le contrôle précis du processus de conditionnement, tout en permettant une réponse rapide en cas de besoin.

### **IV.2 Generalites sur la supervision:**

#### **IV.2.1 Définition de la supervision :**

La supervision désigne l'ensemble des techniques et outils utilisés pour surveiller et gérer les systèmes automatisés dans un environnement industriel. Elle implique l'acquisition de données, le contrôle des équipements, et la gestion des alarmes pour assurer le bon fonctionnement des processus.

#### **IV.2.2 Constitusion dun systeme de supervision:**

##### **1. Interface homme machine IHM:**

L'IHM permet aux opérateurs de suivre les performances de la machine en temps réel via des graphiques et indicateurs.

##### **2. Système d'Archivage**

Les données historiques (temps de fonctionnement, alarmes) sont stockées pour une analyse et une traçabilité faciles.

##### **3. Protocoles de Communication**

L'utilisation de PROFINET et Modbus facilite l'échange de données entre l'automate, l'IHM et d'autres équipements.

## 4. Contrôle et Interaction

L'IHM permet de surveiller, ajuster les paramètres et accéder aux fonctions de diagnostic du système.

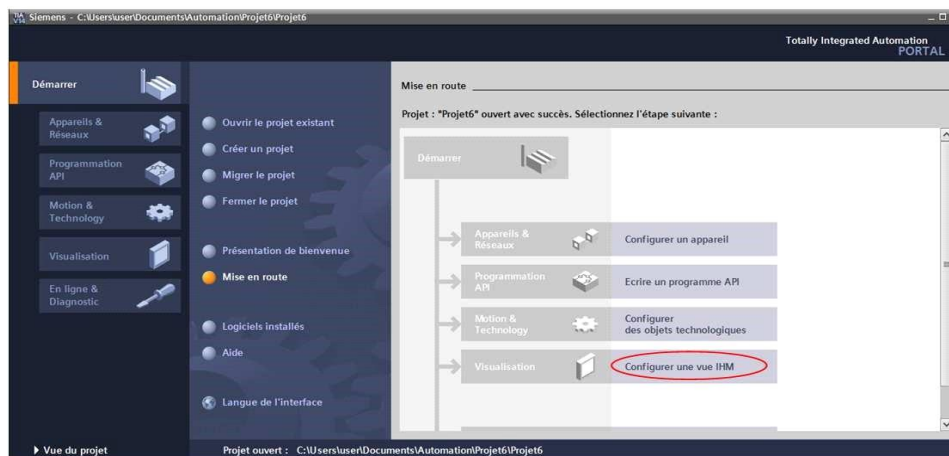
## 5. Analyse et Traitement des Données

Le logiciel analyse les données en temps réel et génère des rapports pour optimiser les performances du système.

### IV.3 Créations du projet

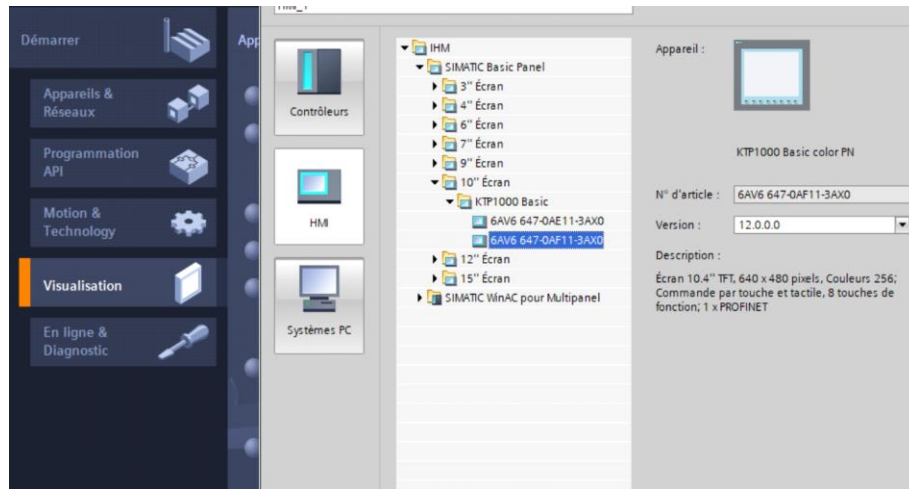
Pour visualiser et généré un HMI sous TIA PORTAL nous allons suivre les étape suivant :

Après avoir créé le projet et terminer la partie programme, nous revenons à la vue du portail de TIA PORTAL et sélectionnons "Configuration de la vue Interface Homme Machine (IHM).



**Figure VI.01 : Configuration d'une vue IHM**

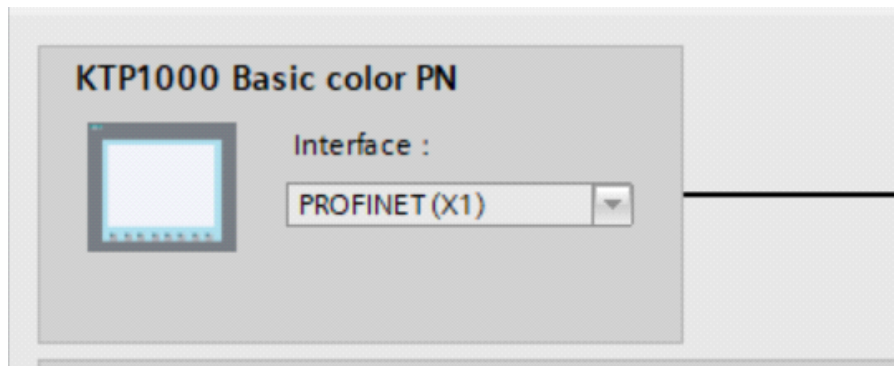
Ensuite, nous ajoutons un appareil, dans notre system. Nous avons utilisé Simatic basic panel écran10'' (



**Figure VI.02 : Choix de l'écran de pupitre**

- **Le KTP1000 Basic PN dispose de :**

Ecran 10.4''TFT,640x480 pixel,couleurs 256 ;commande par touche et tactile,8 touche de fonction ;1xPROFINET



**Figure VI.03: KTP1000 basic color PN**

#### IV.4.1 Connexion du pupitre :

WinCC RUN Time (RT) met à disposition différents réseaux pour la communication entre les appareils IHM et les automates SIMATIC S7. Les réseaux suivants sont très importants pour la communication avec WinCC RT:

- MPI(interface multi point).

- PROFIBUS(bus de terrain de processus).
- Ethernet.

### IV.4.2 Espace de travail :

Après avoir sélectionné la console, une fenêtre d'espace de travail WINCC s'ouvrira. L'espace de travail flexible WINCC nous fournit tous les outils nécessaires pour afficher n'importe quel système d'automatisation.

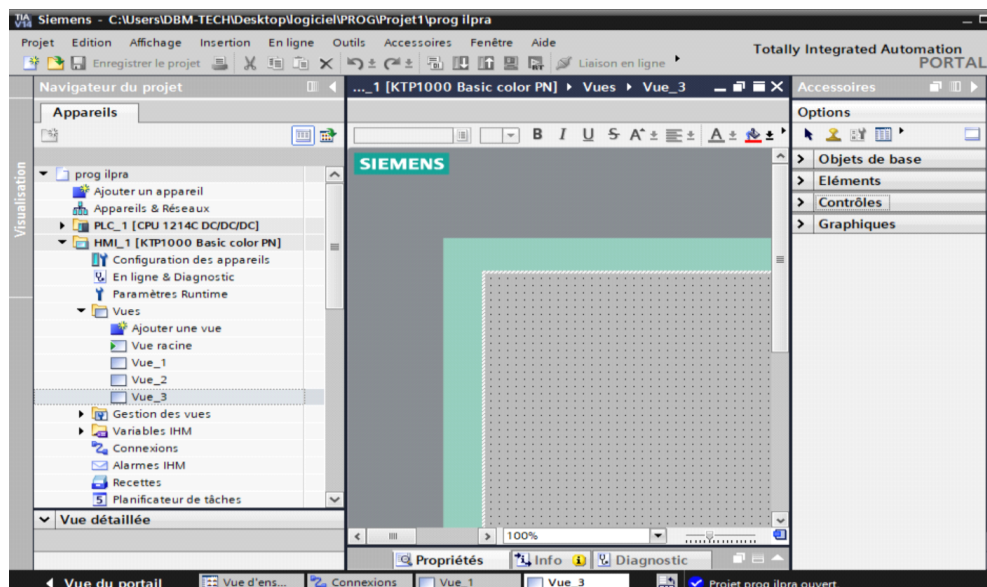


Figure VI.04 : Espace de travail

### VI.4.3 Editions des vues :

Nous réalisons les vues de notre projet de supervision contenant les différents éléments de notre système.

A la fin de la configuration du projet, nous devons vérifier le projet et détecter d'éventuelles erreurs, pour cela, nous avons une commande de contrôle de cohérence et nous aurons un fichier projet compilé.

### III.4.4 Liaison CPU-Interface Homme Machine (IHM)

La liaison entre la CPU et l'Interface Homme Machine configurée dans notre système est une liaison PROFINET.

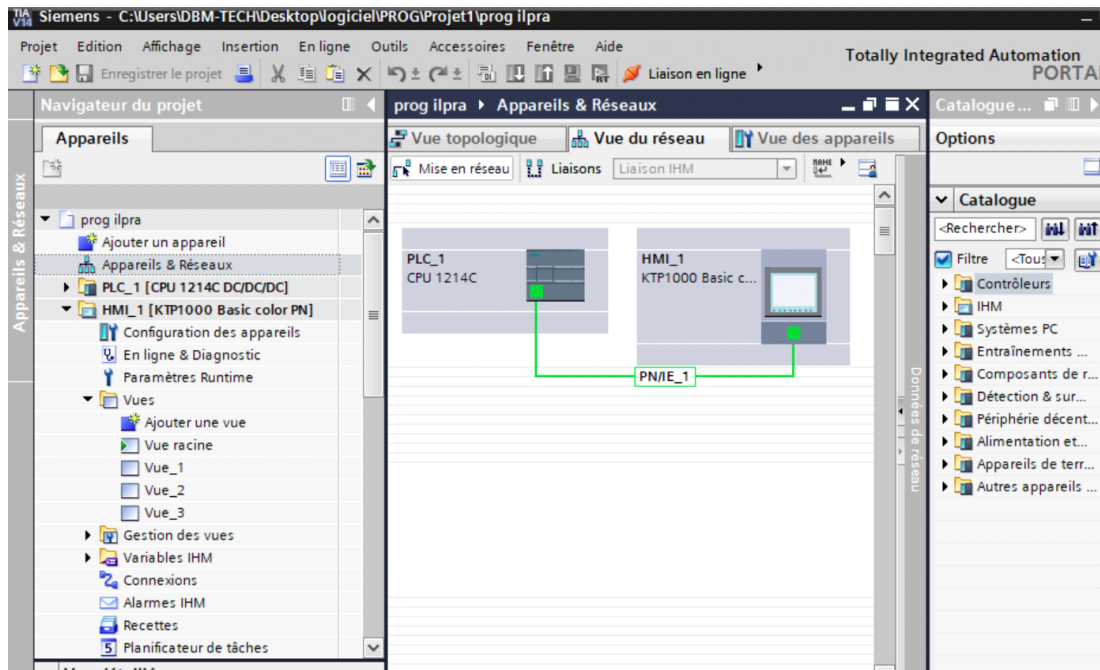


Figure VI.05 : Liaison CPU-IHM

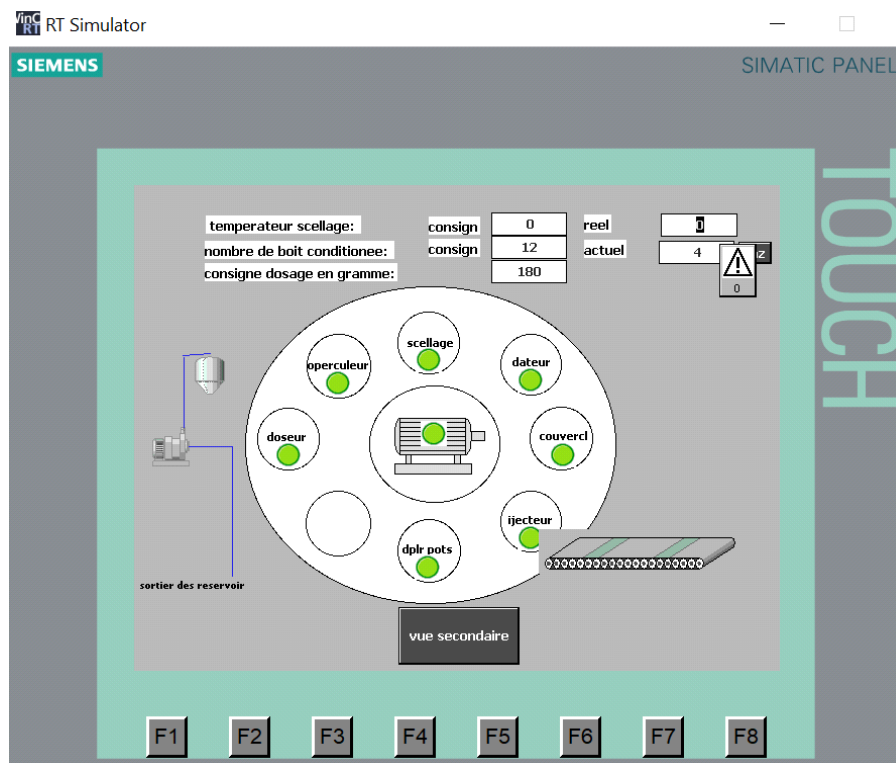
## III.4.5 Vues sur WINCC

1. **La vue d'accueil** : cette vue dans TIA Portal est le point de départ pour naviguer dans notre application. Dans cette vue, nous avons intégré des informations essentielles liées à notre thème, permettant aux utilisateurs de comprendre rapidement le contexte et les objectifs du projet.



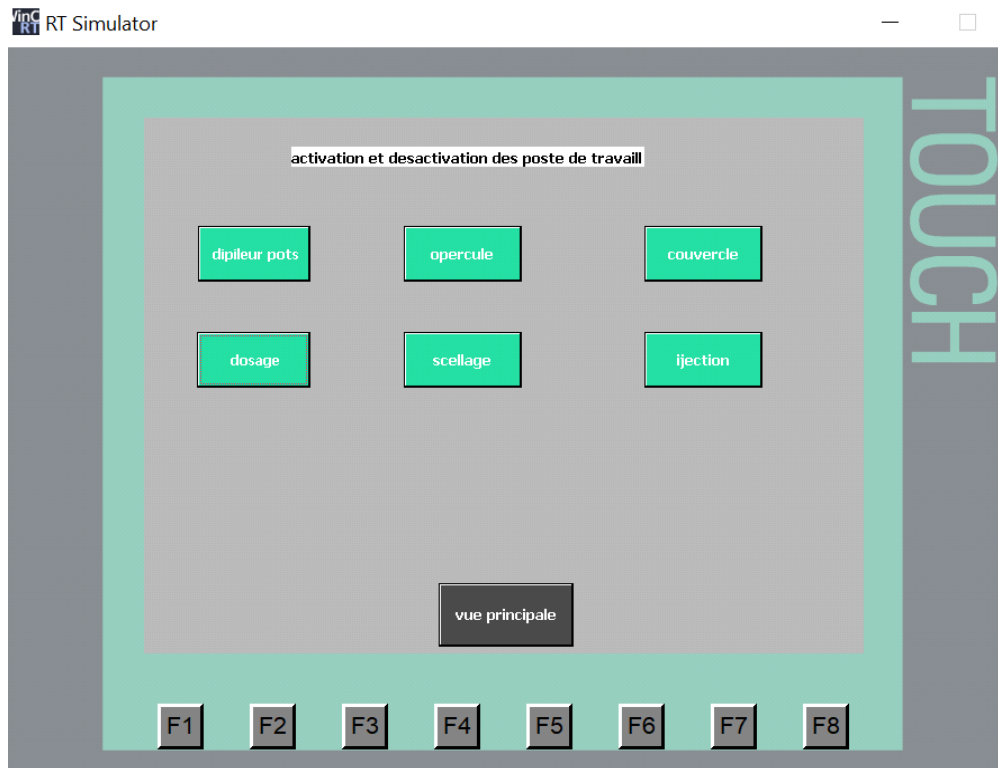
Figure VI.06 : Vue d'accueil

**Vue principale :** cette vue est conçue pour offrir une visualisation en temps réel du comportement de notre système. Elle propose une interface interactive permettant aux utilisateurs de surveiller en direct les performances et l'état opérationnel. Grâce à des graphiques dynamiques et des indicateurs visuels intuitifs, cette vue simplifie l'analyse instantanée des données, facilitant ainsi une prise de décision rapide et informée. Les utilisateurs ont également la possibilité de régler certains paramètres directement depuis cette vue, tels que la température de scellage, le nombre de boîtes à conditionner et le grammage des boîtes. Cela permet une gestion proactive et efficace du processus de production.



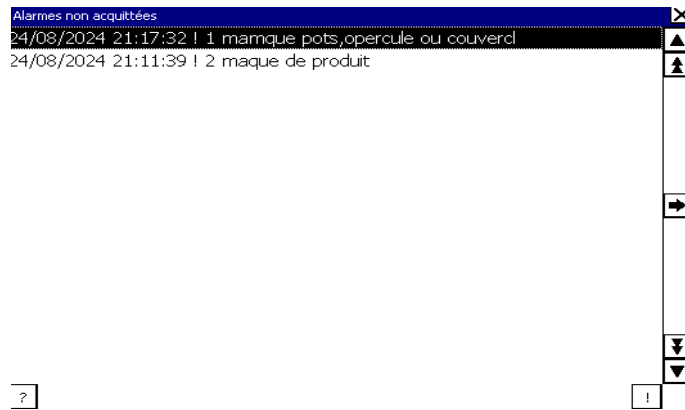
**Figure VI.07 : Vue principale**

1. **Vue secondaire** : La vue secondaire est dédiée à l'activation et la désactivation des postes de travail. Cette fonctionnalité est essentielle pour la gestion des opérations, permettant aux utilisateurs de contrôler facilement l'état des différents postes en fonction des exigences du processus. L'interface, intuitive, garantit une exécution rapide et efficace de ces actions.



**Figure VI.08 : Vue secondaire**

2. **Vue des alarmes** : Nous avons également une vue dédiée aux alarmes, représentée par une icône visible dans la vue principale. Lorsque l'utilisateur clique sur cette icône, il est redirigé vers la vue des alarmes, où toutes les alertes actives sont affichées en détail. Cette fonctionnalité permet une gestion rapide et efficace des incidents en cours, assurant une réactivité immédiate en cas de problème.



**Figure VI.09 : Vue des alarmes**

## VI.5 Conclusion

Dans le cadre de ce chapitre, nous avons détaillé les étapes de création de l'interface Homme-Machine et du système PC dédié à la supervision du système de conditionnement. L'interface, développée avec le logiciel WinCC intégré dans TIA Portal V14, propose plusieurs vues graphiques permettant une exploitation efficace du système. Ces différentes vues facilitent la gestion en temps réel des opérations, la supervision des postes de travail et la gestion des alarmes, offrant ainsi une solution complète et intuitive pour garantir un contrôle optimal du processus de conditionnement.

# **Conclusion générale**

## CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce travail, réalisé au sein de l'entreprise STLD Le Fermier, était d'automatiser et de superviser le fonctionnement de la machine conditionneuse de crème, en particulier le modèle Fill Seal 2500 d'ILPRA. Ce projet a constitué une occasion précieuse d'appliquer nos connaissances théoriques à une problématique industrielle concrète, en utilisant les outils modernes d'automatisation fournis par Siemens.

Nous avons commencé par une description générale du système de conditionnement de crème, afin de bien comprendre son fonctionnement et ses exigences techniques. Une modélisation fonctionnelle a ensuite été réalisée à l'aide de l'outil Grafcet, permettant de représenter les différentes étapes du processus et de définir clairement les séquences de fonctionnement tout en contrôlant les interactions entre les postes de travail.

La programmation de l'automate Siemens S7-1200 a été effectuée avec le logiciel TIA Portal V14, en utilisant le langage Ladder pour automatiser les diverses tâches du système. Nous avons particulièrement veillé à optimiser les cycles de production et à garantir la précision des commandes, afin d'assurer un rendement optimal.

Enfin, nous avons développé une interface Homme-Machine (IHM) pour la supervision de la machine conditionnement de la crème, en utilisant WinCC intégré dans TIA Portal V14. Cette interface permet une visualisation en temps réel de l'état du processus et facilite la gestion des postes de travail ainsi qu'une réponse rapide aux alarmes et incidents éventuels.

Ce travail a consolidé nos compétences en automatisation industrielle et a contribué à l'amélioration des performances de l'entreprise STLD Le Fermier. Il renforce également notre expérience pratique dans le domaine des systèmes de contrôle automatisé. Nous espérons que cette étude servira de référence pour les futurs projets d'automatisation au sein de l'entreprise et contribuera à son développement continu.

**Actions d'Amélioration à envisager:**

## CONCLUSION GENERALE

- **Réorganisation les Postes de Travail :** Inverser les postes de couvercle et de datage pour optimiser le flux de travail et réduire les temps d'attente.
- **Système Hygiénique :** Ajouter un système de traitement hygiénique ou poste de traitement pour garantir une désinfection adéquate des surfaces et équipements, et améliorer les normes sanitaires.

## Références bibliographiques

- [1] Documentation de la machine **Ilpra Sealing Filling 2500**. (n.d.). [Interne].
- [2] Schémas électriques de la machine **Ilpra Sealing Filling 2500**. (n.d.). [Interne].
- [3] Ben Amara, M., & Nekiche, W. (2023). *Automatisation et supervision de la machine Banc d'épreuve hydrostatique* (Mémoire de fin d'étude de Master professionnel en Automatique industrielle). Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.
- [4] Bourgeois, R., & Cogniel, D. (2013). *Mémotech Électrotechnique*. Delagrave.
- [5] Pinot, M., Devantoy, P., Maillard, J.-P., & Jegoux, R. (1994). *Du Grafcet aux automates programmables : Analyse fonctionnelle et maintenance*. Foucher.
- [6] René David, Hassane Alla, « Du Grafcet aux réseaux de Pétri », Edition HERMES, Paris, 1992, 1997, 493p.
- [7] Siemens. (n.d.). *Product 10029656*. Retrieved from <https://mall.industry.siemens.com/mall/fr/WW/Catalog/Products/10029656> consulter le 11/3/2024
- [8] Université de la Manouba. (Sd). *Les automates : Chapitre 2 - Logique combinatoire* . [https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module\\_chap2\\_15.html](https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_15.html) consulter le 11/3/2024
- [9] "Automatiser les industriels programmables." *Wikipédia*, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate\\_programmable\\_industriel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Automate_programmable_industriel). consulter le 14/3 2024
- [10] "RS Components." RS Online, <https://fr.rs-online.com/web/>. consulter le 12/4/2024
- [11] Technologue Pro. *Technologue Pro*. Retrieved from, <https://www.technologuepro.com/> consulter le 13/4/2024
- [12] Collège de l'Arche du Lude. (2013). \*Fonctionnement des systèmes automatisés\*. <http://clg-arche-du-lude-joue-les-tours.tice.ac-orleans-tours.fr/php5/technodulude/index.php/quatrieme/au-fil-du-temps/177-fonctionnement-des-systemes-automises-2013> Consulter le 14/4/2024
- [13] Techno-Logique. (N.d.). \*Les systèmes automatiques\*. <https://www.techno-logique.com/AUT-systemes-automatiques.shtml> consulter le 15/4/2024