

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

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI 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*

**Mohamed Kacer**

**Fatma Guennoun**

Thème

## Rénovation et amélioration du système automatique et électrique d'une Conditionneuse Lait

*Mémoire soutenu publiquement le 26/06/ 2024 devant le jury composé de :*

**M Ouerdia Megherbi**

MCB, Président

**M Zohra Zaabot**

MAA, Encadrant

**M Ghania Idiri**

MCB, Examineur

**M Khedoudja Kherraz**

MCB, Examineur

## **Remerciement**

*En premier lieu, nous remercions « Dieu Tout Puissant » de nous avoir donné la santé, la patience, la force et la volonté pour réaliser ce travail*

*Nous tenons à remercier nos familles pour leur aide précieuse, notre encadreur **Mme Zaabot Zohra** pour ses conseils et orientations.*

*Nous remercions aussi l'ensemble du personnel de l'entreprise **Le Fermier**, en particulier notre encadreur **Mr chemoune Mourad** qui nous ont accueilli toute la durée de notre stage pratique.*

*Nous exprimons également notre gratitude à tous les enseignants qui ont collaboré à notre formation depuis notre premier cycle d'étude jusqu'à la fin de notre cycle universitaire.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements aux membres de jury qui ont accepté d'évaluer notre projet. Nous leurs présentons Nos respects et nos plus sincères salutation*

*Je dédie ce Travail à*

✚ A mes chers parents, pour leurs Soutien, patience, sacrifice et amour toute au long de ma vie.

✚ Ma Chère Sœur Warda qui m'a toujours Soutenue.

✚ Mon cher ami et binôme Mohamed.

✚ A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

*Guennoun Fatma*

*Je dédie ce Travail à*

✚ A mes chers parents, pour leurs Soutien, patience, sacrifice et amour toute au long de ma vie.

✚ A mes frères, mes sœurs

✚ Ma chère amie et binôme Fatma.

✚ A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

*Kacer Mohammed.*

**La liste des abréviations :**

**STLD : Société de transformation de lait et dérivés.**

**EURL : entreprise unipersonnelle à responsabilité limitée.**

**PDG : Président-directeur général.**

**DBK : Draa Ben Khedda.**

**EHEDG : European Hygienic Engineering and Design Group.**

**Dcy : Départ de cycle.**

**TGBT : Tableau général basse tension.**

**Hz : hertz.**

**A : L'ampère.**

**Kw : kilowatt.**

**API : automate programmable industriel.**

**Nm<sup>3</sup>/h : Normo mètre Cube par heure.**

**CC : courant continue.**

**PLC : Programmable Logic Controller.**

**MPI : Multi Point Interface.**

**EEPROM : Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory.**

**ROM : Read Only Memory.**

**RAM : Random Access Memory.**

**PROM : Programmable Read Only Memory.**

**PCMCIA : (Personal Computer Memory Card International Association.**

**CPU : Central Processing Unit.**

**E/S : Les entrées et les sorties.**

**MES : Manufacturing Execution System.**

**CEI : Commission Electrotechnique Internationale.**

**Lad : Langage Ladder.**

**SCL : Structured Control Language.**

**STL : Statement List.**

**SFC : Sequential Function Chart.**

**FBD : function block diagram.**

**IEC : International Electrotechnical Commission.**

**OB : organization block.**

**FB : function block.**

**FB : Function blocks.**

**DB : Data blocks.**

**IHM : l'interface homme-machine.**

**TFT : Thin-Film Transistor.**

**USB : Universal Serial Bus.**

**DC : direct current.**

**RLY : Relay.**

**Liste des Tableaux :**

**Tableau 1.1 Table de mnémoniques des entrées/Sorties.**

**Tableau 2.1 : Caractéristiques de la CPU 1200.**

## **LISTE DES FIGURES :**

### **Avant-Propos :**

Figure 1.1 : Emplacement géographique.....	II
Figure 1.2 : plan de l'EURL STLD.....	III
Figure 1.3 : principaux produits de l'EURL STLD.....	IV
Figure 1.4 : pasteurisation de lait. ....	V
Figure 1.5 : stockage de lait.....	VI
Figure 1.6 : chaine de production de la pâte molle de type camembert dans l'EURL STLD.....	VI

### **CHAPITRE 1 :**

Figure 1.1 : Schéma symbolique de la conditionneuse de lait.....	4
Figure 1.2 : Vue générale de la machine.....	4
Figure 1.3: Schéma symbolique De la Cuve.....	5
Figure 1.4 : Schéma symbolique De Conformateur.....	5
Figure 1.5 : Schéma symbolique De Canule de remplissage.....	5
Figure 1.6 : Photo réelle de variateur de dosage manuelle.....	6
Figure 1.7 : Schéma symbolique De Soudure Verticale.....	7
Figure 1.8 : Schéma symbolique Des rouleaux de tirage.....	7
Figure 1.9 : Photo Réelle de Bec de remplissage. ....	8
Figure 1.10 : Schéma symbolique de soudure horizontale.....	9
Figure 1.11 : Schéma symbolique de la Goulotte.....	9
Figure 1.12 : Photo réelle d'unité de commande de la machine.....	10
Figure 1.13 : Photo réelle de l'armoire électrique.....	11
Figure 1.14 : Photo réelle de Capteur de Niveau.....	12
Figure 1.15 : Photo réelle de Capteur de Fin de Bobine.....	12

<b>Figure 1.16: Photo réelle des distributeurs et alimentation pneumatique.....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 1.17 : Photo réelle d'un Moteur asynchrone.....</b>	<b>13</b>
<b>Figure 1.18 : photo réelle de frein de bobine.....</b>	<b>14</b>
<b>Figure 1.19: Photo réelle de Capture Photoélectrique.....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 1.20 : Photo réelle de Capteur de sécurité de porte. ....</b>	<b>15</b>
<b>Figure 1.21 : Photo réelle de Capteur de proximité magnétique.....</b>	<b>16</b>
<b>Figure 1.22 : Photo réelle de Capteur de temporisation de soudure.....</b>	<b>16</b>
<b>Figure 1.23 : Photo réelle d'un Capteur analogique de débit.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1.24 : automate micrologix1100.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1.25 : automate S7- 1200.....</b>	<b>17</b>
<b>Figure 1.26 : Schéma de passage du film.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure 1.27 : Photo réelle de Conformateur.....</b>	<b>18</b>
<b>Figure 1.28 : photo réelle de La Cuve.....</b>	<b>19</b>
<b>Figure 1.29 : Photo réelle de la soudure verticale.....</b>	<b>19</b>
<b>Figure 1.30 : Photo réelle de soudure horizontale.....</b>	<b>20</b>
<b><u>CHAPITRE 2 :</u></b>	
<b>Figure 2.1: Schéma symbolique de la Partie Commande et la Partie Opérative.....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 2.2: Photo réelle d'un automate compact.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure 2.3: Photo réel d'un automate modulaire.....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 2.4 schémas symboliques de la structure interne de l'automate programmable.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 2.5: L'automate modulaire S7-1200.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 2.6: Photo réelle de Micrologix1100.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 2.7 Vue de Portail.....</b>	<b>38</b>

<b>Figure 2.8 : vue de projet.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure 2.9 Création d'un projet.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 2.10 : First steps.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure 2.11 : Ajouter un appareil.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 2.12 : Configuration Matériel.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 2.13 : Tableau des Variables.....</b>	<b>43</b>
<b>Figure 2.14 : Début de simulation.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 2.15 : Fenêtre extended download.....</b>	<b>44</b>
<b>Figure 2.16: CPU allumé. ....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 2.17: Vue tableau de simulation .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 2.18 : réseau de remplissage Vanne.....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 2.19: réseau de soudure verticale. ....</b>	<b>47</b>
<b>Figure 2.20 réseau de moteur tirage.....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 2.21: réseau soudure horizontale .....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 2.22: réseau injection de lait.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 2.23: réseau d'injection de lait pour vidange .....</b>	<b>51</b>
<b>Figure 2.24: l'alimentation des deux soudures.....</b>	<b>52</b>
<b>Figure 2.25: les Réseaux d'activation des alarmes .....</b>	<b>53</b>
<b>Figure 2.26 : les réseaux de démarrage et de variation de vitesse.....</b>	<b>54</b>

### **CHAPITRE 3 :**

<b>Figure 3.1 : Module fonctionnel d'un système de supervision.....</b>	<b>58</b>
---	-----------

<b>Figure 3.2 : choix de l'interface.....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 3.3 : la liaison entre la CPU et L'HMI.....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 3.4 : l'ajout des nouvelles vues.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 3.5 : Table des alarmes.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 3.6 : fenêtre principale.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 3.7 : fenêtre de supervision générale.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure 3.8 : fenêtre des paramètres.....</b>	<b>63</b>
<b>Figure 3.9 : Fenêtre des alarmes.....</b>	<b>64</b>

# SOMMAIRE

Introduction générale

Chapitre1 :Présentation,Fonctionnement et Modélisation De La Machine Conditionneuse Lait M1100.

<b>1.1 Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Définition de la machine.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Structure générale de la conditionneuse.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Constitution de la conditionneuse.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.1 La Cuve.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.2 Conformateur.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.3 Canule de remplissage.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.4 Variateur Dosage.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.5. Soudure verticale.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.6 Tirage.....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.7 Bec de remplissage.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.8 Soudure horizontale.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4.9 Goulotte de sortie.....</b>	<b>9</b>
<b>1.5 Unité de commande.....</b>	<b>9</b>
<b>1.6 Partie électrique.....</b>	<b>10</b>
<b>1.6.1 L'armoire électrique.....</b>	<b>10</b>
<b>1.7 Partie instrumentation.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7.1 Capteur de Niveau.....</b>	<b>12</b>
<b>1.7.2 Capteur de fin de bobine.....</b>	<b>12</b>

<b>1.8</b>	<b>Partie pneumatique.....</b>	<b>13</b>
<b>1.9</b>	<b>Partie Mécanique.....</b>	<b>13</b>
<b>1.9.1</b>	<b>Le moteur.....</b>	<b>13</b>
<b>1.9.2</b>	<b>Le frein de bobine.....</b>	<b>14</b>
<b>1.10</b>	<b>Les changements effectués dans notre Machine.....</b>	<b>14</b>
<b>1.10.1</b>	<b>Capteur photocellule.....</b>	<b>14</b>
<b>1.10.2</b>	<b>Capteur de sécurité de porte.....</b>	<b>15</b>
<b>1.10.3</b>	<b>Capteur de proximité magnétique.....</b>	<b>15</b>
<b>1.10.4</b>	<b>Capteur de temporisation de soudure.....</b>	<b>16</b>
<b>1.10.5</b>	<b>Sonde de niveau ultrason.....</b>	<b>16</b>
<b>1.11</b>	<b>Changement de l'automate.....</b>	<b>17</b>
<b>1.12</b>	<b>les étapes du conditionnement de lait Amélioré.....</b>	<b>17</b>
<b>1.13</b>	<b>Le nouveau Cahier de charge Amélioré.....</b>	<b>21</b>
	<b>Première Partie.....</b>	<b>21</b>
	<b>Deuxième Partie.....</b>	<b>21</b>
	<b>Troisième Partie.....</b>	<b>22</b>
<b>1.14</b>	<b>Modélisation de la conditionneuse de lait.....</b>	<b>22</b>
<b>1.14.1</b>	<b>Définition.....</b>	<b>22</b>
	<b>1) les réseaux de Pétri.....</b>	<b>22</b>
	<b>2) L'organigramme.....</b>	<b>22</b>
	<b>3) Le GRAFCET.....</b>	<b>22</b>
<b>1.14.2</b>	<b>Tables des Mnémoniques.....</b>	<b>23</b>
<b>1.14.3</b>	<b>Le GRAFCET .....</b>	<b>24</b>

Première Partie.....	24
Deuxième Partie.....	26
Troisième Partie.....	27
1.15 Conclusion.....	27
Chapitre 2 : Système automatisé et la Solution Programmable Sous	
TIA PORTAL V18.	
2.1 Introduction.....	28
2.2 Définition d'un système automatisé.....	28
2.2.1 Les différentes parties du système automatisé.....	28
2.2.2 Les éléments qui rendent un système automatisé.....	28
2.3 Définition des API.....	29
2.3.1 Application des automates programmables.....	29
2.3.2 Architecture des automates programmables.....	30
1. Aspect extérieur.....	30
2. Structure interne.....	31
2.4 L'automate s7-1200 de siemens.....	32
2.4.1. Caractéristique des CPU 1200.....	34
2.4.2. Avantages du remplacement par un système S7-1200.....	34
2.5 Les langages de programmation.....	36
2.6 Le Langage CONTACT (LADDER) .....	37
1. Définition.....	37
2.7 Le logiciel TIA PORTAL.....	37
2.7.1 Définition.....	37

2.7.2 Traitement du programme.....	39
2.7.3 Créer et gérer des projets.....	40
a) Création d'un nouveau projet.....	40
b) Compilation et Chargement.....	43
2.7.4 Présentation du programme.....	46
2.8 Conclusion.....	54
 Chapitre 3 : la solution Win cc	
3.1 Introduction.....	56
3.2 Présentation de logiciel Win CC Tia portal.....	56
3.3 Définition de la supervision industrielle.....	56
3.4 Constitution d'un système de supervision.....	57
1. Module de visualisation (affichage) .....	57
2. Module d'archivage.....	57
3. Module de traitement.....	57
4. Module de communication.....	58
3.5 Choix de l'interface.....	58
3.6 La liaison automate/IHM.....	60
3.7 Réalisation de projet.....	60
3.7.1 Les Vues.....	61
3.7.2 Variables.....	61
3.7.3 Alarmes.....	61
3.8 Les vues de supervision de notre projet.....	62
3.8.1 Vue principale .....	62

<b>3.8.2 Vue de supervision générale.....</b>	<b>63</b>
<b>3.8.3 Vue paramètres.....</b>	<b>63</b>
<b>3.8.4 Vue alarmes.....</b>	<b>64</b>
<b>3.9 Test et simulation.....</b>	<b>64</b>
<b>3.10 Conclusion .....</b>	<b>64</b>
<b>Conclusion générale et Perspectives.....</b>	<b>65</b>

# **Avant-propos**

## 1.1 Introduction :

Pour une bonne production les usines adoptent le chemin de l'amélioration de leurs produits soit en qualité ou bien en quantité et leurs équipements tout en apportant de nouvelle technologie à la partie commande. Cette démarche permet non seulement de rester compétitif sur le marché, mais également de répondre aux exigences croissantes des clients et des réglementations.

## 1.2 Représentation de L'Enterprise :

La laiterie STLD « société de transformation de lait et dérivés » est une entreprise unipersonnelle limitée « EURL ». Elle a été créée le 16 avril 2004 à la nouvelle ville rue « des frère Beggaz » (Tizi-Ouzou) et transformée à la zone d'activité 'Draa Ben Khedda'(DBK) le 10 janvier 2018, la société regroupe de 140 employés permanents qui sont divisée par 7 compartiments, tous sous la direction de Président-directeur général (PDG) Mr Smail Amyoud.

## 1.3 Emplacement :



**Figure 1.1** Emplacement géographique

Adresse : Draa Ben Khedda

Téléphone : 026 43 32 66.

Site : [www.lefermier-dz.com](http://www.lefermier-dz.com)

### 1.4 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 sale pasteurisation.
- Le magazine de stockage.
- La cantine.

### 1.5 Plan de la laiterie :

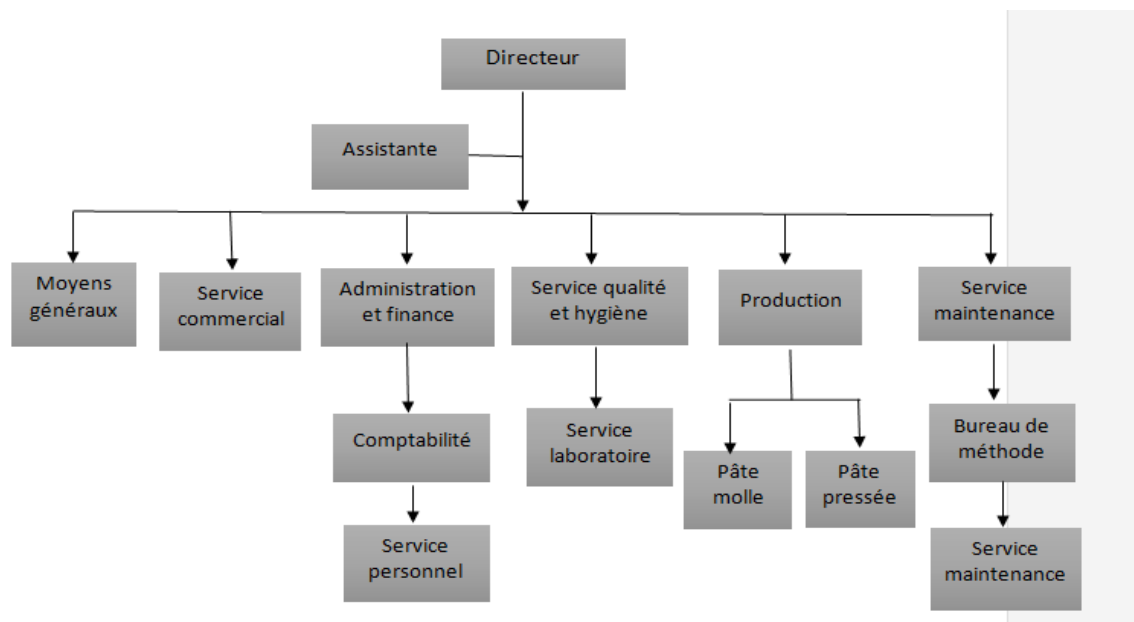


Figure 1.2 Plan de L'EURL STLD

### 1.6 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)



Figure 1.3 principaux produits de l'EURL STLD.

### 1.7 Généralité sur le lait :

#### 1.7.1 Définition :

Le lait est un produit intégral de la traite et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne pas contenir le colostrum

### 1.7.2 Préparation du Lait :

Pour obtenir le lait qui répond aux normes de qualité, le lait est soigneusement préparé. Durant cette étape d'abord le lait arrivera à La salle de réception des collectes de lait. Ensuite dans Laboratoire d'analyse microbiologique et physico-chimique le lait subit un processus de filtration visant à éliminer toute impureté visible avant d'entrer dans le stade de La pasteurisation.

### 1.7.3 La pasteurisation :

Est une étape indispensable visant à instaurer des conditions bactériologiques propices aux conditionnements et la coagulation du lait. Elle est effectuée à une température de 78°C pendant une période allant de 15 à 20 secondes.

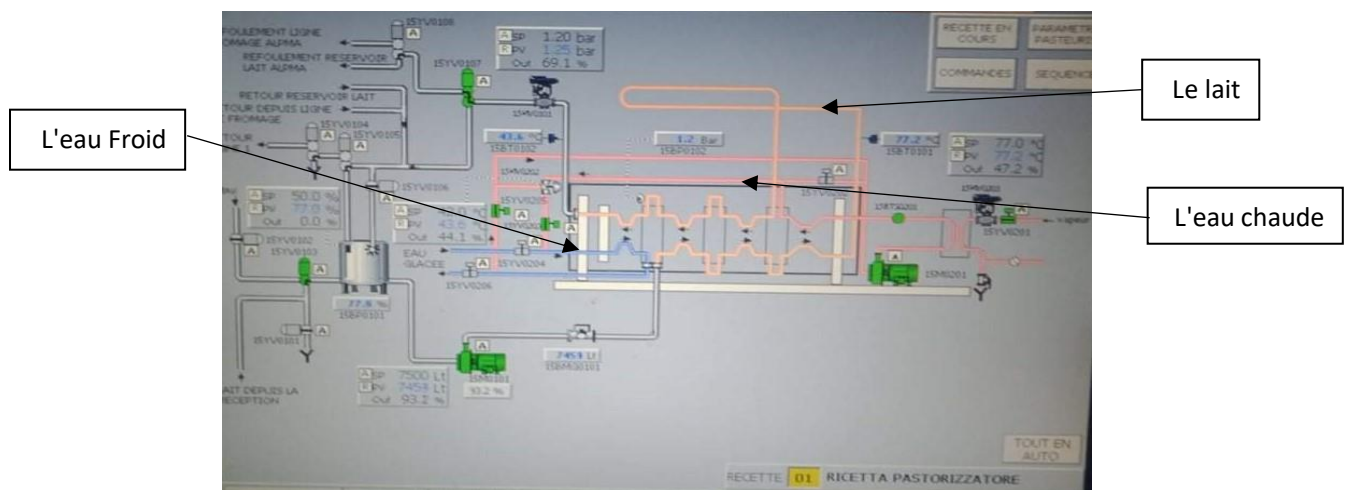


Figure 1.4 : pasteurisation de lait

### 1.7.4 Stockage :

Après l'étape de pasteurisation le lait sera envoyé vers les bacs de stockage de 1500L, Ces Bacs sont dévissés à des différents branchements comme branchement pour fabriqué Fromage à pâte molle de type camembert à chèvre, aussi branchement pour fabrication du beurre et un branchement pour le conditionnement de lait.

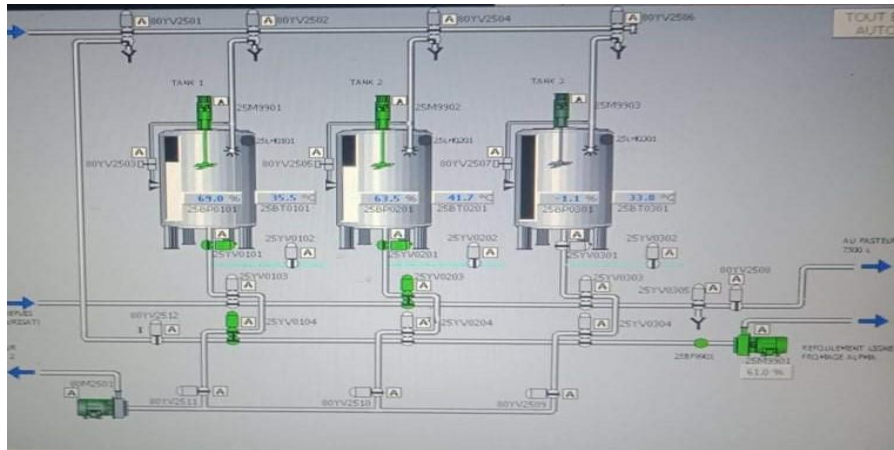


Figure 1.5 : stockage de lait

### 1.8 Le conditionnement dans l'EURL STLD

Contrairement à la production de camembert, qui implique plusieurs étapes intermédiaires telles que l'ajout de ferments, la coagulation, le moulage, le salage et une période d'affinage prolongée à des températures spécifiques pour qu'il passe au conditionnement, le lait est destiné directement vers les deux conditionneuse de lait M1100, M1500 après le stockage.

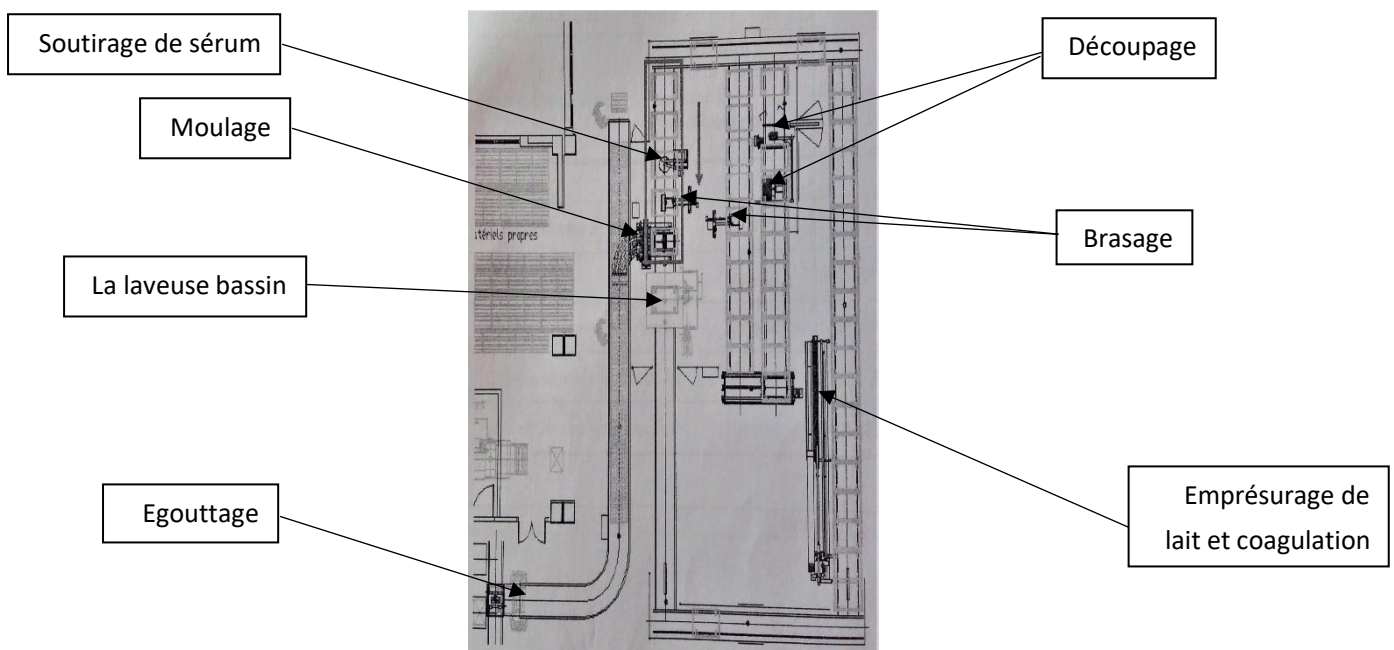


Figure 1.6 : chaîne de production de la pâte molle de type camembert dans l'EURL STLD

### 1.8.1 Processus de Conditionnement du Lait

#### 1. Transfert du Lait des Bacs de Stockage :

- Le lait est pompé depuis les bacs de stockage vers les conditionneuses à l'aide de pompes et de tuyauterie en acier inoxydable de qualité alimentaire.
- Des vannes de contrôle régulent le flux de lait pour assurer un approvisionnement continu et homogène aux conditionneuses.

#### 2. Entrée du Lait dans les Conditionneuses :

- Le lait entre dans des réservoirs intermédiaires intégrés dans les conditionneuses, où il est maintenu pour assurer sa qualité et sa sécurité.

### 1.8.2 Tache de la conditionneuse M1100

#### 1. Alimentation et Dosage :

- La conditionneuse M1100 est équipée d'un système de dosage précis qui distribue des quantités exactes de lait pour chaque emballage.
- Cela garantit que chaque contenant reçoit la même quantité de lait, assurant une uniformité dans les produits finis.

#### 2. Remplissage des Emballages :

- Le lait est transféré du réservoir intermédiaire aux emballages via une canule de remplissage.
- La conditionneuse remplit les emballages de manière rapide et sans éclaboussures, minimisant les pertes de produit et garantissant une hygiène optimale.

#### 3. Scellage des Emballages :

- Après le remplissage, les emballages sont scellés hermétiquement pour préserver la fraîcheur et la sécurité du lait.
- Le système de scellage utilisé dans les conditionneuses est le thermoscellage

#### 4. Transport et Empilage :

- Les emballages peuvent être regroupés, mis en cartons ou palettes pour faciliter le transport et la distribution.

### **1.9 Conclusion :**

Dans ce Avant-Propos, nous avons abordé la présentation de l'entreprise EURL STLD, mettant en avant son identité, ses valeurs et ses produits, et les différentes utilisations de lait. Nous avons également introduit notre machine conditionneuse de lait M1100 cette dernière sera l'objet dans le premier chapitre.

### **Introduction générale :**

Au cours des dernières années, nous avons observé des progrès technologiques remarquables dans tous les secteurs. Ces avancées ont particulièrement bénéficié aux industries, permettant l'amélioration de leurs équipements et l'adoption de nouvelles technologies pour maintenir leur compétitivité. Ces derniers temps, nous avons assisté à des avancées majeures dans des domaines tels que l'intelligence artificielle, l'Internet des objets, la réalité virtuelle, ainsi que la robotique. Ces technologies transforment notre façon de travailler, de communiquer et même de vivre au quotidien. Il est vraiment fascinant de voir comment la technologie continue de progresser et d'impacter notre monde de manière positive.

Dans le domaine des automates programmables, ils sont utilisés pour automatiser et contrôler les machines dans l'industrie. Ces automates programmables offrent une flexibilité et une efficacité accrues, permettant ainsi d'améliorer les performances des machines. En Algérie, comme dans de nombreux pays, l'adoption de la technologie dans l'industrie est essentielle pour stimuler la croissance économique et rester compétitif sur le marché mondial [9].

Les entreprises algériennes cherchent à moderniser leurs équipements et à intégrer les dernières avancées technologiques pour améliorer leur productivité et leur efficacité. L'utilisation d'automates programmables dans les industries algériennes permet de réaliser des changements significatifs dans les machines, en les rendant plus performantes et en augmentant leur capacité de production. Cela permet également d'améliorer la qualité des produits et de réduire les coûts de production [10].

Parmi les entreprises qui s'efforcent d'améliorer leurs équipements pour suivre la technologie mondiale on trouve L'EURL STLD (le fermier), nous avons l'opportunité de travailler avec cette entreprise. Nous avons collaboré avec eux pour améliorer une conditionneuse de lait M1100 en remplaçant son automate programmable Micrologix1100 par S7-1200, un modèle plus avancé, plus précis et plus détaillé. Nous sommes vraiment enthousiastes à l'idée de contribuer à l'innovation et d'apporter des améliorations tangibles à cette machine. C'est une occasion incroyable d'apprendre et de grandir dans le domaine de la technologie industrielle.

Pour mener à bien ce travail, Nous l'avons détaillé en Trois chapitres suivant

**Le premier chapitre :** Les différentes parties de la machine de conditionnement de lait son fonctionnement, et sa modélisation ainsi que les modifications apportées à celle-ci

**Le deuxième chapitre** : La Solution Programmable de l'API 1200 avec TIA PORTAL.

**Le troisième chapitre** : sera consacré sur la présentation générale du logiciel de supervision Stage.

**Conclusion générale et Perspectives.**

## **1.1 Introduction :**

Dans ce chapitre, nous abordons les différents éléments de la machine de conditionnement de lait M1100, en examinant son fonctionnement y compris les principaux composants et le processus de conditionnement. Ensuite, nous aborderons le cahier des charges qui a guidé les changements apportés, Pour ce faire, nous avons analysé les éléments existants de la machine, identifié les améliorations nécessaires, et mis en œuvre des solutions technologiques avancées, y compris de nouveaux capteurs et un automate programmable plus performant.

## **1.2 Définition de la machine :**

Les machines M1100 permet de conditionner du liquide principalement le lait en sachets souples. Le circuit de dosage respect les normes "EHDG", l'habillage de la cabine est réalisé en inox 304L et une attention particulière est apportée à la nettoyable. La cadence : 2500 poches/heures pour des poches de 1 litre. La laize maximale est de 324 mm

## **1.3 Structure générale de la conditionneuse :**

La machine M1100 (Figure2.1) est destinée au conditionnement des liquides, tel que : le lait, les sirops,...elle réalise plusieurs opérations afin de produire des sachets de un litre (1L) de lait. Une description externe et interne de la machine sera présentée par la suite :

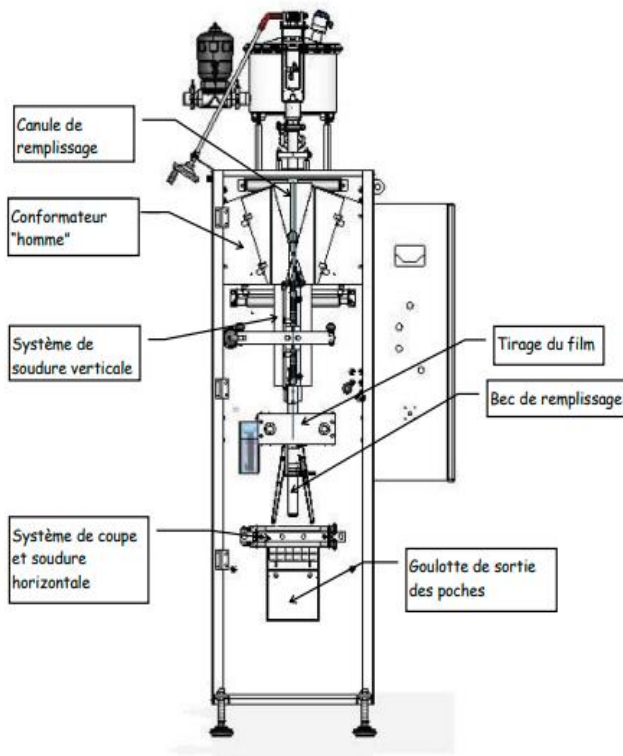


Figure 1.1: Schéma symbolique de la conditionneuse de lait.

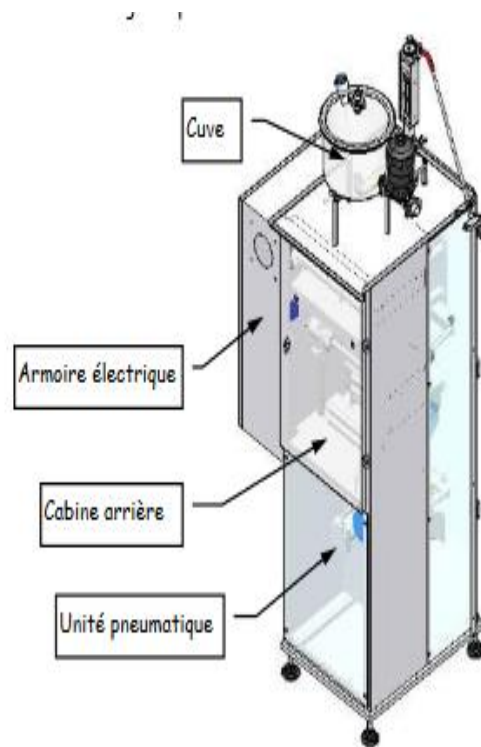


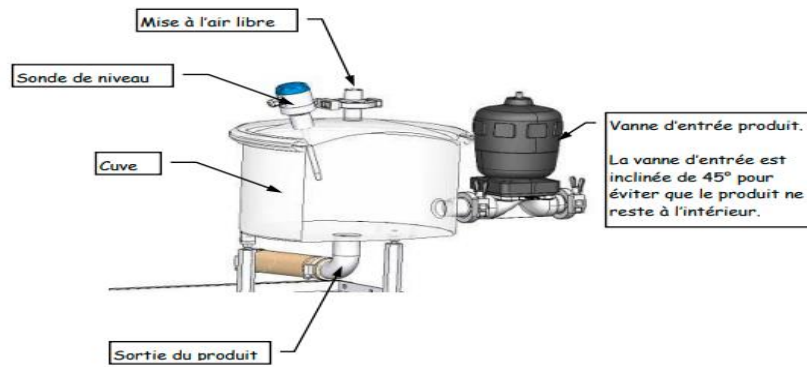
Figure 1.2: Vue générale de la machine.

## 1.4 Constitution de la conditionneuse :

### 1.4.1 La Cuve :

Dans la machine, l'opération de remplissage de la cuve (**Figure 1.3**) est initiée en appuyant sur "**dcy**", ce qui active l'ouverture de la vanne pour le remplissage du lait. À cet effet, une sonde de niveau précis est installée dans la cuve, offrant une surveillance continue du niveau de liquide. Lorsque le lait atteint un niveau prédéfini et entre en contact avec ce capteur, la vanne se ferme automatiquement pour une durée ajustable, puis redémarre automatiquement.

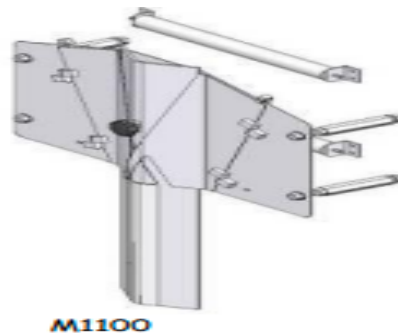
Afin d'améliorer notre système, nous avons remplacé la sonde de niveau précédent par un capteur analogique intégré à la cuve. Ce dernier détecte la valeur du lait en pourcentage, assurant une mesure plus précise et exacte. Lorsque le niveau de liquide atteint le niveau haut, la vanne se ferme, et lorsqu'il atteint le niveau bas, la vanne se rouvre. Cette méthode garantit une surveillance plus précise du niveau de liquide, améliorant ainsi la précision et l'efficacité de notre processus de remplissage.



**Figure 1.3:** Schéma symbolique De la Cuve.

#### 1.4.2 Conformateur :

Il permet de replier le film sur lui-même avant la soudure verticale.



**Figure 1.4 :** Schéma symbolique De Conformateur.

#### 1.4.3 Canule de remplissage :

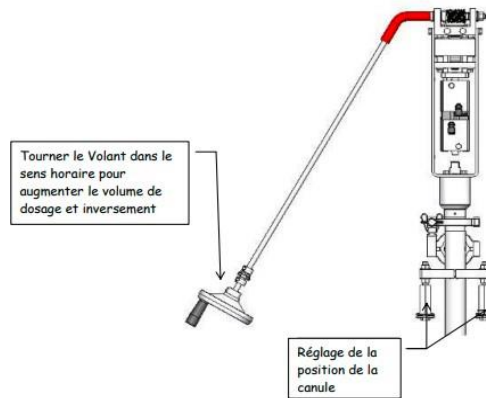
Elle permet de collecter le liquide après dosage et de le conduire jusqu'au bec de Remplissage.



**Figure 1.5 :** Schéma symbolique De Canule de remplissage

### 1.4.4 Variateur Dosage :

Un variateur de dosage (**Figure 1.6**) c'est pour régler la quantité de lait injecté dans les sachets



**Figure 1.6** : variateur de dosage manuelle.

### 1.4.5 Soudure verticale :

Il permet de créer un tube avec le film replié par le conformateur (**Figure 1.4**) Concernant le fonctionnement actuel s'effectue par la sortie du vérin qui active une temporisation réglée à ce moment l'opération de la soudure réalisée puis le vérin rentre nous avons intégré deux capteurs de position supplémentaires pour notre vérin

Ces capteurs ont été conçus pour détecter précisément le mouvement de sortie et de rentrée de vérin. Lorsqu'un vérin se déploie en vue de la soudure, le premier capteur signale son activation, ce qui enclenche une temporisation réglable. Cette temporisation permet d'optimiser le moment précis de la soudure. Une fois la soudure réalisée, le second capteur détecte le retour du vérin, aussi en a intégré capteur de température dédié pour maintenir la température de soudure à un niveau optimal cette amélioration contribue à éviter toute perte de matériel et accroît la rapidité et l'efficacité de notre processus en assurant un contrôle précis des mouvements des vérins. Et réduit le risque d'échecs de soudure en synchronisant parfaitement l'opération

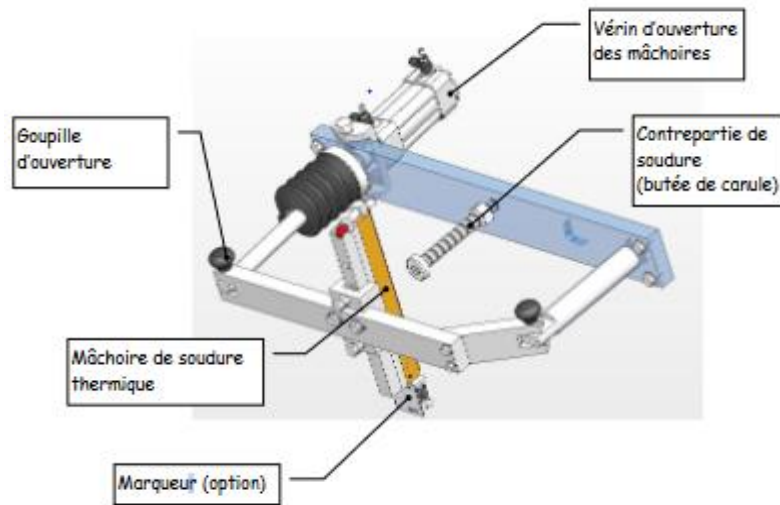


Figure 1.7 : Schéma symbolique De Soudure Verticale.

#### 1.4.6 Tirage :

Il permet la synchronisation de l'avance du film par rapport au cycle de Remplissage et de soudure des poches. Cette synchronisation est obtenue grâce à un système de cames et elle est ajustable depuis l'écran de contrôle

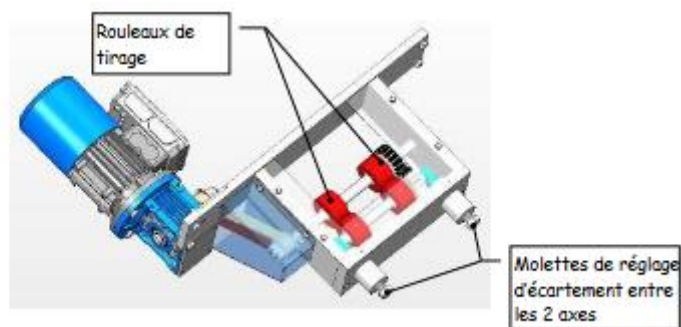
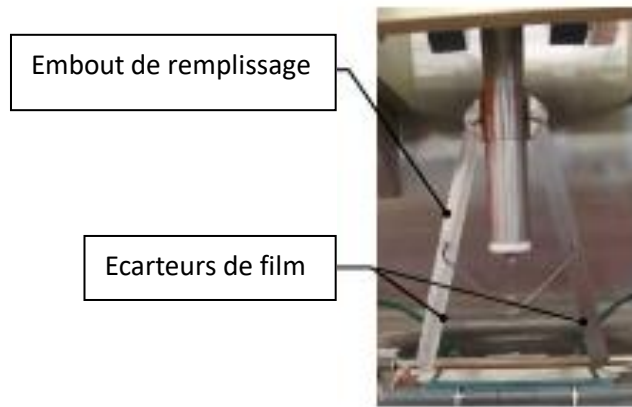


Figure 1.8 : Schéma symbolique Des rouleaux de tirage.

#### **1.4.7 Bec de remplissage :**

Les écarteurs maintiennent la poche ouverte durant la phase de remplissage.



**Figure 1.9 :** Photo Réelle de Bec de remplissage.

#### **1.4.8 Soudure horizontale :**

La mâchoire avant actionnée par un vérin pneumatique, avance vers la mâchoire Arrière pour réaliser la soudure. Concernant le fonctionnement actuel s'effectue par la sortie du vérin qui active une temporisation réglée à ce moment l'opération de la soudure réalisée puis le vérin rentre nous avons intégré deux capteurs de position (**Figure 1.21**) supplémentaires pour notre vérin Ces capteurs détectent les mouvements d'un vérin pour optimiser la soudure. Le premier capteur active une temporisation à l'extension, et le second détecte la rétraction. Un capteur de température intégré maintient la température optimale, réduisant les pertes de matériel et augmentant l'efficacité en synchronisant les opérations.

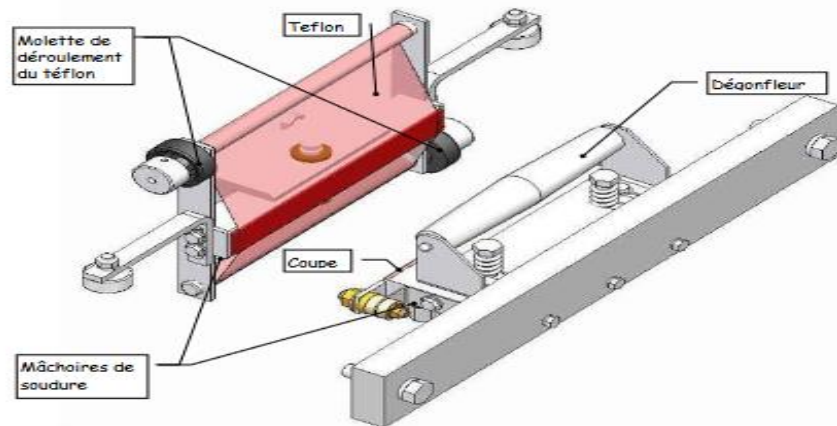


Figure 1.10 : Schéma symbolique de soudure horizontale.

#### 1.4.9 Goulotte de sortie :

La hauteur de la goulotte ajustable selon la taille des poches



Figure 1.11 : photo réel de la Goulotte.

#### 1.5 Pupitre de commande :

Le pupitre de commande (**Figure 1.12**) est l'interface utilisateur par laquelle les opérateurs interagissent directement avec la machine ,il est installé sur la machine

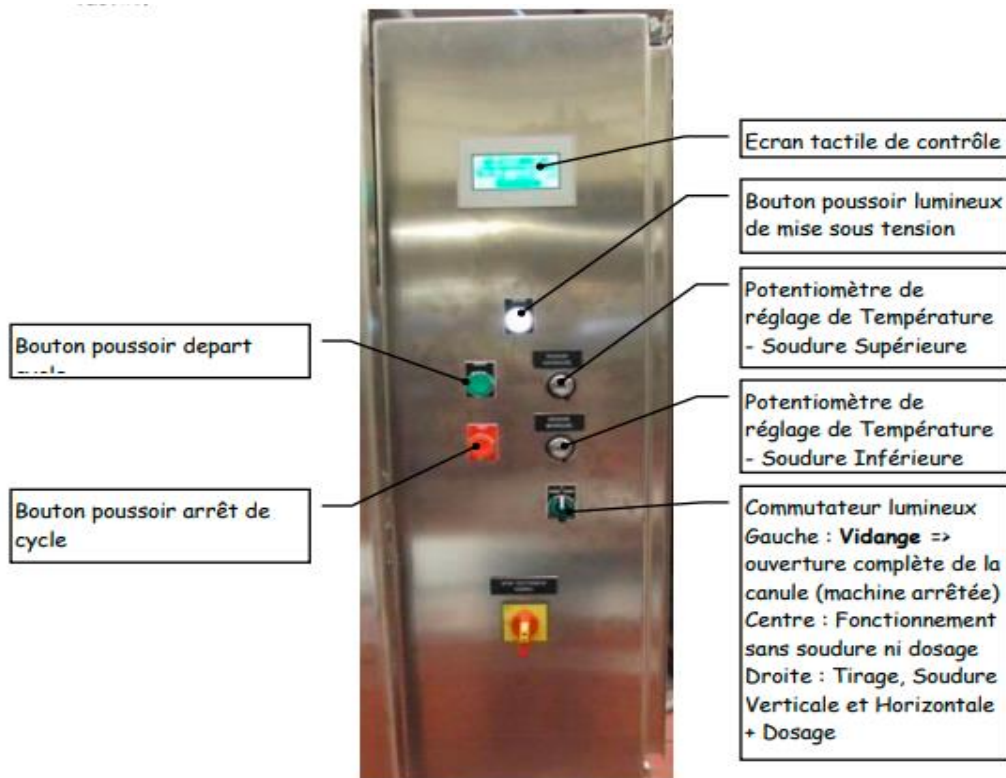


Figure 1.12 : Photo réelle d'unité de commande de la machine.

## 1.6 Partie électrique :

La conditionneuse est alimentée à partir de la TGBT, avec une tension de 230V, courant nominal de 40A, puissance nominale 2,5 kW à fréquence de 50/60 Hz[11].

### 1.6.1 L'armoire électrique :

Située du côté droit de la machine, l'armoire électrique (**Figure 1.13**) gère le déroulement ordonné des opérations à réaliser à partir des informations reçues en provenance des capteurs. Elle comporte plusieurs éléments.



**Figure 1.13 :** Photo réelle de l'armoire électrique.

**Notre armoire électrique se compose de :**

1. Des transformateurs.
2. Des relais thermiques.
3. Des contacteurs.
4. Un temporisateur.
5. Un automate Allen Bradley.
6. Des fusibles.
7. Des relais de commande.
8. Un sectionneur.
9. Un disjoncteur.
10. Un variateur de vitesse de moteur.
11. Un relais de niveau.

## **1.7 Partie instrumentation :**

### **1.7.1 Sonde de Niveau :**

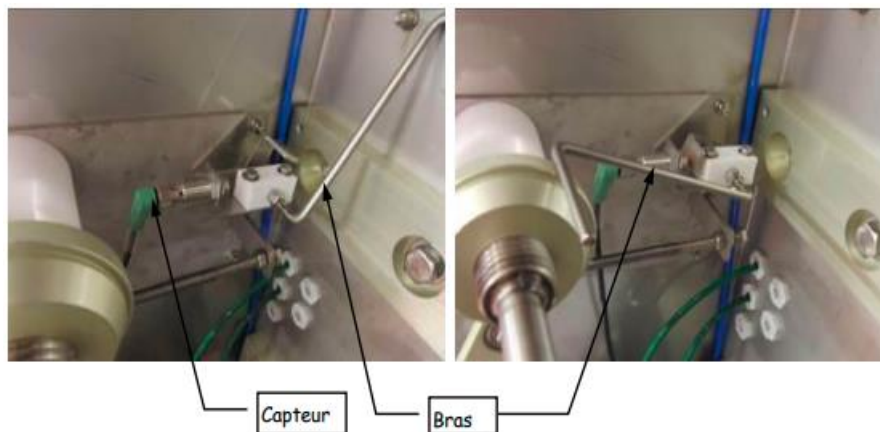
Dans une conditionneuse de lait, une sonde de niveau (**Figure 1.14**) est souvent utilisée pour mesurer le niveau du lait dans la cuve. Cette sonde est un capteur de niveau spécifiquement conçu pour les liquides, tels que le lait.



**Figure 1.14 :** Photo réelle de Capteur de Niveau.

### **1.7.2 Capteur de fin de bobine :**

Un détecteur de bobine, (**Figure 1.15**) également appelé détecteur de boucle inductive ou détecteur de boucle magnétique, est un dispositif utilisé pour détecter la présence d'un objet métallique



**Figure 1.15 :** Photo réelle de Capteur de Fin de Bobine.

## **1.8 Partie pneumatique :**

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Un vérin pneumatique est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis dans l'autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs. Dans notre machine on a trois vérins (vérin d'actionnement de soudure verticale, vérin d'actionnement de soudure horizontale, vérin d'injection de lait) et ses vérins sont des vérins a double effet, dont la sortie et la rentrée de la tige s'effectue par l'application de la pression de 6 bar et une Consommation d'air  $Q = 40 \text{ Nm}^3/\text{h}$ , alternativement, de part et d'autre du piston. Les vérins doubles effet sont utilisés lorsqu'on a besoin d'effort important dans les deux sens



**Figure 1.16:** Photo réelle des distributeurs et alimentation pneumatique.

## **1.9 Partie Mécanique :**

### **1.9.1 Le moteur :**

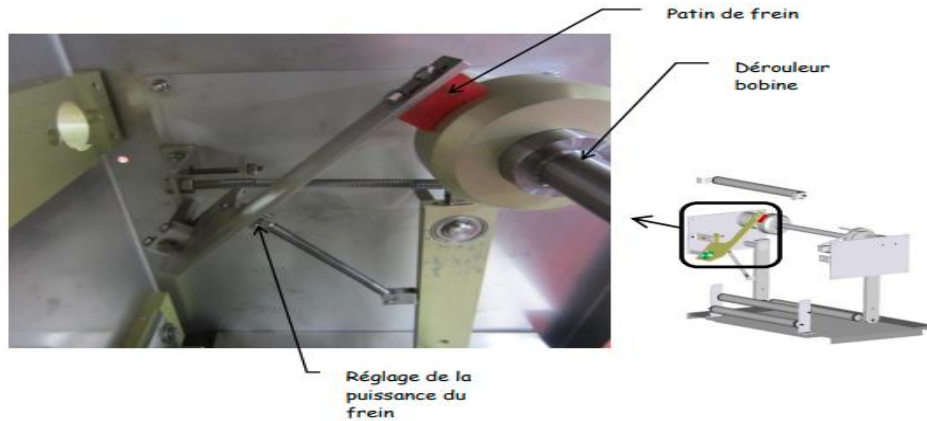
Le moteur est un composant essentiel dans un système de déroulement de film, où il joue un rôle crucial en actionnant le dérouleur et en tirant le film.



**Figure 1.17 :** Photo réelle d'un Moteur asynchrone.

### **1.9.2 Le frein de bobine :**

Le frein stoppe la bobine entre chaque tirage.



**Figure 1.18 :** photo réelle de frein de bobine.

### **1.10 Les changements effectués dans notre Machine :**

On a ajouté des capteurs :

#### **1.10.1 Capteur photocellule :**

Le capteur photoélectrique (**Figure 1.19**) serait configuré pour détecter la présence ou l'absence de lumière réfléchiée par la surface des sachets. Lorsque les sachets passent devant le capteur, celui-ci mesure la quantité de lumière réfléchiée. Si la partie noire dans les sachets passe devant le capteur, il absorbera davantage de lumière et moins de lumière sera réfléchiée vers le capteur

Nous avons récemment intégré à notre système un capteur photoélectrique qui permet de détecter la présence du noir. Ce capteur est conçu pour arrêter automatiquement le moteur lorsqu'il repère cette couleur. Auparavant, le démarrage et l'arrêt du moteur étaient gérés par une temporisation réglable, ce qui pouvait entraîner des problèmes de précision et de perte de temps. Avant chaque démarrage, des essais devaient être effectués pour ajuster correctement la temporisation. Cependant, grâce à l'intégration de ce capteur, notre système a été considérablement amélioré en termes de précision et d'efficacité. Désormais, la détection automatique du noir permet un arrêt précis du moteur, ce qui facilite grandement les opérations



**Figure 1.19:** Photo réelle de Capteur Photoélectrique.

### **1.10.2 Capteur de sécurité de porte :**

la machine constitue d'une porte en verre en a proposé d'ajouter un capteur de contacte magnétique (Figure1..20) est un dispositif qui utilise un champ magnétique pour détecter si une porte est ouverte ou fermée. Il se compose de deux parties principales : un interrupteur à lames situé sur le cadre de la porte et un aimant placé sur la porte elle-même. Lorsque la porte est fermée, l'aimant maintient les lames en contact, fermant le circuit. Lorsque la porte s'ouvre, l'aimant s'éloigne, les lames se séparent et le circuit s'ouvre, déclenchant ainsi une alarme ou un autre dispositif de notification.



**Figure 1.20 :** Photo réelle de Capteur de sécurité de porte.

**1.10.3 Capteur de proximité magnétique:** En envisageant l'ajout d'un vérin de proximité magnétique (Figure 1.21), il convient de noter que ces capteurs offrent une solution simple,

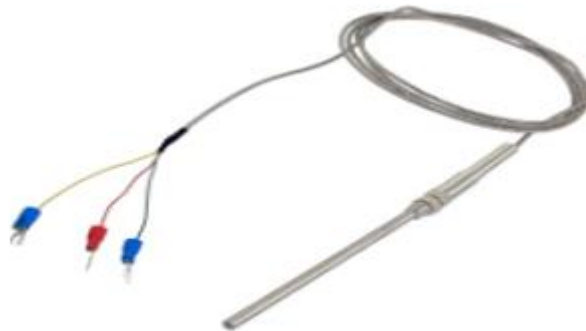
fiable et économique pour la détection de la position du piston. Fonctionnant par la détection de la présence ou de l'absence d'un champ magnétique, généralement engendré par un aimant monté sur le piston du vérin, leur commutation est déclenchée lorsque le piston s'approche du capteur. De plus, leur robustesse, leur compacité et leur facilité d'installation en font un choix Adapté à diverses configurations de vérins pneumatiques.



**Figure 1.21 :** Photo réelle de Capteur de proximité magnétique.

#### **1.10.4 Capteur de temporisation de soudure :**

Un capteur de température de soudure (Figure 1.22) est essentiel pour garantir que la température de soudure reste dans une plage appropriée, évitant les soudures froides qui ne scellent pas Correctement ou les soudures trop chaudes (qui peuvent endommager l'emballage ou le produit), pour cela en a utilisé la sonde de température TP100 0-400 °C.



**Figure 1.22 :** Photo réelle de Capteur de temporisation de soudure

#### **1.10.5 sonde de niveau ultrason :**

Un capteur analogique de niveau de lait dans une cuve est un dispositif utilisé pour mesurer la hauteur ou le volume de liquide présent dans une cuve et fournir un signal analogique

## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

proportionnel au niveau de lait détecté. Il Utilise des ondes ultrasoniques pour mesurer la distance entre le capteur et la surface de lait.

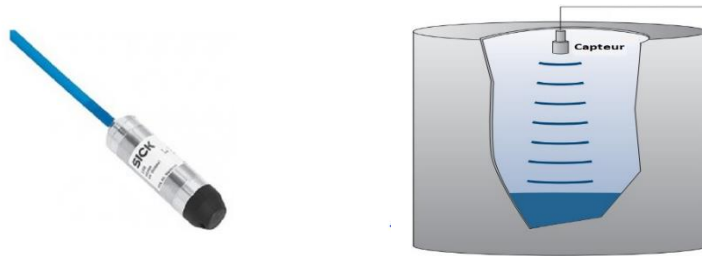


Figure 1.23: Photo réelle d'un Capteur analogique de débit.

### 1.11 changement de l'automate :

La modernisation des systèmes de contrôle et d'automatisation est essentielle pour améliorer la performance, la fiabilité et la flexibilité des installations industrielles. Dans ce contexte, le remplacement d'un automate programmable ancien par un modèle plus récent et avancé constitue une étape cruciale. C'est dans cette optique que nous avons entrepris la migration d'un automate **MicroLogix 1100** vers un **S7-1200** de Siemens.



Figure 1.24 : automate micrologix1100



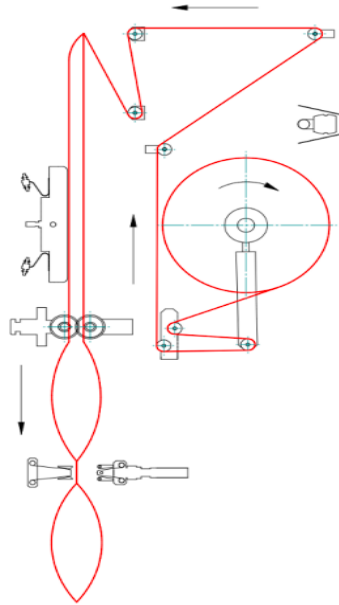
Figure 1.25 : automate S7-1200

### 1.12 Etapes du conditionnement de lait Amélioré :

## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

- 1) Dans le cadre du fonctionnement de la conditionneuse de lait, l'étape initiale implique l'intervention manuelle de l'opérateur chargé de retirer le film de la bobine. Ensuite, le film est guidé avec précision à travers le conformateur, où il se replie automatiquement pour prendre la forme d'un tube.



**Figure 1.27** : Schéma de passage du film

- 2) Transfert des sachets formés par le conformateur vers les rouleaux de tirage. Une fois que l'opérateur démarre le moteur, le processus entre dans une phase automatisée. Le moteur prend en charge l'entraînement des rouleaux de tirage, lesquels retirent le film de la bobine de manière synchronisée et efficace.



**Figure 1.28** : Photo réelle de Conformateur

## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

- 3) Lors de la deuxième étape, on appuie sur bouton "dcy", ouverture de la vanne pour remplir le réservoir (**Figure 1.29**). Une fois que le capteur de niveau détecte niveau haut du lait dans le réservoir, la vanne se ferme. Si jusqu'à le capteur détecte niveau bas, la vanne se réactive.



**Figure 1.29** : photo réelle de La Cuve.

- 4) Aussi le bouton "dcy" active la soudure verticale (**Figure 1.30**). Cette action contrôle la sortie du vérin pour une durée réglable, après quoi le vérin rentre. Ensuite, le moteur démarre pour gérer automatiquement le déroulement du film provenant de la bobine à l'aide d'un rouleau de tirage.



**Figure 1.30** : Photo réelle de la soudure verticale

- 5) Lorsque le capteur photocellule détecte la couleur noire dans le sachet, il déclenche automatiquement l'arrêt du moteur, qui se met en pause, permettant ainsi la soudure

## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

verticale pour une durée réglable. Le moteur redémarre automatiquement après la fin de la soudure

- 6) Pour lancé la production des saches pleins de lait L'opérateur appuie sur le bouton "Dosage" Qui inclus la soudure horizontale, verticale et l'injection de lait dans le cycle automatique
- 7) Durant la phase d'arrêt du moteur, il déclenche la soudure verticale et horizontale simultanément, chacune bénéficiant d'une temporisation ajustable.



**Figure 1.31** : Photo réelle de soudure horizontale

- 8) Dis que le vérin de soudure horizontale arrive à A1, le vérin d'injection s'active. Le lait est injecté dans le sachet, en passant par le bec de remplissage. À ce niveau, il y a des écarteurs maintiennent la poche ouverte pendant le remplissage, garantissant ainsi que la poche reste bien élargie et accessible et la quantité de lait injecté peut être régler avec un variateur de dosage manuelle et le sachet sera rempli.
- 9) Lorsque l'automate détecte le retour des vérins de soudure verticale et horizontale ainsi que celui du vérin d'injection, le moteur redémarre automatiquement pour entamer une nouvelle opération. Les rouleaux de tirage se mettent en marche, poussant les sachets, puis s'arrêtent dès que le capteur de photocellule détecte le noir d'un nouveau sachet, déclenchant ainsi les soudures verticale et horizontale. Cette étape permet de sceller le sachet rempli de lait en haut tout en scellant simultanément le sachet vide suivant en bas. Enfin, le sachet rempli est libéré. La goulotte de la machine assure le transport des poches de lait d'une station à une autre tout au long du processus de conditionnement.

10) A la fin de production en appuie sur le bouton ‘‘vidange ‘’, cet ordre met le vérin d’injection  
En état d’activation jusque le capteur analogique de débit détecte le niveau 0% de lait puis il  
Se désactive

### **1.13 Nouveau Cahier de charge de système Amélioré :**

#### **Première Partie :**

- 1) on appuie sur bouton "dcy" dans le Pupitre de Commande ouverture de la vanne et remplir la cuve à 90%.
- 2) Alimentation des deux soudures.
- 3) Sortie du vérin de la soudure verticale jusqu’à A1.
- 4) Le vérin reste fermé pendant une durée réglable dans elle effectue la soudure verticale
- 5) fin de temps de la soudure verticale alors rentré du vérin jusqu’à A0
- 6) lorsque le capteur A0 active le moteur mis en marche jusque le capteur photocellule detecte le noir dans le sachet il s’arrete directement
- 7) sortie du vérin de la soudure vérticale jusque à A1 , il reprend le cycle

#### **Deuxième Partie :**

- 1) appuie sur bouton poussoir Dosage
- 2) sortie de verin des soudure vérticale jusqu’à A1, activation d'une temporisation réglable par l'opérateur pour effectuer la soudure.
- 3) retour de verin de soudure vertical jusqu’à A0 après la fin de temporisation.
- 4) démarrage du moteur jusqu’à l’activation du Capteur photocellule
- 5) sortie des verins des soudures vérticale et horizontale jusqu’à A1 et B1 pendant des temporisation réglables
- 6) sortie du vérin d’injection jusqu’à c1 et injection de lait
- 7) rentré du vérin d’injection jusqu’à C0
- 8) retour des tiges des vérins des soudures horizontal et vérticale et activation des capteurs A0 et B0 .
- 9) démarrage du moteur jusqu’à l’activation du Capteur photocellule et il reprend le Cycle

**Troisième Partie :**

- 1) Appuie Sur Le bouton poussoir vidange
- 2) Sortie de vérin d'injection jusque le capteur analogique de débit détecte le niveau 0% de lait dans la cuve puis le retour de vérin.

**1.14 Modélisation de la conditionneuse de lait**

**1.14.1 Définition :**

La modélisation est le processus de création d'une représentation simplifiée et abstraite d'un système, d'un processus du monde réel. Cette représentation, ou modèle, est utilisée pour comprendre, analyser, et parfois prédire le comportement de l'objet étudié. Les modèles peuvent être mathématiques, physiques, graphiques ce qui nous intéresse

La modélisation par un outil graphique peut utiliser diverses méthodes, Voici quelques-unes des méthodes les plus courantes :

**1) les réseaux de Pétri :**

Est une méthode puissante pour représenter, analyser et optimiser des systèmes dynamiques. En utilisant des composants visuels tels que des places, des transitions, des arcs et des jetons, les réseaux de Pétri permettent de modéliser des comportements complexes

**2) L'organigramme :**

Est une méthode efficace pour représenter visuellement les étapes et les flux de travail d'un processus. En utilisant des symboles standardisés et des lignes de connexion, les organigrammes fournissent une vue claire et compréhensible des processus complexes, facilitant ainsi la communication, l'analyse, l'optimisation et la documentation.

**3) Le GRAFCET :**

Est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automate Suivant un cahier des charges et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre Les Entrées/ Les Sorties Il est fréquemment utilisé pour la mise en œuvre des automates programmables industriels (API)

## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

Afin de modéliser notre système nous avons choisi d'utiliser le **GRAFCET** de niveau 2 qui est considéré comme un outil simple permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes de fonctionnement.

### 1.14.2 Tables des Mnémoniques :

#### Les entrées/Sorties :

	ETAT	Mnémonique	opérande	Type de données	Commentaire
1		dcy	I0.0	BOOL	
2		a0	I0.1	BOOL	Capteur de vérin de la Soudure verticale
3		a1	I0.2	BOOL	Capteur de vérin de la Soudure verticale
4		b0	I0.3	BOOL	Capteur de vérin de la Soudure horizontale
5		b1	I0.4	BOOL	Capteur de vérin de la Soudure horizontale
6		C0	I0.5	BOOL	Capteur de vérin d'injection de Lait
7		C1	I0.6	BOOL	Capteur de vérin d'injection de Lait
8		bot_dosage	I0.7	BOOL	Bouton dosage
9		Bot_vidange	I1.0	BOOL	Bouton vidange
10		Cap- photocellule	I1.1	BOOL	
11		Cap anal-niveau	IW96	INT	Capteur analogique de niveau
12		Cap T-Sv	IW98	INT	Capteur de température de S-horizontale
13		Cap T-Sh	IW100	INT	Capteur de température de S-verticale
14		Cap de porte	I1.2	BOOL	Capteur de sécurité de porte
15		Cap fin de bobine	I1.3	BOOL	

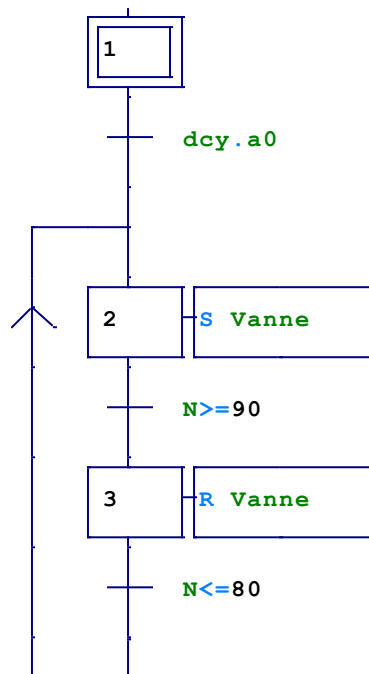
## Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

16		Bot-arrêt d'urgence	I1.4	BOOL	Bouton d'arrêt d'urgence
17		Bouton Stop	I1.5	BOOL	
15		Moteur	Q0.0	BOOL	
16		Soudure V	Q0.1	BOOL	
17		Soudure H	Q0.2	BOOL	
18		Vérin INJ	Q0.3	BOOL	
19		Vanne	Q0.4	BOOL	
20		Variateur de vitesse	QW112	INT	

**Tableau 1.1** Table de mnémoniques des entrées/Sorties.

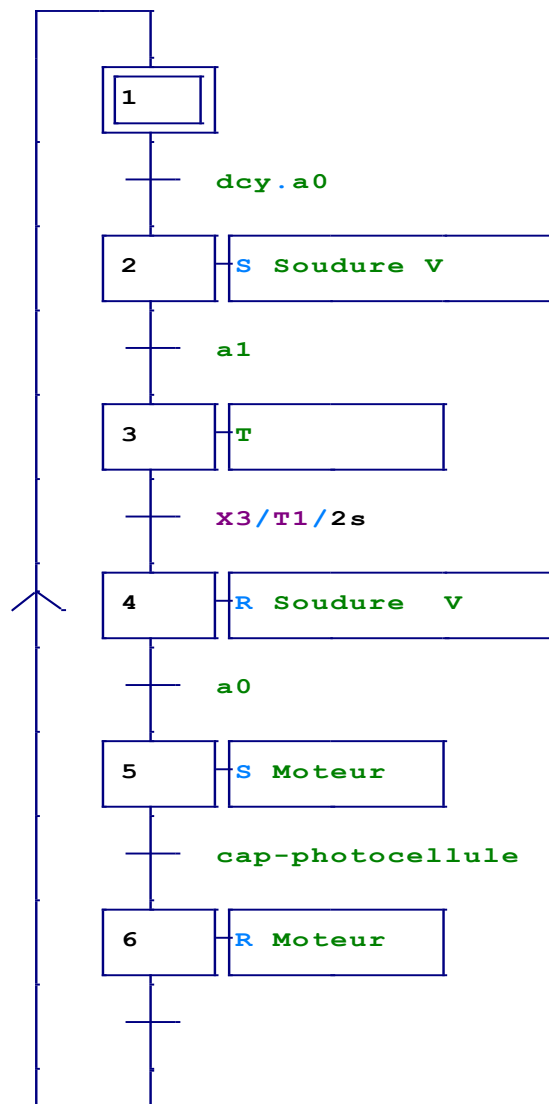
### 1.14.3 Le GRAFCET de modélisation :

**Première Partie :**



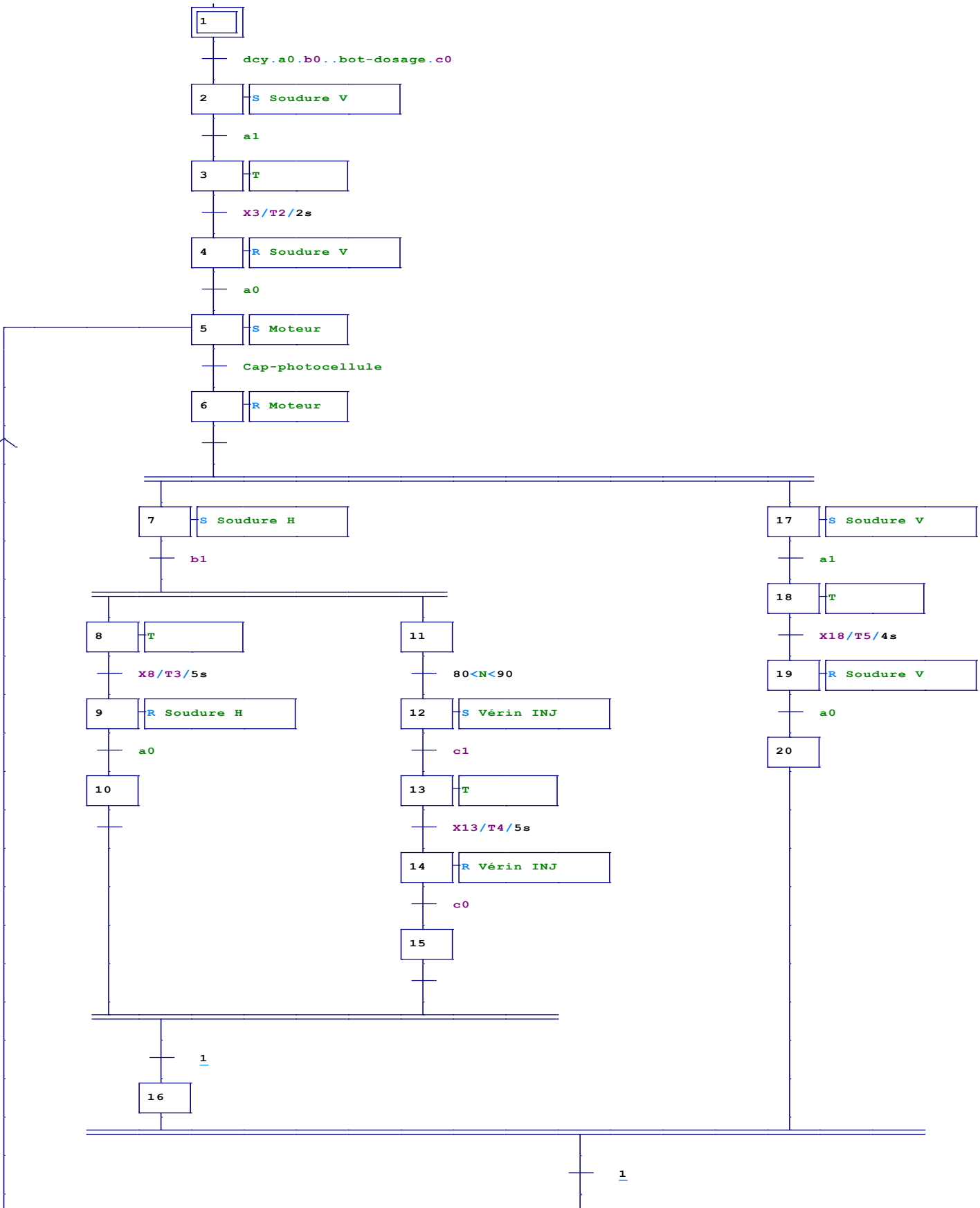
# Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

---

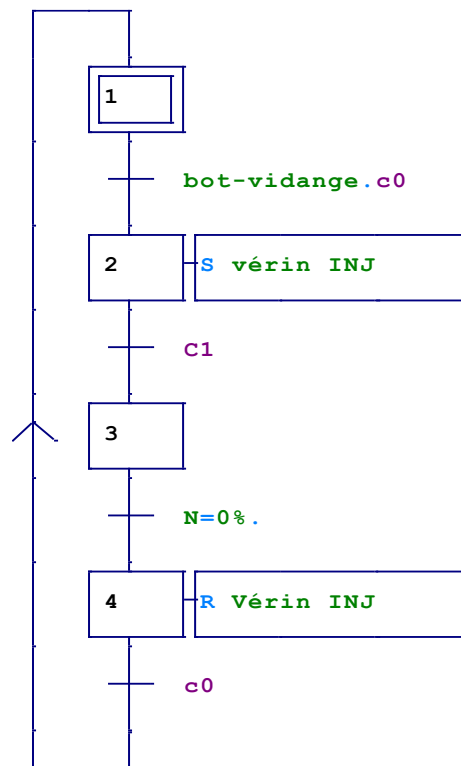


# Chapitre 1 : Présentation, Fonctionnement et Modélisation De La Machine de Conditionnement M1100.

Deuxième Partie :



## Troisième Partie



### 1.15 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons étudié de près notre machine, examinant chaque pièce de cette dernière et comment elle fonctionne. Nous avons créé un nouveau cahier des charges et Nous avons également parlé des ajouts, comme l'intégration de capteurs, et de l'automate S7-1200 et des améliorations apportées pour rendre la machine plus performante.

## 2.1 Introduction :

L'automatisation est un élément clé dans la transformation numérique des industries modernes, Ce chapitre se consacre à une exploration technique des systèmes automatisés, en mettant en lumière les composantes essentielles qui les rendent possibles. Nous allons mentionner l'évolution des interfaces de programmation (API) et les langages de programmation, pour ensuite illustrer comment ces technologies s'intègrent dans notre propre solution automatisée.

## 2.2 Définition d'un système automatisé :

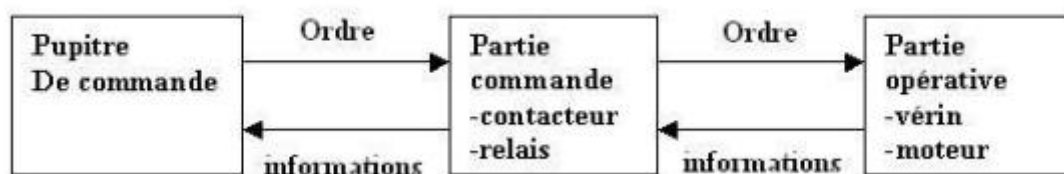
Les systèmes automatisés sont des mécanismes sophistiqués, grâce à divers dispositifs mécaniques, pneumatiques, hydrauliques ou électriques, sont en mesure de se substituer à l'intervention humaine dans l'accomplissement de tâches, qu'elles soient simples ou complexes. Ces systèmes sont désormais omniprésents dans notre environnement quotidien, évoluant continuellement pour jouer un rôle de plus en plus crucial dans notre manière de travailler, que ce soit dans les domaines de la production industrielle ou des services.

On peut décomposer un système automatisé en deux parties :

Partie opérative, Partie commande.

### 2.2.1. Les différentes parties du système automatisé :

Dans un système automatisé, il y a deux parties principales (**Figure 2.1**): la partie qui donne les ordres et celle qui les exécute. La première partie, appelée "la partie commande", Envoie des instructions à la seconde partie, la "partie opérative", pour qu'elle réalise les tâches nécessaires [7].



**Figure 2.1:** Schéma symbolique de la Partie Commande et la Partie Opérative.

### 2.2.2 Les éléments qui rendent un système automatisé :

Un système automatisé repose sur plusieurs éléments clés qui permettent son fonctionnement efficace et autonome.

Voici les principaux composants :

1. **Capteurs** : Dispositifs qui détectent des changements dans l'environnement (température, pression, mouvement, etc.) et convertissent ces informations en signaux électriques.
2. **Actuateurs** : Dispositifs qui convertissent les signaux électriques en actions physiques (moteurs, valves, etc.).
3. **Contrôleurs** : Microcontrôleurs ou automates programmables (PLC-Programmable Logic Controller) qui exécutent des programmes pour contrôler les actuateurs en fonction des données reçues des capteurs.

## 2.3 Définition des API :

L'Automate Programmable Industriel est un appareil électronique programmable adapté à L'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la Commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations issues des actionneurs  
« Appareil électronique qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur Automaticien (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté », pour le stockage interne des instructions composant les fonctions d'automatisme comme par exemple :

- Logique séquentiel et combinatoire
- Temporisation, comptage, décomptage, comparaison
- Calcul arithmétique
- Réglage, asservissement, régulation ...etc.

○ Pour commander, mesurer et contrôler au moyen des modules d'entrées et de sorties (Logiques, numériques ou analogiques) différentes sortes de machines ou de processus, en environnement industriel. » Norme NFC 63-850 L'automate programmable et ses périphériques associés sont conçus pour pouvoir facilement s'intégrer à un système d'automatisme industriel et être facilement utilisé dans leurs fonctions prévues [5].

### 2.3.1 Application des automates programmables :

Les automates programmables sont présents dans beaucoup de domaines soit par exemple Les domaines suivants :

- 1) Commande de machines (convoyage, stockage, emballage).
- 2) Automatisme du bâtiment (chauffage, climatisation, alarme, éclairage).
- 3) Régulation du processus (chimie, pétrochimie, traitement des eaux).

- 4) Contrôle de systèmes (production et distribution d'énergie).
- 5) Transport.

### 2.3.2 Architecture des automates programmables :

#### 1. Aspect extérieur :

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

- **Le type compact :**

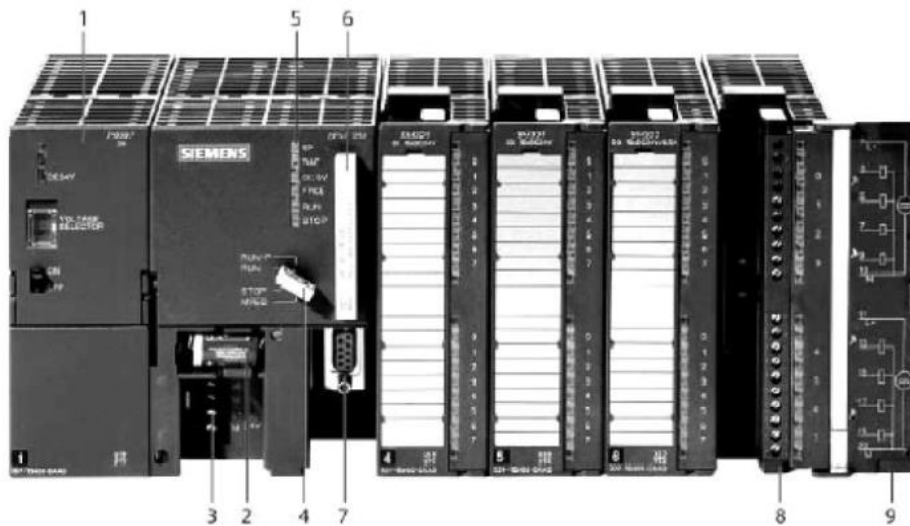
On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crozet ...) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les Entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions Supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre Limité. Ces automates (**Figure 2.2**), de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes



**Figure 2.2 :** Photo réelle d'un automate compact.

- **Le type modulaire :**

Le type modulaire Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks ( tiroirs) contenant des bus et des connecteurs Ces automates (**Figure 2.3**) sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.



**Figure 2.3** : Photo réel d'un automate modulaire.

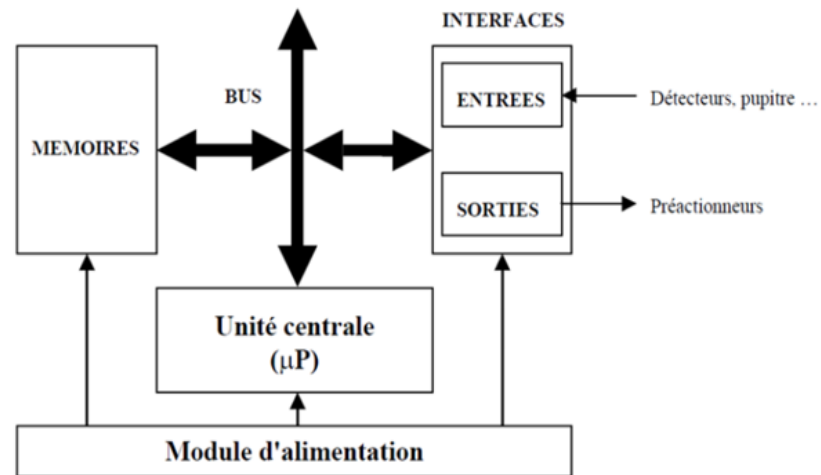
- |   |                              |
|---|------------------------------|
| 1-Module d'alimentation                     | 6-Carte mémoire              |
| 2-Pile de sauvegarde                        | 7-Interface multipoint (MPI) |
| 3-Connexion au 24V cc                       | 8-Connecteur frontal         |
| 4-Commutateur de mode (à clé)               | 9-Volet en face avant        |
| 5-LED de signalisation d'état et de défauts |                              |

## 2. Structure interne :

La structure interne d'un API peut se représenter comme suit :

- Module d'alimentation : il assure la distribution d'énergie aux différents modules.
- Unité centrale : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...).
- Le bus interne : il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.
- Mémoires : Elles permettent de stocker le système d'exploitation (ROM ou PROM), le programme (EEPROM) et les données système lors du fonctionnement (RAM). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie. On peut, en règle générale, augmenter la capacité mémoire par adjonction de barrettes mémoires type PCMCIA.
- Interfaces d'entrées/sorties :

1. Interface d'entrée : elle permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).
2. Interface de sortie : elle permet de commander les divers pré-actionneurs et éléments de signalisation du S.A.P. tout en assurant l'isolement électrique



**Figure 2.4 :** schéma symboliques de la structure interne de l'automate programmable.

## 2.4 L'automate s7-1200 de siemens :

Le contrôleur S7-1200 (**Figure 2.5**) offre la souplesse et la puissance nécessaires pour commander une large gamme d'appareils afin de répondre aux besoins en matière d'automatisation. Sa forme compacte, sa configuration souple et son important jeu d'instructions en font une solution idéale pour la commande d'applications très variées.

La CPU combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un PROFINET intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact en vue de créer un contrôleur puissant. Une fois que vous avez chargé votre programme, la CPU contient la logique nécessaire au contrôle et à la commande des appareils dans votre application. La CPU surveille les entrées et modifie les sorties conformément à la logique de votre programme utilisateur, qui peut contenir des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes ainsi que des commandes pour communiquer avec d'autres appareils intelligents.



**Figure 2.5** : L'automate modulaire S7-1200

### 2.4.1 Choix de la CPU :

Les CPU du système SIMATIC S7-1200 se déclinent en cinq classes de performances : CPU1211C, CPU1212C et CPU1214C, CPU1215C et CPU 1217C, chacune d'elles pouvant être étendue en fonction des besoins de la station. Les CPU's de l'automate S7-1200 sont données dans le tableau suivant :

Tableau 1CPU	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU1214C	CPU1215C	CPU1217C
Mémoire de travail	50 ko	75 ko	100 ko	125 ko	150 ko
E/S TOR	6 entrées 4 sorties	8 entrées 6 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties	14 entrées 10 sorties
E/S analogiques	2 entrées	2 entrées	2 entrées	2 entrées 2 sorties	2 entrées 2 sorties
Modules E/S extensible	Aucune	2 modules	8 modules	8 modules	8 modules
Module de communication (CM)	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules	3 modules
Port de communication Ethernet PROFINET	1 porte	1 porte	1 porte	2 portes	2 portes

**Tableau 2.1 :** Caractéristiques des CPU 1200.

Après avoir étudié notre système quand doit réaliser et après la comparaison entre les CPU disponibles, on a choisi la CPU 1214C DC/DC/Rely qui réponde à nous besoins.

### 2.4.2 Avantages du remplacement par un système S7-1200 :

#### A. Modernisation de la technologie :

Le système S7-1200 représente une technologie plus récente et plus avancée par rapport au MicroLogix.1100 Cela peut offrir des fonctionnalités et des performances améliorées pour la conditionneuse de lait, notamment une plus grande vitesse de traitement, une meilleure connectivité et des capacités de diagnostic avancées.

#### B. Flexibilité et évolutivité :

Le S7-1200 offre une plus grande flexibilité en termes de capacités d'extension et de configuration. Il peut être plus facilement adapté aux besoins changeants de l'entreprise et aux éventuelles futures mises à niveau ou extensions de la conditionneuse de lait.

**C. Connectivité améliorée :**

Le S7-1200 est conçu pour une connectivité étendue, ce qui facilite l'intégration avec d'autres systèmes et dispositifs de contrôle. Cela peut permettre une meilleure intégration avec les systèmes de gestion de production (MES) ou les systèmes d'automatisation plus larges de l'entreprise.

**D. Diagnostique avancée :**

Les fonctionnalités de diagnostic avancées du S7-1200 peuvent faciliter la détection des pannes et la résolution rapide des problèmes, contribuant ainsi à réduire les temps d'arrêt de la conditionneuse de lait et à améliorer la productivité.

**E. Support et maintenance :**

Étant donné que le MicroLogix1100 est un produit plus ancien, le support et les mises à jour logicielles peuvent devenir limités à l'avenir. Passer au S7-1200 garantirait un meilleur support à long terme de la part du fabricant, ainsi que l'accès à des fonctionnalités et des mises à jour logicielles plus récentes.

**F. Les sorties :**

S7-1200 dispose de modèles avec des sorties transistors connues pour leur rapidité et leur durée de vie plus longue, contrairement à Micrologix1100 qui utilise des sorties relais.

**G. Obsolescence :**

Rockwell Automation a effectivement annoncé l'obsolescence du MicroLogix 1100 (**Figure 2.6**), ce qui signifie une réduction progressive du support et de la disponibilité.



**Figure 2.6:** Photo réelle de Micrologix1100.

## 2.5 Les langages de programmation :

Les automates SIEMENS utilise les langages de programmation lié à la norme CEI 61131-3 :

- **LAD** : C'est un langage graphique à contact, il est idéal pour visualiser et diagnostiquer des programmes pendant les opérations de maintenance.
- **SCL** : c'est un langage qui permet de réaliser des opérations de calcul complexe sous forme de script.
- **FBD** : C'est un langage graphique qui s'écrit sous forme de bloc plus ou moins complexe (AND, NAND, OR, XOR, etc. ...), il sert également à réaliser des blocs de programme qui pourront être réutilisés pour gérer plusieurs fonctions identiques à l'aide du même bloc [4].

- **STL** : ce langage correspond au langage de base de l'automate, il s'inspire du Liste (IL) de la norme IEC. Il permet d'avoir un temps d'exécution plus rapide.
- **SFC** : c'est un langage graphique permettant de présenter l'évolution séquentielle du système.

Le langage SFC et STL sont disponibles uniquement sur les automates :

- S7-300
- S7-400
- WINAC
- S7-1500

Nous avons choisi de développer notre solution sous le logiciel TIA Portal v18 en utilisant le langage Ladder (LD).

## **2.6 Le Langage CONTACT (LADDER) :**

### **1. Définition :**

Le langage à contacts (LD: Ladder Diagram) est composé de réseaux lus les uns à la suite des autres par l'automate. Ces réseaux sont constitués de divers symboles représentant les entrées/sorties de l'automate, les opérateurs séquentiels (temporisations, compteurs, ...), les opérations, ainsi que les bits systèmes internes à l'automate (ces bits permettent d'activer ou non certaines options de l'automate, telle que l'initialisation des grafkets).

## **2.7 Le logiciel TIA PORTAL :**

### **2.7.1 Définition :**

La plateforme Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) est le nouvel environnement de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP 7 et SIMATIC Win CC Structure de l'interface utilisateur du TIA Portal

Il y a trois vues différentes pour chaque projet d'automatisation et on peut basculer d'une vue à l'autre au moyen d'un lien.

- **Vue de portail**

La vue du portail (**Figure 2.7**) offre une vue orientée sur les tâches des outils. Vous pouvez y décider rapidement ce que vous souhaitez faire et appeler l'outil requis pour la tâche correspondante [6]

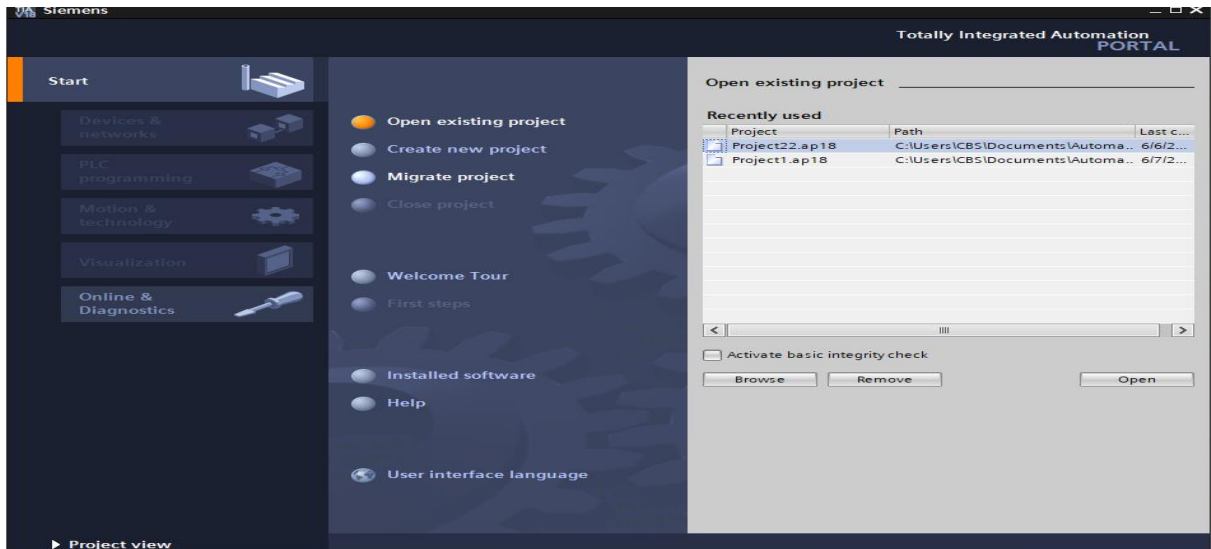


Figure 2.7: Vue de Portail.

- **Vue du projet :**

La vue du projet (**Figure 2.8**) correspond à une vue structurée de l'ensemble des composants du projet, Elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue

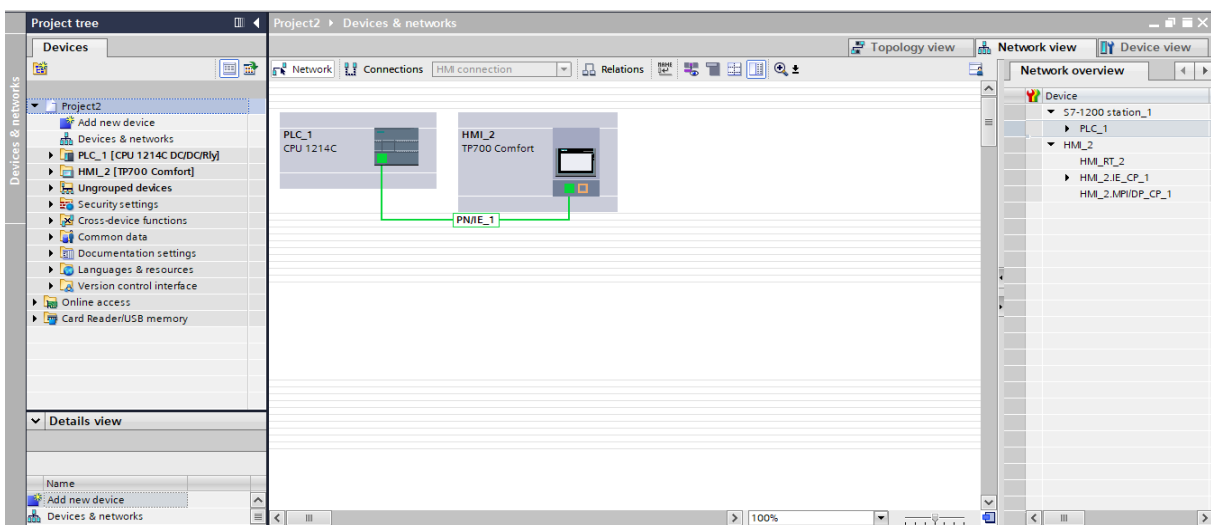


Figure 2.8 : vue de projet.

- **Vue des bibliothèques :**

La vue des bibliothèques affiche une vue d'ensemble des éléments de la bibliothèque de projet et des bibliothèques globales ouvertes. Vous pouvez basculer dans la vue des bibliothèques à l'aide de la Task Card « Bibliothèques » [6].

### **2.7.2 Traitement du Programme :**

Pour le SIMATIC S7-1200, le programme est écrit dans ce qu'on appelle des blocs de base, un bloc d'organisation OB1 est créé lors de l'ajout d'une CPU. Ce bloc représente l'interface du système d'exploitation de la CPU. Il est appelé automatiquement par celle-ci, et est traité de manière cyclique

Il existe différents types de blocs pour exécuter les tâches dans un système d'automatisation. L'automate met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB, FB et FC [8].

- **Blocs d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et commandent par exemple les opérations suivantes :

- Comportement de démarrage du système d'automatisation
- Traitement cyclique du programme

- **Fonctions (FC)**

Les fonctions (FC) sont des blocs de code sans mémoire. Elles n'ont pas de mémoire de données dans laquelle il est possible d'enregistrer les valeurs de paramètres de bloc. C'est pourquoi des paramètres effectifs doivent être fournis à tous les paramètres formels lors de l'appel d'une fonction. Pour enregistrer les données durablement, les fonctions disposent de blocs de données globaux. Une fonction contient un programme qui est exécuté lorsque la fonction est appelée par un autre bloc de code.

- **Blocs fonctionnels (FB)**

Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée/sortie dans des blocs de données d'instance afin qu'il soit possible d'y accéder même après le traitement de blocs. C'est pourquoi ils sont également appelés "Blocs avec mémoire".

Les blocs fonctionnels peuvent aussi travailler avec des variables temporaires. Cependant, les variables temporaires ne sont pas enregistrées dans la DB d'instance mais disponibles uniquement tout le temps d'un cycle.

- **Blocs de données globaux (DB)**

Les blocs de données servent à mémoriser les données de programme. Les blocs de données contiennent donc des données variables qui sont utilisées dans le programme utilisateur. Les blocs de données globaux enregistrent des données qui peuvent être utilisées par tous les autres blocs.

La taille maximale des blocs de données varie selon la CPU. Nous pouvons définir la structure des blocs de données globaux à notre gré.

### **2.7.3 Créer et gérer des projets :**

#### **a) Création d'un nouveau projet :**

Pour créer un nouveau projet, procédez de la manière suivante :

1. Choisissez la commande « Nouveau » dans le menu « Projet » (La boîte de dialogue « Create new project» s'ouvre).
2. Entrez le nom et le chemin souhaités pour le projet ou utilisez les données Proposées.
3. Cliquez sur le bouton « Create ». Le nouveau projet est créé et affiché dans le navigateur du projet voir (Figure 2.9).

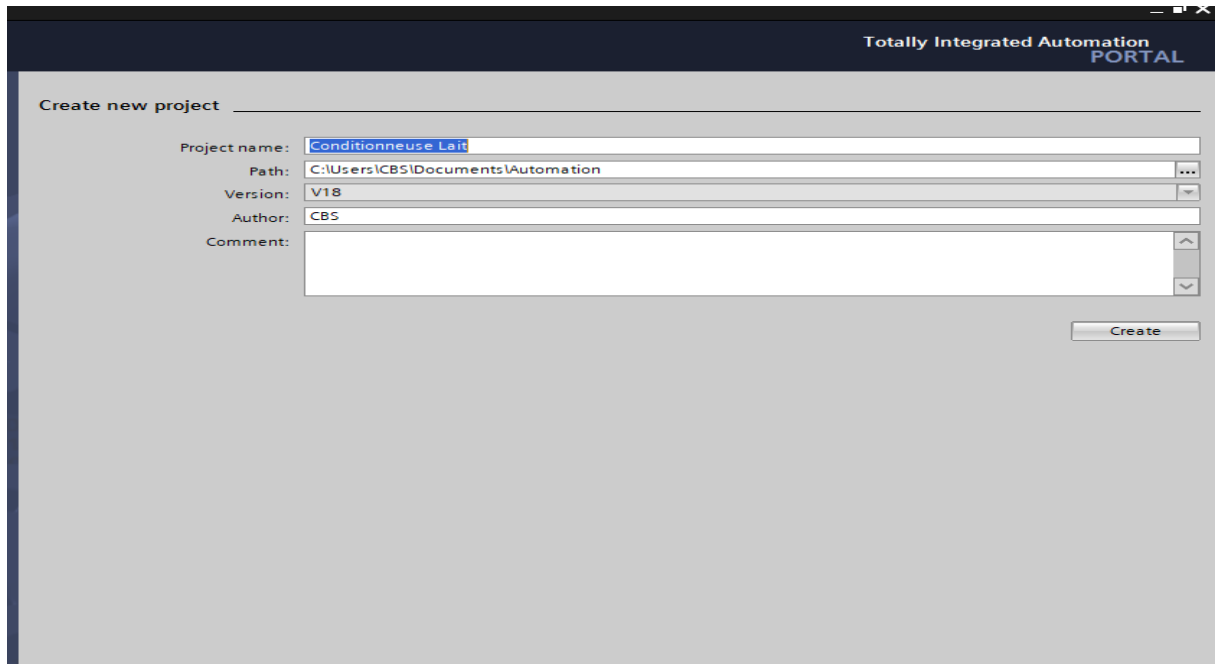


Figure 2.9 : Création d'un projet.

4. « First Steps » est recommandé pour le début de la création du projet. Premièrement, nous voulons « Configurer un appareil » (« **first steps > Configure a device** ») (Voir Figure 2.10).

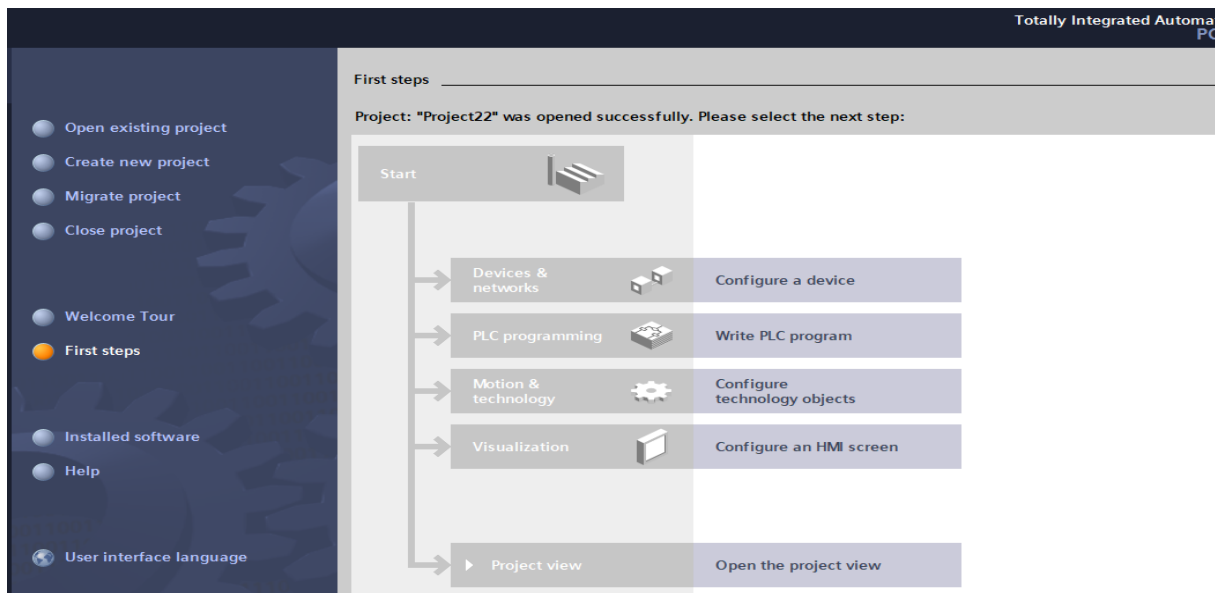


Figure 2.10 : First steps.

5. Puis « Ajouter un appareil ». Choisissez alors dans le catalogue la « CPU 1214C » avec la bonne combinaison de lettres derrière. («<<add new device >> SIMATIC S7 1200 > CPU 1214C > Add >> Voir (Figure 2.11)

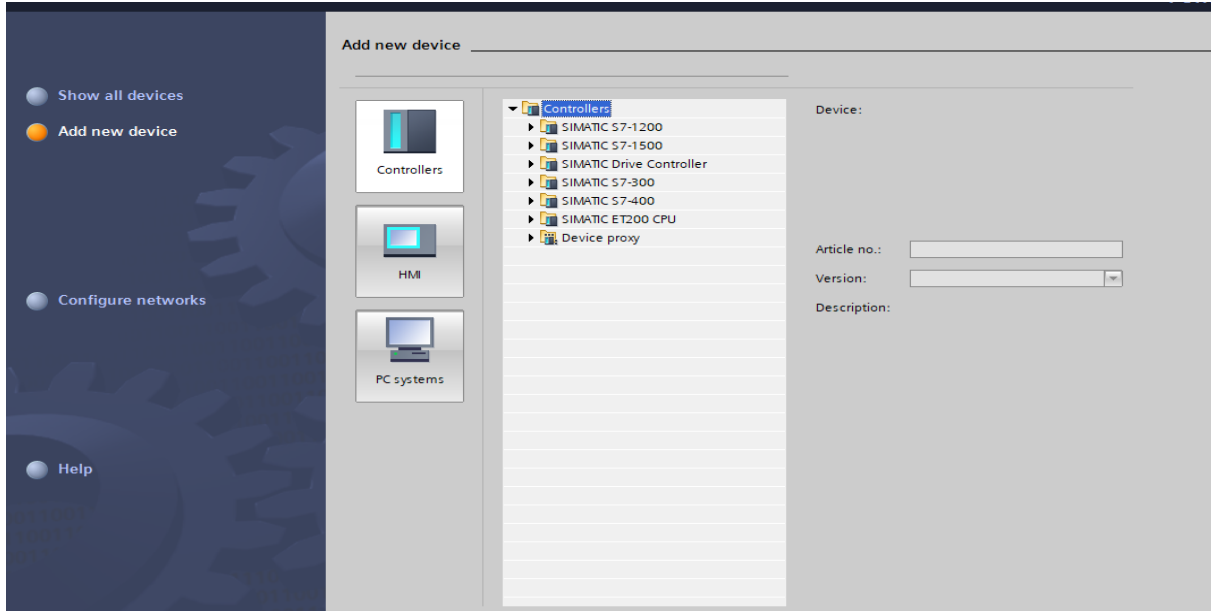


Figure 2.11: Ajouter un appareil.

6. Le logiciel se déplace automatiquement vers la vue du projet avec la configuration matérielle ouverte. À cet endroit, il est possible d'ajouter des modules supplémentaires à partir du Catalogue du matériel (fenêtre de droite), et dans la Vue d'ensemble des appareils, les adresses d'entrée/sortie sont visibles. (Voir Figure 2.12)

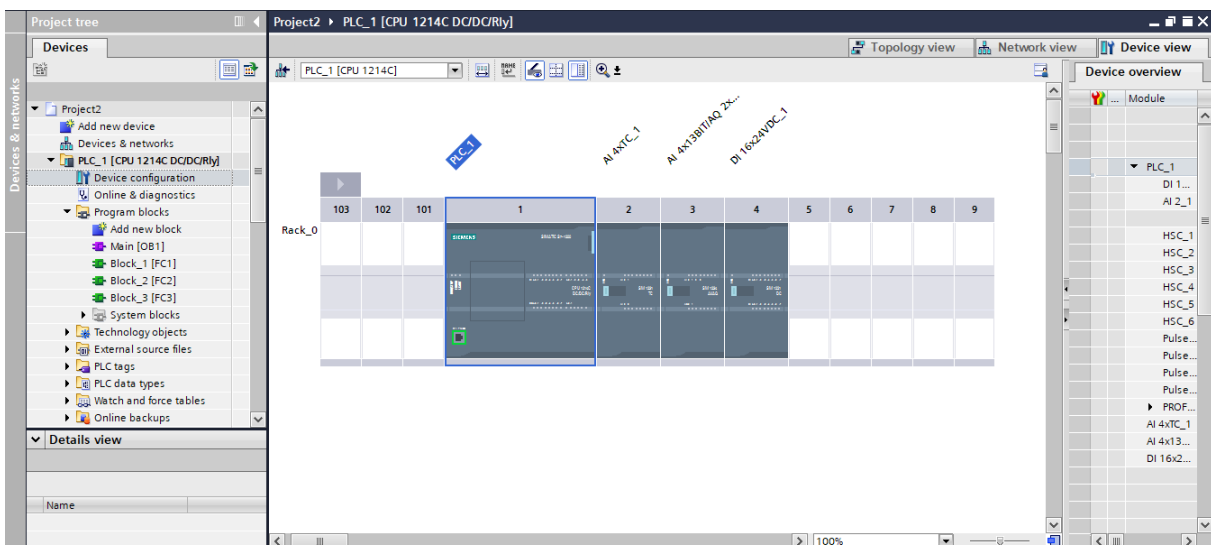
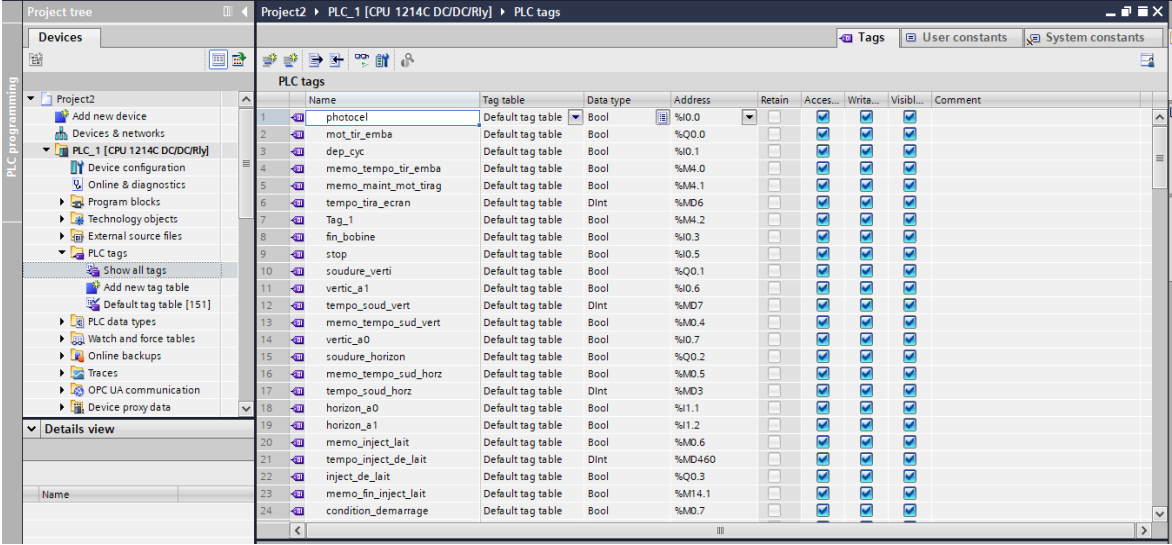


Figure 2.12 : Configuration matériel.

- la programmation se fait avec des variables plutôt qu'avec des adresses absolues, il est nécessaire de définir les variables globales de l'API. Ces variables globales de l'API sont des noms descriptifs accompagnés de commentaires pour les entrées et sorties utilisées dans le programme. Cela permet d'accéder ultérieurement à ces variables via leurs noms lors de la programmation. Ces variables globales peuvent être utilisées dans tout le programme, y compris dans tous les blocs. Pour ce faire, sélectionnez "Contrôle\_citerne [CPU 1214C DC/DC/Rly]" dans le navigateur de projet, puis choisissez "PLC Tags". Double-cliquez pour ouvrir la table des variables API « Show All Tags » et saisissez les noms des entrées et sorties, comme indiqué ci-dessous (Voir **Figure 2.13**).



Name	Tag table	Data type	Address	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...	Comment
1 photoce1	Default tag table	Bool	%I0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2 mot_tir_emba	Default tag table	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3 dep_cyc	Default tag table	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4 memo_tempo_tir_emba	Default tag table	Bool	%M4.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5 memo_maint_mot_tirag	Default tag table	Bool	%M4.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6 tempo_tira_ecran	Default tag table	Dint	%MD6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7 Tag_1	Default tag table	Bool	%M4.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8 fin_bobine	Default tag table	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9 stop	Default tag table	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10 soudure_verti	Default tag table	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11 vertic_a1	Default tag table	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12 tempo_soud_vert	Default tag table	Dint	%MD7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13 memo_tempo_sud_vert	Default tag table	Bool	%M0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14 vertic_a0	Default tag table	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15 soudure_horizon	Default tag table	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16 memo_tempo_sud_horz	Default tag table	Bool	%M0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17 tempo_soud_horz	Default tag table	Dint	%MD3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18 horizon_a0	Default tag table	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19 horizon_a1	Default tag table	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20 memo_inject_lait	Default tag table	Bool	%M0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21 tempo_inject_de_lait	Default tag table	Dint	%MD460		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22 inject_de_lait	Default tag table	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23 memo_fin_inject_lait	Default tag table	Bool	%M14.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24 condition_demarrage	Default tag table	Bool	%M0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

**Figure 2.13:** Tableau des variables.

### b) Compilation et Chargement :

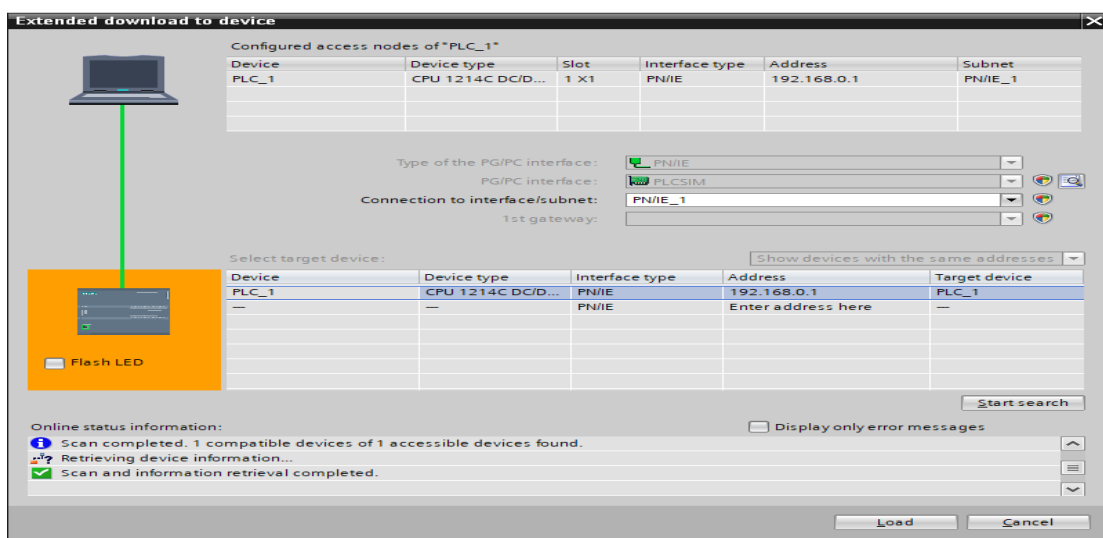
- Quand des erreurs ou des avertissements surviennent lors de la simulation, on compile le projet dans son intégralité en servant de la commande "Compiler > Logiciel (tout compiler)" dans le menu contextuel du pupitre opérateur.

2. Sélectionnez "Start simulation" dans le menu contextuel confirmé avec « OK »  
(Voir **Figure 2.14**)



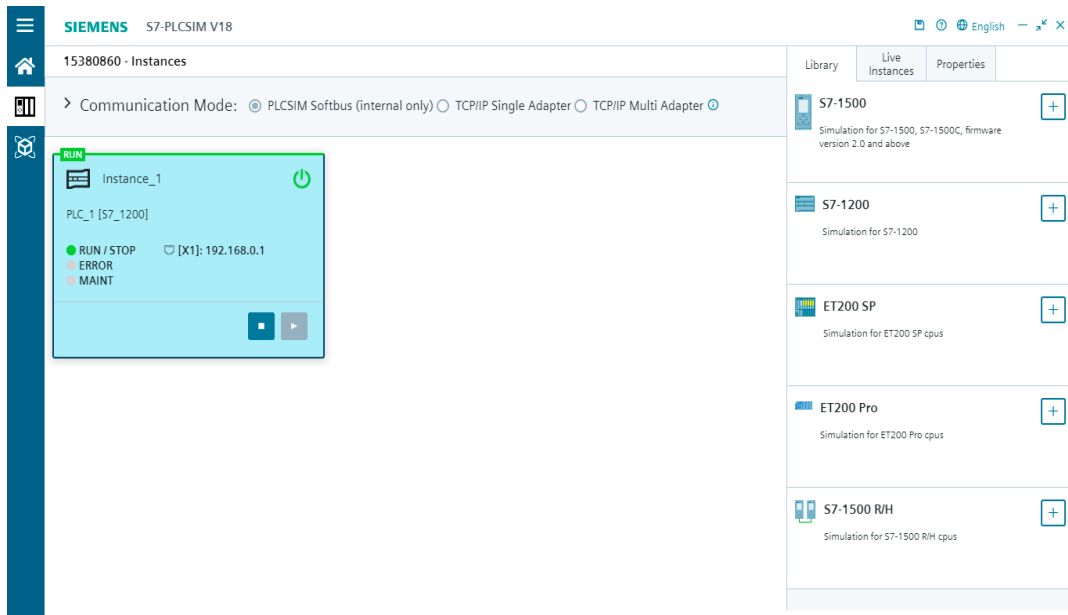
**Figure 2.14:** début de simulation.

3. Le logiciel PLCSIM démarre à l'arrière-plan et la boîte de dialogue "extended download" s'ouvre Choisissez dans la fenêtre les réglages suivants :
  - Type de l'interface PG/PC : PN/IE
  - Interface PG/PC : PLCSIM
  - Liaison avec sous-réseau : PN/IE\_1 Cliquez ensuite sur le bouton "Load" (Voir **Figure 2.15**).



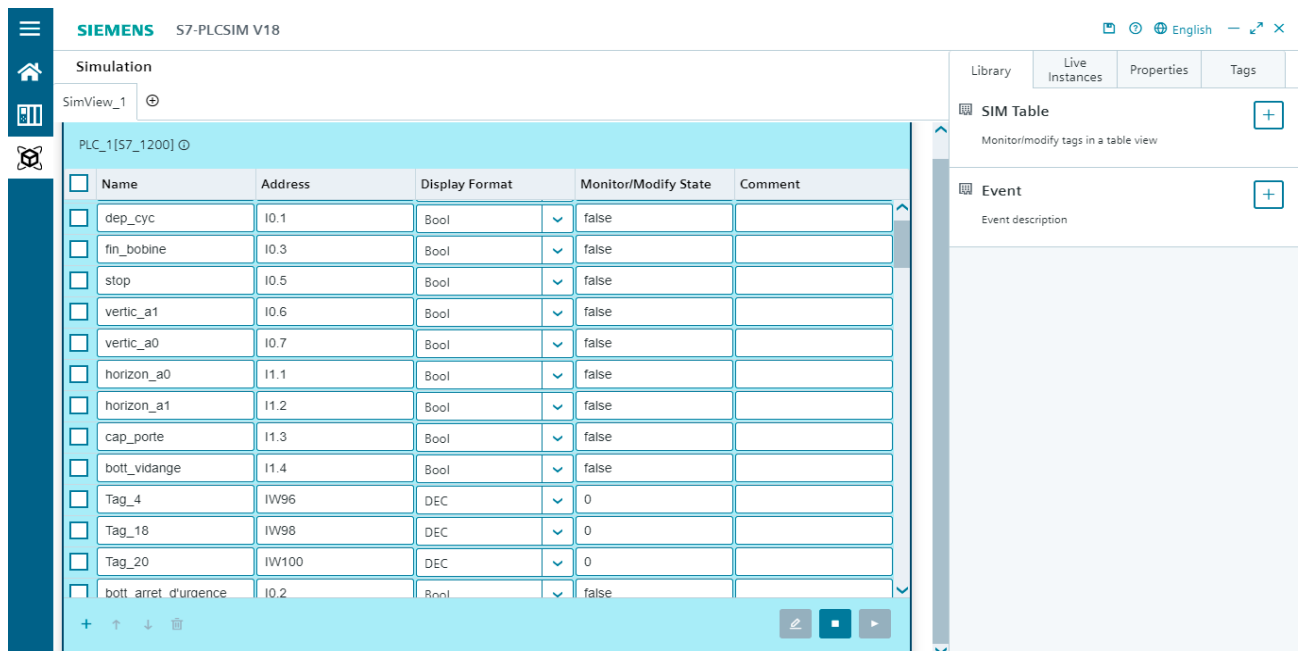
**Figure 2.15:** fenêtre extended download.

4. Dans instances on allume notre CPU (Voir **Figure 2.16**)



**Figure2.16:** CPU allumé.

5. Dans la fenêtre de simulation on active les entrées avec 1 ou true et on les désactive avec 0 ou false (Voir **Figur2.17**)



**Figure 2.17:** Vue tableau de simulation

6. Activés la fonction "Visualisation".

### 2.7.4 Présentation du programme :

Les figures suivantes montrent une partie de notre programme.

#### 1. Fonctionnement de la vanne de remplissage pour remplir la cuve

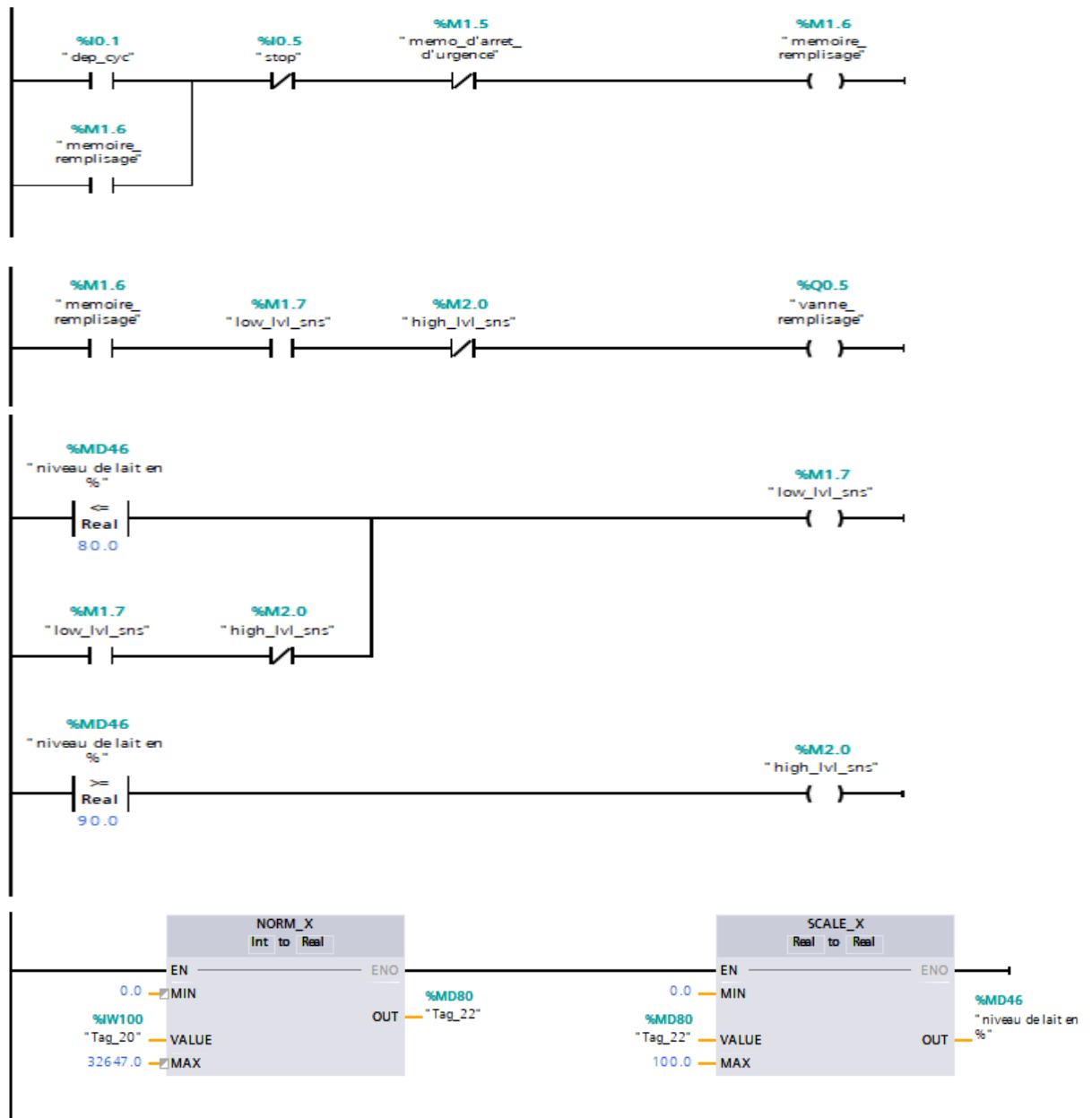


Figure 2.18 : réseau de remplissage Vanne

2. Activation de la Soudure Verticale

Il faut que toutes les conditions initiales soient validées Sinon la soudure verticale (Q0.1) (Figure 2.19) n'est pas mise à 1

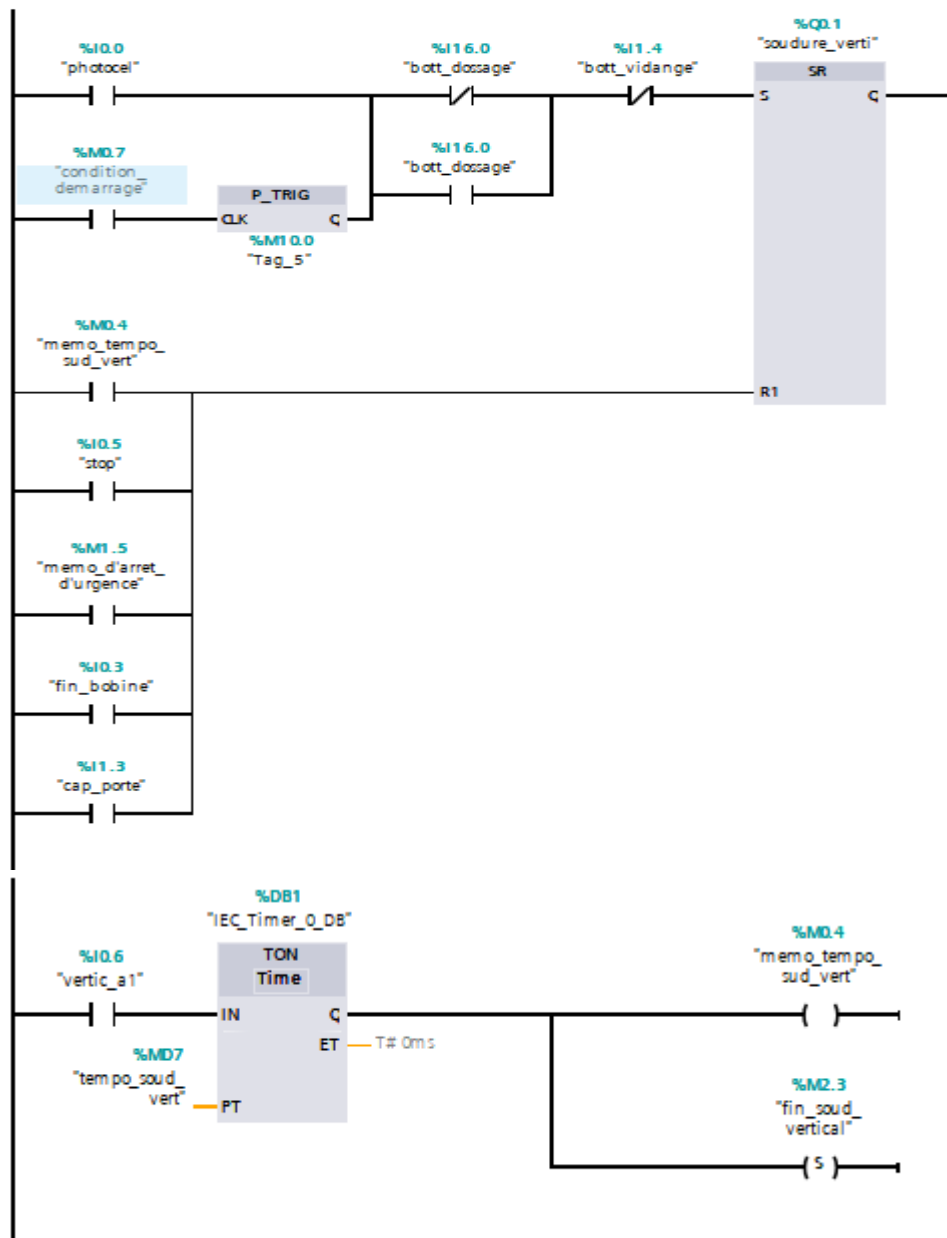


Figure 2.19: réseau de soudure verticale.

### 3. Démarrage de moteur tirage

Après la fin de soudure vertical puis démarrage de moteur et tirage du film, lorsque le capteur photocellule active arrêt du moteur. (Voir **figure 2.20**)

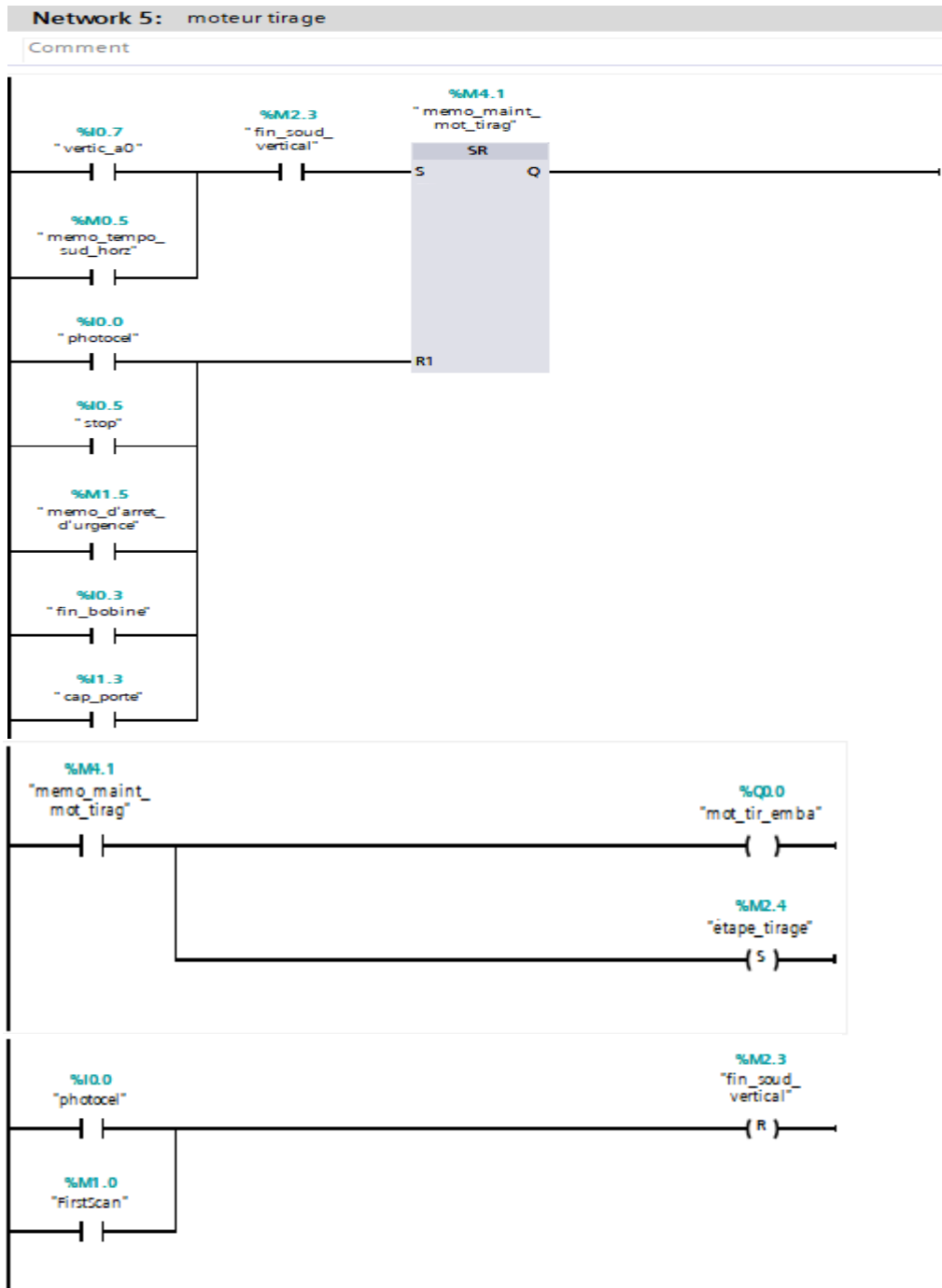


Figure 2.20 réseau de moteur tirage

4. La soudure Horizontale :

Après l'arrêt du moteur activation de la soudure horizontale Q0.2

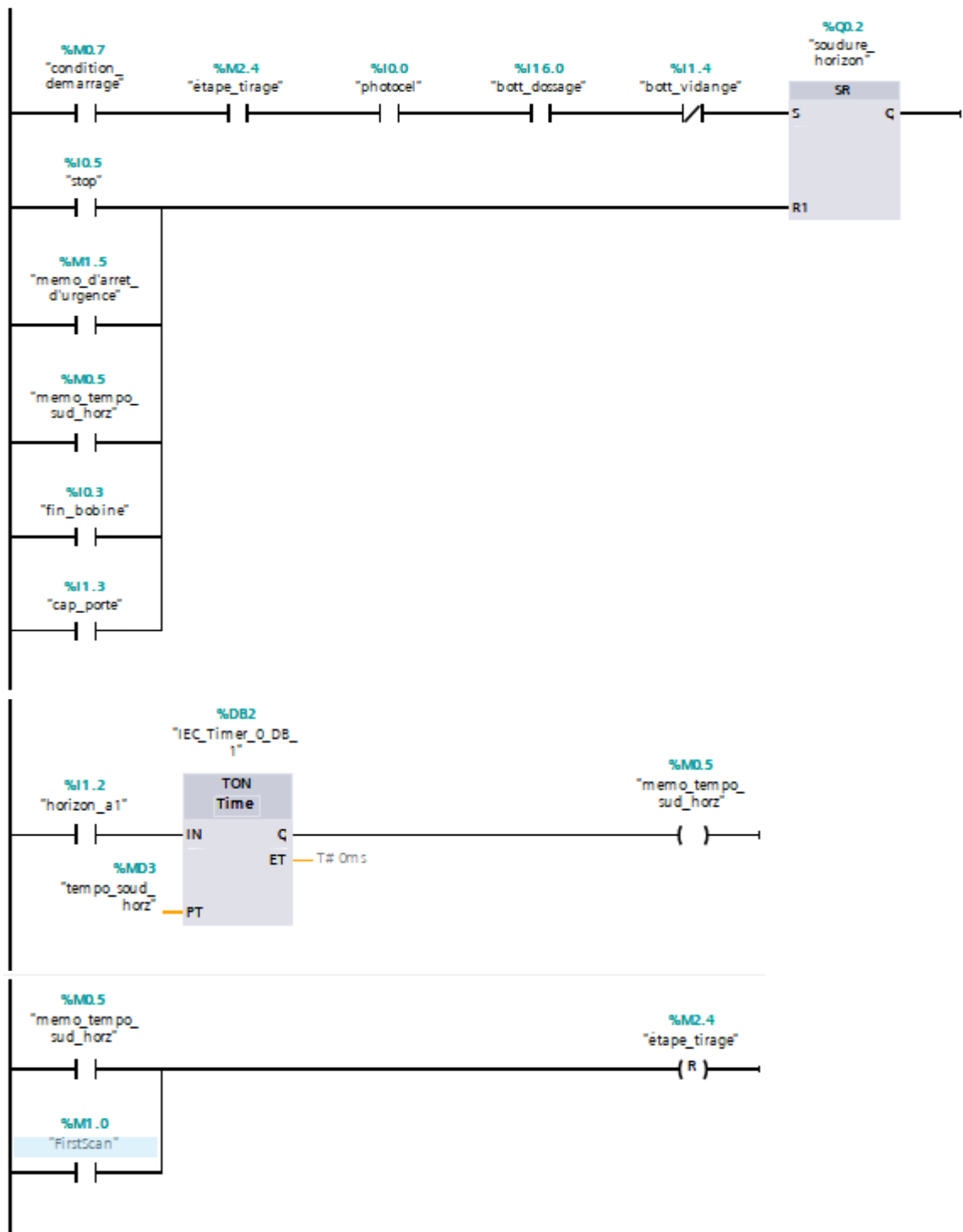


Figure 2.21: réseau soudure horizontale

5. Injection de lait :

Dis que la soudure Horizontal se ferme la procédure d'injection de lait s'active

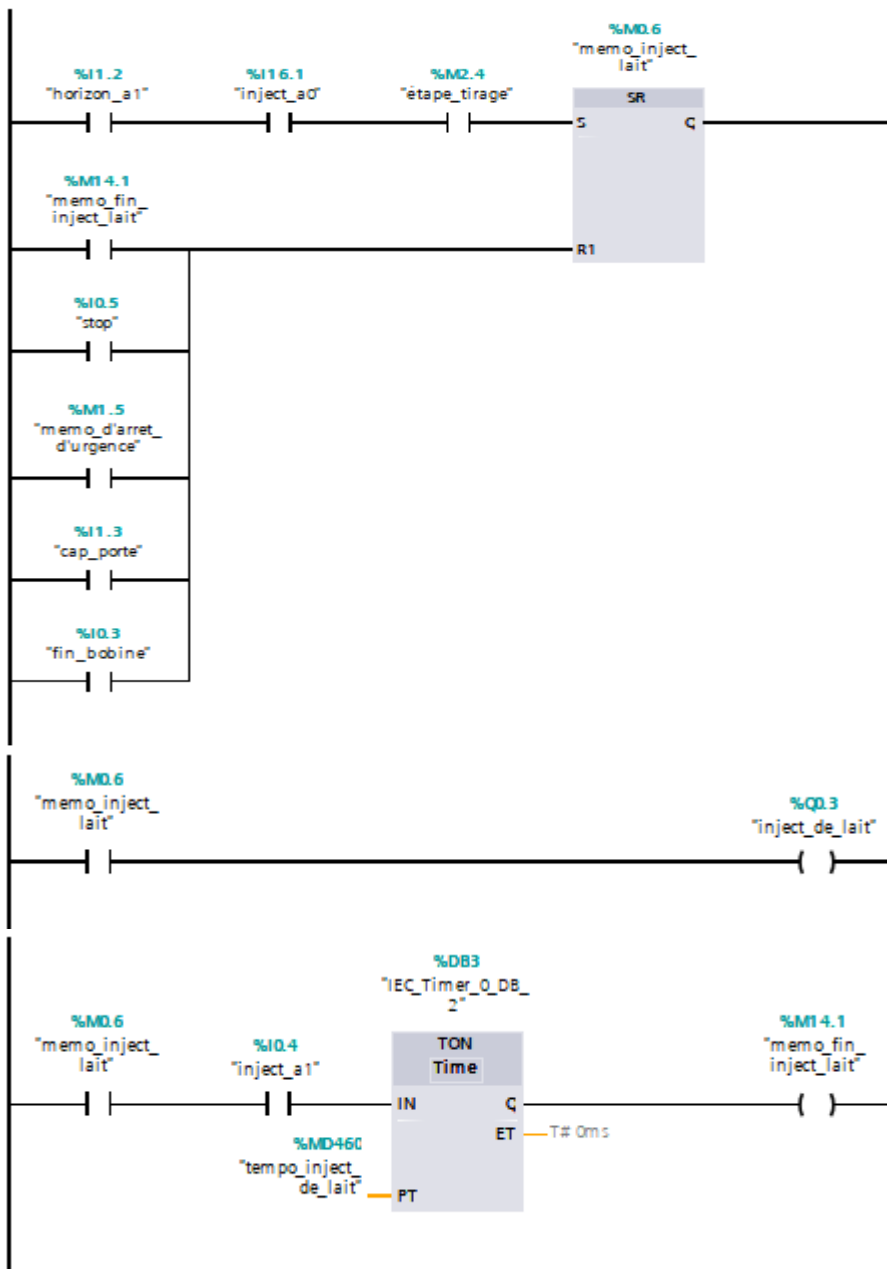
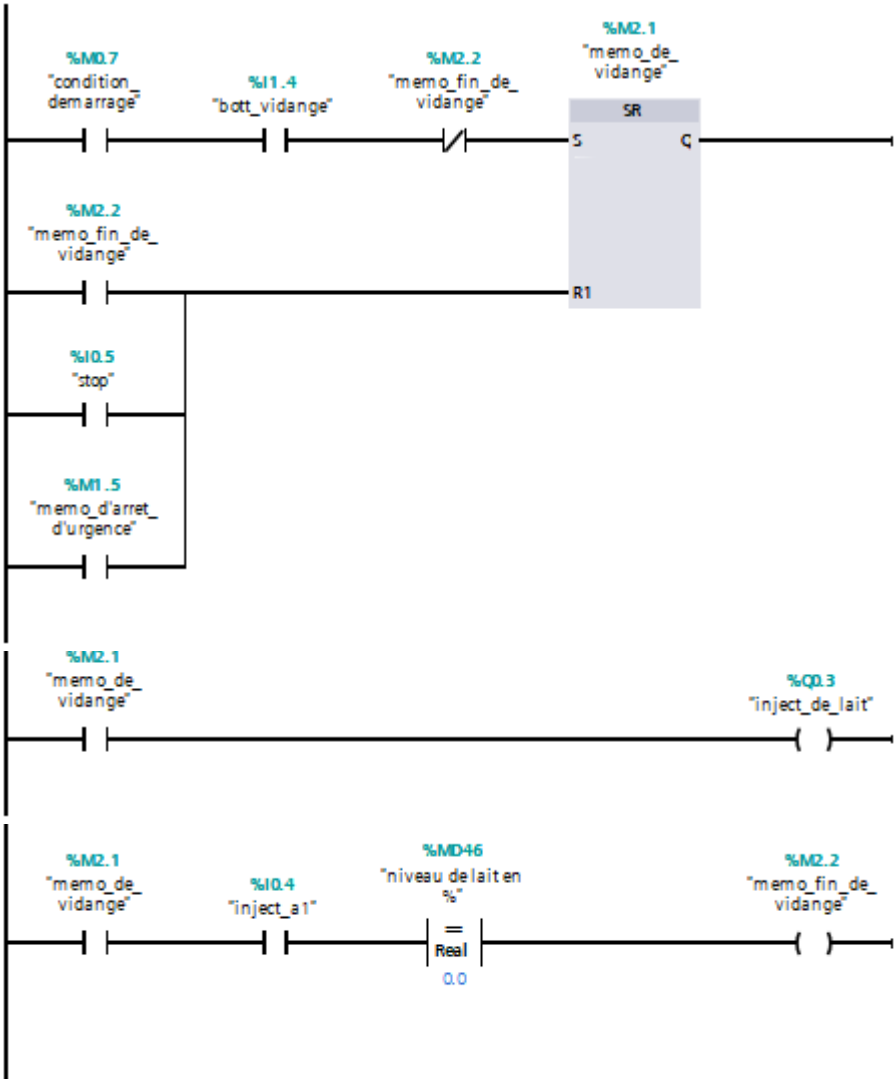


Figure 2.22: réseau injection de lait

6. Etat de vidange :

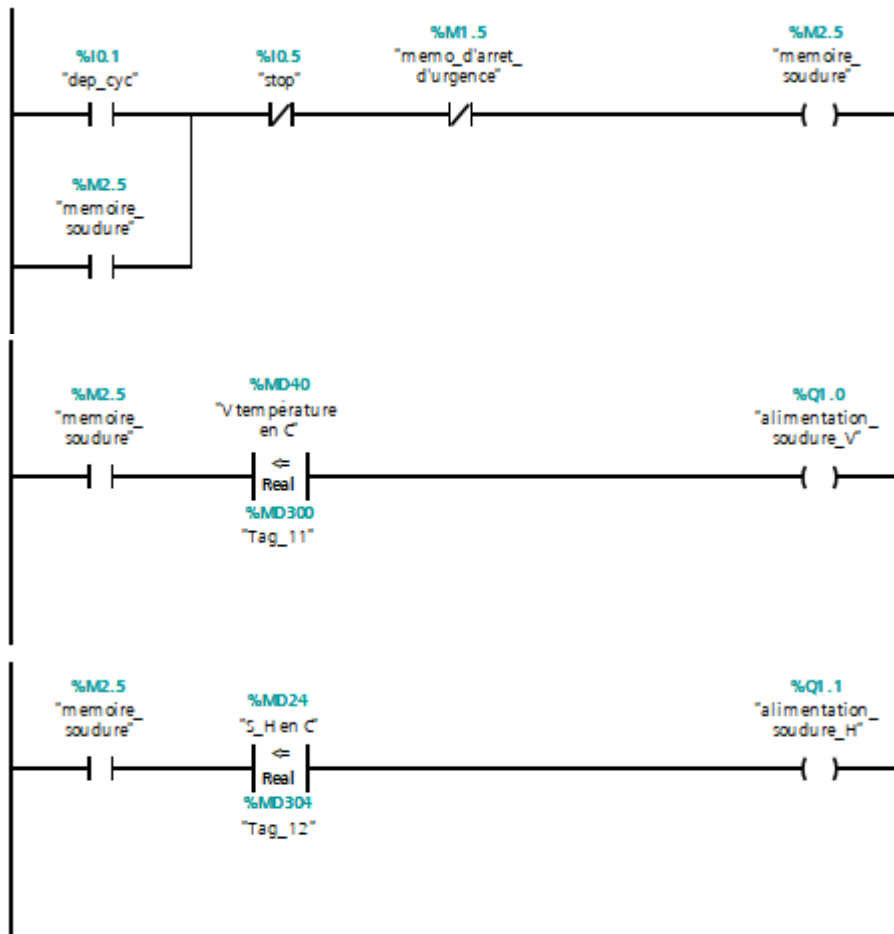
On appuie sur bouton vidange pour vider la cuve de lait (Voir **Figure 2.23**)



**Figure 2.23:** réseau d’injection de lait pour vidange

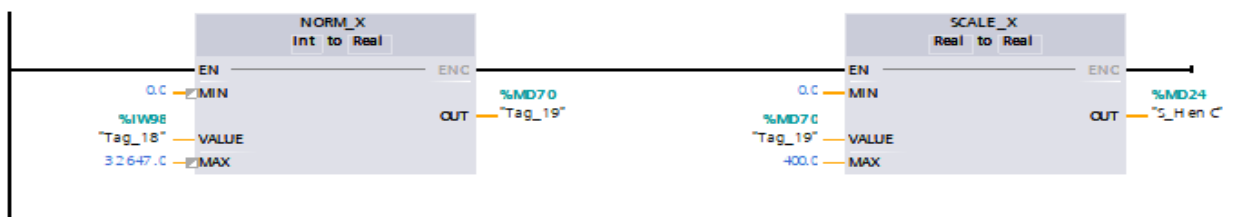
7. Alimentation des soudures :

Dis que on appuie sur le Botton "dcy" l'alimentation des soudures s'active pour une température réglable



Network 10: température de soudure Horizontal

Comment



Network 11: température de soudure Vertical

Comment

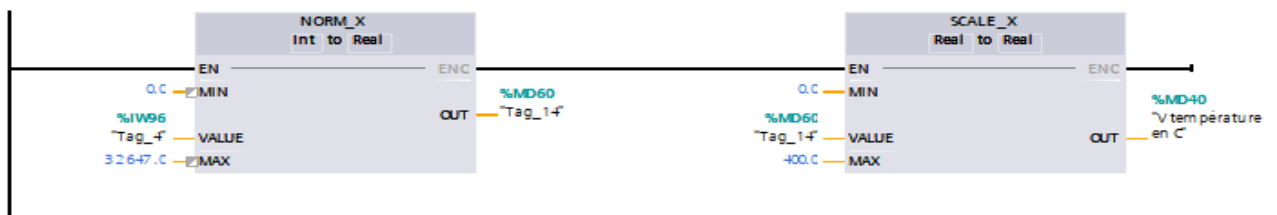


Figure 2.24: l'alimentation des deux soudures

8. Activation des alarmes :

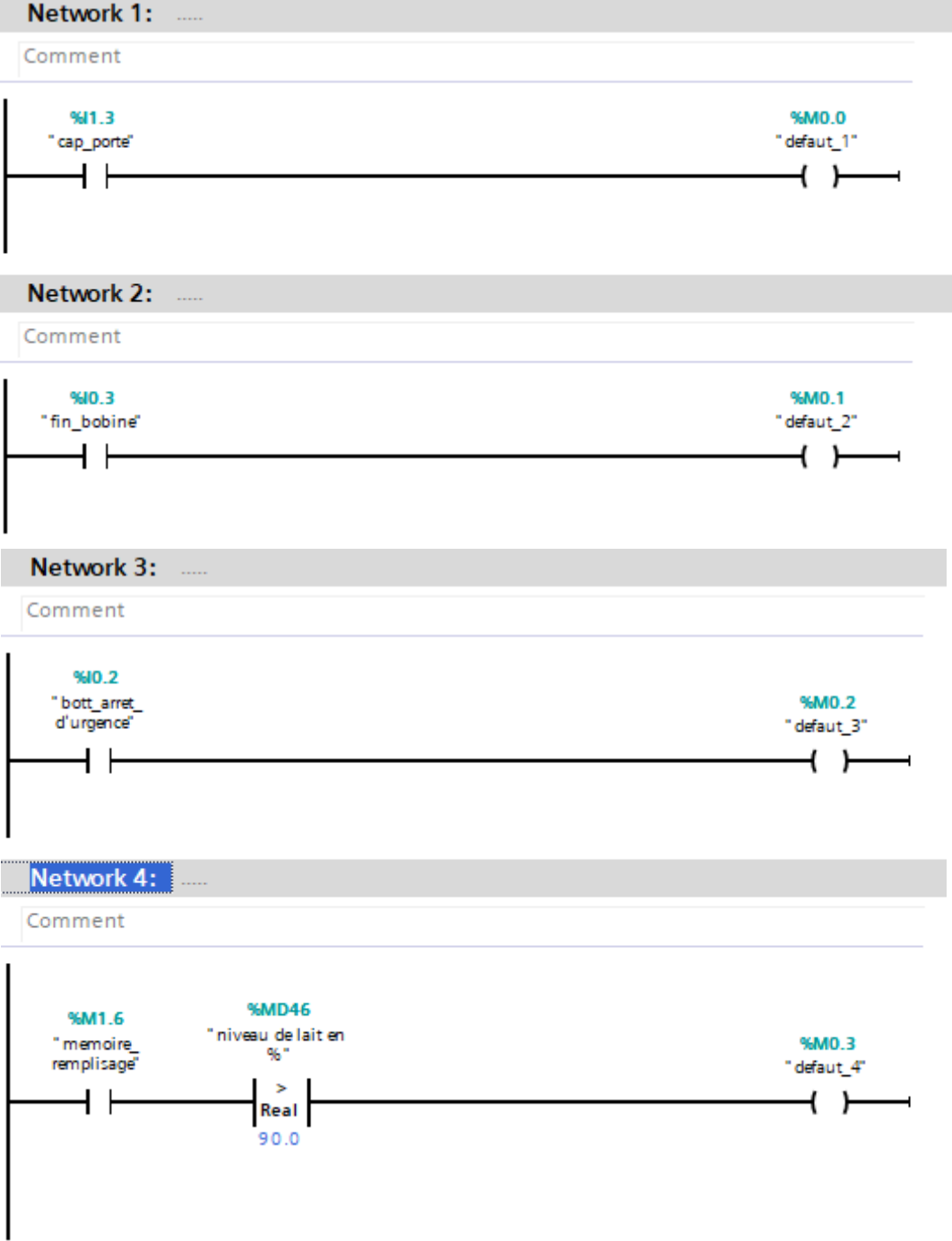


Figure 2.25: les Réseaux d'activation des alarmes.

9. DYC et le variateur de vitesse :

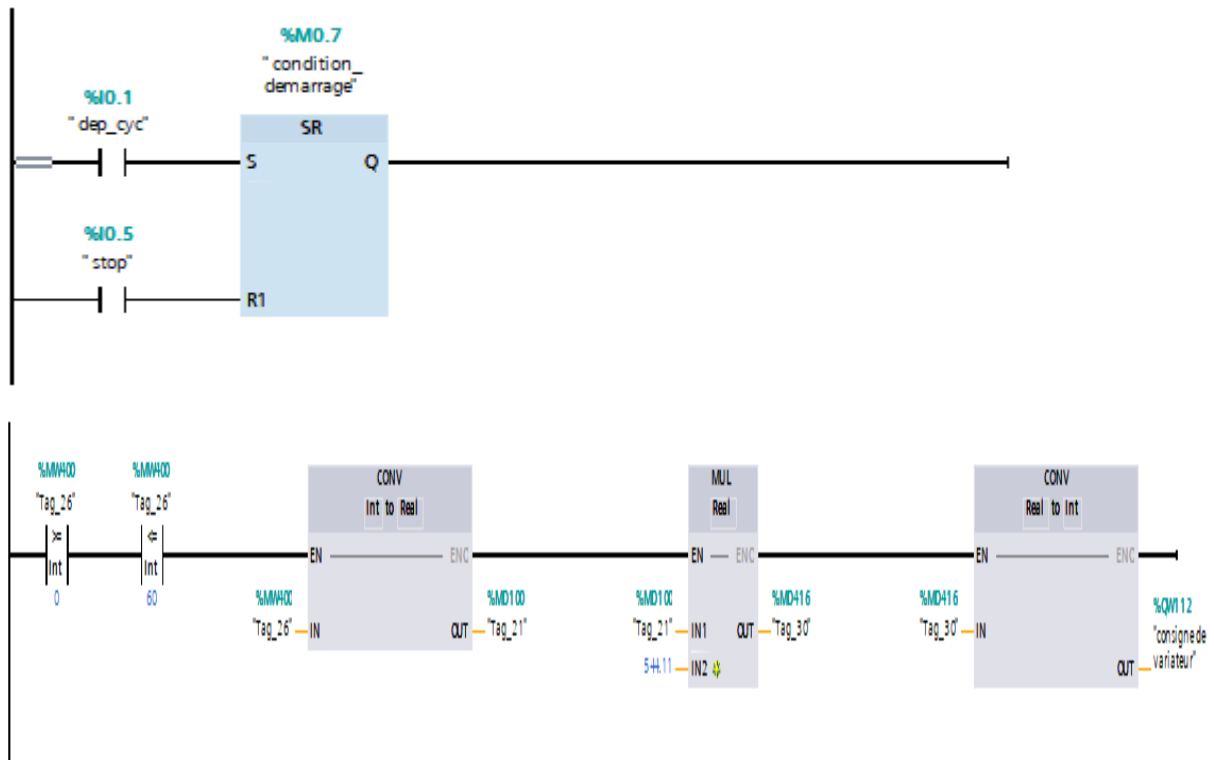


Figure 2.26 : les réseaux de démarrage et de variation de vitesse

2.8 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté les automates programmables industriels (APIs), leur architecture ainsi que les langages de programmation associés. Nous avons également reprogrammé la Conditionneuse lait en utilisant le logiciel TIA Portal V18 de Siemens. Le chapitre suivant abordera la visualisation du programme avec Win CC.

### 3.1 Introduction :

La surveillance libère les opérateurs des tâches sensibles, en particulier dans des environnements hostiles. Elle améliore également la qualité de travail en rendant les tâches moins laborieuses pour ceux qui les exécutent. Elle permet à l'opérateur de suivre le fonctionnement du processus et d'accomplir des tâches de routine telles que la vérification des paramètres et l'inspection des installations.

Dans ce chapitre, nous avons introduit notre système de supervision et nous terminerons notre travail avec un test qui va être effectués à l'aide de l'outil de simulation Win CC Runtime.

### 3.2 Présentation de logiciel Win CC tia portal :

Le logiciel Wincc est intégré dans le TIA portal, permet de superviser des écrans opérateurs et de configurer les paramètres opérationnels des périphériques d'interface Homme Machine. Le Wincc est constitué de deux applications logicielles :

**L'éditeur Wincc** : grâce au Wincc on peut réaliser toutes les tâches de configuration nécessaires pour créer une interface de conduite et de supervision de machine et d'installation

**Runtime** : Win cc runtime est le logiciel de supervision du processus au niveau du pupitre opérateur. Le logiciel runtime permet de faire fonctionner le processus en exécutant le projet.

### 3.3 Définition de la supervision industrielle :

La supervision représente une forme avancée d'interaction Homme-Machine, offrant de nombreux avantages pour les processus industriels de production. Elle permet à l'opérateur de surveiller et de contrôler efficacement le fonctionnement d'un procédé. Grâce à des synoptiques prédéfinis, créés et configurés à l'aide d'un logiciel de supervision, elle intègre et visualise en temps réel toutes les étapes de fabrication d'un produit. Cela permet de détecter rapidement les problèmes potentiels survenant au cours du fonctionnement d'une installation industrielle.

La supervision permet de nombreuses fonctions :

- ❖ Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement important.
- ❖ Elle assure la communication entre les équipements d'automatismes et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- ❖ Elle coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordres communs et de taches telles que la synchronisation.
- ❖ Elle assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- ❖ Elle surveille les procédés industriels à distance.
- ❖ Elle permet la simulation de programme avant leur mise en œuvre et ce grâce au logiciel Win CC Runtime.

### **3.4 Constitution d'un système de supervision :**

Un système de supervision est typiquement constitué d'un moteur central, qui reçoit des données des équipements (automates). Ce moteur central est responsable de l'affichage, du traitement et de l'archivage des données, ainsi que de la communication avec d'autres périphériques.

#### **1. Module de visualisation (affichage) :**

Il fournit à l'opérateur toutes les informations essentielles pour évaluer le procédé.

#### **2. Module d'archivage :**

Son rôle consiste à enregistrer les données (alarmes et événements) sur une longue période. Il permet l'exploitation de ces données pour des applications spécifiques, telles que la maintenance ou la gestion de la production.

#### **3. Module de traitement :**

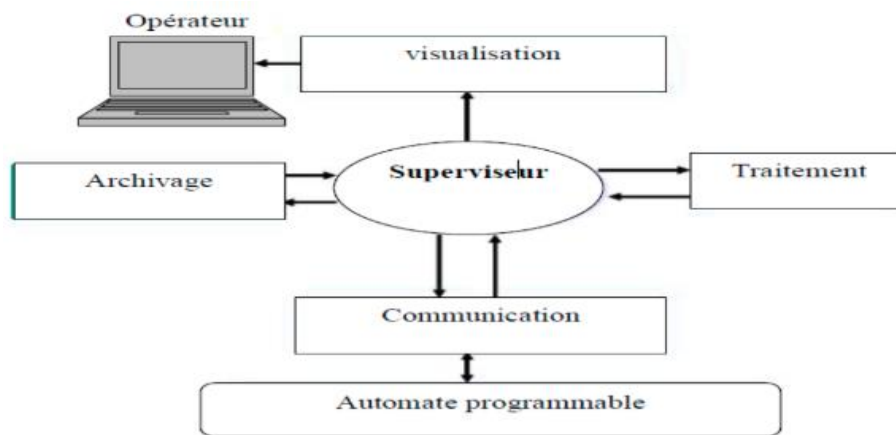
Il organise les données afin de les afficher aux opérateurs de manière prédéterminée à travers le module de visualisation.

### 4. Module de communication :

Il assure l'acquisition et le transfert des données, ainsi que la gestion de la communication avec les automates programmables industriels et autres périphériques. Il offre également la possibilité :

De modifier la configuration même après la mise en service.

De garantir la compatibilité avec le réseau internet, permettant de réaliser des solutions basées sur le Web pour le contrôle-commande à distance.



**Figure 3.1 :** Module fonctionnel d'un système de supervision

### 3.5 Choix de l'interface :

Nous avons choisi l'interface «TP700 confort» de la famille SIEMENS. La station d'exploitation (interface homme-machine) offre facilitée et maniabilité sur toutes les fonctions avancées.

Pour mettre en œuvre ce développement de programme d'interface de supervision, il est nécessaire d'utiliser l'outil de programmation WinCC. Parmi les caractéristiques du SIMATIC TP700 Comfort :

- **7.0" TFT display** : Un écran TFT (Thin-Film Transistor) de 7 pouces de diagonale.
- **800 x 480 pixels** : Résolution de l'écran, indiquant la clarté et les détails de l'affichage (800 pixels en largeur et 480 pixels en hauteur).

- **16M colors** : L'écran peut afficher 16 millions de couleurs, offrant une riche qualité d'image.
- **Touch screen** : L'écran est tactile, permettant une interaction directe avec les doigts.
- **2 x Multimedia card slot** : Deux emplacements pour cartes multimédia, permettant le stockage de données ou la mise à jour de logiciels.
- **3 x USB** : Trois ports USB pour connecter des périphériques externes comme des claviers, des souris, des disques durs, etc.

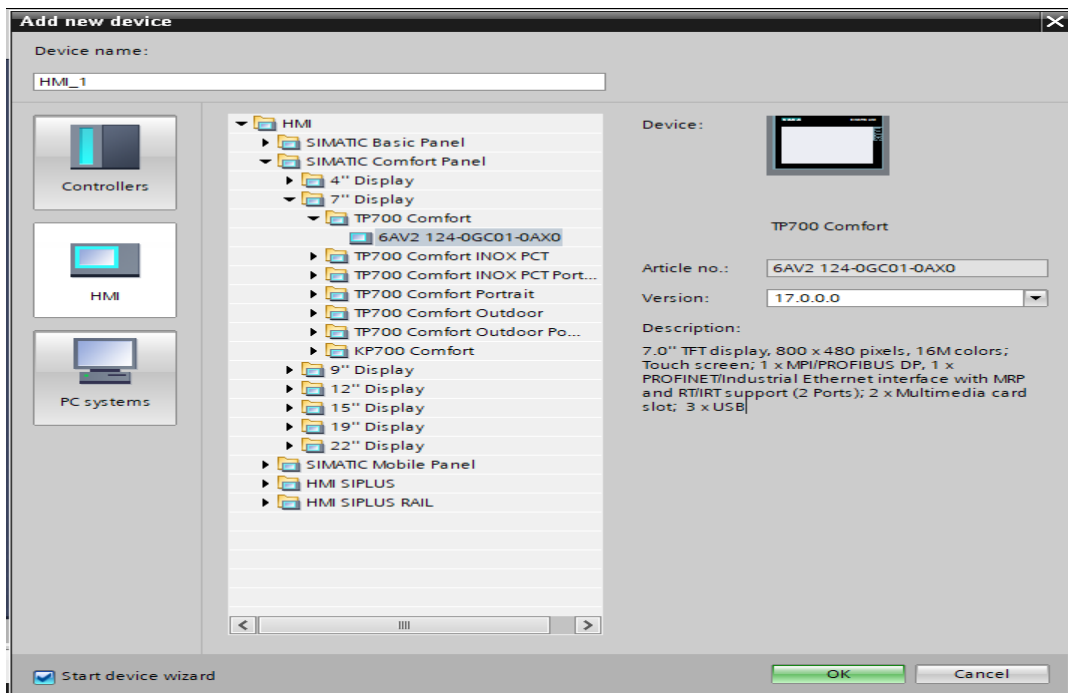


Figure 3.2 : choix de l'interface

### 3.6 La liaison automate/IHM :

À lancement de WINCC, on enregistre le projet, puis on l'intègre au projet de programmation conçu dans 'PLC\_1' afin d'introduire les variables manipulées.

Par la suite, on définit la liaison entre le pupitre et l'automate. La communication entre l'automate S7 1214C DC/DC/Rly et l'écran de supervision

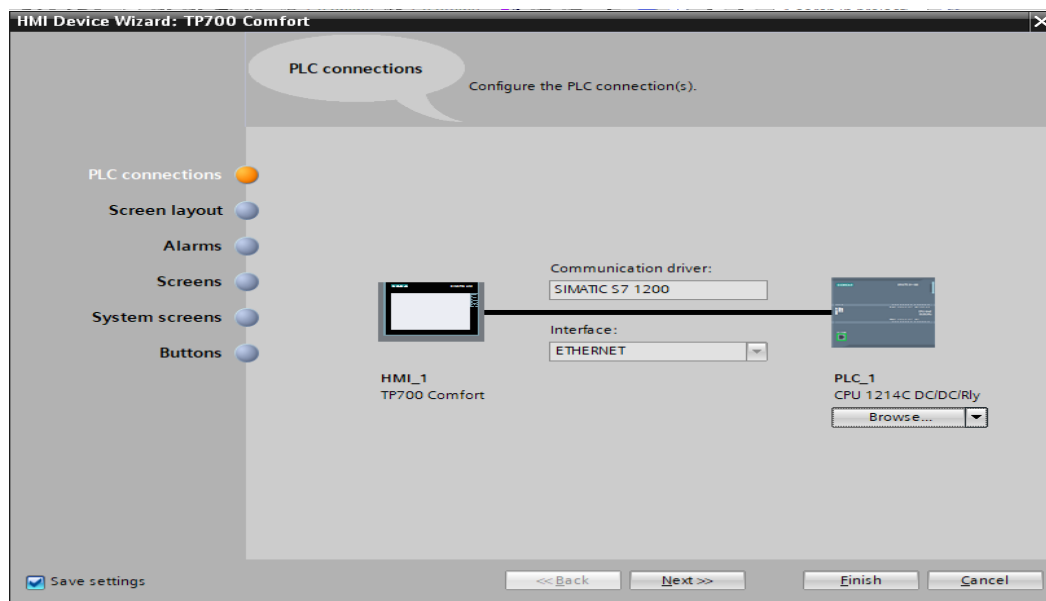
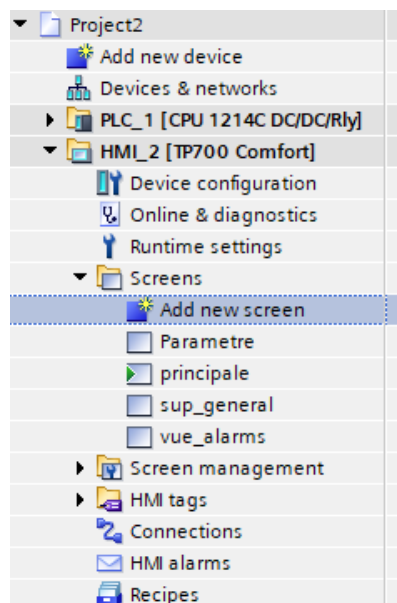


Figure 3.3 : la liaison entre la CPU et L'HMI

### 3.7 Réalisation de projet :

La création et la configuration de tous les objets de projet nécessaires pour superviser et contrôler la machine de conditionnement de lait. Les principaux éléments comprennent :

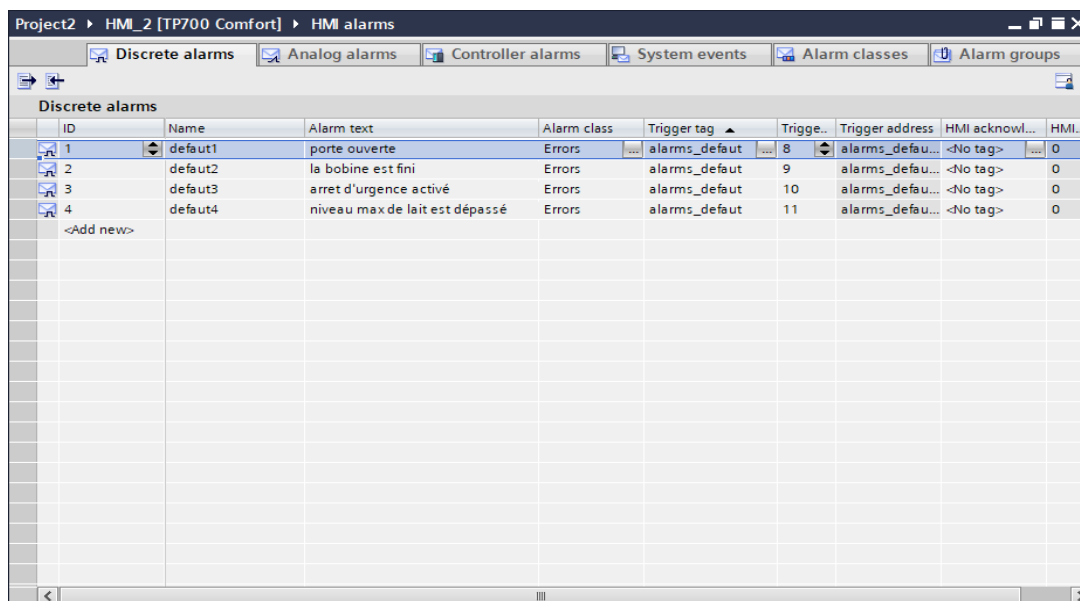
**3.7.1 Les Vues :** Représentations graphiques permettant de visualiser et de contrôler notre système (vue générale, paramètre).



**Figure 3.4 :** l'ajout du nouveau vu

**3.7.2 Variables :** Éléments de données qui transmettent des informations entre le système de la machine M1100 et l'interface homme-machine (IHM).

**3.7.3 Alarmes :** Notifications activées en cas de problème ou de dysfonctionnement de la conditionneuse.



ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge..	Trigger address	HMI acknowl...	HMI...
1	default1	porte ouverte	Errors	alarms_defaut	8	alarms_defau...	<No tag>	0
2	default2	la bobine est fini	Errors	alarms_defaut	9	alarms_defau...	<No tag>	0
3	default3	arret d'urgence activé	Errors	alarms_defaut	10	alarms_defau...	<No tag>	0
4	default4	niveau max de lait est dépassé	Errors	alarms_defaut	11	alarms_defau...	<No tag>	0
<Add new>								

**Figure 3.5 :** Table des alarmes

### 3.8 Les vues de supervision de notre projet :

Les principaux objets du projet sont les vues. Il permet la visualisation et la surveillance du système. L'interface graphique de la Machine de conditionnement de lait M1100 se compose de plusieurs vues:

#### 3.8.1 Vue principale :

La figure représente la page d'accueil de mon interface (Home), elle contient trois portes principales, le premier est pour la supervision générale de la conditionneuse de lait, le second est pour le réglage des paramètres des actions de notre machine, troisième est pour les alarmes avec un bouton des notifications de ce dernier.



Figure 3.6 : fenêtre principale

3.8.2 Vue de supervision générale :

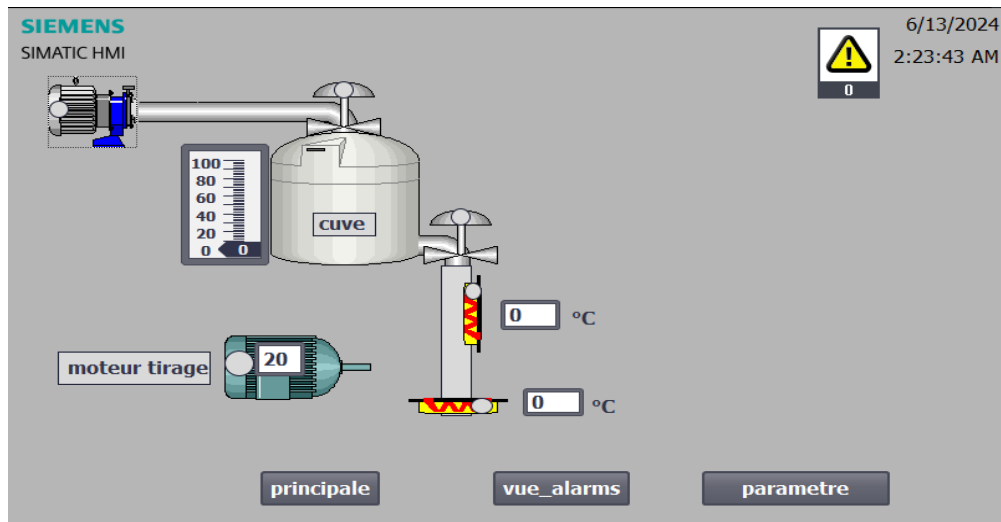


Figure 3.7: fenêtre de supervision générale

3.8.3 Vue paramètres :

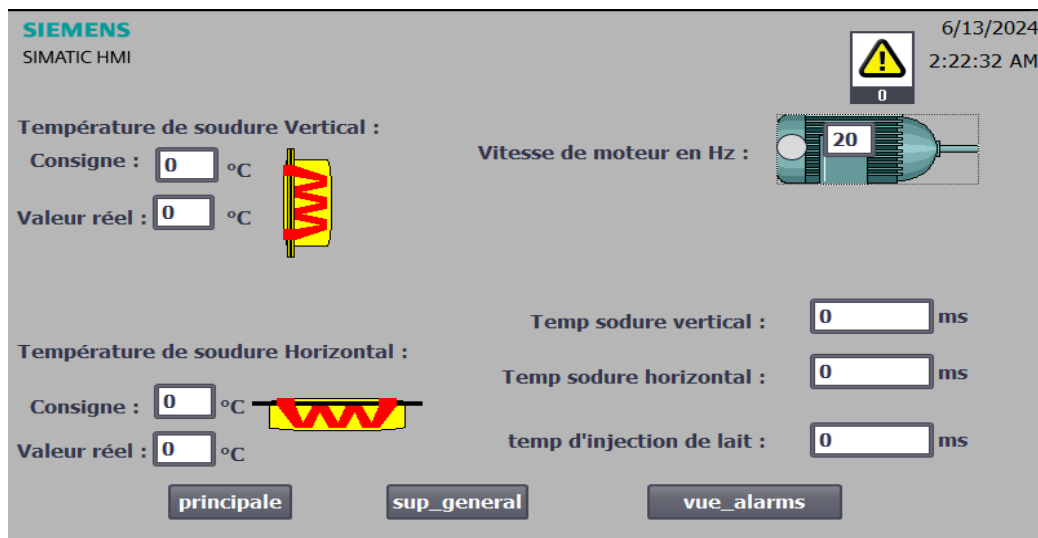


Figure 3.8 : fenêtre des paramètres

### 3.8.4 Vue alarmes :

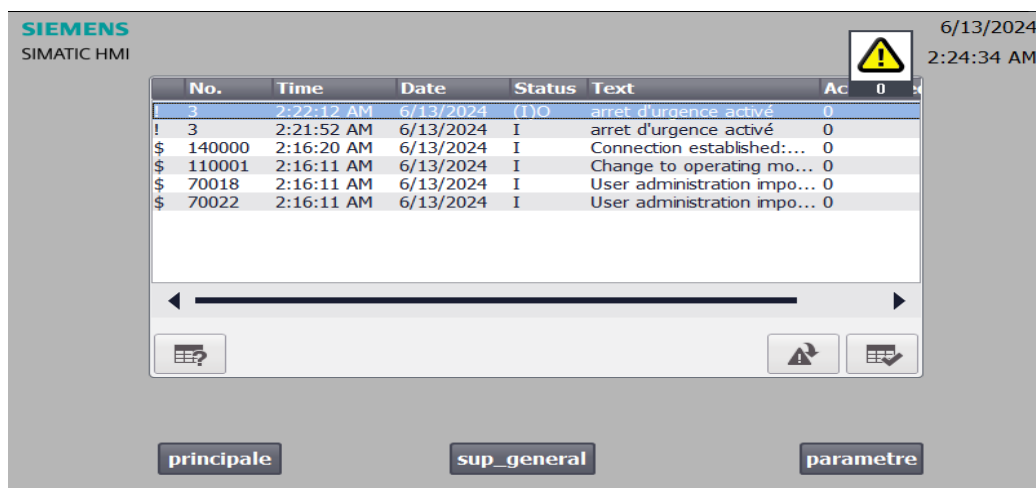


Figure 3.9 : Fenêtre des alarmes

### 3.9 Test et simulation :

Pour faire la simulation de programme il faut d'abord lancer la simulation PLCSIM, activer la CPU et faire charger le programme en suite en lance le simulateur WinCC runtime pour visualiser le fonctionnement de processus.

### 3.10 Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons décrit la supervision en précisant sa place dans l'industrie puis nous avons élaboré sous le logiciel Win CC les écrans permettant de suivre l'évolution du procédé online, et d'intervenir directement sur la commande du processus.

# Conclusion Générale

Dans le cadre de notre cursus de Master en Automatique Industrielle, nous avons eu l'opportunité de réaliser notre projet de fin d'études au sein de la Laiterie EURL STLD, une société spécialisée dans la transformation de lait et de ses dérivés. Plus précisément, nous avons travaillé au sein d'un département de la chaîne de production du Lait, où nous avons eu pour mission de rendre la commande du système de la machine plus fiable. L'objectif principal de l'automatisation est de contrôler une machine de manière sûre et efficace. Grâce aux avancées technologiques en matière de contrôle et de sécurité offertes par l'automatique, l'homme a pu améliorer les installations industrielles. Cela a permis la naissance des automates programmables industriels, des équipements performants qui fonctionnent à base d'outils de haute technologie et qui gèrent avec aisance des systèmes automatisés, des plus simples aux plus complexes, assurant ainsi des performances inégalées. Notre travail a consisté à remplacer l'automate programmable de la machine par un automate plus fiable et plus performante. se révèle comme étant la solution qui subviendrait aux besoins du monde industriel, qui ne cesse de trop exigé pour ce qui est de qualité et quantité des produits.

Un modèle Grafset a été fait dans le deuxième chapitre. Dans le troisième chapitre une présentation des automates programmables Industriels (API) a été faite, nous avons aussi détaillé l'automate S7 1200 ainsi ces techniques de programmation, nous avons enchainé par une présentation du le logiciel Tia Portal V18

Une plate-forme de supervision a été développée dans ce chapitre, elle est constituée d'une vue principale qui permet d'accéder aux vues secondaires, pour visualiser les différents organes du Conditionneuse Lait et plusieurs simulations ont été faites pour vérifier et mettre en évidence le grafset du Conditionneuse Lait

Cette réalisation nous a poussé à faire appel à toutes nos connaissances et aptitudes acquises durant notre formation et nous a permis d'appréhender les difficultés qu'on peut rencontrer tous les jours dans le monde professionnel et d'avoir une expérience pratique.

## **Perspectives :**

Actuellement, notre machine de conditionnement de lait utilise un système d'injection (vanne d'injection ) basé sur une temporisation réglable. Cette méthode, bien que fonctionnelle, présente des limitations en termes de précision et de fiabilité. La quantité de lait injectée dépend du temps, ce qui peut entraîner des variations dues aux fluctuations de la pression, ou d'autres facteurs externes.

Pour améliorer la précision et la fiabilité de notre machine, nous proposons une régulation PID pour cela en ajoute ces éléments

- **la vanne analogique :** Contrairement à la vanne d'injection, la vanne analogique ajuste elle-même le débit d'injection en fonction des besoins en temps réel, simplifie le système sans nécessiter un contrôle externe pour améliorer la précision et la fiabilité de notre machine
- **Tapis roulant :** récupère les sachets dès leur sortie de la machine et les transporte directement vers les cartons de conditionnement. Car actuellement, notre machine de conditionnement de lait relâche les sachets remplis dans un panier. Une fois le panier rempli, un opérateur doit le remplacer par un autre et vider les sachets dans des cartons. Ce processus manuel est inefficace et peut entraîner des pertes de temps

En integre dans le tapis roulant

- **Détecteur de poids :** mesure en temps réel la quantité de lait injectée dans chaque sachet.

En combinant le la vanne analogique avec le tapis roulant et détecteur de pois le système ajuste continuellement le processus d'injection pour corriger toute déviation. et réduire la manutention manuelle et évité les pertes de temps.et amélioré l'effecacité du processus de notre machine

# BIBLIOGRAPHIE

[2] : D. D.DUPONT, «réalisation technologique du GRAFCET,» **Technique de l'ingénieur**, vol. S 8 032.

[3] : Murata, T. (1989). "Petri Nets: Properties, Analysis and Applications." **Proceedings of the IEEE**, 77(4), 541-580.

[4] : P. JARGOT, « Langages de programmation por API, Norme IEC 1131-3,» **Technique de l'ingénieur**, vol. S 8 030.

[5] : G. MICHEL, **les A.P.I Architecture et application des automates programmables industriels**, Edition DUNOD, 1987.

[6] : H.Alli, R.David, « du Grafcet aux réseaux de pétri », HERMES, 1997,500p

[7] : Hughes, T. A. (2010). *Measurement and Control Basics*. ISA.

[8] :A. Maldi, « Cours d'automatismes industriels », UMMTO, 2005/2006.

[9] : Boulanger, F. (2019). *Automates programmables industriels : cours et exercices corrigés*. Dunod.

[10] Bonnet, J., & Bouchet, P. (2020). *L'innovation numérique*. Dunod.

**Sites web :**

[1] : **[www.lefermier-dz.com](http://www.lefermier-dz.com)**

## **Résumé :**

Dans le cadre de notre Master en Automatique Industrielle, nous avons réalisé notre projet de fin d'études à la Laiterie EURL STLD, spécialisée dans la transformation de lait. Notre mission consistait à améliorer la fiabilité de la commande d'une machine dans la chaîne de production de lait en remplaçant l'automate programmable existant par un modèle plus performant.

L'objectif principal de notre projet était de garantir un contrôle sûr et efficace de la machine grâce à l'automatisation, en utilisant les avancées technologiques disponibles. Nous avons élaboré un modèle Grafcet et présenté en détail les automates programmables industriels, en particulier le S7 1200 et ses techniques de programmation avec le logiciel TIA Portal V18. Nous avons également développé une plateforme de supervision pour visualiser les différents composants de la conditionneuse à lait et effectué des simulations pour valider notre travail.

Ce projet nous a permis de mettre en pratique nos connaissances théoriques, de développer nos compétences techniques et de mieux comprendre les défis du monde professionnel, tout en acquérant une expérience pratique précieuse.

## **Mot clé :**

API, Conditionneuse de lait, GRAFCET, TIA Portal, S7-1200, Micrologix 1100, M1100, WinCC runtime, Amélioration, sonde ultrason, Immigration.