

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية  
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا  
Faculté de Technologie

قسم الإلكترونيك  
Département d'Électronique



## Mémoire de Master

Filière Automatique  
Spécialité Automatique et Informatique Industriel (AII)

présenté par

KOUIDER BACHIR ZINE-EDDINE

---

# Développement d'une solution de commande et supervision de la station de transfert et de dosage de la semoule à base d'un API S7-300

---

Proposé par :

Mr Z.BENSELAMA (USDB) & Mr I.ZITOUNI TERKI (SIM)

Année Universitaire 2019-2020

# *Remerciements*

*Je remercie " ALLAH " qui m'a donné la force, les possibilités et le courage pour réaliser ce modeste travail.*

*Je remercie mon promoteur Monsieur Z. BEN SELAMA qui a suivi de très près ce travail, pour les aides et les orientations qu'il m'a donné pendant toute la durée de ce travail.*

*Et je remercie l'ingénieur Imad. ZITOUNI TERKI qui a aussi suivi ce travail, pour l'aide qui a fourni et dirigé et la disponibilité qu'ils m'ont prodigué pendant toute la durée de stage et aussi toute les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin au sein de l'entreprise SIM.*

*Mes remerciements vont, également, aux membres du jury qui nous ferons l'honneur de juger mon travail.*

*Je voudrais remercier l'ensemble des enseignants de la spécialité automatique.*

*En fin, j'exprime ma très grande reconnaissance à ma famille, à mon père et ma mère, mon frère et mes sœurs.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à mes chers parents "mon père et ma mère " qui m'ont soutenu et je suis arrivé ici avec leurs DOUAE, et aider tout au long de mon parcours, sans eux je ne serai jamais arrivé là où je suis.*

*A mon frère et mes sœurs et à tous ma famille.*

*A mes amis qui ont étudié à mes côtés dans l'université et lycée et tous les autres restants.*

*A tout mes amis de la promotion automatique 2019/2020.*

## Résumé

---

**ملخص:** يعتمد العمل في هذه الأطروحة بشكل أساسي على استخدام المعالج API من عائلة SIEMEN. لقد حققنا الأتمتة و الإشراف على محطة تحويل و تجريع السميد الموجودة على مستوى مجمع SIM باستخدام برنامج TIA PORTAL V15. إدارة العمليات و الاستحواذ و ضمان معالجة البيانات تتم بواسطة API S7-300 لعائلة SIEMENS و قد أنشئنا أيضا الواجهة آلة الإنسان (HMI) باستخدام برنامج WINCC RUNTIME ADVANCE من اجل التحكم و الإشراف على عملية المشغل.

**كلمات المفاتيح:** الواجهة آلة الإنسان. API S7-300, TIA PORTAL V15, WINCC RUNTIME ADVANCE.

---

**Résumé :** Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation d'un automate programmable de la famille SIEMENS. Nous avons réalisé une automatisation et une supervision de la station de transfert et dosage de semoule situé au niveau de groupe SIM, à l'aide de logiciel TIA PORTAL V15. La gestion de processus, l'acquisition et le traitement des données sont assurés par l'API S7-300 de la famille SIEMENS, nous avons aussi créé l'interface homme machine (IHM) à l'aide de logiciel WINCC RUNTIME ADVANCE afin de faire la commande et la supervision de processus pour l'opérateur.

**Mots clés :** IHM, API S7-300, TIA PORTAL V15, WINCC RUNTIME ADVANCE.

---

**Abstract:** The work presented in this memory is essentially based on the use of a PLC programmable from the SIEMENS family. We have achieved automation and supervision of the semolina transfer and dosing station located at the SIM group level, using TIA PORTAL V15 software. Process management, acquisition and data processing is ensured by the PLC S7-300 of the SIEMENS family, we have also created the interface man machine (HMI) using WINCC Runtime ADVANCE software in order to control and supervise process for the operator.

**Keywords:** HMI, PLC S7-300, TIA PORTAL V15, WINCC RUNTIME ADVANCE.

# *Table des Matières*

# Table des Matières

---

## **Introduction Générale**

Introduction Générale .....	1
-----------------------------	---

## **Chapitre 1 : Généralités**

1.1 Introduction .....	2
1.2. Les systèmes automatisés .....	2
1.2.1. Définition .....	2
1.2.2. Description de système automatisée .....	2
1.2.2.1. Partie Commande.....	3
1.2.2.2. Partie Opérative .....	3
1.2.2.3. Partie dialogue (pupitre de dialogue) .....	4
1.2.3. Le but de l'automatisme .....	4
➤ Pourquoi la logique programmé ? .....	5
1.2.4. Les avantages et les inconvénients d'un système automatisée .....	6
1.3. Les automates programmables industrielle .....	6
1.3.1. Définition .....	6
1.3.2. Nature des informations traitée par l'automate .....	6
1.3.3. Architecteur interne d'un API .....	7
A. L'unité centrale de l'automate (CPU) .....	7
A.1. Unité de traitement (UT) .....	7
A.2. Mémoires .....	8
B. BUS .....	8
C. L'unité d'alimentation .....	8
D. L'unité d'entrée-sortie .....	9
1.3.4. Le cycle d'un API .....	9
1.3.5. Aspect extérieur .....	10
1.3.6. Choix d'un API .....	11
1.3.7. Les langages de programmation .....	12
1.3.7.1. Langage à contact LD .....	12
1.3.7.2. Langage FBD .....	12

## **Table des Matières**

---

1.3.7.3. Langage Liste IL .....	12
1.3.7.4. Langage littéral structuré .....	12
1.3.7.5. Langage GRAFCET .....	12
1.3.8. Les avantages et les inconvénients d'API .....	13
1.4. Mise en Réseau .....	13
1.4.1. PROFIBUS .....	13
1.4.1.1. Les Caractéristique de PROFIBUS .....	14
1.4.2. L'interface Multipoint MPI .....	15
1.4.2.1. Les Caractéristique de L'MPI .....	15
1.4.3. PROFINET .....	15
➤ Communication PROFINET .....	16
1.4.4. Couplage PROFINET/PROFIBUS .....	17
1.5. Conclusion .....	17

## **Chapitre 2 : Description de la station et identification de matérielle utilisée.**

2.1 Introduction .....	18
2.2 Description de l'unité de production .....	18
2.2.2. Description des équipements de la station .....	20
➤ Bilan des équipements de la station de transfert de semoule .....	20
A. Les Silos .....	20
B. Vibrateur (EX) .....	21
C. Vis sans Fin (SC) .....	21
D. Déviateur (DV) .....	22
E. La Vanne (SG) .....	22
F. Ecluse Rotative(RV) .....	23
G. Le Compresseur d'air (BL) .....	23
H. Mélangeur (MX) .....	24
2.3. Appareillage électrique .....	25
2.3.1. Les Capteurs .....	25
➤ Bilan des capteurs de la station .....	25

## *Table des Matières*

---

2.3.1.1. Les Capteurs analogique .....	25
A. Détecteur de niveaux (ultrasonore) .....	25
2.3.1.2. Les Capteurs logique (TOR) .....	26
A. Fin de cours .....	26
➤ Détecteur de bourrage .....	27
C. Capteur magnétique .....	27
D. Capteur capacitif .....	28
E. Capteur de pression (pressostat) .....	28
2.3.2. Les Actionneurs .....	29
➤ Bilan des actionneurs de la station .....	29
A. Moteur asynchrone .....	29
B. Vérin .....	30
➤ Vérin simple effet (VSE) .....	30
➤ Vérin double effet (VDE) .....	31
2.3.3. Les Pré-actionneurs .....	31
➤ Bilan des pré-actionneurs de la station .....	31
2.3.3.1. Les Pré-actionneurs électrique .....	32
A. Contacteur .....	32
B. Contacteur auxiliaire .....	32
C. Variateur de vitesse .....	33
2.3.3.1. Les Pré-actionneurs pneumatique .....	33
A. Distributeur .....	33
➤ Distributeur monostable .....	34
➤ Distributeur bistable .....	34
2.3.4. Les éléments de protection .....	35
A. Les disjoncteurs .....	35
B. Les Fusibles .....	35
C. Arrêt d'urgence .....	36
D. Transformateur .....	36
2.4. Conclusion .....	37



## **Chapitre 3 : Automatisation de la station**

3.1. Introduction .....	38
3.2. Cahier de charge .....	38
3.3. Partie hardware (API S7-300) .....	43
3.3.1. Modularité de l'API S7-300 .....	44
A. L'unité centrale (CPU) .....	44
B. profile-supporte (châssis).....	45
C. Le Module d'alimentation (PS) .....	45
D. Processeur de communication .....	45
E. Module fonction (FM) .....	45
F. Module signaux (SM) .....	46
G. Module de couplage (IM) .....	47
3.4. Partie électrique .....	47
3.4.1. Généralités sur les installations électrique .....	47
3.4.2. Présentation de logiciel Vision .....	48
3.5. Partie Software (la programmation) .....	49
3.5.1. Présentation de logiciel TIA PORTAL .....	49
3.5.2. La conception d'un programme avec TIA PORTALE V15 .....	49
A. La Vue de portale .....	50
B. La Vue de projet .....	50
C. Création d'un projet .....	51
D. Configuration matérielle .....	52
E. Adressage des E/S .....	53
F. Adressage MPI de la CPU .....	54
G. Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	55
H. Chargement de la configuration matérielle dans le simulateur .....	57
3.5.3. La table de variable de l'API .....	58
3.5.4. Les Blocs de programme .....	59
A. Bloc d'organisation (OB).....	60
B. Fonctions (FC).....	60

## **Table des Matières**

---

C. Blocs fonctionnels (FB) .....	60
D. Blocs de données (DB) .....	60
3.5.5. Architecteur de programme .....	61
3.6. Conclusion .....	63

### ***Chapitre 4 : Supervision et simulation***

4.1 Introduction .....	64
4.2 Généralités sur la supervision .....	64
4.3. Les avantages de la supervision .....	64
4.4. SIMATIC WINCC .....	65
4.5. Création d'une interface de vue .....	66
A. Le choix de pupitre .....	67
B. La passerelle (Gateway) .....	68
4.6 .Mise en réseau .....	69
4.7. La vue de supervision .....	70
4.8. Visualisation de l'animation de la station .....	71
4.9. La table des variables de l'IHM .....	78
4.10. Les Alarmes .....	79
4.11. Vue d'Alarme .....	79
4.12. Conclusion .....	80

### ***Conclusion Générale***

Conclusion Générale .....	81
---------------------------	----

# *Liste des Figures*

# *Liste des Figures*

---

<b>Figure 1.1</b> : Structure d'un système automatisé .....	<b>02</b>
<b>Figure 1.2</b> : Exemple de Pré-Actionneurs .....	<b>03</b>
<b>Figure 1.3</b> : Exemple de Capteurs .....	<b>03</b>
<b>Figure 1.4</b> : Exemple d'actionneurs .....	<b>04</b>
<b>Figure 1.5</b> : Architecture interne d'un API .....	<b>07</b>
<b>Figure 1.6</b> : Le Cycle d'un API .....	<b>10</b>
<b>Figure 1.7</b> : API compact .....	<b>10</b>
<b>Figure 1.8</b> : API modulaire .....	<b>11</b>
<b>Figure 1.9</b> : Configuration d'un réseau PROFIBUS .....	<b>14</b>
<b>Figure 1.10</b> : Configuration d'un réseau MPI .....	<b>15</b>
<b>Figure 1.11</b> : Exemples d'applications possibles avec Industrielle Ethernet et PROFIBUS.	<b>16</b>
<b>Figure 1.12</b> : Relation entre deux réseaux de nature différent .....	<b>17</b>
<b>Figure 2.1</b> : schéma d'unité de production .....	<b>19</b>
<b>Figure 2.2</b> : Silo de stockage .....	<b>20</b>
<b>Figure 2.3</b> : Vibrateur de silo .....	<b>21</b>
<b>Figure 2.4</b> : Vis sans Fin .....	<b>21</b>
<b>Figure 2.5</b> : Le déviateur .....	<b>22</b>
<b>Figure 2.6</b> : La Vanne .....	<b>22</b>
<b>Figure 2.7</b> : Ecluse Rotative .....	<b>23</b>
<b>Figure 2.8</b> : Compresseur d'air .....	<b>24</b>
<b>Figure 2.9</b> : Le Mélangeur .....	<b>24</b>
<b>Figure 2.10</b> : Détecteur de niveaux (ultrasonore) .....	<b>26</b>
<b>Figure 2.11</b> : Fin de Cours .....	<b>26</b>
<b>Figure 2.12</b> : Capteur Magnétique .....	<b>27</b>
<b>Figure 2.13</b> : Capteur Capacitif .....	<b>28</b>
<b>Figure 2.14</b> : Pressostat .....	<b>29</b>
<b>Figure 2.15</b> : Moteur asynchrone .....	<b>30</b>

## *Liste des Figures*

---

<b>Figure 2.16</b> : Constituants de base d'un vérin .....	<b>30</b>
<b>Figure 2.17</b> : vérin simple effet A et vérin double effet B .....	<b>31</b>
<b>Figure 2.18</b> : Contacteur .....	<b>32</b>
<b>Figure 2.19</b> : Contacteur auxiliaire.....	<b>32</b>
<b>Figure 2.20</b> : Variateur de vitesse Schneider ATV 312 .....	<b>33</b>
<b>Figure 2.21</b> : Le distributeur .....	<b>33</b>
<b>Figure 2.22</b> : Distributeur monostable .....	<b>34</b>
<b>Figure 2.23</b> : Distributeur bistable .....	<b>34</b>
<b>Figure 2.23</b> : Disjoncteur .....	<b>35</b>
<b>Figure 2.24</b> : Les Fusibles .....	<b>35</b>
<b>Figure 2.25</b> : L'arrêt d'urgence .....	<b>36</b>
<b>Figure 2.26</b> : Transformateur .....	<b>37</b>
<b>Figure 3.1</b> : Synoptique de la station .....	<b>38</b>
<b>Figure 3.2</b> : La ligne de couscous CC1 Sidi Madani .....	<b>39</b>
<b>Figure 3.3</b> : Groupe des Mélangeurs MX et des Vannes SG et des Vibreurs EX .....	<b>40</b>
<b>Figure 3.4</b> : Le circuit de recyclage .....	<b>42</b>
<b>Figure 3.5</b> : Automate programmable S7-300 .....	<b>43</b>
<b>Figure 3.6</b> : Présentation des modules S7-300 .....	<b>44</b>
<b>Figure 3.7</b> : Présentation de CPU 317- 2DP .....	<b>45</b>
<b>Figure 3.8</b> : Module de signaux (SM) .....	<b>46</b>
<b>Figure 3.9</b> : Installation électrique .....	<b>47</b>
<b>Figure 3.10</b> : Page de dessin (zone de travail) de logiciel Vision .....	<b>48</b>
<b>Figure 3.11</b> : Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL .....	<b>49</b>
<b>Figure 3.12</b> : Vue de Portal .....	<b>50</b>
<b>Figure 3.13</b> : Vue de Projet (zone de travail) .....	<b>51</b>
<b>Figure 3.14</b> : Vue de Projet .....	<b>51</b>
<b>Figure 3.15</b> : Configuration et paramétrage du matériel .....	<b>52</b>

## *Liste des Figures*

---

<b>Figure 3.16</b> : Configuration et paramétrage du matériel .....	<b>53</b>
<b>Figure 3.17</b> : Adressage des E/S .....	<b>54</b>
<b>Figure 3.18</b> : Adressage de la CPU .....	<b>54</b>
<b>Figure 3.19</b> : Compilation de la configuration matérielle .....	<b>55</b>
<b>Figure 3.20</b> : Compilation et chargement de la configuration matérielle .....	<b>56</b>
<b>Figure 3.21</b> : Chargement de la configuration matérielle .....	<b>56</b>
<b>Figure 3.22</b> : Affichage des erreurs de chargement .....	<b>57</b>
<b>Figure 3.23</b> : Fenêtre de S7-PLCSIM .....	<b>57</b>
<b>Figure 3.24</b> : Table de variables d'API .....	<b>58</b>
<b>Figure 3.25</b> : Représentation d'un programme structuré schématique .....	<b>59</b>
<b>Figure 3.26</b> : Ajouter des Bloc et des Fonction .....	<b>61</b>
<b>Figure 3.27</b> : Réseaux de bloc OB .....	<b>61</b>
<b>Figure 3.28</b> : L'organisation des Blocs de station .....	<b>62</b>
<b>Figure 4.1</b> : Choisir le pupitre .....	<b>66</b>
<b>Figure 4.2</b> : Vue de l'interface de WINCC .....	<b>67</b>
<b>Figure 4.3</b> : Configuration le pupitre (PC station) .....	<b>68</b>
<b>Figure 4.4</b> : Le Passerelle PROFINET / MPI .....	<b>68</b>
<b>Figure 4.5</b> : Liaison PC station avec L'API .....	<b>69</b>
<b>Figure 4.6</b> : La Synoptique de Station .....	<b>70</b>
<b>Figure 4.7</b> : Fenêtre de vue BL .....	<b>71</b>
<b>Figure 4.8</b> : Fenêtre de vue d'une décharge de semoule .....	<b>71</b>
<b>Figure 4.9</b> : Structure de Bloc FB2.....	<b>72</b>
<b>Figure 4.10</b> : Simulation de Bloc FB9 (gestion de décharge de silo 402 à la ligne CC1) .....	<b>72</b>
<b>Figure 4.11</b> : Simulation de Bloc FB9 (gestion de décharge de silo 401 à la ligne CC1) .....	<b>73</b>
<b>Figure 4.12</b> : Fenêtre de vue demande de semoule .....	<b>74</b>
<b>Figure 4.13</b> : Fenêtre de vue demande de semoule (conditions de marche MX).....	<b>74</b>
<b>Figure 4.14</b> : Fenêtre de vue marche la ligne de vidange .....	<b>75</b>

## *Liste des Figures*

---

<b>Figure 4.15</b> Simulation de réseau de commande de DV801 .....	<b>75</b>
<b>Figure 4.16</b> : Simulation de réseau de démarrage de RV 907 et SC 907 (vidange AUTO)	<b>76</b>
<b>Figure 4.17</b> : Fenêtre de vue vidange manuel (déviation de semoule de silo 402 à silo 404).	<b>77</b>
<b>Figure 4.18</b> : Commande manuel (avec autorisation) .....	<b>77</b>
<b>Figure 4.19</b> : Commande manuel des équipements de station .....	<b>78</b>
<b>Figure 4.20</b> : La Table des variables d'IHM .....	<b>78</b>
<b>Figure 4.21</b> : La Table de génération des alarmes .....	<b>79</b>
<b>Figure 4.22</b> : Fenêtre des alarmes .....	<b>80</b>
<b>Figure 4.23</b> : Reset des alarmes .....	<b>80</b>

# *Liste des Abréviations*



## *Liste des Abréviations*

---

**AGRO** : Agro-alimentaire.

**AI** : Analogue input (entres analogique).

**AO** : Analogue out put (sortie analogique).

**API** : Automate programmable industrie.

**AUTO** : Mode automatique.

**BL** : Compresseur d'air.

**BP** : Bouton poussoir.

**CP** : Processeur de communication.

**CPU** : Central Processing Unit.

**CAN** : Convertisseur Analogique / Numérique.

**C** : Capteur.

**CC** : ligne de couscous.

**CN** : Capteur Niveaux.

**DB** : Data bloc.

**DV ou DIV**: Déviateur.

**DP** : Périphérique décentralisé.

**DI** : Digital input (entres numérique).

**DO** : Digital out put (sortie numérique).

**EX ou VIB** : Vibreur.

**EPROM** : Erasable Programmable Read Only Memory.

**EEPROM** : Electrical Erasable Programmable Read Only Memory.

**FBD** : Function Block Diagram.

**FC** : Les Fonctions.

**FB** : Fonction bloc.

**FM** : Module fonction.

**GRAF CET** : GRAPHE Fonctionnel de Commande Etape-Transition.

**IM** : Module de couplage.

**IL** : Langage liste, Instruction List.

**IHM** : Interface Homme-machine.

## *Liste des Abréviations*

---

**KM** : Contacteur principale.

**LH** : Capteur Niveaux de semoule dans le Mélangeur.

**LD** : Langage de programmation (LADDER Diagram).

**MX** : Mélangeur.

**MPI** : Multi Point Interface.

**MANU** : Mode manuel.

**NO** : Normalement Ouvert.

**NF** : Normalement Fermé.

**OB** : Bloc d'organisation.

**PC** : Partie Commande.

**PO** : Partie Opérative.

**PR** : Partie Relation ou Partie dialogue.

**PLCSIM** : Simulateur de logiciel step7.

**PROFINET** : Process Field Net.

**PROFIBUS** : Process Field Bus.

**PROM** : Programmable Read Only Memory.

**PN** : PROFINET network.

**PS** : module d'alimentation.

**PG** : La console de programmation sur le terrain.

**RV** : Ecluse Rotative.

**ROM** : La mémoire morte.

**RAM** : La mémoire vive.

**SIM** : Semoulerie industriel de la Mitidja.

**SC** : Moteur à vis (vis sans fin).

**SCADA** : Système d'acquisition et de contrôle de donnée.

**SM** : Module signaux.

**ST** : Structured Text.

**SCADA** : Système d'acquisition et contrôle de donnée.

**SG** : La vanne.

## *Liste des Abréviations*

---

**S7-300** : Type des automates programmable SIEMENS.

**SIMATIC** : SIEMENS automatique.

**TIA PORTAL** : Totally Integrated Automation Portal.

**UT** : Unité de traitement.

**VSE** : Vérin simple Effet.

**VDE** : Vérin double Effet.

**WINCC** : Windows Control Center.

**%E** : Adresse entres.

**%I** : Input.

**%Q** : Output.

**%M** : Bit mémoire.

# *Introduction Générale*

# *Introduction Générale*

---

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, et ce phénomène est toujours controversé où l'appareil a tendance à remplacer l'homme dans de nombreux tâches. Etant donné que l'homme ne peut pas effectuer les tâches faites par l'appareil dans de nombreux domaines, elle est conçue pour remplacer un système à logique câblée par un autre système à logique programmée qui réalise des fonctions d'automatisme assurant la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs, à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques, ainsi que la surveillance des processus industriels.

Les méthodes classiques comme la logique câblée présentent plusieurs inconvénients tels que la difficulté de trouver les pannes ainsi que le temps de maintenance. Parmi les plusieurs unités et stations de gestion de production que dispose L'entreprise SIM, la station de transfert et dosage de semoule qui est responsable du transfert de semoule entre l'unité de trituration de blé (Moulin) et les lignes de production des pâtes et couscous représente un intérêt très particulier puisque l'entreprise veut passer de la logique câblée à la logique programmée.

La problématique concerne la station de transfert et de dosage de semoule au niveau de groupe SIM, est actuellement manuelle ce qui, cause plusieurs problèmes, des retards de transmission donc retards de production, difficulté de contrôle de toute la station, ...etc.

Pour remédier à ces lacunes nous nous sommes fixés comme objectif à atteindre est d'augmenter la productivité, améliorer la qualité et diminuer le temps de la maintenance et cela en passant de la logique câblée à la logique programmée en incrustant dans le système de gestion et de contrôle un Automate programmable. Nous avons choisi dans notre cas l'automate programmable « SIEMENS S7 300 » ce dernier lui est associé son outil d'implémentation qui n'est autre que TIA PORTALE V15. Qui nous permettra de réaliser notre application avec une supervision conviviale et pratique.

Notre travail est organisé autour de quatre chapitres qui nous conduisent conclusion générale :

**Au premier** chapitre nous donnerons une généralisation sur les systèmes automatisés et une description des automates programmables industriels, cette présentation est clôturée par une définition du réseau industriel.

**Le second** chapitre est consacré à la description de la station et ses équipements.

**Le troisième** chapitre décrit l'API utilisée SIEMENS S7 300 et la partie électrique et informatique (la programmation) de notre station.

**Le quatrième** chapitre est consacré à la supervision et la simulation de notre projet.

# *Chapitre 1 : Généralités*

## 1.1. Introduction :

L'automatisation des systèmes de production est développée afin de réduire le coût et la complexité de l'installation, de minimiser l'intervention de l'homme dans le processus de fabrication et d'assurer une plus grande précision avec le maximum d'économie de ressource. Dans ce chapitre on traite des généralités sur les systèmes automatisés et aussi on décrit l'organe de commande, le cerveau de système automatisé, l'automate programmable et une définition sur les bus de terrain utilisés, tous ces volets doivent être connus pour faire une automatisation de cette station.

## 1.2. Les Systèmes automatisés :

Un automatisme est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générales simples et répétitives, réclamant précision et rigueur, on est passé d'un système dit manuel à un système mécanisé, puis au système automatisé. Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et dangereuses [1].

### 1.2.2. Description de système automatisé :

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC) et d'une partie opérative (PO) et une partie dialogue (PR), pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système ou la partie dialogue) donne des consignes à la partie commande, celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécutés par la partie opérative.

Une fois les ordres accomplis, la PO va le signaler à la PC elle fait un compte-rendu qui va son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a bien été réalisé (Figure 1.1) [1].

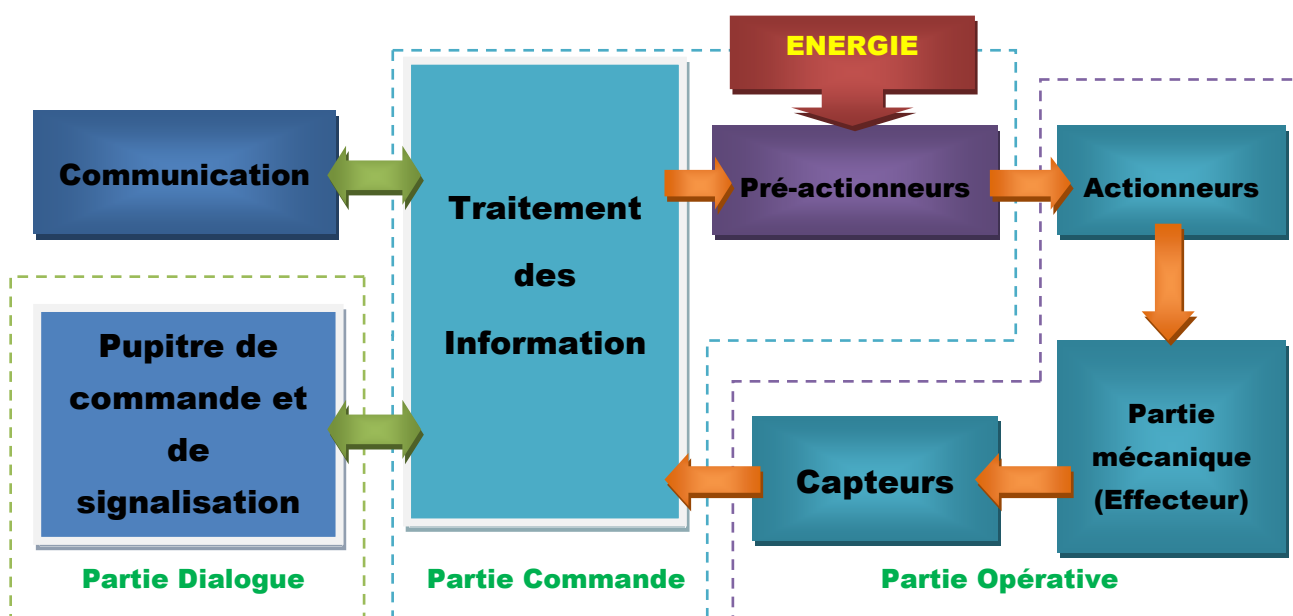


Figure 1.1 : Structure d'un Système Automatisé.

## **1.2.2.1. Partie Commande :**

Elle transmet les ordres aux actionneurs à partir des informations reçues par les capteurs, par des consignes données par l'opérateur ou du programme qu'elle contient. Elle est composée de pré-actionneurs, et / ou actuellement d'ordinateurs, de mémoires et de programmes via un automate programmable (API) qui n'est qu'un ordinateur spécialisé dans le pilotage de systèmes automatisés.

Les pré-actionneurs (Figure 1.2) les plus utilisés sont les contacteurs pour les moteurs électriques et les distributeurs pour les vérins pneumatiques ...etc. Leur fonction l'acheminement de l'énergie nécessaire issue d'une source (réseau électrique, batteries, compresseur pneumatique / hydraulique) adaptée aux actionneurs par un mouvement précis.



*Figure 1.2 : Exemple de Pré-Actionneurs.*

## **1.2.2.2. Partie Opérative :**

Appelée aussi partie puissance d'un système automatisé, c'est la partie qui effectue et exécute les ordres reçus de la partie commande. Elle consomme selon le type de technologie utilisé de l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique, elle comporte des capteurs et des actionneurs.

### ***A. Les capteurs :***



*Figure 1.3 : Exemple de Capteurs.*



# Chapitre 1 : Généralités

Un capteur (Figure 1.3) est un élément de la partie opérative qui permet de recueillir des informations et de les transmettre à la partie commande, il est capable de détecter avec ou sans contact un phénomène physique dans son environnement (présence ou déplacement d'un objet, chaleur, lumière ...etc.) et de la transmettre sous forme de signale, généralement un signal électrique.

## ***B. Les actionneurs :***

Les actionneurs (Figure 1.4) sont le plus souvent des moteurs, des électrovannes, des vérins, capable de produire un phénomène physique, tel qu'un déplacement linéaire ou rotatif, un dégagement de chaleur ou une émission de lumière à partir de l'énergie qu'ils reçoivent.



***Figure 1.4 : Exemple d'actionneurs.***

### **1.2.2.3. Partie dialogue (pupitre de dialogue):**

Elle représente le pupitre de dialogue homme-machine, équipé des organes de commande permettant la mise en/hors énergie de l'installation, la sélection des modes de marche, la commande manuelle des actionneurs, la mise en référence, le départ des cycles, l'arrêt d'urgence, ...etc. Et nous permet la visualisation de l'état du processus à tout instant. Elle doit être sous tension dans le cas d'une technologie câblée et en mode « RUN » du programme en cas d'une technologie programmée.

### **1.2.3. Le but de l'automatisme :**

- Effectuer une production qualitative (Pas d'erreur humaine : Zéro défaut) ;
- Effectuer une production quantitative (rapidité) ;
- Suppression des tâches ou actions physiques peu ou pas gratifiantes pour l'homme ;
- La réalisation d'opérations impossibles à contrôler manuellement, pouvoir accéder à des milieux de travail hostiles (chimique ...) ou des sites inaccessibles à l'homme (mer, espace) ;
- Augmenter la sécurité (Responsabilité) ;
- Superviser les installations et les machines et les processus de production ;
- La recherche des coûts plus bas pour le produit par la réduction des frais de main d'œuvre, d'économie d'énergie, économiser les matières premières, ... et l'énergie.

# Chapitre 1 : Généralités

## ❖ Pourquoi la logique programmée ?

Tout au début, les parties commandes sont réalisées avec une technologie câblée basée sur l'utilisation de l'électronique, des relais électromagnétiques et des systèmes pneumatiques où ces différentes parties sont interconnectées par un câblage représentatif de la machine en générale. Pour effectuer de petites et moyennes opérations de contrôle-commande, les relais et la logique câblée peuvent suffi. Cependant lorsque les systèmes à commander deviennent de plus en plus complexes, on aura besoin d'autres organes de commande comme les circuits logiques, les microcontrôleurs ou les automates programmables.

En rapport avec les contraintes technologiques d'un circuit câblé, ce type d'équipement présente des inconvénients tels qu'un manque de souplesse compliquant la mise au point du dispositif et rendant difficile toute modification. Grâce aux automates et aux microcontrôleurs, les opérations de modifications sur des systèmes automatisés deviennent plus faciles et ne requièrent que l'ajout de quelques lignes de code. Les automates reposent sur la logique numérique comparés au relais qui est mécanique le fait ces relais fonctionnent mécaniquement entraine qu'ils nécessitent plus d'entretien. Lors de la mise en place d'opérations plus complexes comme les temporisations et compteurs, on aura besoin d'équipements supplémentaires comme les relais temporisé ; contrairement, pour les automates on peut utiliser un nombre important de temporisateur internes des compteurs, fonctions logiques...etc.

En logique programmée le fonctionnement d'un équipement initialement représenté par un schéma électrique à contact, un logigramme ou un diagramme fonctionnel est traduit en équations booléennes et un programme d'instructions. L'installation à base d'automate programmable sera plus rapide à mettre en place en outre, grâce aux bus de terrain ou technologies sans fils, la communication entre les différents équipements peut se faire en utilisant moins de câble [2].

	<i>Systeme à base de logique câblée</i>	<i>Systeme à base de logique programmée</i>
<b>Volume</b>	<b>Encombrant, occupe plus d'espace</b>	<b>Moins d'espace</b>
<b>Rendement</b>	<b>Moins de précision, rentabilité inferieur, (bruit)</b>	<b>Très rentable et très précis</b>
<b>Cout</b>	<b>Pas cher</b>	<b>Plus cher (investissement)</b>
<b>Maintenance</b>	<b>Compliqué, demande plus temps</b>	<b>Facile à entretenir (demande certain compétences spécifique), moins de temps pour la diagnostique</b>
<b>Flexibilité</b>	<b>Application figée pour une tâche déterminée</b>	<b>Peut servir à plusieurs tâches et même à la fois</b>

**Tableau 1.1:** La logique câblée VS La logique programmée.

## **1.2.4. Les Avantages et les Inconvénients d'un système automatisé :**

### **A. Les avantages :**

- La capacité de production accélérée.
- L'aptitude à convenir à tous les milieux de production.
- La souplesse d'utilisation.
- La création de postes d'automaticiens.

### **B. Les inconvénients :**

- Le coût élevé du matériel, principalement avec les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être structurée.
- La suppression d'emplois.

## **1.3. Les Automates Programmable Industriel :**

### **1.3.1. Définition :**

Un automate programmable industriel est un dispositif électronique (une forme particulière de commande à microprocesseur) destinée à la commande de processus industriels, il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs, qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logique, de séquençage, de temporisation ou de comptage... [3].

Les API sont comme les ordinateurs, toutefois alors que les ordinateurs sont optimisés pour les tâches de calculs et d'affichage, les API sont pour les tâches de commande et les environnements industriels, voici ce qui caractérise les API :

- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit.
- Les interfaces des entrées et des sorties sont intégrées à l'automate.
- Ils sont faciles à programmer et leur langage de programmation est facile à comprendre et est principalement orienté sur les opérations logiques et de communication.

### **1.3.2. Nature des informations traitées par l'automate :**

Les informations peuvent être de type :

- **Logique (TOR) :** L'information ne peut pas prendre que deux états (0 et 1), c'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ... etc.
- **Analogique :** L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée, c'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température).
- **Numérique :** L'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale c'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.

## 1.3.3. Architecteur Interne d'un API :

De manière générale, un API est structuré autour de plusieurs éléments de base (Figure 1.5), que sont l'unité de traitement (processeur), les mémoires, l'unité d'alimentation, interface d'entrées-sorties, l'interface de communication et le périphérique de programmation.

Il est constitué d'une unité centrale de traitement (CPU), qui comprend le micro-processeur, les mémoires, elle contrôle et exécute toute les opérations de l'API, il est muni d'une horloge dont la fréquence détermine la rapidité de fonctionnement de l'API.

Au sien de l'API tous les informations sont transmises au moyen de signaux numérique, les chemins par lesquels passent ces signaux sont appelé bus [25].

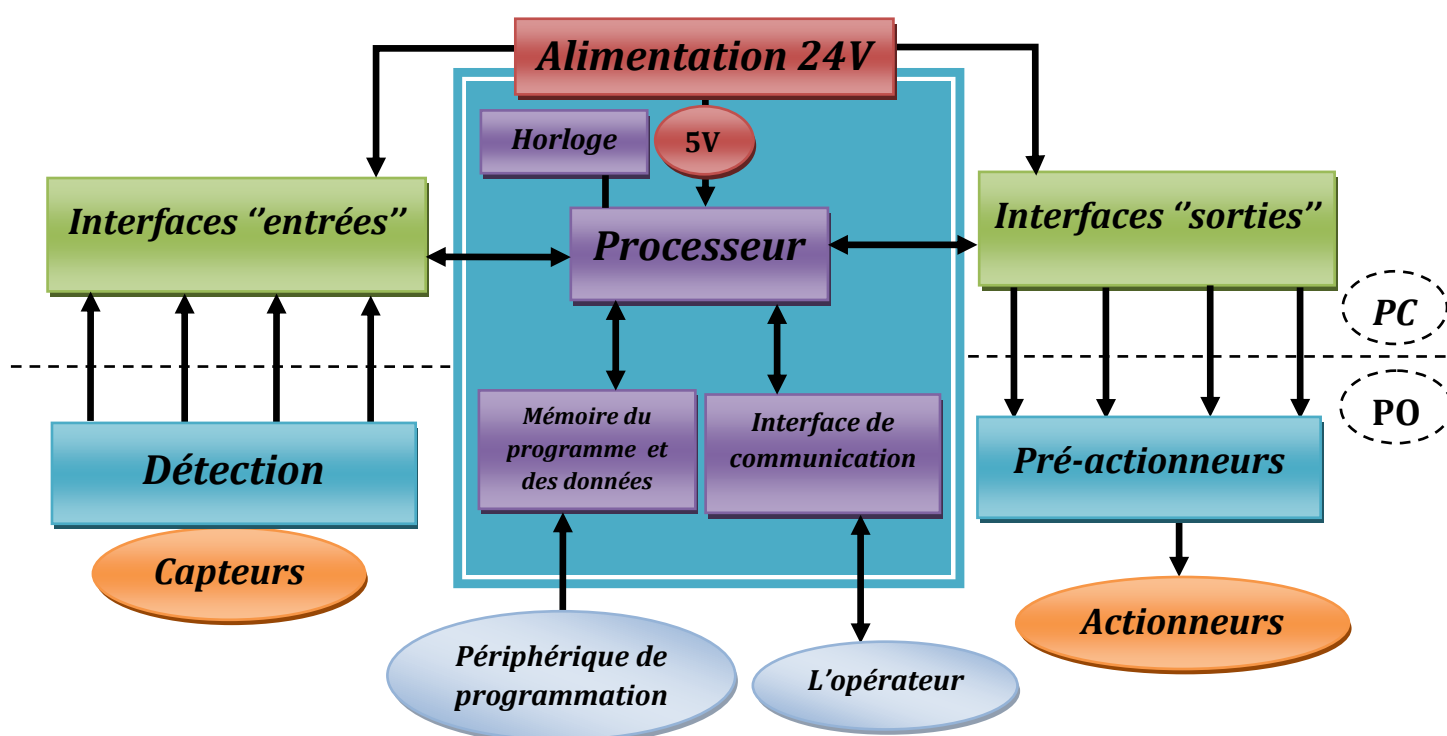


Figure 1.5 : Architecteur interne d'un API.

### A. L'unité centrale de l'automate (CPU):

L'unité centrale est le cœur de l'automate, et se compose fonctionnellement des éléments suivants :

#### A.1. Unité de traitement (UT) :

Le processeur appelé unité de traitement (UT) ou unité arithmétique et logique, à un double rôle d'assurer le contrôle de l'ensemble de l'automate et effectuer les traitements demandés par les instructions d'un programme. Il réalise les fonctions logiques, temporisation, comptage, calcul. Connecté aux mémoires et aux interfaces E/S par des liaisons de type bus parallèles, le processeur contient des registres qui sont des mémoires associées à des circuits logiques de manière à permettre l'exécution de certaines fonctions de traitement et de service [25].

## **A.2. Mémoire :**

Elle est conçue pour recevoir, gérer et stocker des informations issues des différents secteurs du système que sont le terminal de programmation (PC ou console) et le processeur, qui lui gère et exécute le programme, elle reçoit également des informations en provenance des capteurs [25].

La mémoire centrale est l'élément fonctionnel qui peut recevoir conserver et restituer les données.

- **La mémoire morte (ROM : Read Only Memory) :** Elle représente un espace de stockage permanent pour le système d'exploitation et les données figées, c'est-à-dire en lecture seulement utilisées par le CPU.
- **La mémoire vive (RAM : Random Access Memory) :** C'est une mémoire utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement, elle s'efface automatiquement à l'arrêt de l'automate (nécessite une batterie de sauvegarde).
- **PROM :** Mémoire de type ROM qu'on peut programmer une seule fois.
- **EPROM :** Mémoire de type PROM mais que l'on peut effacer par exposition du circuit aux rayons ultra-violet, elle est parfois employée pour stocker de manière permanente les programmes.
- **EEPROM :** Mémoire de type PROM que l'on peut effacer électriquement, ce type de mémoire par sa simplicité de mise en œuvre tend à remplacer de plus en plus la mémoire EPROM.

Dans un API la mémoire est découpée en plusieurs zones :

- La zone mémoire réservée au système.
- La zone mémoire programme (programme à exécuter).
- La zone mémoire des données (état des entrées et des sorties, valeurs des compteurs et des temporisateurs).
- Une zone où sont stockés des résultats de calculs utilisés ultérieurement dans le programme.
- Une zone pour les variables internes.

## **B. Bus :**

Les bus représentent les chemins au sein de l'API, les informations sont transmises en binaire sous forme de groupe de bit, et en un bit est un chiffre binaire qui vaut 1 ou 0, un mot est un groupe de bits qui constitue une information. Les interfaces entre le procédé et la logique interne d'un automate sont assurés par des cartes électroniques appelées coupleurs [25].

## **C. L'unité d'alimentation :**

L'automate est alimenté généralement par le réseau monophasé 230V ; 50Hz mais d'autres alimentations sont possibles (120V ...).

Elle est indispensable puisqu'elle convertit une tension alternative (AC 120/230 V) en une base de tension continue (5V) nécessaire au processeur et (24V) au module d'entrées sorties [25].

### **D. L'unité d'entrées - sorties :**

L'unité d'entrées-sorties apporte l'interface entre le système et le monde extérieur, elle permet d'établir des connexions avec des dispositifs d'entrée comme les capteurs et les dispositifs de sorties comme les moteurs. Le nombre de ces entrées et sorties varie suivant le type d'automate, les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16, 32 ou 64 voies et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternative) [25].

#### ➤ **Interface d'entrées :**

Ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs ou de l'opérateur. Elles peuvent être soit, des cartes d'entrées de type Tout ou Rien (TOR) qui acceptent même des composants fournissant une tension, tels que des boutons poussoirs, des interrupteurs, des capteurs de fin de course ... ou bien des cartes d'entrées de type analogique constituée d'un convertisseur analogique numérique (CAN) utilisée pour l'acquisition d'une tension ou d'un courant qui varient entre deux bornes sans discontinuité. Tous les capteurs analogiques (potentiomètre, capteur température ...) peuvent y être câblés.

#### ➤ **Interface de sorties :**

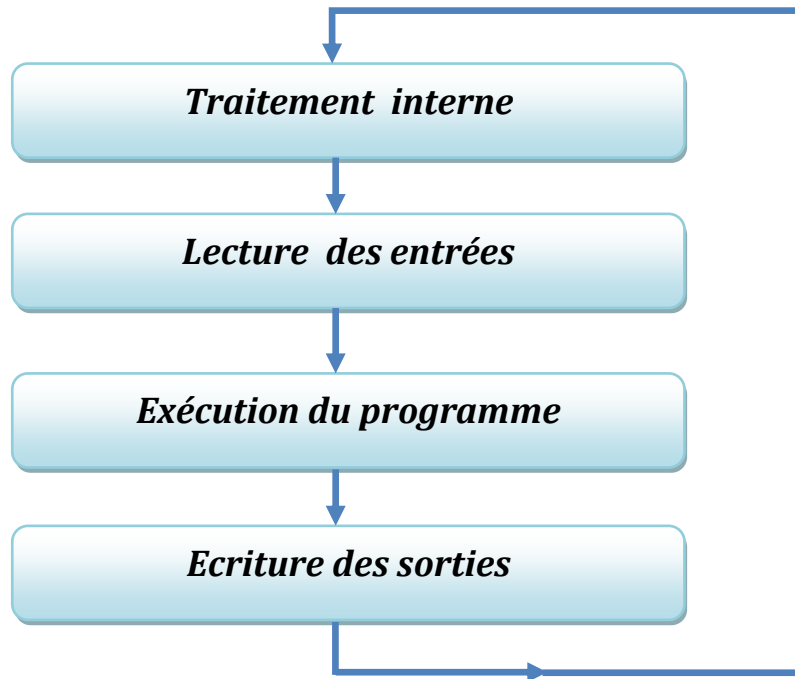
Ce sont des circuits spécialisés capables de commander en toute sécurité pour l'automate les circuits extérieurs, elles peuvent être des cartes de sorties de type Tout Ou Rien (TOR), des composants, comme des contacteurs, des électrovannes, des voyants, peuvent être commandés par ces sorties ou bien de type analogique ou la carte de sortie est constituée d'un (CAN).

### **1.3.4. Le Cycle d'un API :**

Tous les automates fonctionnent selon le même mode opératoire :

- **Traitement interne :** L'automate effectue des opérations de contrôle et met à jour certains paramètres systèmes (détection des passages en RUN / STOP).
- **Lecture des entrées :** L'automate lit les entrées (de façon synchrone) et les recopie dans la mémoire image des entrées.
- **Exécution de programme :** L'automate exécute le programme instruction par instruction et écrit les sorties dans la mémoire image des sorties.
- **Ecriture des sorties :** L'automate bascule les différentes sorties (de façon synchrone) aux positions définies dans la mémoire image des sorties.

Ces quatre opérations sont effectuées continuellement par l'automate (fonctionnement cyclique) (Figure 1.6) [25].



**Figure 1.6 : Cycle d'un API.**

### **1.3.5. Aspect extérieur :**

L'aspect des automates change d'un modèle à un autre, mais ils sont placés selon le type :

#### **A. Automate de type compact :**

Les automates de type compact (Figure 1.7) sont les micro-automates, ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties, ils peuvent réaliser certaines fonctions tel que le comptage rapide, le traitement analogique ... et peuvent recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes, le nombre d'entrées / sorties ne dépasse pas 48 [25].



**Figure 1.7 : API compact.**

### **B. Automate de type modulaire :**

Les automates de type modulaire (Figure 1.8) comportent le processeur, l'alimentation et des interfaces d'entrées / sorties séparés dans des modules et sont fixés sur un ou plusieurs racks; ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires (le nombre d'E/S peut atteindre 400 jusqu'à 2024 E/S et plus) [25].



**Figure 1.8 : API modulaire.**

### **1.3.6. Choix d'un API :**

Le choix d'un automate programmable est en premier lieu le choix d'une société ou d'un groupe, il se fait après avoir établi le cahier de charge du système à automatiser, le personnel de maintenance doit tout fois être formé sur ces matériels, il faut ensuite quantifier les besoins :

- Nombre et type d'entrées / sorties : le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaires devient élevé.
- La capacité de traitement de processeur : la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme souvent très étendue.
- Le coût de l'automate.
- La facilité de l'utilisation des logiciels de configuration.
- Fonctions de communication : l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés.



## **1.3.7. Les Langages de programmation de l'API :**

Les langages destinés à la programmation des API ont pour objectifs d'être facilement mis en œuvre par tout technicien après une courte formation, actuellement les API disposent en tout ou partie des langages de programmation suivants :

### **1.3.7.1. Langage à Contact LD (Ladder Diagram) :**

Le langage LD est le plus utilisé, il ressemble aux schémas électriques à contacts, c'est un langage graphique avec une approche aisée et visuelle du problème dédié à la programmation d'équations booléennes (TRUE /FAUX).

### **1.3.7.2. Langage FBD (Function Bloc Diagram) :**

C'est un langage qui permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs programmés ou programmables, reliés entre eux et réalisant tout type de fonctions, et cette langue de programmation représente les signaux et les données passant au travers de blocs, qui sont des éléments logiciels réutilisables, un bloc fonctionnel est une instruction du programme qui, lorsqu'elle est exécutée, produit une ou plusieurs valeurs de sortie.

### **1.3.7.3. Langage List IL (Instruction List) :**

Le langage List est très proche de l'assembleur, il utilise la totalité des fonctions de l'API, tous les réseaux de programmation, les listes d'instructions constituent une méthode de programmation que l'on peut comparer à la saisie d'un schéma à contacts sous forme d'un texte, un programme écrit selon cette méthode est constitué d'une suite d'instructions, chacune placée sur une nouvelle ligne.

### **1.3.7.4. Langage littéral structuré ST (Structured Text) :**

Ressemble beaucoup au langage C, les programmes sont écrits sous forme d'une suite d'instructions séparées par des points-virgules. C'est un langage structuré qui convient bien pour les applications faisant appel à des calculs compliqués et au traitement des chaînes de caractère, il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

### **1.3.7.5. Langage GRAFCET :**

Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions ou séquentiel, est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. C'est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est à dire décomposable en étapes.

## **1.3.8. Les Avantages et les Inconvénients d'API :**

### **A. Les avantages des API :**

- Il facilite la documentation des applications, donc leur maintenance.
- La facilité de mise en œuvre par rapport aux autres systèmes d'automatisation qui les précède.
- Les API permettent d'ajouter la disponibilité du système aux besoins.
- La capacité de production augmentée.

### **B. Les inconvénients des API :**

- L'API ne supprime pas tout le câblage, il reste le câblage du circuit de puissance.
- La suppression d'emplois.
- Le coût du matériel.

## **1.4. Mise en réseau :**

Les réseaux industriels sont désormais incontournables dans le monde de l'automatisme pour bien exploiter une installation ils apportent une grande souplesse aux systèmes de contrôle / commande, ils diminuent les coûts de câblage, et ils offrent des possibilités nouvelles pour le contrôle et la supervision des installations, tant pour les équipes d'exploitation que de maintenance, de production ou de gestion, les applications automatisées recouvrent des domaines multiples et variés dans des contextes tout aussi divers, avec des contraintes et des exigences qui leur sont propres. Par conséquent, tout à la fois pour des raisons historiques, économiques et technologiques, l'offre de solutions en réseaux industriels de communication.

Les bus de terrain sont les réseaux qui permettent de communiquer avec les équipements de terrain, c'est à dire avec les capteurs (TOR où analogique), et avec les actionneurs (en particulier les instruments qui fonctionnent en tout ou rien) tout en réduisant les coûts de câblage, mais aussi avec les automates programmables industriel, les terminaux opérateurs ou les applications de supervision de procédé.

Dans un bus de terrain, le contrôleur d'automatisme pilote sa périphérie industrielle composée de concentrateurs d'entrées / sorties, digitaux ou analogiques, ... etc. Le lien entre l'unité de traitement et sa périphérie doit être vu ici comme une extension du bus de l'automate. L'utilisateur ne voit pas la différence en terme de performance et de mise en œuvre entre ce qui reste physiquement dans le rack local et ce qui est déporté sur le bus de terrain [4].

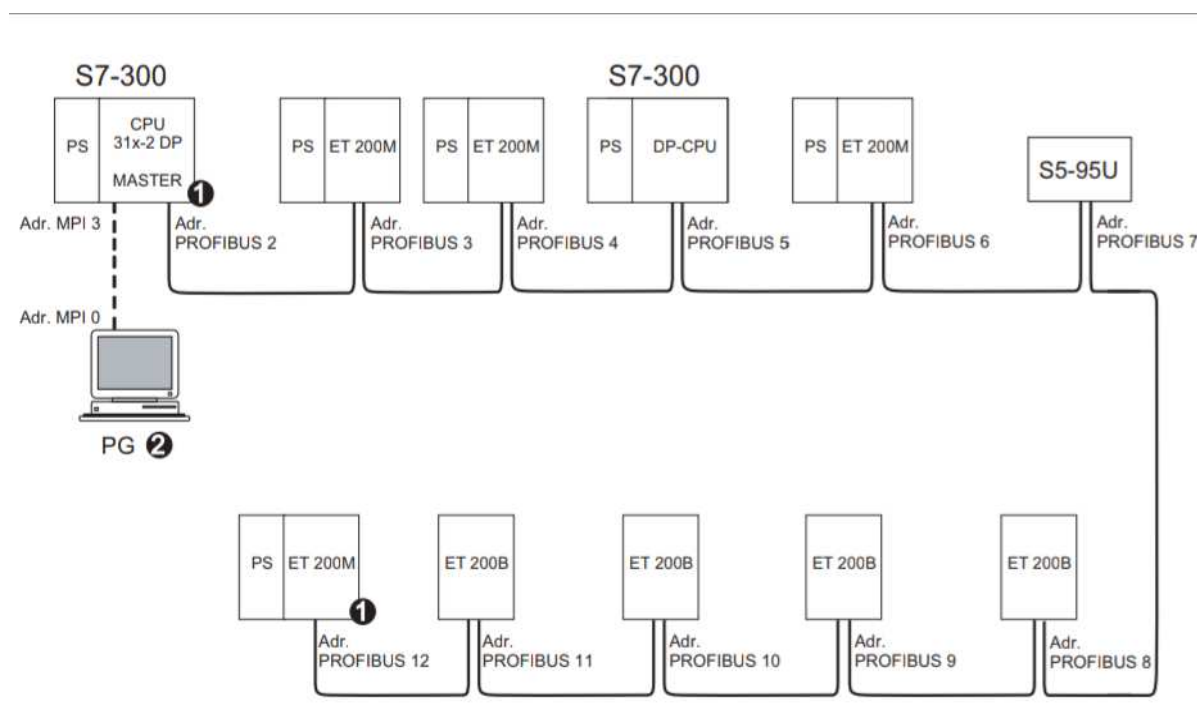
### **1.4.1. PROFIBUS :**

Est un réseau de terrain ouvert, pour diminuer le coût de câblage des entrées/sorties son utilisation s'étend du niveau d'atelier jusqu'au niveau capteur, permettent une connexion décentralisé des appareils, essentiellement PROFIBUS DP (périphérique décentralisé).

## Chapitre 1 : Généralités

PROFIBUS DP est utilisé en production pour le pilotage de capteurs et d'actionneurs par un automate central, les autres domaines d'application sont le groupement "d'intelligence décentralisée", c-à-d la mise en réseau de plusieurs automates.

Le principe de la communication PROFIBUS DP est un système maître-esclave (Figure 1.9). Le maître (API ou PC) réalise des échanges de données avec des appareils de terrain décentralisés (esclaves DP), les échanges sont effectués de manière cyclique et continue par le maître sans nécessiter de lignes de programmations dans le programme utilisateur. Un esclave DP est une station qui assure la saisie des informations (entrées) et qui délivre des ordres (sorties) vers le processus [4] [6].



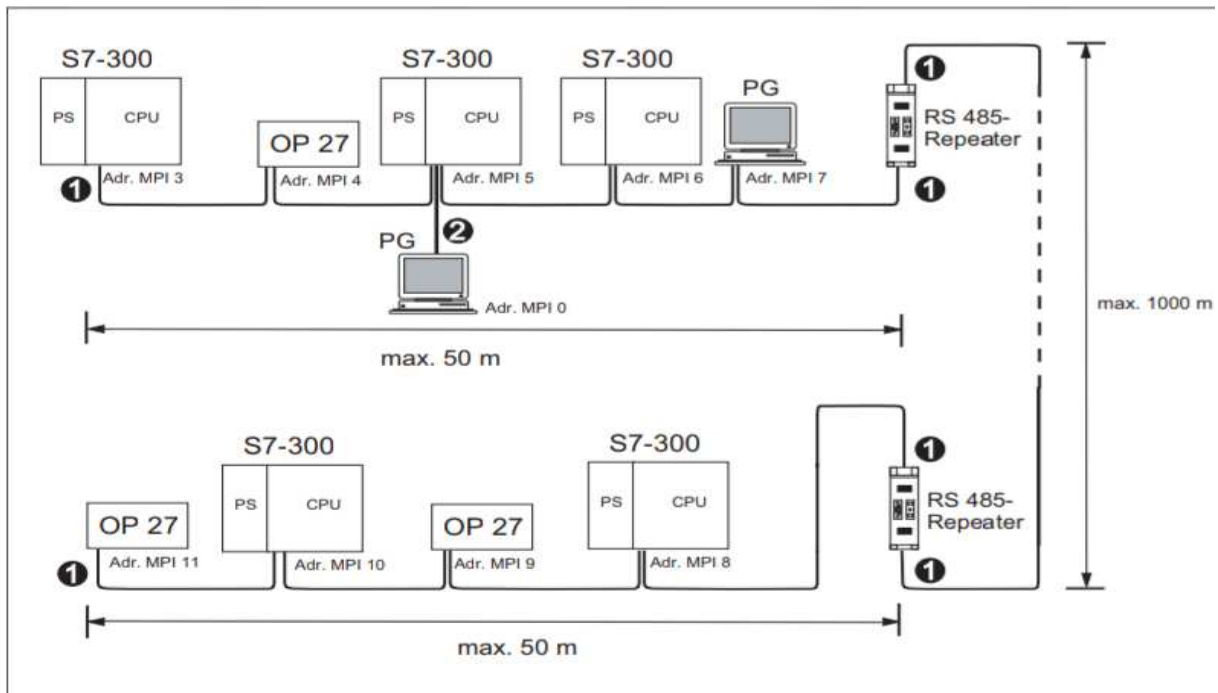
**Figure 1.9 : Configuration d'un réseau PROFIBUS.**

### **1.4.1.1. Les Caractéristiques de PROFIBUS :** [6]

- 127 participantes max (les adresses réservées sont 1 pour maître et 1 pour PG et 125 esclaves ou autres maîtres) avec une taille de trame 0 à 246 octets.
- La répartition de bus s'effectue selon le procédé passage de jeton à maître-esclave.
- La transmission des données s'effectue soit par un câble à 2 fils avec l'interface RS 485 ou par fibre optique.
- La vitesse de transmission peut atteindre à 12Mbit/s, 6Mbit/s, 3Mbit/s, 1.5Mbit/s, 500Kbit/s, 187.5Kbit/s, 93.75Kbit/s, 45.45Kbit/s, 19.2Kbit/s, 9.6Kbit/s.
- L'extension de transmission pour une conception électrique jusqu'à 12 Km (1 Km pour 187.5 et 9.6 Kbit/s, 100m pour 12Mbit/s ...), pour une conception optique jusqu'à 23.8 Km.
- Pour une conception électrique 9 répéteurs max connectés en série.

## **1.4.2. L'interface Multipoint MPI :**

Est un bus de terrain développé par SIEMENS, on le trouve comme interface intégré dans les appareils SIEMENS, et l'interface de la CPU avec un PG / PC ou pour la communication dans un sous-réseau MPI (Figure 1.10) il sert pour la communication entre deux ou plusieurs automates [4].



**Figure 1.10 : Configuration d'un sous - réseau MPI.**

### **1.4.2.1. Les Caractéristiques de l' MPI :** [6]

- 32 participant max (adresses sont réservées 1 pour PG et 1 pour PC).
- La transmission des données s'effectue soit par un câble à 2 files avec l'interface RS 485 ou par fibre optique.
- La vitesse de transmission peut atteindre à 19.2 Kbit/s (avec S7-200) à 12 Mbit/s.
- L'extension de transmission jusqu'à 50 m (19.2 Kbit/s, 187.5 Kbit/s) et 1100 m avec répéteurs RS285.
- La topologie de réseau RS285 a bus et étoile ou anneau.

### **1.4.3. PROFINET :**

PROFINET est une norme technique industrielle pour la communication de données sur Ethernet industrielle, et conçu pour la collecte de données et le contrôle des équipements dans les systèmes industrielles, avec une force particulière dans la fourniture de données sous contraintes de temps serrées. Par conséquent, PROFINET satisfait à tous les besoins des applications d'automatisme, et peut être utilisé en automatisme industriel, pour le contrôle de procédé, pour des applications de sûreté ou pour des applications de contrôle d'axes.

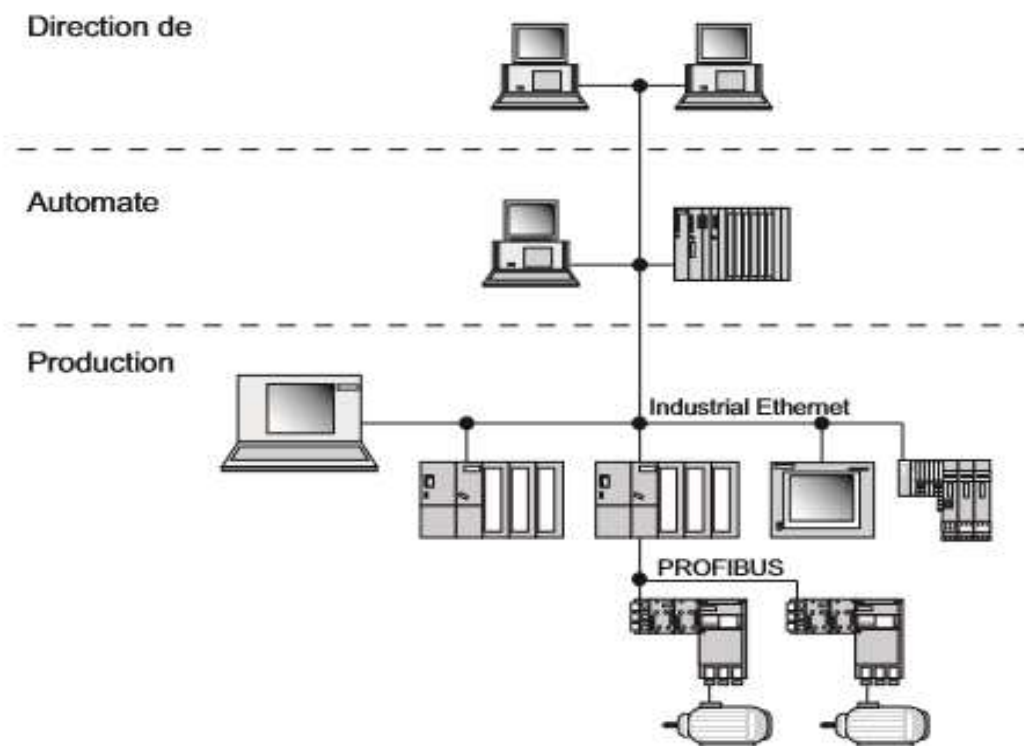
## Chapitre 1 : Généralités

PROFINET implémente l'interfaçage avec les périphériques, il définit la communication avec les périphériques connectés au terrain. Sa base est un concept en temps réel en cascade, il définit l'ensemble de l'échange de données entre les contrôleurs et les appareils, ainsi que le paramétrage et le diagnostic. Les contrôleurs sont généralement un API, tandis que les périphériques peuvent être variés : blocs d'E/S, variateurs, capteurs ou actionneurs ... etc. Cette protocole est conçu pour l'échange rapide de données entre des appareils de terrain basés sur Ethernet et suit le modèle fournisseur- consommateur [4] [5].

- **Communication PROFINET :**

- La communication PROFINET se fait via Ethernet industrielle, elle supporte les modes de transfert suivants : Transfert acyclique de donnée d'ingénierie et données à temps critique (ex. paramètres et données de configuration, données de diagnostic, alarmes ...).
- Transmission cyclique de données utiles (ex. valeurs de processus, ...).

L'accès aux données de processus à partir de différents niveaux de l'usine est pris en charge par la communication PROFINET (Figure 1.11), il est ainsi possible d'accéder en toute transparence, à partir de la bureautique de la direction de l'entreprise, directement aux données des automates au niveau de la commande et de la production [5].

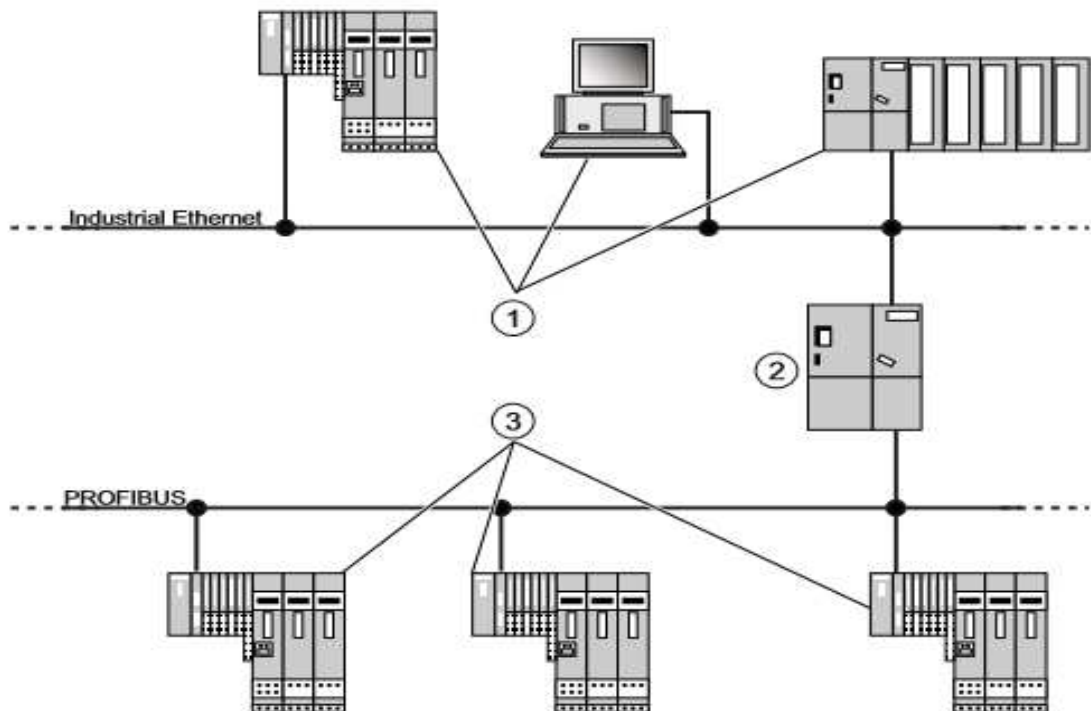


**Figure 1.11 :** Exemples d'applications possibles avec Industrielle Ethernet et PROFIBUS.

## **1.4.4. Couplage de PROFINET / PROFIBUS :**

Les appareils PROFIBUS peuvent être connectés à l'interface PROFIBUS locale d'un appareil PROFINET (Figure 1.12).

- 1) Appareils PROFINET ;
- 2) Appareil PROFINET / PROFIBUS (généralement une passerelle (Gateway)) ;
- 3) Appareils PROFIBUS.



**Figure 1.12 : La Relation entre deux réseaux de nature différents.**

## **1.5. Conclusion :**

Ce chapitre nous avons décrit les systèmes automatisés ainsi que les automates programmables d'une manière générale, ces derniers représentent le maillon le plus important du travail à réaliser et nous avons aussi parlé du réseau industriel en général.

Pour le chapitre suivant nous présenterons les différents composants et équipement de la station de transfert de semoule.

***Chapitre 2 :***  
***Description de la station et***  
***identification de matérielle***  
***utilisée***

### **2.1. Introduction :**

Parmi les filiales du groupe SIM, SIM AGRO est la filiale responsable de la production des produits agroalimentaire, semoule conditionné, farine conditionnée ainsi que les pâtes alimentaires dont il existe diffèrent gamme. Le processus de fabrication demande cependant un contrôle des équipements total et une maîtrise accru du procès ainsi que la supervision précise de toutes les installations. Dans ce chapitre nous allons donc présenté notre station de transfert et de dosage de semoule.

### **2.2. Description de l'unité de production :**

Notre station cible, est une station dont la fonction majeur est le transfert de la semoule réceptionné des unités de semoulerie ou moulin vers les lignes de productions de couscous.

Au départ on réceptionne le blé, à l'aide de camion transporteur de capacité de 20 tonnes. Le blé réceptionné est identifié de par sa qualité par le laboratoire après prélèvement, puis stocké au niveau des silos de matière première. Ce dernier est transférer des silos de stockage des matières premières vers l'unité de trituration à l'aide de transport mécanique, les opérations effectuées dans une unité de trituration sont le nettoyage, broyage, tamisage et stockage.

Le laboratoire effectue un coupage du blé afin d'obtenir une qualité de semoule destiné pour la fabrication de couscous ou pâtes alimentaire selon un cahier de charge client. La consigne de coupage est donc transmise aux agents de production du moulin pour la trituration et l'obtention d'une semoule seine et qui répond au cahier de charge, taux d'humidité, valeurs nutritionnelle...etc.

La semoule résultante de la trituration du blé est donc stocker dans des silos dit silos de produit semi-finis de capacité de 80 tonnes, le transfert de semoule vers les lignes de production de couscous est donc assurée par la station composée de plusieurs équipements mécaniques et pneumatiques.

Au niveau de la station de dosage et transfert plusieurs qualité de semoule peuvent être stockées ce qui présente un avantage considérable qui est de varier la qualité du produit finis pour pouvoir satisfaire chaque cahier de charge client (couscous de qualité), le laboratoire intervient encore une fois pour communiquer à l'opérateur les consignes de dosages à assigner pour chaque ligne de production de couscous.

Pour alimenter chaque ligne de production avec la semoule qui correspond à la qualité requise. Le mélange continue de plusieurs semoules conduits à un résultat homogène, cette opération est réalisée par un ensemble des doseurs à vis, le mélange est transporté par un flux pneumatique de base pression vers les lignes de production de couscous.



## Chapitre 2 : Description de la station et identification de matériel utilisé

Le schéma synoptique d'unité de production (Figure 2.1) souligne les différentes étapes de la production.

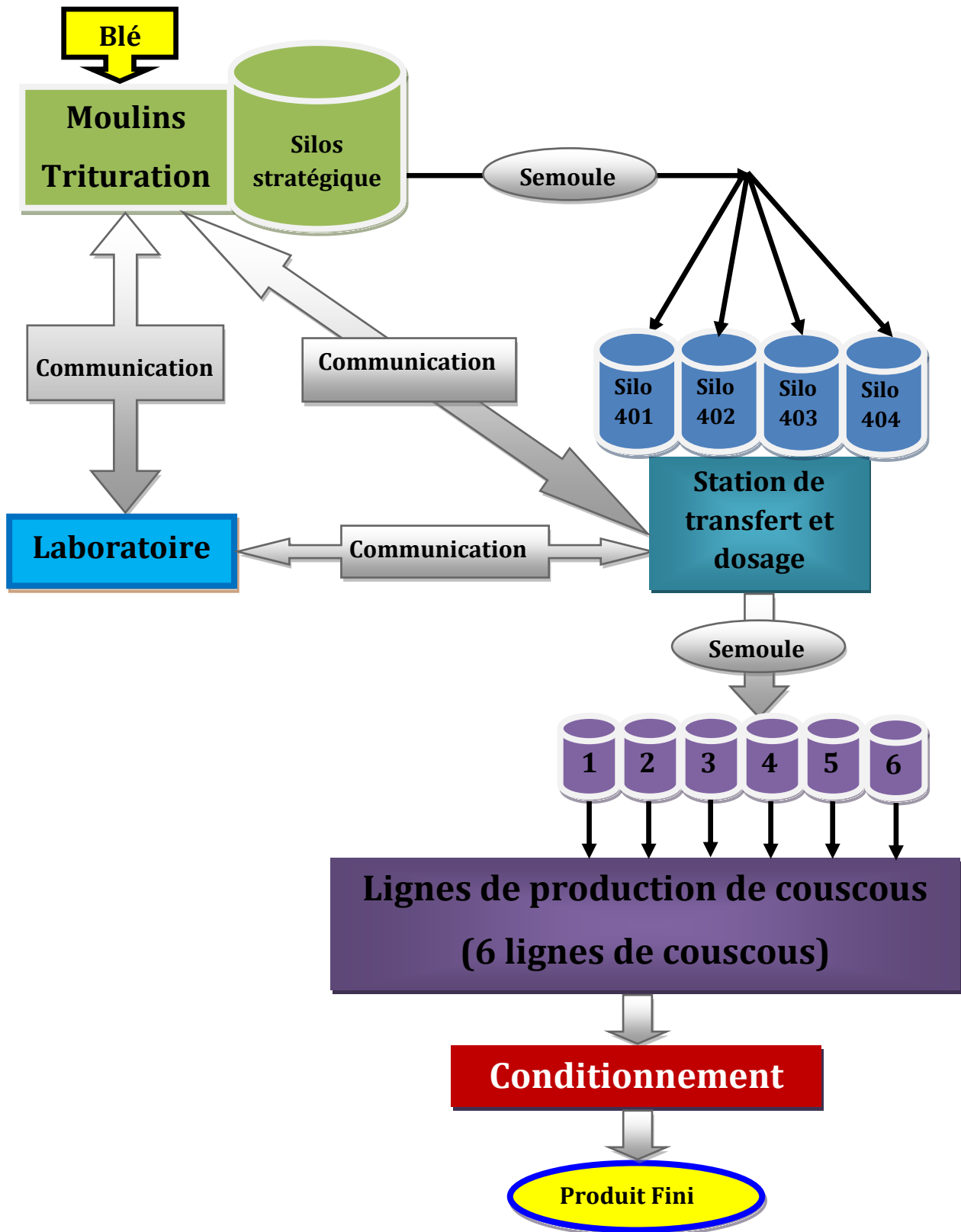


Figure 2.1 : Schéma d'unité de Production.

**2.2.2. Description des équipements de la station :**

➤ **Bilan des équipements de la station de transfert de semoule :**

<i>Les Equipements</i>	<i>Nombre dans la station</i>
<b>Silo</b>	<b>4</b>
<b>Vibreux (EX)</b>	<b>3</b>
<b>Vanne (SG)</b>	<b>4</b>
<b>Vis sans fin (SC)</b>	<b>28</b>
<b>Déviateur (DV)</b>	<b>3</b>
<b>Compresseur d'air (BL)</b>	<b>7</b>
<b>Ecluse rotative (RV)</b>	<b>28</b>
<b>Mélangeur (MX)</b>	<b>4</b>

**Tableau 2.1: Bilan des équipements de la Station.**

**A. Les Silos :**

Un silo (Figure 2.2) est un réservoir de stockage destiné à entreposer divers produits en vrac, utilisés dans diverses industries (agro - alimentaire) et dans le domaine agricole doit être bien fermé. Il s'agit généralement de réservoirs verticaux, souvent cylindriques, construits en divers matériaux (bois, acier, béton le plus souvent ...). Le remplissage des silos se fait par le haut et recourt à diverses techniques : élévateur à godets ou à vis sans fin, air pulsé ... etc.

Et il y en a plusieurs types des silos et le type que nous avons besoin est un silo disposent d'une capacité raisonnable chaque silos constitué deux capteurs niveau (haut , bas) et quelque silos contenir un vibreur cela dépend de sa forme [21].



**Figure 2.2 : Silo de stockage.**

### ***B. Vibreur (EX) :***

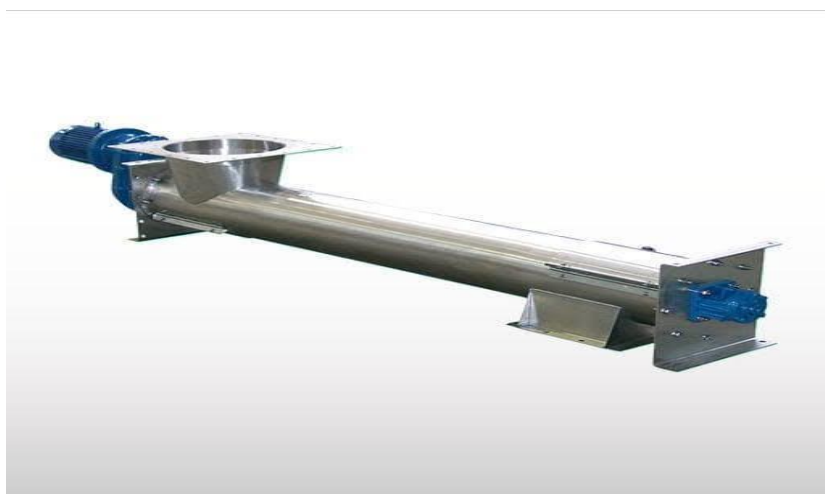
Ce vibreur (Figure 2.3) est utilisé dans un grand nombre de domaines, pour favoriser l'aide l'écoulement sur les silos pour améliorer la décharge matériaux, sa vibration (vibration multidirectionnelle) permet de descendre la semoule vers le mélangeur.



***Figure 2.3 : Moteur Vibreur.***

### ***C. Vis sans fin (SC) :***

Un convoyeur à vis (Figure 2.4) est un système de convoyage est constitué par une vis qui tourne dans une gaine fermée en générale, elle est spécialement conçues pour le transport et le déchargement des produits solide (semoule) du silo de stockage jusqu'au circuit pneumatique, cette dernière est alimenter par un moteur asynchrone, et la vitesse de rotation du moteur peut être modifiée par l'API modifiant ainsi la quantité de semoule transportée. Basé sur le système d'Archimède ce système est utilisé dans différentes industries modernes pour le transport efficace des matériaux en vrac à l'horizontal ou sur un angle incliné.



***Figure 2.4 : Vis sans Fin.***

### ***D. Déviateurs (DV) :***

Le déviateur est un instrument essentiel qui permet de convoier le produit (farineuse, granulaire ...) vers les différentes destinations, ayant la possibilité de les choisir à tout moment ; ils sont disponibles en versions manuelle, pneumatique et motorisée, avec des tubes de tout diamètre, en fonction des machines et des silos se trouvant en amont et en aval. Le produit est dévié vers l'une des deux lignes par une lame rotative qui pivote de 120° pour fermer complétement le port inutilisé (Figure 2.5) [22].



***Figure 2.5 : Le déviateur.***

### ***E. La Vanne (SG) :***

Une pression d'air comprimé permet de bloquer ou de libérer la canalisation ou on notre cas le fente de décharge plus bas de silo, cette vanne (Figure 2.6) commandé par un vérin et ce dernier piloter électriquement par un distributeur, qui envoie un signal pneumatique dans l'une des deux chambres du vérin n'exécute qu'un seul des mouvements d'ouverture ou de fermeture, le second état étant opéré par la pression de ressort. La vanne de notre installation est une vanne guillotine fonctionnement au simple effet, et cette vanne est dite NF on l'absence d'alimentation électrique et qui ouvert en lorsqu'elles sont alimentation électrique.



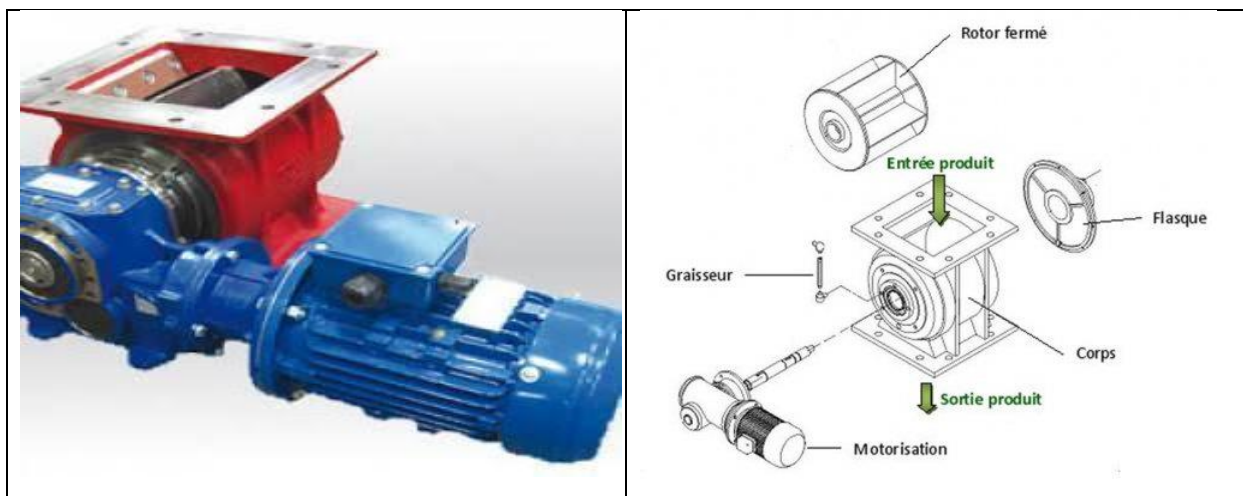
***Figure 2.6 : La Vanne.***

### **F. Ecluse rotative (RV) :**

Les écluses rotatives (Figure 2.7) sont conçues pour réaliser des opérations d'extraction et de dosage du produit, ils sont fréquemment utilisés dans le domaine du transport pneumatique en phase diluée, où le produit est introduit de à débit régulier dans une tuyauterie de transport pneumatique sous pression tout en réduisant au minimum la fuite d'air.

Les écluses rotatives sont constituées d'un corps tubulaire en fonte ou en acier inoxydable, d'un rotor avec compartiments à section en V, d'une motorisation et d'un couvercle du côté opposé à la motorisation, selon les applications, les écluses rotatives sont équipées d'un système de démontage rapide permettant un nettoyage aisé.

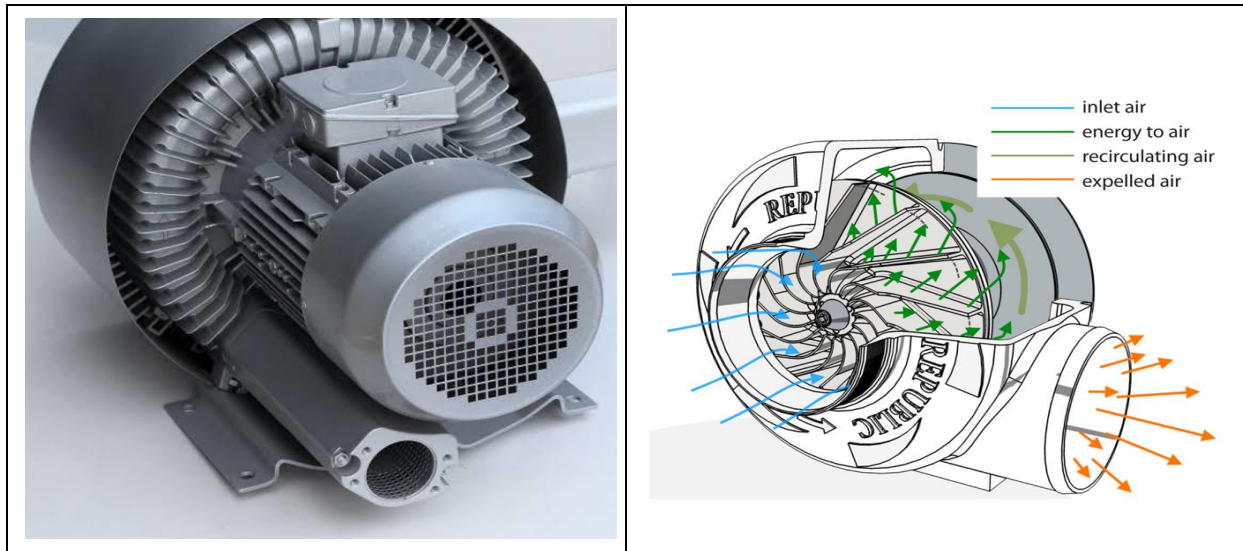
Deux compartiments sont remplis de matière à travers la bouche de remplissage en haut, après moins d'un demi-tour, le rotor décharge la matière par gravité dans le courant d'air comprimé qui traverse la partie basse du distributeur, le produit est ainsi transféré, le raccordement en ligne de l'écluse sur la tuyauterie de transfert assure la mise en vitesse du produit. Une ligne de dégazage peut être connectée au corps de l'écluse rotative pour équilibrer les volumes et assurer un remplissage optimum [8].



**Figure 2.7 : Ecluse Rotative.**

### **G. Le compresseur d'air (BL) :**

Les compresseurs d'air (Figure 2.8) sont généralement alimentés électriquement, le principe est d'augmenter la pression d'air absorbé par une série de mouvements de vortex formés par le mouvement centrifuge de la roue. Lorsque la roue tourne, les canaux de la roue poussent l'air vers l'avant par le mouvement centrifuge. Pendant ce mouvement, l'air est comprimé en continu le long du canal et la pression augmente linéairement, l'air sous pression est transféré du conduit de sortie du ventilateur vers l'installation à utiliser (il pose la semoule vers les silos des ligne de production de couscous).

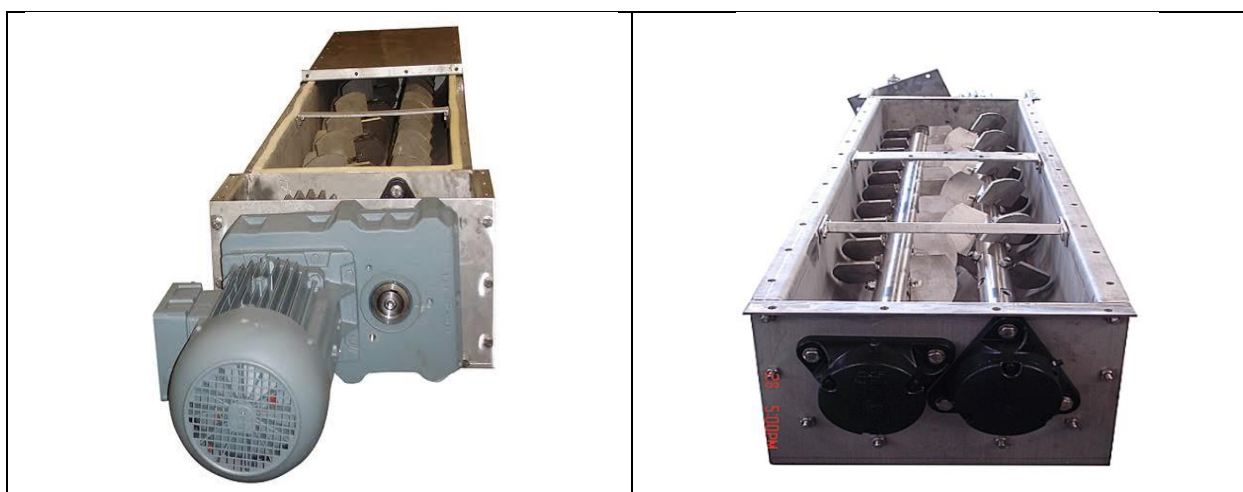


**Figure 2.8 : Le compresseur d'air.**

### **H. Mélangeur (MX) :**

Les mélangeurs industriels ou agitateurs industriels (Figure 2.9) permettent une homogénéisation de vos poudres et produits vrac, est principalement utilisé par les industries notamment dans le domaine agroalimentaire, cosmétique ou encore chimique. Le mélangeur à palettes discontinu est principalement adapté pour le secteur de l'agroalimentaire, et généralement utilisée pour éviter le compactage pendant l'extraction de produits granulaires.

La gestion du débit dans le mélangeur est réalisée par une vanne guillotine, cette vanne est pilotée par un capteur située à l'intérieur du mélangeur, une fois le capteur détecte l'absence de semoule, il ouvre la vanne pour le remplissage du mélangeur. On peut installer en bas du mélangeur jusqu'à sept vise sans fin qui tirent le produit pour l'envoyer vers le circuit pneumatique [7].



**Figure 2.9 : Le Mélangeur.**

### **2.3. Appareillage électrique :**

Le système de la station est équipé de plusieurs appareillages dont les principaux sont :

#### **2.3.1. Les Capteurs :**

Une variation de la grandeur physique d'entrée du capteur produit, une variation de la caractéristique électrique du capteur (courant, tension, fréquence, valeur moyenne, ...).

Dans l'industrie, Les capteurs se divisent en deux groupes : les capteurs logiques (Le capteur capacitif, le pressostat, capteurs de position, le capteur de rotation,...etc.), et les capteurs analogiques (Le capteur de température, le capteur ultrasonique, hydrostatique, le capteur de pression,...etc.). Les capteurs de niveau sont utilisés pour mesurer le niveau d'un solide, liquide ou gaz dans un silo ou réservoir, ils peuvent être analogiques (capteur de niveau ultrasonique) ou logiques (capteur de niveau capacitif, pressostat, capteur magnétique, ...etc.).

#### **➤ *Bilan des capteurs de la station :***

<i>Capteurs</i>	<i>Nombre</i>	<i>Grandeur physique</i>
<b>Capteur capacitif</b>	<b>10</b>	<b>4 Détecteurs dans les mélangeurs (pour le pilotage des vannes); 6 Détecteurs dans les silos des lignes de production de couscous</b>
<b>Fin de cours</b>	<b>28</b>	<b>Détecteur de bourrage pour les vis sans fin</b>
<b>pressostat</b>	<b>7</b>	<b>Détecteurs de pression pour les compresseurs d'air</b>
<b>Capteur magnétique</b>	<b>4</b>	<b>Pour les vannes (détecté l'ouverture et la fermeture)</b>
<b>Détecteur de niveaux (ultrasonore)</b>	<b>4</b>	<b>Détecteur de niveaux analogique dans les silos de station</b>

***Tableau 2.2 : Bilan des capteurs de la station.***

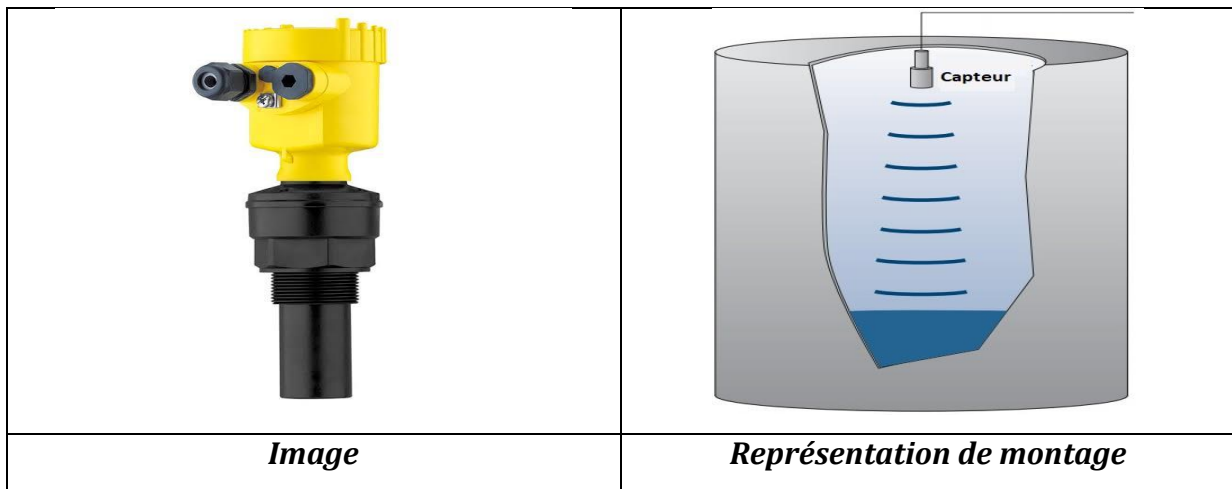
#### **2.3.1.1. Les Capteurs analogique :**

##### ***A. Détecteur de niveaux (ultrasonore) :***

Les capteurs de niveau à ultrasons (Figure 2.10) fonctionnent en mesurant la distance entre la membrane du capteur (qui émet des ondes ultrasonores) et la surface de la substance ou du produit à mesurer. En effet, pendant son fonctionnement le capteur de niveau ultrasonique émet des ondes ultrasonores qui seront réfléchies par le produit. Ces impulsions ultrasoniques, voyageant à la vitesse du son seront renvoyées par réflexion au capteur par la surface du produit. Il existe donc un laps de temps entre le moment où le capteur émet les ondes ultrasonores et le moment où il les reçoit par réflexion, ce temps permet de déterminer la distance entre le capteur et la surface du produit et par conséquent le niveau du produit à l'intérieur du silo ou du réservoir.

## Chapitre 2 : Description de la station et identification de matériel utilisé

Les capteurs de niveau ultrasoniques sont très faciles à installer sur des réservoirs ou silos, leur configuration reste aussi très simple [24].

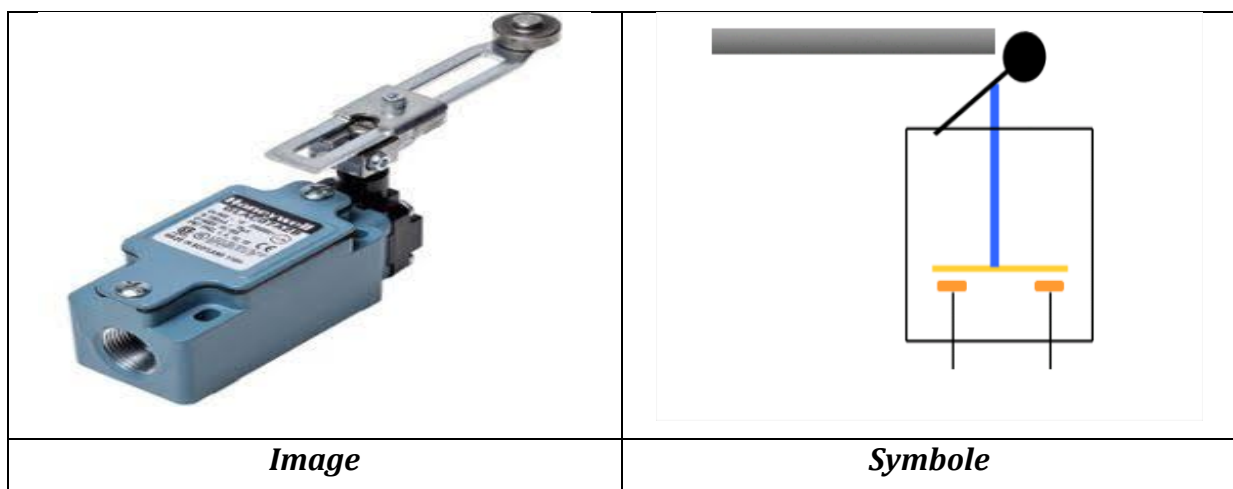


*Figure 2.10 : Détecteur de niveaux (ultrasonore).*

### 2.3.1.2. Les Capteurs logique (TOR) :

#### *A. Fin de cours :*

Un contact de fin de cours (Figure 2.11) est un dispositif électromécanique de position utiliser pour déterminer le positionnement et les application de contrôle en mécanique, ils sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour détecter la présence ou l'absence d'objet dans les zones où le contact physique est autorisé. La détection de présence est réalisé lorsque l'objet à détecter entre en contact avec la tête de commande, le mouvement engendré sur la tête provoque la fermeture du contact électrique situé dans le corps d'un capteurs, (un file pour le + et l'autre pour GND) [24].



*Figure 2.11 : Fin de Cours.*



## Chapitre 2 : Description de la station et identification de matériel utilisé

On dénombre plusieurs avantages de ce type de capteur :

- Sécurité de fonctionnement élevée : fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture.
- Bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm).
- Séparation galvanique des circuits.
- Bonne aptitude à commuter les courants faibles, combinée à une grande endurance électrique.
- Tension d'emploi élevée.
- Mise en œuvre simple.
- Grande résistance aux ambiances industrielles.

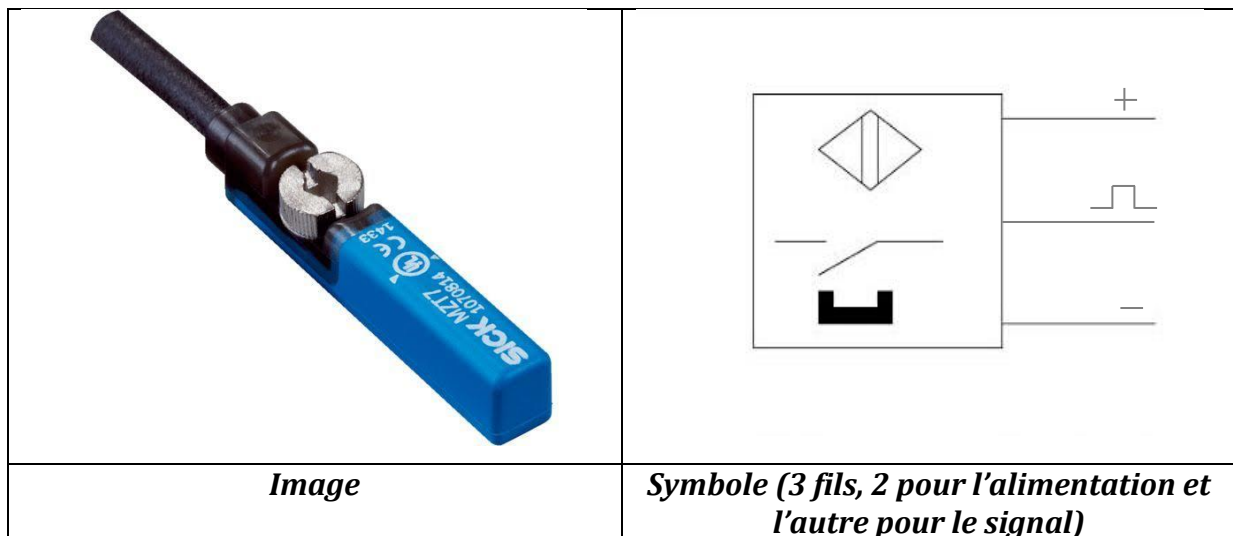
**Remarque :** Le dispositif fin de cours peut être utilisé comme détecteurs de bourrage, comme c'est le cas de notre système.

### ➤ **Détecteur de bourrage :**

Les détecteurs de bourrage sont des instruments simple et économique pour le contrôle des niveaux minimum ou maximum du produit en vrac ayant des formes, granuleux, poussiéreux, ou poudreux ... etc. Ces derniers se trouvent dans le convoyeur à vis (capteur intégré) qui serviront pour la mise en marche ou l'arrêt du convoyeur à vis. Le détecteur de bourrage se trouve à l'extrémité du convoyeur a vis SC (il permet de détecter le dépassement d'une quantité de semoule prédéterminer et déclenche un système d'alarme).

### **B. Capteur magnétique :**

Ce type détecteurs (Figure 2.12) et souvent monté directement sur le corps de vérins pneumatique (dans ce type de montage le piston du vérin est magnétisé), pour déterminer la position du piston et encore utilisé pour détecter une position d'un robot mobile ... [24].

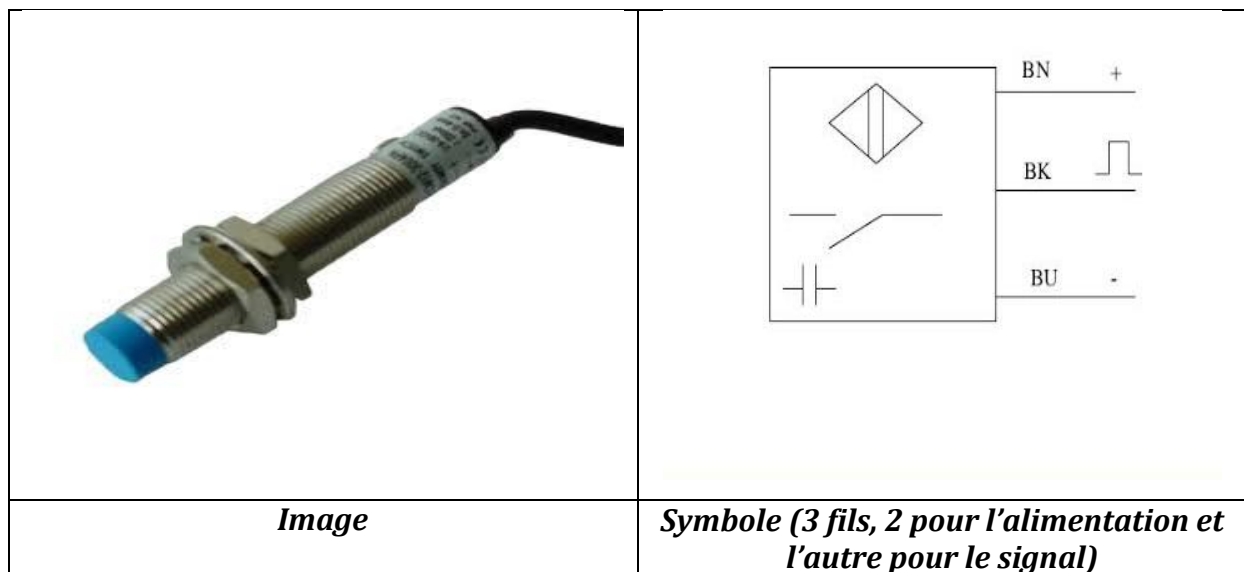


**Figure 2.12: Capteur Magnétique.**

### C. Capteur capacitif :

Les capteurs capacitifs (Figure 2.13) sont des capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants.

La technologie des détecteurs de proximité capacitifs est basée sur la variation d'un champ électrique à l'approche d'un objet quelconque. Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant en la capacité de couplage du condensateur. Sa portée de détection jusqu'à 50 mm, utilisé dans le contrôle des niveaux ou la présence des produits en vrac (semoule) dans les silos [24].



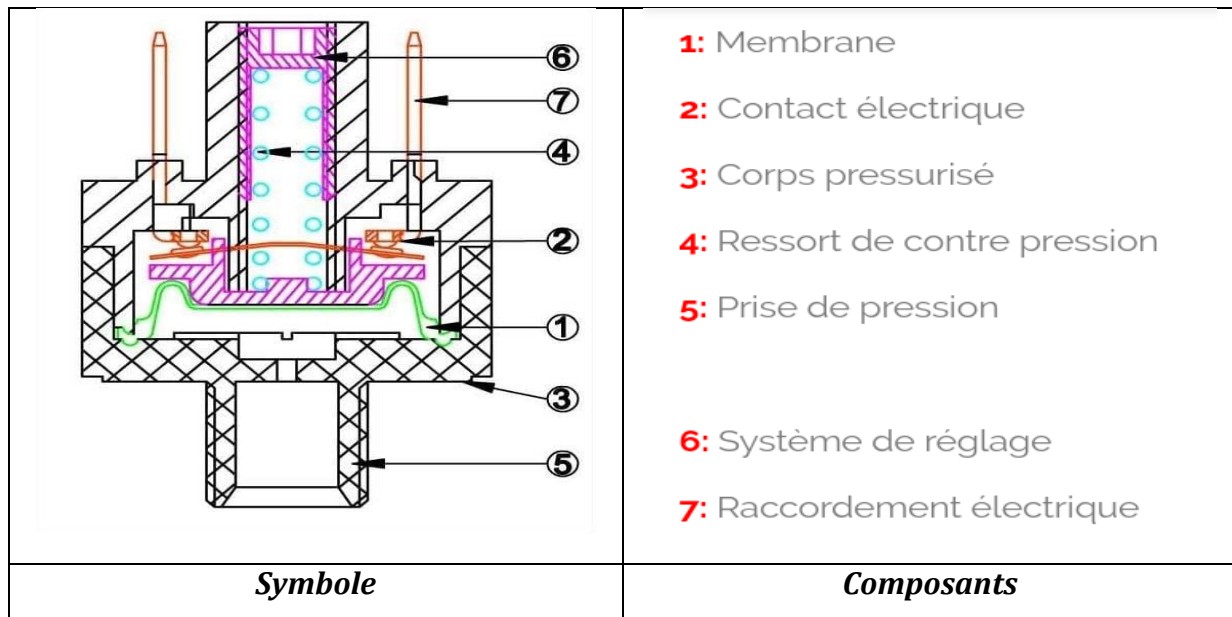
**Figure 2.13 : Capteur Capacitif.**

On dénombre plusieurs avantages de ce type de capteur :

- Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure).
- Possibilité de détecter la présence de tous types d'objets (toute matière solide).
- Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée.
- très bonne tenue aux environnements industriels agressifs.
- Produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles manœuvrés.

### E. Capteur de pression (pressostat) :

Un pressostat (Figure 2.14) est un dispositif qui détectent le dépassement d'une valeur prédéterminer de la pression d'un fluide, lorsque l'effort de la pression agissant sur le capteur devient supérieur à l'effort du ressort, la membrane en se déplaçant et ce dernier provoque la fermeture du contact électrique situé dans le corps d'un capteurs.



**Figure 2.14 : Pressostat.**

**2.3.2. Les Actionneurs :**

➤ **Bilan des actionneurs de la station :**

Actionneurs	Nombre	Grandeur physique
Moteurs asynchrone	70	28 pour les vis sans fin (SC) 28 pour l'écluse rotative (RV) 3 pour les vibrateurs (EX) 4 pour les mélangeurs (MX) 7 pour les compresseurs d'air (BL)
Vérins	7	4 (VSE) pour les vannes (SG) 3 (VDE) pour les déviateurs (DV)

**Tableau 2.3: Bilan des actionneurs de la station.**

**A. Moteur Asynchrone :**

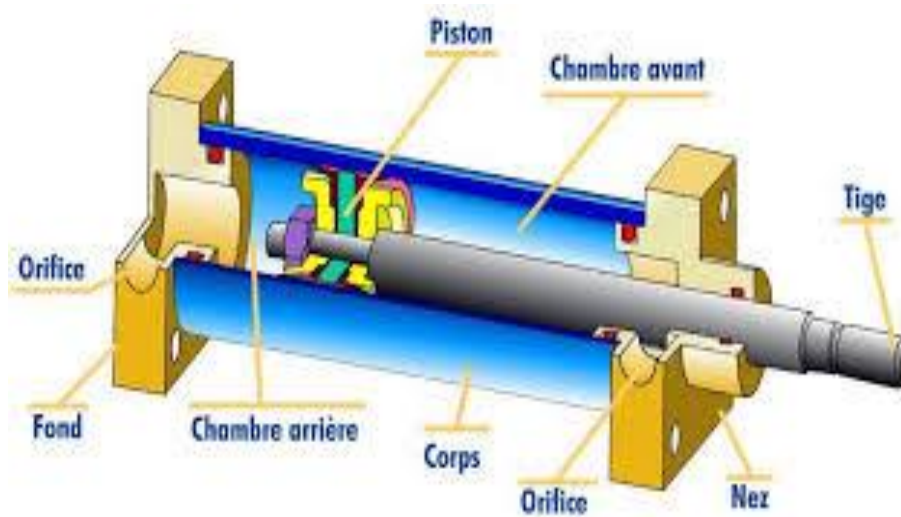
Les fabrications industrielles font appel à une grande variété de machines ou d'autre équipements alimentés par des énergies diverses, toute fois un moteur est une machine électrique servant à transformer l'énergie électrique en une énergie mécanique. Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de sa facilité de mise en œuvre, de bon rendement et d'excellente fiabilité (Figure 2.15) [24].



**Figure 2.15 : Moteur asynchrone.**

**B. Vérin :**

Un vérin pneumatique ou hydraulique sert à créer un mouvement mécanique (transforment l'énergie d'un fluide sous pression en énergie mécanique) et consiste en un tube cylindrique (cylindre) dans lequel un pièce mobile (le piston) sépare le volume du cylindre en deux chambre isolées l'une de l'autre, un ou plusieurs orifices permettent d'introduire ou d'échappé un fluide dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston (Figure 2.16) [24].



**Figure 2.16 : Constituants de base d'un vérin.**

➤ **Vérin simple effet (VSE) :**

Le vérin simple effet (Figure 2.17. A) est un composant monostable ne travaille que dans un sens, l'arrivée de la pression ne se fait que par un seul orifice d'alimentation ce qui déplace le piston dans un seul sens, son retour s'effectuant sous l'action d'un autre moyen souvent un ressort pendant le retour, l'orifice d'alimentation de l'air comprimé est mise à l'échappement.

➤ **Vérin double effet (VDE) :**

Le vérin double effet (Figure 2.17. B) est un composant bistable parce que le piston se déplace dans les deux sens (deux direction de travail), un vérin double effet a deux directions de travail. Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

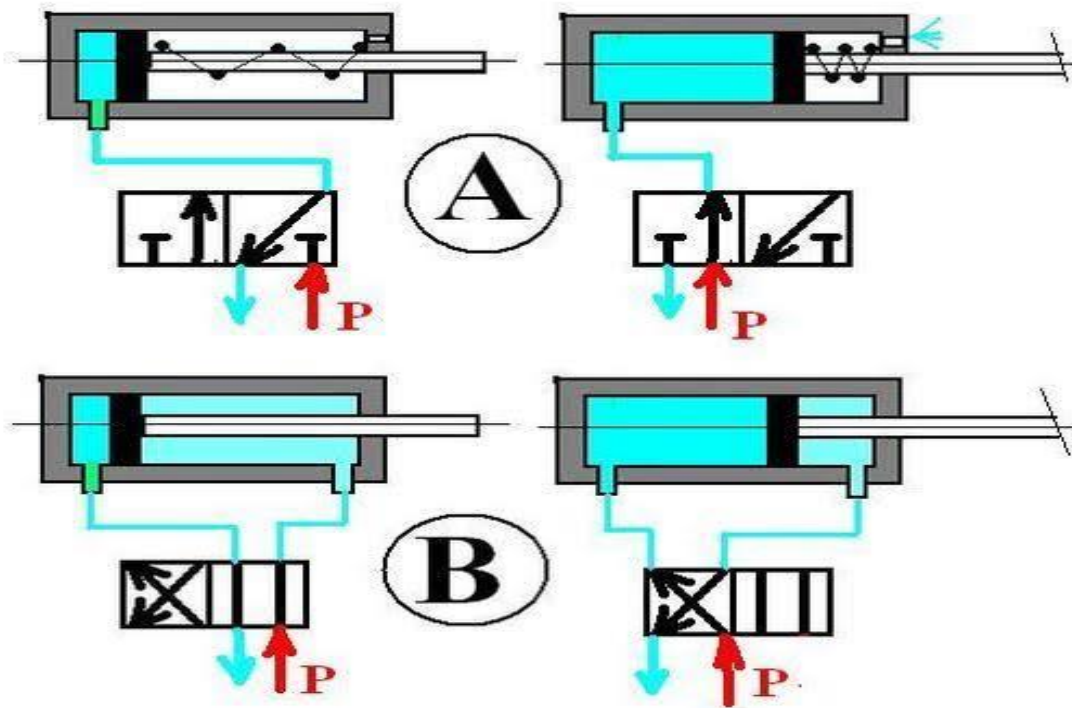


Figure 2.17 : vérin simple effet A et vérin double effet B.

**2.3.3. Les Pré-actionneurs :**

➤ **Bilan des pré-actionneurs de la station :**

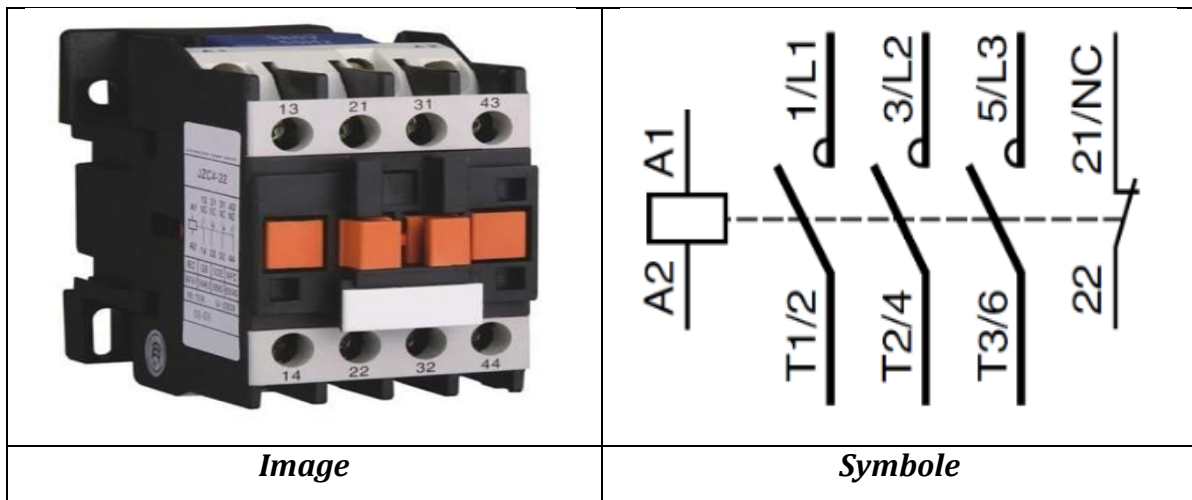
Pré-actionneurs	Nombre	Grandeur physique
Distributeurs	7	4 Distributeur monostable pour les vannes 3 Distributeur bistable pour les déviateurs
Contacteurs	70	28 pour les vis sans fin (SC) 28 pour l'écluse rotative (RV) 3 pour les vibrateurs (EX) 4 pour les mélangeurs (MX) 7 pour les compresseurs d'air (BL)
Variateurs de vitesse	28	Pour la vis sans fin (SC)

Tableau 2.4: Bilan des pré-actionneurs de la station.

**2.3.3.1. Les pré-actionneurs électriques :**

**A. Contacteur :**

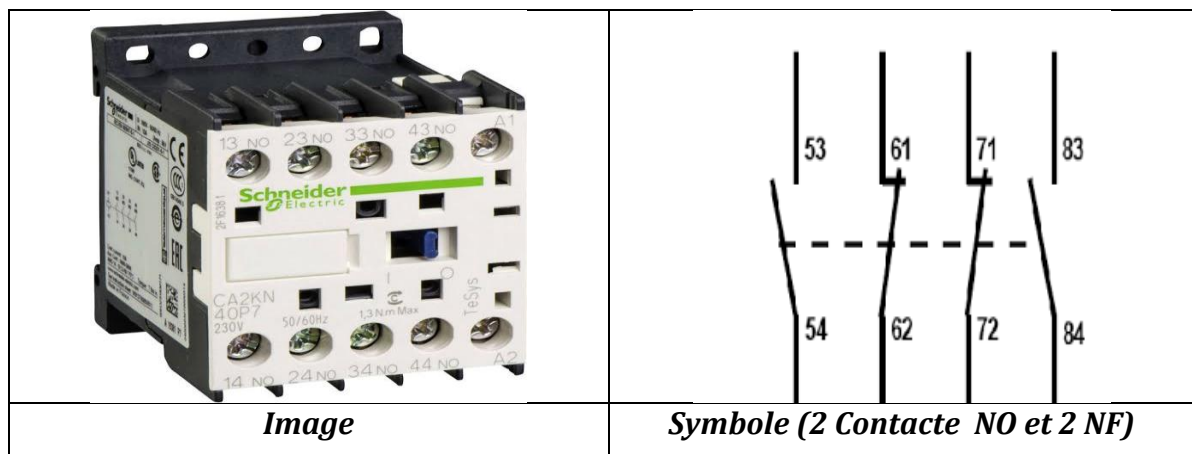
Le contacteur de puissance (Figure 2.18) est un composant électromagnétique destiné à établir ou à interrompre le passage du courant à partir d'une commande électrique, il a la même fonction qu'un relais électromécanique, la bobine crée un champ magnétique qui va permettre de fermer les contacts liés mécaniquement, et grâce à ces contacts (pôles) de puissance d'assurer le fonctionnement de moteurs, de résistances ou d'autres récepteurs de fortes puissances.



**Figure 2.18 : Contacteur.**

**B. Contacteur auxiliaire :**

Le contacteur auxiliaire (Figure 2.19) est un appareil mécanique de connexion qui s'adapte sur les contacteurs, et utilisé dans la partie commande des circuits, et pour relayer les capteurs (plus de contacts), permettre de réaliser des commandes plus complexes.



**Figure 2.19 : Contacteur auxiliaire.**

### **C. Variateur de vitesse :**

Parmi toutes les technologies existantes pour varier la vitesse des moteurs électriques, un variateur de vitesse (Figure 2.20) est un dispositif destiné à régler la vitesse d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant délivrés à la sortie de celui-ci. Les variateurs de vitesse, dont le rôle consiste à varier sa fréquence de rotation, pour faire varier celle-ci, il faut modifier la fréquence de rotation du champ magnétique et donc la fréquence du courant d'alimentation du moteur.

Dans le but d'avoir une vitesse commandée dans l'intervalle de 0 à 60 Hz on utilise un variateur de vitesse pour le moteur asynchrone, une entrée TOR pour commande le variateur en Marche/Arrêt, une autre sortie analogique de (4 à 20 mA) permet de la contrôle de la vitesse de moteur entre une min et un max paramétrable une sortie relais fournit le signal d'alarme détecté au variateur [23].



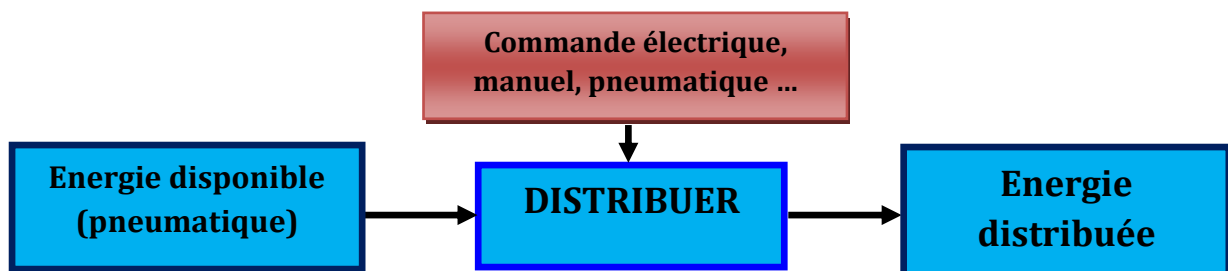
**Figure 2.20 :** Variateur de vitesse Schneider ATV 312.

### **2.3.3.2. Les pré-actionneurs pneumatiques :**

#### **A. Distributeur :**

Le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression (Figure 2.21).

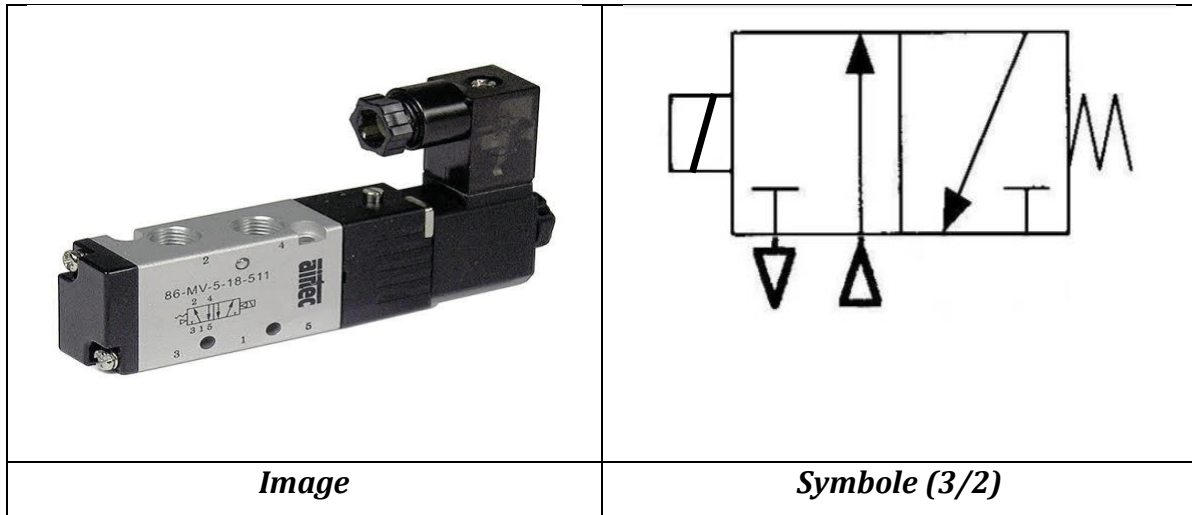
Les distributeurs pneumatique distribuent de l'air comprimé dans des canalisations qui aboutit aux chambres des vérins, aux actionneurs pneumatique (vérins, moteurs à palettes ...) à partir d'un signale de commande [24].



**Figure 2.21 :** Le distributeur.

➤ **Distributeur monostable :**

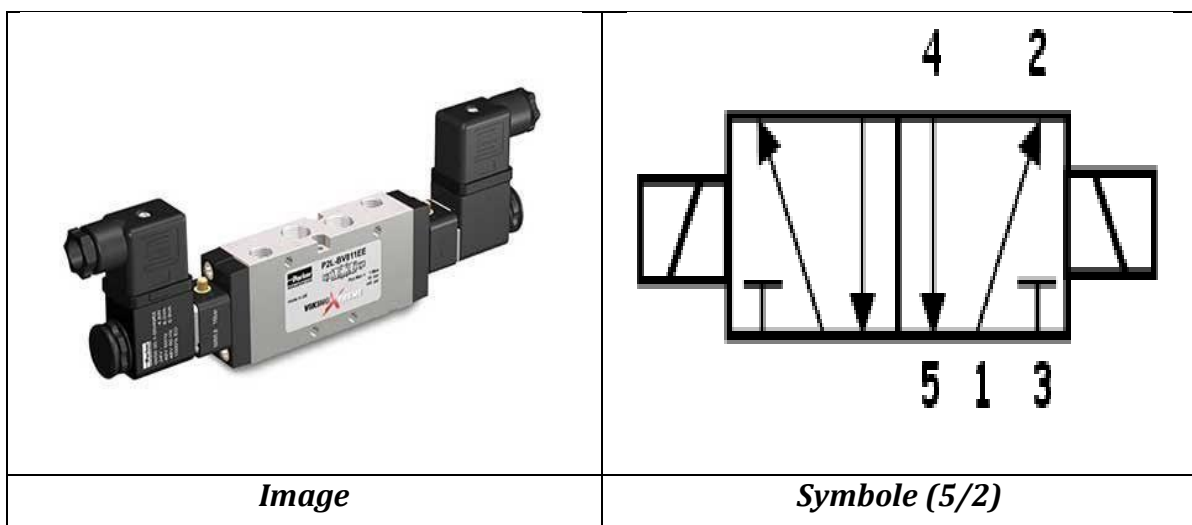
Un distributeur est dit monostable (Figure 2.22) s'il a besoin d'un ordre pour faire passer de sa position repos à sa position travail, et que le retour à sa position repos s'effectue automatiquement lorsque l'ordre disparaît : il n'est stable que dans sa position repos.



**Figure 2.22 : Distributeur monostable.**

➤ **Distributeur bistable :**

Un distributeur est dit bistable (Figure 2.23) s'il a besoin d'un ordre pour passer de sa position repos à sa position travail et qu'il reste en position travail à la disparition de cet ordre, il ne revient à sa position repos que s'il reçoit un second ordre : il est stable dans les deux positions, repos et travail.



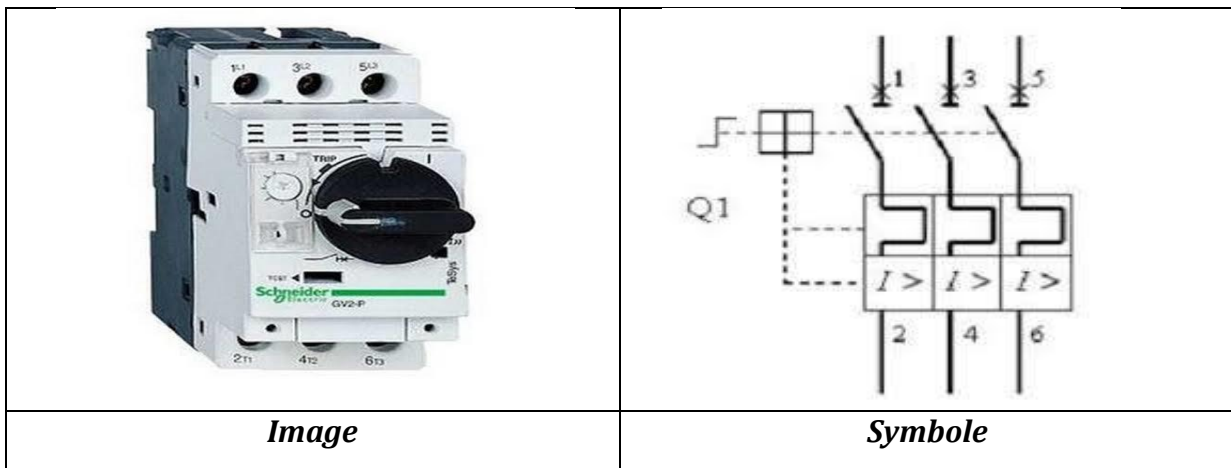
**Figure 2.23 : Distributeur bistable.**



**2.3.4. Les éléments de protection :**

**A. Les disjoncteurs :**

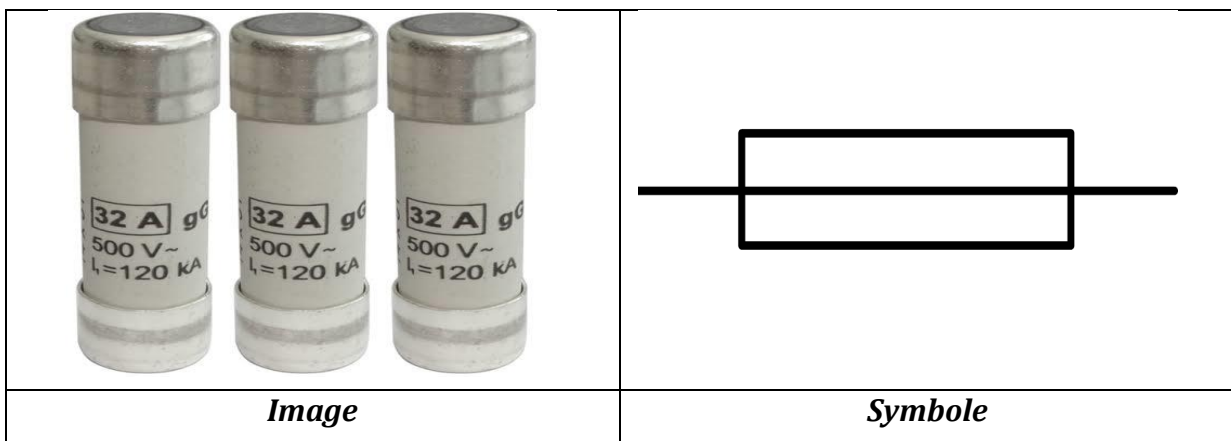
Un disjoncteur (Figure 2.24) est un organe électromécanique de protection, dont la fonction est interrompre le courant électrique, il est capable d'interrompre un courant de surcharge ou courant de court-circuit dans une installation. Suivant sa conception, il peut surveiller un ou plusieurs paramètres d'une ligne électrique sa principale caractéristique par rapport au fusible est qu'il est réparable (il est prévu pour ne subir aucune avarie lors de son fonctionnement) [9] [24].



**Figure 2.24 : Disjoncteur.**

**B. Les fusibles :**

Les fusibles (Figure 2.25) sont des organes de protection dont la fonction est d'ouvrir un circuit électrique par fusion d'un élément calibré, lorsque le courant dépasse une valeur précise, pendant un temps donné.



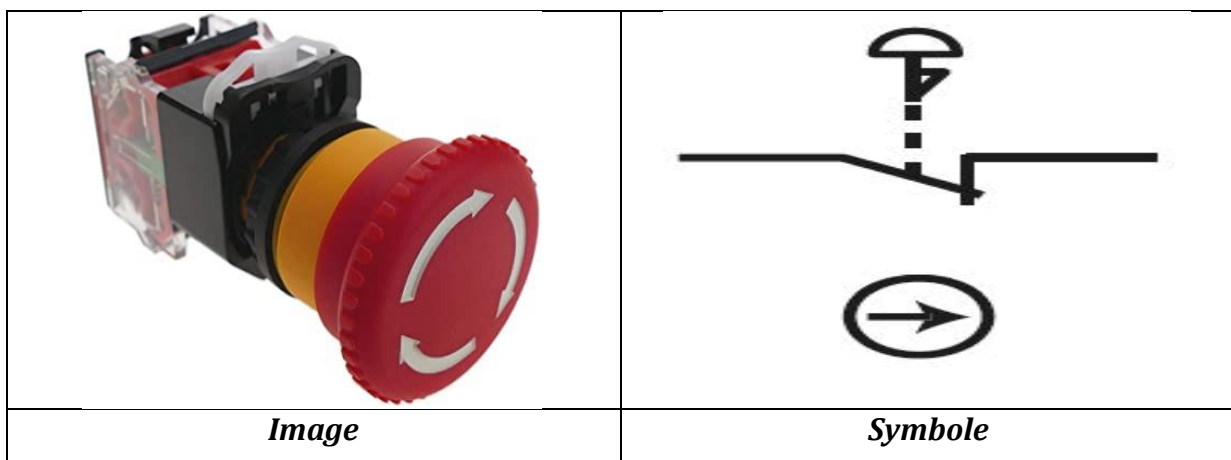
**Figure 2.25 : Les Fusibles.**

### ***C. Arrêt d'urgence :***

En automatique, l'arrêt d'urgence (Figure 2.26) provoque une mise hors énergie des actionneurs, l'arrêt immédiat de tout processus en cours et informe l'automate de cette situation, l'automate est programmé par une séquence spéciale qui permet au retour du courant (lorsque le bouton d'arrêt d'urgence est déclenché et les actionneurs réenclenchés) de se trouver en mode non critique et sécurisé pour les opérateurs.

Du fait de son action immédiate, l'arrêt d'urgence permet de protéger ou d'empêcher l'aggravation de l'intégrité de l'automate et /ou de son/ses opérateur(s), en cas d'incident grave non détecté par les systèmes de sécurité de l'automate ; le bouton d'arrêt d'urgence est un bouton rouge et rond, facilement discernable sur le tableau de commande, il doit être facilement accessible par la personne ; il est appelé aussi bouton « coup de poing » car il faut une certaine force pour l'actionner mais aussi parce qu'enfoncer brutalement le bouton est un geste simple et à la portée d'une personne qui n'est pas formée à l'utilisation de la machine (dans le cas où l'opérateur ne serait pas en mesure d'effectuer le geste) ; en anglais, il est appelé emergency stop (ou son abréviation e-stop).

Le symbole électrique de l'arrêt d'urgence (Figure 2.26) est un champignon (arc de cercle sur ligne droite) sur une tige.



***Figure 2.26 : L'arrêt d'urgence.***

### ***D. Transformateur :***

Un transformateur électrique (Figure 2.27) est une machine électrique, permettant de modifier ou convertir les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme il effectue cette transformation avec un excellent rendement ceux-ci peuvent alimenter des instruments de mesure et de commande (l'automate programmable industrielle), des compteurs ou des relais de protection ... [10].



***Figure 2.27 : Transformateur Schneider.***

#### **2.4. Conclusion :**

Après avoir détaillé les différents équipements et appareils de commande (capteurs et actionneurs ...) qui compose notre station de transfert ; nous allons travailler sur la modélisation du schéma électrique de l'installation et la programmation de l'automate, que nous allons étudier dans les chapitres suivants.

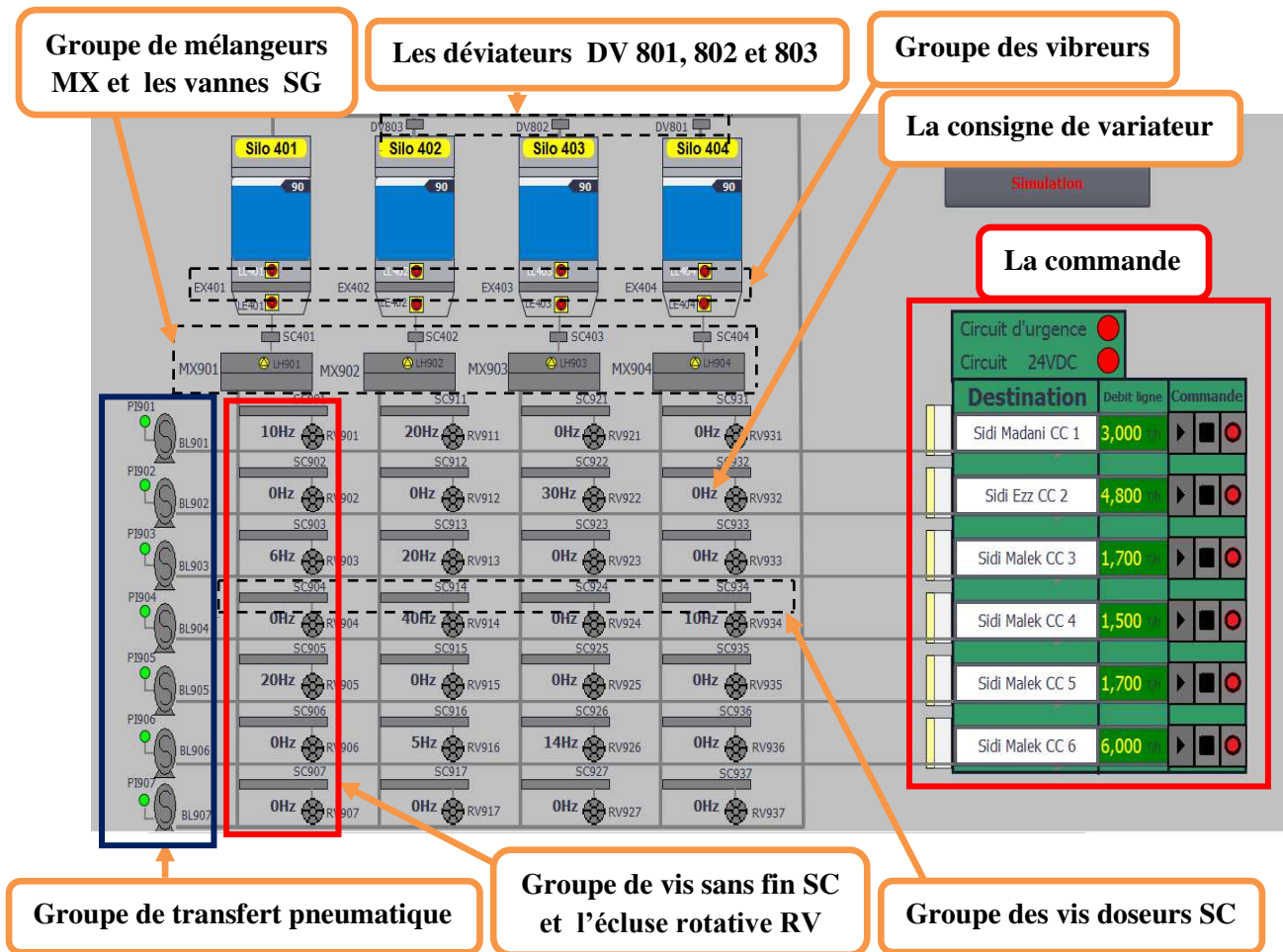
***Chapitre 3 :***  
***Automatisation de la station***

### 3.1. Introduction :

Dans ce chapitre, on présentera notre travail, en commençant par définir le cahier de charge et la modélisation des schémas électrique, cette dernière nous permettra de nous fixer sur le choix de l'automate, à savoir l'automate programmable industrielle S7-300 qui sera utilisé pour piloter la station de transfert de semoule. Par la suite nous entamerons l'implémentation de l'application que nous avons réalisée sur TIA PORTAL V15.

### 3.2. Cahier de charge :

Le système à automatisme est composé de 4 silos munis de 4 capteurs de niveau à ultrason (vide et rempli) avec six lignes de couscous qui doivent être tout le temps active. Cette station alimente six chaînes de production des pâtes ou couscous, elle est composée de plusieurs équipements qui sont chargés de transférer la semoule présente au niveau des silos de la station vers les silos tampon des lignes de couscous. Le circuit responsable du transport de semoule depuis l'un des silos de la station, vers la ligne de couscous n'est autre que la vis sans fin SC représentée dans le synoptique (l'opération de dosage est réalisée par un ensemble des doseurs à vis SC) (Figure 3.1).



**Figure 3.1 : Synoptique de la Station.**

## Chapitre 3 : Automatisation de la station

### ❖ Pour les lignes de Couscous :

La mise en marche d'une ligne de couscous nécessite plusieurs étapes qui dépendent des consignes concernant les variateurs de vitesse des convoyeurs à vis, dont voici leur chronologie:

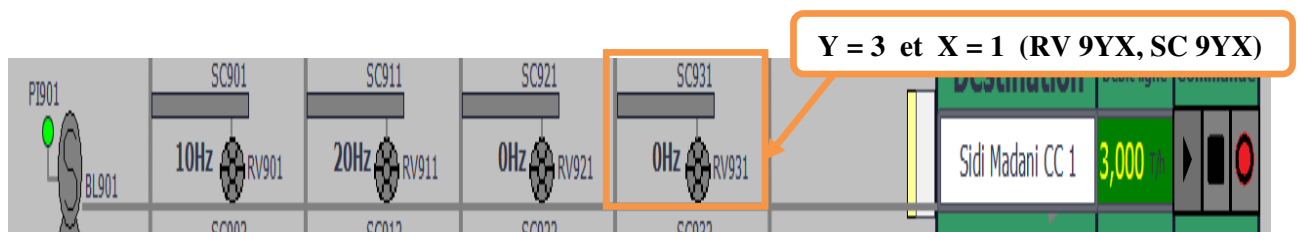
1. Le compresseur d'air BL marche après certain temps ;
2. Après un certain temps l'écluse rotative RV marche ;
3. Après un certain temps le mélangeur MX marche ;
4. Si le CN détecte le vide dans le silo de la ligne de couscous la vis sans fin SC il marche ;

Si nous appuyons sur le bouton d'arrêt de la ligne de couscous choisi on remarque :

1. L'arrêt de tous les vises sans fin SC ;
2. Après un certaine temps le mélangeur MX et la vanne SG et le vibreur EX, s'arrêtent avec des conditions (Tableau 3.2) et (Tableau 3.3) ;
3. Après un certain temps l'écluse rotative RV, s'arrête;
4. Après un certain temps Le compresseur d'air BL, s'arrête.

Choisir un Ligne de couscous X	Le bouton marche de la ligne X choisir	(1) Le premier équipement qui va marche	consigne VDF de vis SC (conditions de marche RV, MX, SC)	(2) RV marche Après certaine temps	(3) MX marche Après certaine temps	(4) Si le CN détecte le vide dans le silo dans CCX, la vis SC est marche
CC X	Marche CCX	BL 90X	CON 90X	RV 90X	MX 901	SC 90X
			CON 91X	RV 91X	MX 902	SC 91X
			CON 92X	RV 92X	MX 903	SC 92X
			CON 93X	RV 93X	MX 904	SC 93X

**Tableau 3.1:** Synchronisation de marche des équipements de lignes de couscous.



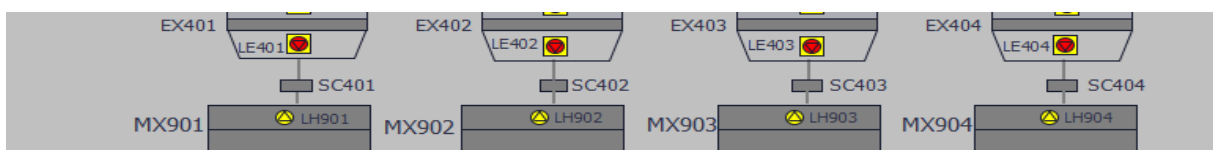
**Figure 3.2 :** La ligne de couscous CC1 Sidi Madani.

➤ **Les Conditions de Marche / Arrêt des équipements de la station :**

<b>Groupe d'équipements</b>	<b>Condition de marche</b>	<b>Condition d'arrêt</b>
<b>BL 90X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le bouton marche X pour la ligne CCX (marche après certains temps) ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le bouton d'arrêt X pour la ligne CCX, ou ;</li> <li>➤ Pressostat (détecter la pression inhabituel), ou ;</li> <li>➤ Alarme thermique.</li> </ul>
<b>SC 9YX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le bouton marche X pour la ligne CCX ;</li> <li>➤ Avec le consigne de variateur de vitesse de vis SC 9YX ;</li> <li>➤ Avec le capteur de niveaux CN X (détecte le vide de semoule)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le capteur niveaux CN X détecte le plein de silo de la ligne CCX, ou ;</li> <li>➤ nous entrons 0 Hz dans le variateur de vitesse de vis, ou ;</li> <li>➤ appuyez sur le bouton d'arrêt de la ligne CCX.</li> <li>➤ Alarme thermique;</li> <li>➤ Détecteur de bourrage de SC 9YX.</li> </ul>
<b>RV 9YX</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ le consigne de variateur de vitesse de vis 9YX ;</li> <li>➤ Avec le bouton marche de CCX</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ le consigne 0 Hz dans le variateur de vitesse de vis 9YX, ou ;</li> <li>➤ le bouton d'arrêt de la ligne CCX;</li> <li>➤ Alarme thermique.</li> </ul>
<b>La vanne SG 40X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ le Mélangeur MX 90X marche.</li> <li>➤ Avec le capteur LH 40X détecte le vide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Le Mélangeur MX 90X est arrêt ;</li> <li>➤ Ou le capteur LH 40X détecte la semoule.</li> <li>➤ Alarme d'ouverture et fermeture.</li> </ul>
<b>EX 40X</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ marche avec la vanne 40X au même temps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ l'arrêt après la vanne 40X ;</li> <li>➤ Alarme thermique.</li> </ul>

**Tableau 3.2 :** Les Conditions de Marche est Arrêt de chaque équipements.

➤ **Les Condition de Marche et Arrêt des Mélangeurs MX :**



**Figure 3.3 :** Groupe des Mélangeurs MX et Vannes SG et Vibreurs EX.

### Chapitre 3 : Automatisation de la station

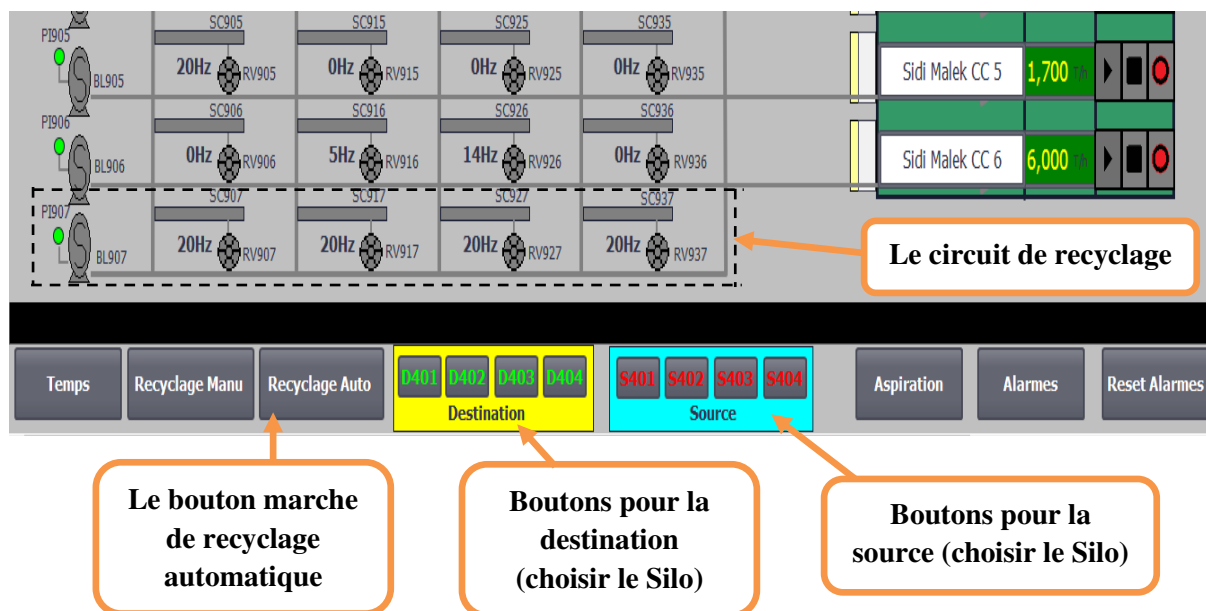
<b>MX 901</b>	
<b>Condition de marche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne au variateur de vitesse de vis SC 90X ;</i></li> <li>➤ <i>Avec le bouton marche de la ligne CCX (le Mélangeur marche après l'écluse rotative RV 90X).</i></li> </ul>
<b>Condition d'arrêt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne 0 Hz dans les variateurs de vitesse des vis SC 90X ;</i></li> <li>➤ <i>Où les boutons d'arrêt de ligne (CCX), arrêt après certaine temps.</i></li> <li>➤ <i>Où Alarme thermique.</i></li> </ul>
<b>MX 902</b>	
<b>Condition de marche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne au variateur de vitesse de vis SC 91X</i></li> <li>➤ <i>Avec le bouton marche de la ligne CCX (le Mélangeur marche après l'écluse rotative RV 91X).</i></li> </ul>
<b>Condition d'arrêt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne 0 Hz dans les variateurs de vitesse des vis SC 91X ;</i></li> <li>➤ <i>Où les boutons d'arrêt de ligne (CCX), arrêt après certaine temps.</i></li> <li>➤ <i>Où Alarme thermique.</i></li> </ul>
<b>MX 903</b>	
<b>Condition de marche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne au variateur de vitesse de vis SC 92X</i></li> <li>➤ <i>Avec le bouton marche de la ligne CCX (le Mélangeur marche après l'écluse rotative RV 92X).</i></li> </ul>
<b>Condition d'arrêt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne 0 Hz dans les variateurs de vitesse des vis SC 92X ;</i></li> <li>➤ <i>Où les boutons d'arrêt de ligne (CCX), arrêt après certaine temps.</i></li> <li>➤ <i>Où Alarme thermique.</i></li> </ul>
<b>MX 904</b>	
<b>Condition de marche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne au variateur de vitesse de vis SC 93X ;</i></li> <li>➤ <i>Avec le bouton marche de la ligne CCX (le Mélangeur marche après l'écluse rotative RV 93X).</i></li> </ul>
<b>Condition d'arrêt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <i>Le consigne 0 Hz dans les variateurs de vitesse des vis SC 93X ;</i></li> <li>➤ <i>Où les boutons d'arrêt des lignes (CCX), arrêt après certaine temps.</i></li> <li>➤ <i>Où Alarme thermique.</i></li> </ul>

**Tableau 3.3 : Les Conditions de Marche est Arrêt des Mélangeurs MX.**



### ❖ Pour le circuit de recyclage :

Après l'arrêt de toutes les lignes (CC1, CC2, CC3, CC4, CC5 et CC6) le circuit pneumatique de recyclage (Figure 3.4) fonctionne s'il y a une demande de semoule par l'opérateur, il y a trois déviateurs, dont chacun dirige la semoule vers l'un des silos (401 ou 402 ou 403 ou 404) :



**Figure 3.4 : Le circuit de recyclage.**

### ➤ Les Conditions de marche et d'arrêt des déviateurs :

		<i>DV 801</i>	<i>DV 802</i>	<i>DV 803</i>	
<b>Conditions de marche</b>	<i>Le capteur C 40X détecte le vide supérieur à 10 %</i>	<i>C 404 situé à l'intérieur de silo 404</i>	<i>C 403 situé à l'intérieur de silo 403</i>	<i>C 402 situé à l'intérieur de silo 402</i>	<i>C 401 situé à l'intérieur de silo 401</i>
	<i>Le bouton de recyclage automatique</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>
	<i>Le bouton de destination</i>	<i>D 404</i>	<i>D 403</i>	<i>D 402</i>	<i>D 401</i>
	<i>le bouton de source</i>	<i>S401 ou S402 ou S403 ou S404</i>			
<b>Conditions d'arrêt</b>	<i>Alarme d'ouverture et fermeture</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	
	<i>La direction de transfert</i>	<i>à Silo 404</i>	<i>à Silo 403</i>	<i>à Silo 402</i>	<i>à Silo 401</i>

**Tableau 3.4 : Les Conditions de Marche est Arrêt des Déviateurs.**

➤ **Marche AUTO des équipements de circuit de recyclage :**

<i>Le bouton marche de la ligne de recyclage</i>	<i>(1) Le premier équipement qui va marche</i>	<i>consigne VDF de vis SC (conditions de marche RV, MX, SC)</i>	<i>Appuyer sur le bouton de source S40X (choisir le silo), et choisir une destination D</i>	<i>(2) RV marche Après certaine temps</i>	<i>(3) MX marche Après certaine temps</i>	<i>(4) SC marche Après certaine temps</i>
<b>Recyclage AUTO</b>	<b>BL 907</b>	<b>CON 907</b>	<b>S401</b>	<b>RV 907</b>	<b>MX 901</b>	<b>SC 907</b>
		<b>CON 917</b>	<b>S402</b>	<b>RV 917</b>	<b>MX 902</b>	<b>SC 917</b>
		<b>CON 927</b>	<b>S403</b>	<b>RV 927</b>	<b>MX 903</b>	<b>SC 927</b>
		<b>CON 937</b>	<b>S404</b>	<b>RV 937</b>	<b>MX 904</b>	<b>SC 937</b>

**Tableau 3.5 : Marche des équipements de circuit de recyclage (La marche AUTO).**

**Remarque :** Une modélisation de la station avec GRAFCET (VOIR l'ANNEXE D).

**3.3. Partie Hardware (l'API S7 300) :**

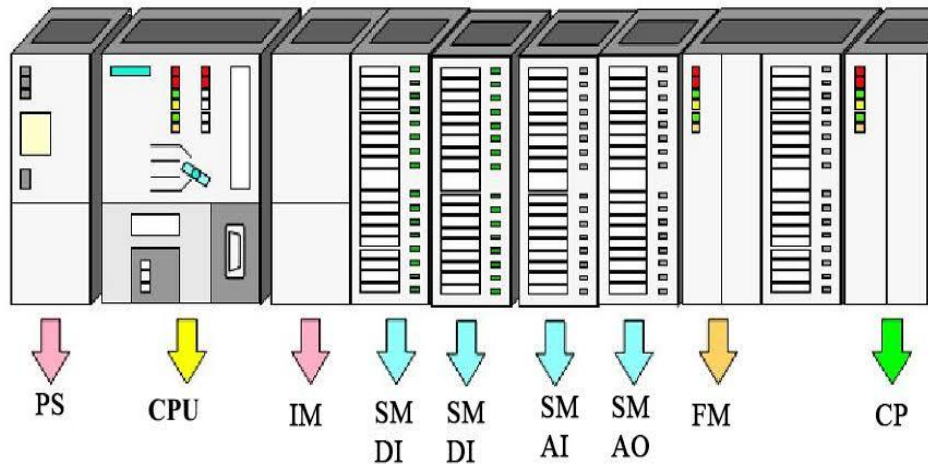
L'automate S7-300 (Figure 3.5) est un mini automate modulaire de la famille SIMATIC, destiné à des tâches d'automatisation moyennes hautes gammes, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules et Possibilité de mise en réseau avec l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et industriel Ethernet. Le S7-300 trouve des applications dans des industries comme l'agro-alimentaire, l'emballage ... etc. [16] [17].



**Figure 3.5 : Automate programmable S7-300.**

### 3.3.1. Modularité de l'API S7 300 :

L'automate programmable S7-300 est d'une forme modulaire, permet un vaste de choix de gamme de module suivant (Figure 3.6) :



**Figure 3.6 :** Présentation des modules S7-300.

#### **A. L'unité centrale (CPU) :**

La CPU (Figure 3.7) est le cerveau de l'automate, la CPU possède un système d'exploitation une unité d'exécution et des interfaces de communication (communique avec les autres partenaires d'un réseau MPI via l'interface MPI en outre, une CPU peut être maître ou esclave DP sur un sous-réseau PROFIBUS). Essentiellement la CPU lit l'état des signaux d'entrée et exécute le programme utilisateur séquentiellement et commande-les sorties [16] [17].

##### **Commutateur de modes :**

- **MERS** : Effacement général (module reset).
- **STOP** : Arrêt, le programme n'est pas exécuté.
- **RUN** : Le programme est exécuté, accès en lecture, seul avec une PG/PC.
- **RUN-P** : Le programme est exécuté accès en écriture, accès en lecture avec une PG/PC.

##### **Signification des états :**

- **SF** : Erreur matérielle ou logicielle.
- **BF** : Défaut de bus sur interface (**BF1** pour X1 et **BF2** pour X2).
- **BATF** : Défaut de pile (pile a plot ou absente).
- **DC5V** : Signalisation de la tension.
- **FRCE** : Forçage en entrée ou en sortie.
- **STOP** : Allumage continu en mode stop, clignotement lors de l'effacement général.

### La carte mémoire :

Une carte mémoire (Figure 3.7) peut être montée à la CPU, elle conserve le contenu du programme en cas de coupure de courant, même en l'absence de la pile.

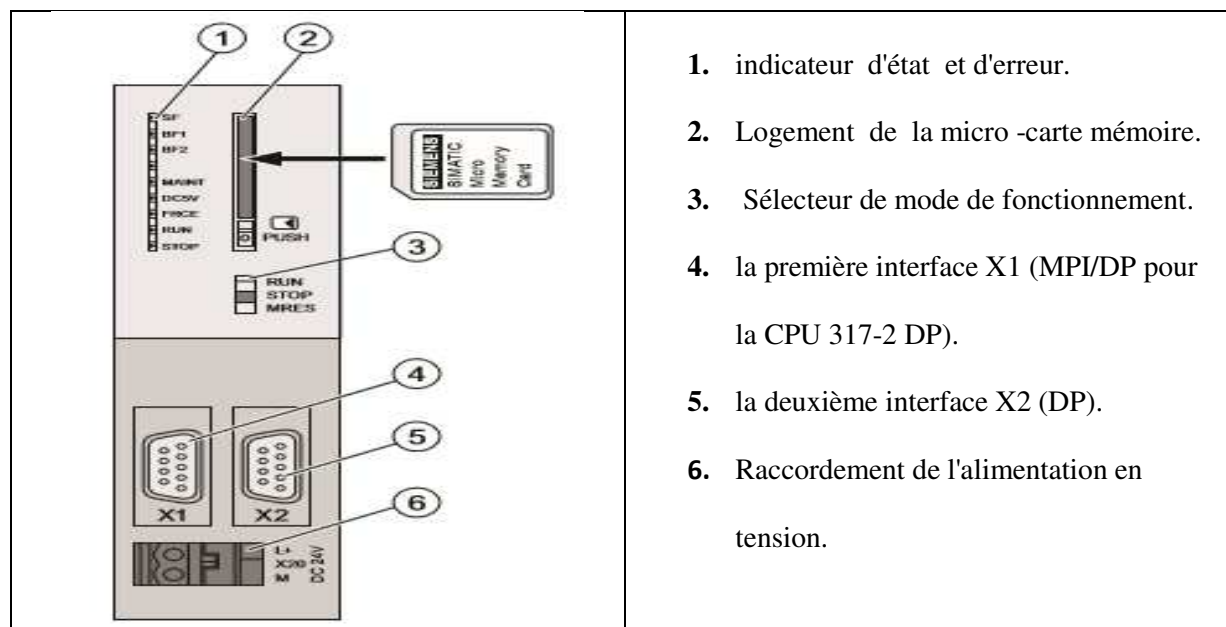


Figure 3.7 : Présentation de CPU 317- 2DP.

### B. Profile-support (châssis):

Les châssis sont constitués d'un profilé support en aluminium permettant le raccordement électrique des divers modules [16] [17].

### C. Le module d'alimentation (PS) :

Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en tension de service DC 24V (un courant de sortie assigné de 2A, 5A et 10A) et assure l'alimentation de l'automate S7-300 ainsi que l'alimentation externe pour les circuits de charge DC24V. Une LED indique le bon fonctionnement du module d'alimentation, en cas de surcharge de la tension de sortie, un témoin se met à clignoter [16] [17].

### D. Processeur de communication (CP) : [16] [17]

Il soulage la CPU des tâches de communication (CP 342-5 DP pour liaison au PROFIBUS-DP).

### E. Module fonction (FM) : [16] [17]

Les modules de fonctions offrent des fonctions spéciales :

- Comptage.
- Positionnement.
- Régulation.

### ***F. Module de signaux (SM) :***

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate et Il existe des modules d'entrée TOR, des modules de sortie TOR ainsi que des modules d'entrée et de sortie analogiques. Les modules d'E/S sont des interfaces entre les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation [16] [17].

#### ***F.1. Les modules d'entrées TOR :***

Les modules d'entrées tout ou rien permettent de raccorder à l'automate les différents capteurs logiques, les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé l'état de chaque entrée est donné par une diode électroluminescente situant sur la carte. Le nombre d'entrées sur une carte est de : 4, 8, 16, 32, 64 et les tensions d'entrées sont de : 24, 48, 110, 220 volts en courant continu ou alternatif.

#### ***F.2. Les modules de sorties TOR :***

Les modules de sorties tout ou rien permettent de raccorder à l'automate les différents prés-actionneurs, les tensions de sorties usuelles sont de 5, 24, 48, 110 ou 220 volts en continu ou en alternatif, les courants vont de quelque mA a quelque Ampères ces modules possèdent des relais ou bien des triacs des transistors, l'état de chaque sortie est visualisé par une diode électroluminescente.

#### ***F.3. Les modules d'entrées analogiques :***

Convertissent les signaux analogiques (tension, courant) du processus en signaux numériques (ou valeurs numérique) traitables par l'API S7-300.

#### ***F.4. Les modules de sorties analogiques :***

Convertissant les signaux numérique internes en signaux analogiques destines au processus.



***Figure 3.8 : Module de signaux (SM).***

### G. Module de couplage (IM) :

Les coupleurs permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis, si les emplacements du châssis de base ne suffisent pas, on peut utiliser des châssis à extensions ils assurent la liaison entre l'appareil de base et l'appareil d'extension [16] [17].

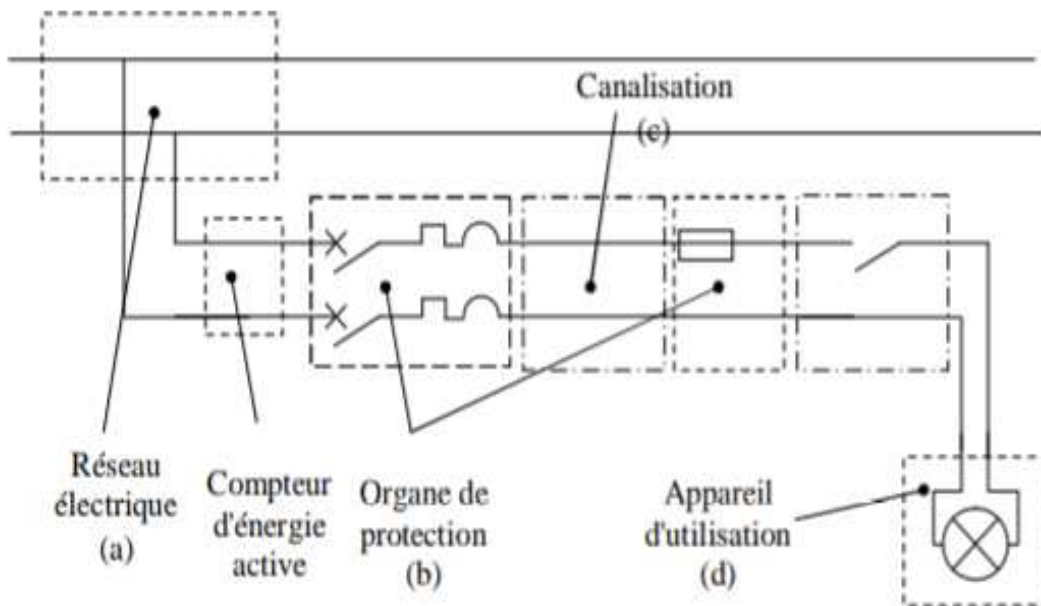
### 3.4. Partie électrique :

Dans cette partie on va traiter la coté électrique (les schémas électrique de commande et de puissance) de station de transfert et dosage de semoule (**VOIR L'ANNEXE B**).

#### 3.4.1. Généralité sur les installations électrique : [11]

Une installation électrique est constituée par l'ensemble des circuits et des appareils qui sont associés en but de l'utilisation de l'énergie électrique (transformer l'énergie électrique en une autre forme d'énergie (lumière, force motrice, chaleur, froid ...)), une installation électrique comprend :

- Une source de courant ou de tension (figure.3.9.a) : arrivée d'un réseau électrique, transformateur, ou pile ... etc.
- Un organe de protection électrique contre les surintensités (figure.3.9.b) : coupe circuit, disjoncteur, sectionneur porte fusible, relais magnétothermique ... etc.
- Des canalisations (figure.3.9.c) qui assurent les liaisons entre les différents appareils : conducteurs, câbles ... etc.
- Un appareil d'utilisation (figure. 3.9.d) : lampe, radiateur, moteur ... etc.



**Figure 3.9 : Installation électrique.**

### 3.4.2. Présentation de logiciel Visio :

Le logiciel Visio (Figure 3.10) est destiné au tracé de nombreux type de schémas, soit des schémas électrique, pneumatique, hydraulique ou architecturaux et il développé pour l'industrie, génie civile ...etc. Il permet également de dessiner des circuits logiques, plan de maisons, diagramme de flux ... [12].

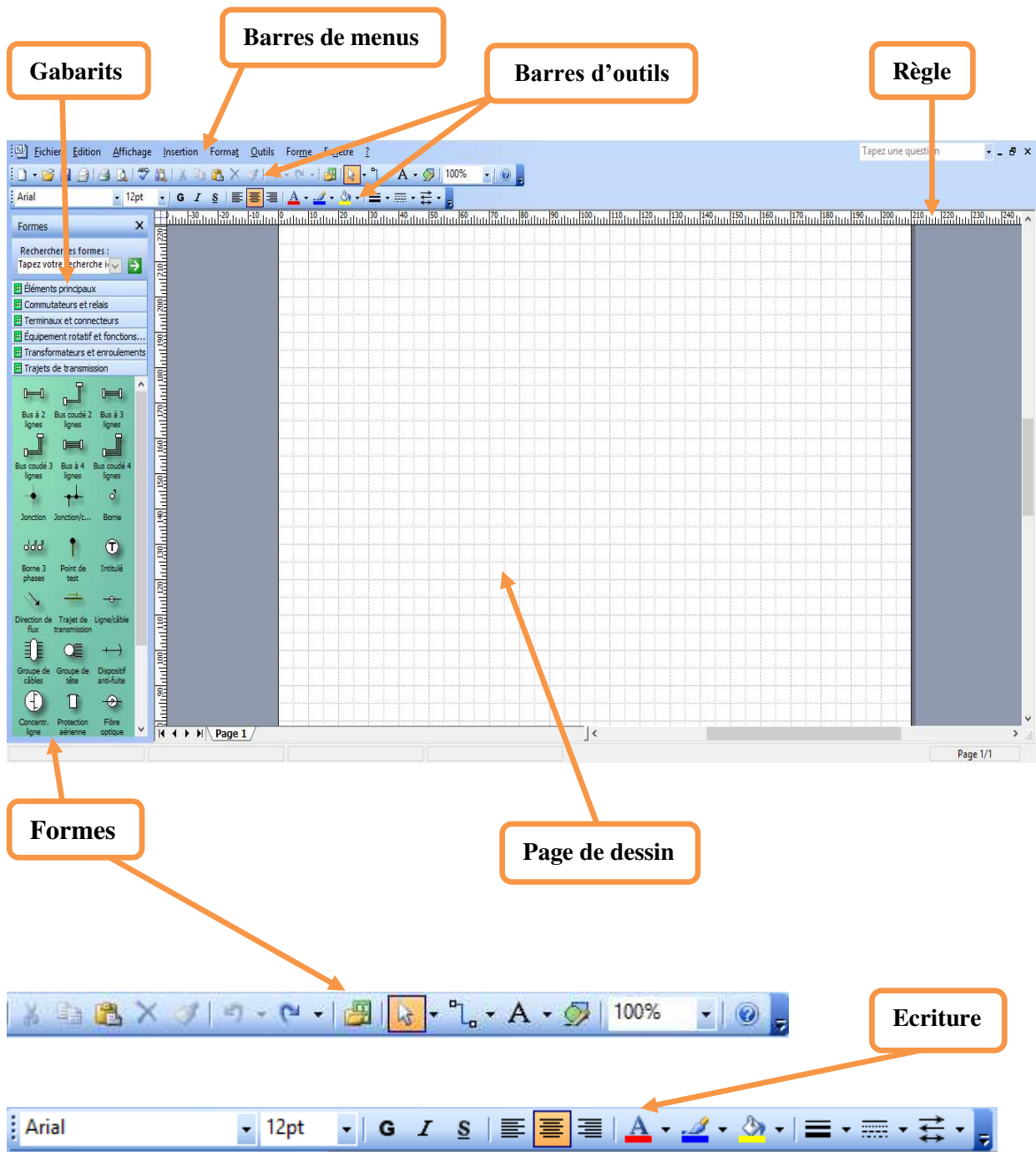


Figure 3.10 : Page de dessin (zone de travail) de logiciel Visio.

### **3.5. Partie software (la programmation) :**

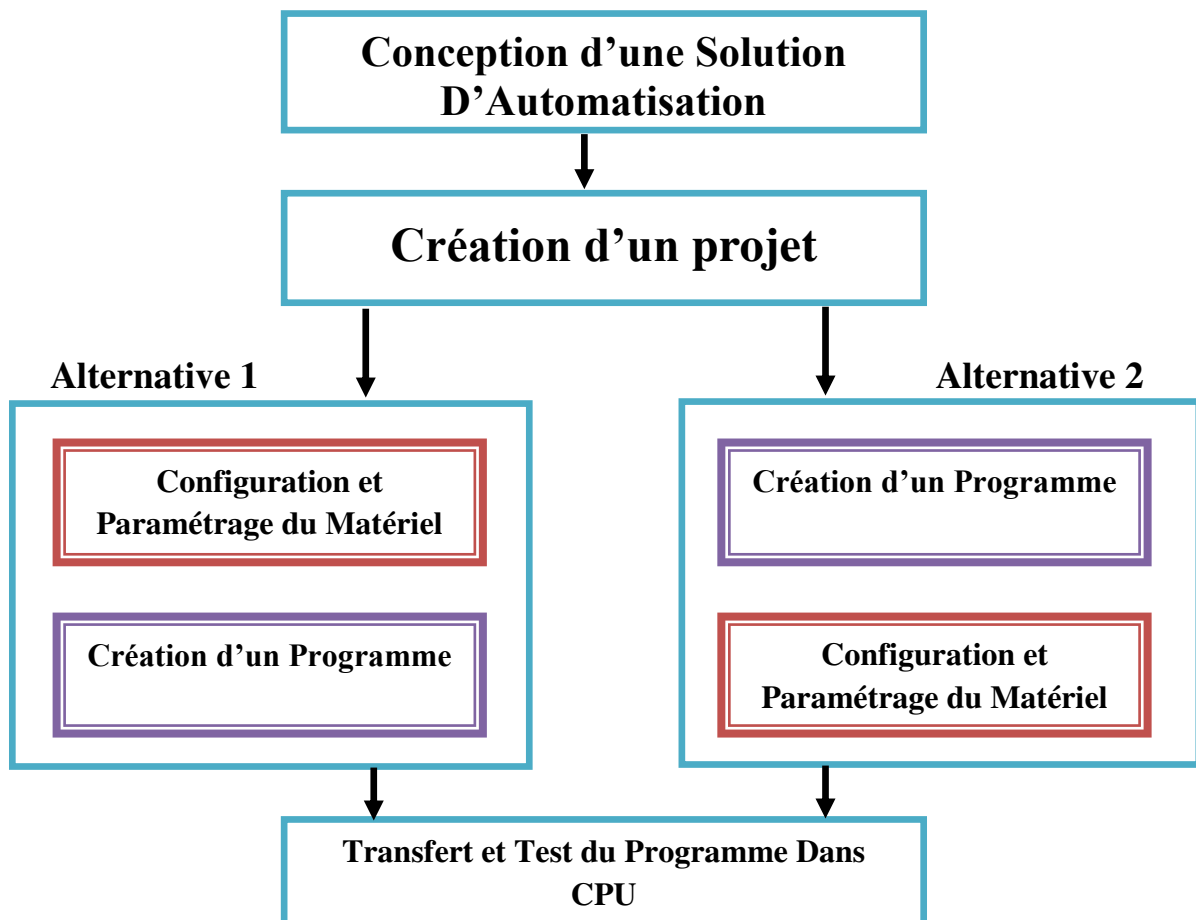
Après avoir défini le choix de l'automate programmable pour le pilotage de la station et tracé les schémas électriques de branchage des équipements de station, nous passons maintenant à l'implémentation de notre automatisme qui s'articulera autour du TIA PORTAL.

#### **3.5.1. Présentation de logiciel TIA PORTAL :**

La plate-forme TIA (Totally Integrated Automation) Portal est la dernière évolution des logiciels de travail Siemens qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré dans un seul logiciel, cette plate-forme regroupe la programmation des différents dispositifs d'une installation. On peut donc programmer et configurer en plus de l'automate, les dispositifs HMI, les variateurs ... [13].

#### **3.5.2. La conception d'un programme avec TIA PORTAL V15 :**

La conception d'une solution d'automatisation se fait par deux alternatives, soit on commence par la programmation ou par la configuration matérielle, dans notre cas on a commencé par la configuration (Figure 3.11).



**Figure 3.11:** Organisation pour la création d'un projet sous TIA PORTAL.



### A. la Vue du portail :

Chaque portail permet de traiter une catégorie de tâche la fenêtre affiche la liste des actions pouvant être réalisées pour la tâche sélectionnée, la figure ci-dessous représente une Vue du Portail (Figure 3.12).

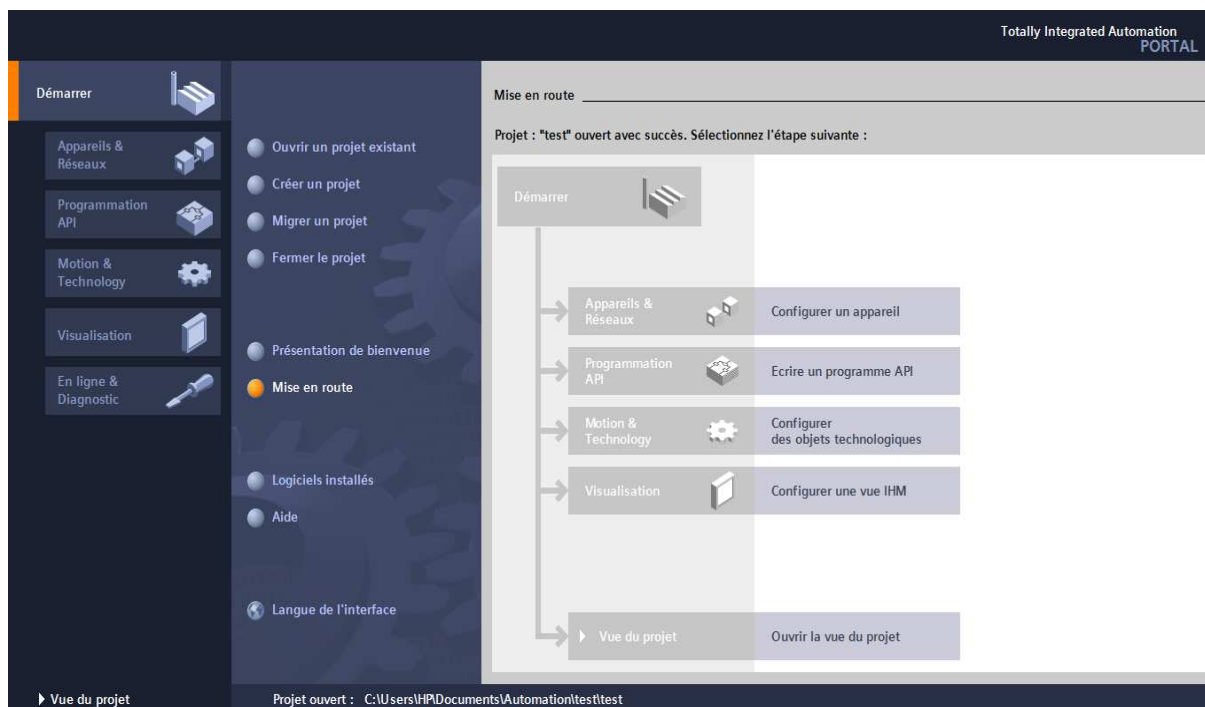


Figure 3.12 : Vue de Portail.

### B. la Vue de Projet :

L'élément « **Projet** » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée, la figure 3.13 représente la vue du projet.

- **La fenêtre de travail** permet de visualiser les objets sélectionnés dans le projet pour être traités. Il peut s'agir des composants matériels, des blocs de programme, des tables des variables, des interfaces homme-machine (IHM).
- **La fenêtre d'inspection** permet de visualiser des informations complémentaires sur un objet sélectionné où sur les actions en cours d'exécution (propriété du matériel sélectionné, message d'erreur lors de la compilation des blocs de programme ,...).
- **Les onglets de sélection** de tâches ont un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration matérielle bibliothèques des composants, bloc de programme instructions de programmation). Cet environnement de travail contient énormément de données, il est possible de masquer ou réduire certaines de ces fenêtres lorsque l'on ne les utilise pas.

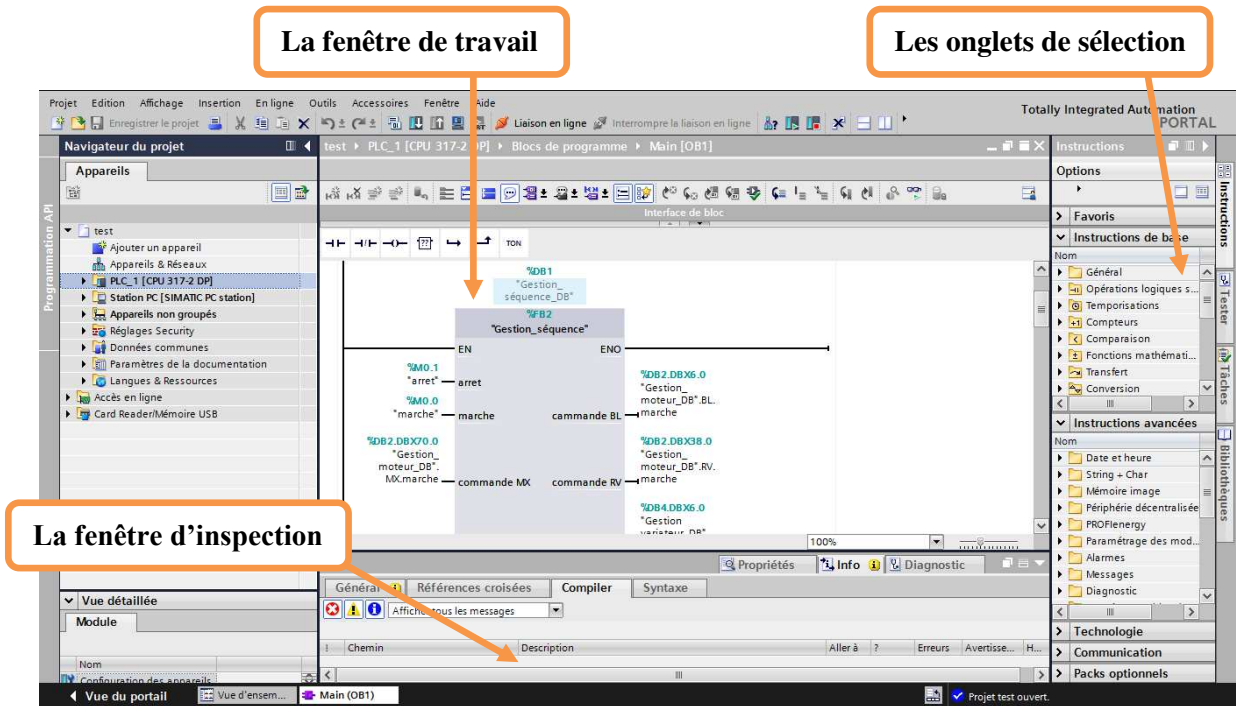


Figure 3.13 : Vue de projet (zone de travail).

### C. Création d'un Projet :

Pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action « **Créer un projet** » on peut donner un nom au projet, choisir un chemin où il sera enregistré, indiquer un commentaire ou encore définir l'auteur du projet, une fois que ces informations sont entrées, il suffit de cliquer sur le bouton « **créer** », la figure 3.14 représente la création d'un projet.

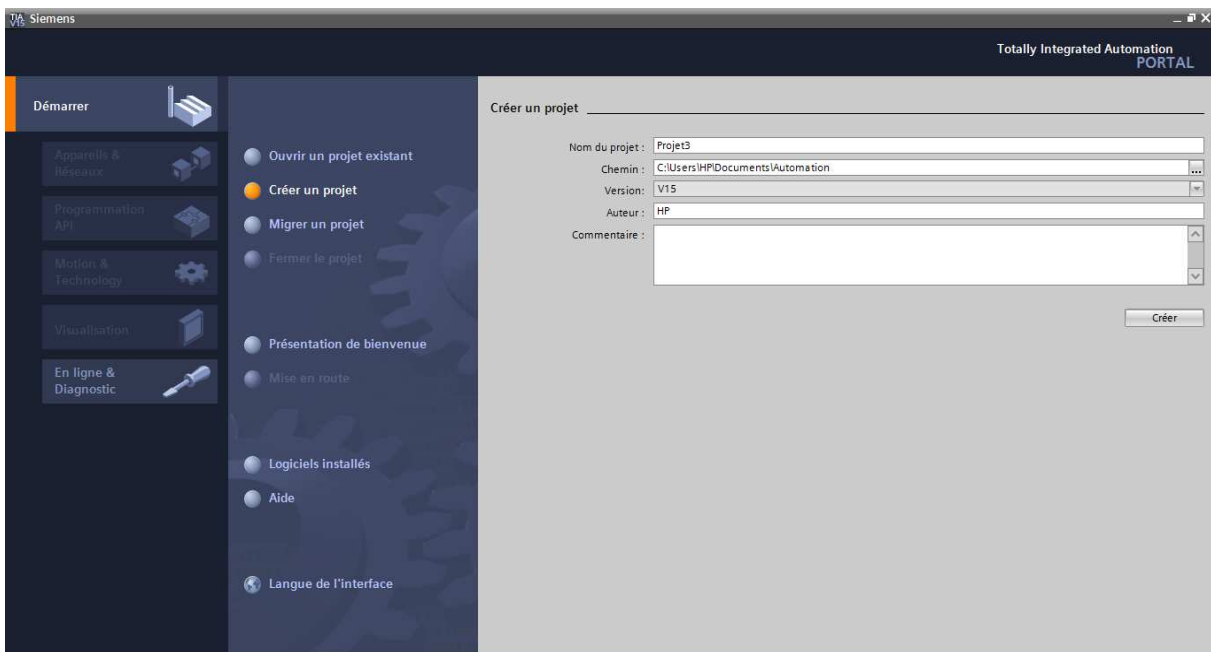
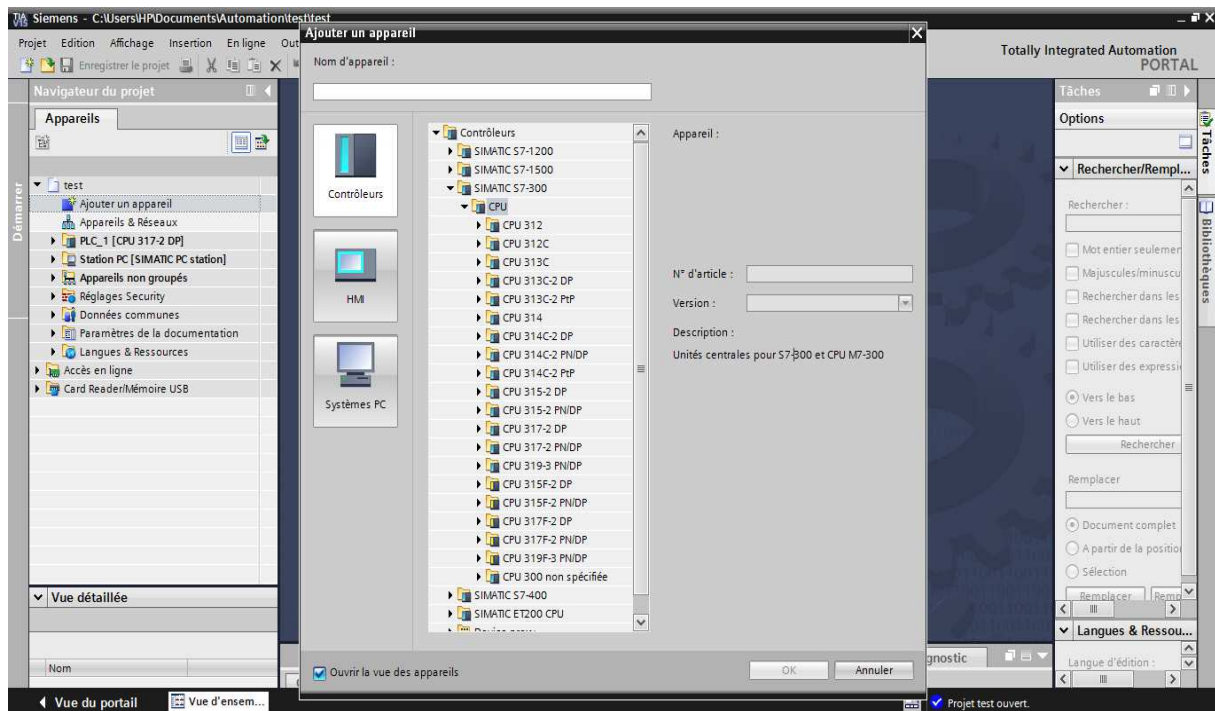


Figure 3.14 : Vue de projet.

### D. Configuration matérielle d'API utilisée :

Une fois votre projet est créé, on peut configurer la station de travail, la première étape consiste à définir le matériel existant ; pour cela on peut passer par la « **vue du projet** » et cliquer sur « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet.

La liste des éléments que l'on peut ajouter apparaît (API, IHM, système PC), on commencera par faire le choix de CPU pour ensuite venir ajouter les modules complémentaires (alimentation, E/S TOR ou analogiques, module de communication ...), la figure 3.15 représente la configuration et le paramétrage du matériel.



**Figure 3.15 : Configuration et paramétrage du matériel.**

Les modules complémentaires de l'API (Figure 3.16) peuvent être ajoutés en utilisant le catalogue, si on veut ajouter un écran ou un autre API, il faut repasser par la commande « **ajouter un appareil** » dans le navigateur du projet, lorsque l'on sélectionne un élément à insérer dans le projet, une description est proposée dans l'onglet information.

Alors on choisit les modules qui peuvent contenir ce nombre d'entrées et sorties :

- **CPU 317-2 DP** représente mon processeur ;
- **DI 32x24VDC** représente mon module d'entrées numériques ;
- **DO 32x24VDC/0.5A** représente mon module de sorties numériques ;
- **AI 2x12BIT** représente mon module d'entrées analogiques ;
- **AO 4x12BIT** représente mon module de sorties analogiques ;
- **IM\_153-1** représente mon module d'interface.

## Chapitre 3 : Automatisation de la station

La figure ci-dessous est une représentation de la configuration matérielle de notre automate.

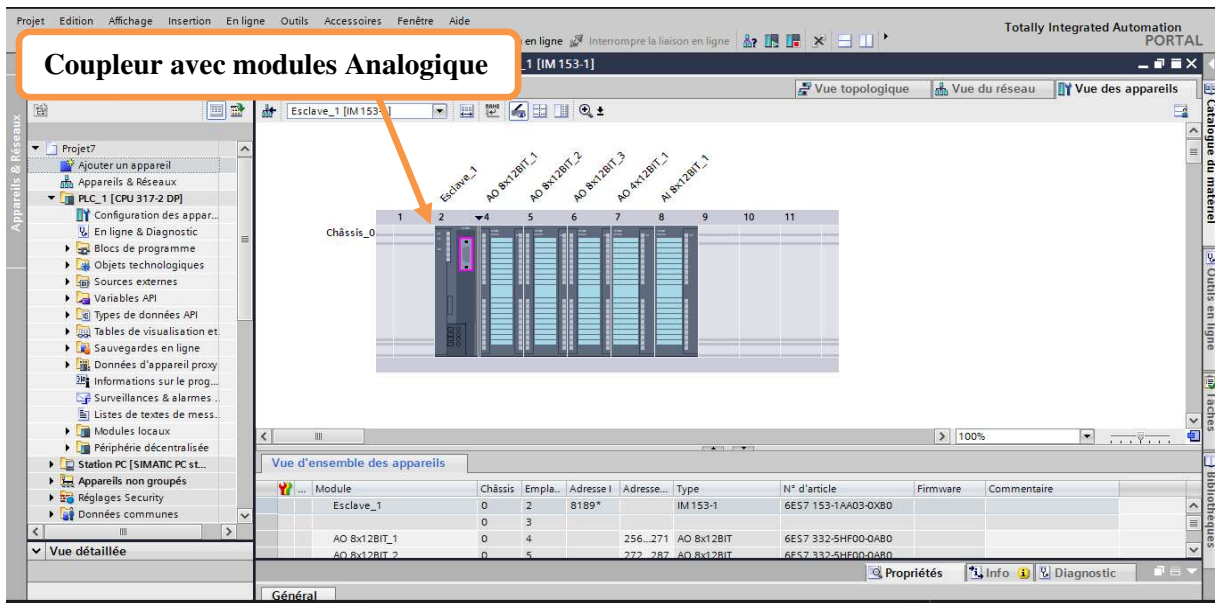
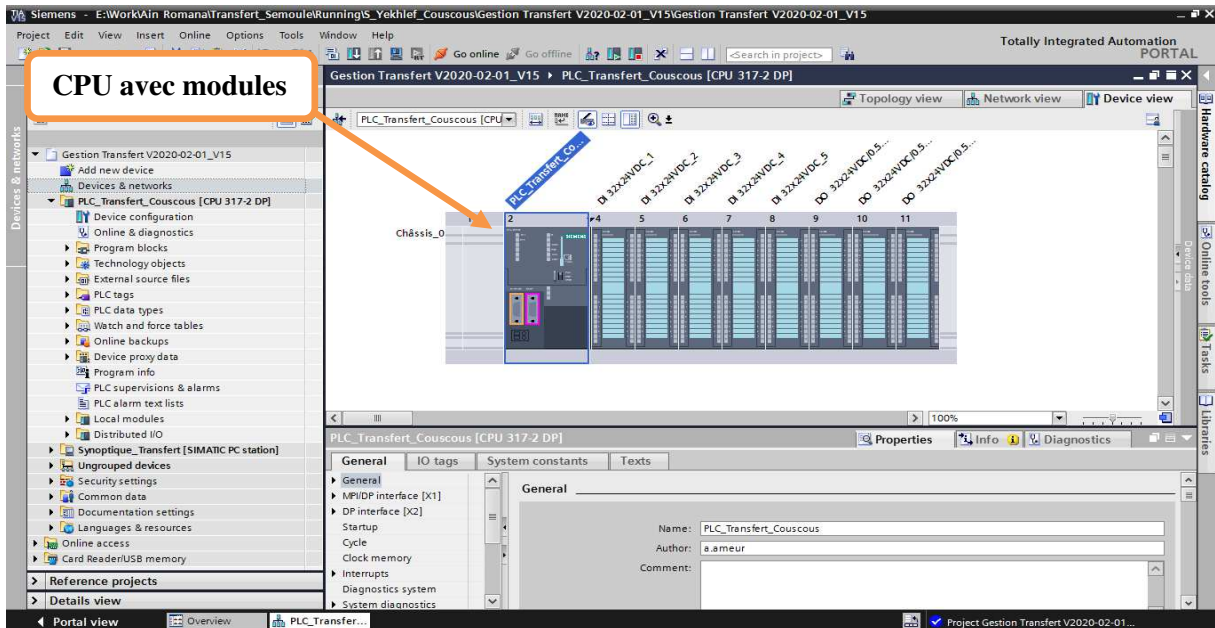


Figure 3.16 : Configuration et paramétrage du matériel d'API de station.

### E. Adressage des E/S :

Pour connaître l'adressage des entrées et sorties présentes dans la configuration matériel, il suffit d'aller dans « **appareil et réseau** » dans le navigateur du projet, dans la fenêtre de travail, on doit s'assurer d'être dans l'onglet « **Vue des appareils** », de sélectionner l'appareil voulu, on sélectionne la CPU puis à l'aide des deux petites flèches, on fait apparaître l'onglet « **Vue d'ensemble des appareils** ». Les adresses des entrées et sorties apparaissent. Vous pouvez les modifier en entrant une nouvelle valeur dans la case correspondante (Figure 3.17).

## Chapitre 3 : Automatisation de la station

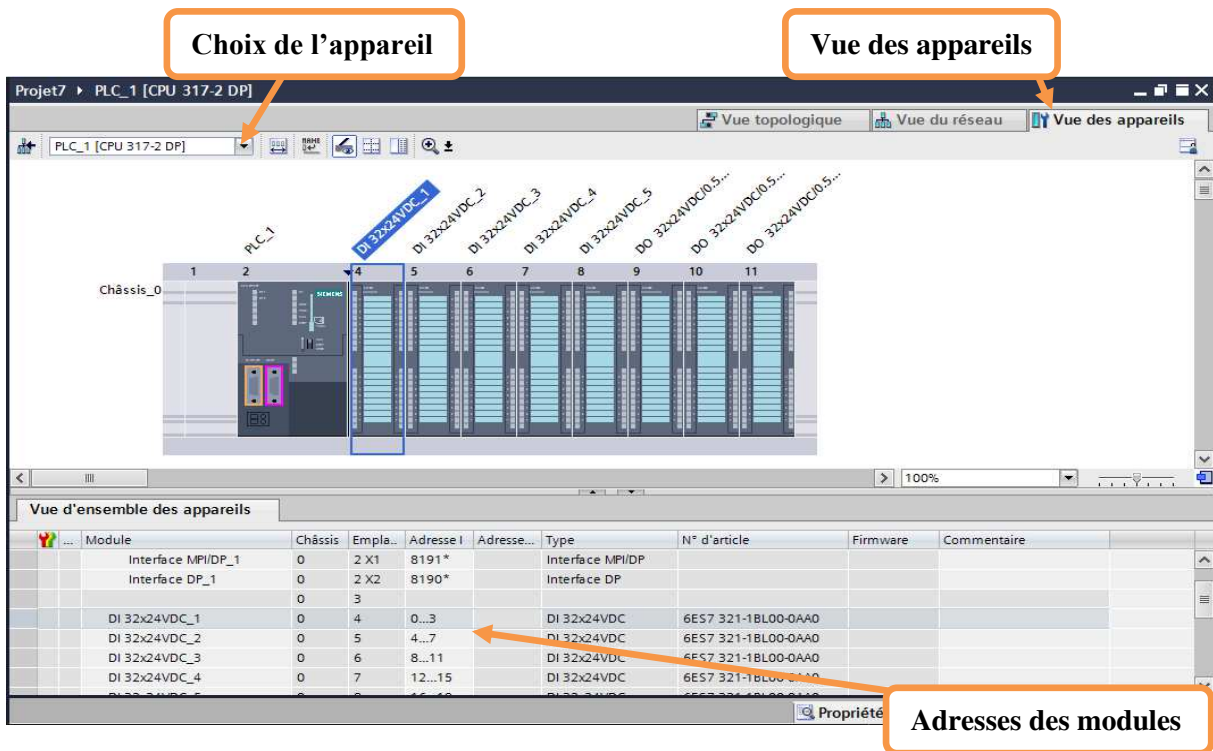


Figure 3.17 : Adressage des E/S.

### F. Adressage MPI de la CPU :

Toujours dans les propriétés de la CPU, il est possible de définir son adresse MPI, un double clic sur le connecteur MPI de la station fait apparaître la fenêtre d'inspection permettant de définir ses propriétés ; Pour établir une liaison entre la CPU et la console de programmation, il faut affecter aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau ; on utilisera comme adresse pour l'automate de l'automate est 3, on peut la modifier selon le besoin. La figure ci-dessous est une représentation de l'adresse MPI de la CPU (Figure 3.18).

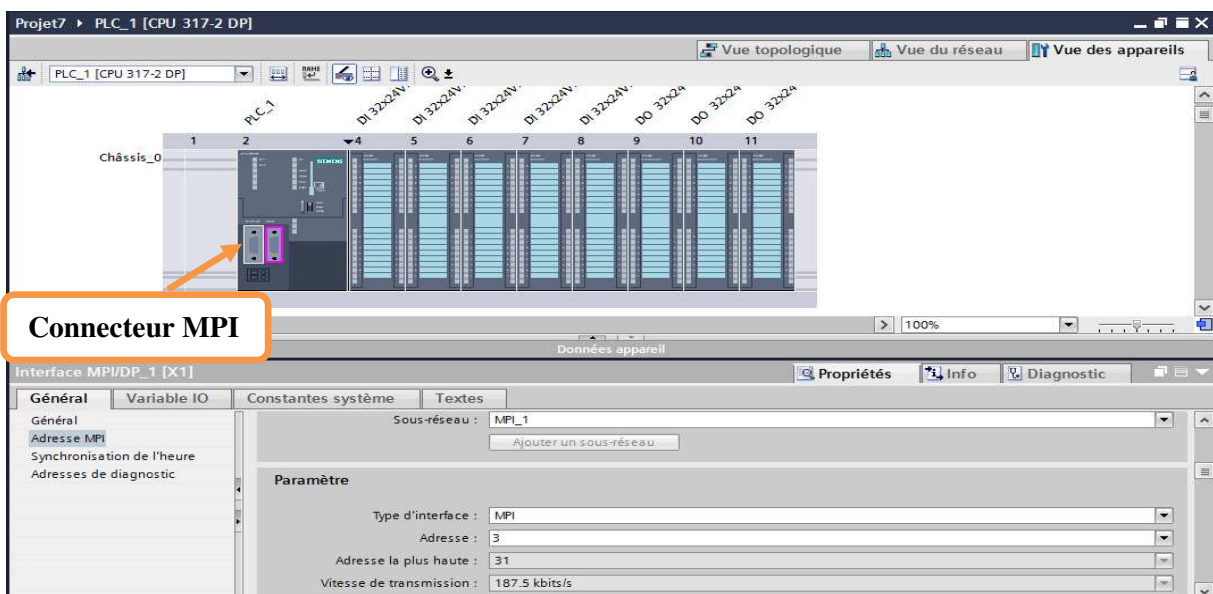


Figure 3.18 : Adressage de la CPU.

### G. Compilation et chargement de la configuration matérielle :

Une fois la configuration matérielle réalisée, il faut la compiler et la charger dans l'automate, la compilation se fait à l'aide de l'icône « **compiler** » de la barre de tâche, on sélectionne l'API dans le projet puis cliquer sur l'icône « **compiler** ». En utilisant cette manière, on effectue une compilation matérielle et logicielle, une autre solution pour compiler est de faire un clic droit sur l'API dans la fenêtre du projet et de choisir l'option Compiler « **Configuration matérielle et logicielle** ». La figure ci-dessous représente l'étape de compilation et chargement de la configuration matérielle.

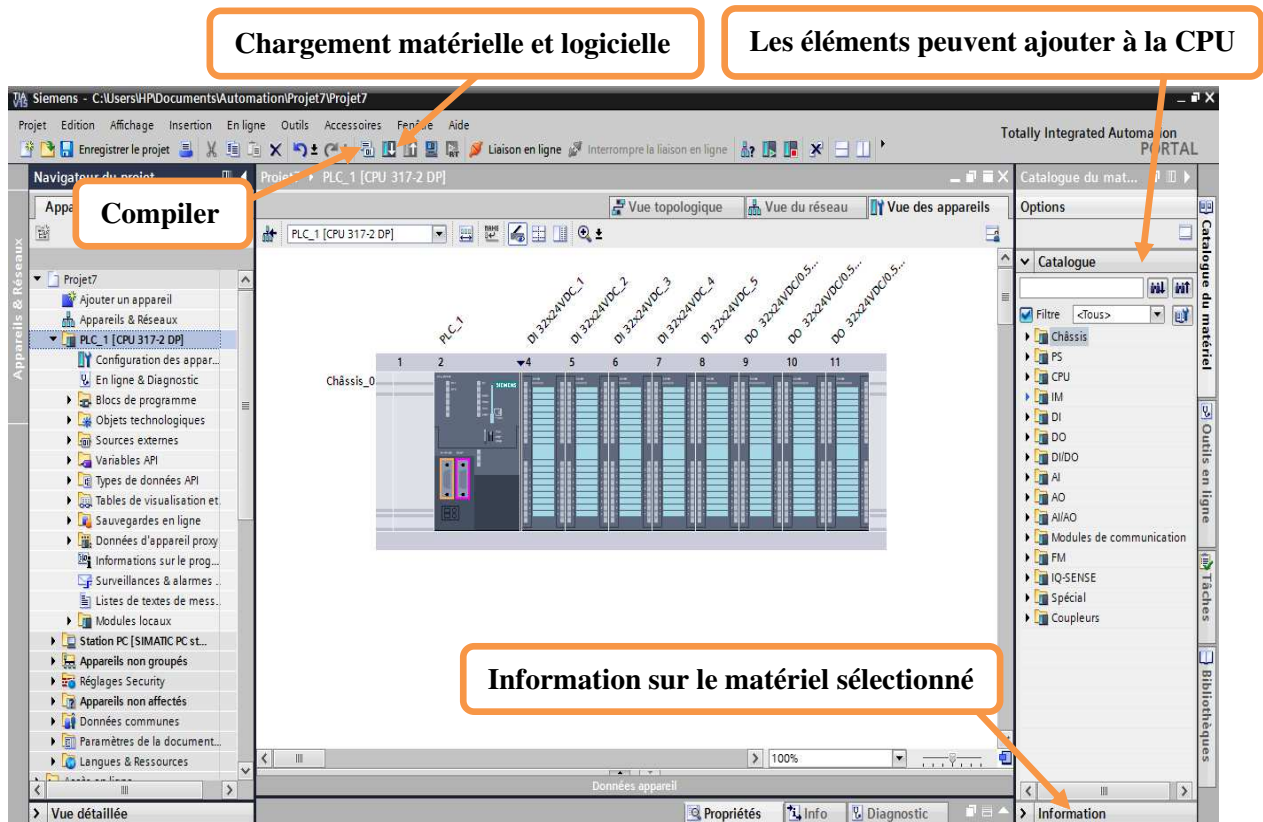
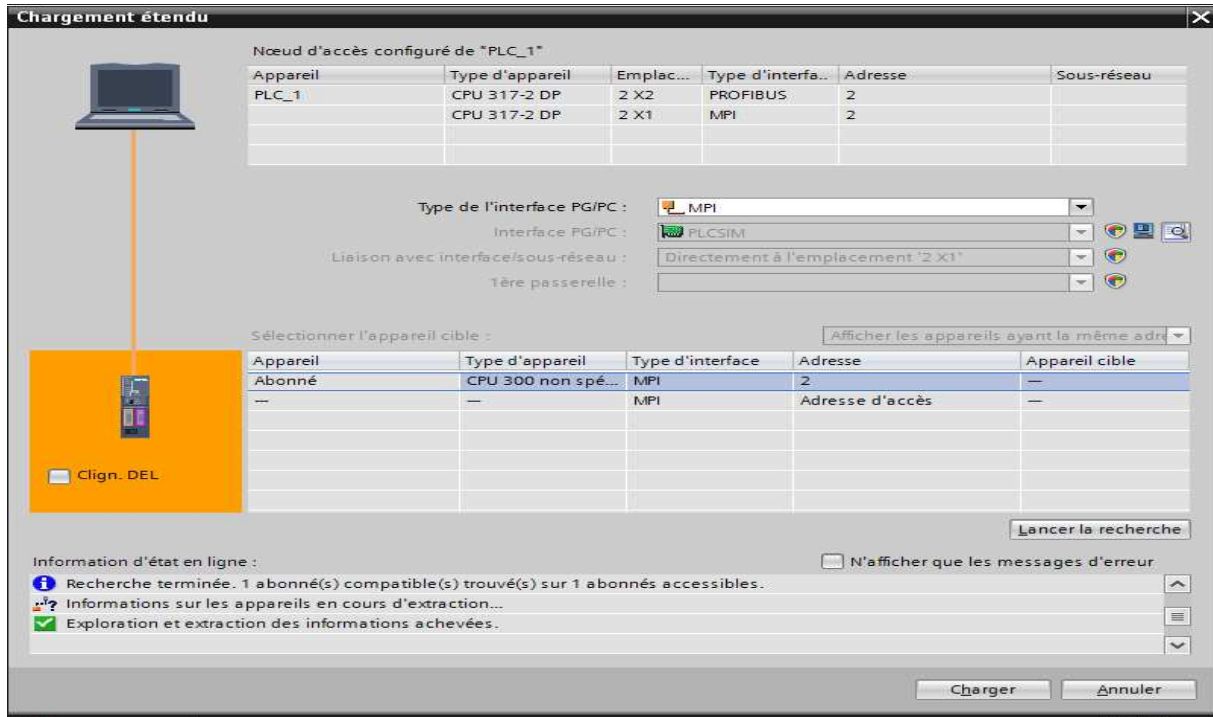


Figure 3.19 : Compilation de la configuration matérielle.

Pour charger la configuration dans l'API on effectue un clic sur l'icône « **charger dans l'appareil** », la fenêtre ci-dessous (Figure 3.20) s'ouvre et vous devez faire le choix du mode de connexion (PN/IE, PROFIBUS, MPI) ; Si vous choisissez le mode MPI, l'API doit posséder une adresse MPI, et le choix de l'interface PG/PC :

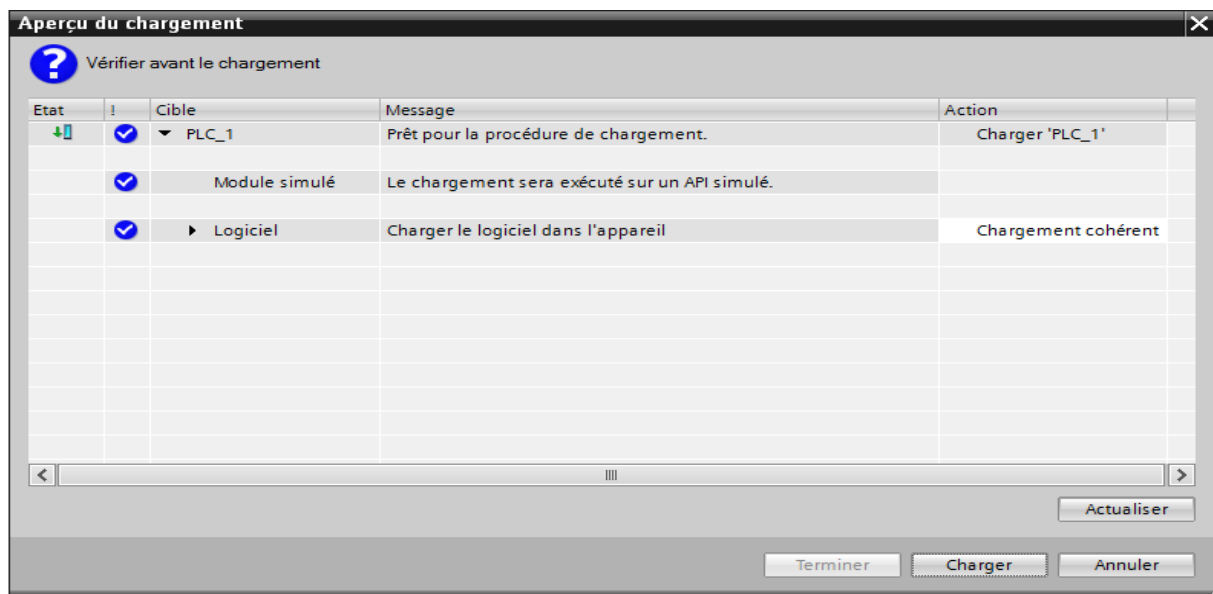
- PC adapter (en présence d'appareille) ;
- PLC SIM (en absence d'appareille) ;

La figure 3.20 représente aussi l'étape de compilation et de chargement de la configuration matérielle.



**Figure 3.20 :** *Compilation et chargement de la configuration matérielle.*

Pour une première connexion ou pour charger l'adresse IP désirée dans la CPU, il est plus facile de choisir le mode de connexion MPI et de relier le PC à la CPU via le « PC Adapter », si le programme trouve un appareil, ce dernier figurera dans la liste en bas de la fenêtre, la touche « Clign . DEL » permet de faire clignoter une LED sur la face avant de l'appareil afin de s'assurer que l'on est connecté à l'appareil désiré (Figure 3.20). La figure ci-dessous est une représentation de l'étape et de chargement de la configuration (Figure 3.21).



**Figure 3.21 :** *Chargement de la configuration matérielle.*

## Chapitre 3 : Automatisation de la station

Une fois la configuration terminée, on peut charger le tout dans l'appareil, des avertissements / confirmations peuvent être demandés lors de cette opération, si des erreurs sont détectées, elles seront visibles via cette fenêtre, le programme ne pourra pas être chargé tant que les erreurs persistent donc l'automaticien ce doit de les corriger en modifiant le programme où la configuration matérielle. La figure ci-dessous représente l'étape d'affichage des erreurs de chargement (Figure 3.22).

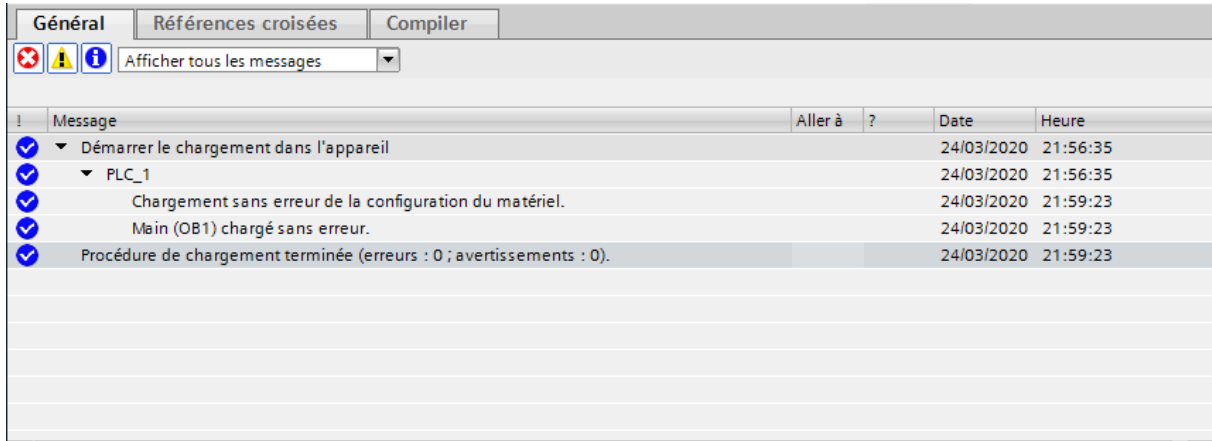


Figure 3.22 : Affichage des erreurs de chargement.

### H. Chargement de la configuration matérielle dans Simulateur :

En absence de matériel, la configuration matérielle peut aussi être chargée dans une simulation API (S7-PLCSIM), il convient au préalable de démarrer la simulation en sélectionnant le dossier "PLC\_1 [CPU 317-2 DP]" et en cliquant sur "Lancer la simulation". Le logiciel "S7-PLCSIM" démarre dans une fenêtre distincte, en cliquant sur la case placée devant RUN-P, vous pouvez démarrer l'API simulé dans PLCSIM (Figure 3.23).

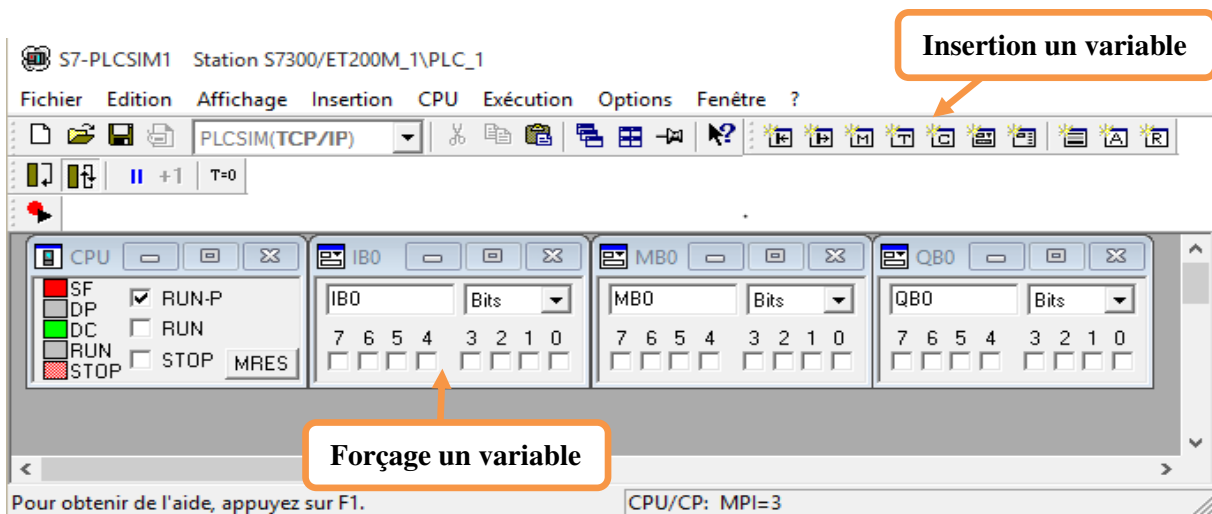


Figure 3.23 : Fenêtre de S7-PLCSIM.



### 3.5.3. La table de variable de l'API :

Afin de faciliter la programmation, il est intéressant de créer une table de variables (Figure 3.24), c'est par laquelle que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constants utilisées.

Lorsque l'on définit une variable API, il suffit d'indiquer :

- Son nom : c'est l'adressage symbolique de la variable ;
- Son type de donnée : BOOL (1 bit), Word (8 bits), ... ;
- Son adresse absolue : Indication d'opérande (par exemple I1.4 Q2.7, M0.1, ... ) ;
- Un commentaire : pour qu'il nous renseigne sur cette variable.

On édite notre table de mnémoniques on respectant notre cahier de charge de la manière suivantes :

- 1) Dans le navigateur du projet, on ouvre le dossier «**Variables API**» qui se trouve sous le «**PLC\_1 [CPU 317-2 DP]**» ;
- 2) Double clic sur la table «**Table des variables standard** », on peut entrer des mnémoniques maintenant ou en cours de programmation ;
- 3) On clique sur Enregistrer et on ferme l'éditeur de mnémoniques.

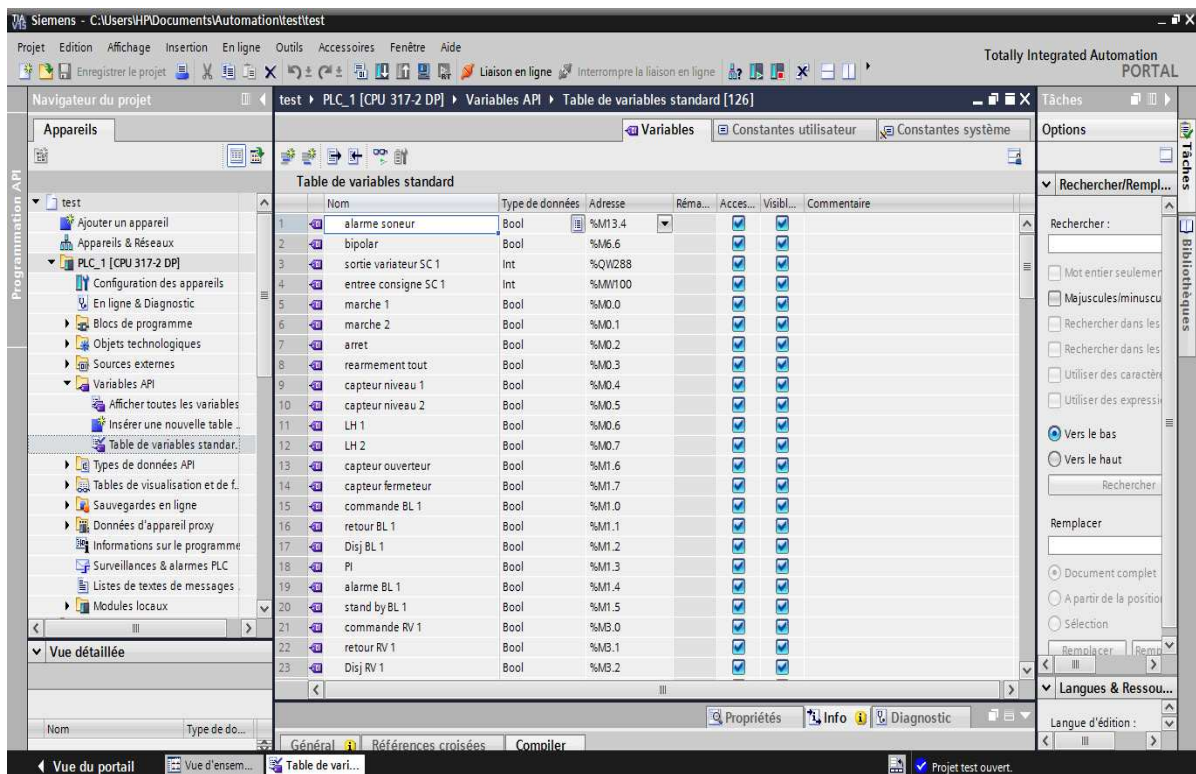


Figure 3.24 : Table de variables d'API.

### **3.5.4. Les Blocs de programme :**

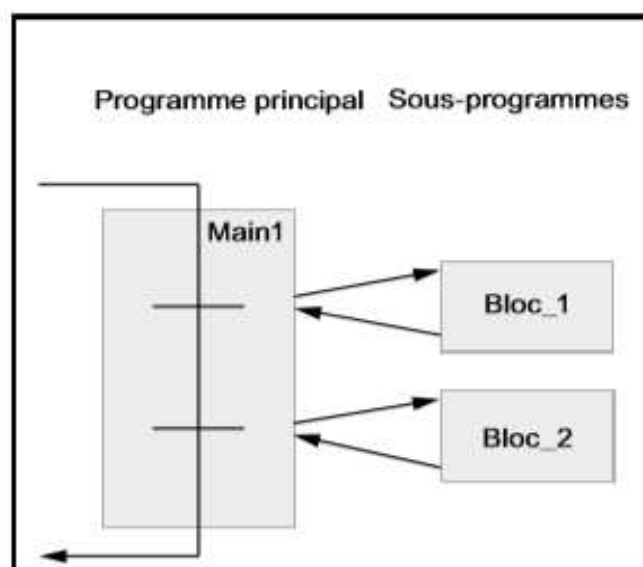
Vous pouvez résoudre de petites tâches d'automatisation en écrivant le programme utilisateur complet linéairement dans un OB cyclique, cette démarche est recommandée uniquement pour des programmes simples.

La réalisation et la maintenance de tâches d'automatisation complexes sont plus simples si ces tâches sont divisées en plusieurs tâches partielles plus petites qui correspondent aux fonctions technologiques du processus d'automatisation ou qui peuvent être utilisées plusieurs fois, dans le programme utilisateur, ces tâches partielles sont représentées par des blocs (FB, FC, SFB, SFC), chaque bloc constitue une section indépendante du programme utilisateur, les blocs de données DB d'instance et DB globaux qui contiennent les paramètres du programme [14] [15].

La structuration du programme offre les avantages suivants :

- La programmation de programmes volumineux est plus claire ;
- Certaines parties du programme peuvent être normalisées et être utilisées plusieurs fois avec des paramètres changeants ;
- L'organisation du programme est simplifiée ;
- Il est plus facile de modifier le programme ;
- Le test du programme est simplifié, car il peut s'effectuer section par section ;
- La mise en service est simplifiée ;

La figure suivante (Figure 3.25) représente un programme structuré schématique. L'OB cyclique "Main1" appelle successivement des sous-programmes qui exécutent des tâches partielles définies.



**Figure 3.25 :** Représentation d'un programme structuré schématique.

### A. Bloc d'organisation (OB) : [15]

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur, il contient les blocs que l'on doit charger dans la CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, il englobe :

- Les blocs de code (OB, FB, FC, SFB, SFC) qui contiennent les programmes.
- Les blocs de données d'instance ou globaux qui contiennent les paramètres du programme.

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 ;
- Traitement du programme déclenché par alarme ;
- Traitement des erreurs ;

### B. 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, pour enregistrer les données durablement, elles 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 [15].

### C. Blocs fonctionnels (FB) :

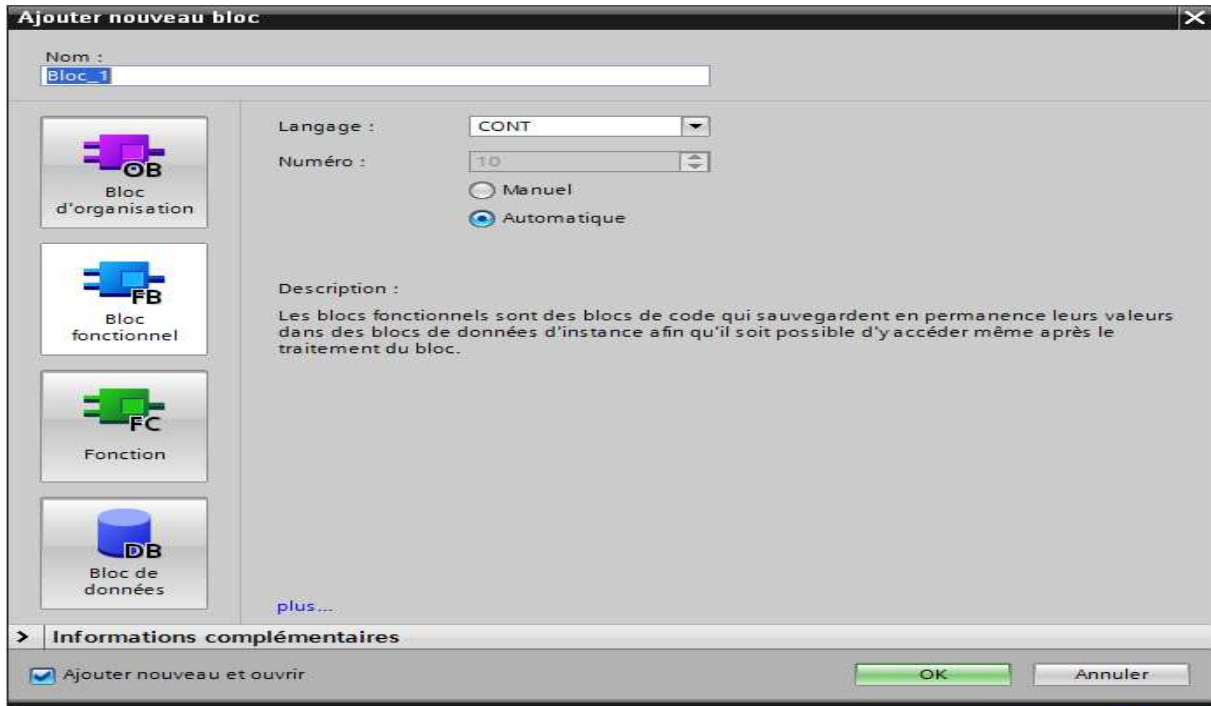
Les blocs fonctionnels sont des blocs de code qui mémorisent durablement leurs paramètres d'entrée, de sortie et d'entrée / sortie dans des blocs de données d'instance, elles contiennent des sous-programmes qui sont exécutés lorsqu'un bloc fonctionnel est appelé par un autre bloc de code, et peut être appelé plusieurs fois à différents endroits d'un programme, ainsi vous simplifiez la programmation de fonctions utilisées fréquemment [15].

### D. Blocs de données (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.

L'appel d'un bloc fonctionnel est une instance, les données avec lesquelles opère l'instance sont mémorisées dans un bloc de données d'instance [15].

On ouvre « **Blocs de programme** » et on clique deux fois sur « **Ajouter nouveau bloc** » (Figure 3.26), puis « **Bloc fonctionnel** », « **Fonction** » ou « **Bloc de données** » à savoir notre cahier de charge.



*Figure 3.26 : Ajouter des Bloc et des Fonction.*

### **3.5.5. Architecteur de programme :**

Le type de programmation utilisée peut être linéaire ou structuré en fonction de la nature de la tâche d'automatisation, le programme que nous avons utilisé est de type structure : car il simplifie l'organisation et la gestion du programme, le test de ce dernier peut être fait section par section et facilite la mise en service.

La structure hiérarchique des blocs du modèle élaboré, pour la commande et le contrôle du système de la station de stockage, est illustrée dans (Figure 3.28).

La figure ci-dessous (Figure 3.27) représente l'ensemble des réseaux de nos blocs de programme.

- ▶ Réseau 1 : Gestion décharge
- ▶ Réseau 2 : Gestion des moteurs
- ▶ Réseau 3 : Gestion des vannes
- ▶ Réseau 4 : Gestion des moteurs vis
- ▶ Réseau 5 : Rearmement et déclenchement des alarmes
- ▶ Réseau 6 : Gestion de vidange

*Figure 3.27 : Réseaux de bloc OB.*

➤ La figure ci-dessous représente l'organisation des blocs de la station (VOIR L'ANNEXE C).

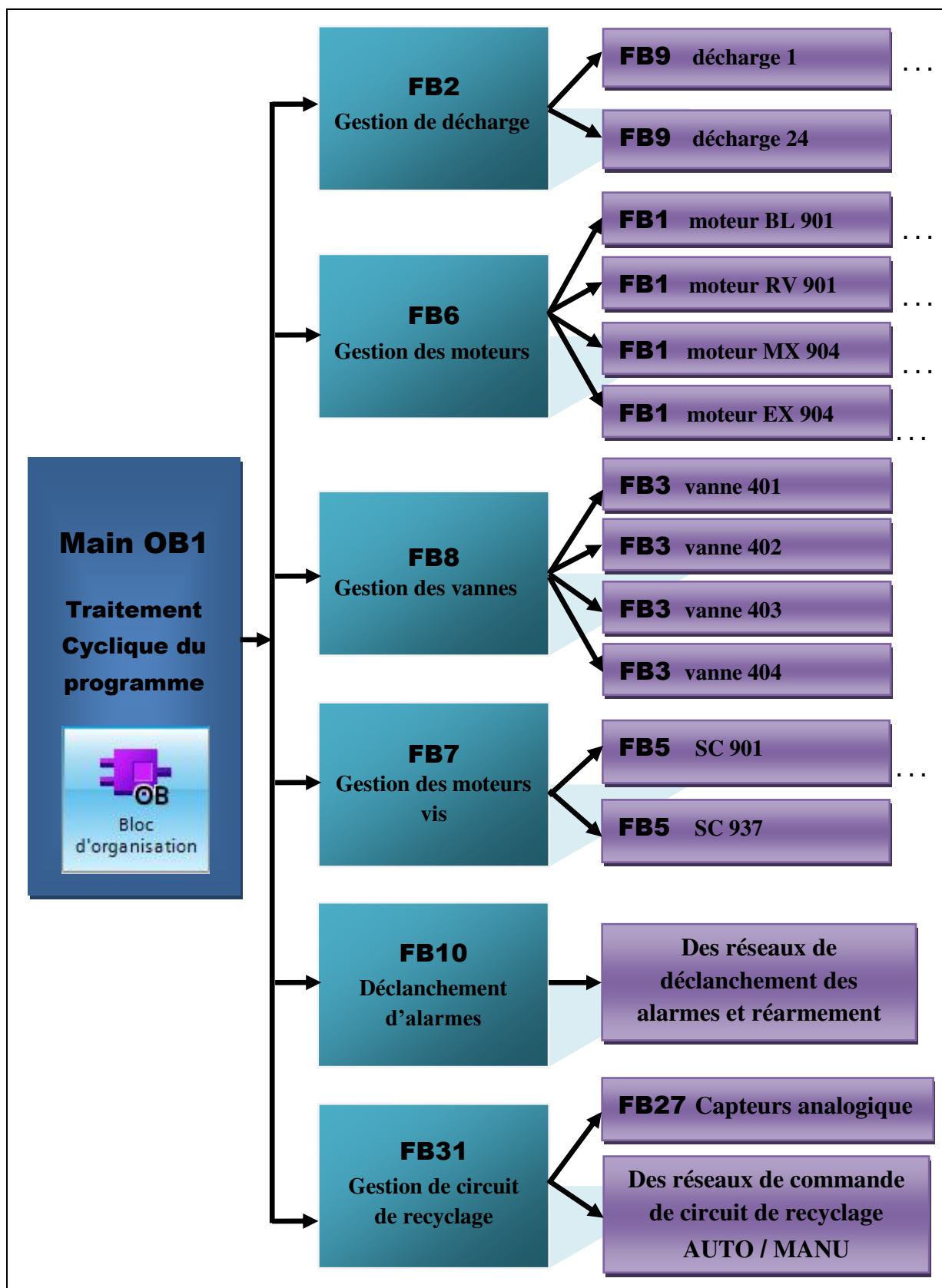


Figure 3.28 : L'organisation des Blocs de Station.

### **3.6. Conclusion :**

L'automatisation de la station de transfert et dosage de semoule via le logiciel « TIA PORTAL V15 » a pour but d'intégrer un nouveau programme dans l'automate programmable industriel « S7-300 » de Siemens, pour augmenter les performances, améliorer la sécurité de l'opérateur, augmenter la précision et la rapidité de la tâche réalisée, et minimiser l'erreur.

Toutes ces étapes dans ce chapitre sont importantes à suivre pour n'importe quel projet en automatisation. Le chapitre suivant sera consacré à la supervision.

# *Chapitre 4 : Supervision et simulation*

### **4.1. Introduction :**

Les entreprises aujourd'hui recherchent, de plus en plus, des solutions globales qui regroupent les systèmes individuels au sein d'un même processus et assurent ainsi, un flux continu d'informations pour pouvoir suivre chaque phase du procédé et intervenir dans le cas échéant. En effet, avec le développement de l'informatique, il est devenu possible de traiter des données dans le domaine industriel, grâce à des vues préalablement créées et configurées, et à l'aide d'un logiciel adéquat.

Le logiciel de supervision est une entité capable de présenter à l'opérateur des informations utiles, afin qu'il prenne à temps les bonnes décisions pour la conduite du procédé. Il a essentiellement, pour mission de collecter les données (acquisition et stockage) et les mettre en forme (traitement), afin de les présenter à l'opérateur (supervision). Dans ce chapitre nous allons développer une plate-forme de supervisons pour rendre notre application conviviale et pratique.

### **4.2. Généralité sur la Supervision :**

Ensemble des outils et méthodes permettant de conduire des installations industrielles en fonctionnement normal et en présence de défaillances, outil de référence de l'opérateur pouvant également interagir directement avec le système de contrôle, il s'agit d'un système qui inclut des fonctions de collectes d'informations (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement ...) et aussi de visualisation, de surveillance, de diagnostic et la reconfiguration ou la maintenance.

Il est nécessaire de disposer d'une visualisation en temps réel de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée ou une machine industrielle, ceci pour que l'opérateur puisse prendre, le plus rapidement possible, les décisions permettant d'atteindre les objectifs de production (qualité, sécurité ...).

La supervision est une fonction d'information pouvant rendre de grands services à la maintenance des installations et équipements industrielle. Dans l'informatique, la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité.

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication, via un réseau local ou distant industriel, avec un ou plusieurs équipements (Automate Programmable Industriel, ordinateur, carte spécialisée ...); il est composé d'un ensemble de pages (d'écrans), dont l'interface opérateur est présentée très souvent sous la forme d'un synoptique ... [19].

### **4.3. Les Avantages de la Supervision :**

- L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM dynamique ...).
- La collecte d'informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants (ateliers, usines, machines...) et leur archivage.



## **Chapitre 4 : Supervision et simulation**

---

- En cas de dysfonctionnement ou de non-atteinte des objectifs de qualité de service, le système de supervision permet d'envoyer des alertes 24h/24 et 7j/7 avec tous les éléments techniques qui facilite l'établissement rapide du diagnostic de panne.
- Fournir des données pour l'atteinte d'objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité...)

### **4.4. SIMATIC WINCC :**

Le SIMATIC WINCC RUNTIME dans le TIA Portal est le logiciel qui permet de réaliser toutes les tâches de configuration et visualiser les processus, est un système de supervision et d'acquisition de données (SCADA) et d'interface homme-machine (IHM) de Siemens, sont utilisés pour surveiller et contrôler les processus physiques impliqués dans l'industrie et les infrastructures à grande échelle et sur de longues distances.

Il offre des modules fonctionnels adaptés au monde industriel pour la représentation graphique, la signalisation des alarmes, l'archivage et la journalisation ; avec couplage au processus performant, le WINCC offre un rafraîchissement rapide des vues et un archivage de données fiable, il assure une haute disponibilité du système.

WINCC peut aussi être défini comme l'intervention entre un système et un automate, l'interaction est présentée par un écran avec dynamique icônes, des chiffres et du texte. Un opérateur peut surveiller la production et le contrôle à un certain niveau à l'aide d'un écran IHM ou PC, il permet de réduire les risques d'erreur humaine, la communication entre le pupitre opérateur et la machine ou le processus s'effectue via l'automate au moyen de variables, la valeur d'une variable est écrite dans une zone mémoire (adresse) de l'automate où elle est lue par le pupitre opérateur (les valeurs du processus sont représentées via des écrans et des objets sur l'écran).

Le logiciel d'exécution est intégré pour les plates-formes PC, SIMATIC WINCC RUNTIME Advanced et SIMATIC WINCC RUNTIME Professional sont disponibles en tant que produits indépendants [18].

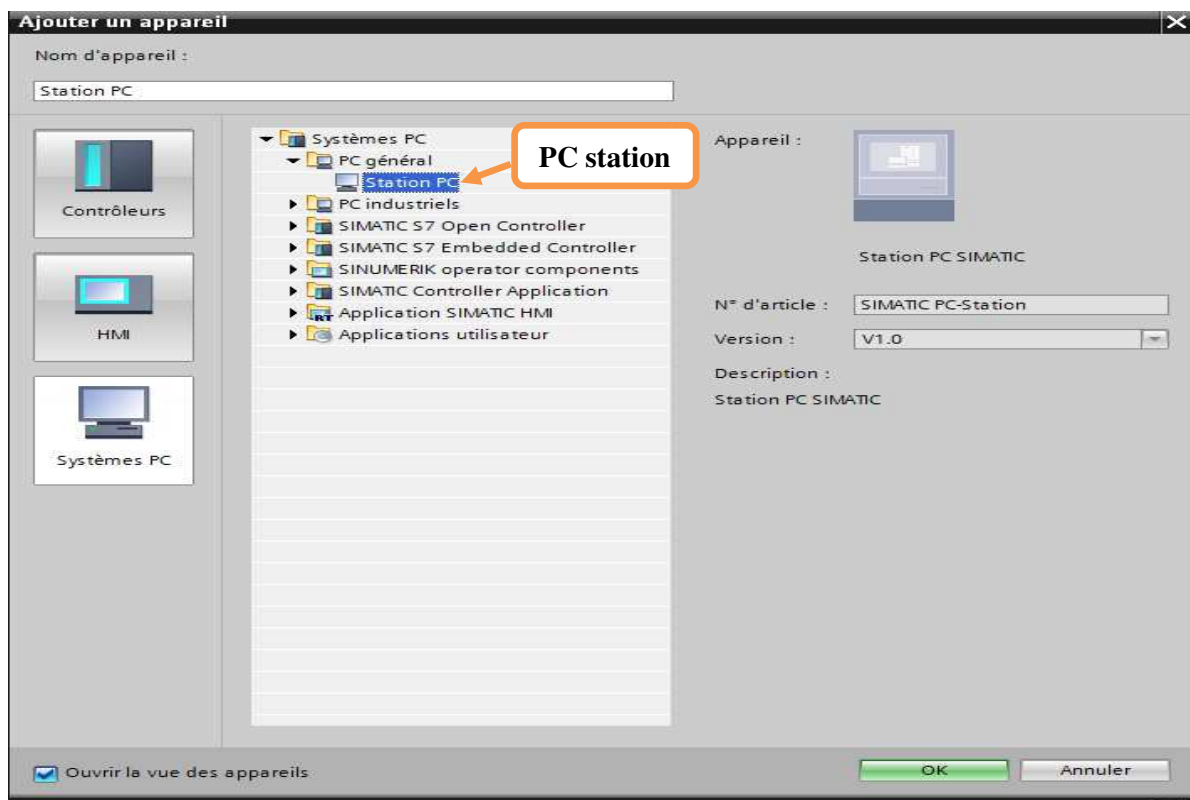
**WINCC** gère les tâches suivantes :

- Représentation du processus ;
- Commande du processus ;
- Affichage d'alarmes ;
- Archivage des valeurs du processus et des alarmes ;
- Documentation des valeurs et des alarmes ;
- Gestion des paramètres du processus et des machines.

### 4.5. Création d'une interface de vue :

La visualisation du processus pour la commande est créée sous le logiciel de configuration TIA PORTALE à l'aide de la version intégrée de WINCC, les valeurs du processus sont représentées via des écrans et des objets sur l'écran, la communication entre le pupitre opérateur et la station ou le processus s'effectue via l'automate programmable industriel.

Pour créer une vue dans le projet, il faudra ouvrir la fenêtre de sélection, et ajouter un appareil en cliquant pc station (Figure 4.1).



*Figure 4.1 : Choisir le pupitre.*

#### ➤ **L'interface de WINCC :**

L'interface de WINCC est maintenant ouverte avec la vue racine (Figure 4.2) :

Une vue peut se composer d'éléments statiques et dynamiques. Les éléments statiques, tels que les textes et les graphiques. Les éléments dynamiques sont connectés à l'automate et visualisent les valeurs en cours qui se trouvent en mémoire.

## Chapitre 4 : Supervision et simulation

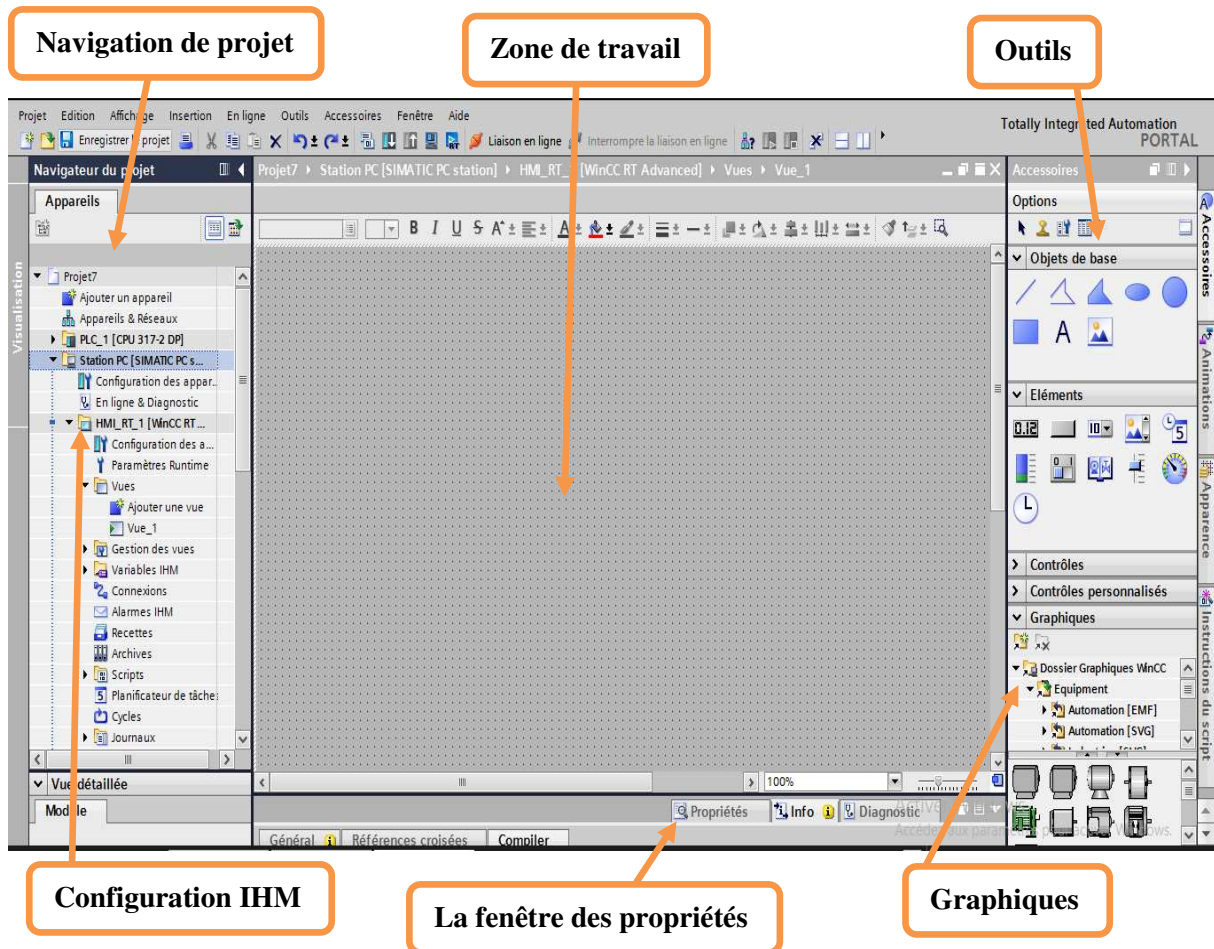


Figure 4.2 : Vue de l'interface de WINCC.

### A. Le Choix de pupitre :

Pour rendre la gestion de notre application conviviale et pratique, nous avons réalisé un pupitre qui nous permettra de visualiser toutes les étapes du processus de notre application, ceci nous permettra de parer à toute éventualité qui pourra se présenter.

Le pupitre de commande ainsi réalisé, permet à l'opérateur de visualiser à partir de synoptiques, voir l'évolution des différents paramètres du système, il est l'interface de dialogue homme-machine. En effet, c'est à travers lui que l'opérateur communique avec le système, il est réalisé à l'aide du logiciel WINCC RUNTIME ADVANCED pour la visualisation.

La station SIMATIC PC (PC station) représente un PC ou une station opérateur qui comprend les composants SIMATIC en tant qu'applications (telles que WINCC). Cette dernière Associé aux cartes de communications permet la communication entre le PC station et l'API selon le type de communication, dont il en existe plusieurs PROFINET (IE générale), PROFIBUS...etc. selon le besoin, pour notre cas nous avons utilisé une carte de communication PROFINET (Figure 4.3).

## Chapitre 4 : Supervision et simulation

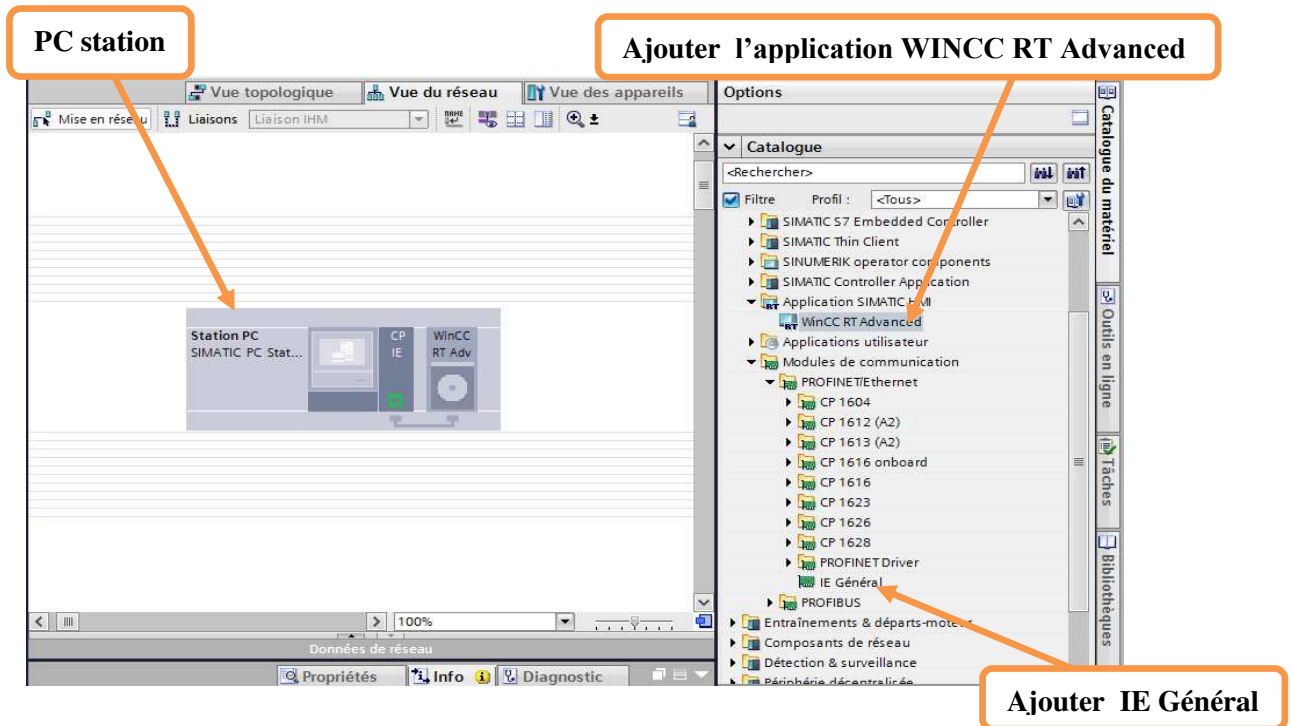


Figure 4.3 : Configuration le Pupitre (PC station).

### B. La passerelle (Gateway) :

La passerelle applicative (Figure 4.4), ou la Gateway désigne en informatique un dispositif matériel et logiciel qui permet de relier deux réseaux informatiques, ou deux réseaux de télécommunications aux caractéristiques différentes. Lorsque l'utilisateur d'un réseau souhaite accéder à un réseau utilisant un protocole différent, la Gateway examine la légitimité de sa demande. Si celle-ci respecte les conditions fixées par l'administrateur du réseau visé, alors le Gateway établit une liaison entre les deux réseaux de nature différents comme PROFINET / PROFFIBUS ou PROFINET / MPI ... etc. La passerelle joue ainsi un rôle de pare-feu et participe à la sécurisation des échanges via des protocoles réseau différents, la plupart du temps la passerelle applicative a pour mission de relier un réseau local à Internet [20].

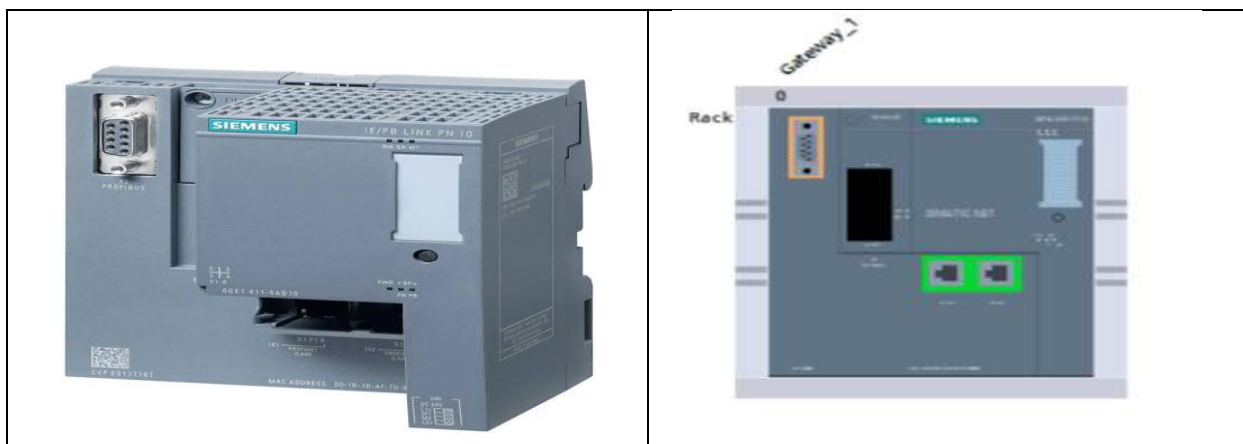


Figure 4.4 : La Passerelle PROFINET / MPI.

### 4.6. Mise en réseau :

Les technologies Ethernet occupent une place de plus en plus importante dans les applications de communication industrielle, grâce à sa popularité et à son faible coût d'une part, et à ses caractéristiques d'autre part des solutions Ethernet dédiées au monde de l'automatisation industriel sont venues enrichir les spécifications Ethernet de base pour répondre à certaines contraintes et certaines particularités.

Ethernet industriel permet de transmettre les données en temps réel, une vitesse de 100 Mbit/s assure un protocole en temps réel rapide et permet de créer un procédé de transmission sans collision dans un réseau Ethernet existant, des périphériques peuvent être ajoutés via les commutateurs Ethernet pour contrôler et surveiller les processus de production. Pour pouvoir programmer l'interface Homme/machine on doit faire la liaison entre l'automate et le pupitre par une interface de communication Ethernet disponible dans le PC station ; et pour palier au problème de la non disponibilité au niveau de notre API S7-300 (CPU 317 2DP) d'une interface Ethernet nous avons utilisé une passerelle pour relier les deux réseaux (MPI et PROFINET). On fait le paramétrage de l'adresse Ethernet pour le PC station et la passerelle et aussi paramétrage de l'adresse MPI et PROFIBUS qu'on puisse communiquer et envoyer les données à l'automate. La figure 4.5 affiche la liaison entre l'API et la PC station et la passerelle (Gateway) [4].

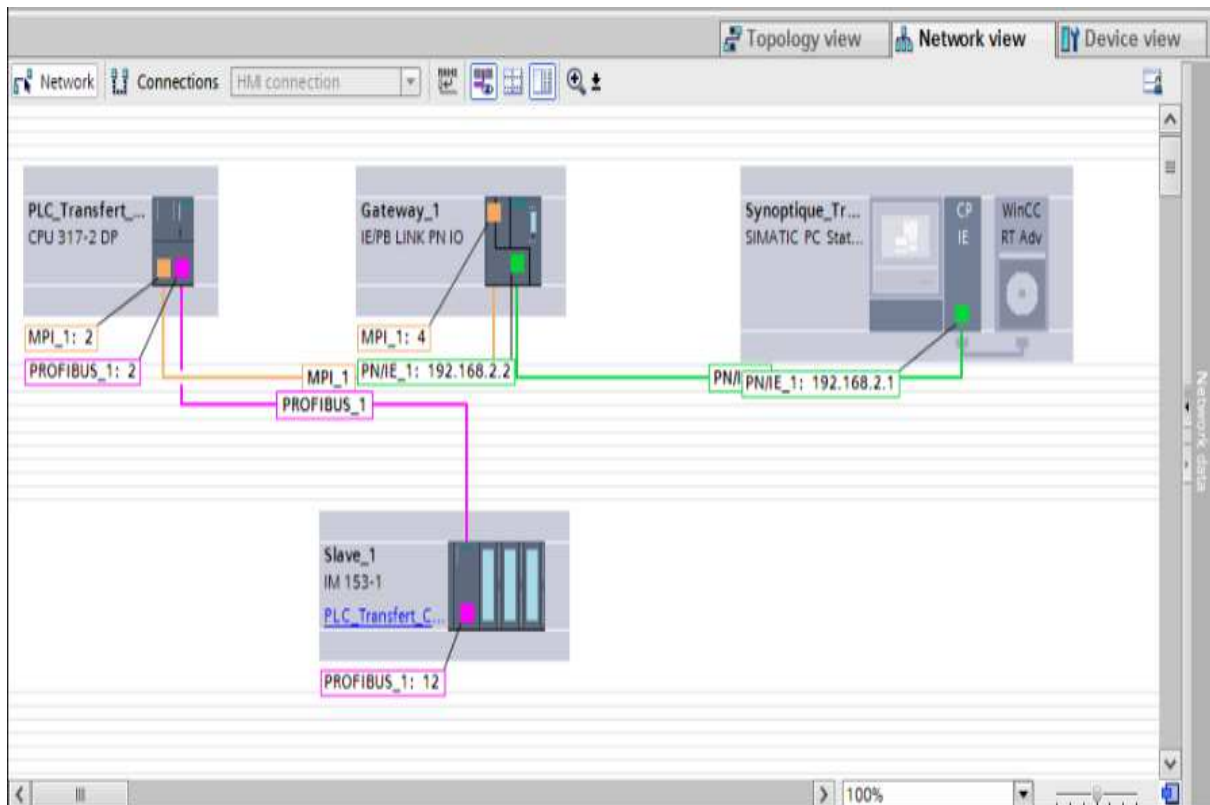


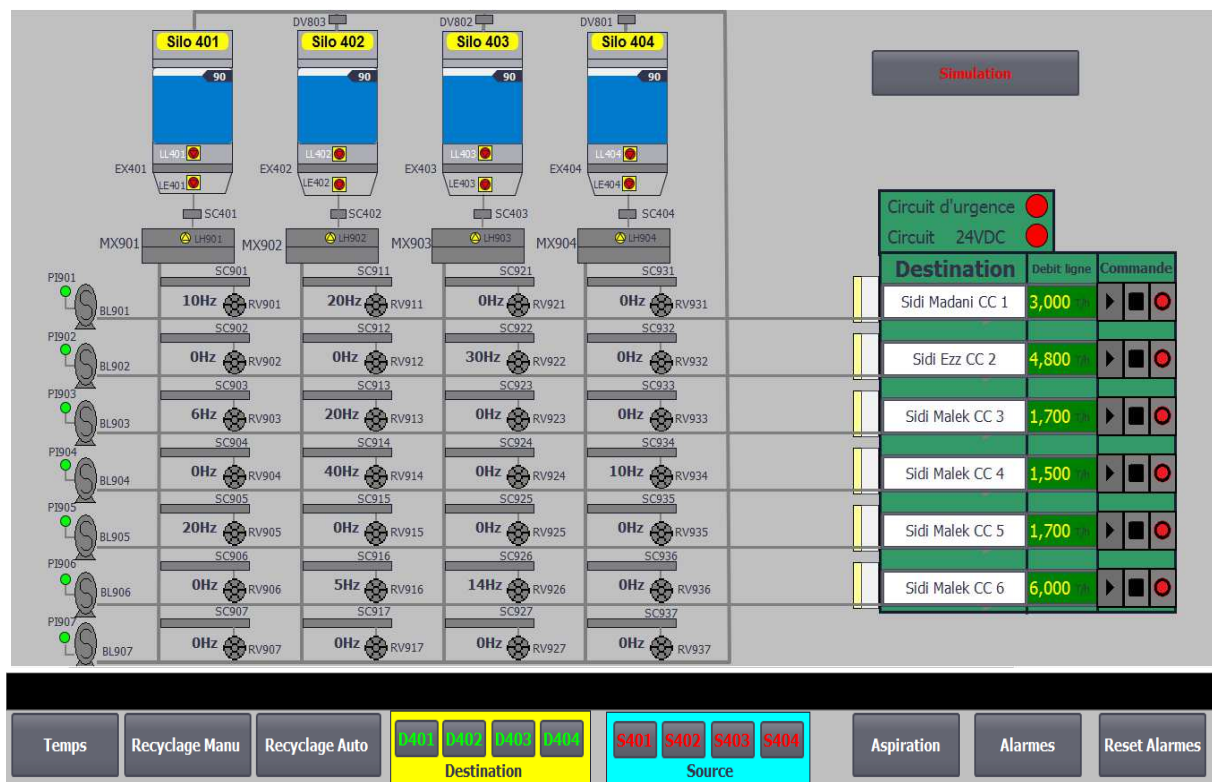
Figure 4.5 : Liaison PC station avec L'API.

### 4.7. Les vues de supervision :

Les vues sont des éléments principaux du projet, elles permettent à l'opérateur de contrôler et de commander la station et ses équipements, l'interface graphique de notre système se compose d'un seul vue.

La vue de station (Figure 4.6) affiche tous les équipements (BL, RV, SC, MX, SG, EX, DV) et leur état ainsi que les capteurs qui permettent l'activation et la désactivation de ces équipements. Elle représente tous les étapes de l'évolution de processus de transfert et dosage de semoule donc elle représente les silos qui contiennent la semoule et chaque étape de décharge la semoule présente au niveau des silos de la station (silo 401, silo 402, silo 403, silo 404) vers les silos tampon des lignes de couscous (CC1, CC2, CC3, CC4, CC5, CC6), cette vue contient :

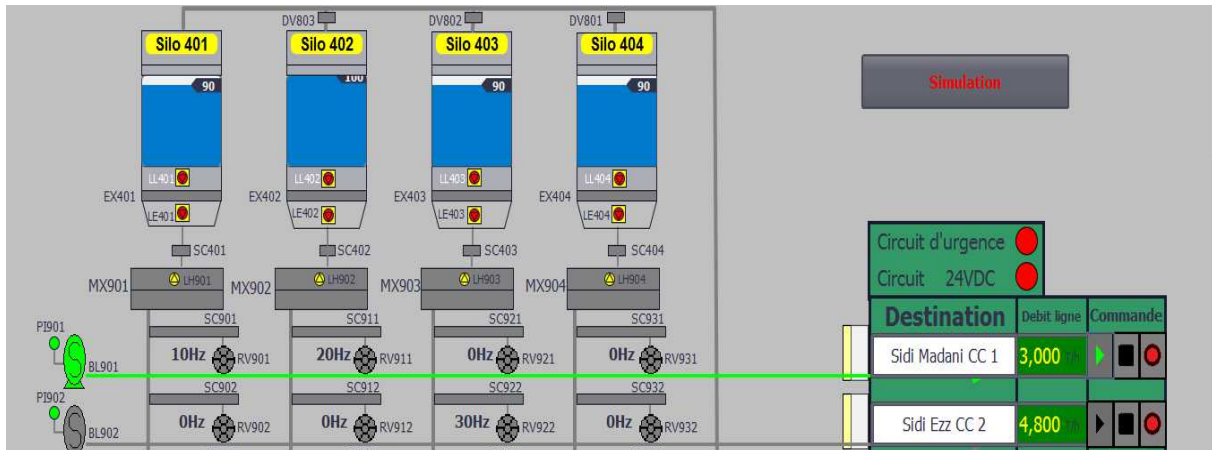
- Des boutons pour commander la marche et l'arrêt Automatique de chacune des lignes pneumatique.
- Des boutons pour sélectionner la source et la destination de transfert en cas le recyclage.
- Un bouton pour reset des alarmes et pour l'historique d'alarmes.
- Des boutons pour l'arrêt d'urgence et pour l'aspiration.
- Des boutons pour temps de retard marche et retard d'arrêt de vis sans fin SC.
- Des boutons pour la commande manuel /automatique de circuit de recyclage.
- Barre pour l'apparence des alarmes (barre noir).



**Figure 4.6 : La Synoptique de Station.**

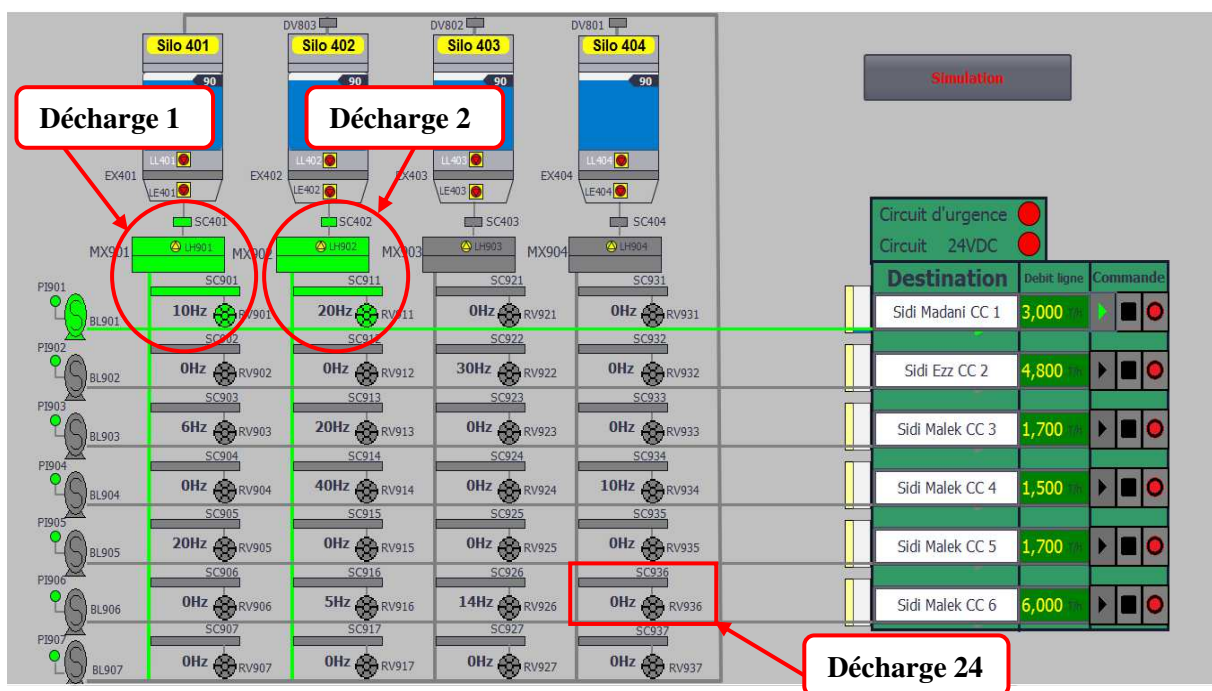
### 4.8. Visualisation de l'animation de la station :

- Le figure 4.7 montre l'état de compresseur d'air BL qui est le premier équipement qui marche après la pression sur le bouton marche.

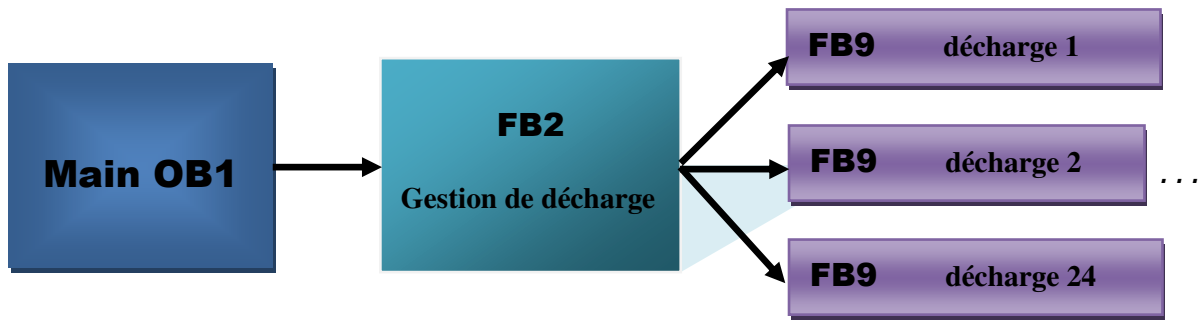


**Figure 4.7 : Fenêtre de vue BL.**

- Le figure 4.8 indique le processus de demande du couscous à partir des lignes. Lorsqu'on appuie sur le bouton marche sur l'une des lignes et que les lignes montrent la ligne CC1, le compresseur d'air BL fonctionne en premier, suivi par le RV (si nous entrons la consigne), par la suite le mélangeur MX (si nous entrons la consigne dans le SC connecté à ce MX) ; et si le silo de l'une des lignes est vide (c.a.d le capteur est en jaune), fait fonctionner automatiquement le convoyeur (vis sans fin SC) pour démarrer le processus de transfert.

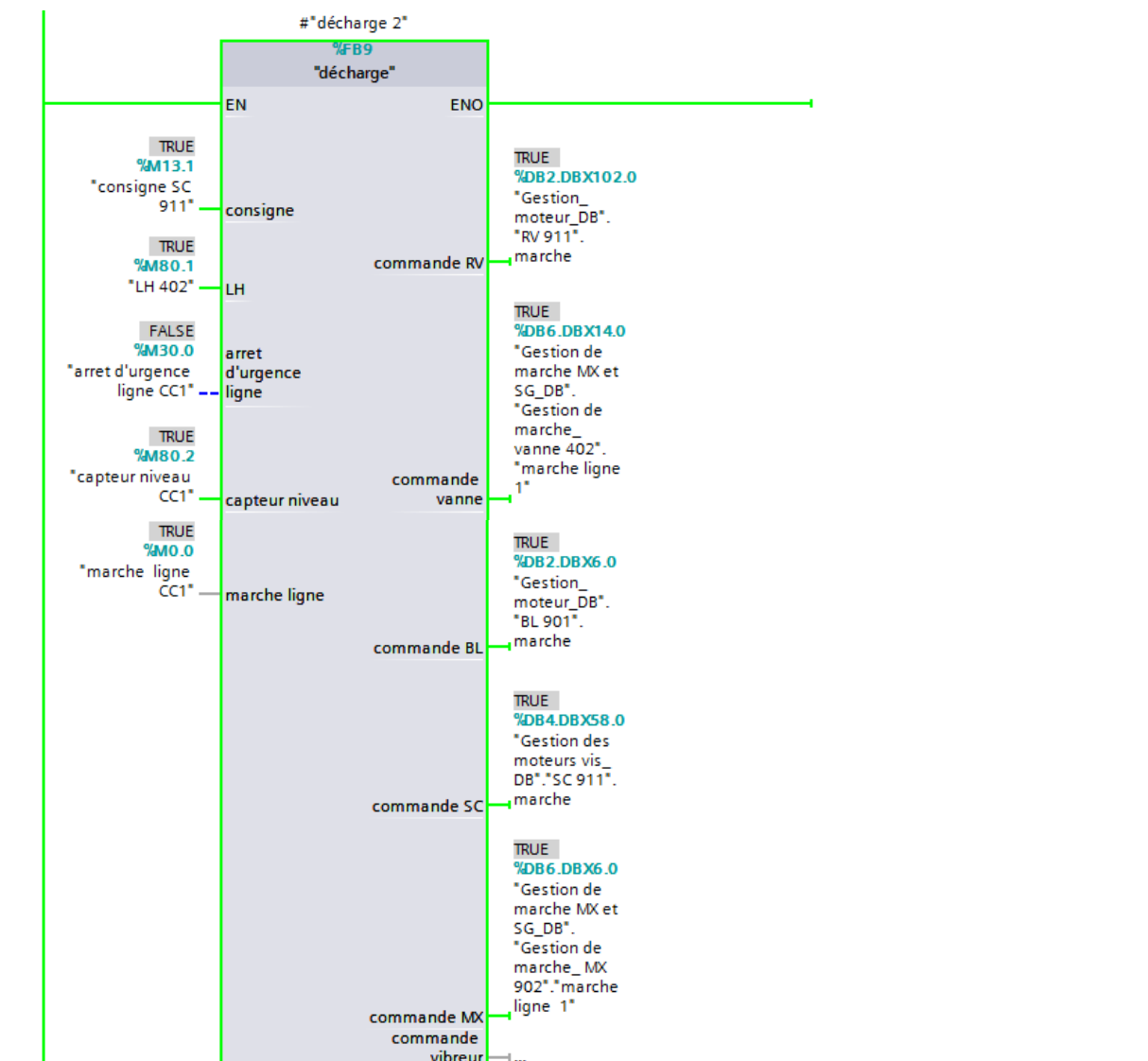


**Figure 4.8 : Fenêtre de vue décharge de semoule.**



**Figure 4.9 : Structure de Bloc FB2.**

- Le Bloc FB9 (Figure 4.10) contient le programme qui commande la décharge de semoule des silos vers les lignes de couscous (de silo 402 à la ligne CC1).

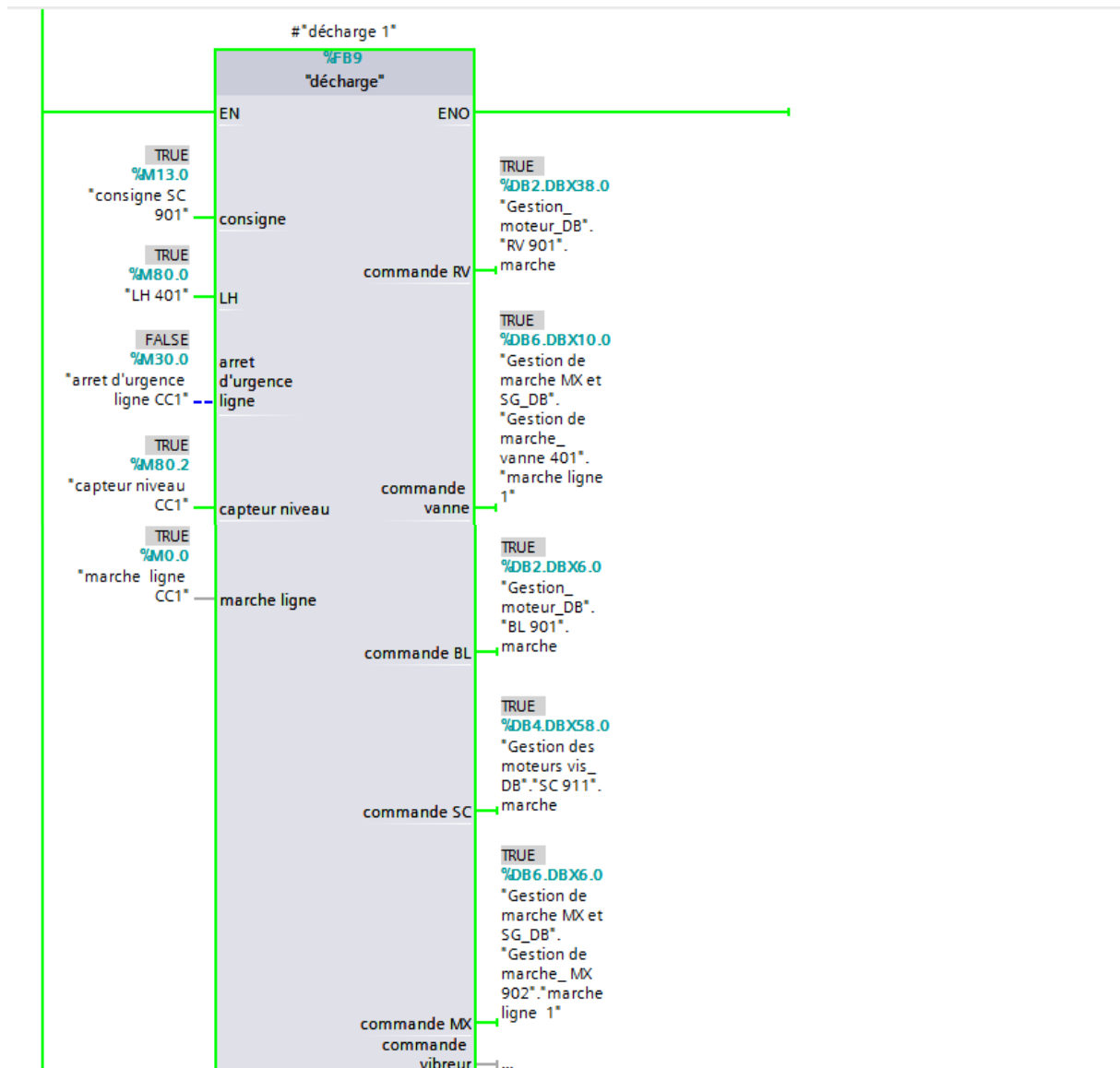


**Figure 4.10 : Simulation de Bloc FB9 (gestion de décharge de silo 402 à la ligne CC1).**



## Chapitre 4 : Supervision et simulation

- Ce Bloc (Figure 4.11) contient le programme qui commande la décharge de semoule de silo 401 à la ligne CC1.



**Figure 4.11** : Simulation de Bloc FB9 (gestion de décharge de silo 401 à la ligne CC1).

- Le figure 4.12, représente également le processus de demande du couscous à partir des lignes de couscous, mais cette figure montre également que certaines lignes de production sont pleines (représenté par le capteur qui est en vert) le convoyeur SC est automatiquement arrêté afin d'arrêter le processus de transfert. Nous notons également que l'un des mélangeurs est désactivé, car au moins l'une des consignes doit être entré dans l'un des convoyeur SC malgré le fonctionnement de toutes les lignes.

## Chapitre 4 : Supervision et simulation

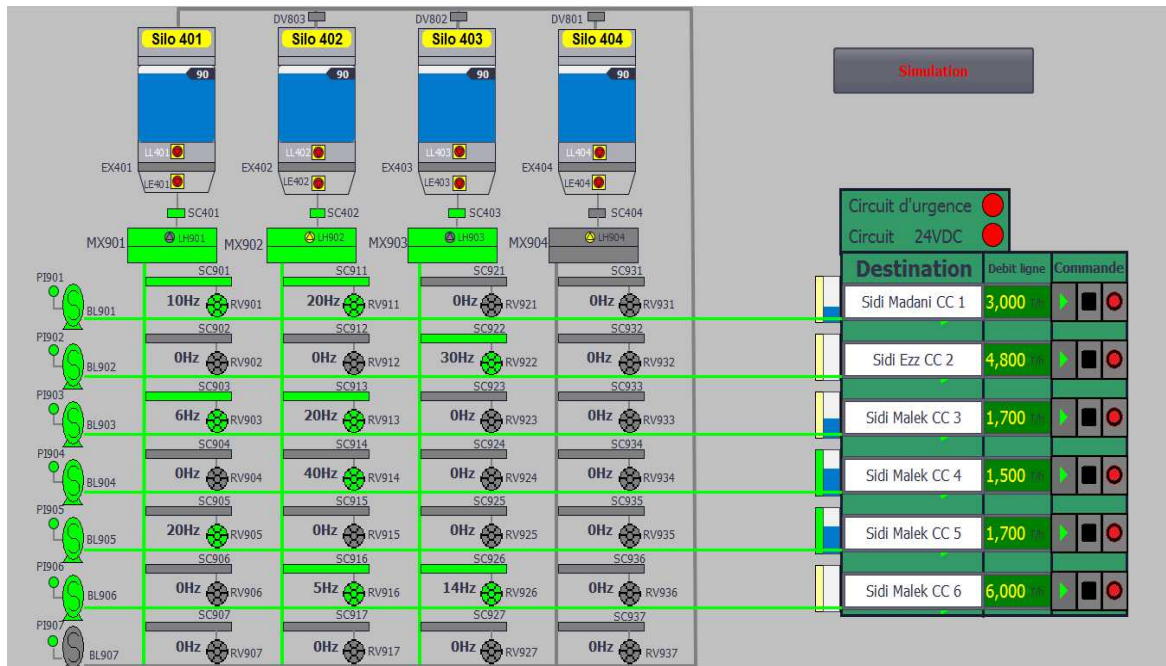


Figure 4.12 : Fenêtre de vue demande de semoule.

- Le figure 4.13 représente également le processus de commande du produit à partir des lignes de couscous, elle montre deux mélangeurs MX à l'état d'arrêt, car la condition d'une consigne qui doit être en entrée dans l'un des vis sans fin SC (ce dernier étant connecté au mélangeur MX) d'une des lignes de fonctionnement, et l'activation de la ligne de couscous elle-même connecté au vis sans fin ne sont pas réalisés.

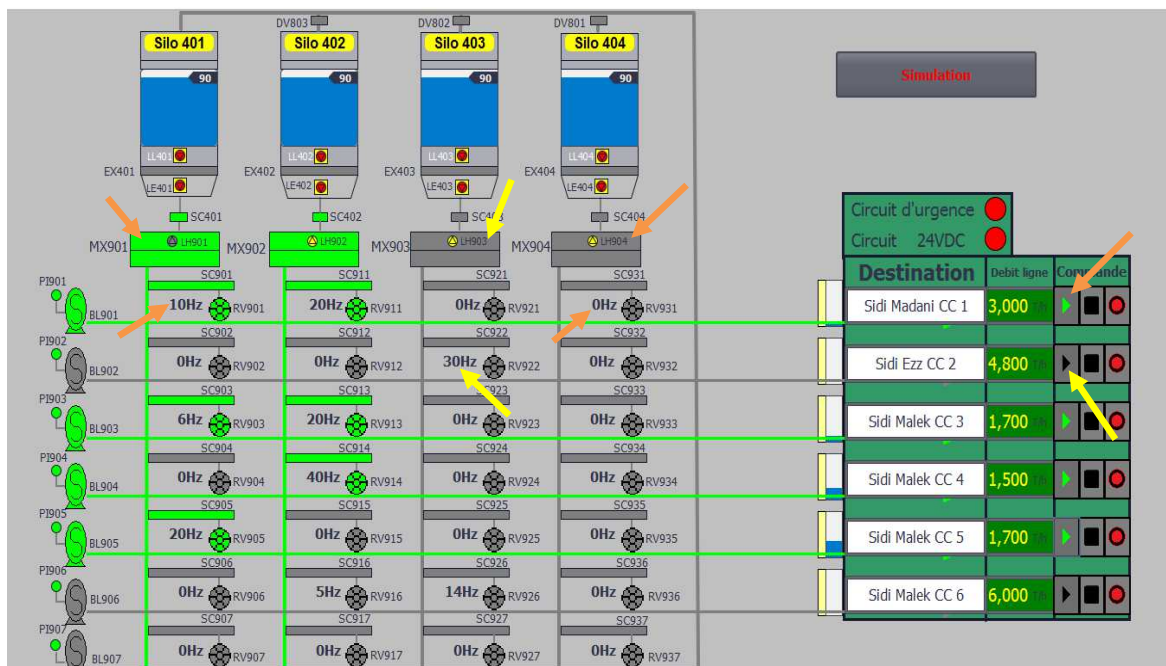
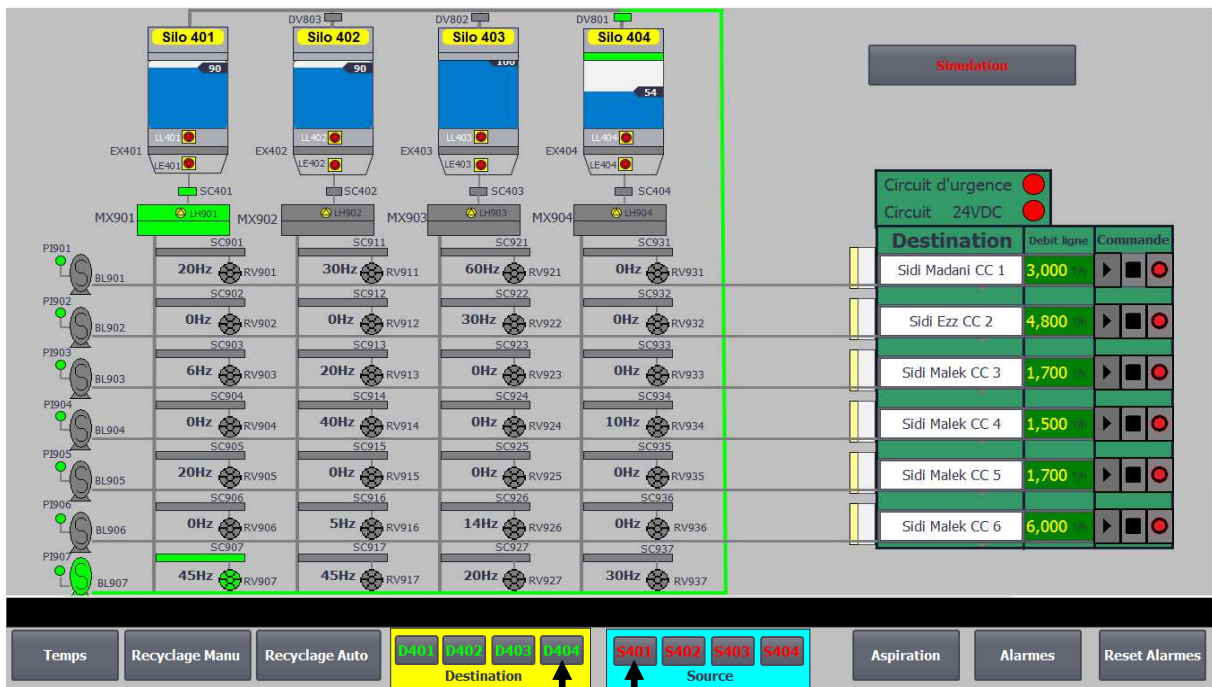


Figure 4.13: Fenêtre de vue demande de semoule (conditions de marche MX).

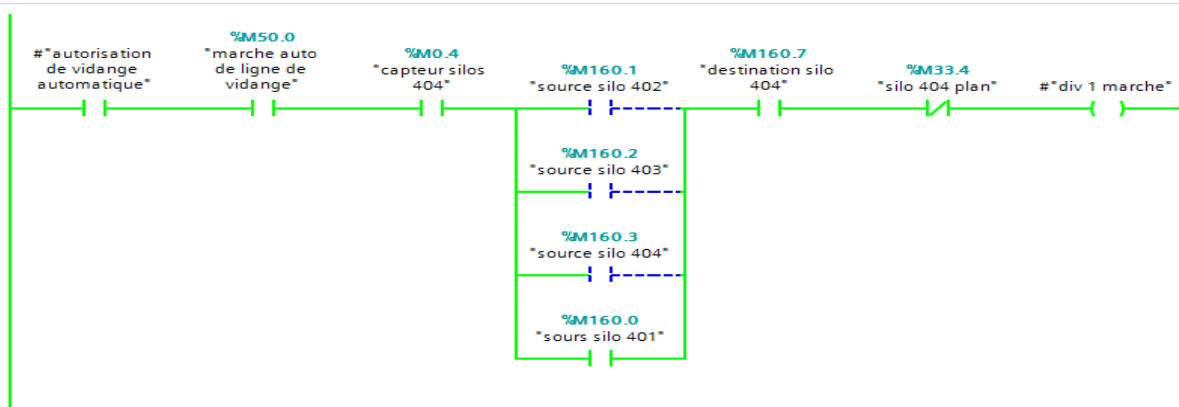
## Chapitre 4 : Supervision et simulation

- Le figure 4.14 représente le fonctionnement automatique de la ligne du recyclage, chargée d'évacuer les mélangeurs. L'état de capteur à l'intérieur de silo 404 est en vert, cela indique que le remplissage des silos soit inférieure 90% de sa capacité, ce qui permet le fonctionnement de la ligne de recyclage et la demande de produit, l'opération automatique de ce processus se fait après que toutes les lignes de couscous sont arrêtées, et ceci, en pressant sur le bouton de vidange automatique. Comme on le voit dans cette figure où l'on trouve les boutons pour le choix des silos sources de semoule associée au choix des silos de destination.



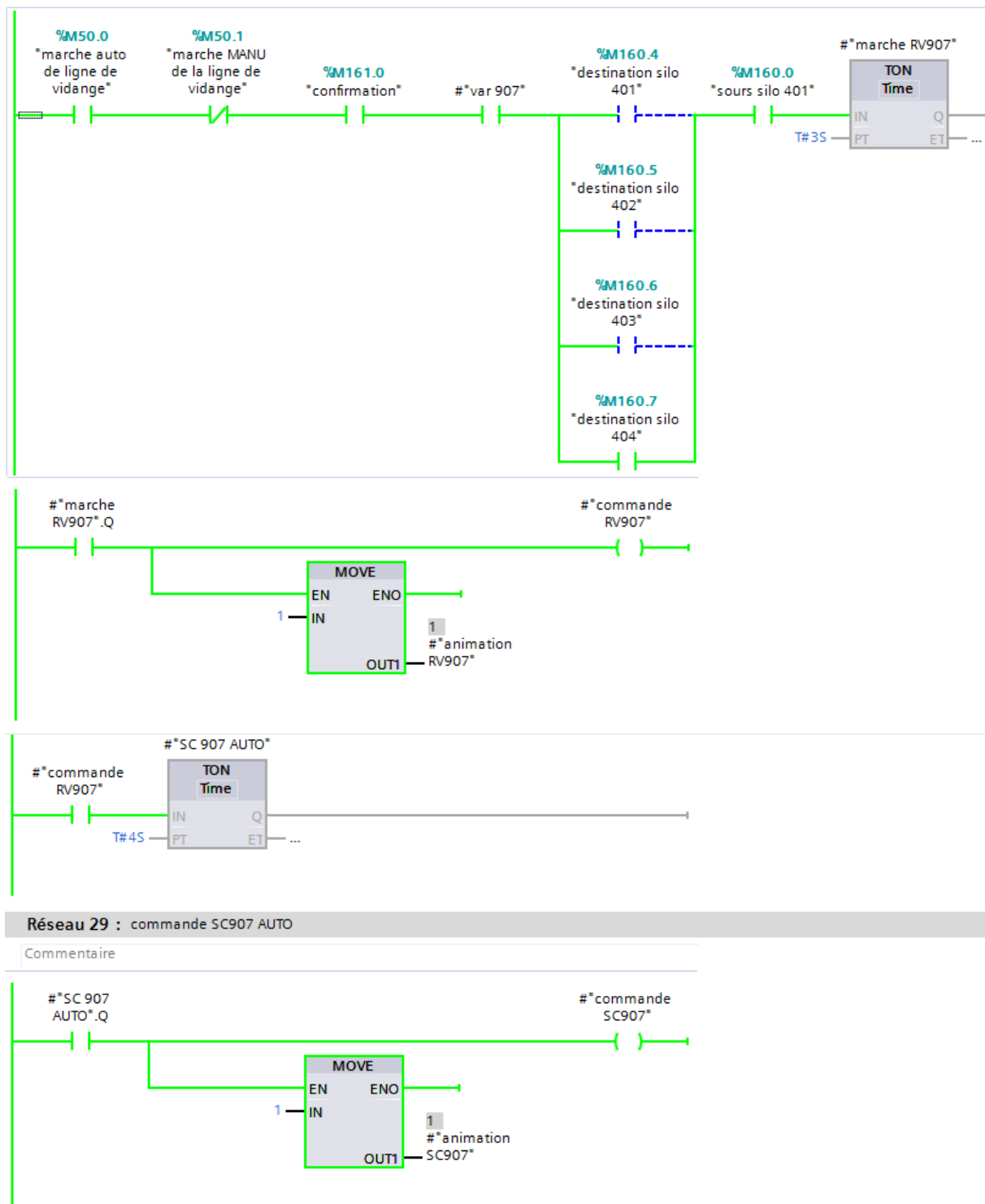
**Figure 4.14 :** Fenêtre de vue marche la ligne de recyclage (AUTO).

- Les réseaux dans le Bloc FB31 (Figure 4.15) et (Figure 4.16) commandent la déviation de semoule de MX901 vers le silo 404.



**Figure 4.15 :** Simulation de réseau de commande de DV801.

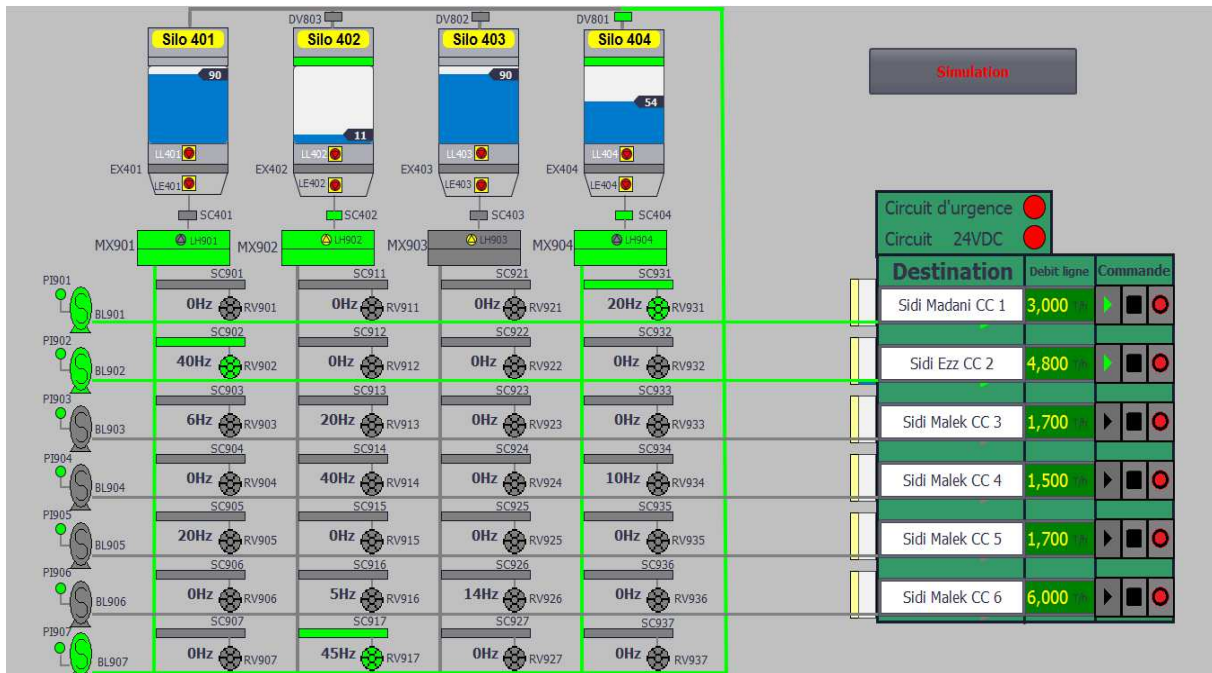
## Chapitre 4 : Supervision et simulation



**Figure 4.16 :** Simulation de réseau de démarrage de RV 907 et SC 907 (recyclage AUTO).

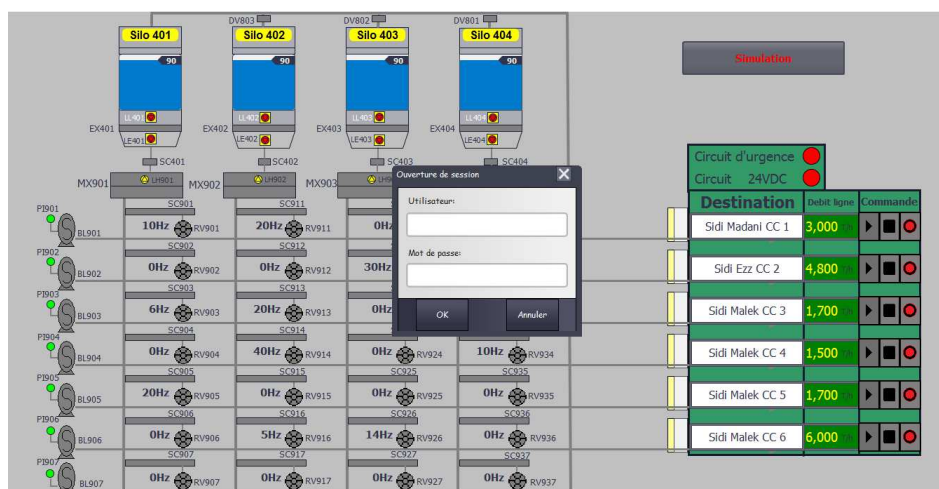
## Chapitre 4 : Supervision et simulation

- Le figure 4.17 représente le fonctionnement manuel des déviateurs, Nous avons commuté manuellement le déviateur DV 801 et donc le processus de transmission de la semoule d'un silo a un autre, (représenté dans cette figure du silo 402 à silo 404). Ce processus peut être effectué (manuellement) si toutes les lignes sont arrêtée ou en cours d'exécution.

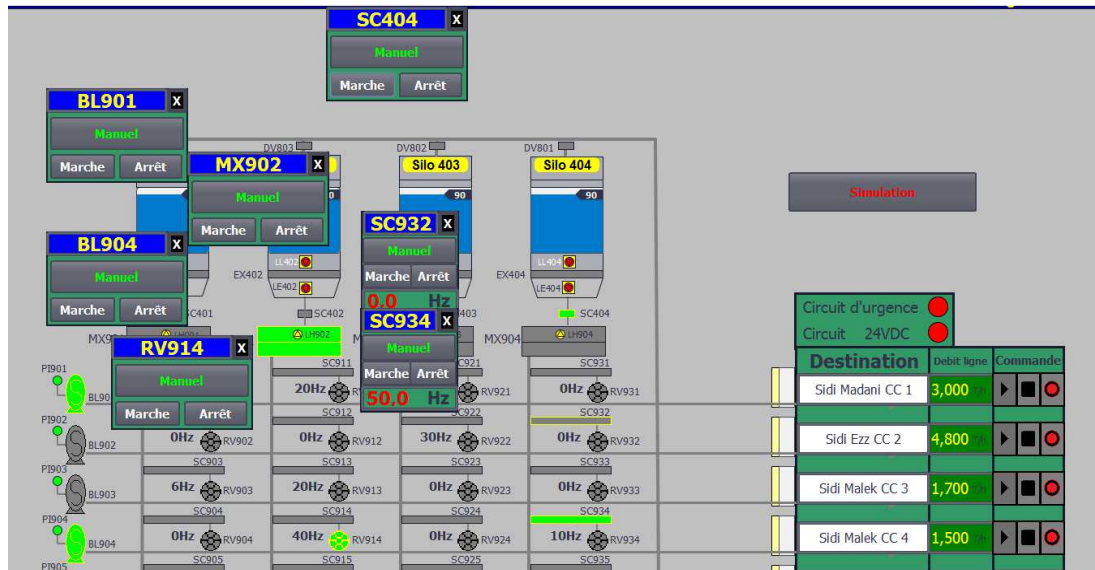


**Figure 4.17 :** Fenêtre de vue vidange manuel (déviation de semoule de silo 402 à silo 404).

- Le figure 4.19, représente le fonctionnement manuel d'un équipement de station en cliquant sur l'un des équipements pour afficher à l'utilisateur une icône de commande manuelle, "certains équipements nécessitent une autorisation" (Figure 4.18).



**Figure 4.18 :** Commande manuel (avec autorisation).



**Figure 4.19 : Commande manuel des équipements de station.**

### 4.9. La Table des variables de l'IHM :

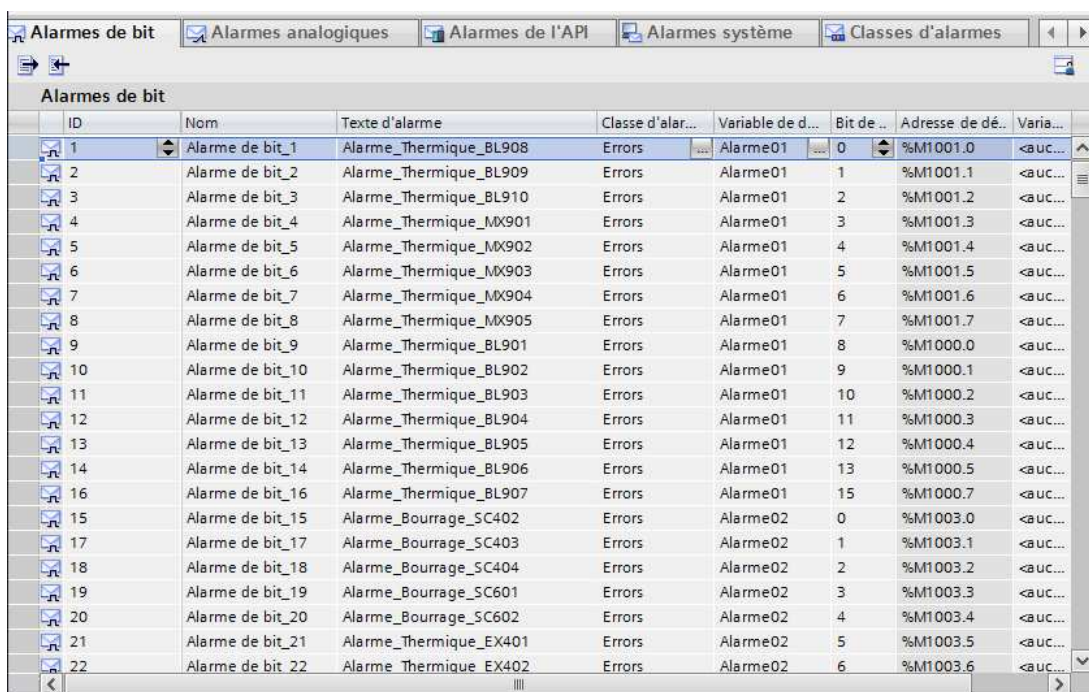
Maintenant que la liaison entre notre projet TIA PORTAL V15 et l'automate S7-300 est établie, il est possible d'accéder à toutes les zones mémoires de l'automate qui peuvent être des mémoires (entrée/sortie, memento, bloc de données). Les variables permettent de communiquer, et d'échanger des données entre IHM et les machines, une table de correspondance des variables IHM est créé à travers l'onglet variable, chaque ligne correspond à une variable de l'IHM, elle est spécifiée par : nom, type de table de variable, type de connexion, nom de l'API, adresse ; la figure 4.20 est une représentation de la table de variable IHM.

Nom	Type de données	Connexion	Nom API	Variable API
commande BL 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande BL 1*
commande BL 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande BL 2*
commande MX 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande MX 1*
commande MX 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande MX 2*
commande RV 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande RV 1*
commande RV 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande RV 2*
commande RV 3	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande RV 3*
commande RV 4	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande RV 4*
commande SC 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande SC 1*
commande SC 3	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande SC 3*
commande SC 4	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande SC 4*
commande vanne 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande vanne 1*
commande vanne 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande vanne 2*
commande var SC 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande var SC 2*
commande vibreur	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*commande vibreur*
entree consigne SC 1	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*entree consigne SC 1*
entree consigne SC 2	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*entree consigne SC 2*
entree consigne SC 4	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*entree consigne SC 4*
entree consigne SC 3	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*entree consigne SC 3*
Gestion des variateurs_DB_SC 1	Int	HMI_Liaison_1	PLC_1	*Gestion des variateurs_D
LH 1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*LH 1*
LH 2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	*LH 2*

**Figure 4.20 : La Table des variables d'IHM.**

### 4.10. Les Alarmes :

Les alarmes permettent de diagnostiquer et de surveiller les problèmes et les pannes matérielles et les dysfonctionnements, il existe deux types d'alarmes numériques TOR et analogiques, pour notre condition que nous avons utilisées alertes numériques pour indiquer les surcharge des moteurs (alarmes thermiques), le bourrage d'un vis sans fin, haute pression dans le compresseur d'air, les erreurs dans les vérins ... La figure ci-dessous représente un tableau de génération d'alarmes.



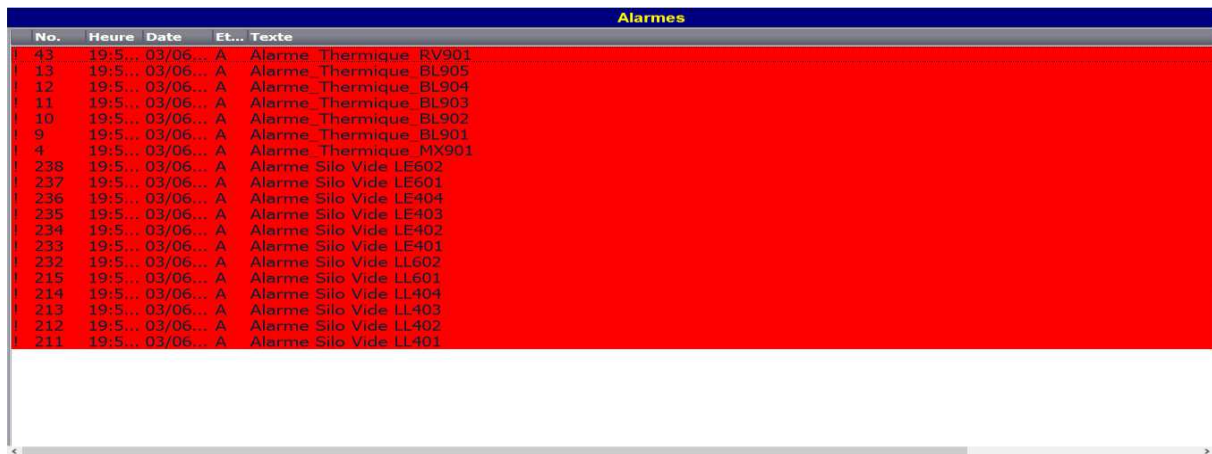
ID	Nom	Texte d'alarme	Classe d'alar...	Variable de d...	Bit de ...	Adresse de dé..	Varia...
1	Alarme de bit_1	Alarme_Thermique_BL908	Errors	Alarme01	0	%M1001.0	<auc...
2	Alarme de bit_2	Alarme_Thermique_BL909	Errors	Alarme01	1	%M1001.1	<auc...
3	Alarme de bit_3	Alarme_Thermique_BL910	Errors	Alarme01	2	%M1001.2	<auc...
4	Alarme de bit_4	Alarme_Thermique_MX901	Errors	Alarme01	3	%M1001.3	<auc...
5	Alarme de bit_5	Alarme_Thermique_MX902	Errors	Alarme01	4	%M1001.4	<auc...
6	Alarme de bit_6	Alarme_Thermique_MX903	Errors	Alarme01	5	%M1001.5	<auc...
7	Alarme de bit_7	Alarme_Thermique_MX904	Errors	Alarme01	6	%M1001.6	<auc...
8	Alarme de bit_8	Alarme_Thermique_MX905	Errors	Alarme01	7	%M1001.7	<auc...
9	Alarme de bit_9	Alarme_Thermique_BL901	Errors	Alarme01	8	%M1000.0	<auc...
10	Alarme de bit_10	Alarme_Thermique_BL902	Errors	Alarme01	9	%M1000.1	<auc...
11	Alarme de bit_11	Alarme_Thermique_BL903	Errors	Alarme01	10	%M1000.2	<auc...
12	Alarme de bit_12	Alarme_Thermique_BL904	Errors	Alarme01	11	%M1000.3	<auc...
13	Alarme de bit_13	Alarme_Thermique_BL905	Errors	Alarme01	12	%M1000.4	<auc...
14	Alarme de bit_14	Alarme_Thermique_BL906	Errors	Alarme01	13	%M1000.5	<auc...
16	Alarme de bit_16	Alarme_Thermique_BL907	Errors	Alarme01	15	%M1000.7	<auc...
15	Alarme de bit_15	Alarme_Bourrage_SC402	Errors	Alarme02	0	%M1003.0	<auc...
17	Alarme de bit_17	Alarme_Bourrage_SC403	Errors	Alarme02	1	%M1003.1	<auc...
18	Alarme de bit_18	Alarme_Bourrage_SC404	Errors	Alarme02	2	%M1003.2	<auc...
19	Alarme de bit_19	Alarme_Bourrage_SC601	Errors	Alarme02	3	%M1003.3	<auc...
20	Alarme de bit_20	Alarme_Bourrage_SC602	Errors	Alarme02	4	%M1003.4	<auc...
21	Alarme de bit_21	Alarme_Thermique_EX401	Errors	Alarme02	5	%M1003.5	<auc...
22	Alarme de bit_22	Alarme_Thermique_EX402	Errors	Alarme02	6	%M1003.6	<auc...

Figure 4.21 : La Table de génération des alarmes.

### 4.11. Vue d'Alarme :

- Lorsque des défauts surviennent dans le processus, des alarmes sont immédiatement déclenchées où il apparait en rouge (Figure 4.22), les alarmes utilisées sont des alarmes toute ou rien (TOR), chacune de ces alarmes est composée toujours des éléments suivants : le texte d'alarme qui donne la description d'alarme, son numéro qui est unique pour chacune ainsi que le temps de son déclenchement c'est - à - dire la date et l'heure. La figure suivante montre la liste des alarmes utilisées dans la station de transfert et leur apparition au niveau de quelques équipements.

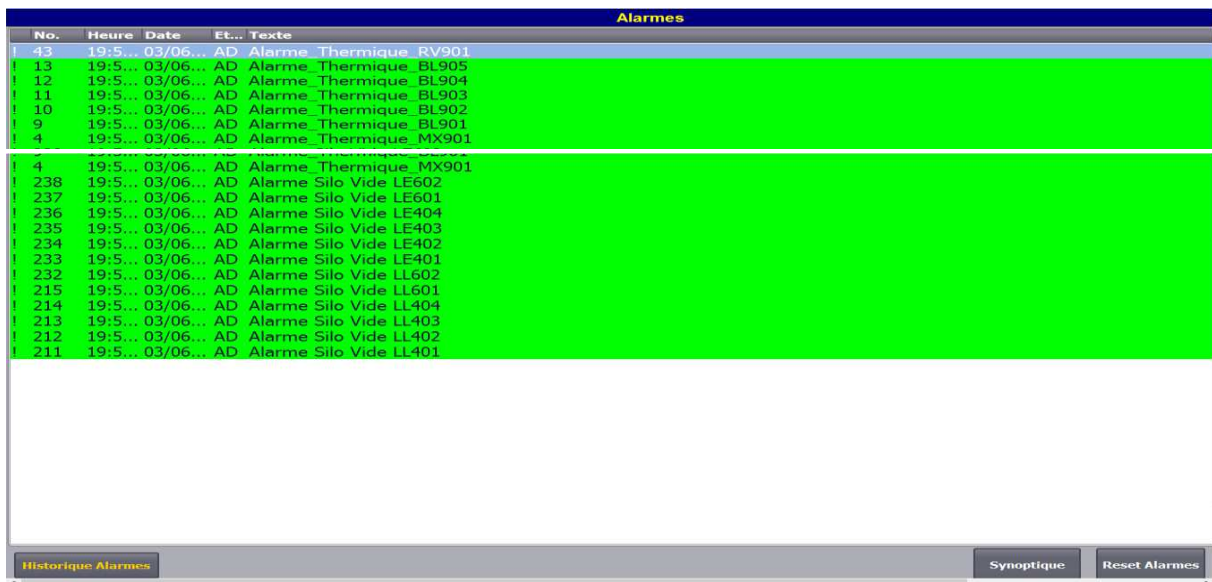
## Chapitre 4 : Supervision et simulation



No.	Heure	Date	Et...	Texte
43	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique RV901
13	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique BL905
12	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique BL904
11	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique BL903
10	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique BL902
9	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique BL901
4	19:5...	03/06...	A	Alarme Thermique MX901
238	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE602
237	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE601
236	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE404
235	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE403
234	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE402
233	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LE401
232	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL602
215	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL601
214	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL404
213	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL403
212	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL402
211	19:5...	03/06...	A	Alarme Silo Vide LL401

**Figure 4.22 :** Fenêtre des Alarmes.

- La figure 4.23 suivant montre les alarmes qui ont été supprimées en appuyant sur le bouton de reset des alarmes.



No.	Heure	Date	Et...	Texte
43	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique RV901
13	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique BL905
12	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique BL904
11	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique BL903
10	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique BL902
9	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique BL901
4	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique MX901
4	19:5...	03/06...	AD	Alarme Thermique MX901
238	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE602
237	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE601
236	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE404
235	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE403
234	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE402
233	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LE401
232	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL602
215	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL601
214	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL404
213	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL403
212	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL402
211	19:5...	03/06...	AD	Alarme Silo Vide LL401

**Figure 4.23 :** Reset des Alarmes.

### **4.12. Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté le système que nous avons simulé à savoir la supervision de la station de transfert et dosage de semoule, qui est basé autour d'un PC station et que nous avons programmé à l'aide du logiciel WINCC de TIA PORTAL V15. La partie IHM réalisé nous permettra de contrôler et de commander notre unité à distance et ce grâce à une connexion de type PROFINET et MPI ; la création de notre IHM exige une bonne connaissance du fonctionnement de notre système et du langage avec lequel est programmé l'automate afin de communiquer.



# *Conclusion Générale*

## ***Conclusion Générale***

---

La thématique traitée dans ce mémoire suscite l'intérêt des scientifiques, et permet de découvrir le monde professionnel de l'industrie agro-alimentaire. Cette dernière est considérée comme l'activité la plus importante en Algérie, vu le grand nombre des équipements utilisés dans la station de transfert et de dosage de la semoule, comme les compresseurs d'air, les vis sans fin, les mélangeurs, les Ecluse rotative, les vannes, les déviateurs et les capteurs.

Pendant la période de formation dans le groupe SIM, nous avons eu l'occasion d'appliquer nos propres connaissances et compétences acquises de l'université ou nous avons étudié, et nous avons eu la possibilité de découvrir le milieu industriel notamment celui d'agroalimentaire, ses structures et ses installations, mais le plus important pour nous c'était de voir de plus près et d'appliquer toute technique ayant une relation direct avec notre domaine d'application. Dans l'environnement industriel, L'ingénieur rencontre fréquemment beaucoup de difficultés dans son travail ou il possède des grandes responsabilités. Les anciennes méthodes sont à l'origine de nombreux problèmes dans l'industrie et la fabrication, qui a conduit à la difficulté du travail. Durant ce stage, nous avons essayé d'améliorer le fonctionnement d'une partie de l'unité de production qui est la station de transfert et dosage, et cela à travers le passage de la logique câblée à la logique programmée.

Dans une première démarche, nous avons étudié le système dans le but de déterminer les problèmes existants et de proposer les solutions y afférentes. Par la suite, nous avons élaboré la solution basée sur la programmation à l'aide du logiciel TIA PORTAL V15 autour d'un API (automate programmable de la famille SIEMENS de la gamme SIMATIC de types S7-300), et créez également une plateforme de contrôle et de supervision et affichez toutes les opérations de production de station en utilisant le logiciel SIMATIC WINCC, l'utilisation du CPU et diverses unités selon les besoins de la station.

A la fin, nous espérons que notre travail participe à trouver une solution meilleure à la problématique posée et servira comme base de départ pour notre vie professionnelle, et qu'il soit un axe de recherche pour les générations futures.

# *Bibliographie*

## ***Bibliographie***

---

[1] : [https:// www.e-learning.univ-saida.dz](https://www.e-learning.univ-saida.dz) / ... PDF, Introduction aux systèmes automatisés.

[2] : la logique câblée : <https://www.automation-sense.com/>

[3] : Cours Programmation Avancée des Automates Programmables Industriels Enseignant: Mer Bennila Nour- Eddine Université Saad Dahleb Blida 1.

[4] : réseau de communication industriel : <http://www.bh-automation.fr/>

[5] : PROFINET Description du système  
Manuel système ... PDF

[6] : Manuel SEIMENS : Informations de base sur les sous-réseaux MPI et DP ... PDF

[7] : <https://www.techni-contact.com/> mélangeur industriel a palettes.

[8] : <https://www.palamaticprocess.fr/> machines industrielles Ecluse rotative.

[9] : disjoncteur : <https://fr.eni.com/>

[10] : transformateur : <https://fr.eni.com/> et <http://lycees.acrouen.fr/>

[11] : [https:// www.technologue-pro.com/](https://www.technologue-pro.com/) /... PDF, généralité sur les schémas électriques.

[12] : Manuel de logiciel Visio / Denis Belot / jeudi 27 novembre 2008. ... PDF

[13] : Manuel SEIMENS Introduction au TIA Portal.

Manuel de programmation et d'utilisation ... PDF

[14] : fb programmation : <https://www.automation.siemens.com/> / ... PDF Support d'apprentissage de formation – Siemens

[15] : Manuel SEIMENS Programmation de l'API  
Manuel de programmation et d'utilisation ... PDF

[16] : Manuel SEIMENS

S7-300 CPU 31xC et CPU 31x : Caractéristiques techniques. ... PDF

[17] : Manuel SEIMENS

Système d'automatisation S7-300 Installation et configuration : CPU 312 IFM - 318-2 DP ; Manuel de mise en œuvre ... PDF

[18] : WINCC : <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/WINCC>

[19] : les avantages de supervision :

<https://www.adeosys.fr/> et <http://igm.univ-mlv.fr/>

## ***Bibliographie***

---

**[20]** : Gateway <https://www.journaldunet.fr/>

**[21]** : MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES, ETUDE ET VERIFICATION D'UN SILO METALLIQUE, UNIVERSITE DE BLIDA 1.

**[22]** : déviateur : <https://www.cimasitalia.it/fr>

**[23]** : MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES, Etude d'un variateur de vitesse électronique d'un moteur asynchrone, UNIVERSITE DE BLIDA 1.

**[24]** : Cours capteurs et chaine de mesure / les actionneurs: Dr FAS Mohamed Lamine Université Saad Dahleb Blida 1.

**[25]** : <https://www.technologuepro.com/> cours-automate-programmable-industriel-API /

# *Annexe A*

# **Annexe A**

## **A.1. L'entreprise SIM :**

L'Entreprise a été fondée en 1990 par Monsieur TAIEB EZZRAIM Abdelkader (رحمه الله) en tant que petite société familiale dans le domaine de la Minoterie-Semoulerie où elle a fait office de pionnière en sa qualité de première société privée dans cette filière d'activité en Algérie.

D'une dimension familiale modeste à sa création, la société SIM a connu dès ses premières années d'activité une croissance active et soutenue pour s'ériger actuellement en un groupe industriel et commercial et financier d'une envergure nationale largement consacrée.

La semoulerie industrielle de la Mitidja (Filiale agroalimentaire) est située à la Zone industrielle de AIN ROMANA Commune de MOUZAIA ; elle est érigée sur un terrain de 120.000 m<sup>2</sup> dont 70.000 m<sup>2</sup> couverts et emploie 900 personnes dont 90 cadres et 555 ouvriers d'exécution.

Groupe SIM non seulement un pionnier dans le filaire agroalimentaire mais aussi dans la filaire eau minérale, jus, conserves, boissons et huiles végétales et aussi dans le secteur médical (une clinique médico-chirurgicale), la construction ...

## **A.2. Mission et objectives :**

L'entreprise a pour mission principale de développer et d'assurer la qualité et le conditionnement des produits à des prix nettement plus compétitifs et cela dans but de satisfaire le client, les objectifs visés par SIM peuvent se présenter comme suite :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- Optimisation de ses offres d'emploi sur le marché de travail.
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale des produits premiers ( blé , ... ) .

## **A.3. La capacité de production :**

La capacité de production de l'usine se présente comme suit :

- Pâtes alimentaires: 400 tonnes/jour.
- Couscous : 155 tonnes/jour.
- Aliments du bétail : 600 tonnes/jour.
- Semoule et farine: 2.500 tonnes/jour.

Cette production est assurée par :

- 3 semouleries.
- 3 minoteries.
- 4 lignes de production de pâtes courtes.
- 3 lignes de production de pâtes longues.

## **Annexe A**

- 6 lignes de production de couscous.
- 1 unité d'aliments du bétail.
- 1 ensemble de silos de stockage de 85.000 tonnes.

### **A.4. Les produits :**

Les produits SIM conformes aux normes ISO 9001-2000 et à ceux de HACCP (semoule, farine, pâtes alimentaires, couscous, huiles) sont aujourd'hui vendus en France, Canada, Soudan, Niger, Mali, Tchad, Egypte, Sénégal ...



**Figure A.1: produits**

### **A.5. Commercialisation :**

Un immense budget est consacré à la publicité pour amener un nombre un nombre considérant de commerçants dans les différents wilayas à se faire agréer par SIM et pour gagner la confiance du consommateurs qui devient de plus en plus exigeant ; SIM présente maintenant dans tous les régions du pays tente de approcher au maximum ses produits aux consommateurs en offrant le meilleur rapport qualité prix, il faut savoir gérer l'excédent commerciale existant.

### **A.6. Situation géographique :**

La semoulerie industrielle da la Mitidja (Filiale agroalimentaire) est située à la Zone industrielle d'AIN ROMANA Commune de MOUZAIA.



*Annexe A*



*Figure A.2 : situation géographique.*

# *Annexe B*

## ***Annexe B***

---

### **B.1. Schéma électrique :**

Schéma d'électricité est une représentation conventionnelle des installations électriques, il représente les différents liaisons entre les éléments d'une installation électrique, un schéma a pour but :

- D'expliquer le fonctionnement de l'équipement (il peut être accompagné des tableaux et de diagramme).
- De fournir les bases d'établissement des schémas de réalisation.
- De faciliter les essais et la maintenance.

### **B.2. La structure de schéma électrique :**

#### ***A. Le Circuit de Commande :***

Est celui auquel l'opérateur a accès pour la marche et l'arrêt des moteurs, il comprend l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance comme les bouton-poussoir, les commutateurs, les relais temporisés ou non et les contacts auxiliaires des contacteurs.

#### ***B. Le Circuit de Puissance :***

Est celui dans lequel les moteurs sont branchés, il comprend les sectionneurs, les contacteurs, les relais thermique et les moteurs.

### **B.3. Démarrage direct d'un moteur asynchrone :**

Dans ce procédé de démarrage, le moteur asynchrone est branché directement sur réseau d'alimentation, qui est commandé par un API. Le circuit de puissance est constitué principalement d'un disjoncteur magnétothermique et d'un contacteur, et le circuit de commande est constitué d'une bobine de contacteur, et les contacts auxiliaires de contacteurs et disjoncteurs.

#### ***a. Fonctionnement :***

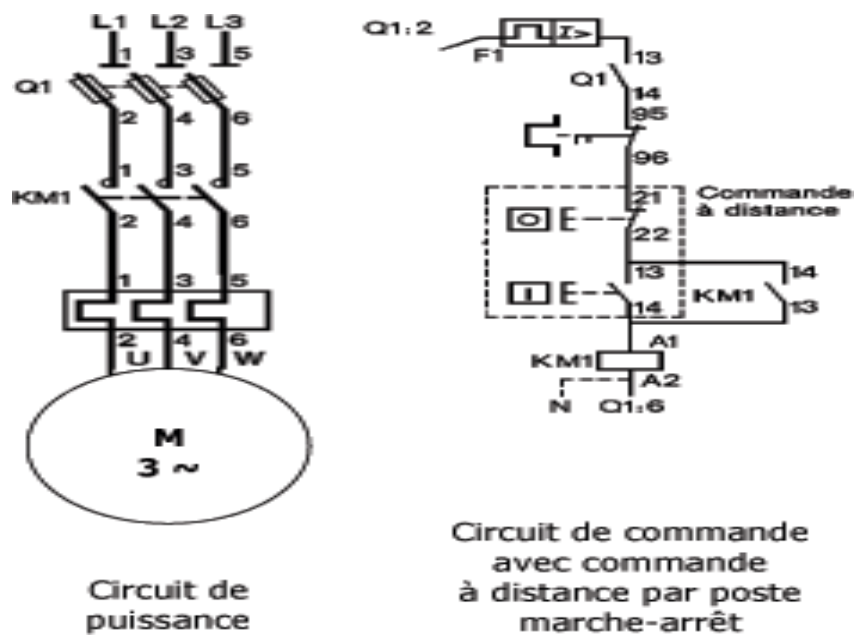
Si l'on appuie sur le bouton-poussoir (1) "marche", la bobine KM1 est alimentée, ce qui provoque la fermeture des contacts de puissance KM1 dans le circuit de puissance, et du contact auxiliaire KM1 placé en parallèle avec le bouton-poussoir (1) Le sectionneur étant fermé, le moteur démarre.

En relâchant le bouton-poussoir (1) "marche", la bobine demeure alimentée par le biais de son contact auxiliaire KM1 qui joue le rôle de maintien de l'alimentation de la bobine. Les contacts de puissance KM1 restent alors fermés et le moteur continue de tourner.

## Annexe B

Si l'on appuie sur le bouton-poussoir (0) "arrêt", on coupe l'alimentation de la bobine KM1, Par conséquent, ses contacts de puissance et de maintien sont relâchés, causant l'ouverture des circuits de commande et de puissance. Le moteur s'arrête.

Dans tous les cas, si une surcharge apparaît, le contact F1 du relais thermique s'ouvre. La bobine KM1 n'étant plus excitée, ses contacts de puissance KM1 s'ouvrent et le moteur s'arrête, Il s'arrête également lorsqu'une surintensité se produit, provoquant la fusion du fusible.



*Figure B.1 : schéma d'un moteur asynchrone.*

### **B.4. Démarrage triangle étoile d'un moteur asynchrone :**

Le démarrage étoile triangle est très utilisé en électrotechnique pour la mise en route des moteurs électriques asynchrones triphasés. Ce dispositif est employé afin de diminuer les risques ; du démarrage direct. En effet, l'intensité du courant au démarrage (en direct) est très importante vis à vis du courant nominal du moteur (environ 5 à 7 fois l'intensité nominale). Sur les gros moteurs ces courants importants entraînent des surcharges sur les lignes d'alimentations (fils, câbles, bornes) et sur les appareils de protection et de commande (fusible, sectionneur, contacteur, relais thermique...) d'où une usure, voir une destruction, prématurée des composants du démarreur.

#### **A. Conditions à remplir :**

- Le couplage triangle doit correspondre à la tension du réseau.

## Annexe B

- Le démarrage du moteur doit se faire en deux temps.
- Premier temps : couplage des enroulements en étoile et mise sous tension.
- Deuxième temps : suppression du couplage étoile, immédiatement suivie du couplage triangle.

### B. Fonctionnement :

La commande est effectuée par des boutons poussoirs momentanés (S1 et S2). Une impulsion sur le bouton poussoir S2 (MARCHE) met la bobine du contacteur étoile (KM3) sous tension et ferme son contact ; ce dernier alimente KM1 le contacteur de ligne ; Le contact KM1 étant maintenant fermé, il auto alimente la bobine KM1, démarre le cycle de la temporisation et permet l'auto maintien du contacteur KM3. Nous pouvons noter qu'un contact de KM3 interdit la mise sous tension de KM2, Dans cette phase le moteur est couplé en étoile et prend de la vitesse.

Le temps pré réglé du dispositif de temporisation s'écoule et les contacts de la temporisation se déclenchent. La bobine KM3 n'est plus alimentée (le contact NC temporisé KM1 s'ouvre) et de ce fait autorise l'alimentation de KM2 conjointement avec le contact NO de temporisation KM1, et KM2 s'enclenche et permet au couplage triangle d'être effectif. Nous pouvons noter qu'un contact de KM2 interdit la mise sous tension de KM3 (ce dispositif est un ou exclusif appelé verrouillage électrique), Une impulsion sur le bouton poussoir S1 (BP ARRET) arrête le moteur.

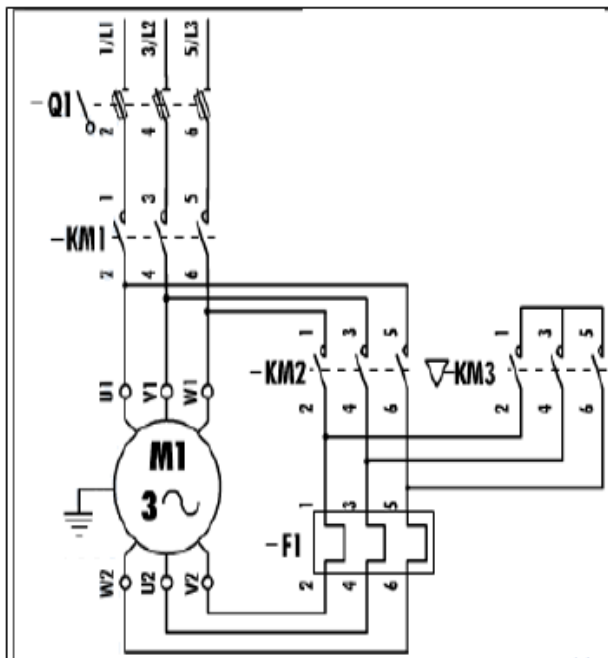


Figure 2-a : Schéma de puissance

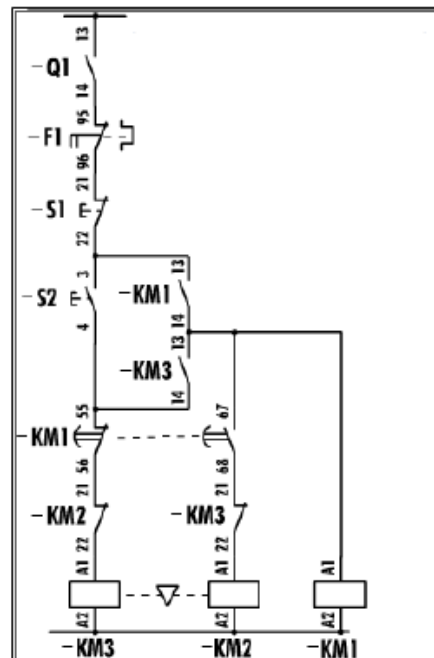


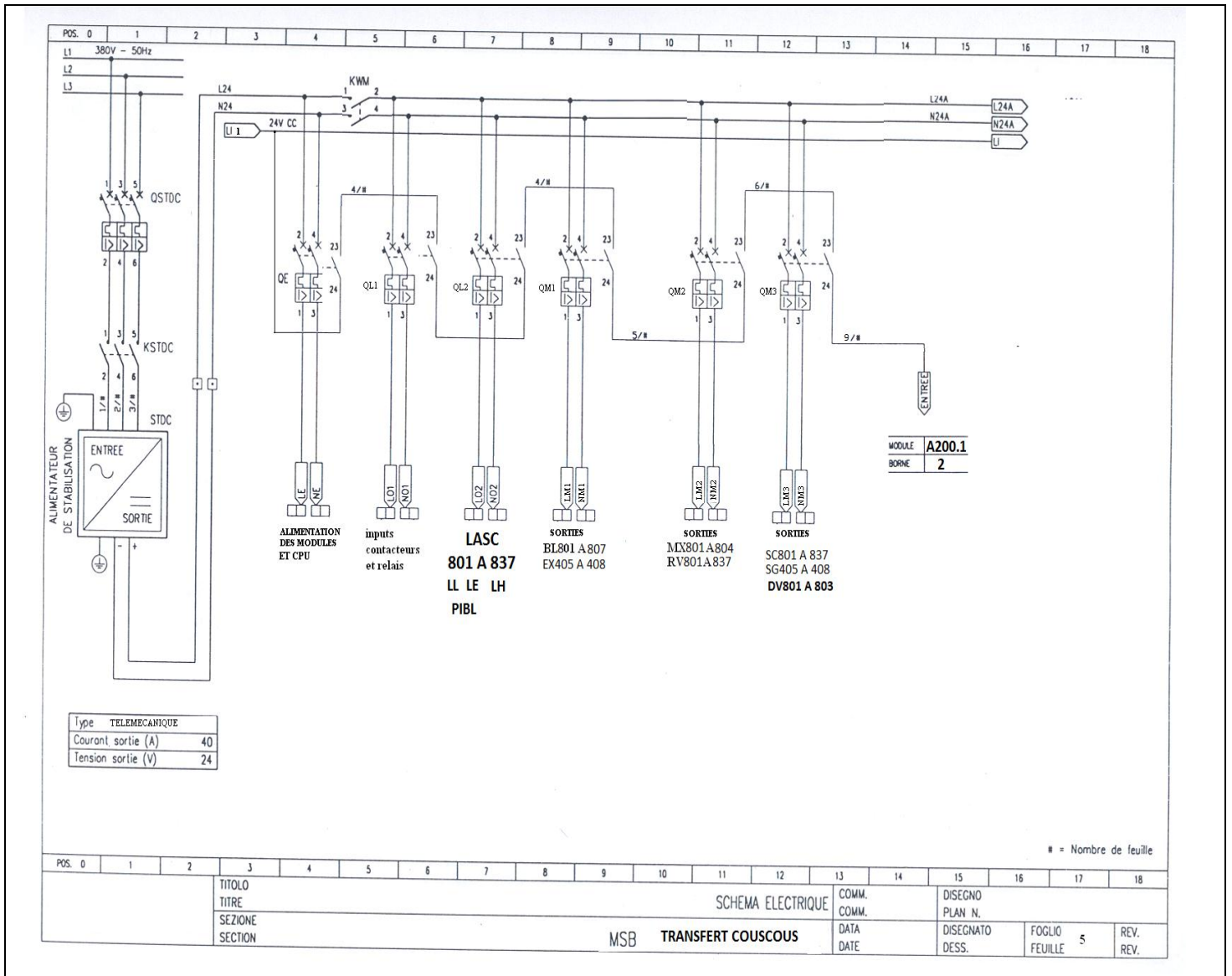
Figure 2-b : Schéma de commande

**Figure B.2 :** schéma couplage triangle - étoile.

## Annexe B

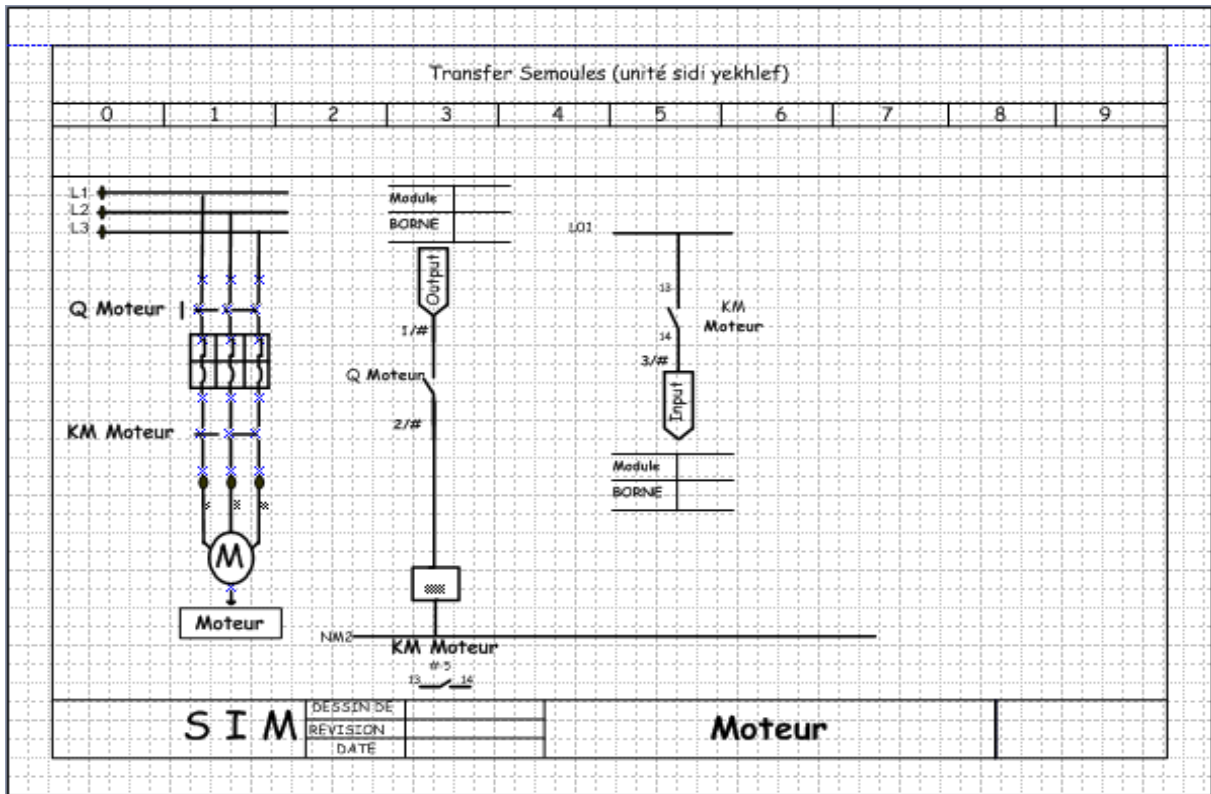
### **B.5. Schéma de câblage des moteurs et capteurs :**

Je présente les schémas de câblage des équipements et appareille de la station avec l'automate programmable S7-300, on trouve dans la première présente le schéma de câblage d'alimentation de CPU avec les module d'E/S, à la fin on trouve les schémas de câblage des moteur à démarrage direct (RV, MX et BL - 5.5kw et 11kw -) et démarrage triangle- étoile (BL - 30kw-) et schéma de câblage de variateur de vitesse de SC.

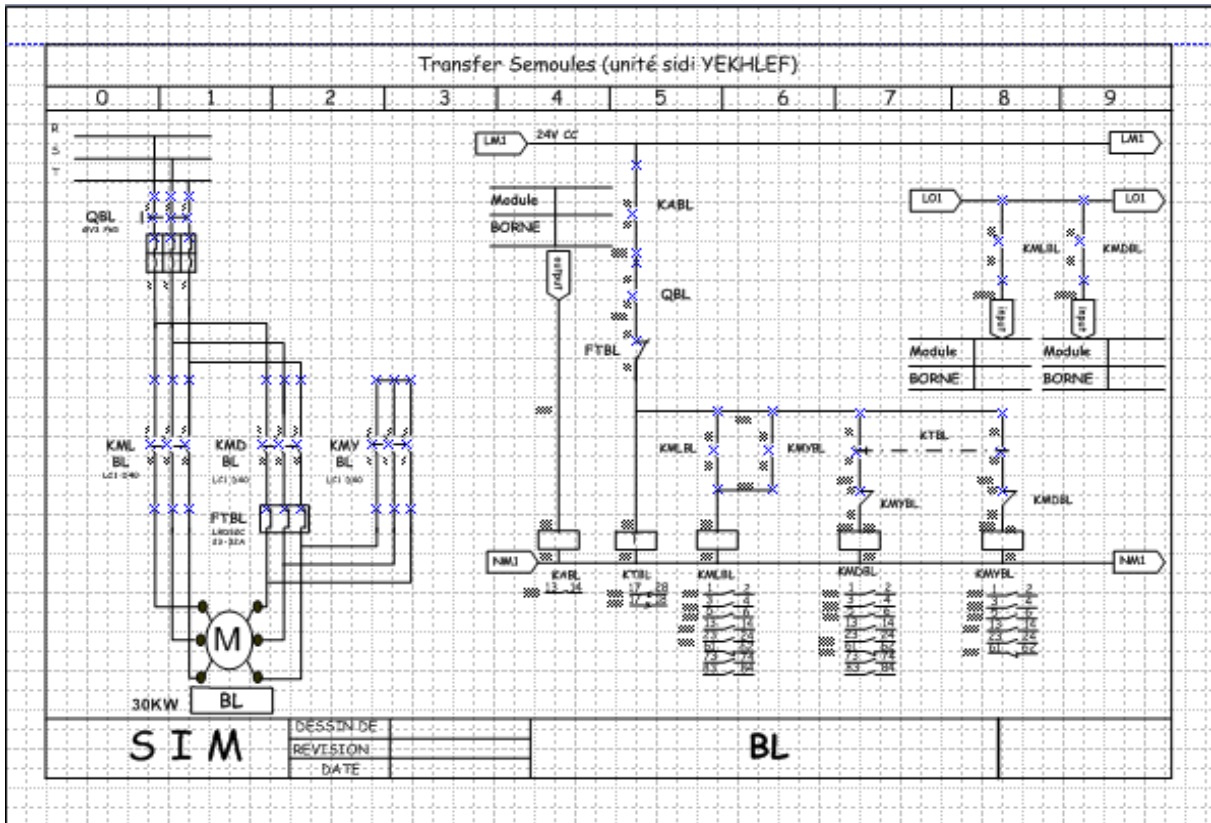


**Figure B.3 : schéma de câblage d'alimentation de CPU.**

## Annexe B

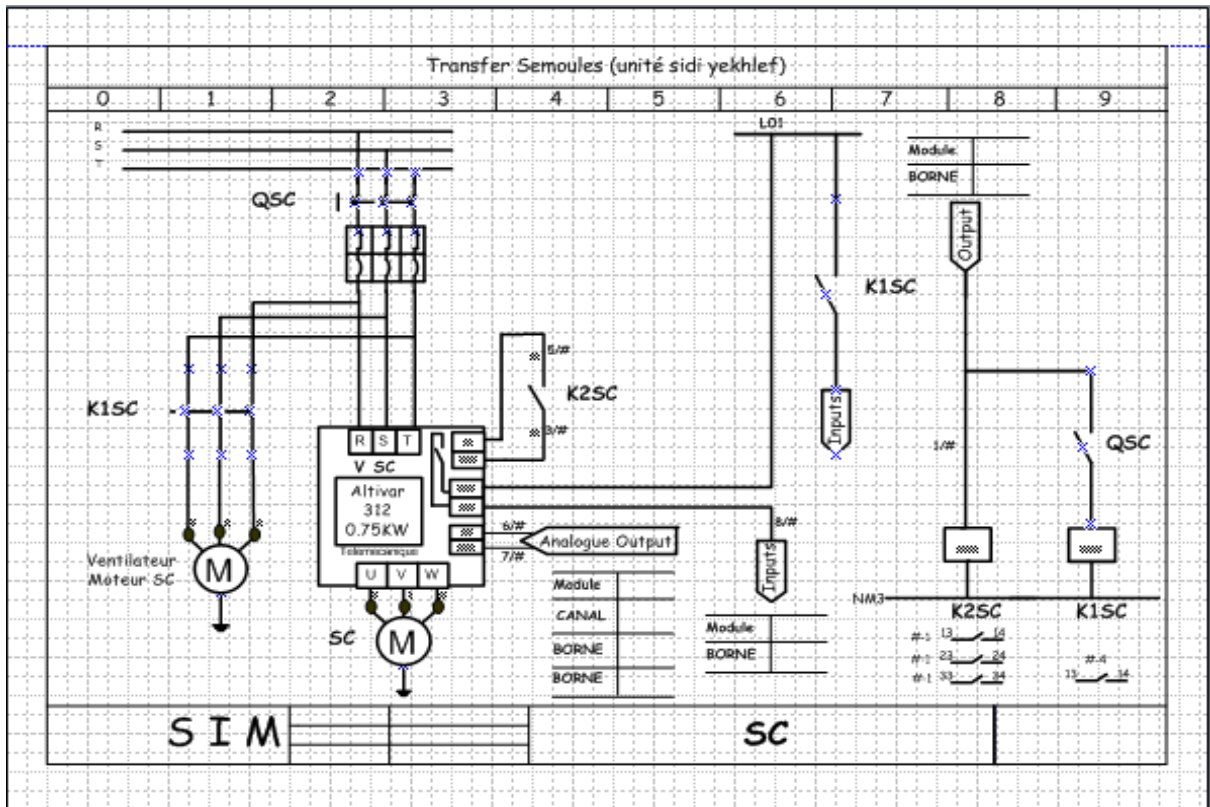


**Figure B.4 :** schéma de câblage d'un moteur (MX, RV, EX, BL- 11kw ou 5.5kw).

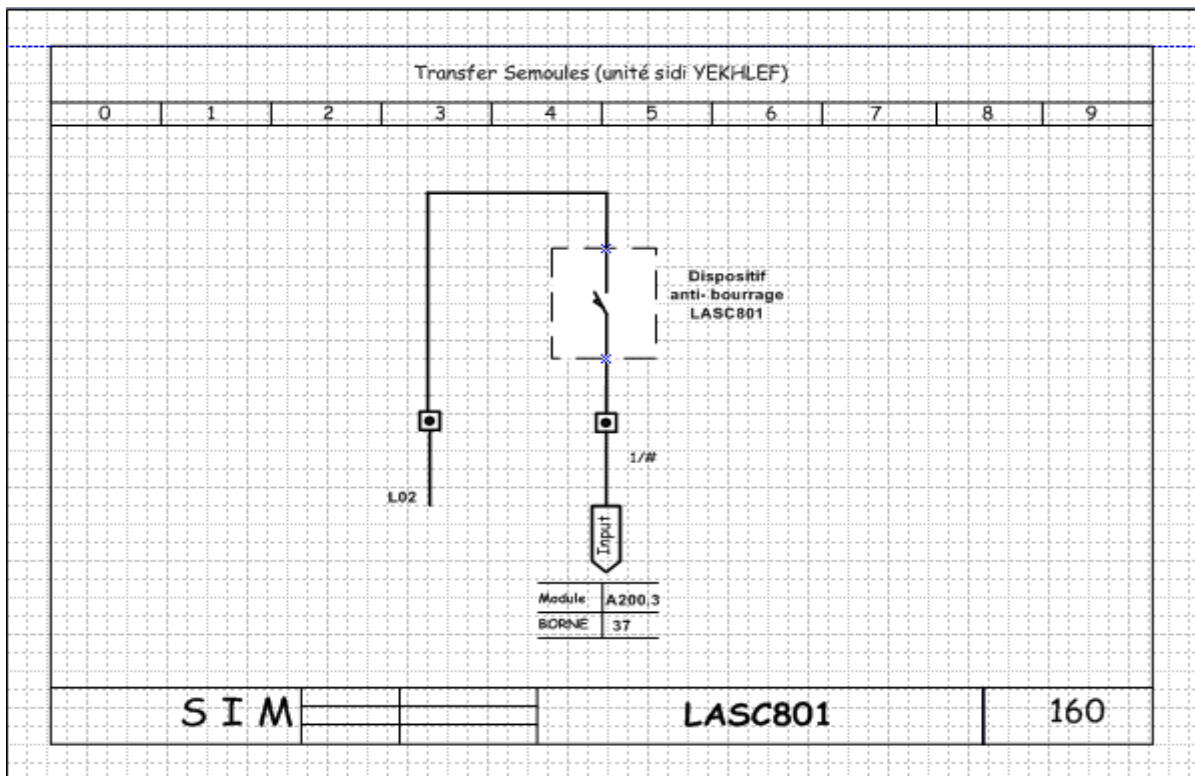


**Figure B.5:** schéma de démarrage triangle-étoile d'un BL.

## Annexe B



**Figure B.6:** schéma de câblage de variateur de vitesse d'un SC.

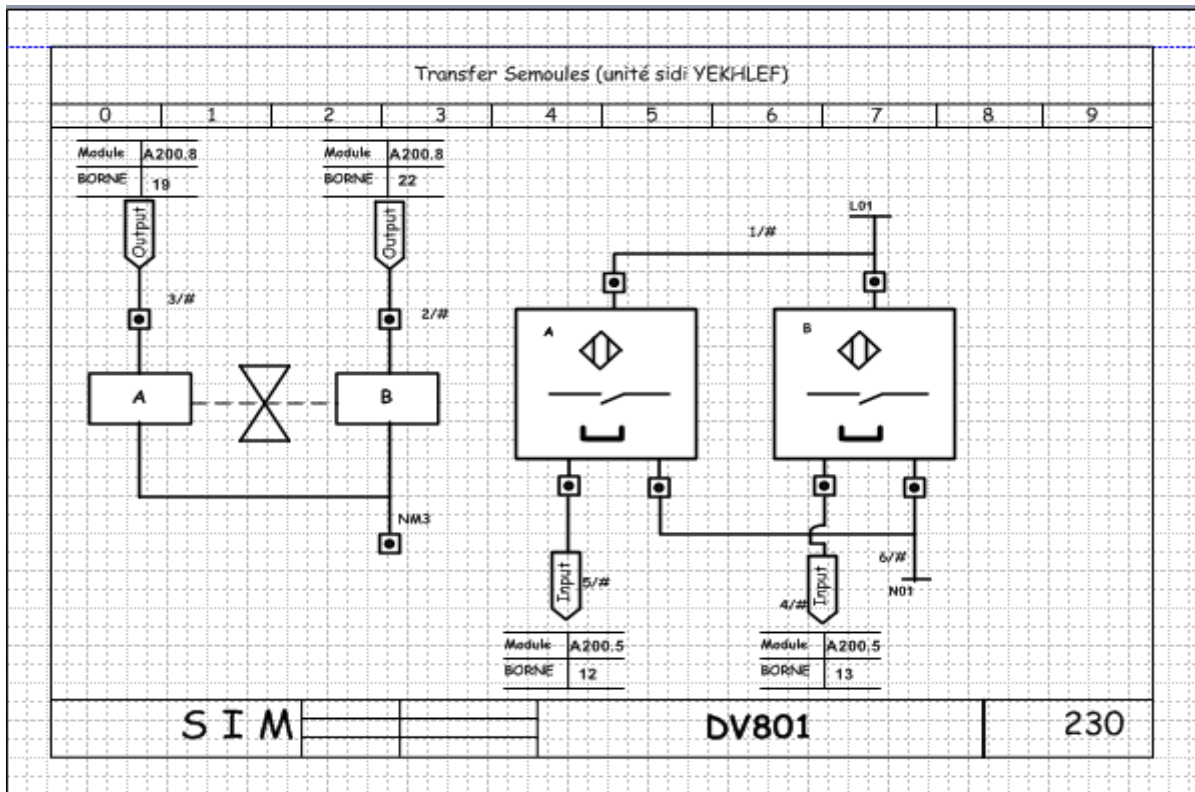


**Figure B.7:** schéma de câblage de détecteur de bourrage.

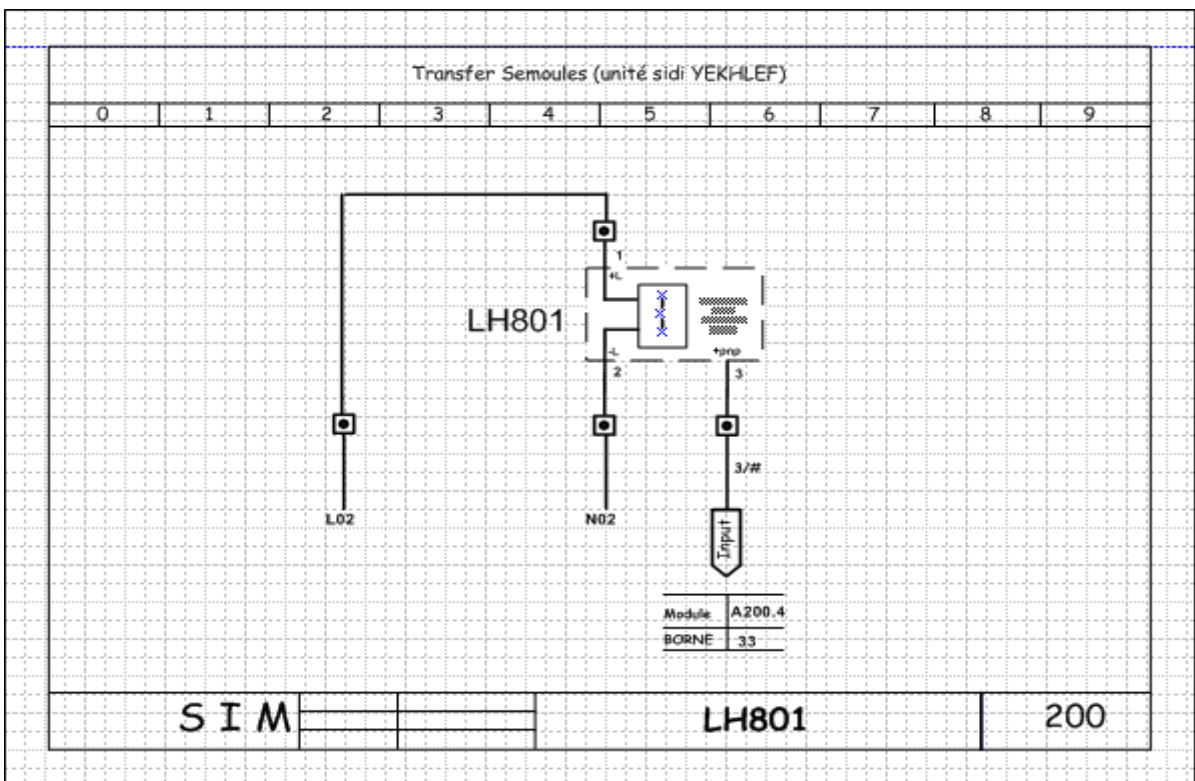




## Annexe B



**Figure B.10:** schéma de câblage de déviateur et capteur magnétique.



**Figure B.11:** schéma de câblage de capteur capacitif situé à l'intérieur de mélangeur.

## Annexe B

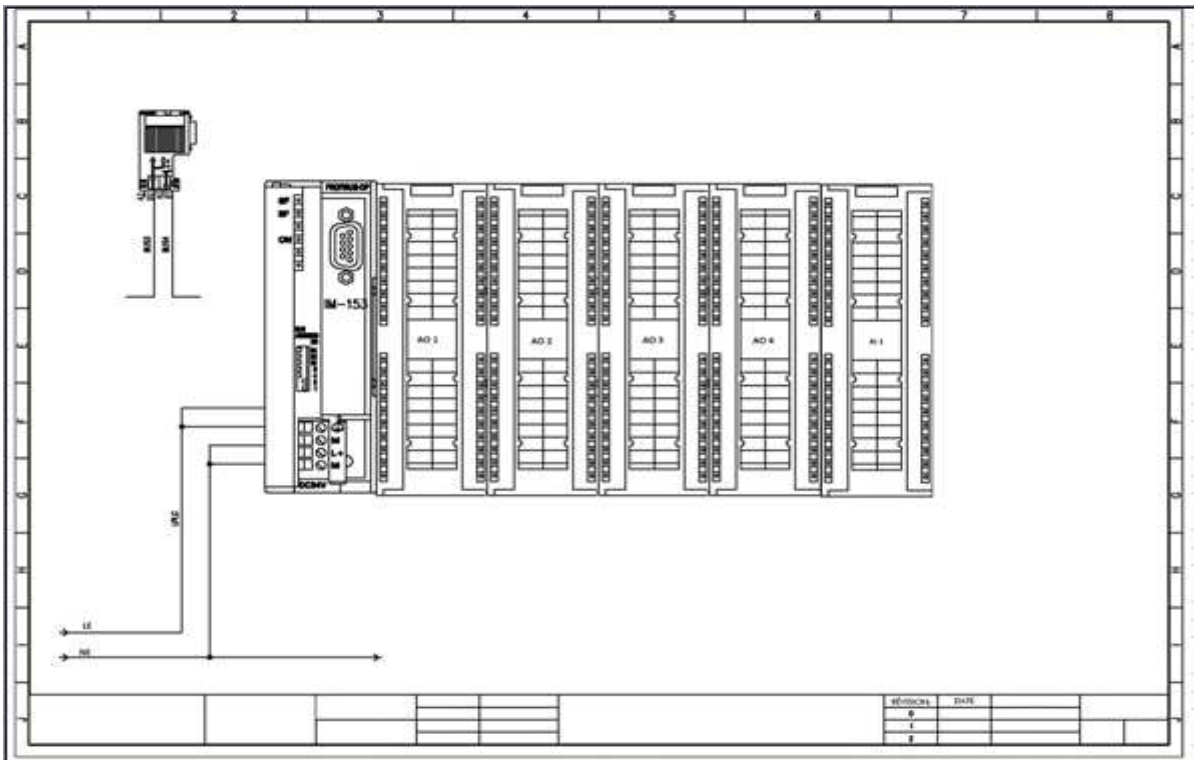


Figure B.12 : schéma de modules analogique.

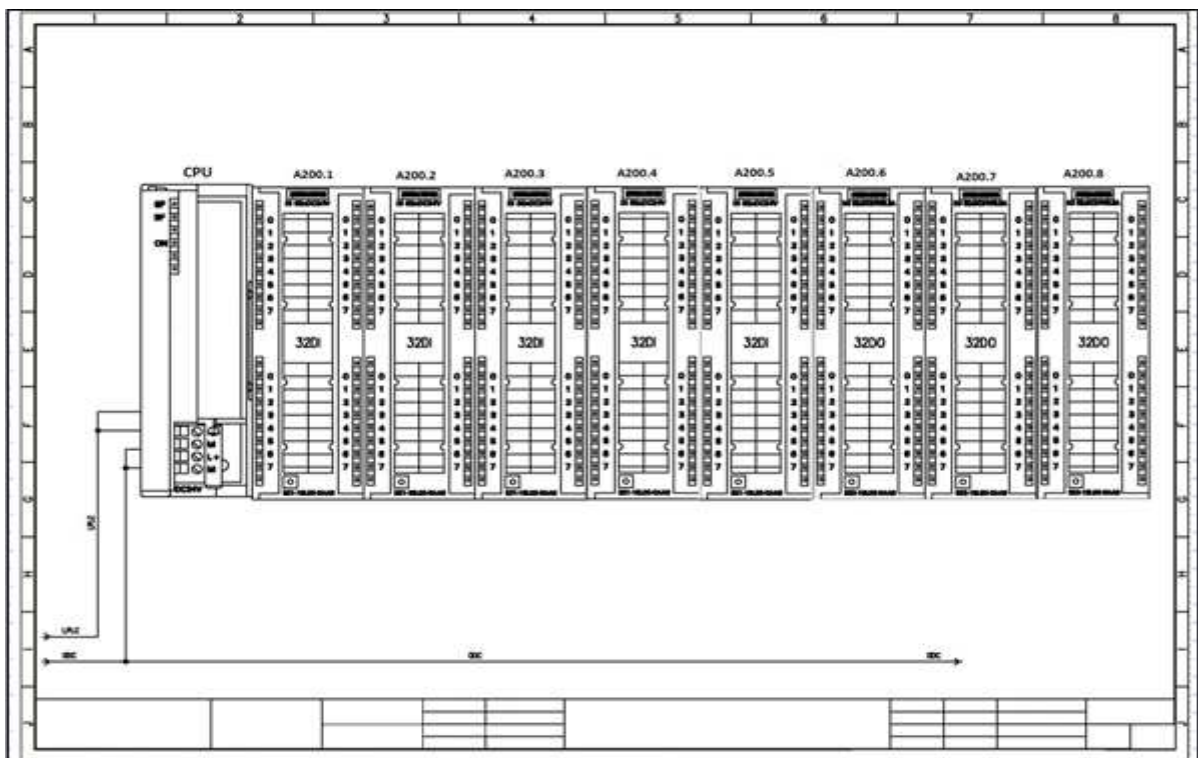
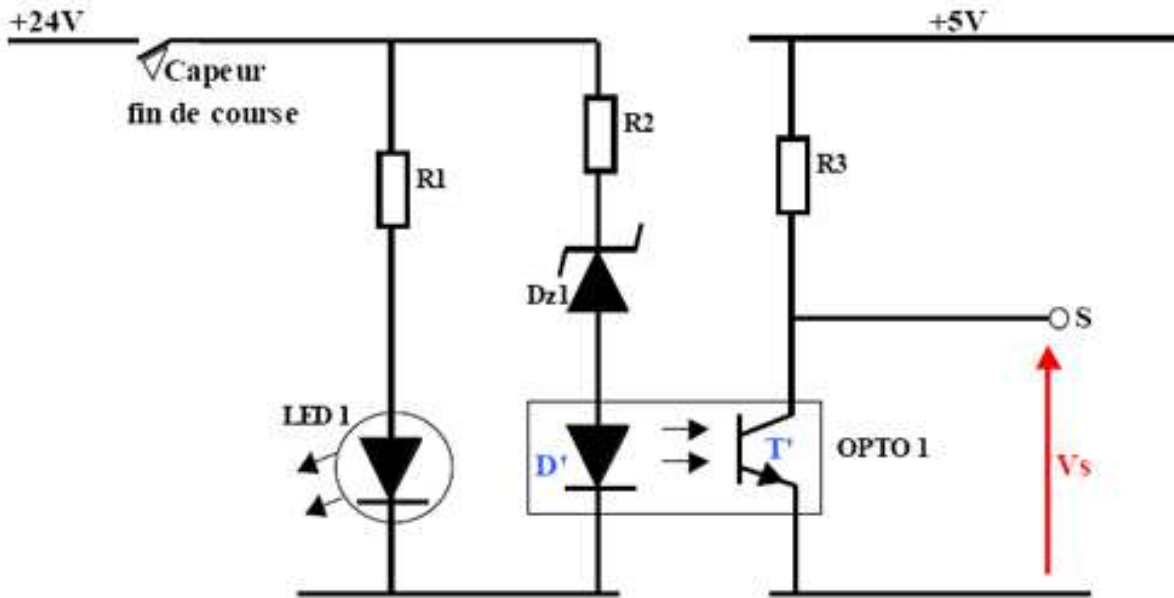
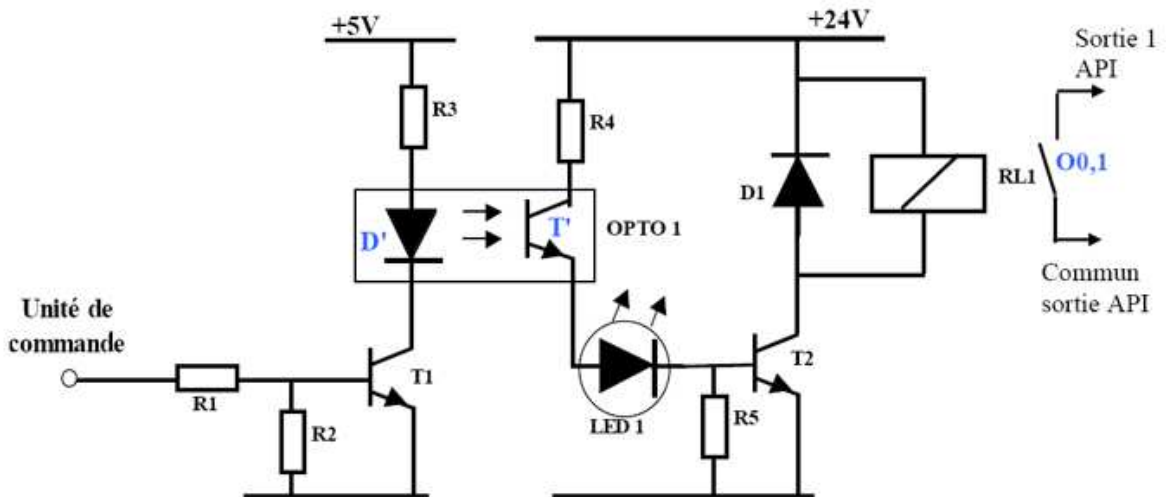


Figure B.13 : schéma de CPU et ses modules.

## Annexe B

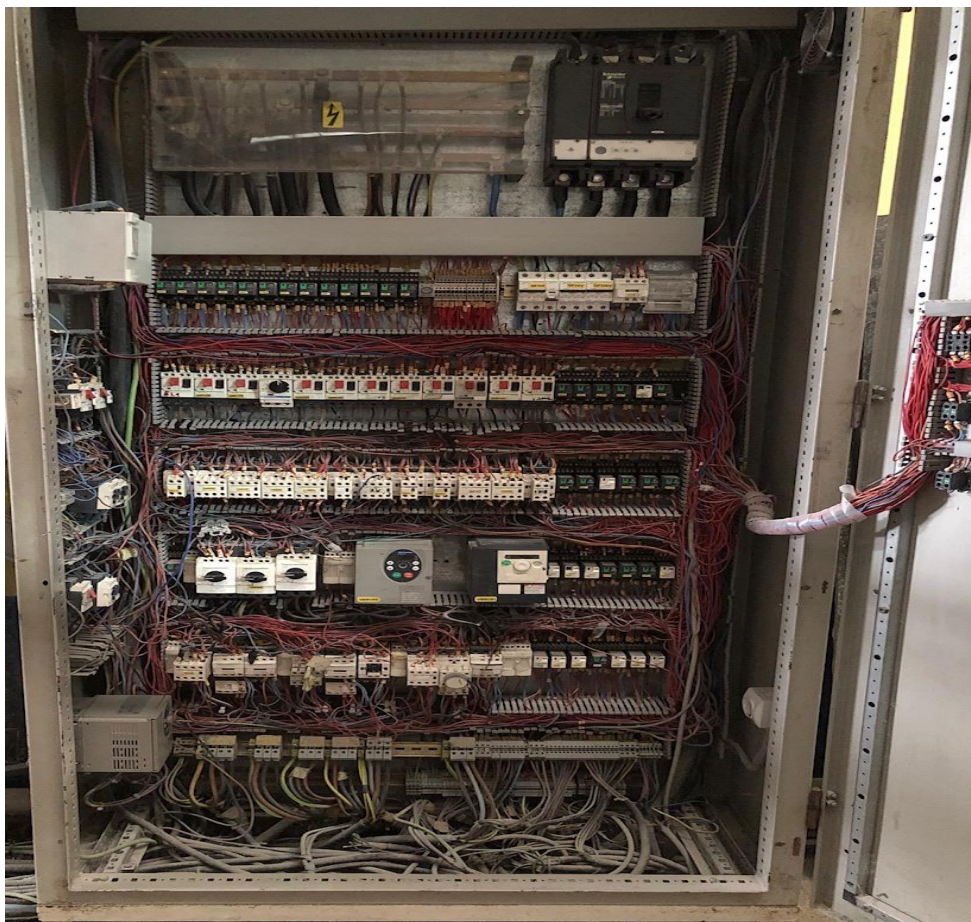


*Figure B.14 : Carte d'entrée d'un API (isolation galvanique avec optocoupleur).*

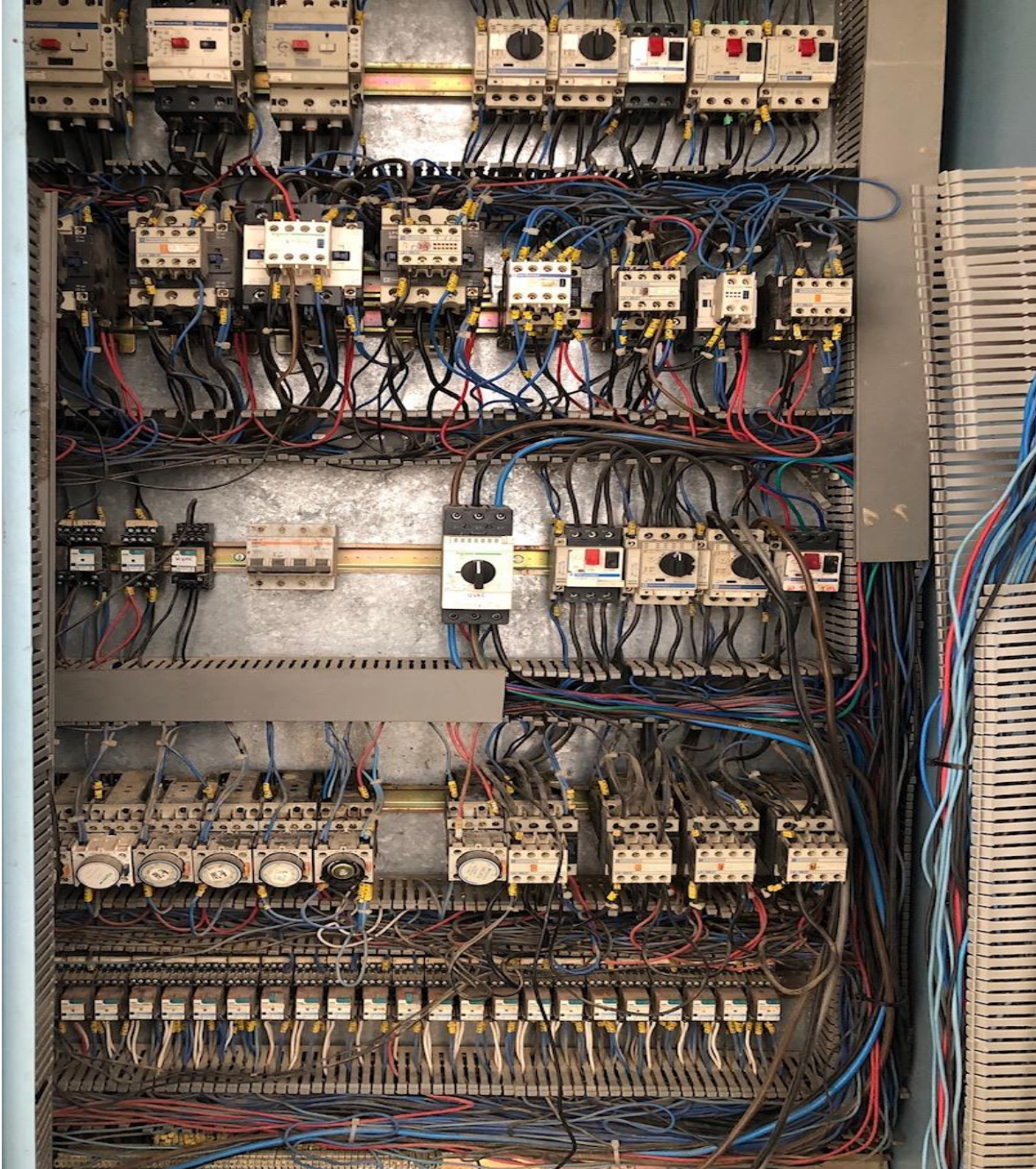


*Figure B.15 : Carte de sortie d'un API (isolation galvanique avec optocoupleur).*

# Annexe B

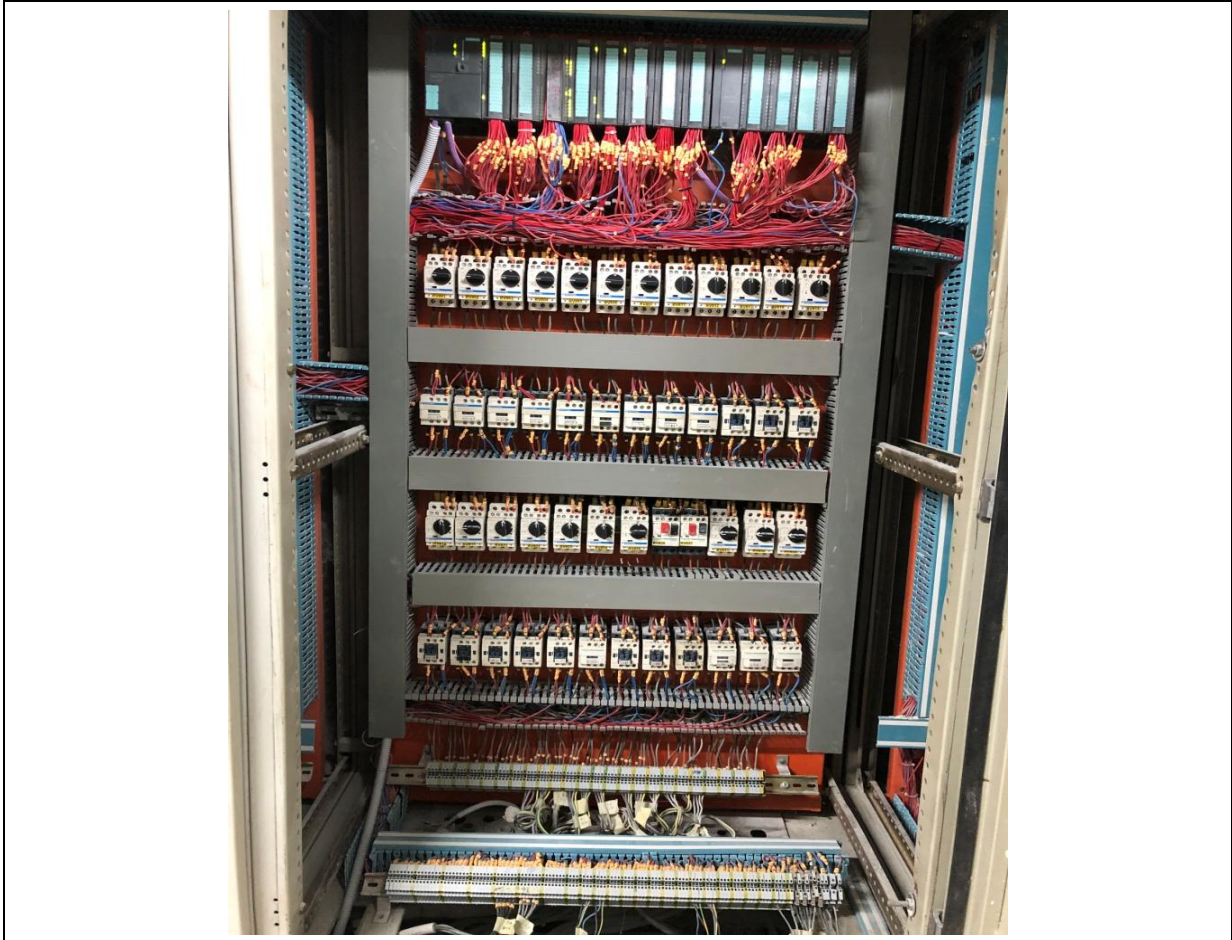


## *Annexe B*



*Image d'armoire de station en logique câblée*

## Annexe B



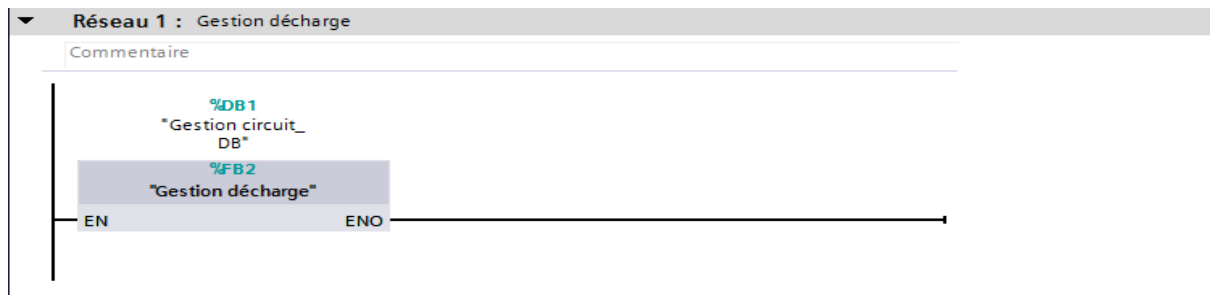
*Image d'armoire de station en logique programmée*

# *Annexe C*



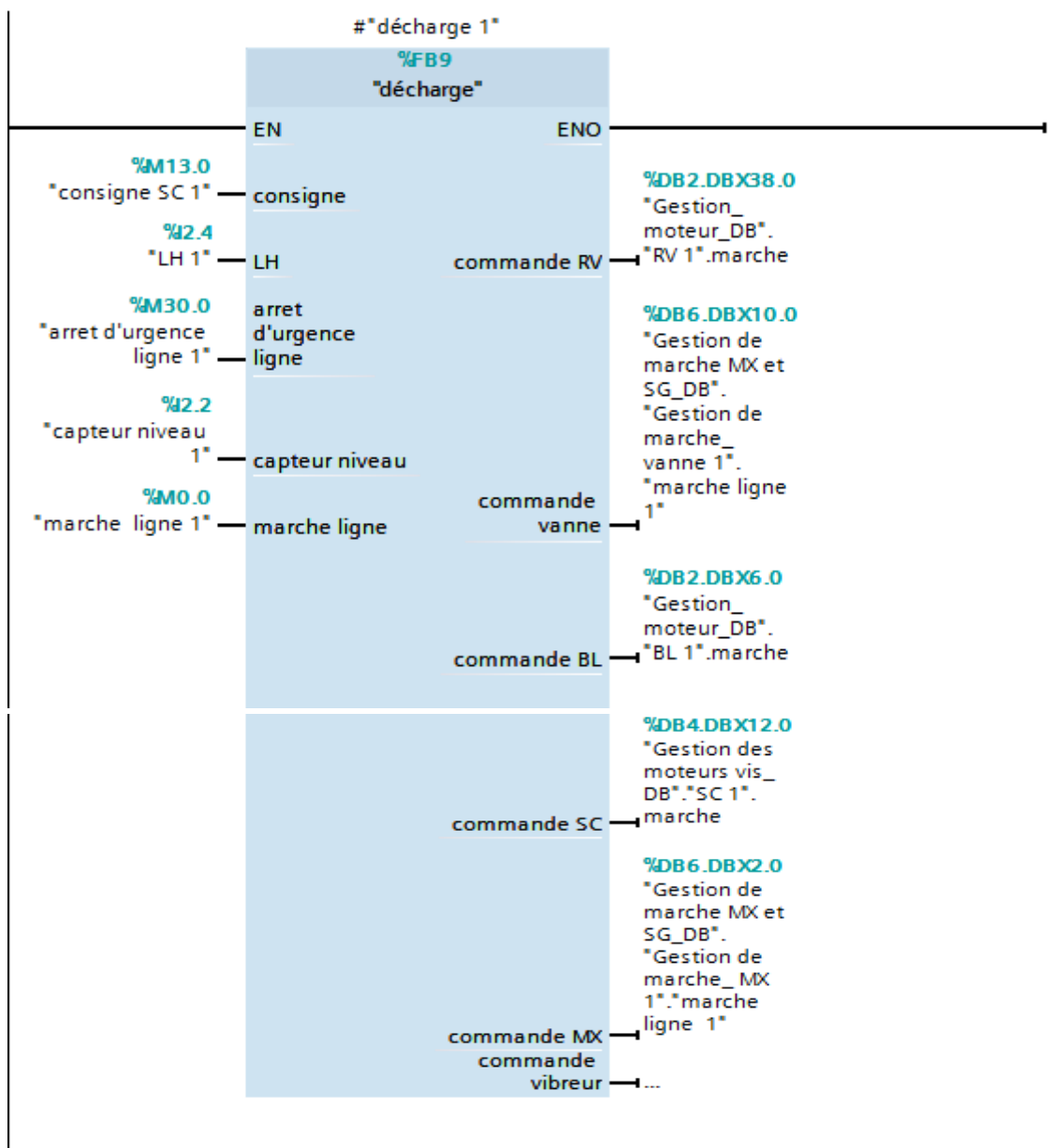
## Annexe C

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du décharge.



**Figure C.1 : Schéma contact de décharge.**

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du décharge de semoule.

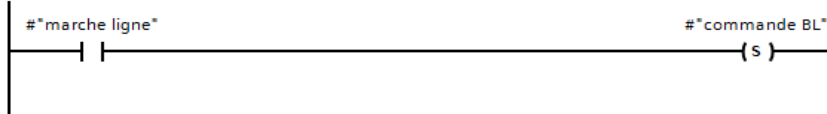


**Figure C.2: Schéma contact de décharge de semoule.**

# Annexe C

## Réseau 1 : Commande BL (marche)

Commentaire



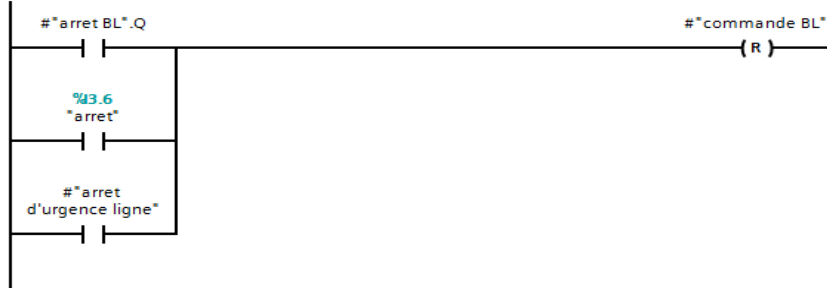
## Réseau 2 : Commande BL (temporisation arrêt)

Commentaire



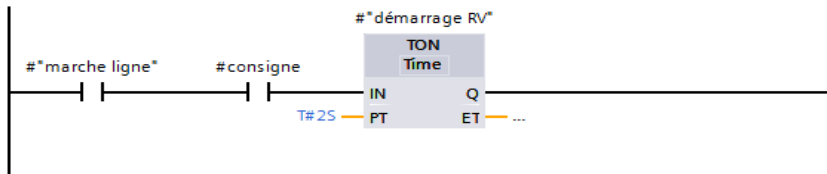
## Réseau 3 : Commande BL (arrêt)

Commentaire



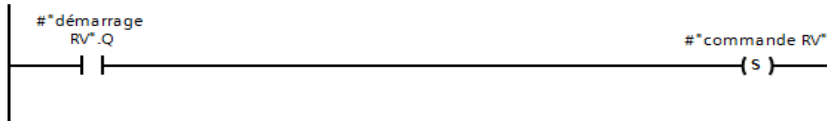
## Réseau 4 : Commande RV (marche)

Commentaire



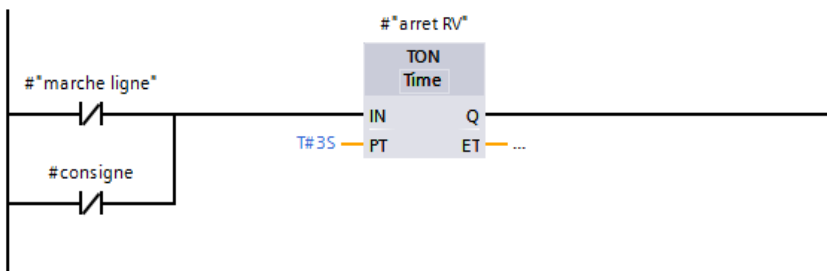
## Réseau 5 : Commande RV (marche)

Commentaire



## Réseau 6 : Commande RV (arrêt)

Commentaire



# Annexe C

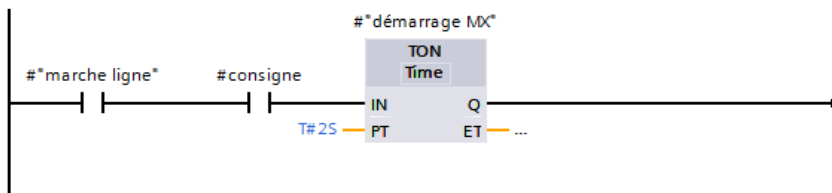
## Réseau 7 : Commande RV (arrêt)

Commentaire



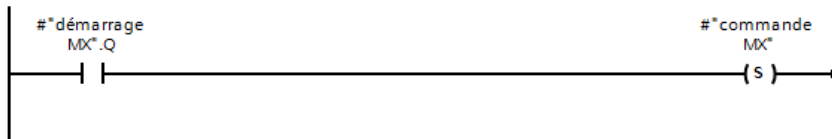
## Réseau 8 : Commande MX (marche)

Commentaire



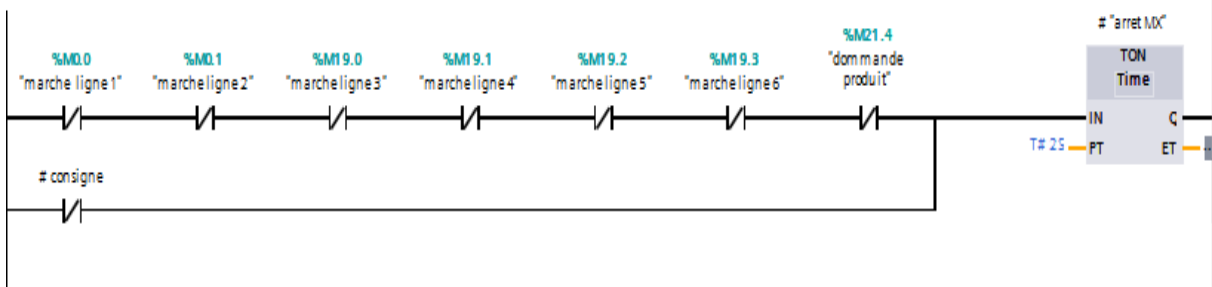
## Réseau 9 : Commande MX (marche)

Commentaire



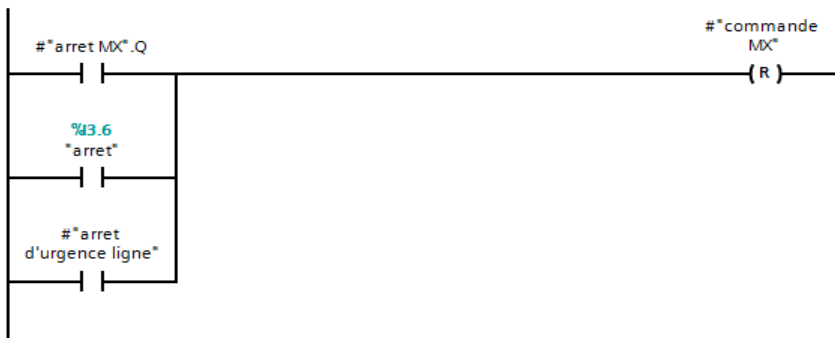
## Réseau 10 : Commande MX (arrêt)

Commentaire



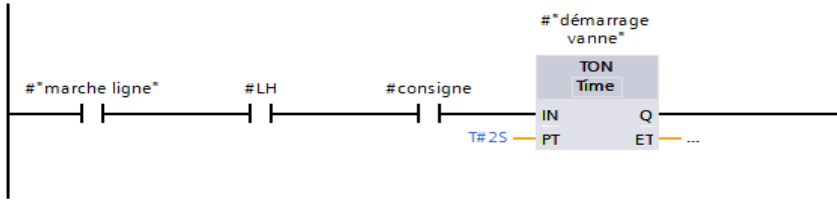
## Réseau 11 : Commande MX (arrêt)

Commentaire

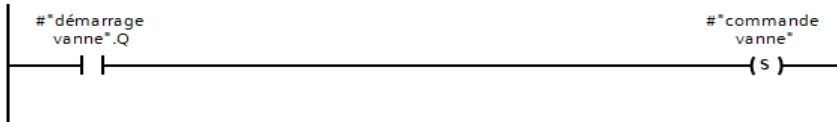


# Annexe C

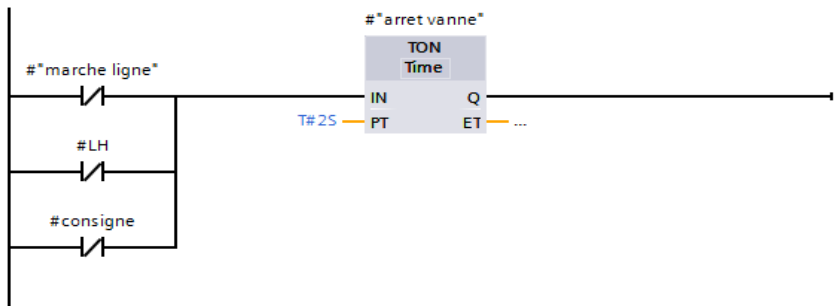
## Réseau 12 : Commande vanne (ouverteur)



## Réseau 13 : Commande vanne (ouverteur)

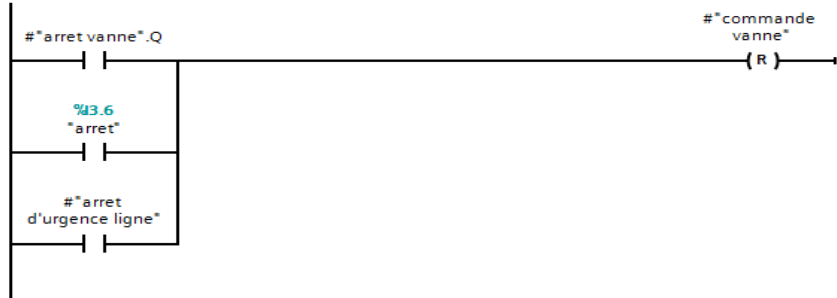


## Réseau 14 : Commande vanne (fermeteur)



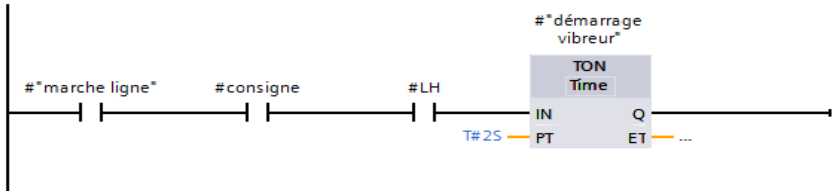
## Réseau 15 : Commande vanne (fermeteur)

Commentaire



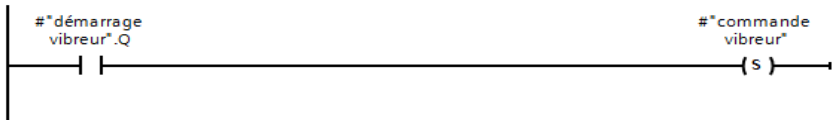
## Réseau 16 : Commande vibreur (marche)

Commentaire



## Réseau 17 : Commande vibreur (marche)

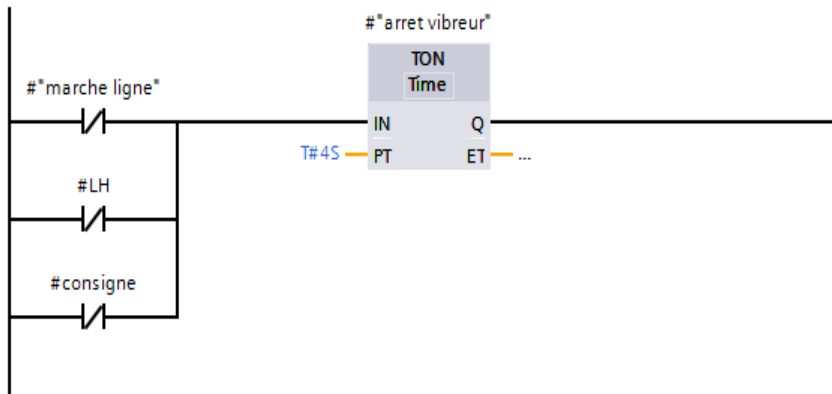
Commentaire



# Annexe C

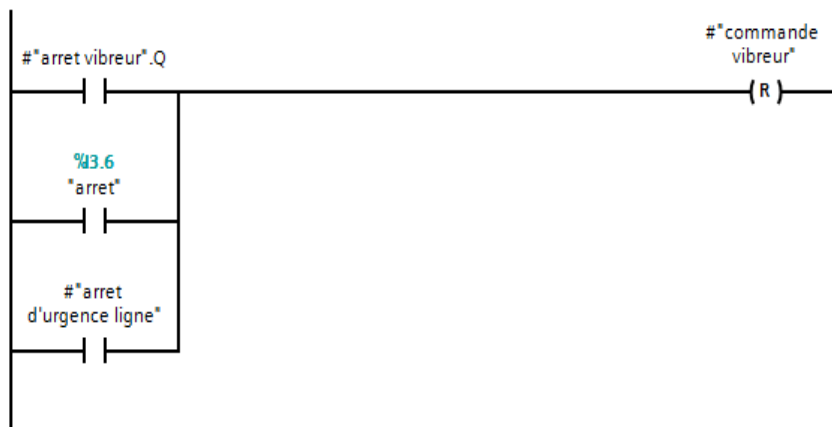
## Réseau 18 : Commande vibreur (arrêt)

Commentaire



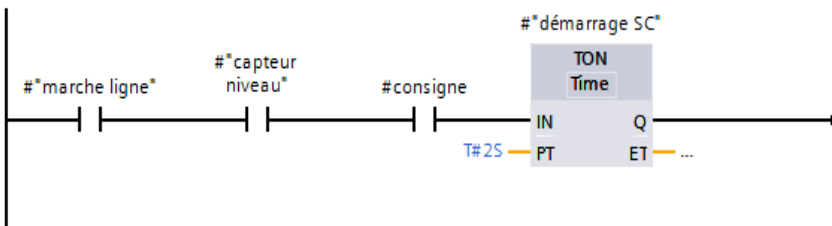
## Réseau 19 : Commande vibreur (arrêt)

Commentaire



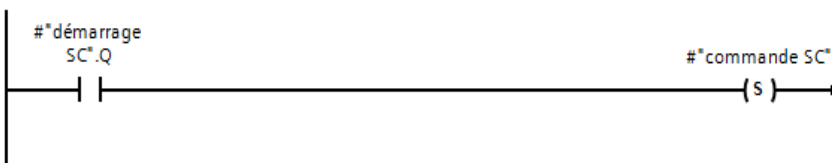
## Réseau 20 : Commande SC (marche)

Commentaire

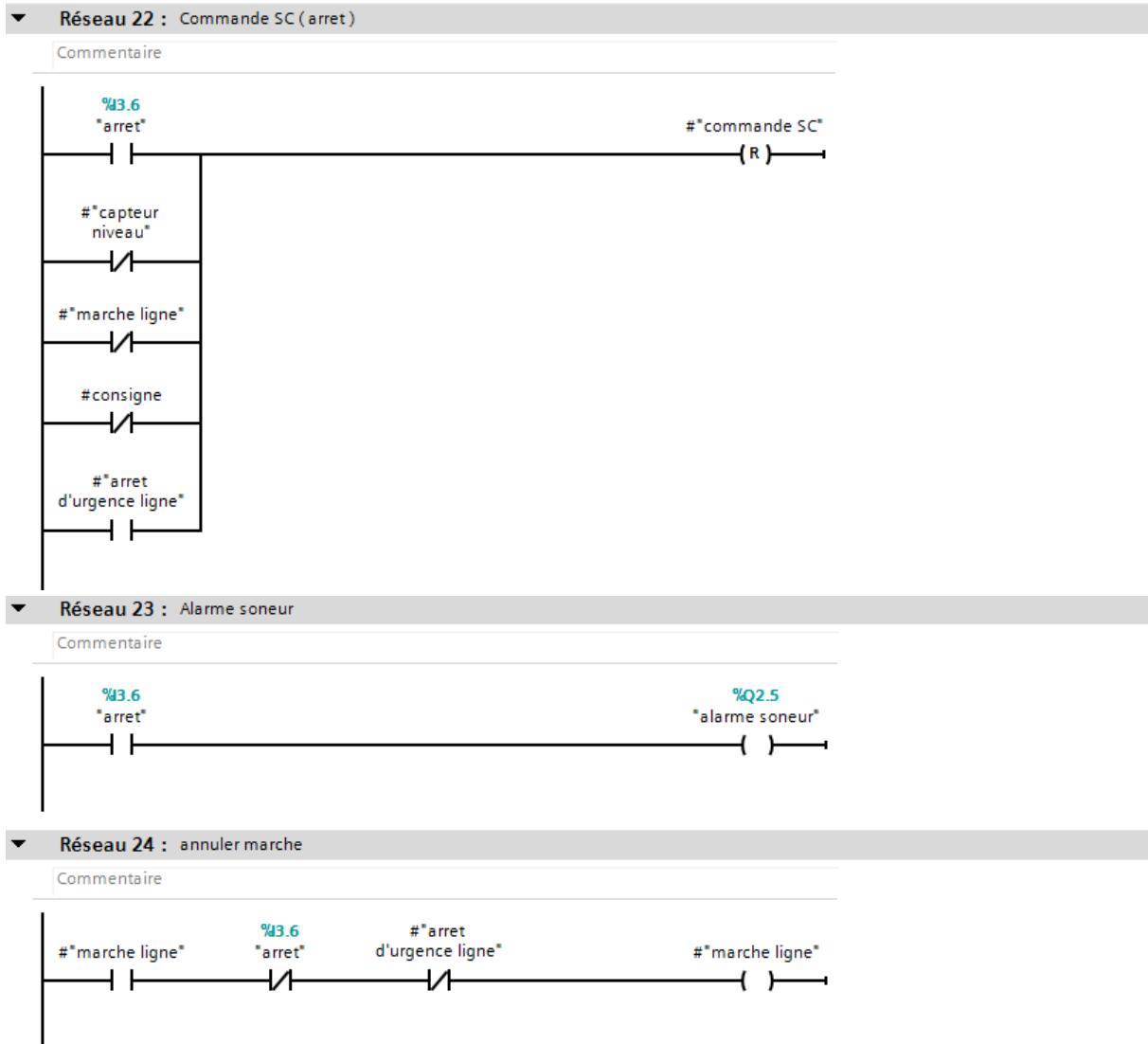


## Réseau 21 : Commande SC (marche)

Commentaire

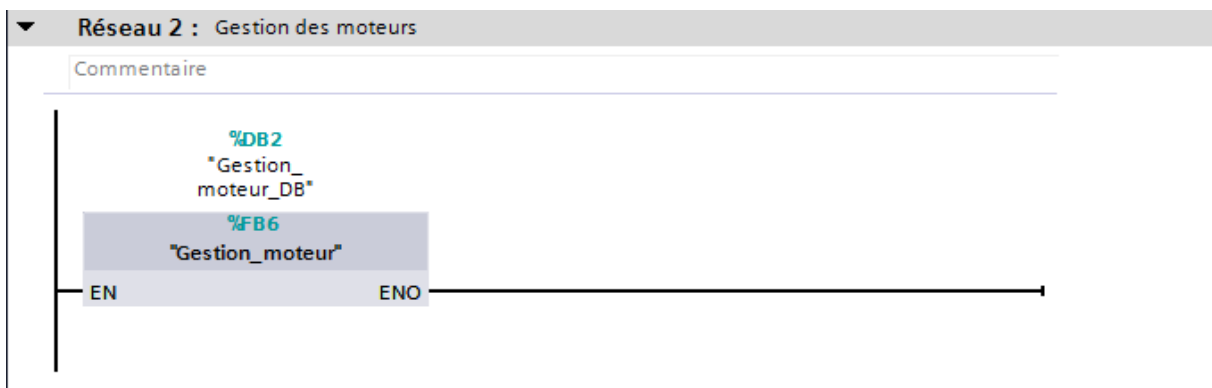


## Annexe C



**Figures C.3** : Schémas contact des réseaux de Bloc de décharge.

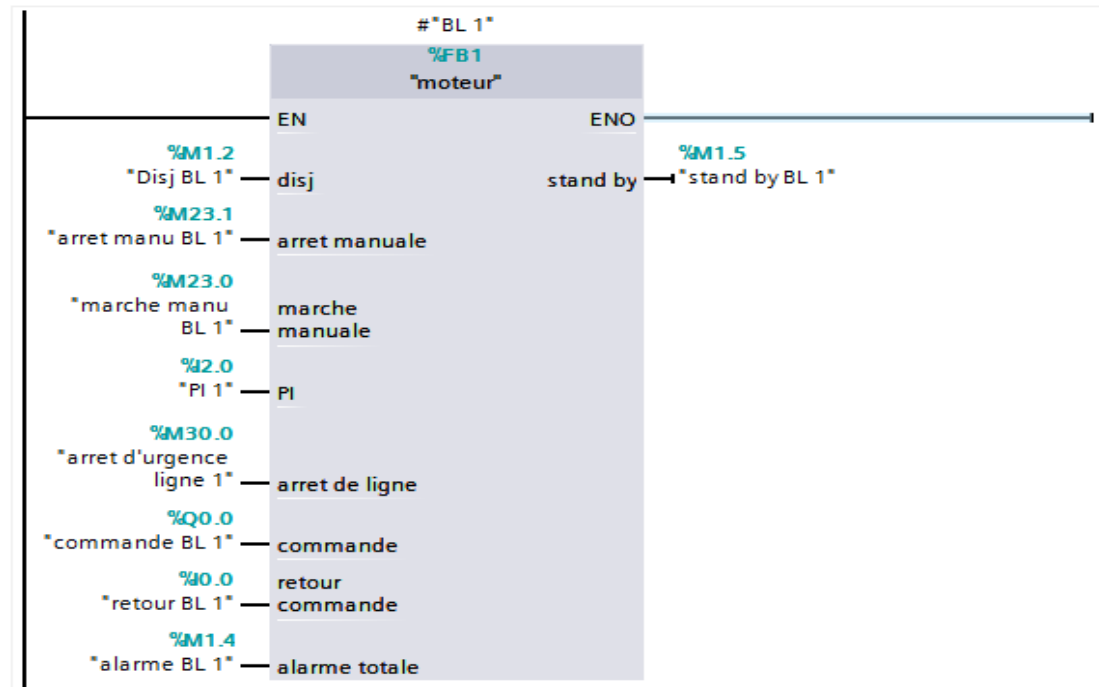
- La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion des moteurs.



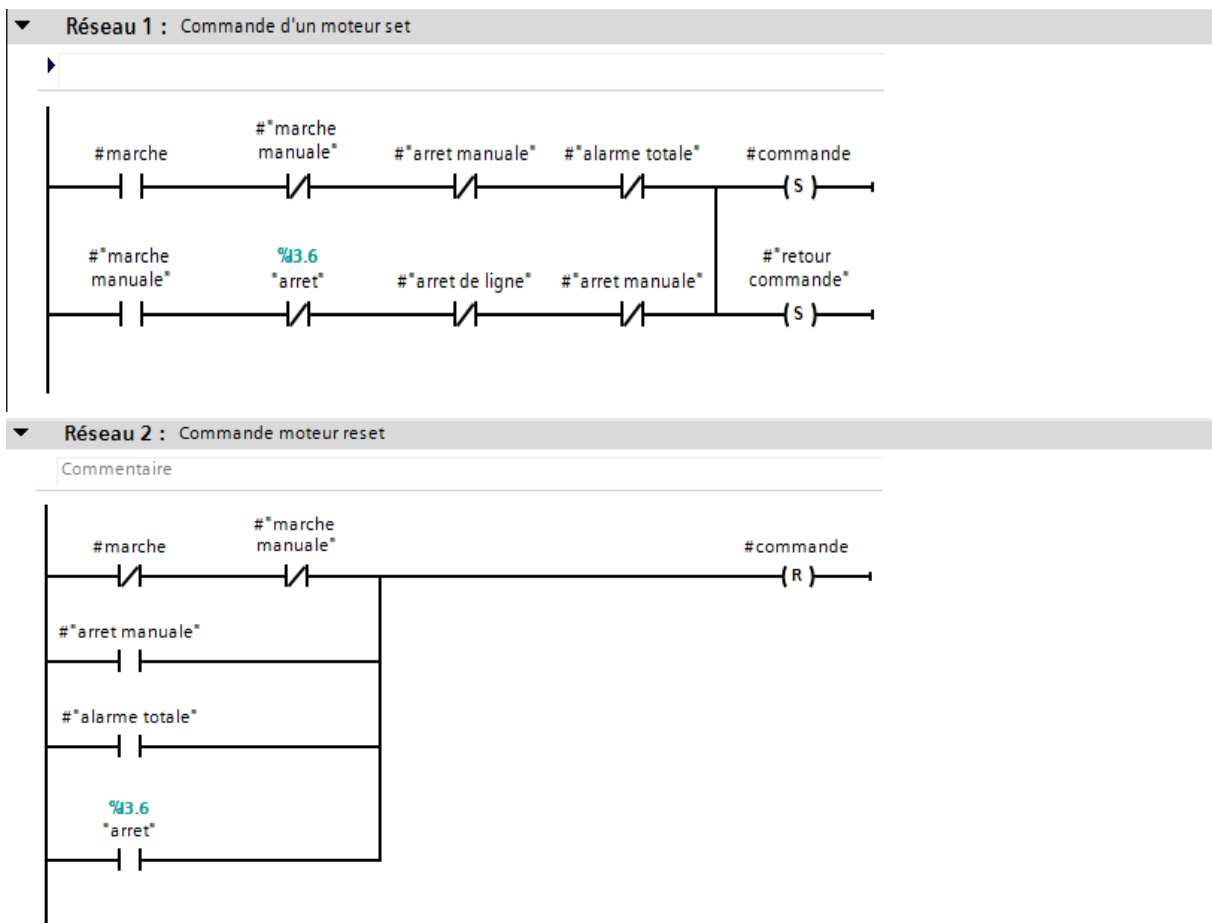
**Figure C.4** : Schéma contact de gestion des moteurs.

## Annexe C

➤ La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion de moteur.



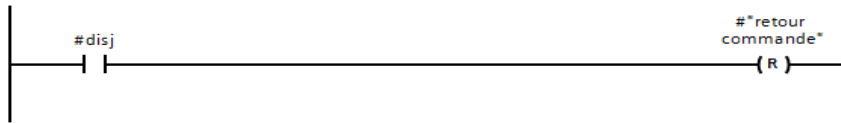
**Figure C.5 : Schéma contact de moteur (BL).**



# Annexe C

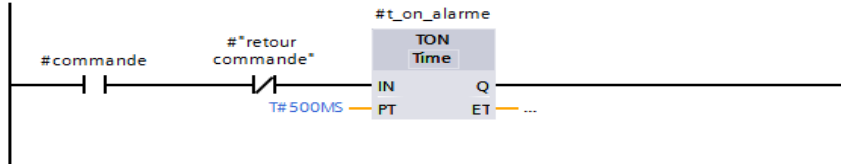
## Réseau 3 : set alarme

Commentaire



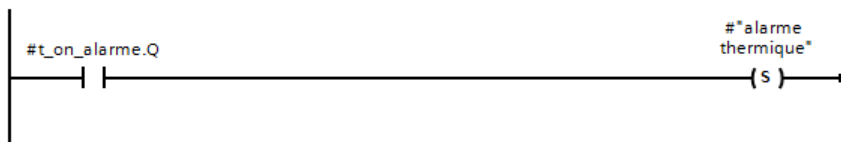
## Réseau 4 : Alarme thermique

Commentaire



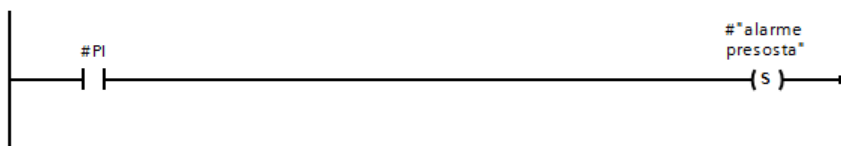
## Réseau 5 : Alarme thermique

Commentaire



## Réseau 6 : Alarme présosta

Commentaire



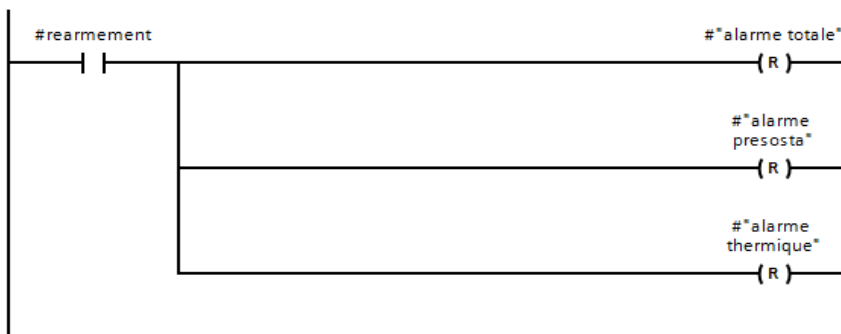
## Réseau 7 : Alarme totale

Commentaire



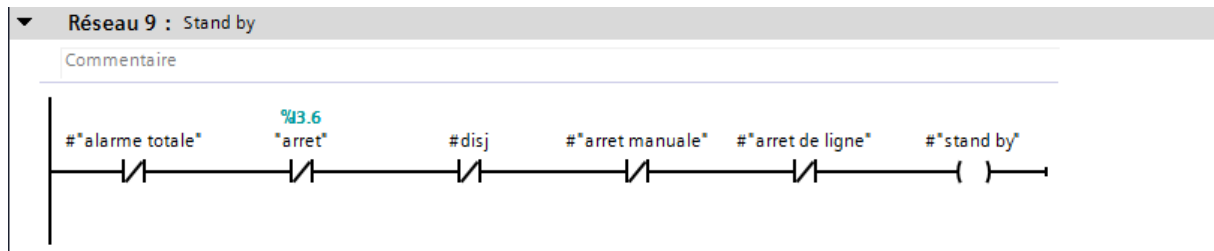
## Réseau 8 : Rearmement d'un alarme totale

Commentaire



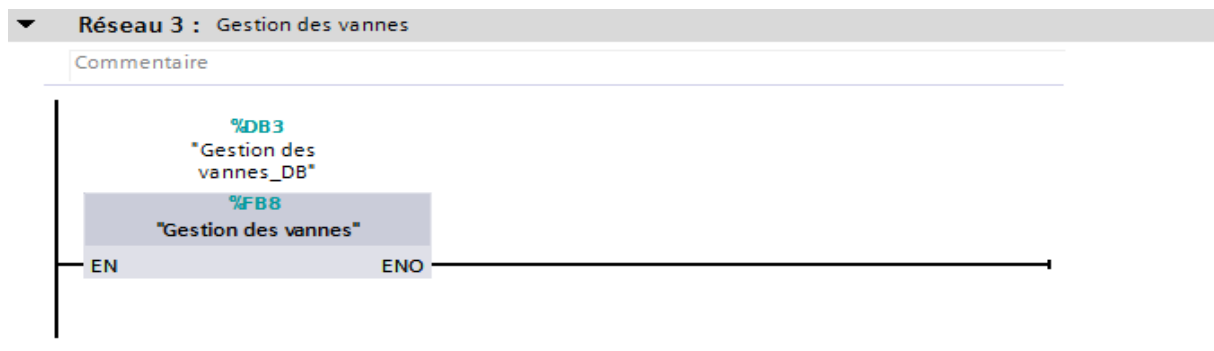


## Annexe C



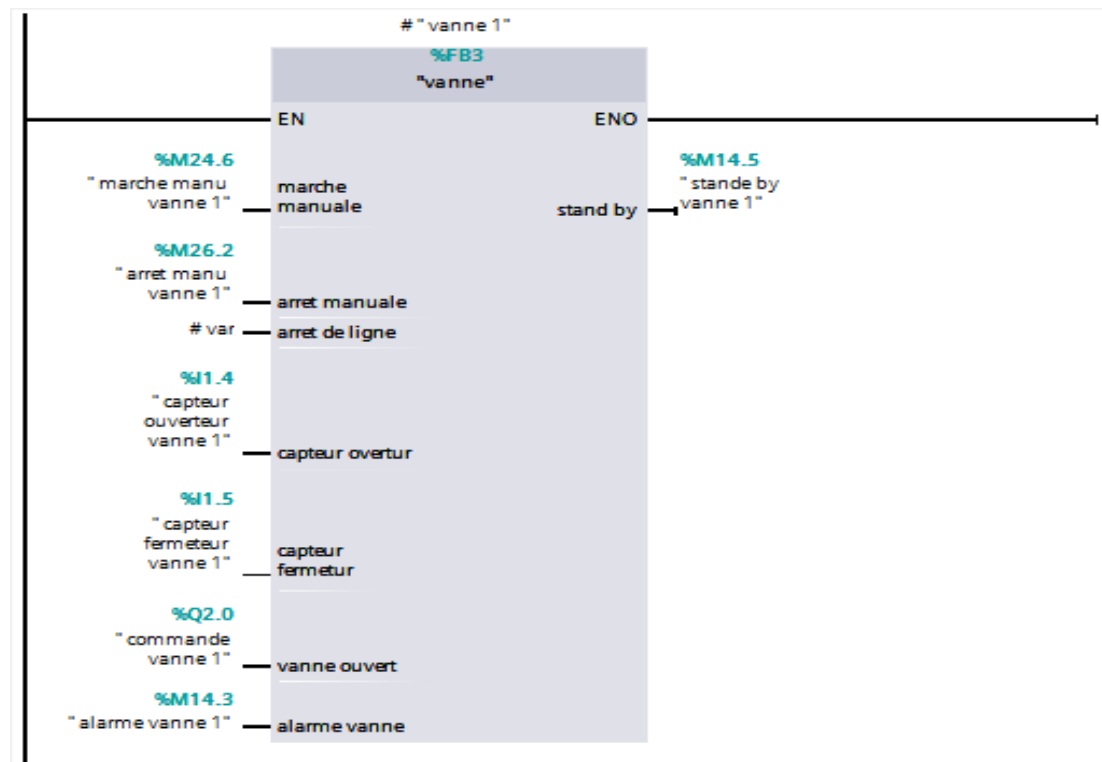
**Figure C.6 :** Schémas contact des réseaux de Bloc moteur.

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion des vannes.



**Figure C.7 :** Schéma contact de gestion des vannes.

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion de vanne.

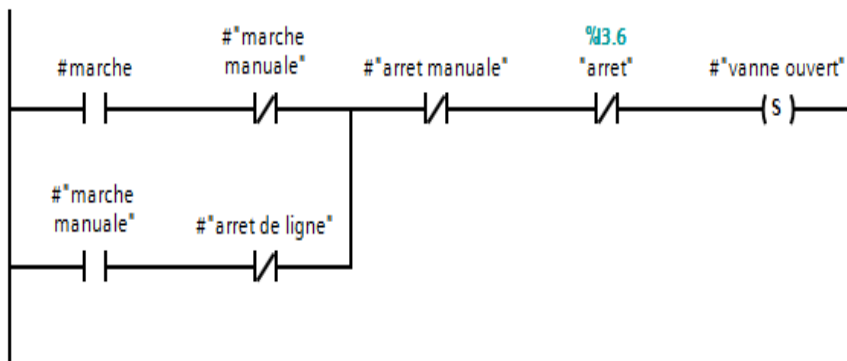


**Figure C.8 :** Schéma contact de vanne SG.

# Annexe C

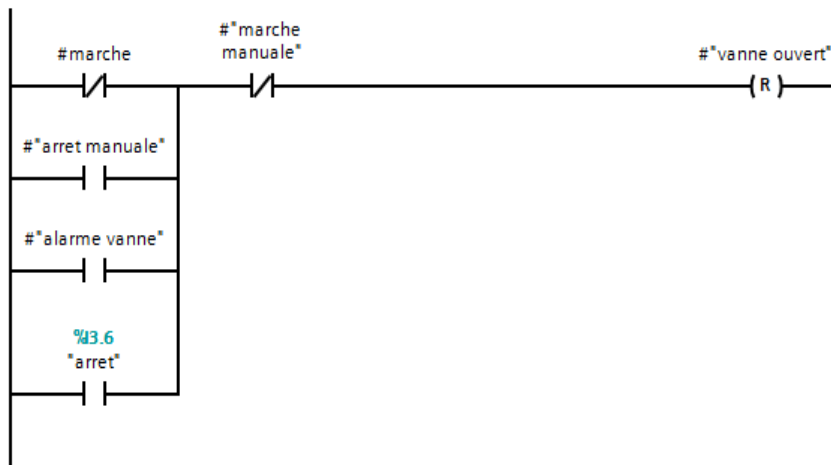
## Réseau 1 : Commande d'un vanne set

Commentaire



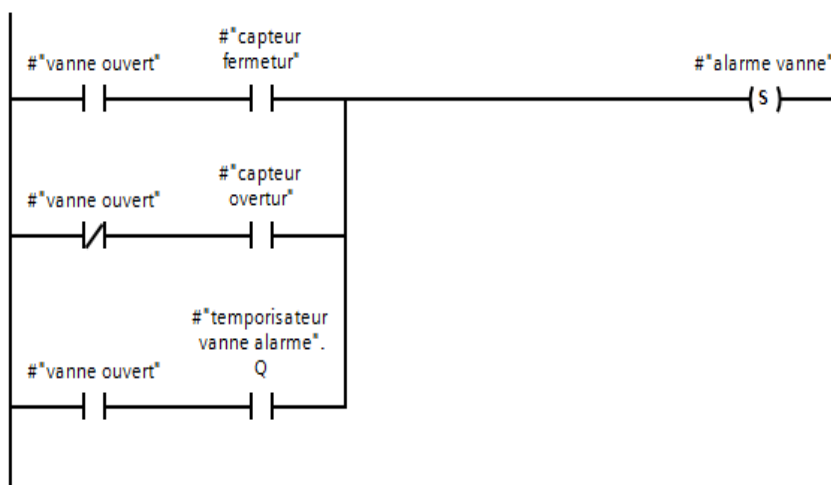
## Réseau 2 : .....

Commentaire

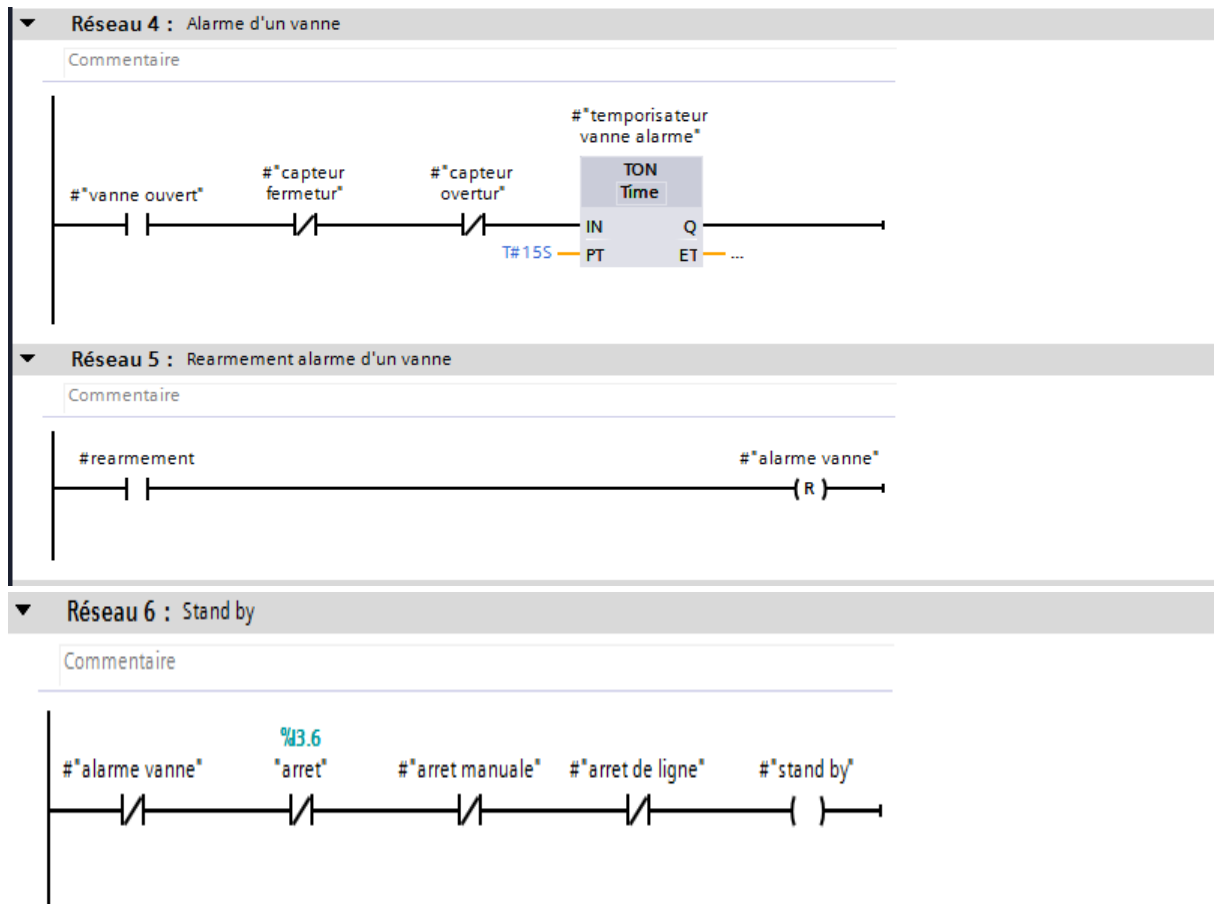


## Réseau 3 : Alarme d'un vanne

Commentaire

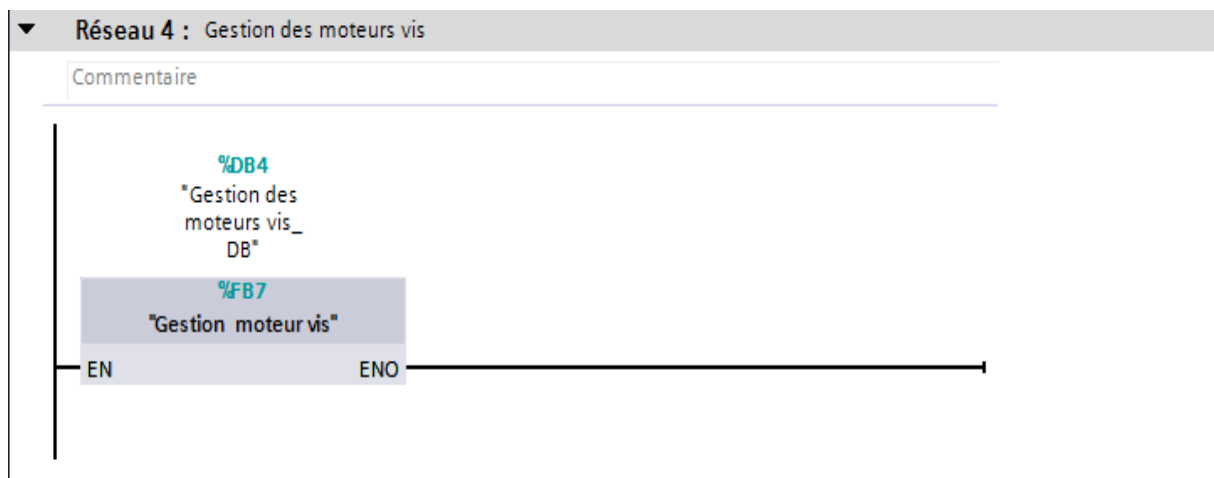


## Annexe C



**Figure C.9 :** Schémas contact des réseaux de Bloc Vanne.

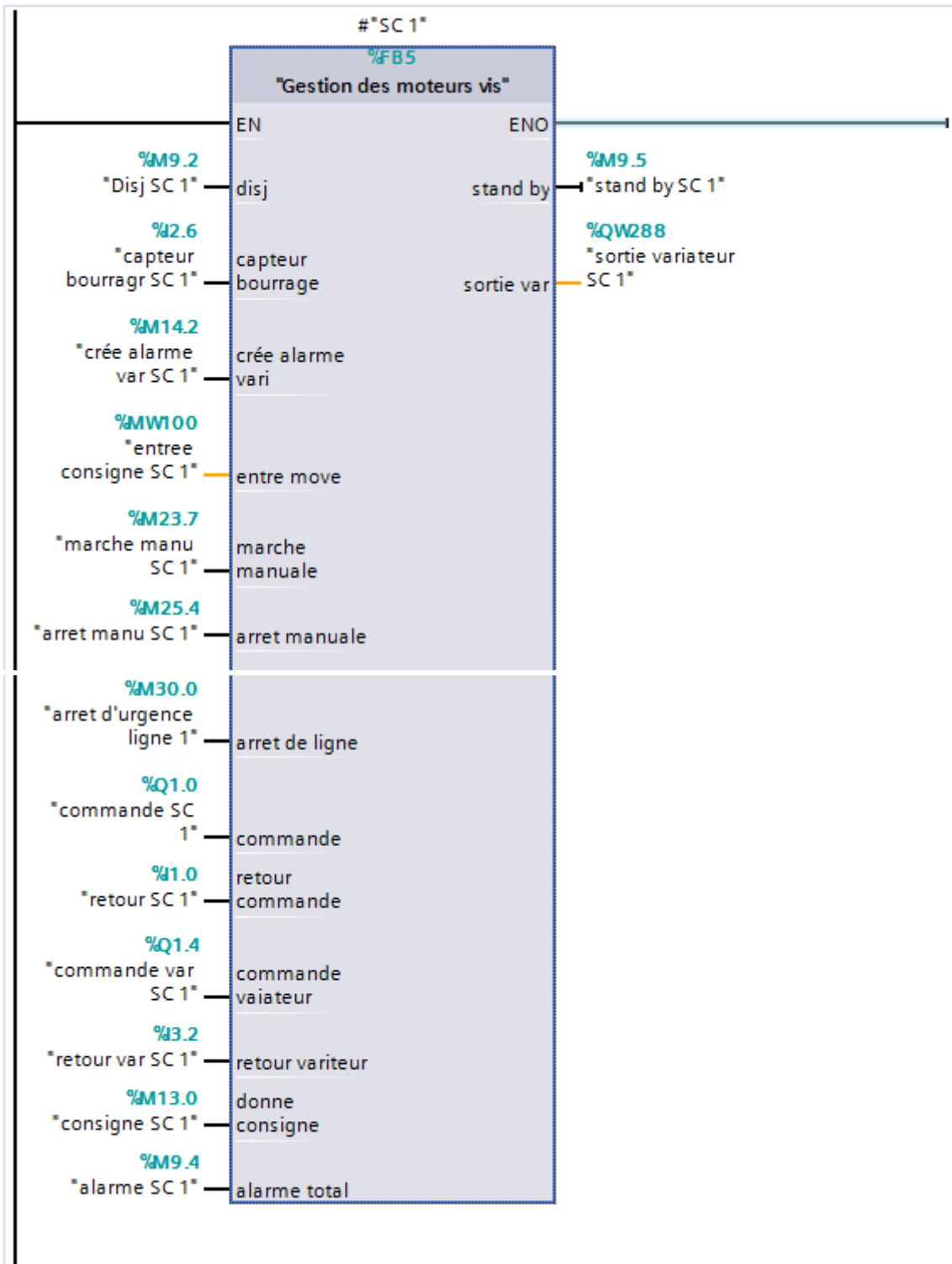
➤ La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion des moteurs vis.



**Figure C.10 :** Schéma contact de gestion des moteurs vis.

## Annexe C

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du moteur vis.

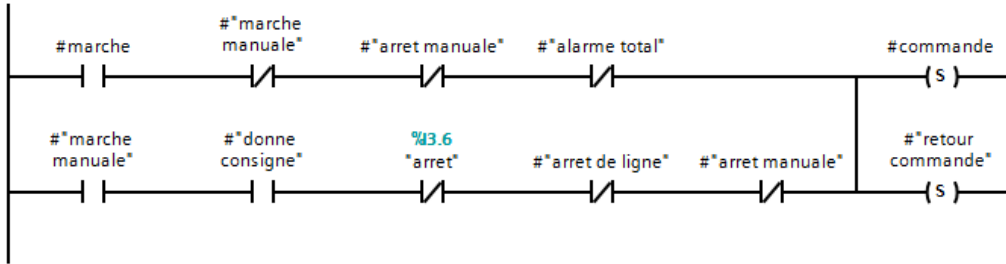


**Figure C.11** : Schéma contact du moteur vis (SC).

# Annexe C

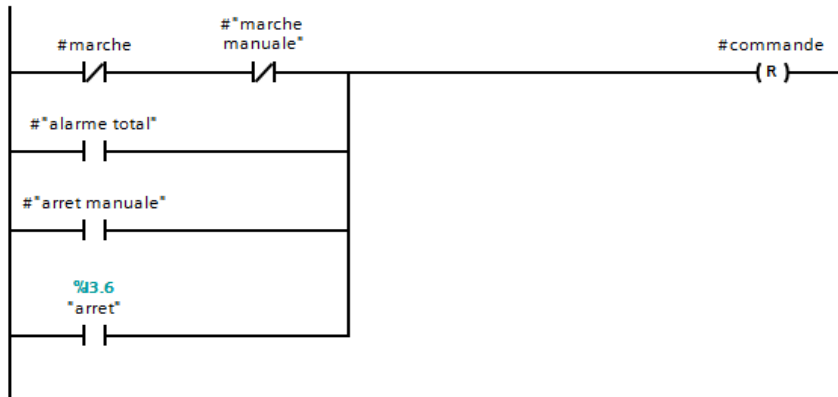
## Réseau 1 : Commande d'un SC set

Commentaire



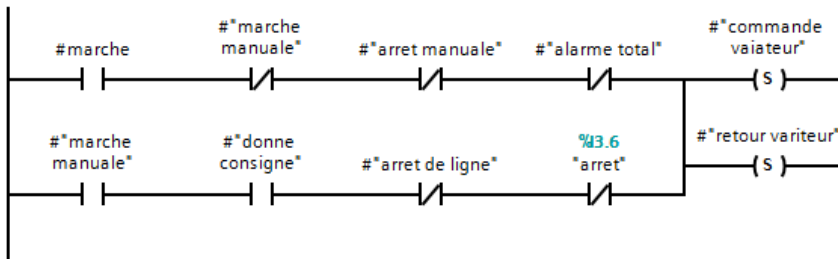
## Réseau 2 : Commande SC reset

Commentaire



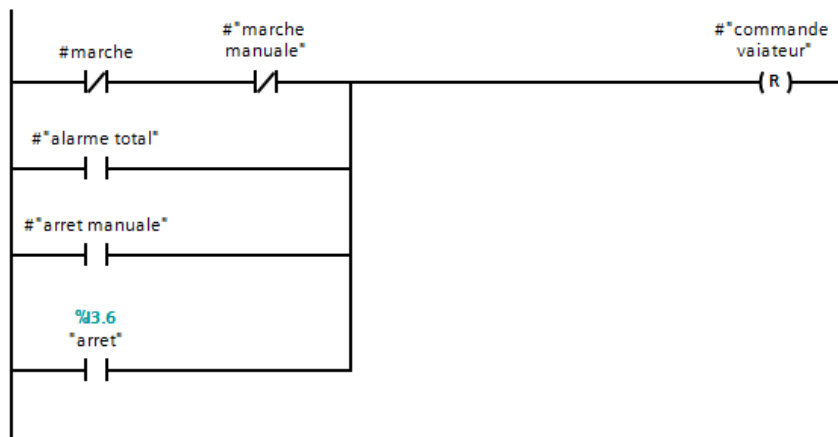
## Réseau 3 : Commande d'un variateur de SC set

Commentaire



## Réseau 4 : .....

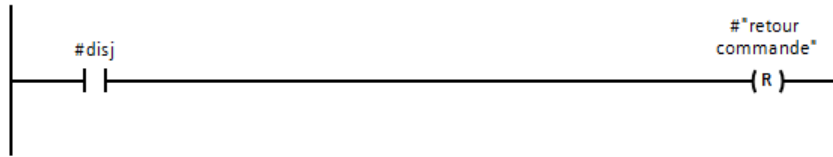
Commentaire



## Annexe C

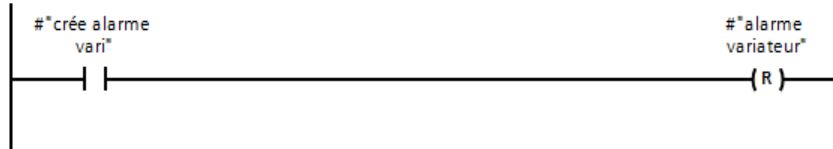
### Réseau 5 : set alarme thermique

Commentaire



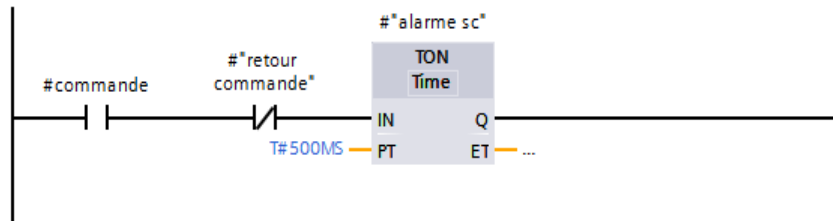
### Réseau 6 : set alarme variateur

Commentaire



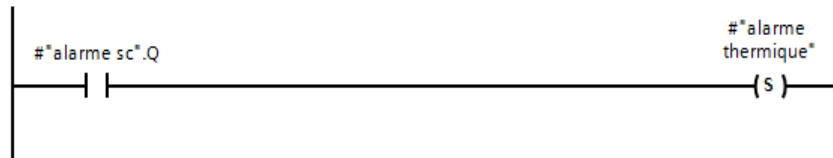
### Réseau 7 : Alarme thermique d'un SC

Commentaire



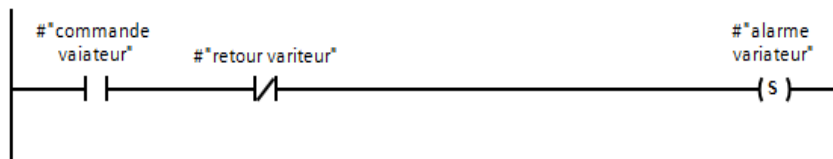
### Réseau 8 : Alarme thermique d'un SC

Commentaire



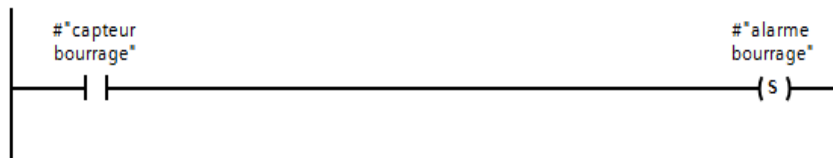
### Réseau 9 : Alarme d'un variateur de SC

Commentaire



### Réseau 10 : Alarme bourrage d'un SC

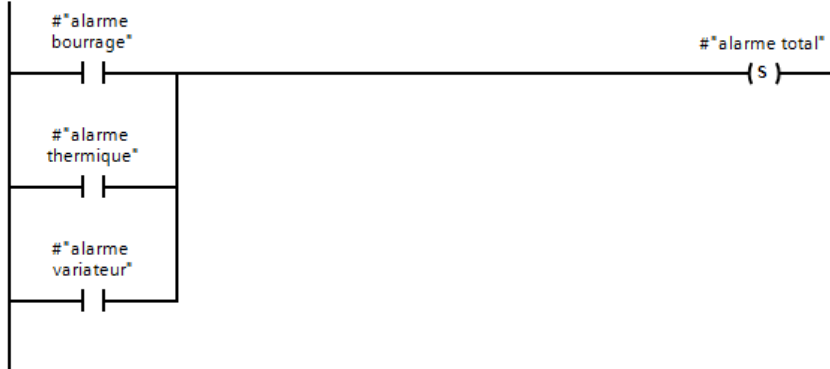
Commentaire



# Annexe C

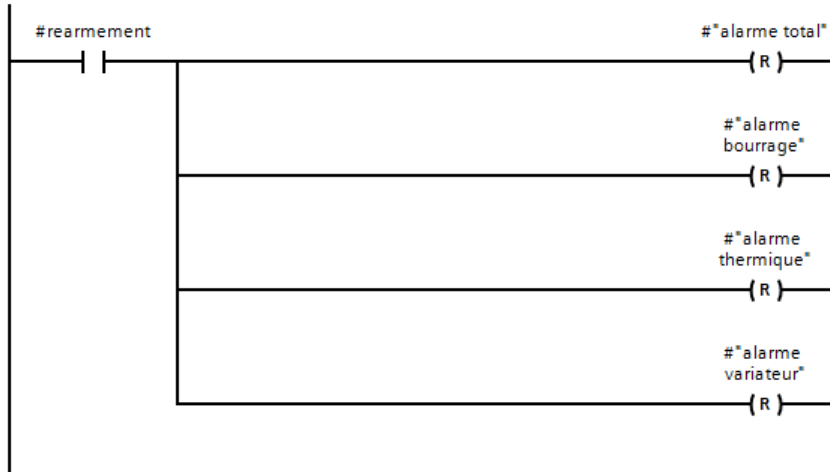
## Réseau 11 : Alarme totale de SC

Commentaire



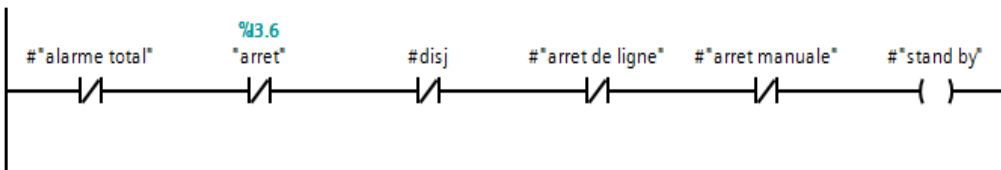
## Réseau 12 : Rearmement d'un alarme totale

Commentaire



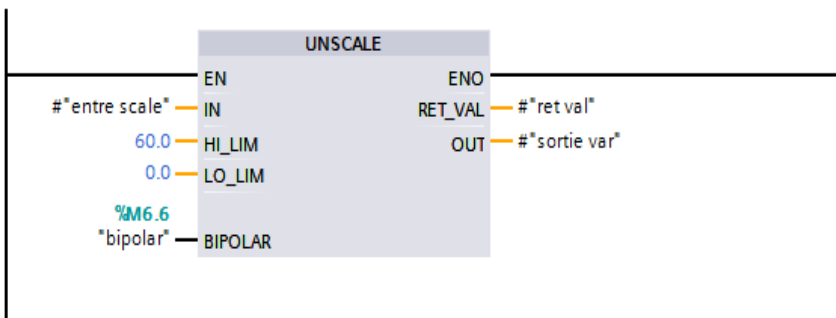
## Réseau 13 : Stand by

Commentaire

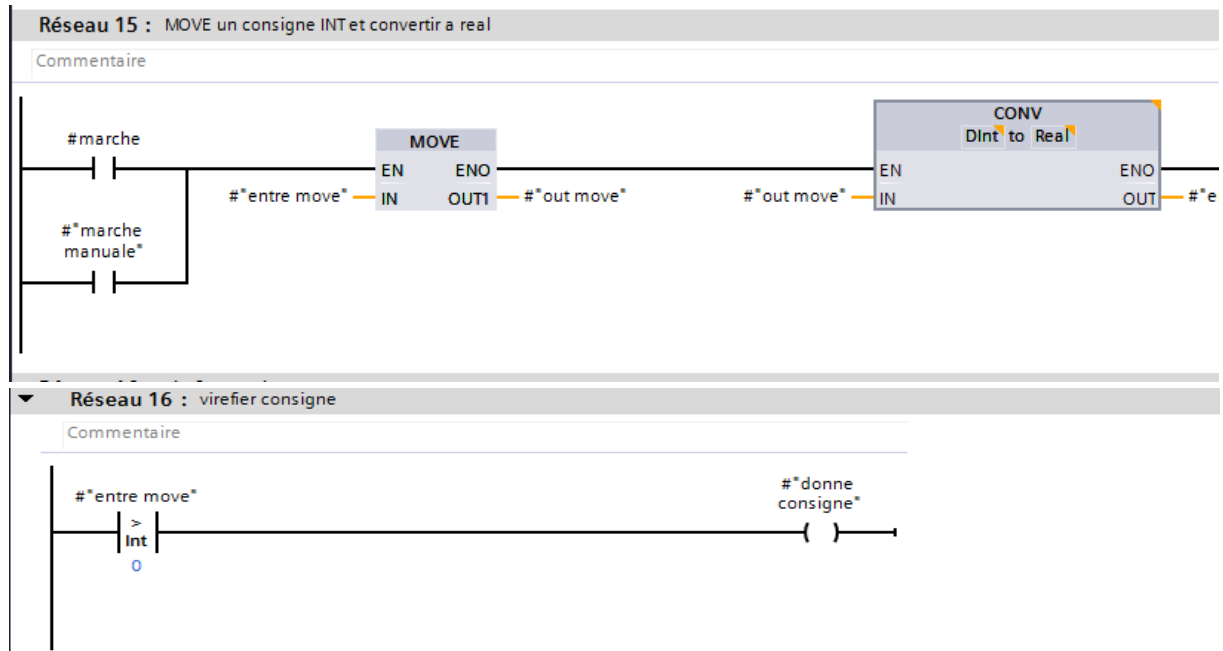


## Réseau 14 : unscale

Commentaire

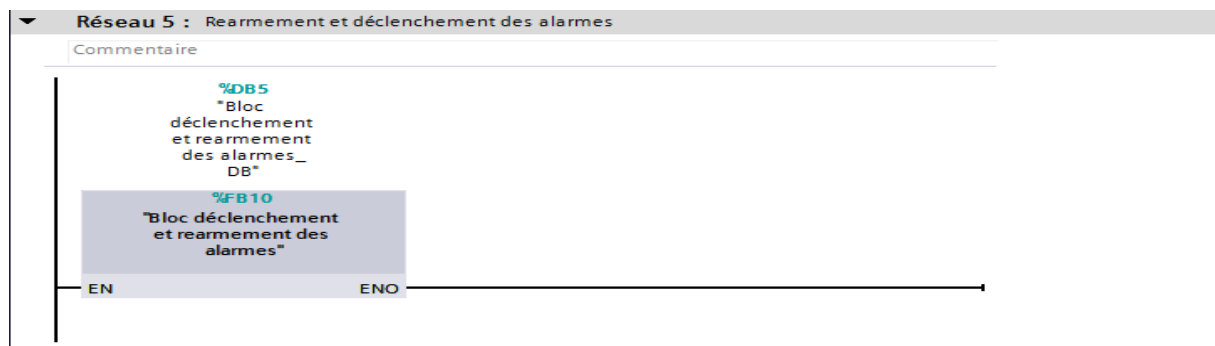


## Annexe C



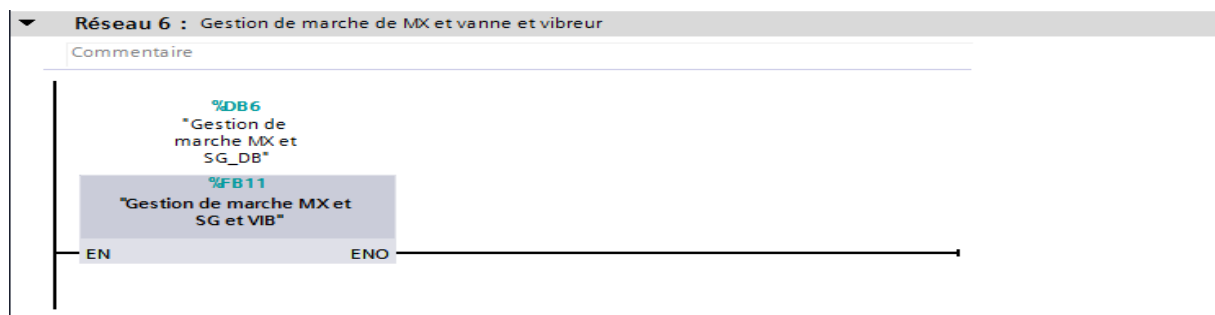
**Figure C.12 :** Schémas contact des réseaux de Bloc moteur à vis.

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du déclenchement et rearmement des alarmes.



**Figure C.13 :** Schéma contact de gestion des alarmes.

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion de marche MX, SG, VIB.



**Figure C.14 :** Schéma contact de gestion de marche MX et SG et VIB.



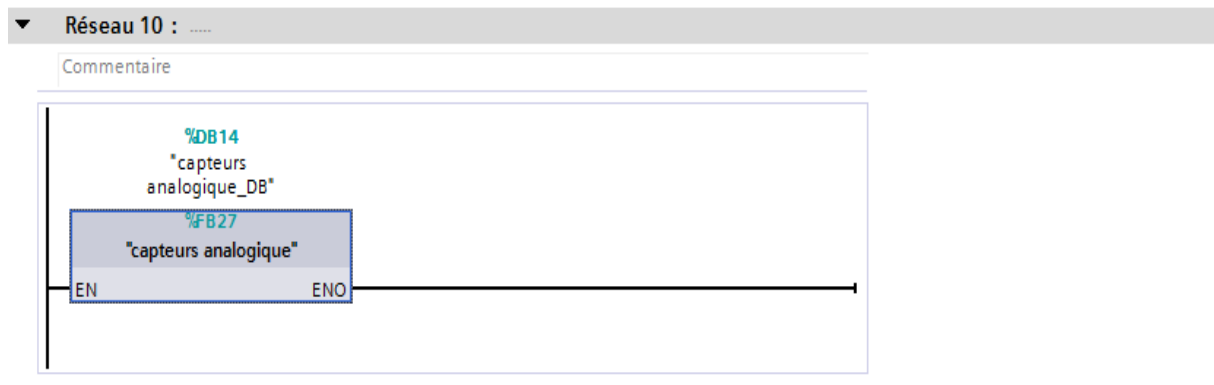
## Annexe C

- La figure ci-dessous représente le schéma contact du gestion de circuit de recyclge .

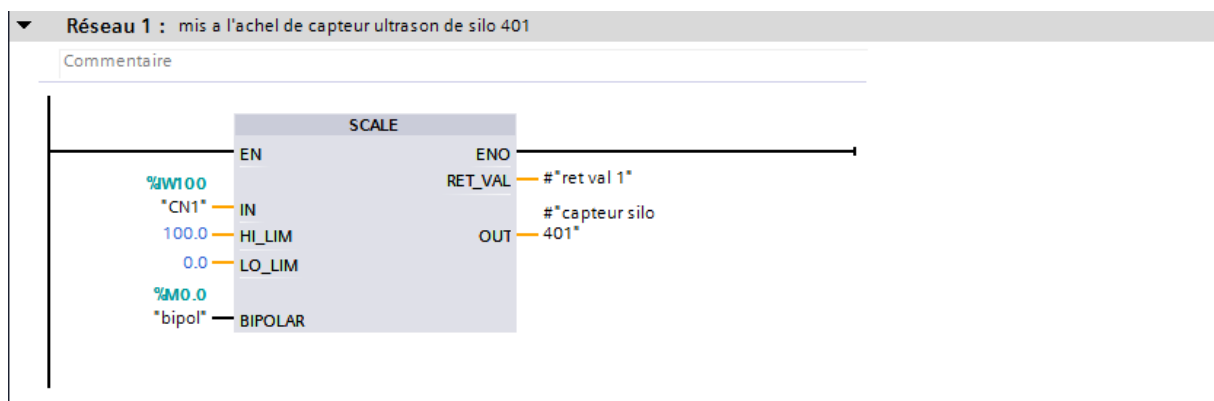


**Figure C.15 :** Schéma contact de gestion de circuit de recyclage.

- La figure ci-dessous représente le schéma bloc de capteurs analogique.

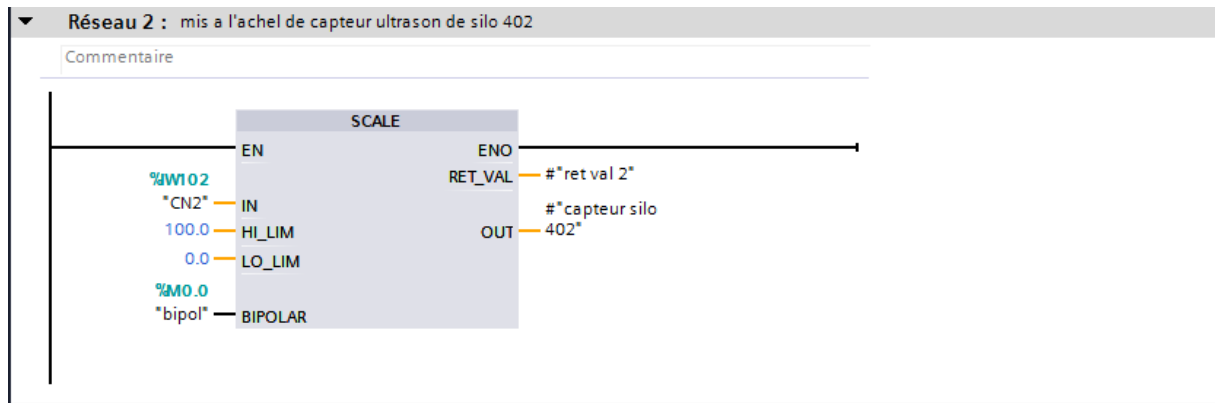


**Figure C.16 :** Schéma de bloc de capteurs analogique.

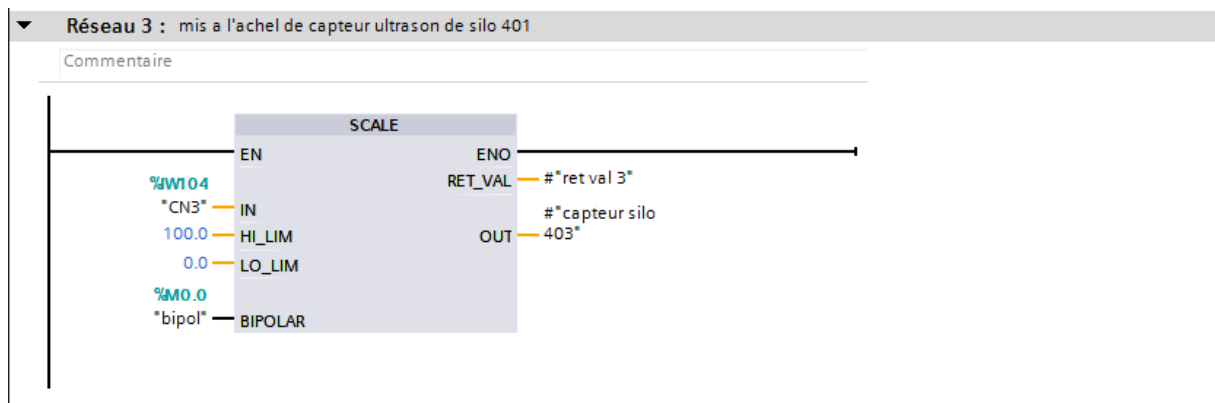


**Figure C.17 :** Schéma contact de fonction SCALE de capteurs analogique de silo 401.

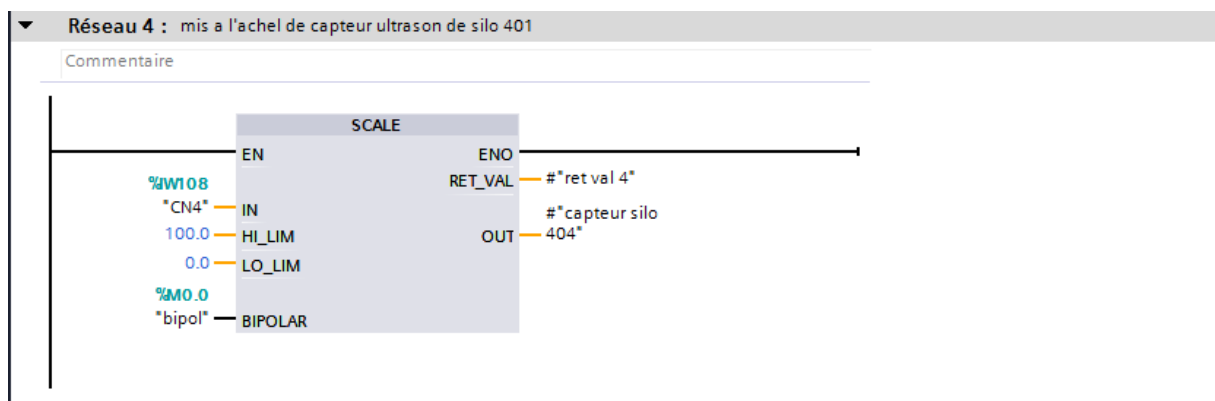
## Annexe C



**Figure C.18** : Schéma contact de fonction SCALE de capteurs analogique de silo 402.



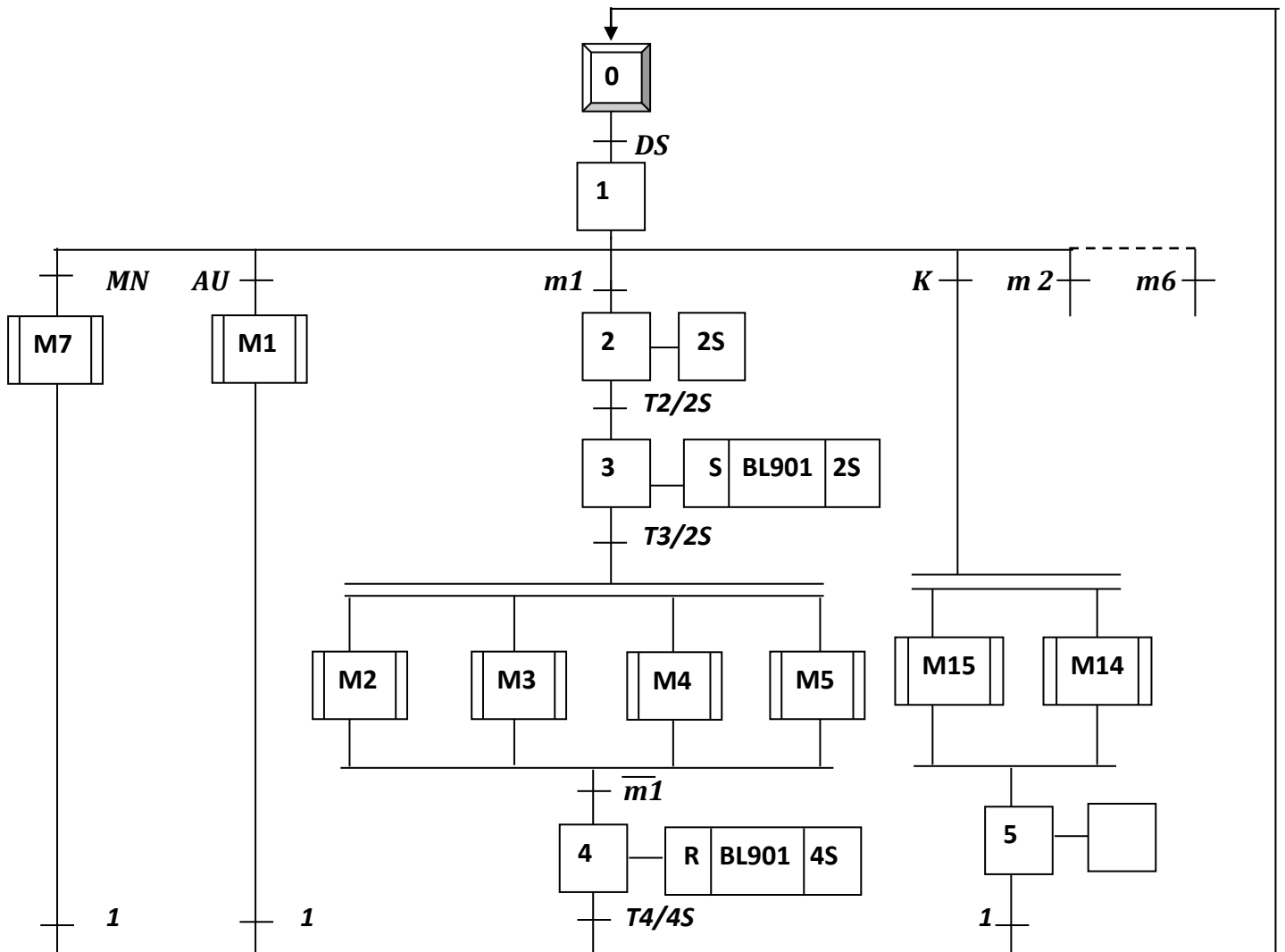
**Figure C.19** : Schéma contact de fonction SCALE de capteurs analogique de silo 403.



**Figure C.20** : Schéma contact de fonction SCALE de capteurs analogique de silo 404.

# *Annexe D*

**Modélisation de la station avec GRAFCET :**



**Figure D.1 :** GRAFCET de marche de ligne CC1 et la ligne de vidange de station.

**Remarque :**

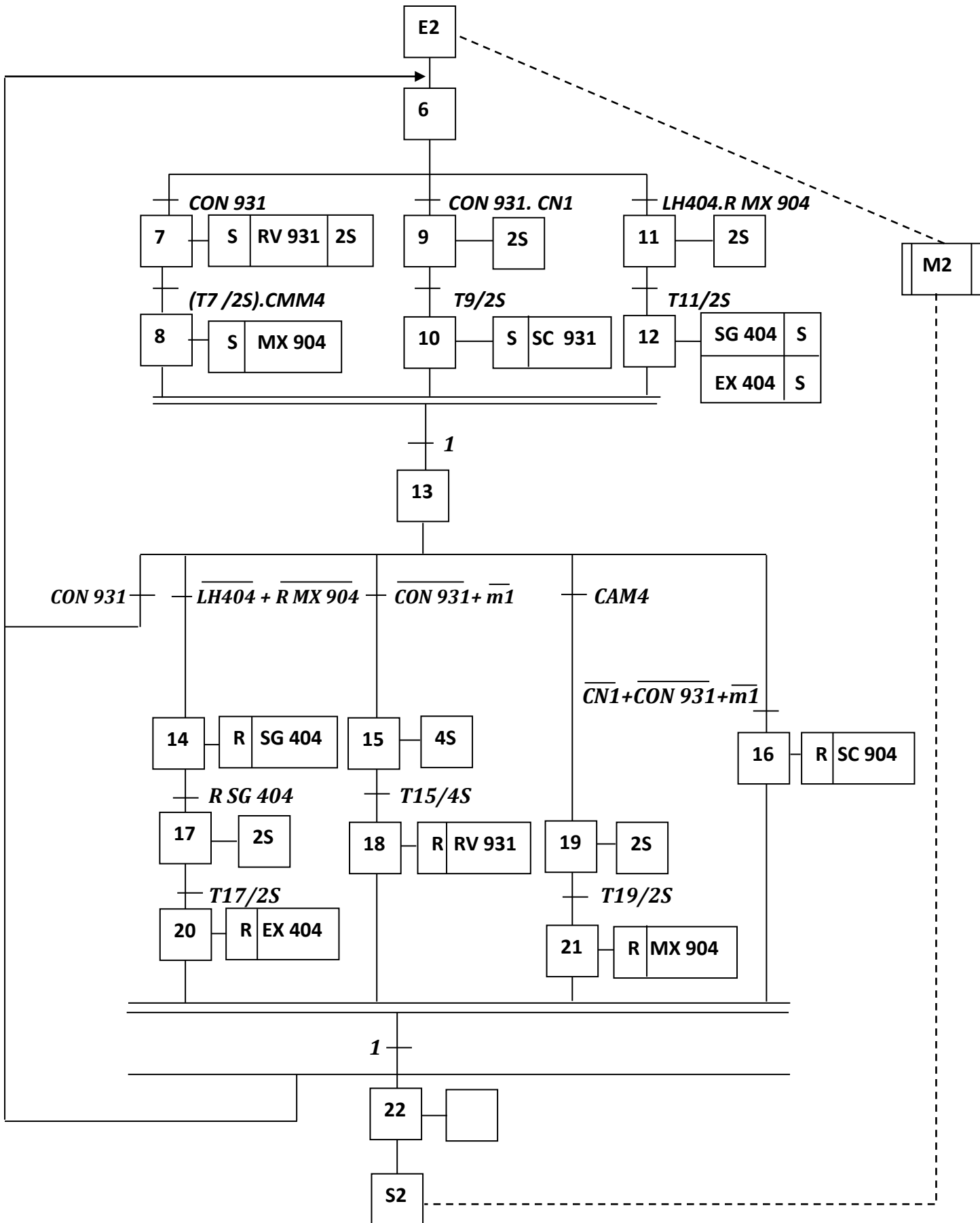
La même pour les autres lignes (modifie les paramètres d'entrée (capteurs) et de sortie (actionneurs)).

Une macro étape 

<b>M</b>
----------

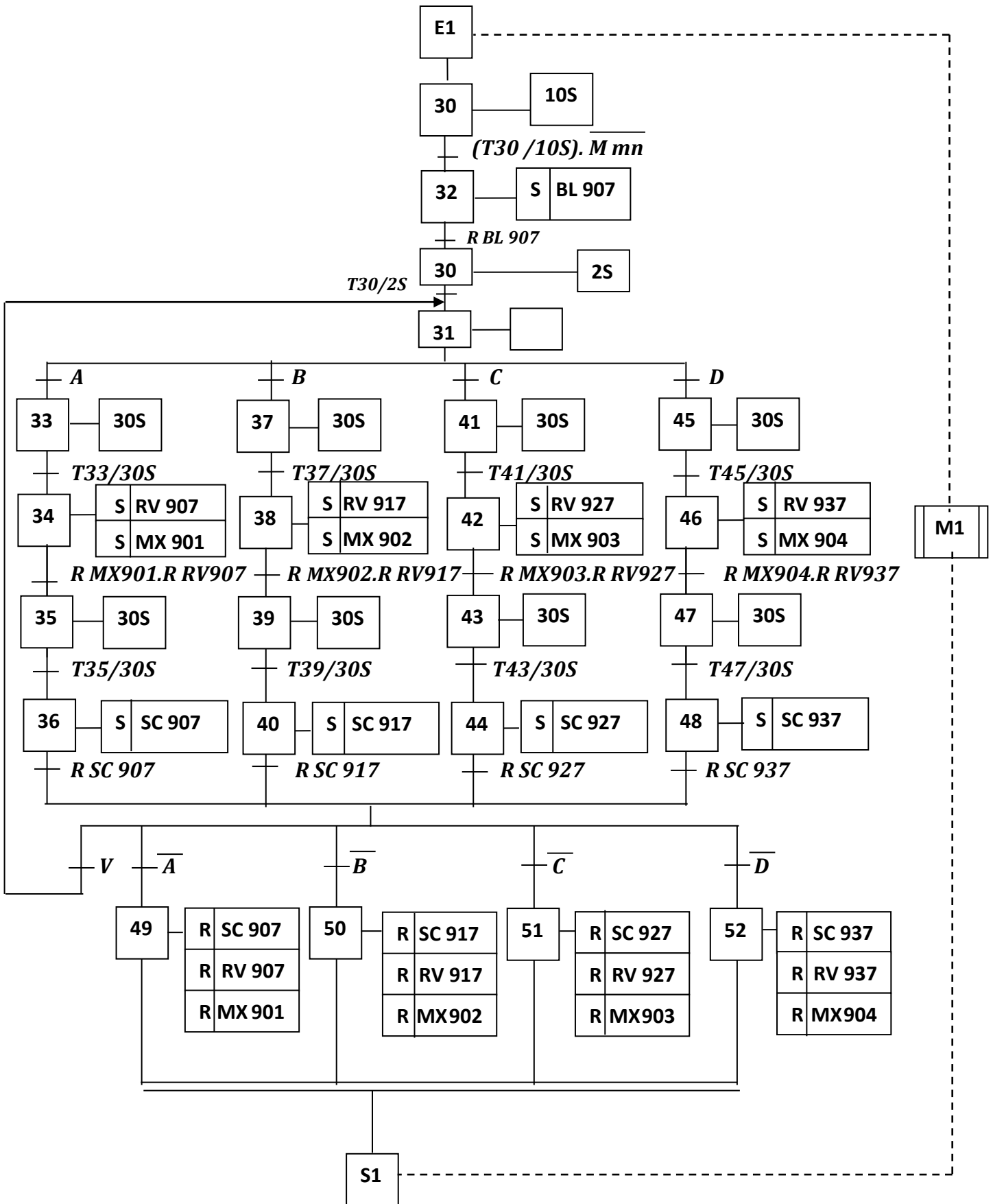
 est l'unique représentation d'un ensemble unique d'étapes.

## Annexe D



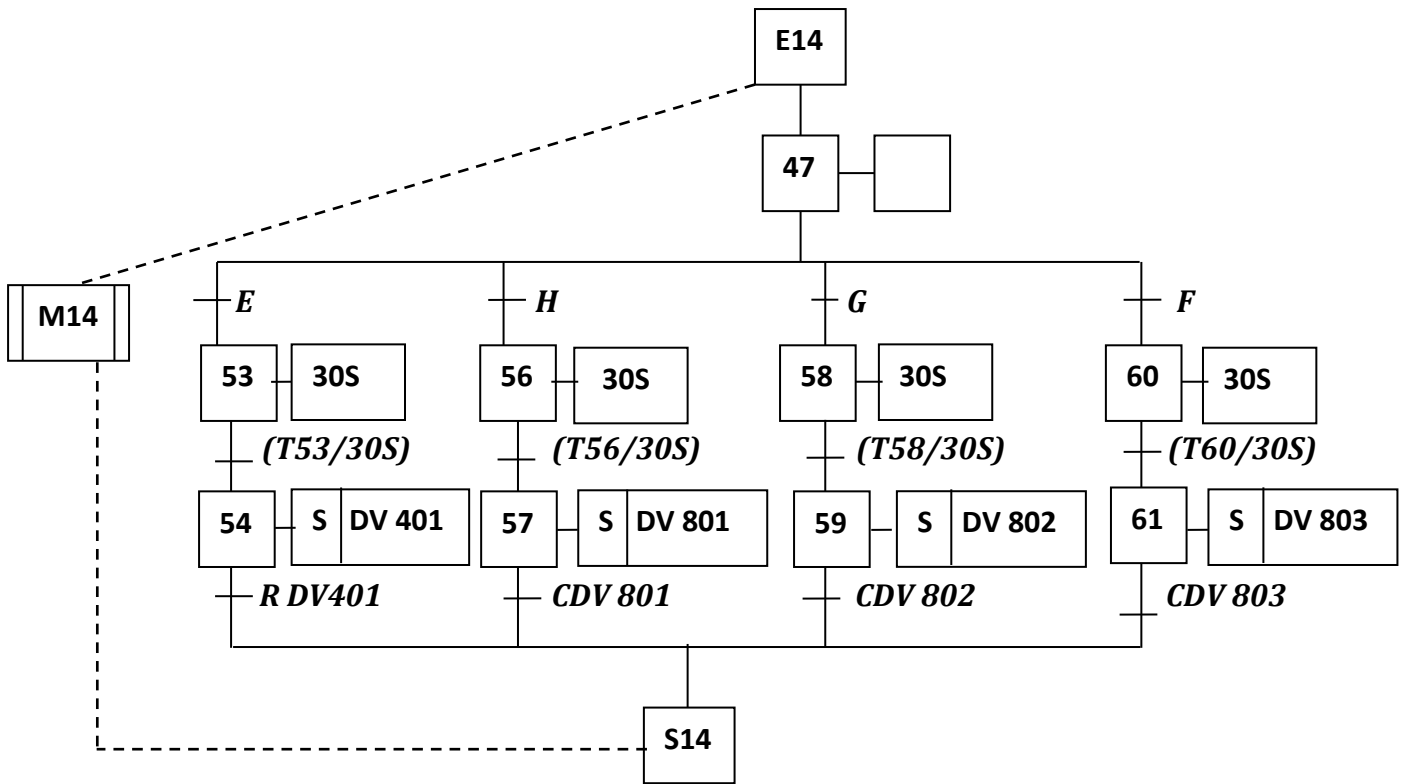
**Figure D.2 :** GRAFCET de gestion de décharge de silo 404 à ligne CC1.

## Annexe D

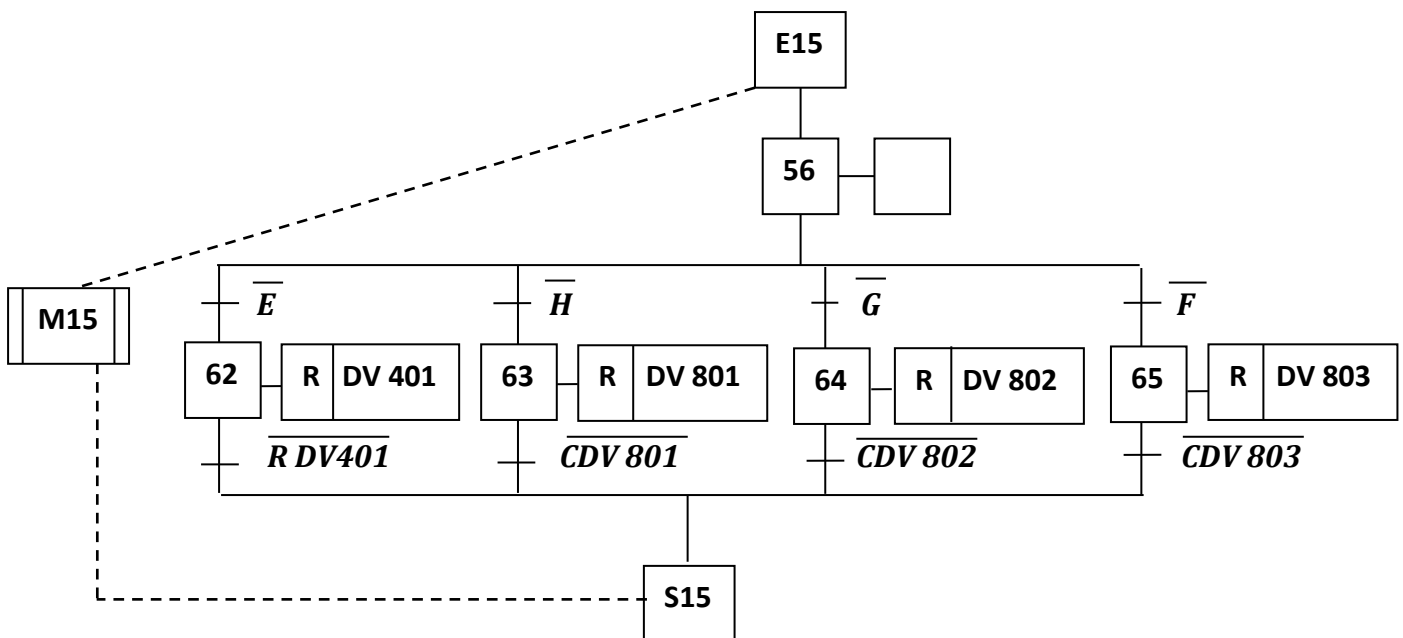


**Figure D.3** : GRAFCET de ligne de vidange (Marche RV et MX et BL).

## Annexe D



**Figure D.4** : GRAFCET de marche de circuit de recyclage (marche DV)



**Figure D.5** : GRAFCET de marche de circuit de recyclage (arrêt DV).

## Annexe D

### Les variables :

<i>DS</i>	<i>Démarrage de simulation</i>
<i>m1</i>	<i>Marche de la ligne de CC1</i>
<i>m2</i>	<i>Marche de la ligne de CC2</i>
<i>m3</i>	<i>Marche de la ligne de CC3</i>
<i>m4</i>	<i>Marche de la ligne de CC4</i>
<i>m5</i>	<i>Marche de la ligne de CC5</i>
<i>m6</i>	<i>Marche de la ligne de CC6</i>
<i>M mn</i>	<i>Marche manuel de la ligne de recyclage</i>
<i>M AUTO</i>	<i>Marche automatique de la ligne de recyclage</i>
$\overline{m1}$	<i>Arrêt de la ligne de CC1</i>
<i>CON 931</i>	<i>Consigne de variateur de vitesse de vis sans fin 931</i>
<i>CON 901</i>	<i>Consigne de variateur de vitesse de vis sans fin 901</i>
<i>CON 921</i>	<i>Consigne de variateur de vitesse de vis sans fin 921</i>
<i>CON 911</i>	<i>Consigne de variateur de vitesse de vis sans fin 911</i>
<i>CN1</i>	<i>Capteur de niveaux de silo de la ligne CC1</i>
<i>LH 404</i>	<i>Capteur de niveaux de commande de vanne 404</i>
<i>CMM4</i>	<i>Condition marche de mélangeur (m1.CON 931)+(m2.CON 932)+(m3.CON 933)+ (m4.CON 934)+ (m5.CON 935)+ (m6.CON 936)</i>
<i>CAM4</i>	<i>Condition arret de mélangeur (<math>\overline{m1.CON 931}</math>)+(<math>\overline{m2.CON 932}</math>)+(<math>\overline{m3.CON 933}</math>)+ (<math>\overline{m4.CON 934}</math>)+ (<math>\overline{m5.CON 935}</math>)+ (<math>\overline{m6.CON 936}</math>)</i>
<i>C401</i>	<i>capteur de déviation de couscous vers le silo 401</i>
<i>C402</i>	<i>capteur de déviation de couscous vers le silo 402</i>
<i>C403</i>	<i>capteur de déviation de couscous vers le silo 403</i>
<i>C404</i>	<i>capteur de déviation de couscous vers le silo 404</i>
<i>CDV 801</i>	<i>Déviateur DV 801 vers le bas</i>
<i>CDV 802</i>	<i>Déviateur DV 802 vers le bas</i>
<i>CDV 803</i>	<i>Déviateur DV 803 vers le bas</i>
<i>C401P</i>	<i>Le silo 401 est plan</i>



## Annexe D

<b>C402P</b>	<b><i>Le silo 402 est plan</i></b>
<b>C403P</b>	<b><i>Le silo 403 est plan</i></b>
<b>C404P</b>	<b><i>Le silo 404 est plan</i></b>
<b>A</b>	<b><i>(T30/2S). S 401. CON 907. DD</i></b>
<b>B</b>	<b><i>(T30/2S). S 402. CON 917. DD</i></b>
<b>C</b>	<b><i>(T30/2S). S 403. CON 927. DD</i></b>
<b>D</b>	<b><i>(T30/2S). S 404. CON 937. DD</i></b>
<b>E</b>	<b><i>D 401. <math>\overline{C401P.C401}</math>. SS</i></b>
<b>F</b>	<b><i>D 402. <math>\overline{C402P.C402}</math>. SS</i></b>
<b>G</b>	<b><i>D 403. <math>\overline{C403P.C403}</math>. SS</i></b>
<b>H</b>	<b><i>D 404. <math>\overline{C404P.C404}</math>. SS</i></b>
$\overline{E}$	<b><i><math>\overline{D 401. C401. (S 401. S 402. S 403. S 404)}</math></i></b>
$\overline{F}$	<b><i><math>\overline{D 402. C402. (S 401. S 402. S 403. S 404)}</math></i></b>
$\overline{G}$	<b><i><math>\overline{D 403. C403. (S 401. S 402. S 403. S 404)}</math></i></b>
$\overline{H}$	<b><i><math>\overline{D 404. C404. (S 401. S 402. S 403. S 404)}</math></i></b>
<b>DV401</b>	<b><i>Déviation de semoule a silo 401</i></b>
<b>R SC 917</b>	<b><i>Retour de marche de vis SC 917</i></b>
<b>R SC 907</b>	<b><i>Retour de marche de vis SC 907</i></b>
<b>R SC 927</b>	<b><i>Retour de marche de vis SC 927</i></b>
<b>R SC 937</b>	<b><i>Retour de marche de vis SC 937</i></b>
<b>R BL 907</b>	<b><i>Retour de marche de BL 907</i></b>
<b>R RV 917</b>	<b><i>Retour de marche de RV 917</i></b>
<b>R RV 907</b>	<b><i>Retour de marche de RV 907</i></b>
<b>R RV 927</b>	<b><i>Retour de marche de RV 927</i></b>
<b>R RV 937</b>	<b><i>Retour de marche de RV 937</i></b>
<b>R MX 901</b>	<b><i>Retour de marche de MX 901</i></b>
<b>R MX 902</b>	<b><i>Retour de marche de MX 902</i></b>
<b>R MX 903</b>	<b><i>Retour de marche de MX 903</i></b>
<b>R MX 904</b>	<b><i>Retour de marche de MX 904</i></b>

## Annexe D

---

<b>K</b>	<b>M AUTO. R BL 907</b>
<b>AU</b>	<b>M mn. <math>\overline{M AUTO}</math> (marche manuel)</b>
<b>MN</b>	<b>M AUTO. <math>\overline{M mn}</math> (Marche automatique)</b>
<b>S 401</b>	<b>Bouton de choisir le silo 401 comme source</b>
<b>S 402</b>	<b>Bouton de choisir le silo 402 comme source</b>
<b>S 403</b>	<b>Bouton de choisir le silo 403 comme source</b>
<b>S 404</b>	<b>Bouton de choisir le silo 404 comme source</b>
<b>D 401</b>	<b>Bouton de choisir le silo 401 comme destination</b>
<b>D 402</b>	<b>Bouton de choisir le silo 402 comme destination</b>
<b>D 403</b>	<b>Bouton de choisir le silo 403 comme destination</b>
<b>D 404</b>	<b>Bouton de choisir le silo 404 comme destination</b>
<b>R DV401</b>	<b>Reteur de commande déviation a silo 401</b>
<b>DD</b>	<b>D 401 + D 402 + D 403 + D 404</b>
<b>SS</b>	<b>S 401 + S 402 + S 403 + S 404</b>
<b>V</b>	<b>A + B + C + D</b>

**Tableau D : Les variables.**