

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION  
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES  
--T L E M C E N--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
-تلمسان-

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Automatique  
Spécialité : Automatique

Présenté par :

LARBAOUI Fatima Zohra  
KAZI TANI Neila Cherifa

Thème

**Automatisation d'un système de réception de  
blé au niveau de la minoterie AGRODIV  
Ouled Mimoun**

Soutenu publiquement, le 26/06/ 2023, devant le jury composé de :

M. ABDI Sidi Mohammed	MCB	ESSA. Tlemcen	Président
M. MALIKI Fouad	MCA	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M. MKEDDER Mohammed El Amin	Ingénieur	Univ. Tlemcen	Co-Directeur de mémoire
M. HASSAM Ahmed	MCB	Univ. Tlemcen	Examineur 1
M. KARAOUZENE Zoheir	MCB	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire : 2022 / 2023

## Remerciements

Après des années d'études et d'efforts inlassables, nous venons de terminer cette étape avec succès, en marquant une réalisation majeure dans notre parcours académique. Cette réalisation ouvre la voie à notre engagement dans des nouvelles expériences scientifiques et nous permet d'explorer de nouveaux horizons dans notre domaine, pour cela nous devons commencer par exprimer notre gratitude à Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé la santé et le bien-être complets, ainsi que la capacité de mener à bien ce travail de manière optimale.

Tout d'abord, nous remercions vivement toute nos familles qui nous ont toujours supportées moralement et financièrement pendant toutes ces longues années d'étude.

Nos sincères remerciements à **Dr. Fouad MALIKI** et à **M. Mohammed El Amin MKEDDER** Ingénieur Principal de Recherche et Développement au niveau de laboratoire MELT à l'université de Tlemcen, pour votre accompagnement tout au long de ce travail. Votre expertise, votre dévouement et votre soutien inconditionnel ont été des sources d'inspiration et de motivation pour nous votre capacité à nous guider, à nous pousser à aller au-delà de nos limites et à nous encourager à explorer de nouvelles idées ont été des éléments clés pour notre progression professionnelle. Nous tenons également à souligner votre disponibilité, vous avez été toujours là pour écouter nos préoccupations, répondre à nos questions et nous prodiguer des conseils précieux.

Nous tenons à remercier **M. Abdellatif GAMRA** Le directeur de l'entreprise **CIC Ouled Mimoun** qui nous a accueillis et accepter. À ce titre nous souhaiterons remercier tout particulièrement **M. Abdellah BECHAR** le tuteur de notre stage, qui a cru à nos capacités et n'a pas cessé à nous aider et nous orienter vers la bonne voie. Nous remercions également l'ensemble de l'équipe de production pour leur aide, leurs conseils et encouragement.

Nous adressons un grand merci à **M. Nabil KAZI TANI** enseignant à l'école supérieure des sciences appliquées -Tlemcen- pour son aide.

Nos vifs remerciements destinés aux membres de jurys **M. ABDI Sidi Mohammed** ; **M. Ahmed HASSAM** et **M. Zouheir KARAOUZENE** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer ce modeste travail.

Enfin, nous tenons à adresser notre profonde gratitude à toutes les personnes qui nous ont aidés à la réalisation de ce travail.

## إهداء

أهدي رسالة تخرجي إلى من فقدت وأفتقد في عملي هذا، من فارق الحياة قبل أن يكمل معي المشوار ويوصلني  
لآخر الطريق والدي العزيز رحمت من الله عليه، تلك التي دعواتها فتحت الأبواب وب سبت الصعاب قدوتي وحببتي أُمي  
الغالية؛

سندي، رفيقي وشريكي في الحياة زوجي أدامك الله دوماً وأماناً لنا؛

إلى إخوتي من شدّ الله بهم عضدي، أختاي ملجئي الدافئ؛

عائلتي كل باسمه ولكل من دعمني قريباً كان أم بعيداً، تلك المضغّة شكراً وحمداً لخالقها على تواجدها معي هنا.

إلى رفيقتي في هذا العمل التي كانت مصدر الإلهام والعزيمة متمنية لها مزيداً من النجاحات في مسارها التعليمي

والمهني .

إلى كل من علمني حرفاً وأنار بصيرتي بمعرفته أقول لكم فضلكم لا يُعلم له جزاء سوى من رب العباد تحياتي

ومحبتتي للجميع.

فاطمة الزهراء العرباوي طيبي

## Dédicace 2

Je voudrais dédier ce travail à mes chers parents, ceux qui ont été mes guides et mes piliers tout au long de ma vie. Vous êtes les sources de mon amour, de mon soutien et de mon inspiration. Votre dévouement inconditionnel et votre amour infini m'ont donné la force et la confiance nécessaires pour surmonter tous les défis.

Maman, tu es ma lumière et ma meilleure amie. Tes sacrifices et ton amour désintéressé ont été ma source d'inspiration. Tu as toujours été là pour moi, me prodiguant des conseils avisés et me réconfortant dans les moments difficiles. Je te suis infiniment reconnaissante pour tout ce que tu as fait et continue de faire pour moi.

Papa, tu es mon héros, mon modèle de force et de sagesse. Ta présence rassurante et ton soutien constant ont été mes repères dans la vie. Tu m'as appris à être persévérante, à poursuivre mes rêves et à croire en moi-même. Je suis tellement reconnaissante d'avoir un père aussi aimant et attentionné.

Vous êtes tous les deux mes piliers et mes plus grands supporters. Votre amour inconditionnel a façonné la personne que je suis aujourd'hui.

A mes sœurs et mon frère.

A mes grands-parents.

A mon cher binôme et ma meilleure amie **Fatima Zohra LARBAOUI**, merci d'être toujours là, je te souhaite beaucoup de succès dans ta vie.

Cette dédicace est un témoignage de mon amour éternel et de ma gratitude envers vous.

**Neila Cherifa KAZI TANI.**

### Table des matières

Remerciements .....	1
Liste des figures .....	6
Liste des tableaux.....	8
Abréviations .....	9
Introduction générale .....	12
<b>Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise AGRODIV.....</b>	<b>13</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Présentation de l'entreprise .....</b>	<b>14</b>
2.1 Groupe AGRODIV .....	14
2.2 CIC OULED MIMOUN.....	15
2.3 Historique .....	15
2.4 Position géographique.....	16
2.5 Organigramme .....	17
<b>3. Processus de fabrication de la farine de blé.....</b>	<b>17</b>
3.1 Réception.....	17
3.2 Pré-nettoyage.....	17
3.3 Nettoyage.....	18
3.4 Conditionnement.....	20
3.5 Mouture .....	21
3.6 Ensachage .....	23
<b>4. Taux d'extraction des produits à base de blé. ....</b>	<b>23</b>
4.1 Taux d'extraction de la farine.....	23
4.2 Taux d'extraction de la semoule.....	24
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>24</b>
<b>Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée.....</b>	<b>25</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>26</b>
<b>2. Système de stockage .....</b>	<b>26</b>
2.1 Définition .....	26
2.2 Utilités des systèmes de stockage.....	26
2.3 Avantages et inconvénients .....	27
2.4 Solutions des systèmes de stockage .....	27
<b>3. Silos .....</b>	<b>28</b>
3.1 Définition .....	28
3.2 Classification des silos .....	29
3.3 Quelques équipements des silos .....	32
<b>4. Systèmes automatisés .....</b>	<b>34</b>
4.1 Classification d'un système automatisé.....	35
4.2 Structure générale d'un système automatisé.....	36
4.3 Systèmes de production automatisés .....	37
<b>5. Automate programmable industrielle API.....</b>	<b>41</b>

## Tables des matières

---

5.1 Fonctionnement des API.....	41
5.2 Structure des API.....	41
5.3 Types des API.....	43
5.4 Caractéristiques d'un API.....	44
5.5 Utilisation industrielle des API.....	44
5.6 Avantages et inconvénients des API.....	44
5.8 Langage de programmation d'un API.....	45
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>47</b>
<b>Chapitre 3 : Automatisation de gestion de système de stockage de l'entreprise AGRODIV</b>	<b>48</b>
<b>1. Introduction .....</b>	<b>49</b>
<b>2. Cahier des charges.....</b>	<b>49</b>
2.1 Architecture de la zone de réception de blé .....	49
<b>3. Problématique .....</b>	<b>50</b>
<b>4. Solutions proposées.....</b>	<b>51</b>
4.1 Valeur ajoutée.....	51
<b>5. SADT .....</b>	<b>51</b>
<b>6. SIMATIC STEP 7 .....</b>	<b>54</b>
6.1 Etapes principales d'un projet sous step7.....	54
6.2 Programmation.....	61
6.3 Modélisation en GRAFCET .....	62
<b>7. Conclusion .....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>72</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>75</b>
Annexe A : Architecture de la zone de réception de CIC AGRODIV .....	76
<b>Résumé.....</b>	<b>77</b>

## Liste des figures

---

### Liste des figures

Figure 1.1: Position géographique de l'entreprise [12].....	16
Figure 1.2: Organigramme de l'entreprise.....	17
Figure 1.3: Epieur.....	19
Figure 1.4: Balance.....	19
Figure 1.5: Trieur.....	19
Figure 1.6: La brosse.....	20
Figure 1.7: Un mouilleur.....	20
Figure 1.8: Sasseur.....	22
Figure 1.9: Plansichter.....	22
Figure 1.10: Appareil à cylindres.....	22
Figure 1.11: Appareil d'ensachage.....	23
Figure 2.1: Silos de stockage [13].....	28
Figure 2.2: Silos métallique [13].....	31
Figure 2.3: Silos en béton [7].....	31
Figure 2.4: Types des silos [7].....	32
Figure 2.5: Isolation sur les parois [14].....	33
Figure 2.6: isolation sur le toit d'un silo [14].....	33
Figure 2.7: Indicateur de niveau[15].....	33
Figure 2.8: Indicateur de température [15].....	34
Figure 2.9: Structure générale d'un système automatisé [3].....	36
Figure 2.10: Système de production [5].....	38
Figure 2.11: Structure des API [16].....	43
Figure 2.12: Automate modulaire et compact [18].....	43
Figure 2.13: Présentation d'un GRAFCET.....	46
Figure 3.1: Architecture de la zone de réception.....	50
Figure 3.2: Niveau A-0.....	52
Figure 3.3: Niveau A0.....	53
Figure 3.4: Icône STEP7.....	54
Figure 3.5: Assistant de STEP7.....	54
Figure 3.6: Insertion de SIMATIC 300.....	55
Figure 3.7: Ouverture de la fenêtre HW Config.....	56

## Liste des figures

---

Figure 3.8: Insertion d'un rack .....	56
Figure 3.9: Insertion d'une alimentation.....	57
Figure 3.10: Insertion de la CPU .....	57
Figure 3.11: Configuration Ethernet.....	58
Figure 3.12: Configuration E/S.....	58
Figure 3.13: Configuration réseau.....	59
Figure 3.14: Table mnémorique.....	60
Figure 3.15: Création d'un FB1.....	61
Figure 3.16: Bloc d'organisation.....	61
Figure 3.17: GRAFCETS établis.....	62
Figure 3.18: GRAFCET de commande.....	63
Figure 3.19: Une partie du GRAFCET 1.....	64
Figure 3.20: Une partie du GRAFCET 4.....	64
Figure 3.21: Fonction SCALE .....	65
Figure 3.22: DB1 .....	65
Figure 3.23: Lancement de PLCSIM .....	66
Figure 3.24: Fonctions de PLCSIM.....	67
Figure 3.25: Sélection des blocs.....	67
Figure 3.26: Chargement de système.....	67
Figure 3.27: Visualisation .....	67
Figure 3.28: Simulation de GRAFCET 4.....	68
Figure 3.29: Simulation d'une partie de GRAFCET 2.....	68
Figure 3.30: Simulation d'une partie de GRAFCET 4.....	69



**Liste des tableaux**

Tableau 1-1: classification des déchets [1].....18

### Abréviations

AGRODIV : AGRO-INDUSTRIE

API : Automate Programmable Industriel

CA : Courant Alternative

CC : Courant Continue

CCLS : Coopérative des Céréales et Légumes Secs

CEGRO : société de Gestion des participations -céréales -

CIC : Complexe Industriel et Commercial

COJUB : société de gestion des participations conserves-Jus et Boissons-

CPU : Central Processing Unit

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur

E 2 : Elévateur 2

E/S : Entrées/Sorties

EEPROM: Electrically EPROM

EPROM: Erasable PROM

FB : Bloc Fonctionnel

Grafcet : Graphe fonctionnel des étapes et des transitions

GS : GRAFCET de Sécurité

IL : Instruction List

MP : Matière Première

OB : Bloc Opérationnel

PC : Partie Commande

PLC : Programmable Logique Control

PO : Partie Opérative

## Abréviations

---

PR : Partie Relation

PROM : Programmable ROM

RAM: Random Access Memory

ROM: Read Only Memory

SADT : Structed Analysis ans Design Technique

SAP : Système Automatisé de Production

SPA : Société Par Action

SEMPAC : Société nationale des Pattes Alimentaire et Couscous

SG : Semoule Grosse

SGP : Société de Gestion de Participations

SM : Semoule Moyenne

SSSF : Semoule Sassée Super Fine

ST : Strutured Text

TOR : Tout Ou Rien

TRAGRAL : société de gestion de participations-Transformation de l'Agro-alimentaire.

TRC : Transporteur Camion

TRV : Tansporteur à Vis

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Le secteur agro-alimentaire est un domaine économique qui regroupe l'ensemble des activités liées à la production, la distribution et la transformation alimentaire qui comprend la fabrication des produits alimentaires tels que les viandes transformées, les produits laitiers, les céréales transformées, les huiles, etc. Ce secteur est très important dans de nombreux pays, car il contribue de manière significative à l'économie nationale et fournit des emplois à un grand nombre de personnes. La transformation céréalière est une composante importante du domaine agro-alimentaire en Algérie, cette transformation est réalisée par des entreprises spécialisés qui possèdent des moulins à blé ou ce dernier est nettoyé, moulu et transformé en produits finis.

De nos jours, chaque industrie possède un système de stockage pour préserver et garder ses produits en bon état, et par le développement de la technologie qui a poussé l'homme à penser pour trouver des solutions qui lui facilitent le travail, la notion de l'automatisation est apparue et a pris une place importante dans le domaine industriel.

Dans le cadre de la formation professionnelle pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état dans la **spécialité Automatique à l'école Supérieure en Sciences Appliquées de Tlemcen**, un stage de fin d'étude de deux mois et 19 jours a été effectué dans une filiale de **groupe AGRODIV** spécialisée dans la transformation céréalière et dérivés située à **Ouled Mimoun - Tlemcen**. Ce stage fut une expérience enrichissante et instructive, cela nous a permis d'analyser le système de production de l'entreprise utilisée pour la production de la farine en appliquant nos connaissances théoriques acquises durant notre formation.

L'objectif de notre travail consiste à automatiser la commande de la zone de réception de ce système en utilisant un automate programmable industriel, cette tâche a d'abord consisté à étudier le système de production puis établir un cahier de charge ensuite une modélisation par un grafcet afin de mettre en place le système automatisé.

Ce mémoire comporte trois chapitres présentés comme suit :

- Le premier chapitre décrit le processus de transformation de blé en farine dans le moulin de CIC Ouled Mimoun ;
- Le deuxième chapitre est subdivisé en trois parties :
  - La première partie : Un aperçu général sur les systèmes de stockage ;
  - La deuxième partie : les systèmes de productions automatisés ;
  - La troisième partie : Automates programmables et leurs langages de programmations.
- Le troisième chapitre est consacré à la programmation de l'automate S7-300 à l'aide de l'outil Step7.

**Chapitre 1 :**  
**Présentation de l'entreprise**  
**AGRODIV**

## 1. Introduction

La transformation des céréales à une place stratégique dans l'industrie agro-alimentaire qui assurent la transformation de blé en particulier en ces dérivés : farine, semoule, son.

Dans ce chapitre, nous tenons à présenter une filiale spécialisée dans cette opération qui est le complexe industriel et commercial du groupe AGRODIV situé à OULED EL MIMOUN.

## 2. Présentation de l'entreprise

### 2.1 Groupe AGRODIV

Le groupe AGRO-INDUSTRIE par abréviation AGRODIV SPA est né de la restructuration du secteur public marchand en février 2015 à travers la fusion et l'absorption des trois SGP : CEGRO ; COJUB et TRAGRAL, son objet social porte sur l'agro-industrie dans toute sa diversité.

#### **Activité de groupe :**

- 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> transformation céréalière et dérivés ;
- La production de jus, boisson et conserves issus de la transformation et conditionnement de fruits et légumes ;
- La transformation de dattes ;
- Le conditionnement de café, sucre, légumes secs et riz ;
- L'entreposage, conditionnement et commercialisation de produits alimentaires divers.

Le groupe AGRODIV spa présente un ensemble de filières :

- **Une filière céréale :** qui s'implante sur tout le territoire national qui contient 6 filiales de transformation céréalière dans les quelles 29 complexes industriels et commerciaux.
- **Une filière distribution :** présente une filiale de distribution et de conditionnement.
- **Une filière valorisation de la production agricole :** une filiale agricole »AGRO-SUD ». [10] ; [11]

## 2.2 CIC OULED MIMOUN

Parmi les filiales de transformation céréalière dans l'ouest algérien il y a celle de **Sidi Bel Abbas** qui avait le nom « **RIYAD** » qui contrôle et couvre les complexes existant dans les wilayas voisines telles que TLEMCEM qui contient un complexe industriel et commercial situé à OULED MIMOUN.

Le CIC avait le statut d'unité au sein de l'ancienne société nationale des pâtes alimentaires et couscous (SEMPAC) puis le statut d'un complexe commercial et industriel appartenant au groupe AGRODIV.

### **Activité de CIC :**

- **Semoule** : le résultat de mouture de blé dur présenté sous trois formes : gros, moyen et fin. Il est rempli dans des sacs de 10 et 25kg.
- **Farine** : le produit de mouture de blé tendre, peut être panifiable ou boulangère. Il est rempli dans des sacs de 25kg et 50kg.
- **Son** : c'est ce qui reste de la mouture de blé dur et blé tendre.

## 2.3 Historique

### – **Ancien système :**

L'entreprise était fondée en 1979, équipée par des machines de la marque **BUHLER**, un fabricant suisse avec une capacité de 1000 Q/24h.

### – **Nouveau système :**

En 2015, le système a été rénové en utilisant les équipements de la société turque **MOLINO**, cette rénovation a présenté une chaîne de production automatisée avec un contrôle automatique.

La capacité de fabrication est augmentée à 2000Qx/24h.



## 2.4 Position géographique

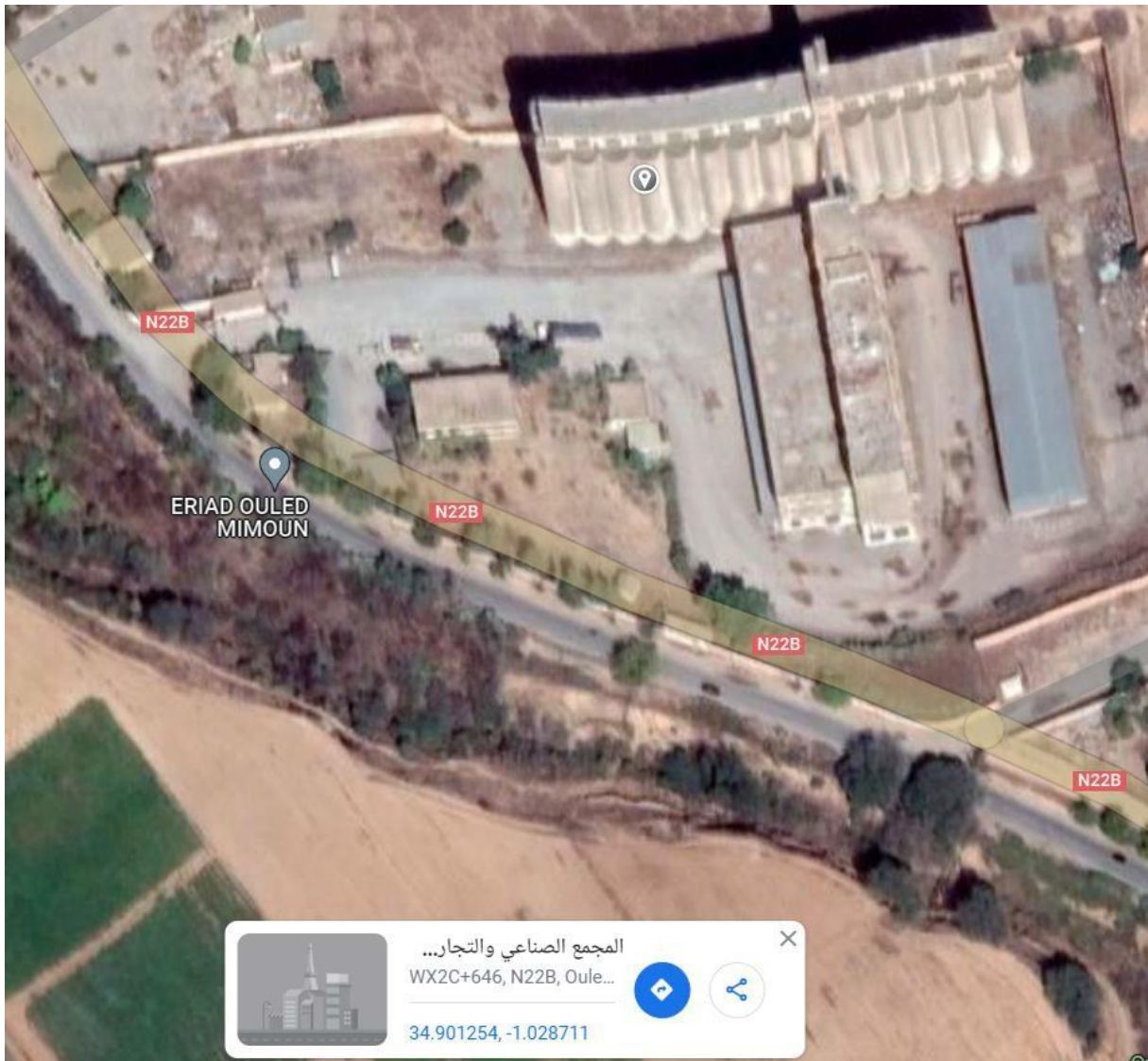


Figure 1.1: Position géographique de l'entreprise [12]

- **Informations de l'entreprise :**
  - **Raison sociale :** Route de Sebdou Ouled Mimoun, Tlemcen, Algérie.
  - **Activités :** Produits de la meunerie et la semoulerie.
  - **Forme juridique :** Société Par Action SPA.
  - **Capital social :** 89.000.000 DZ
  - **Date de début :** Farine 1979 ; Semoule 1979
  - **Terrain exploité :** 09 hectares - Construit : 04 hectares.

## 2.5 Organigramme

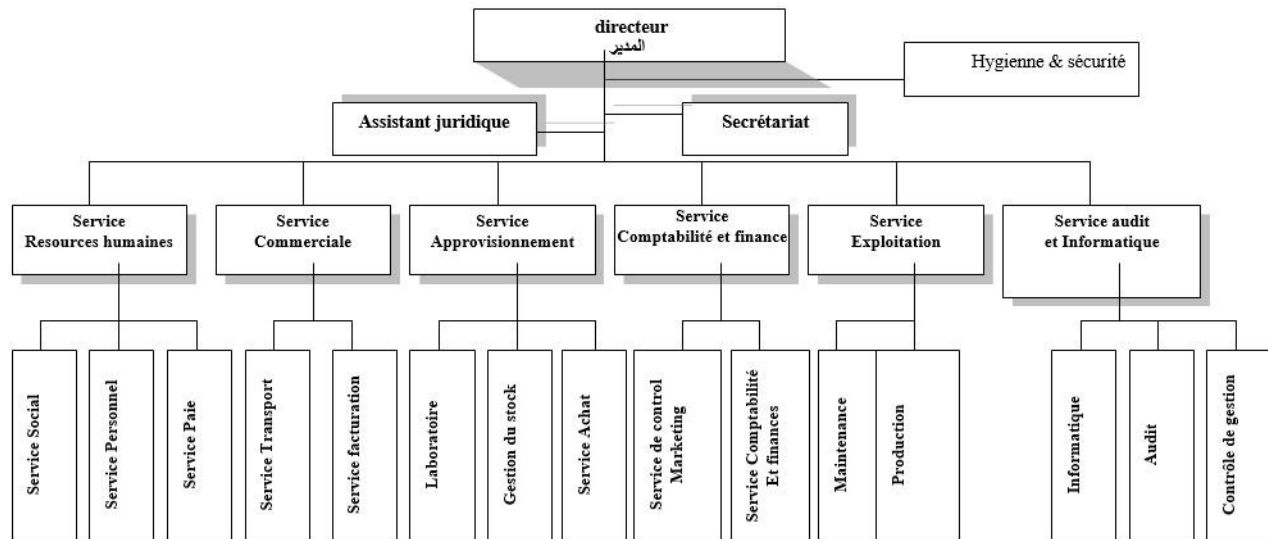


Figure 1.2: Organigramme de l'entreprise

## 3. Processus de fabrication de la farine de blé

### 3.1 Réception

Le processus de l'opération commence par l'importation de la matière première qui est le blé tendre / dur, venant de la **Turquie**, l'**Ukraine**, l'**Australie**, la **France**, la **Russie**, l'**Amérique** distribué par la Coopérative des Céréales et Légumes Secs CCLS de la wilaya de TLEMCEM.

Les camions contentent la MP passent par le pont à bascule à l'entrée de l'usine ou la quantité sera pesée (contrôle quantitative) puis versée dans une trémie couverte par une grille en acier pour éliminer les grands déchets.

Un échantillon de blé réceptionné sera envoyé au laboratoire de l'usine pour un ensemble des tests (contrôle qualitative) : test visuel ; test chimique ; test physique ; test d'humidité ; le poids...

Le blé sera transmis vers les silos de stockage à l'aide des transporteurs à vis et les élévateurs à godets.

### 3.2 Pré-nettoyage

Cette étape est effectuée pour bien conserver les grains de blé et éviter le bouchage des silos et l'endommagement de matériels par toutes types de corps étrangers.

## Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise AGRODIV

Cette opération permet de :

- Éliminer les grands déchets ;
- Éliminer les particules et les éléments ferreux ;
- Séparer selon la taille les impuretés grossières ;
- Aspirer la poussière et les particules de faible densité ;
- Éliminer les impuretés les plus légères que le blé.

Critère	Nature des impuretés	Nom de l'opération	Machines
Taille	Grosse : pailles, mais Petite : sable, colza	Tamisage ou calibrage	Nettoyeur séparateur
Forme	Etirée : avoine Ronde : vesce	Triage	Trieur graine longue Trieur graine ronde Trieur hélicoïdal
Densité	Dense : pierre Moins dense : ergot	Classement densimétrique	Epierreur- laveuse Table densimétrique
Propriétés physico-chimiques	Magnétique : fer Coeff.de frottement : grain vêtu Couleur : ergot, nielle	Séparateur	Aimant rotatif Séparateur Trieuse

Tableau 1-1: classification des déchets [2]

### 3.3 Nettoyage

L'étape du nettoyage dans le moulin est nécessaire car elle détermine la qualité du blé utiliser dans les étapes qui la suivent.

Pour commencer, toutes les machines de cette procédure consistent à des opérations de séparations et d'éliminations.

- **Balance** : permet un pesage exact du blé (même pour la farine et le son) et assure un contrôle de capacité de rendement.
- **Séparateurs rotatifs** : sépare le blé des pailles, épi, poussières, etc., grâce aux tamis. La matière entrante passe en premier par un tamis supérieur qui élimine les grosses impuretés puis par un autre inférieur et plus petit que le premier qui aide à séparer les grains cassés du blé.
- **Epierreur** : contient aussi des tamis mais celle-ci séparent les matières d'un poids différent comparant avec le poids du blé et qui se trouve bien à l'intérieure de la graine tels que les pierres.

## Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise AGRODIV

---

- **Trieur** : cette machine assure un blé de meilleure qualité. Son principe consiste une autre fois à éliminer les enveloppes vides, les petites graines (qui ne sont pas mure) et les grains cassés.



Figure 1.3: Epieur



Figure 1.4: Balance



Figure 1.5: Trieur

### 3.4 Conditionnement

Le conditionnement est une opération qui facilite la séparation des composants de grain de blé lors la mouture (enveloppe, amande farineuse et germe), elle consiste à déterminer la quantité d'eau exacte et nécessaire aux grains et il est suivie par un temps de repos lors du premier et deuxième mouillage. Dans le 1<sup>er</sup> conditionnement, le grain reçoit 2/3 d'eau par un premier mouilleur et pour le 2<sup>ème</sup> conditionnement le blé extrait de la cellule de premier repos passe par un deuxième mouilleur ou en ajoute 1/3 d'eau.

Après le conditionnement, le blé est transporté vers une brosse verticale, ou on élimine les enveloppes lâches, les impuretés adhérant au grain et la poussière.

Le blé sera humidifié selon le produit de sortie :

-semoule 14.5%max ;

-farine15.5% max.

Ainsi, il aura un temps de repos selon le type de blé utilisé :

-36 à 48h max pour le blé tendre ;

-6 à 12h max pour le blé dur.



Figure 1.6 : La brosse



Figure 1.7 : Mouilleur

### 3.5 Mouture

C'est la séparation des constituants du grain en les écrase afin de séparer l'enveloppe de l'amande farineuse. L'opération utilise un équipement spécifique :

- **Appareils à cylindres** : présente la machine de base de la mouture, elle nettoie puis broie le blé recuit pour obtenir la farine. Les rouleaux de grains permettent au blé d'écouler et d'éclater au même temps et au même débit à l'aide d'un système pneumatique.
- **Plansichter** : composé de 3 compartiments, chacun contient 26 tamis et chaque tamis a son propre diamètre sur la toile. La fonction de tamisage se fait par un mouvement de rotation parallèle au sol.
- **Sasseur** : C'est une machine qui est caractérisée par le fait de permettre deux cycles technologiques, séparer et travailler en parallèle par le système de va et vient. Grâce au tamisage par vibration et l'aspiration, cette machine peut séparer et classer les produits en fonction de leurs densités.

Cette opération procède à une succession d'étapes qui se présente comme suit :

- **Broyage** : à l'aide des cylindres cannelés, on sépare l'amande et l'enveloppe et on réduit le diamètre de grain par compression. Ce mécanisme a remplacé le travail effectué par les meules en pierre ;
- **Claquage** : est une opération de broyage de semoules entre les cylindres lisses pour faciliter sa transformation en petites particules ;
- **Convertissage** : en utilisant les appareils à cylindres lisses afin de réduire le diamètre d'amande progressivement ;
- **Blutage** : c'est le tamisage des produits granuleux afin de séparer les produits en fonction de leur grosseur après le passage successif dans les appareils à cylindres.

Le produit fini, issu des sasseurs, va vers les vis de récolte ensuite vers les silos de stockage des produits finis. De ces derniers, le produit est acheminé vers les différents appareils d'ensachage.



Figure 1.8: Sasseur



Figure 1.9: Plansichter



Figure 1.10: Appareil à cylindres

### 3.6 Ensachage

Représente la dernière opération de l'ensemble du processus. Le produit fini sera pesé dans des sacs (1kg, 5kg, 25kg, 50kg), ces derniers seront ensuite collés ou cousus puis marqués d'une date de péremption. Le produit sera stocké ou délivré.



Figure 1.11: Appareil d'ensachage

## 4. Taux d'extraction des produits à base de blé

### 4.1 Taux d'extraction de la farine

Selon les normes, le taux d'extraction de la farine est de 78% à 80%. Le taux d'extraction pour 100kg est de 78% de farine et 22% de son.



## 4.2 Taux d'extraction de la semoule

Selon les normes, le taux réel d'extraction de la semoule est de 72%. Sur 72% on extrait :

- 12% de semoule grosse (SG) ;
- 30% de semoule moyenne (SM) ;
- 08% de semoule sassée super fine (SSSF) ;
- 02% de farine seconde ;
- 23% de son.

Le son extrait est destiné à l'alimentation animale.

## 5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons touché le processus de fabrication de la farine à partir de blé ainsi les équipements utilisés lors de cette opération dans chaque étape mentionnée.

Le choix de blé dans le processus de fabrication est primordial pour un produit finis de haute qualité, mais le plus important que cette étape c'est le stockage de cette matière pour la préserver de tous endommagements.

**Chapitre 2 :**  
**Systeme de stockage par silos et**  
**commande automatisée**

### 1. Introduction

Dans ce chapitre nous nous intéressons à exposer les systèmes de stockages en général et les silos en particulier tout en présentant leurs classifications et leurs équipements et l'intérêt de ces systèmes de stockage, dans une première partie, et pour la partie qui suit nous allons présenter les systèmes automatisés et celle de production, à la fin, une bonne partie est réservée pour les automates programmables.

### 2. Système de stockage

Avant la technologie, les systèmes de stockage de données étaient principalement des supports physiques tels que des papiers, des livres, des parchemins, des photographies, des cartes perforées et des cassettes. Ces supports physiques étaient généralement stockés dans des archives, des bibliothèques ou des musées, ou ils pouvaient être conservés à long terme.

Cependant, avec l'essor de la technologie, de nouveaux systèmes de stockage numériques et automatisés ont été développés pour stocker des données électroniquement et automatiquement. [1]

#### 2.1 Définition

Un système de stockage est un ensemble de technologie et d'équipement conçu pour stocker des données, des informations, des produits ou des marchandises. Il peut être un système physique comme les magasins, les entrepôts et les hangars, ou un système informatique tel que les serveurs, les disques durs et les cartes mémoires.

#### 2.2 Utilités des systèmes de stockage

Souvent trouver dans les usines pour stocker une grande quantité de marchandises et de matériaux. Ils sont conçus pour maximiser l'espace disponible tout en permettant un accès facile aux produits stockés.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

### 2.3 Avantages et inconvénients

Les systèmes de stockage offrent un ensemble des avantages et des inconvénients, parmi ces avantages nous allons citer :

- Gestion efficace d'espace : une utilisation efficace de l'espace disponible en maximisant la hauteur et la densité du stockage
- Protéger les matériaux et les produits contre les dommages et les pertes.
- Réduire les coûts de main d'œuvre en minimisant la nécessité de toute type d'intervention humaine, ainsi une réduction en coûts liés à l'augmentation de la surface de stockage.
- Un stockage et déstockage rapide des produits.
- La flexibilité dans le stockage : permet un stockage de grandes quantités et de plusieurs variétés de produits.

Dans l'autre côté ces inconvénients sont :

- Les systèmes de stockage peuvent être très coûteux surtout s'ils sont destinés à stocker de grandes quantités.
- Complexité de leurs installations et la configuration.
- L'espace peut causer des problèmes si la partie dédiée est limitée.

### 2.4 Solutions des systèmes de stockage

- **Système de stockage automatisé** : est un système de gestion de stocke qui utilise des méthodes et des technologies commandées par ordinateur pour automatiser les zones de stockages. Ces systèmes facilitent la recherche et la dépose des produits dans les entreprises industrielles et les dossiers dans les bureaux avec une grande précision sous un certains degrés d'automatisation. Les industries utilisent des robots, des convoyeurs et d'autres technologies pour déplacer les marchandises et les stocker dans des rayons ou bien des étagères qui se trouve dans les centres ou il y a un grand volume de produits à stocker sans aucune interprétation personnelle. [19]
- **Système de stockage en vrac** : sont des solutions de stockage pour des matières en vrac comme les grains, poudres, liquides, matière première ou produits finis. Ces systèmes peuvent être des silos, des réservoirs, des cuves, qui sont utiliser dans le domaine d'agriculture, alimentations et boissons, produits chimiques et pharmaceutiques, ciment et traitement d'eau.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

### 3. Silos

Les silos sont un investissement crucial pour le stockage des récoltes couramment employées à travers le monde qui permettent de conserver de manière sûre et efficace une grande quantité de produits en vrac destinés à la vente ou à l'utilisation locale. Utilisés en générale dans les industries agricoles pour but de préserver la qualité des produits stockés. [8]

#### 3.1 Définition

Un silo est un réservoir capacitif utilisé pour stocker des céréales, des grains, ciment, etc. Il est placé verticalement, d'une forme généralement cylindrique et construits en béton ou en acier sur des fondations solides pour résister aux forces de vent et aux forces exercés sur la structure par le poids du contenu stocker.



Figure 2.1: Silos de stockage [13]

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

### 3.2 Classification des silos

Ces structures peuvent être classées selon plusieurs critères :

**Selon la matière stocker :**

– **Silos agricoles :**

Les silos agricoles sont conçus pour stocker en vrac des produits agricoles, parmi ces silos :

• **Silos de ferme :**

Les silos de ferme constituent la solution optimale pour le stockage des céréales, deux catégories valorisent ce type :

a) **Silos extérieurs** : des cellules de stockage situés à l'extérieurs des bâtiments, construit généralement en béton armé et rarement en métal avec une grande capacité de stockage qui peut varier de quelques tonnes à des milliers de tonnes.

b) **Silos intérieurs** : constitué à l'intérieur des bâtiments en béton, acier ou d'autres matériaux selon la demande. Situés souvent à proximité de la zone de production ou de traitement. Leurs capacités de stockage sont moins importantes par rapport aux silos extérieurs. [1]

• **Silos de coopératifs :**

Sont des cellules dont le taux de stockage est très élevé (grande capacité de stockage) construits en plusieurs matériaux [1], destinés aux produits agricoles appartenant à des coopératives agricoles. Ces coopératives sont des organisations créées par des agriculteurs pour partager les coûts et les risques liés à la production des produits agricoles. Les silos coopératifs sont situés dans des différents endroits en fonction des besoins et de disponibilité. Certains se trouvent dans des zones rurales où la production agricole est importante tandis que d'autres sont près des zones de transformation pour faciliter l'exportation.

• **Silos portuaires :**

Ces réservoirs sont généralement en béton armé car la corrosion due à l'atmosphère marine nécessite un entretien méticuleux des tôles métalliques qui sont rarement utilisés [1]. Ils sont importants pour les entreprises et les industries qui font l'importation ou l'exportation des marchandises, ils permettent de stocker de grandes quantités de divers produits reçus en toute sécurité et de les transporter efficacement entre les navires et les installations terrestres.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

- **Silos industriels :**

Ces silos doivent être résistante, qu'ils soient en béton armé ou en métal, car il y a un risque d'effondrement de voutes dans la masse de céréales ensilés. Toutefois, grâce à la détection des échauffements et à une ventilation appropriée, ces voutes peuvent alors être éviter. [1]

**Selon la forme :**

- **Les silos verticaux :**

Représentent des structures de stockage cylindriques ou coniques qui sont utilisés pour stocker une variété de matériaux en vrac, tels que les céréales, des aliments pour animaux, des produits chimiques et d'autres matières premières venant des industries agroalimentaires, la production de pétrole et de gaz et d'autres industries qui nécessitent un stockage en vrac de matières premières.

Ces silos offrent :

- Une capacité de stockage élevée.
- Une utilisation optimale de l'espace.
- Une meilleure aération et protection contre les conditions météorologiques défavorable.

Cependant, les silos verticaux peuvent être plus couteux et nécessitent généralement plus d'entretien.

- **Les silos horizontaux :**

Souvent utiliser dans les zones où la construction de silos verticaux est difficile ou couteuse. Les murs de ces structures doivent être suffisamment solides pour résister à la pression engendrée par le poids des grains. Les silos sont généralement construits en tôles ou en béton, et se composent de cellule carrées ou rectangulaires à un développement horizontal. [1]

**Selon le matériau de construction**

Ils peuvent être en béton armé, en acier, métal, etc.



Figure 2.2: Silos métallique [13]



Figure 2.3: Silos en béton [7]

**Selon la capacité de stockage :**

Des petits silos pour des exploitations agricoles individuelles et les grands silos pour les entreprises de transformation.

**Selon le lieu d'installation :**

- Intérieure ou extérieure.



## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

Selon la méthode de déchargement :

- A vidange par le fond, à vidange par le haut, à vis ou à convoyeur.



Figure 2.4: Types des silos [7]

### 3.3 Quelques équipements des silos

#### – L'isolation thermique :

Les produits (céréales, grains, poudres ...), si elles ne sont pas stockées correctement, peuvent être endommagés où perdre leur qualité ce qui peut entraîner des pertes financières, ceci à pousser les ingénieurs à penser d'installer l'isolation thermique.

L'isolation thermique est un élément crucial pour garantir la qualité et la rentabilité de la marchandise stockée. Il faut d'abord choisir le bon matériau isolant, qu'il soit de haute qualité, puis, l'installer correctement sur le toit ou sur les parois. Le bon choix se fait en fonction des conditions environnementaux aux quelles le silo sera exposé. [14]



Figure 2.5: Isolation sur les parois [14]



Figure 2.6: isolation sur le toit d'un silo [14]

– **Indicateur de niveau :**

Utilisé pour mesurer la quantité de matière stockée dans un silo. En choisissant un indicateur de niveau, il est important de prendre en considération les caractéristiques du produit stocké, le cout, la précision, la facilité d'installation et de maintenance sans négliger les conditions environnementales. Il faut aussi prendre en compte le type d'indicateur installer, qu'il soit compatible avec les autres systèmes de contrôle et de surveillance existant dans un silo.



Figure 2.7: Indicateur de niveau [15]

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

### – Indicateur de température :

La température est un paramètre important qui permet une meilleure conservation des produits dans des conditions bien appropriées. La surveillance de la température d'un silo est primordiale pour maintenir la qualité des produits stockés, car certains d'entre eux peuvent se détériorer ou se dégrader s'ils sont exposés à des températures inappropriées. Un indicateur de températures est nécessaire pour mesurer la température à l'intérieur des silos, détecter les zones de surchauffe ou de refroidissement qui provoque des problèmes de stockage. Il y'a plusieurs types de ces indicateurs [4] : thermomètre à lecture simple/directe, les sondes de température et les capteurs de températures connectée à des systèmes de surveillance automatisés.



Figure 2.8: Indicateur de température [15]

Un silo peut être équipé aussi par des systèmes de ventilation pour éviter l'accumulation d'humidité. Ils peuvent aider à maintenir une température uniforme à l'intérieure du silo et prévenir la croissance des moisissures et des bactéries.

## 4. Systèmes automatisés

L'automatisation vient du mot « automatique » qui est une technique ou un ensemble des théories qui a pour but de réduire l'intervention des opérateurs. [6]

Son principal rôle consiste à :

- Limiter les erreurs ;
- Améliorer les conditions de travaux ;

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

- Exécuter le même cycle de travail ;
- Eviter les taches dangereuses ;
- Accroire la productivité de l'industrie avec un gain de temps pour les travailleurs.

### 4.1 Classification d'un système automatisé

La classification d'un système automatisé industriel présente un large choix de solutions possibles qui peut être distingué comme suit :

- **Système automatisé logique (ou un système combinatoire) :**

Ce système représente une combinaison des entrées qui dépend uniquement d'une seule combinaison de sortie. Ce genre de système n'a pas d'effet mémoire, il utilise la logique combinatoire. Les outils dont il peut concevoir sont l'algèbre de Boole, la table de vérité et les tableaux de Karnaugh, malgré tout ça il est peu utilisé dans l'industrie.

- **Système automatisé logique (ou un système séquentiel) :**

Contrairement au système combinatoire, ce système est plus utilisé sur le plan industriel. Il représente aussi une combinaison d'une situation d'entrée qui correspond à plusieurs situations de sorties. Ces systèmes sont associés à une logique séquentielle qui peut être différenciée en fonction de leur mode de fonctionnement qui est : synchrone / asynchrone. [5]

Le mode synchrone : l'évolution des entrées n'est effectuée qu'à des instants précis.

Le mode asynchrone : l'évolution est effective dès le changement de l'état.

- **Système automatisé contenus :**

Dit aussi un système asservi. Ce sont des systèmes qui annulent l'erreur tout en comparant la solution obtenue avec celle désirés. Il corrige les mesures de signal de sortie en permanence avec l'entrée par la résolution des équations différentielles en fonction de temps après soit une régulation soit une évolution de la commande du système : asservissement. [5]

### 4.2 Structure générale d'un système automatisé

Il existe une seule structure générale appliquée à tous les systèmes automatisés de production. On distingue trois parties : partie opérative (PO), partie commande (PC) et partie relation, comme présenté dans la figure ci-dessous.

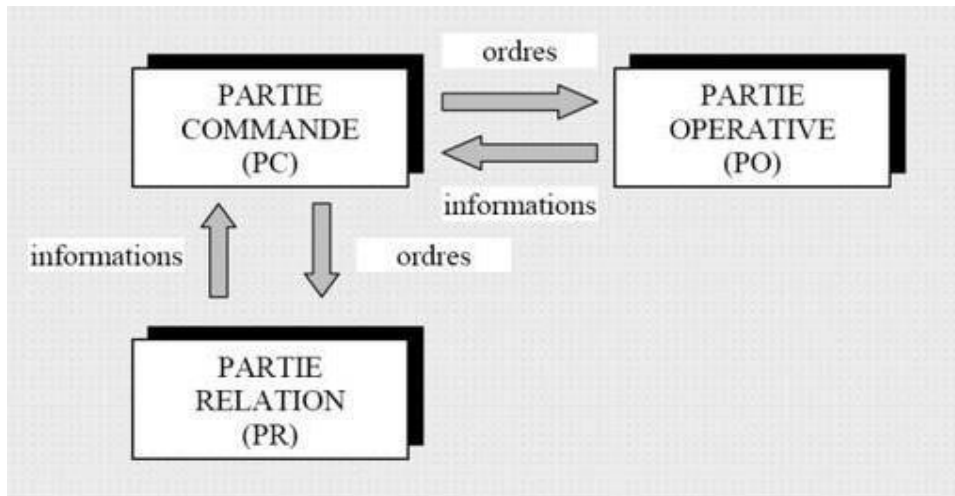


Figure 2.9: Structure générale d'un système automatisé [3]

- **Partie opérative**

C'est la partie visible du mécanisme qui effectue le travail en donnant une valeur à la matière d'œuvre. Elle relie les éléments mécaniques du système :

- **Les pré-actionneurs** : c'est l'élément qui reçoit les ordres de la partie commande. Il fait une combinaison de puissance entre la commande et les actionneurs.

Exemple : contacteurs, distributeurs, variateurs...etc.

- **Les actionneurs** : c'est le corps visible du mécanisme qui exécute les ordres. Il transforme l'énergie électrique, pneumatique ou hydraulique en une énergie mécanique.

Exemple : moteurs, vérin, électrovanne ...etc.

- **Les capteurs** : transmet les informations du travail réalisé dans la PO vers la PC.

Exemple : capteur magnétique, capteur mécanique, capteur pneumatique ...etc.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

- **Partie commande**

Elle est informée, contrôlée, mesurée et surveillée par la PO. Cette partie traite les informations reçues de la partie opérative provenant des capteurs et renvoie les signaux de commandes vers les pré-actionneurs toujours dans la PO.

Pour réaliser cet organisme on passe par différentes technologies :

- **Solution câblée** : c'est un raccordement de modules entre eux suivant un schéma obtenu de l'expérience ou de la théorie. Des câbles électriques sont utilisés pour la technologie électrique par contre dans la technologie hydraulique ou pneumatique on réalise la canalisation.
- **Solution programmée** : c'est un ensemble d'informations et de logiciels qui pilote et conduit le système automatisé. Pour la sécurité, une partie matérielle « câblage » est imposé. Cette solution dispose deux technologies : cartes électroniques standards et spécifique / micro et mini-ordinateurs.

- **Partie relation**

C'est la partie qui relie l'homme avec la machine (interface homme-machine)

### 4.3 Systèmes de production automatisés

#### 4.3.1 Définition d'un système automatisé de production (SAP)

Un système automatisé de production est un système autonome qui effectue un ensemble d'opérations sans l'intervention humaine. Il intervient juste pour donner les ordres de départ et d'arrêts en assurant une exploitation, un réglage et une maintenance.

Son principal rôle est de valoriser les produits et les matières d'œuvres. Alimentés par divers source d'énergies (pneumatique, hydraulique, électrique) et consomme un certain nombre de composants auxiliaires (eau, huile .....etc.), il élabore des produits et éjecte différents déchets à partir d'une matière première.

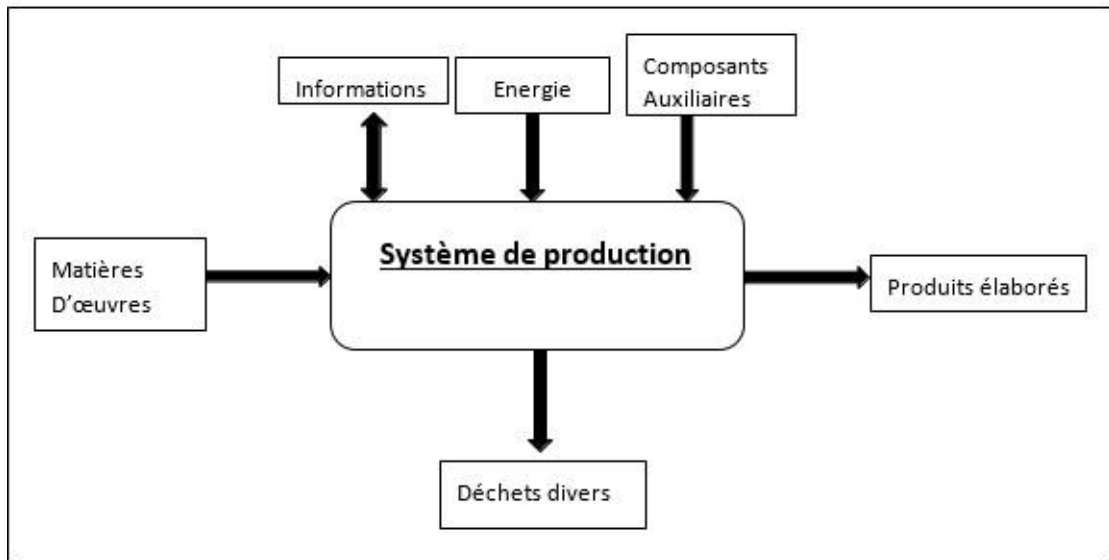


Figure 2.10: Système de production [5]

La notion SAP peut être appliqué à :

- Une machine isolée
- Unité de production
- Usines
- Groupe d'usines

### 4.3.2 Sources d'énergie

#### – Energies pneumatique

C'est une énergie produite par l'air comprimé qui est ensuite libéré. Cette source est utilisée pour entraîner des moteurs, des outils pneumatiques et autres équipements.

Un système pneumatique est un système de contrôle qui utilise l'air comprimé afin de contrôler et transmettre l'énergie mécanique (en utilisant un vérin pneumatique) et effectue des multiples tâches industrielles. [9]

Les principaux éléments de ce système sont :

- L'air comprimé ;
- Des composants de distributions ;
- Des actionneurs pneumatiques (vérins, distributeur) ;
- Des commandes (vanne, régulation).

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

Il est souvent utilisé dans le domaine de constructions, de métallurgie, les industries alimentaires et d'assemblage robotique en raison de ses avantages de :

- Fiabilité ;
- Rapidité de réponse ;
- La simplicité de conception.

C'est un choix populaire pour les applications nécessitant une automatisation.

### – **Energie hydraulique**

Cette énergie est considérée comme une énergie propre envers l'environnement car elle ne génère pas des déchets toxiques et pas de gaz à effet de serre. Elle utilise l'eau comme un fluide hydraulique. L'énergie est obtenue par une force appliquée à ce dernier en mouvement comme celle produite par les chutes d'eau par exemple. Cette force est convertie en électricité à l'aide des turbines et de générateur hydraulique. C'est une source d'énergie fiable et efficace, utilisée pour alimenter divers secteurs.

Un système hydraulique est un système de transmission de puissance qui utilise un fluide (en général l'huile) pour transmettre l'énergie mécanique d'un point à un autre. Il peut être appliqué dans les chaînes d'assemblage automobiles, les salles de spectacles et dans des applications industrielles : les machines-outils.

Les avantages d'un système hydraulique :

- Capacité de transmission de puissance élevée ;
- Capacité de contrôle précise ;
- Une réponse rapide.

C'est un choix populaire pour les applications nécessitant une forte force de traction.

### – **Energie électrique**

C'est une énergie utilisée pour alimenter les différents dispositifs électroniques, produite à partir :

- Des sources d'énergies renouvelables : énergie solaire, éolienne et les centrales nucléaires ;
- Des sources d'énergies non renouvelables : charbon et gaz naturel.



## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

Elle est transmise à l'aide des lignes électriques et distribué aux consommateurs.

Les principaux éléments de ce système sont :

- Des sources d'énergies ;
- Des générateurs et transformateurs ;
- Les lignes de transmissions ;
- Disjoncteurs et appareils de protection ;
- Câbles électriques, panneaux de distributions et des appareils électriques.

Utilisés dans tous les domaines : des petits systèmes domestiques et les grands réseaux de distributions d'électricité pour les villes et les industries.

Cette source est importante pour le bien-être économique et sociale de la société.

### 4.3.3 Architecture de la SAP

L'architecture de la SAP dépend de plusieurs facteurs : la taille de la structure, les types de produits et les systèmes d'informatiques existant etc.... Ces facteurs assurent des normes industrielles et des exigences en matière, cout, simplicité et de produit final pour concevoir une solution adéquate à chaque industrie.

La structure dont la présence d'un API implique un transfert de données et d'informations dans l'API. Cette opération est effectuée à l'aide des interfaces d'E/S et le processeur : les signaux électriques provenant des capteurs arrivent aux entrées puis ils sont transférés aux sorties c'est-à-dire renvoyer les signaux traiter vers les pré-actionneurs.

### 4.3.4 Domaine d'utilisation de la SAP

La SAP est utilisées dans de nombreux domaines industriels pour but d'améliorer l'efficacité, la qualité et la fiabilité des produits. Parmi les domaines industriels on cite :

- **L'industrie automobile** : ce secteur utilise la SAP pour assembler les éléments des automobiles, la peinture et la production des automobiles et leurs pièces de rechanges.
- **L'industrie alimentaire** : ce secteur utilise la SAP pour la production des produits alimentaires : les boissons, produits boulangères et l'emballage des aliments.
- **L'industrie d'aérospatiale** : ce secteur utilise la SAP pour la production des différents composants aérospatiaux : moteurs et systèmes électrique pour les fusées par exemple.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

- **L'industrie électrique** : ce secteur utilise la SAP pour la production des produits électronique comme les ordinateurs, tablettes, les téléphones et les électroménagers.

### 5. Automate programmable industrielle API

La tendance actuelle en matière de mécanisme est le PLC (Programmable Logic Controller), qui est la principale partie de contrôle du système d'automatisation. Les automates représentent des appareils électriques destinés à automatiser des processus industriels (contrôle et surveillance) en temps réel, tels que le contrôle de machines dans l'industrie ou le contrôle de robots industriels

Le premier automate a été fabriqué en 1969 par Dick Morley (ingénieur américain) et son équipe, apparu en USA en premier, il était très grand et très lourd, maintenant et grâce à la technologie les API sont de petite taille et beaucoup moins lourds.

#### 5.1 Fonctionnement des API

L'automate reçoit les données par ses entrées qui vont ensuite au programme qui traite les informations entrantes afin d'émettre des ordres de sorties.

Le traitement des informations se fait soit numériquement si elles sont fournies par un modèle intelligent, soit analogiquement si ses informations sont fournies par les capteurs soit par la nature TOR (tout ou rien) si les informations sont apportées par un bouton poussoir par exemple.

Les opérations essentielles effectuées par tous types d'automates sont :

- La gestion du système (auto contrôle de l'API) ;
- L'acquisition des données en entrées : la mémorisation ;
- L'exécution du programme ;
- Affectation des sorties.

#### 5.2 Structure des API

- **Alimentation** : elle transforme l'énergie externe du réseau en une forme afin de fournir des niveaux de tensions nécessaires pour les différents modules de l'API pour assurer un bon fonctionnement. Ce dispositif utilise une tension de 240V en courant alternatif (CA) et 24V en courant continu délivrée aux capteurs. Les entrées sont en 24V(CC) et une mise à la terre est prise en compte.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

- **Interfaces d'entrées/ sorties** : elles contiennent les adresses entrées/sorties, sur une adresse des interfaces d'entrées, un capteur est lié contrairement au adresse sur les interfaces de sorties, un pré-actionneur est associé. Les cartes E/S sont modulaires et leur nombre varie selon le type d'automate, cette modularité peut être 8, 16 ou 32 voies. Ils peuvent être sous différents types : TOR (logique /Tout Ou Rien) ; numérique ; analogique.
- **La mémoire** : elle est dédiée pour recevoir, gérer et stocker les informations, elle détermine aussi les ordres afin de les envoyer aux capteurs/pré-actionneurs qui sont relié à l'interfaces entres/sorties.

L'automate contient plusieurs types de mémoires qui sont associés sur différentes fonctions tels que :

- **RAM** : « Random Access Memory » c'est la mémoire vive qui demande une alimentation électrique et une batterie de sauvegarde car elle se supprime à l'arrêt de l'automate ;
- **ROM** : « Read Only Memory » c'est une mémoire à lecture unique programmée par le fabricant et l'opérateur n'a pas l'accès pour la modifiée ;
- **PROM** : « Programmable ROM » c'est une mémoire ROM non effaçable lorsque le programme est écrit sur ;
- **EPROM** : « Erasable PROM » c'est la mémoire PROM effaçable par un rayonnement ;
- **EEPROM** : « Electrically EPROM » c'est une PROM programmable plusieurs fois et facile à supprimer ;
- **Mémoire flash** : c'est une EEPROM rapide à programmer et facile à supprimer un bloc ou toute la mémoire ;
- **Processeur** :
  - Il organise les différentes relations entre la mémoire et les interfaces E/S ;
  - Il permet une meilleure exécution des instructions du programme.

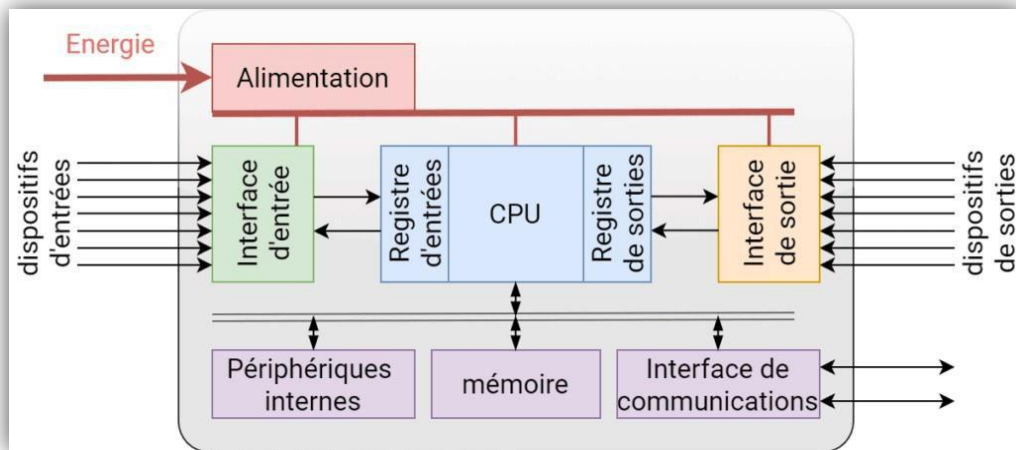


Figure 2.11: Structure des API [16]

### 5.3 Types des API

- **Modulaires** : ce types d'automates permet d'insérer des interfaces d'E/S. il utilisé pour les grandes applications.
- **Compact** : contrairement au modulaire, il n'accepte pas l'ajout d'autre modules, la capacité physique des E/S est limitée. Il possède des entrées analogiques. Il est dédié pour les petites et moyennes applications.



Figure 2.12: Automate modulaire et compact [18]

### 5.4 Caractéristiques d'un API

- Compact / modulaires ;
- Le nombres d'E/S ;
- La taille de la mémoire ;
- La tension d'alimentation ;
- Temps de scrutation.

### 5.5 Utilisation industrielle des API

Un opérateur peut effectuer et fait entrer les différents instructions d'un cycle de système automatique dans un API à l'aide d'un ordinateur et d'un logiciel de programmation. Ce dernier ne demande qu'une maîtrise des outils de gestion, c'est à dire des connaissances en informatique ne sont pas nécessaire.

### 5.6 Avantages et inconvénients des API

Les API sont devenues un outil essentiel pour une intégration et une communication entre les différentes applications :

- Economiser le temps en évitant de reconstruire des fonctionnalités déjà disponibles ;
- Facilité le développement ;
- Permet une sécurité et une communication entre les services d'application ;
- Facile à programmer ;
- Un cahier de charge compatible avec plusieurs API ;
- L'API n'a pas de temps de démarrage et fonctionne rapidement ;
- Possibilité d'effectuer des modifications (dans les API modulaires).

Les API peuvent être un outil puissant pour les développeurs mais il est important de prendre en considération ses inconvénients :

- La documentation qui peut rendre l'utilisation difficile ;

- Complexité des API, problème que les utilisateurs ne sont pas familiers avec les automates ;
- La dépendance vers un API spécifique qui peut causer des problèmes si l'automate change ou cesse de fonctionner.

### 5.8 Langage de programmation d'un API

Il y a plusieurs marques d'API citant : Schneider, Siemens et Weidmuller, et chaque marque d'automate peut être programmé par son propre langage, alors une interface de logiciel a été proposé en répondant à la norme CEI 1131-3 qui définit cinq langage de programmation.

#### 5.8.1 Langage de programmation textuelle

- **Langage IL (liste d'instruction)** : un langage de bas niveau, il ressemble au langage de programmation informatique, il s'effectue sur un processeur ;
- **Langage ST (texte structuré)** : un langage de haut niveau utilisé dans les situations complexes.

#### 5.8.2 Langage de programmation graphique

- **Grafcet** :

Le GRAFCET (Graphe Fonctionnel Des Etapes Et Transitions) est un langage graphique de haut niveau qui décrit le comportement d'un système en termes abstraits sans se préoccuper des détails de mise en œuvre. Utilisé pour représenter la logique de commande d'un système automatisé dans le domaine industriel pour la conception, la simulation, la vérification des systèmes automatisés et même pour les PLC (Programme Logique Control).

Un GRAFCET permet d'établir une représentation de la partie commande d'un système, cette représentation est selon trois point de vues :

- **Point de vue système** : le comportement d'un système est décrit comme l'observe un étranger ;
- **Point de vue partie opérative** : la façon dont le processus est opéré et son déroulement en pratique ;
- **Point de vue partie commande** : la manière dont le système est contrôler face aux différents étapes du processus.

## Chapitre 2 : Système de stockage par silos et commande automatisée

---

Ces points de vues doivent être acceptable, compréhensible pour faciliter au concepteur le passage à la réalisation (la programmation dans un logiciel).

Ce langage est normalisé par la norme internationale IEC 60848 qui spécifie la syntaxe et les règles de construction.

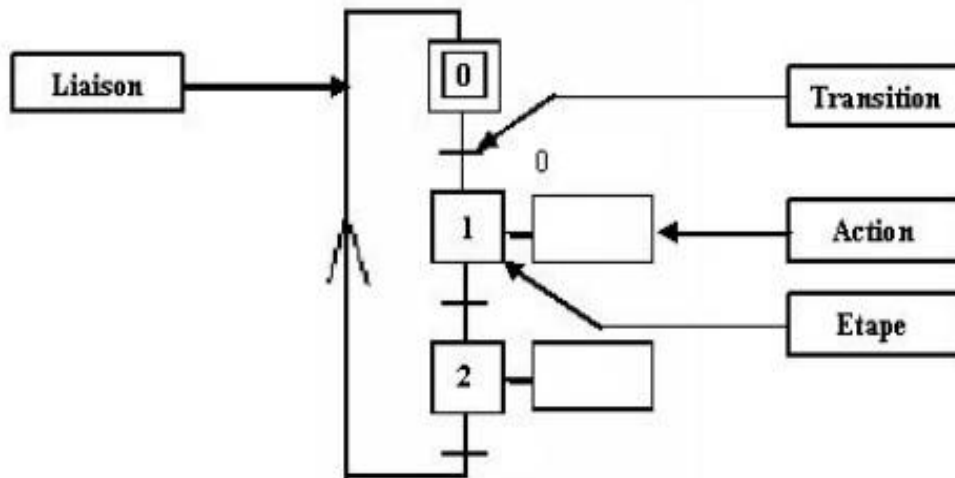


Figure 2.13: Présentation d'un GRAFCET

- **LADDER**

Langage à contact LADDER est un langage de programmation très utilisé par les automaticiens issus de l'algèbre de BOOLE, sa structure est semblable au schéma des circuits électriques. Ce langage est adapté pour la programmation des systèmes de contrôle automatisés dans l'environnement industriels.

LADDER est basé sur des symboles graphiques qui représentent les différents composants électriques comme les capteurs, et les opérations logiques comme les temporisateurs qui représentent le comportement logique des systèmes automatisés.

- **Principe de LADDER**

Le programme écrit dans LADDER est alimenté par une tension présentée par des lignes verticales reliées horizontalement avec certains composants qui représente les différentes étapes du processus et qui sont disposés en forme d'échelle. Les symboles graphiques sont reliés les uns aux autres en formant un réseau logique LADDER qui se lit de gauche vers la droite et de haut en bas.

### 6. Conclusion

Comme dans toutes les entreprises, l'activité humaine est devenue très difficile surtout avec l'augmentation de la demande, alors pour faciliter les tâches et moderniser la production, les systèmes automatisés de production sont apparus.

Afin de résoudre les problématiques survenues de l'automatisme industrielle, nous allons programmer le système selon des langages graphiques qui permettent de décrire notre cahier de charge qui commande le système et cela est bien présenté dans le chapitre qui suit.



**Chapitre 3 :**  
**Automatisation de gestion de système  
de stockage de l'entreprise AGRODIV**

### 1. Introduction

Dans ce chapitre, nous allons élaborer notre cahier des charges de la zone de réception du blé tout en proposant des solutions à la problématique posée, puis nous passerons à la programmation en utilisant le langage S7-graphe sous le logiciel « SIMATIC Manager », ensuite une simulation sera faite avec « PLCSIM » et les résultats obtenus seront interprétés à la fin.

### 2. Cahier des charges

Le système actuel est un système non automatisé. A son arrivé par camion, le blé est versé dans une trémie spéciale TRC, puis transporter à l'aide d'un transporteur à vis TRV vers un élévateur à godet E1 ensuite dans un transporteur à chaîne TS1 en arrivant au silos ou il est bien stocké.

Ces derniers demandent la présence obligatoire d'un operateur pour surveiller la quantité de blé atteinte dans un silo puis l'oriente vers un autre vide lorsqu'il est rempli.

#### 2.1 Architecture de la zone de réception de blé

La figure 3.1 schématise une architecture en 2D de la zone de réception. Ce schéma est réalisé sous l'outil Autocad : un logiciel de dessin assister par ordinateur (DAO).

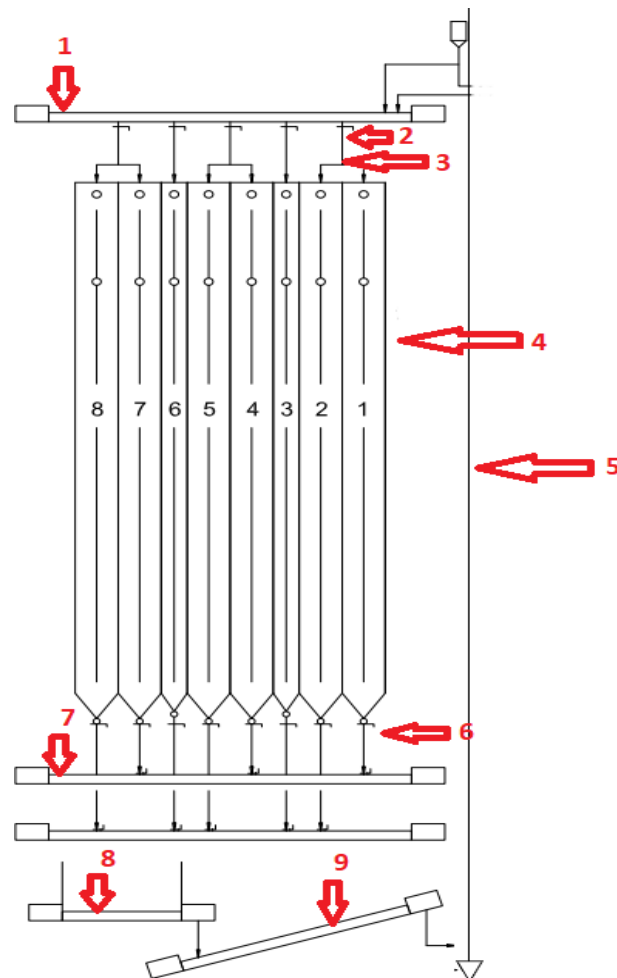


Figure 3.1: Architecture de la zone de réception

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 → Transporteur à chaîne n°1 (TS1) | 6 → Trappe n°0                      |
| 2 → Trappe n°1                      | 7 → Transporteur à chaîne n°2 (TS2) |
| 3 → Clapet d'orientation            | 8 → Transporteur à camion (TRC)     |
| 4 → Silos de remplissage            | 9 → Transporteur à vis (TRV)        |
| 5 → Elévateur à godets n°           |                                     |

### 3. Problématique

La présence obligatoire d'un opérateur lors de chaque stockage pose un ensemble de problèmes tel que :

- Le risque de tomber d'en haut lors de contrôle de niveau « le contrôle se fait au 6eme étage » ;
- L'utilisation des outils primitifs tel que la lampe de téléphone pour la vérification de niveau de blé ;
- L'odeur et la poussière entrainer cause des maladies malgré le port des masques.

### 4. Solutions proposées

Notre solution pour établir le nouveau cahier de charges est basé sur :

- L'automatisation des systèmes de réception de blé avec la suppression des tâches dangereuses et pénibles effectuée par les opérateurs ainsi la réalisation des opérations impossible ou difficile à Controller manuellement.

#### 4.1 Valeur ajoutée

En plus de l'automatisation de système ; nous avons suggéré l'ensilage.

Cette opération consiste à transférer le blé stocké dans un silo vers un autre dans le cas où les conditions de stockage ne sont pas respectées qui sont la température et l'humidité.

Pour régler ces conditions :

- La température dans un silo est de 25°C ; si elle est inférieure à la valeur désiré une chaudière s'allume mais si elle est supérieure à 25°C alors nous proposons un ensilage ;
- L'humidité du blé dans un silo est de 12%, si elle est supérieure à cette valeur alors nous proposons un ensilage.

Nous avons proposé d'installer un capteur température /humidité dans chaque silo.

### 5. SADT

La méthode SADT « Structed Analysis and Design Technique » c'est un outil graphique connue sous IDEF0 permet de représenter un modèle d'un système réel en déterminant les fonctions essentielles ainsi que les sous-fonctions, les entrées et les sorties associées à chaque fonction, et de mettre en évidence les interactions entre ces fonctions. Elle offre une représentation claire et structurée des processus et des relations entre les différentes composantes du système. [17]

Pour une meilleure compréhension et une représentation systématique et structuré de système de réception de blé. Nous avons procédé vers une modélisation SADT présenté comme suit :

### - Le niveau A-0

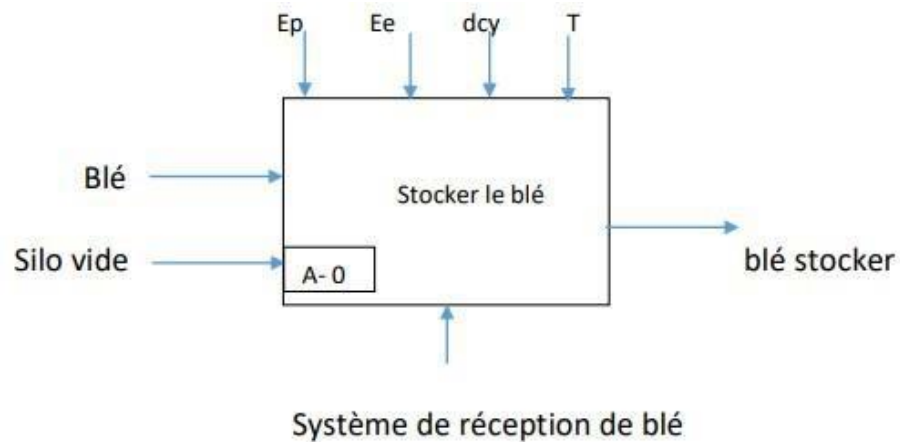


Figure 3.2: Niveau A-0

La figure 3.2 présente le stockage de blé, une opération qui nécessite les interactions externes suivantes :

- le blé : matière première réceptionné et transporté vers l'usine par diverses sources ;
- silo vide : l'emplacement assuré pour cette opération ;
- système de réception : un système automatisé responsable de transfert de blé ;
- blé stocker : la phase finale ;
- les données de contrôles : Ee, Ep, dcy, T.

- Le niveau A0

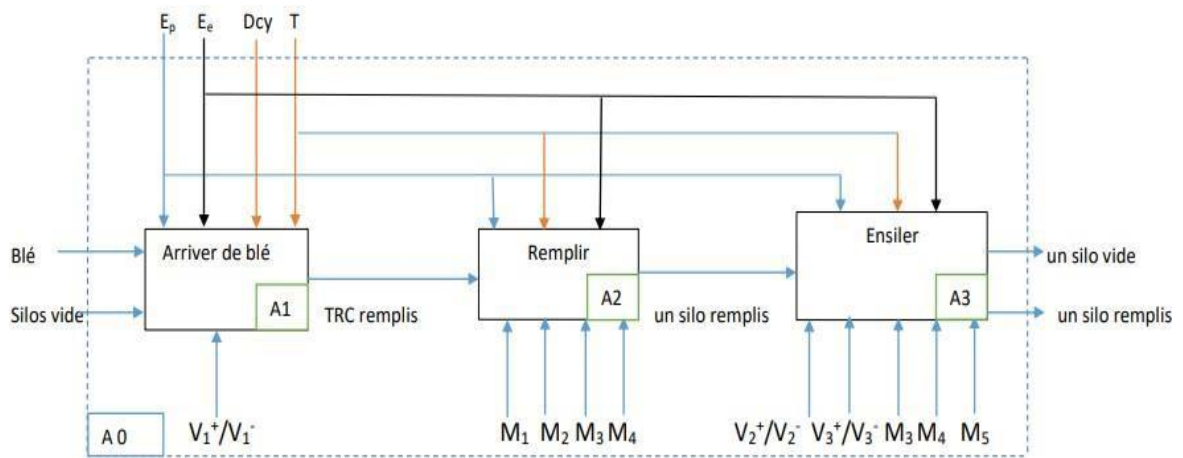


Figure 3.3: Niveau A0

A ce niveau (figure 3.3), le système de réception effectue les principales fonctions décrit comme suit :

- Arrivage de blé : le blé réceptionné dans une zone ;
- Remplissage dans le silo : le blé réceptionné est transféré dans des silos ;
- Ensilage de blé : vérification des conditions de stockage et lors d'une nécessité il y aura un ensilage.

$E_p$  : énergie pneumatique

$E_e$  : énergie électrique

$Dcy$  : marche

$T$  : temporisateur

$V_1^+/V_1^-$  : vérin de la trappe C (de la trc)

$V_2^+/V_2^-$  : vérin de la trappe 1

$V_3^+/V_3^-$  : vérin de la trappe 0

$M_1$  : moteur TRC

$M_2$  : moteur TRV1

$M_3$  : moteur E2

$M_4$  : moteur ts1

$M_5$  : moteur ts2

### 6. SIMATIC STEP 7

Le logiciel STEP 7 est un environnement de développement conçu pour les API de la famille SIMATIC S7 de Siemens. Il est disponible en plusieurs versions et chaque une est destinée aux différents niveaux de l'automatisation industrielle. STEP 7 présente certaines fonctionnalités pour les applications SIMATIC :

- Création et gestion des projets ;
- Outils de configuration matérielle pour les API ;
- Programmation avancée ;
- Test et maintien de la mise en service.

#### 6.1 Etapes principales d'un projet sous step7

##### ✓ Création d'un projet :

1- Après l'installation de logiciel et après le démarrage de Windows, nous trouvons l'icône de logiciel **SIMATIC Manager Step7** dans le bureau. Cette dernière nous permet d'accéder au logiciel.



Figure 3.4: Icône STEP7

2- Nous démarrons le logiciel par un double clic sur l'icône ce qui permet l'ouverture de la fenêtre suivante.

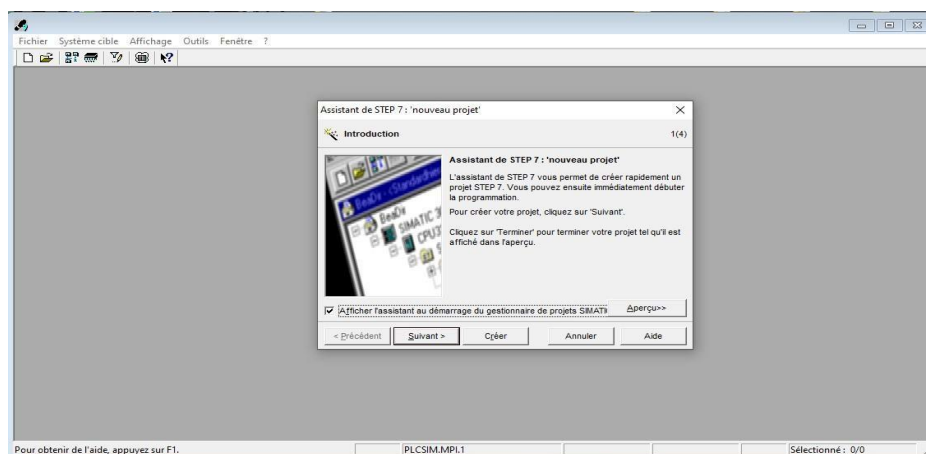


Figure 3.5: Assistant de STEP7

- 3- Il est préférable d'annuler l'action suggérer par le logiciel en cliquant sur « **Annuler** » et nous procédons comme suit :

**Fichier** → **Nouveau** → **Nom de fichier** → **Ok**

Cette opération permet de passer à l'étape suivante.

✓ **La configuration matérielle :**

La configuration matérielle fait référence à la configuration des modules matériels connectés à l'automate. Son principal but est de définir la structure physique du système d'automatisation. Cela comprend la sélection et le paramétrage des différents modules matériels utilisés tel que les PLC, les modules d'E/S, les modules de communication, etc. Pour effectuer cette configuration, il faut bien suivre les étapes suivantes :

– **Insertion d'une station :**

Cette opération nous donne un accès à divers SIMATIC peuvent être utilisé dans notre projet. Nous voulons insérer la station SIMATIC 300 suivant ces étapes :

- 1- Nous cliquons sur le bouton droit ;
- 2- Nous sélectionnons « **Insérer un nouvel objet** » ;
- 3- Nous choisissons « **station SIMATIC 300** ».

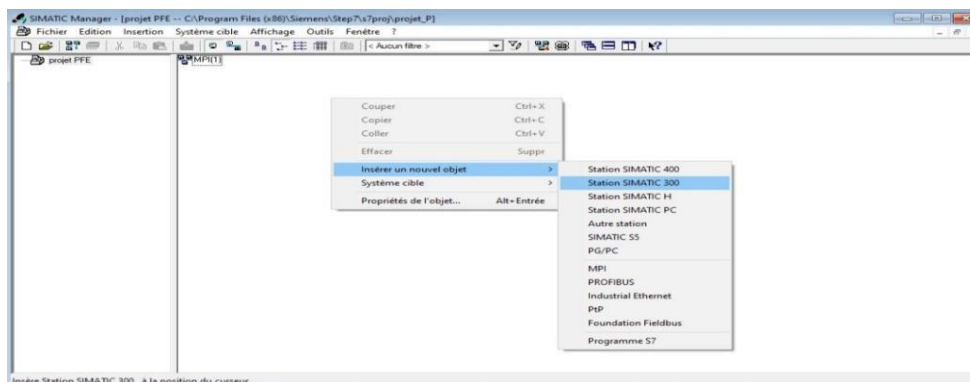


Figure 3.6: Insertion de SIMATIC 300



### - L'ouverture de la fenêtre -HW Config- :

Par un double clic sur la station choisit : SIMATIC 300, nous cliquons sur « **Matériels** » alors une fenêtre de « **HW Config** » s'ouvre comme le montre la figure 3.7 :

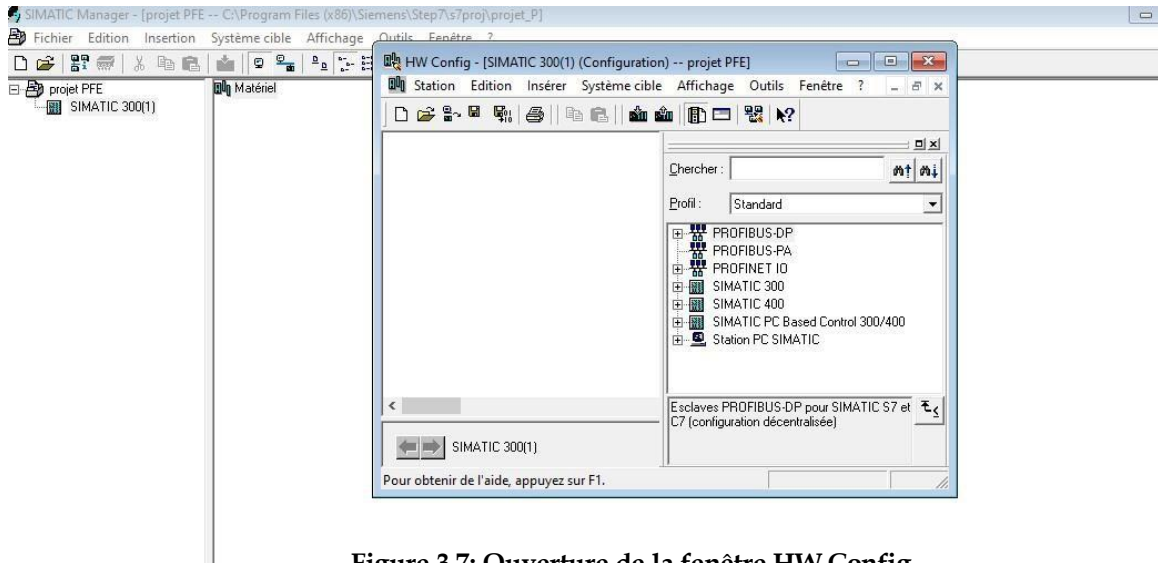


Figure 3.7: Ouverture de la fenêtre HW Config

### - Insertion d'un Rack :

Pour effectuer cette étape nous devons d'abord cliquer sur : **SIMATIC 300** → **Rack 300**, après nous glissons « **Profilé support** » sur le plan de travail.

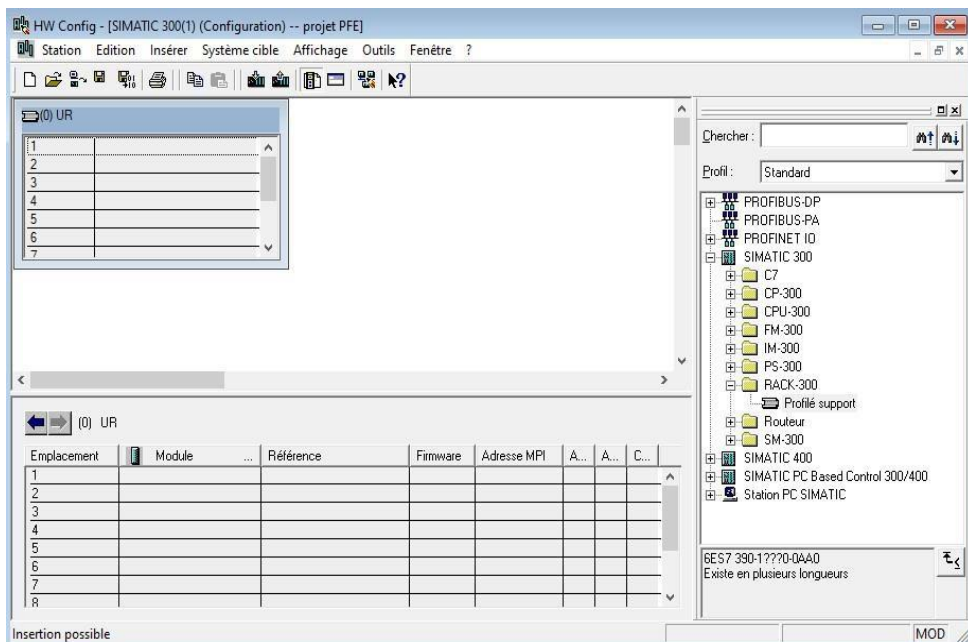


Figure 3.8: Insertion d'un rack

### - Insertion d'une alimentation :

Comme le montre la figure 3.9, pour insérer une alimentation nous :

- 1- Cliquons sur **PS 300** ;
- 2- Nous choisissons **PS-307 5A** ;
- 3- Nous le glisse dans le Rack.

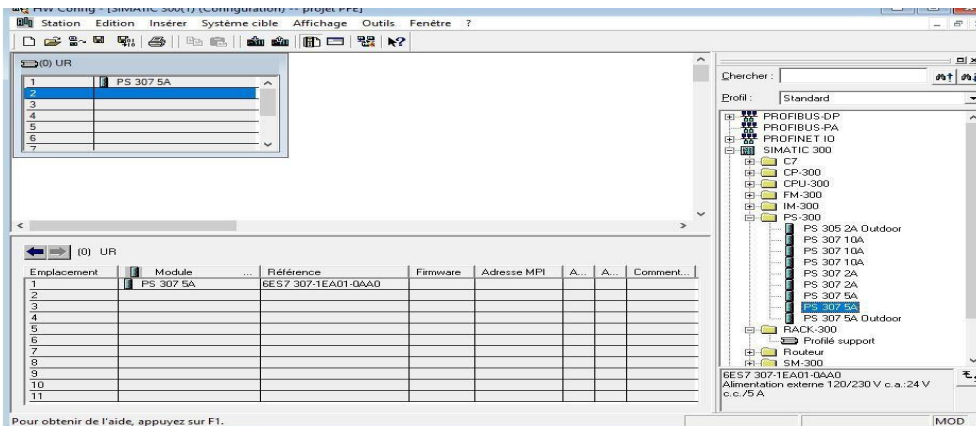


Figure 3.9: Insertion d'une alimentation

### - Insertion d'une CPU

Pour réaliser notre travail nous avons choisi la **CPU 314 C-2 PN/DP** qui est sélectionné après un clique sur **CPU 300** puis nous choisissons **CPU 314C-2 PN/DP** et nous glissons **V3.3** dans le Rack.

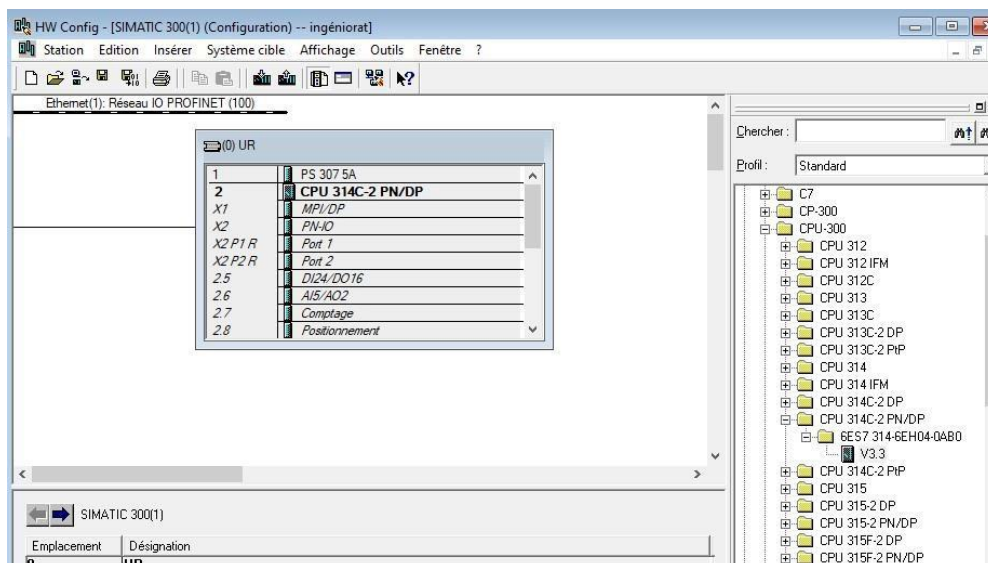


Figure 3.10: Insertion de la CPU

### - Communication Ethernet

En mettant la CPU choisie dans sans emplacement adapté sur le rack, une fenêtre de configuration s'affiche alors nous suivons les étapes suivantes :

- 1- Nous cliquons sur nouveau et nous créons un réseau Ethernet nommé « **Ethernet(1)** » ;
- 2- Nous cliquons sur **OK** ;
- 3- Nous changeons l'adresse IP par celle de l'unité centrale ;
- 4- Nous cliquons sur **OK**.

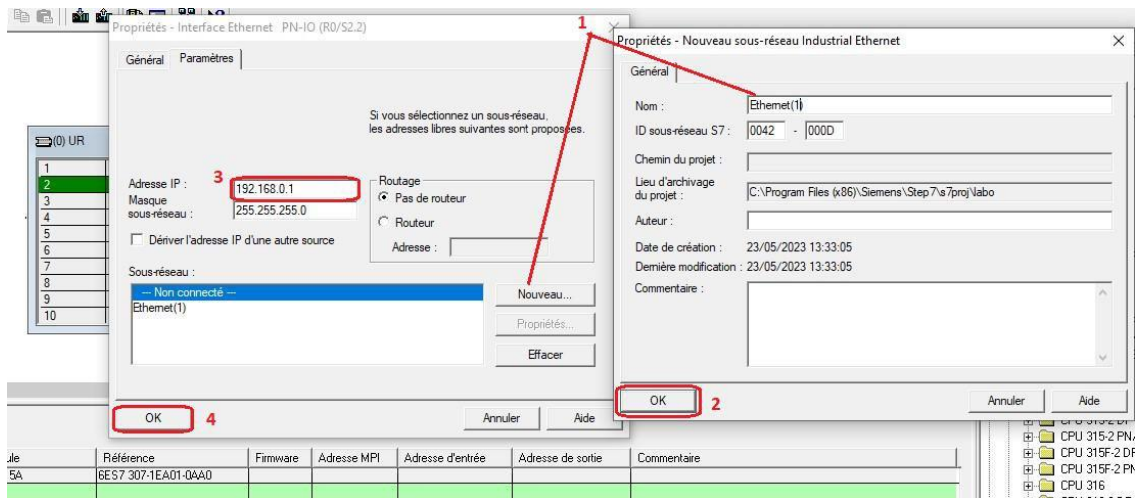


Figure 3.11: Configuration Ethernet

### - Configurations des E/S

Pour cela nous suivons les étapes suivantes :

- 1- Nous cliquons sur **D124/DO16** ;
- 2- Nous décochons les valeurs par défaut ;
- 3- Nous remettons les adresses de E/S à Zéro ;
- 4- Nous cliquons sur **OK**.

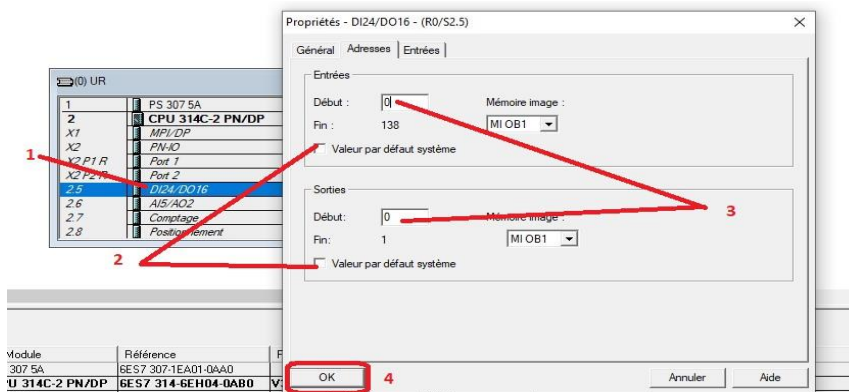


Figure 3.12: Configuration E/S

### – Configuration réseau

Cette configuration est faite pour lier et connecté SIMATIC 300 avec les réseaux, comme indiquer dans la figure 3.13 :

- 1- Dans SIMATIC Manager et sur la barre d'outils, nous cliquons sur configuration réseau ;
- 2- La fenêtre NetPro s'ouvre ;
- 3- La ligne rouge c'est pour la connexion de SIMATIC 300 et MPI ;
- 4- La ligne verte est pour la connexion de SIMATIC-300 et le réseau Ethernet.

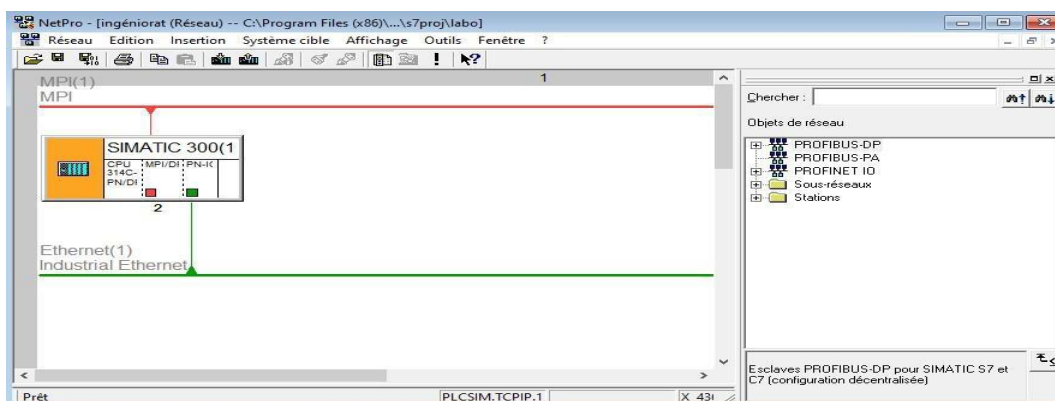


Figure 3.13: Configuration réseau

### - Table des Mnémoniques

La table des mnémoniques est une table qui répertorie les noms et les adresses des variables d'un programme. Elle permet de visualiser rapidement les variables utilisées dans un programme et de les modifier si nécessaires.

	Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1		arret	E 0.1	BOOL	
2		arret1	E 0.5	BOOL	
3		c	E 0.2	BOOL	Capteur récepteur/émetteur
4		chaud	A 0.6	BOOL	chaudière
5		clappet 2	A 1.4	BOOL	
6		clappet1	A 1.5	BOOL	
7		cn	E 0.3	BOOL	cende de niveau
8		cycle Execution	OB 1	OB 1	
9		dcy3	E 0.6	BOOL	
10		dcy3 m	M 0.4	BOOL	
11		E2	A 0.0	BOOL	
12		M20.0	M 20.0	BOOL	
13		M40.0	M 40.0	BOOL	
14		M40.1	M 40.1	BOOL	
15		marche	E 0.0	BOOL	
16		marche1	E 0.4	BOOL	
17		MD70	MD 70	DWORD	
18		MD80	MD 80	DWORD	
19		MW10	MW 10	WORD	
20		MW5	MW 5	WORD	
21		PEW800	PEW 800	WORD	
22		PEW900	PEW 900	WORD	
23		reset	E 0.7	BOOL	
24		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
25		TIME_TCK	SFC 64	SFC 64	Read the System Time
26		trappe c	A 1.3	BOOL	
27		trappe0	A 1.2	BOOL	
28		trappe1	A 0.5	BOOL	
29		trc	A 0.4	BOOL	
30		trv1	A 0.3	BOOL	
31		ts1	A 0.2	BOOL	
32		ts2	A 1.1	BOOL	
33		WR_USMSG	SFC 52	SFC 52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Diagnostic Buffer

Figure 3.14: Table mnémonique

## 6.2 Programmation

### – Bloc fonctionnelle :

Pour crée un bloc fonctionnel, nous cliquons sur la CPU choisit en premier puis sur « **Programme S7** » ensuite « **Bloc** » après par un clic droit nous choisissons « **Insérer un nouvel objet** » et nous sélectionnons « **Bloc Fonctionnel** » et nous choisissons le langage de création « **GRAPH** ». Cette étape est présentée dans la figure 3.15 :

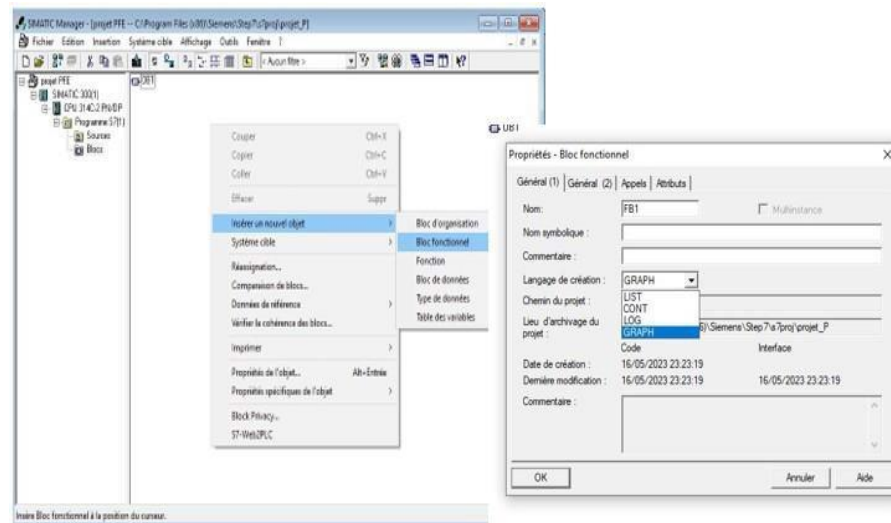


Figure 3.15: Création d'un FB1

### - Bloc d'organisation

Présente la structure de programme. Ce bloc d'organisation est scruté à chaque cycle d'automate, et c'est à partir de celui-ci que seront effectués les divers appels de bloc de programme.

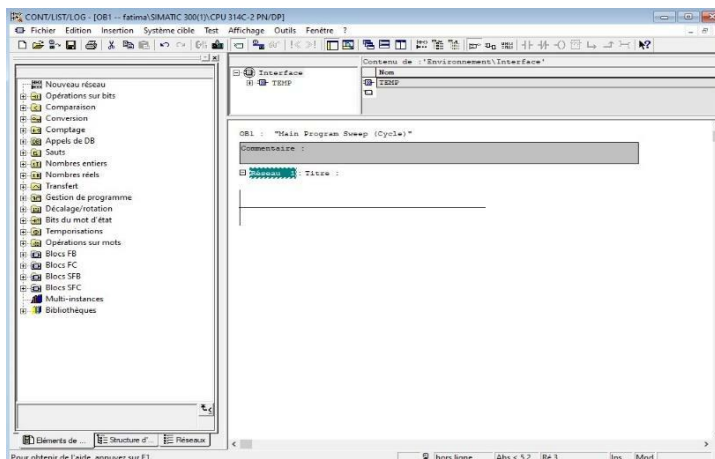


Figure 3.16: Bloc d'organisation

### 6.3 Modélisation en GRAFCET

Après avoir établi le cahier des charges et exposé la problématique, nous avons pu élaborer cinq GRAFCETS décrivant le nouveau fonctionnement du système et qui sont présentés dans la figure 3.17 :

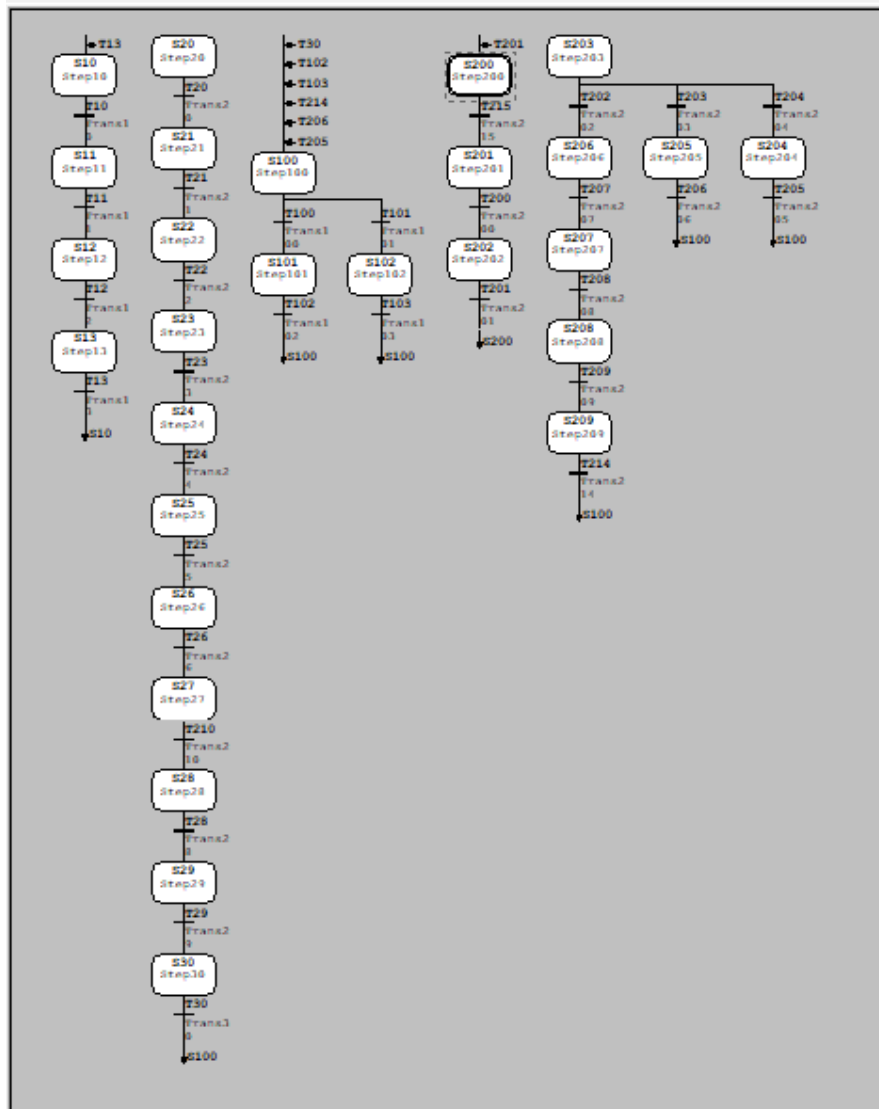


Figure 3.17: GRAFCETS établis

GRAFCET 1 : Zone initiale de réception du blé extérieure ;

GRAFCET 2 : Automatisation de stockage du blé dans silos ;

GRAFCET 3 : GRAFCET qui commande les graphes 1,2,5 ;

GRAFCET 4 : Représente GS de la partie principale du système ;

GRAFCET 5 : Représente la vérification des conditions dans un silo.

6.3.1 Description des GRAFCETS sans simulation

– Première partie :

La figure 3.18 présente une partie de GRAFCET4 :

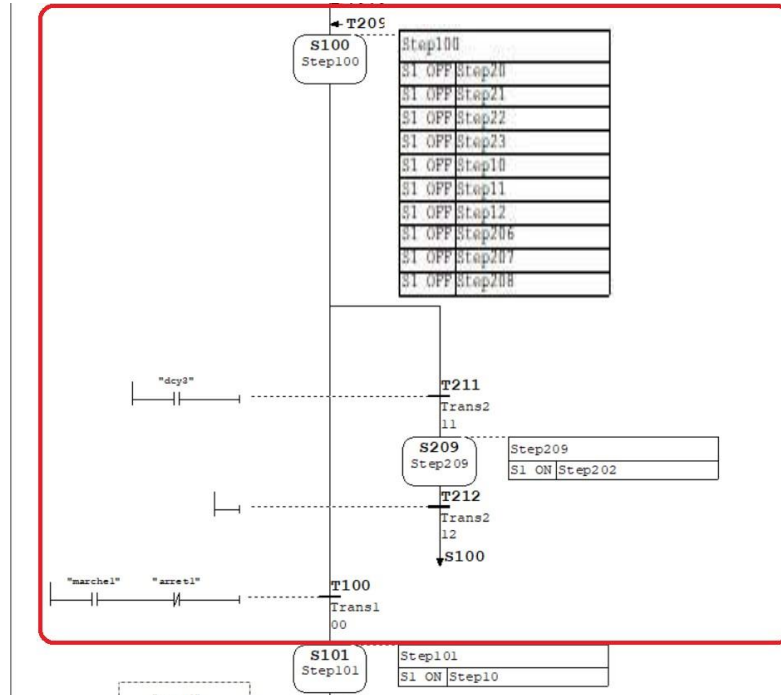


Figure 3.18: GRAFCET de commande

- La partie encadrée dans la figure 3.18 présente deux étapes de GRAFCET de commande. La première étape S100 s'occupe de la désactivation de toutes les étapes contenant dans le GRAFCET 1,2 et GRAFCET 5.
- Nous avons réalisé une boucle 'ou' donc deux choix, soit nous appuyons sur le bouton 'marche 1' qui permet l'activation du GRAFCET 1, ou bien sur le bouton 'dcy3' pour une vérification des conditions de stockage.



- Deuxième partie :

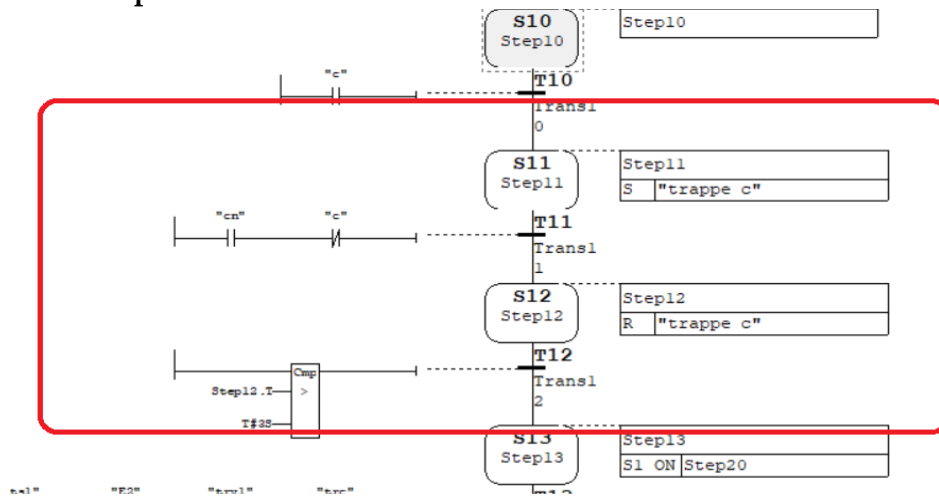


Figure 3.19: Une partie du GRAFCET 1

- Une fois le camion est détecté par 'C', l'étape (S11) s'active et la trappe C s'ouvre durant un temps bien déterminé.
- Lorsque la trémie est remplie, un capteur 'CN' l'indique et le camion n'est pas en position alors l'étape S12 s'active.

- La troisième partie :

La figure 3.18 présente une partie du GRAFCET de l'ensilage :

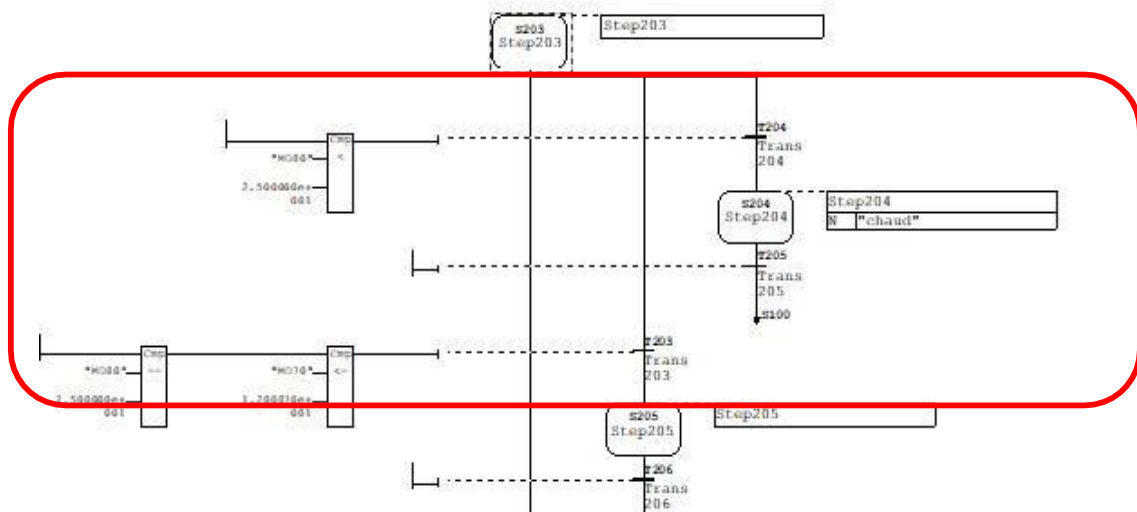


Figure 3.20: Une partie du GRAFCET 4

- La partie encadrée présente les conditions de stockages qui doivent être respectées dans notre situation.
- Pour cela nous avons créé une fonction **SCALE** pour comparer et régler les valeurs générées dans un silo remplis.

- Chaque type de comparateur utilisée fait appel à la fonction créée.
- La figure 3.21 présente la fonction **SCALE** réalisée dans le bloc opérationnel **OB1** en indiquant une valeur minimale et maximale de capteur de température.

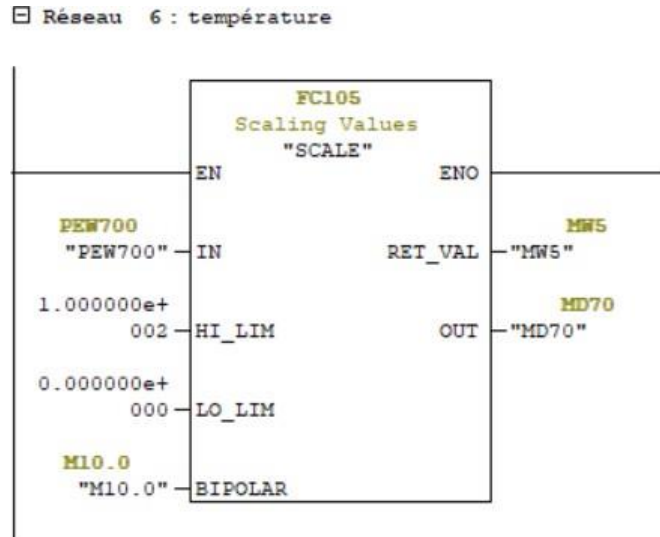


Figure 3.21: Fonction SCALE

### Bloc fonctionnel OB

Une fois que nous avons terminé l'étape précédente, nous procéderons à la liaison entre le bloc FB1 et OB1 en utilisant DB1 comme indiqué dans la figure 3.22 :

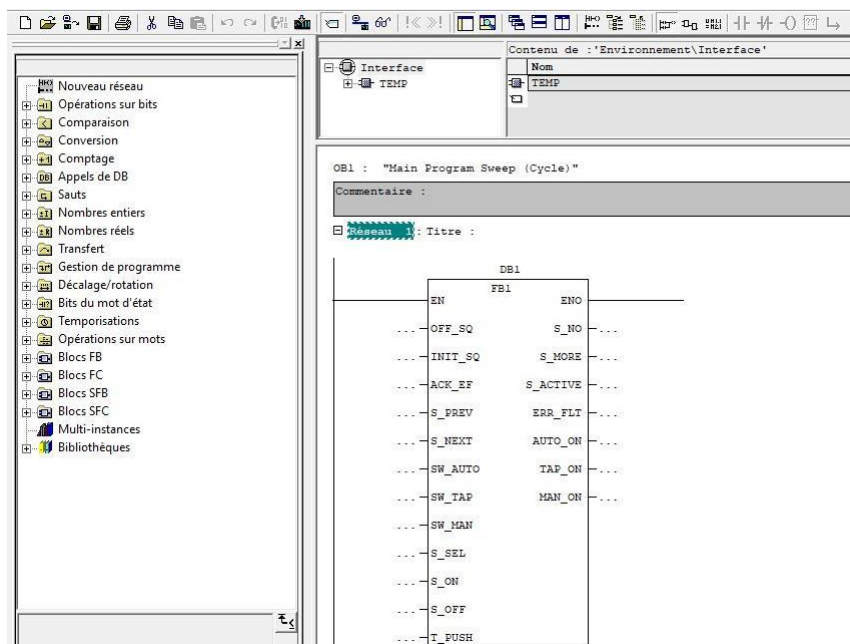


Figure 3.22: DB1

### 6.3.2 Description des GRAFCETS avec simulation

#### – Présentation de PLCSIM

PLCSIM est un logiciel de simulation puissant et polyvalent de programmation pour les automates industriels associé à STEP 7 de Siemens. Il offre aux ingénieurs et aux programmeurs un environnement virtuel réaliste pour développer et tester leurs programmes de contrôle dans des conditions proches de la réalité. Il prend en charge les fonctionnalités avancées telles que les E/S numérique et analogiques, les modules de communications, les temporisateurs, les comparateurs, etc.

Le but de ce logiciel est de tester et visualiser le programme fait avant de l'injecter dans l'automate pour éviter tout types d'endommagement matériel en cas d'erreur de programmation et corriger les erreurs pendant le test.

#### – Lancement de S7 PLCSIM

L'ensemble des GRAFCETS établis pour cette étude ont été simulés sur l'outil S7-PLCSIM comme suit :

- Pour ouvrir S7-PLCSIM il suffit de cliquer sur l'icône de la figure 3.23 :

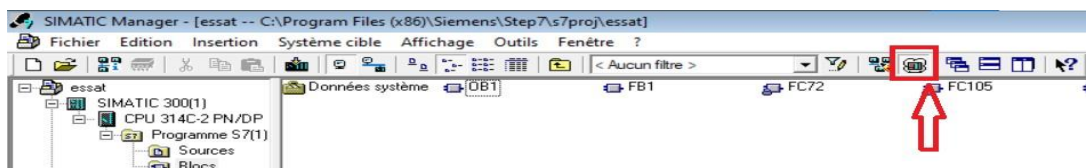


Figure 3.23: Lancement de PLCSIM

- Après l'ouverture de l'outil, nous pouvons accéder aux fonctions suivantes :

- 1- L'état virtuelle de la CPU ;
- 2- Vues testées ;
- 3- Les différentes insertions ;
- 4- Le type de communication.

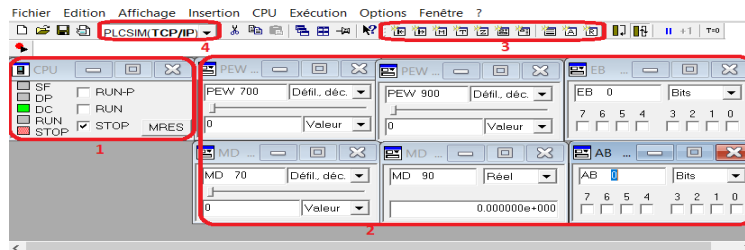


Figure 3.24: Fonctions de PLCSIM

- Pour le chargement de programme nous nous procédons comme suit :

- 1- La sélection des blocs et les données de systèmes :

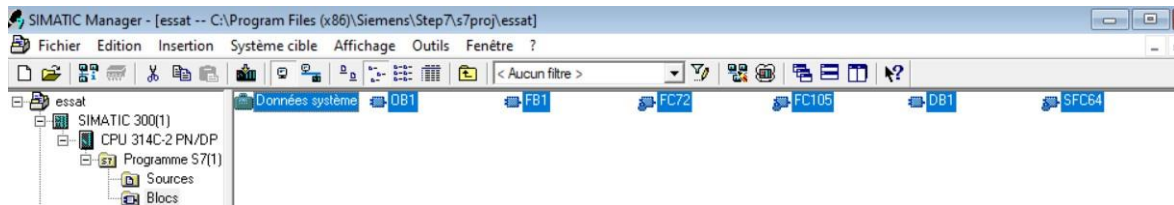


Figure 3.25: Sélection des blocs

- 2- Le chargement de système :

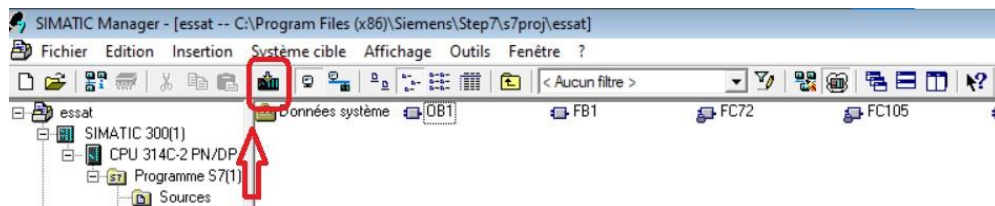


Figure 3.26: Chargement de système

- 3- Chargement et visualisation de FB1 :

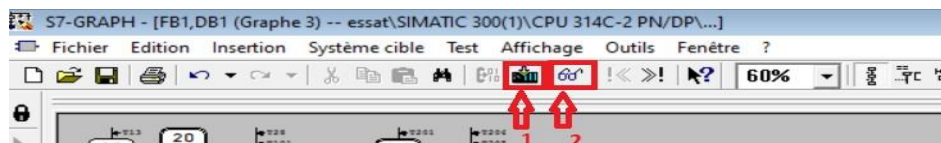


Figure 3.27: Visualisation

- Test et simulation de programme :

- Première partie :

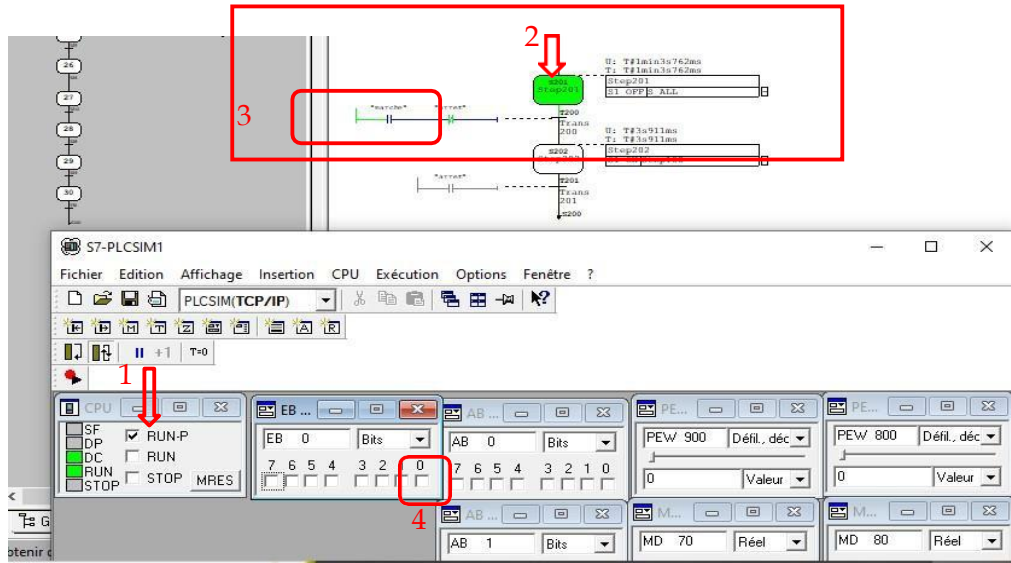


Figure 3.28: Simulation de GRAFCET 4

- 1- Le simulateur en mode **RUN** ;
- 2- L'étape 201 est allumée ;
- 3- La transition associée à cette étape nécessite que l'entrée soit configurée de manière appropriée ;
- 4- L'entrée qui doit être configuré pour franchir la transition.

- Deuxième partie :

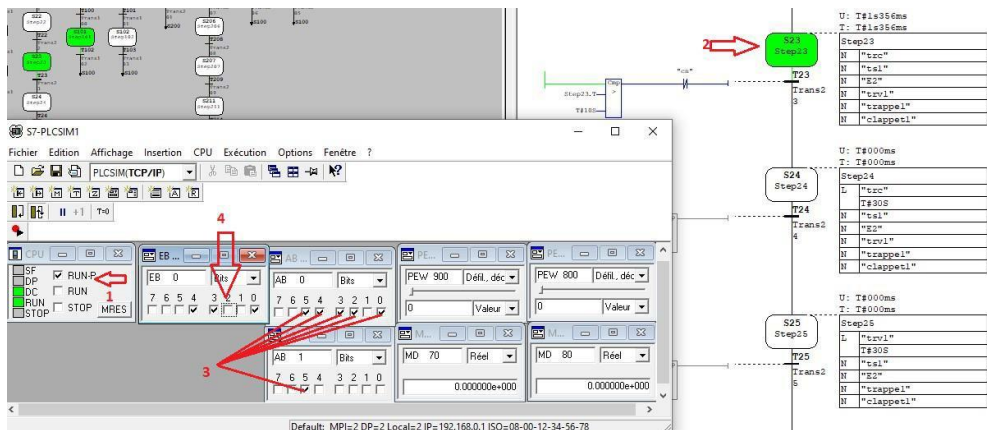


Figure 3.29: Simulation d'une partie de GRAFCET 2

- 1- Le simulateur est en mode **RUN** ;
- 2- L'étape 23 est activé cela implique que le système est à Step23 ;
- 3- Les actions de l'étape 4 sont mises en marche (trc, trv1, E2, ts1, trappe1, clappet1) ;
- 4- La transition 23 attend la configuration de l'entée adéquate, un temporisateur termine son temps exact et une mise en place sera effectuer sur l'entée 3.

- Troisième partie :

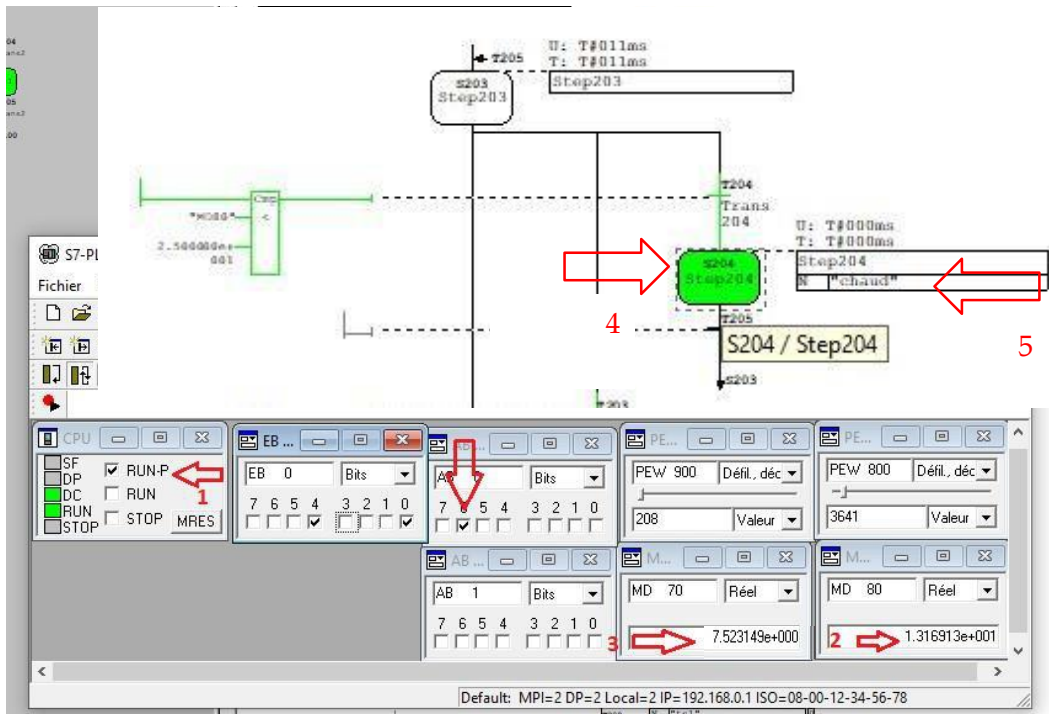


Figure 3.30: Simulation d'une partie de GRAFCET 4

- 1- Le simulateur est en mode **RUN** ;
- 2- Valeur de température comparée ( $13.16913 < 25.00$ ) ;
- 3- Valeur d'humidité comparée ( $7.5231 < 12.00087$ ) ;
- 4- L'étape 204 est activée ;
- 5- L'action de l'étape 204 est mise en marche (chaudière).

### 7. Conclusion

Au cours de ce chapitre nous avons élaboré un programme en langage GRAFCET sous l'outil Step7 en mentionnant toutes les étapes requises que nous avons suivies et utilisées tout au long de notre travail.

Step7 nous a permis de tester et de vérifier le programme établi via le simulateur PLCSIM avant de l'intégrer dans le système réel.

D'après la simulation virtuelle du programme, nous avons répondu à la solution que nous avons proposée.

## **Conclusion générale**



# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

En résumé, le secteur agro-alimentaire en Algérie présente un potentiel considérable pour favoriser la croissance économique et garantir la sécurité alimentaire du pays. Cependant, des efforts continus sont nécessaires pour développer les infrastructures, moderniser les techniques agricoles, promouvoir l'investissement et améliorer la formation des agriculteurs afin de maximiser le potentiel du secteur.

Lors de notre stage au sein de l'entreprise CIC OULED MIMOUN-TLEMCEN- nous avons grandement bénéficié sur le plan pédagogique du travail accompli, car il nous a offert de nombreux avantages significatifs. Parmi ceux-ci, nous avons pu explorer le monde industriel, mettre en pratique la théorie apprise pendant nos études et acquérir une précieuse expérience avec l'équipe d'ingénieurs.

Une étude est mise en place dans le cadre de l'automatisation de la zone de réception de blé ; effectuée sur un automate virtuelle S7-300 de groupe SIEMENS, modélisée avec le langage Grafcet, simulée par le logiciel PLCSIM, sous l'outil SIMATIC Step7.

Les travaux présentés dans ce rapport nous amènent à conclure que le domaine de l'automatisme est très apprécié et devenu incontournable pour faire face aux difficultés pratiques dans l'industrie. En effet, il permet d'accomplir efficacement les tâches les plus pénibles, répétitives et dangereuses au quotidien.

Pour mener un projet d'automatisation industrielle, il est impératif de suivre ces étapes :

- Définir les besoins clairement ;
- Etablir une liste des composants matériels nécessaires ;
- Analyser le type d'automate adapté ;
- Concevoir l'architecture du projet ;
- Structurer le programme nécessaire.

Ce mémoire fut une expérience enrichissante dans ce domaine et nous avons réussi à atteindre l'objectif principal en soulignant le rôle crucial de la formation obtenue durant ces années.

Comme perspectives nous pouvons rajouter la prise en considération des coupures d'électricité ; des alarmes et de l'archivage de notre système.

De plus ; une étude économique peut être effectuée afin d'estimer les coûts générés pour l'installation du système proposé

## Bibliographie

### Bibliographie

- [1] L. LOUETRI, CONTRIBUTION A LA MODELISATION NUMERIQUE DU COMPORTEMENT DES SILOS A TREMIE LORS DU REMPLISSAGE ET DE LA VIDANGE -Evaluation numérique du chargement de la matière ensilée sur les parois du silo-, Annaba: BADJI-MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY, 2009.
- [2] *PROCESSUS DE FABRICATION*, MOULIN AMOR BENAMOR.
- [3] Z. HEDDAR et A. FARDEHEB, Analyse Fonctionnelle et automatisation d'une Minoterie, Tlemcen, ESSAT 2021 /2022.
- [4] S. BENDIDANI et M. A. A. Essedik, «Etude d'un Système Automatisé « Cas d'une Serre »,» Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib d'Ain-Temouchent, Ain-Temouchent, 2017/2018.
- [5] A. MERAOIMA et F. KADRI, Automatismes Logiques, universitaires européennes, 2019.
- [6] «PRESENTATION DES SYSTEMES AUTOMATISES,» p. 1.
- [7] «les silos,» , master, 2009.
- [8] H. BOEHM, Silo métallique en batterie à tôle ondulée avec montants pour céréales. © Privé SA, 2020.

## Webographie

### Webographie

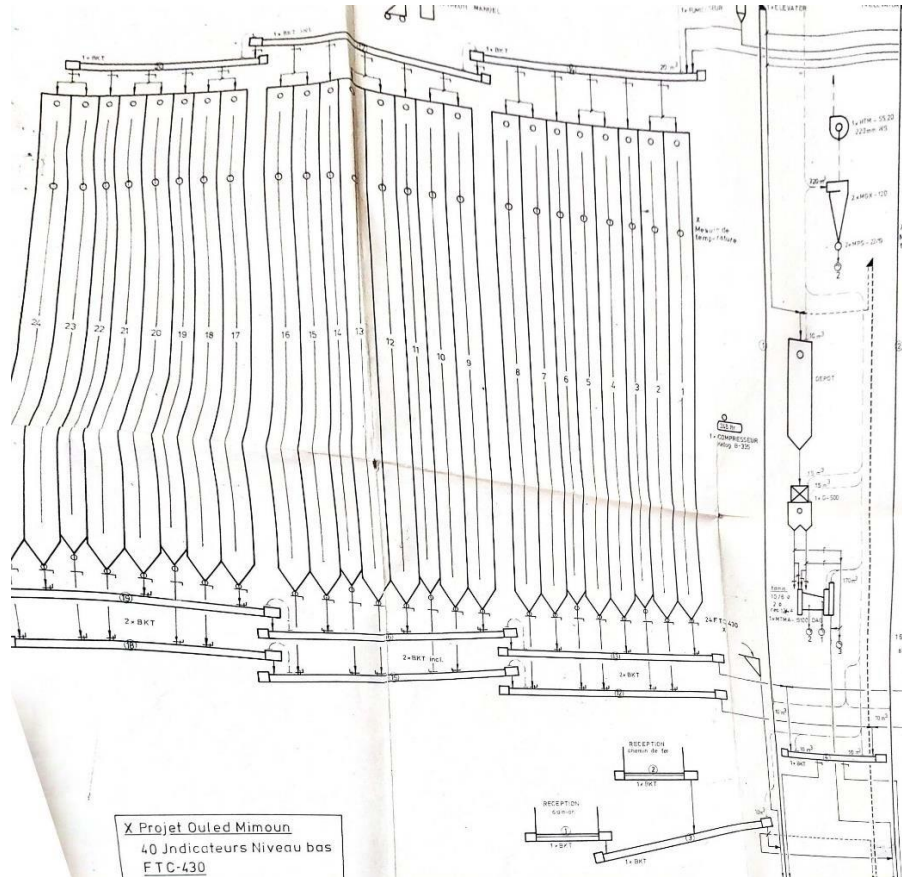
- [10] « AGRODIV », *DICOPA*. <https://www.dicopa.dz/agrodiv/> (consulté le 31 mai 2023).
- [11] « Société Holding Agrodiv - Ministère de l'industrie ». <https://www.industrie.gov.dz/fr/agrodiv/> (consulté le 31 mai 2023).
- [12] « Google Maps », *Google Maps*. <https://www.google.com/maps/search/cic+ouled+mimoun+tlemcen/> (consulté le 31 mai 2023)
- [13] « silos a grain - Recherche Google ». <https://www.google.com/search> (consulté le 27 mars 2023).
- [14] S. Cordoba, « Système spécial d'isolation thermique pour les climats extrêmes », *Silos Córdoba*, 4 octobre 2019. <https://siloscordoba.com/fr/> (consulté le 27 mars 2023).
- [15] « LES INDICATEURS DE NIVEAU ET DE Températures dans un silo - Recherche Google ». <https://www.google.com/search?q=LES+INDICATEURS+DE+NIVEAU+ET+DE+TEMP> (consulté le 27 mars 2023).
- [16] « structure des API - Recherche Google ». <https://www.google.com/search?q=structure+des+API> (consulté le 25 avril 2023).
- [17] « Conception - Analyse fonctionnelle ». <http://stockage.univ-valenciennes.fr/> (consulté le 1 juin 2023).
- [18] « automate compact et modulaire - Recherche Google ». <https://www.google.com/search?q=automate+compact+et+modulaire> (consulté le 25 avril 2023).
- [19] Mecalux, « Les types de stockage automatisé et leurs caractéristiques ». <https://www.mecalux.fr/blog/stockage-automatise> (consulté le 27 mars 2023).



**Annexes**

# Annexes

## Annexe A : Architecture de la zone de réception de CIC AGRODIV



### Résumé

Ce mémoire se focalise sur l'automatisation de la zone de réception de la minoterie CIC Ouled Mimoun de groupe AGRODIV tout en présentant les différentes étapes de ce processus en utilisant la modélisation par GRAFCET sous l'outil STEP7.

Cette étude fournit une approche pratique pour la conception, la programmation de l'API virtuelle de type Siemens S7-300. Les résultats obtenus après simulation par PLCSIM, permettent une gestion efficace et précise des étapes du processus de stockage.

---

Mots clés : 'GRAFCET', 'programmation', 'API', 'S7-300', 'STEP7', 'PLCSIM', 'AGRODIV.'

---

### Abstract

This thesis focuses on the automation of the reception area of the CIC Ouled Mimoun flour mill, belonging to the AGRODIV group, while presenting the various steps of this process using GRAFCET modeling in the STEP7 tool.

This study provides a practical approach for designing and programming the virtual API of the Siemens S7-300 type. The results obtained after simulation with PLCSIM enable efficient and accurate management of the storage process steps.

---

Key Words: 'GRAFCET', 'programmation', 'API', 'S7-300', 'STEP7', 'PLCSIM', 'AGRODIV'.

---

### الملخص

هذه المذكرة تتركز حول تطوير تلقائي لمنطقة الاستلام في مطحنة CIC Ouled Mimoun التابعة لمجموعة AGRODIV، مع عرض مراحل هذه العملية باستخدام نمذجة GRAFCET تحت أداة STEP7. تقدم هذه الدراسة نهجًا عمليًا لتصميم وبرمجة API الافتراضية من نوع Siemens S7-300. تسمح النتائج التي تم الحصول عليها بعد المحاكاة باستخدام PLCSIM بإدارة فعالة ودقيقة لمرحلة عملية التخزين.

---

كلمات مفتاحية: 'GRAFCET', 'AGRODIV', 'برمجة', 'PLCSIM', 'S7-300', 'API', 'STEP7'.

---