



## Mémoire de Master

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et Système

### Présenté par

- MENAR Sara
- TSIACHACHTS Hasna

---

# Automatisation d'une chaîne de recyclage des déchets des pâtes

---

### Proposé par :

- Pr. KARA Kamel
- Mr. MOUNGLA Mohamed

Année Universitaire 2021/2022



## *Remerciement*

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu tout puissant de nous avoir donné la volonté et la patience pour arriver où nous sommes aujourd'hui. On tient tout particulièrement à remercier l'ingénieur Mounsla Mohamed qui nous a vraiment aidé durant notre stage.

Merci à toutes l'équipe de maintenance de l'entreprise SOPI surtout à Maroua.

Un grand Merci à Kamel Kara qui était un professeur qui a contribué à notre succès avant d'être notre encadreur.

Merci à ma copine Loubna qui m'a aidé jusqu'au dernier moment.

Pour avoir bien voulu juger ce mémoire, pour les discussions enrichissantes nous remercions les membres du jury et nous leurs exprimons notre profonde gratitude.

Enfin, nous remercions toute l'équipe de département d'automatique et tous les professeurs de notre spécialité.



## *Dédicace*

Je dédie ce travail à mes très chers parents.

À mes deux frères Mohamed et Zakaria.

À toutes mes cousines surtout Ikram, Radia, Nada, Hafsa, Serine et Shyma.

À mes deux copines Loubna et Maissa.

À toute l'équipe de PUBG surtout Meriem et Kouceila.

À mes chats Léo et Caty.

*Sara Menari*

Je dédie ce travail à mes très chers parents.

À mes sœurs Meriem, Wissam et Maissa.

À mon frère Mohamed et sa femme Nassiba.

À mon oncle Youcef.

À mes copines Maroua et Ikram.

*Hasna Tsiachachats*

# Résumé (Arabe, Français, Anglais)

## تلخيص

الهدف من مشروع نهاية الدراسة لدينا هو أتمتة سلسلة إعادة تدوير نفايات المعكرونة. بعد تقديم هذه السلسلة ووصف جميع العناصر المكونة لها، حددنا المواصفات التي تحدد التشغيل التلقائي لهذه السلسلة. بعد ذلك، انطلقاً من هذه المواصفات، أنشأنا رسومات جميع أجزاء سلسلة إعادة التدوير. من أجل برمجة الآلة الآلية القابلة للبرمجة، والتحكم في تشغيل سلسلة إعادة التدوير، واستخدام لغة السلم وبرنامج STEP 7، قمنا بترجمة جميع الرسومات إلى برنامج. أخيراً، تحققنا، عن طريق المحاكاة، من الأداء السليم للبرنامج الذي قمنا بتطويره.

الكلمات المفتاحية: الأتمتة، رسومات، إعادة التدوير، نفايات العجائن.

## Résumé

L'objectif de notre projet de fin d'étude, est l'automatisation de la chaîne de recyclage des déchets des pâtes. Après avoir présenté cette chaîne et décrire tous les éléments qui la constituent, nous avons défini le cahier des charges qui précise le fonctionnement automatique de cette chaîne. Ensuite, à partir de ce cahier des charges, nous avons établi les grafjets de toutes les parties de cette chaîne de recyclage. Afin de programmer l'automate programmable S7-300, contrôlant le fonctionnement de la chaîne de recyclage, et en utilisant le langage ladder et le logiciel STEP 7, nous avons traduit tous les grafjets en programme. Enfin, nous avons vérifié, par simulation, le bon fonctionnement du programme que nous avons développé.

Mots clés : API, Grafjet, LADDER, STEP7, automatisation, recyclage, déchets des pâtes

## Abstract

The objective of our end-of-study project, is the automation of the pasta waste recycling chain. After having presented this chain and describing all the elements that constitute it, we have defined the specifications which specify the automatic operation of this chain. Then, from these specifications, we established the grafjet of all the parts of this recycling chain. In order to program the S7-300 programmable automaton, controlling the operation of the recycling chain, and using the ladder language and the STEP 7 software, we translated all the grafjets into a program. Finally, we checked, by simulation, the proper functioning of the program we developed.

Keywords: PLC, grafjet, LADDER, STEP7, automation, recycling, pasta waste.

## Table des matières

Liste des figures.....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale.....	11
<b>Chapitre1 : Présentation Générale.....</b>	<b>12</b>
1.1 Introduction .....	13
1.2 Description de l'entreprise .....	13
1.3 Les Déchets .....	14
1.3.1 Définition.....	14
1.3.2 Catégorie de déchets.....	14
1.4 Les pâtes.....	14
1.5 Le Recyclage .....	16
1.5.1 Définition.....	16
1.5.2 Qu'est-ce qui se recycle ? .....	16
1.5.3 Pourquoi on recycle les déchets des pâtes.....	17
1.5.4 Méthode de recyclage.....	18
1.6 Le broyage.....	18
1.6.1 Définition.....	18
1.6.2 Méthode de broyage .....	18
1.7 Conclusion.....	18
<b>Chapitre2 : Etude de la chaîne de recyclage des déchets.....</b>	<b>19</b>
2.1 Introduction .....	20

2.2	L'automatisation.....	20
2.3	Structure de l'automatisme.....	20
2.3.1	Partie commande (P.C).....	20
2.3.2	Partie opérative (P.O).....	22
2.4	La chaine de recyclage des déchets .....	26
2.4.1	Soufflante .....	27
2.4.1	Pressostat.....	28
2.4.2	Ecluse .....	28
2.4.3	Transporteur à vis .....	29
2.4.4	Capteur de fin de la course.....	30
2.4.5	Le broyeur .....	30
2.4.6	L'élévateur a godets.....	31
2.4.7	Capteur de rotation .....	32
2.4.8	Silo .....	33
2.4.9	Capteur de niveau .....	33
2.5	Conclusion.....	34
<b>Chapitre3 : L'automatisation de la chaine.....</b>		<b>35</b>
3.1	Introduction .....	36
3.2	Automate programmable industriel (API) .....	36
3.2.1	Définition.....	36
3.2.2	Structure interne d'un API.....	36
3.2.3	Les caractéristiques techniques d'un API .....	36

3.2.4	Présentation de l'automate s7-300.....	38
3.3	Fonctionnement .....	38
3.3.1	La zone de transfert.....	39
3.4	Grafcet de la chaine de recyclage des déchets des pates.....	40
3.4.1	Définition.....	40
3.4.2	Grafcet général .....	40
3.4.3	Zone de transfert.....	41
3.4.4	Zone de broyage .....	48
3.4.5	Grafcet d'arrêt .....	55
3.5	Programmation de l'automate S7-300 .....	57
3.5.2	Logiciel de programmation STEP7 .....	57
3.5.3	LEADDER Diagram (LD) ou schéma à contact .....	58
3.5.4	Création d'un projet avec STEP7 : .....	58
3.5.5	Le programme utilisateur .....	58
3.5.6	Table des mnémoniques.....	59
3.6	Conclusion.....	59
<b>Chapitre 4: Programmation et simulation.....</b>		<b>60</b>
4.1	Introduction .....	61
4.2	Table de mnémonique .....	61
4.3	Zone de transfert (FC1).....	64
4.3.1	Bloc démarrage soufflant 1 .....	64
4.3.2	Bloc démarrage Ecluse 1.....	64

4.3.3	Bloc démarrage Ecluse2.....	65
4.3.4	Bloc démarrage transporteur à vis 1 .....	66
4.3.5	Bloc démarrage broyeur 1 .....	67
4.3.6	Zone de transfert .....	68
4.4	Zone de broyage .....	80
4.4.1	Bloc démarrage soufflante 2.....	80
4.4.2	Bloc démarrage Ecluse 3.....	80
4.4.3	Bloc démarrage Broyeur 2 .....	81
4.4.4	Bloc démarrage Elévateur à godet.....	82
4.4.5	Bloc démarrage Transporteur à vis 2.....	84
4.4.6	La zone de broyage .....	85
4.5	Le bloc d'organisation .....	97
4.6	Simulation .....	98
4.7	Conclusion.....	100
	Conclusion générale.....	101
	Bibliographie.....	102

## Liste des figures

Figure 1.1: logo de l'entreprise SOPI .....	13
Figure 1.2 : Des pâtes alimentaires .....	14
Figure 1.3 : Fin de la ligne de production .....	15
Figure 2.1 : Vue externe d'une armoire .....	21
Figure 2.2 : Vue interne d'une armoire.....	21
Figure 2.3 : Partie puissance d'un démarrage simple .....	23
Figure 2.4 : Partie commande d'un démarrage simple .....	23
Figure 2.5 : Démarrage de 2 sens .....	24
Figure 2.6 : Démarrage étoile/triangle .....	25
Figure 2.7 : Schéma de commande de démarrage étoile/triangle .....	25
Figure 2.8 : Représentation d'un capteur .....	26
Figure 2.9 : Soufflante .....	27
Figure 2.10 : Pressostat .....	28
Figure 2.11 : Ecluse rotative.....	29
Figure 2.12 : Vis sans fin .....	29
Figure 2.13 : Transporteur à vis.....	29
Figure 2.14 : Capteur de fin de course .....	30
Figure 2.15 : Broyeur .....	31
Figure 2.16 : Elévateur dans notre chaine .....	32
Figure 3.1 : Grafct de la chaine.....	40
Figure 3.2 : Zone de Transfert .....	42
Figure 3.3 : Soufflante 1.....	43
Figure 3.4:Ecluse 1 .....	44
Figure 3.5 : Ecluse 2 .....	45
Figure 3.6 : Transporteur à Vis 1 .....	46
Figure 3.7 : Broyeur1 .....	47
Figure 3.8 : Zone de broyage.....	49
Figure 3.9: Soufflante 2.....	50
Figure 3.10 : Transporteur à vis 2.....	51
Figure 3.11 : Elévateur à godet.....	52
Figure 3.12:Ecluse 3 .....	53
Figure 3.13:Broyeur 2 .....	54

Figure 3.14 : Stop ZT.....	56
Figure 3.15 : Stop ZB.....	57
Figure 4.1 : Table de mnémonique .....	63
Figure 4.2 : Fonctions .....	63
Figure 4.3 : Bloc de démarrage S1 .....	64
Figure 4.4 : Bloc de démarrage Ecluse 1 .....	65
Figure 4.5 : Bloc de démarrage écluse2 .....	66
Figure 4.6 : Bloc de démarrage Transporteur à vis 1.....	67
Figure 4.7 : Bloc de démarrage broyeur 1.....	68
Figure 4.8 : Start ZT.....	69
Figure 4.9 : Stop ZT.....	70
Figure 4.10 : Capture de niveau 1 .....	70
Figure 4.11 : Stop automatique mémorant .....	70
Figure 4.12 : Démarrage.....	71
Figure 4.13 : Défaut .....	71
Figure 4.14 : Clignotant .....	72
Figure 4.15 : Arrêter le défaut .....	72
Figure 4.16 : Bloc soufflante1 .....	74
Figure 4.17 : Stop S1.....	74
Figure 4.18 : Retard .....	74
Figure 4.19 : Bloc EC1.....	75
Figure 4.20 : Bloc EC2.....	76
Figure 4.21 : Stop EC1 et EC2 .....	77
Figure 4.22 : Retard .....	77
Figure 4.23 : Bloc V1.....	78
Figure 4.24 : Stop V1.....	78
Figure 4.25 : Démarrage BRY1 .....	78
Figure 4.26 : Bloc BRY1.....	79
Figure 4.27 : Bloc de démarrage soufflante2 .....	80
Figure 4.28 : Bloc démarrage écluse 3.....	81
Figure 4.29 : Bloc de démarrage broyeur 2.....	82
Figure 4.30 : Bloc de démarrage Elévateur .....	84
Figure 4.31 : Bloc de démarrage vis 2 .....	84
Figure 4.32 : Start 2 .....	86

Figure 4.33 : Stop 2.....	86
Figure 4.34 : Démarrage.....	86
Figure 4.35 : Capteur de niveau 2.....	87
Figure 4.36 : Stop général .....	87
Figure 4.37 : Défaut .....	88
Figure 4.38 : Clignotant .....	89
Figure 4.39 : Stop de défaut .....	89
Figure 4.40 : Bloc de S2.....	90
Figure 4.41 : Stop S2.....	91
Figure 4.42 : Démarrage EC3.....	91
Figure 4.43: Bloc de EC3.....	92
Figure 4.44 : Stop EC3.....	92
Figure 4.45 : Démarrage BRY2.....	92
Figure 4.46 : Bloc de BRY2 .....	93
Figure 4.47: Stop BRY2.....	94
Figure 4.48 : Démarrage EV .....	94
Figure 4.49 : Bloc EV .....	95
Figure 4.50 : Stop EV .....	95
Figure 4.51 : STOP EV et V2.....	95
Figure 4.52 : Démarrage V2.....	96
Figure 4.53 : Bloc V2.....	97
Figure 4.54 : Bloc OB .....	98
Figure 4.55 : Une partie de simulation.....	99
Tableau1.1 : Procédé de recyclage dés déchet.....	17

## Liste des abréviations

- API** : Automate Programmable Industrielle.
- AU** : Arrêt d'Urgence.
- BRY** : Broyeur.
- CONT** : Schéma à Contact.
- CPU** : Central Processing Unit.
- CTRL** : Control de rotation.
- DB** : Blocs Des Données.
- EC** : Ecluse.
- EV** : Elévateur.
- FB** : Bloc Fonctionnel.
- FBD** : Function Bloc Diagram.
- FC** : Les Fonctions.
- Finc** : Fin de course.
- GRAFCET** : Graphe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transition.
- IL** : Instruction List.
- LD** : Ladder Diagram.
- LIST** : Liste d'Instruction.
- OB** : Blocs d'Organisation.
- PC** : Partie Commande.
- PO** : Partie Opérative.
- PRS** : Pressostat.
- SFB** : Bloc Fonctionnel Système.
- SFC** : Sequential Function Chart.
- SOPI** : Société des Pâtes Industrielles.
- ST**: Structured Text.
- V**: Vis.

## Introduction générale

Nous constatons à l'heure actuelle que les pâtes alimentaires sont devenues un élément très important dans l'alimentation du peuple algérien. Pour pouvoir suivre cette évolution, il est essentiel de chercher les meilleurs moyens permettant d'optimiser l'utilisation des matières premières utilisées dans la fabrication de ces produits alimentaires.

Dans l'industrie, nous utilisons des chaînes de fabrication pour produire en grande quantité plusieurs formes de pâtes. Parfois, à la fin de cette chaîne nous obtenons des produits avec un format déformé (un spaghetti trop long ou un changement de format de macaroni) ou autres problèmes relatifs au produit final. C'est normal que ne nous obtenons pas toujours des produits parfaits, mais il est important que les produits irréguliers, classés comme des déchets, ne soient pas jetés. Il est évident que jeter de tels déchets, qui sont des produits propres, est une grande perte économique aux fabricants et un gaspillage de la matière première.

Les responsables cherchent toujours la perfection pour leurs sociétés de fabrication, la maximisation des gains et la minimisation des pertes. Le recyclage des produits irréguliers est une solution qui pourrait répondre à ces objectifs. Ce recyclage est, en général, assuré par une méthode de broyage qui consiste à réduire ces déchets pour les réutiliser de nouveau dans le processus de production.

Dans le cadre de la réalisation de notre projet, nous avons effectué un stage pratique au niveau de l'entreprise « SOPI ». L'objectif de ce stage était d'étudier et d'automatiser la chaîne de recyclage des déchets des pâtes. Le fonctionnement du système de recyclage est contrôlé par un automate Siemens, plusieurs capteurs et divers moteurs. L'objectif de notre projet est d'établir un programme, le logiciel STEP7 et le langage à contact, qui permet de gérer les différentes parties de ce système.

Ce mémoire comporte quatre chapitres :

Le premier chapitre permet de présenter l'entreprise où nous avons effectué notre stage et de formuler la problématique considérée.

Le deuxième chapitre permet de définir la chaîne de recyclage ainsi que ses différentes parties.

Dans le troisième chapitre, nous introduisons l'API utilisé et nous expliquons le fonctionnement de la chaîne de recyclage.

Le dernier chapitre est dédié à la partie programmation de l'automate contrôlant le fonctionnement du système de recyclage.

---

# **Chapitre 1**

## **Présentation Générale**

---

## 1.1 Introduction

Généralement dans l'industrie on cherche la perfection mais le monde évolue rapidement et l'industrie doit suivre son rythme pour la réussite et l'économie, en conséquence le groupe doit infiniment chercher des problèmes et ses solutions.

L'objet de ce chapitre est de présenter l'entreprise où nous avons effectué notre stage, et de présenter la problématique à résoudre ou plutôt à développer.

## 1.2 Description de l'entreprise



Figure 1.1: logo de l'entreprise SOPI [1]

Mama est une marque commerciale de SOPI, Société des Pâtes Industrielles, entreprise spécialisée dans la transformation des céréales et production de pâtes et couscous. Située à Guerouaou, localité de la Mitidja entre Boufarik et Blida, SOPI a, petit à petit, marqué sa contribution à cette industrie grandissante et si particulière dans cette région d'Algérie. SOPI est portée par plus de 500 travailleurs, ingénieurs, techniciens et opérateurs.

SOPI est une entreprise qui va de l'avant. Au fil des années, le groupe n'a cessé de chercher l'innovation et l'excellence pour satisfaire ses consommateurs nationaux et internationaux. Que ce soit à travers le lancement de nouveaux produits ou le développement de nouveaux marchés, SOPI est en constante évolution grâce à la richesse de son capital humain. Si l'entreprise occupe aujourd'hui une place de choix dans le secteur des céréales en Algérie, c'est grâce à une stratégie

de développement qui a su s'adapter aux migrations du marché et répondre aux attentes de l'environnement. Sa réussite découle du succès de ses marques auprès de ses clientèles [1] (figure1.1).

## 1.3 Les Déchets

### 1.3.1 Définition

La loi du 15 juillet 1975 définit un déchet comme « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou de l'utilisation ou tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon » [2].

### 1.3.2 Catégorie de déchets

Ces déchets peuvent être classés selon leur origine en plusieurs grandes catégories :

#### a) Les déchets municipaux

Sont classées :

- les déchets des ménages et des déchet assimilés.
- les déchets des collectivités.
- les déchets de l'automobile.

#### b) Les agricoles et agroalimentaires

Déjections animales, résidus de récoltes, déchets organiques, déchets de forêts.

#### c) Les déchets industriels

Les déchets des entreprises [2].

## 1.4 Les pâtes



Figure 1.2 : Des pâtes alimentaires [3]

### 1.4.1 Définition

Les pâtes alimentaires (figure1.2) peuvent être décrites comme des produits culinaires prêts à l'emploi, et soumis à des traitements physiques appropriés tels que le tréfilage, ce qui leur donne l'aspect souhaité par les usagers. L'ajout de gluten, des légumes et des aromates est également autorisé [3].

L'industrie des pâtes passe par plusieurs étapes et à la fin de la ligne de production et avant l'emballage, un système automatisé sépare la bonne pâte de la mauvaise après la vérification des erreurs.

### 1.4.2 Les déchets des pâtes

Pour n'importe quelle fabrication il y a toujours des produits avec mauvaise fabrication on les appelle des produits irréguliers, même pour la fabrication des pâtes on trouve des quantités de produit irrégulière. Un système automatisé détecte ces produits et à la fin de la ligne de production il les rejette (figure1.3).

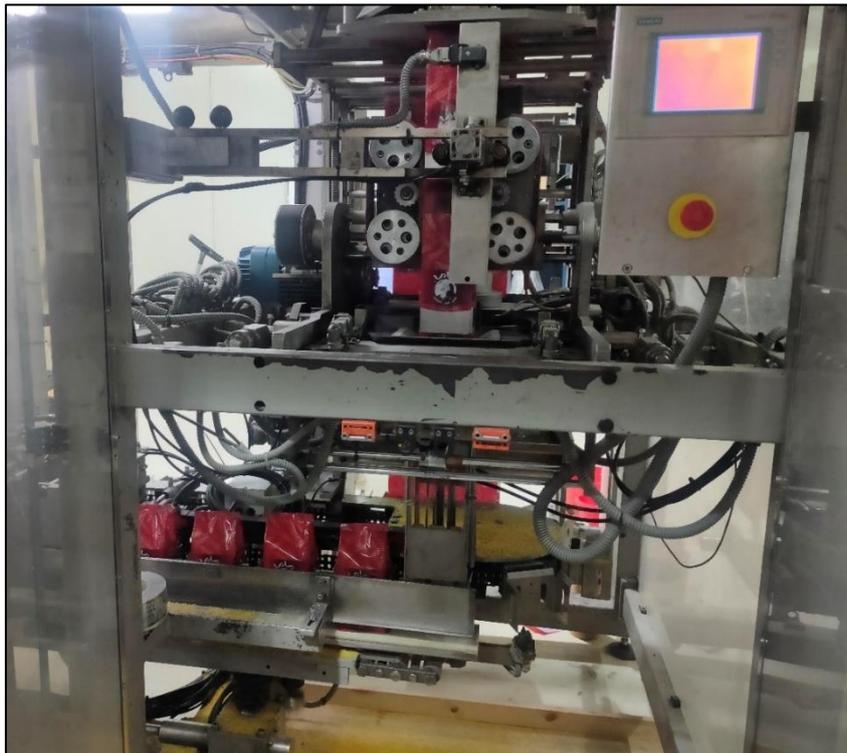


Figure 1.3 : Fin de la ligne de production

### 1.4.3 Les défauts

Les produits avec mauvaise fabrication sont des pâtes propres qui ont des erreurs comme par exemple :

- Pate trop longue (un spaghetti trop long).
- Pate trop courte.
- Pate croue.
- Couleur différente (la couleur normale est jaune).
- Changement de format.

Malgré qu'ils soient des produits propres mais c'est impossible à commercialiser, l'abandonnement de ces déchets est une perte et un gaspillage pour l'entreprise.

### 1.4.4 Solution

Le recyclage de déchet des pâtes est une solution idéale.

## 1.5 Recyclage

### 1.5.1 Définition

Le recyclage est un procédé de traitement des déchets industriels et des déchets ménagers qui permet de présenter dans le cycle de production, des matériaux qui le composent.

Dans ce domaine, les objectifs de l'écologie et ceux des consommateurs se rejoignent, mais parfois divergent, c'est alors le législateur qui intervient. Ainsi, en particulier depuis les années 70, le recyclage est une activité importante de l'économie et des conditions de vie des pays développés [4].

### 1.5.2 Qu'est-ce qui se recycler ?

On peut recycler de nombreux matériaux (tableau 1.1).

<b>Matière recycle</b>	<b>Produit nouveau</b>
<b>Acier</b>	-Pièces de moteur. -Outils. -Des boites.
<b>Aluminium</b>	-De papier d'emballage. -Les canettes. -Des constituants d'automobile.
<b>Caoutchouc</b>	-Les bacs à fleurs.

	-Panneaux d'insonorisation.
<b>Carton</b>	-Fabrication d'autres types de papier et de carton
<b>Gravats</b>	Broyés sous forme de granulats employés à nouveau dans le secteur de bâtiment ou le secteur industriel.
<b>Papier</b>	-fabrication d'autres types de papier et de carton. -dalles pour faux –plafond.
<b>Plastique</b>	Fabrication de sacs, de récipients et couvercles pour produits non alimentaires. -meubles de jardin, -Vêtements -Jouets -Tuyaux -De pièces d'automobile (pare-chocs batterie...)
<b>Textile</b>	-Textile -Pâte à papier
<b>Verre</b>	-Refonte des articles en verre pour en faire des neufs
<b>Equipement électriques électronique</b>	-Les appareils sont récupérés, démantelés, d'chiquetés, et broyés au moyen d'une chaine. Les fragments valorisables sont récupérés sous forme de métaux, câbles, plastiques.

Tableau 1.1 : Procédé de recyclage des déchets [4]

### 1.5.3 Pourquoi on recycle les déchets des pâtes

- Augmentation de la production.
- Réduire le coût.
- Une meilleure gestion.
- Le cout de stockage ou de traitement est de plus en plus important.

### **1.5.4 Méthode de recyclage**

Le broyage est la méthode approuvée par les usines pour le recyclage.

## **1.6 Broyage**

### **1.6.1 Définition**

Les pates avec mauvaise fabrication sont mouillées de la même façon que le sont ceux de blé tendre, ils passent ensuite entre des gros cylindres cannelés qui tournent en sens inverse. Le blé dur est ainsi broyé en particules plus petites.

### **1.6.2 Méthode de broyage**

Un grand sac est installé en bas de la fin de la ligne de production où les mauvaises pates tombent. Un employeur déplace le sac plein vers une machine cylindrique qui tourne en sens inverse et nommée broyeur.

## **1.7 Conclusion**

Le broyage est une méthode de recyclage manuel efficace pour diminuer le gaspillage, mais elle prend beaucoup de temps, fatigante pour l'employeur et entraîne une perte d'argent. Pour cela les automaticiens de l'entreprise ont pensé à créer une chaîne automatique de recyclage des déchets.

---

## **Chapitre2**

# **Etude de la chaine de recyclage des déchets**

---

## 2.1 Introduction

A l'entreprise, les automaticiens ont créé une chaîne automatique de recyclage des déchets des pâtes ; cette chaîne est l'objet de notre projet. L'objectif de ce chapitre, est de faire une présentation de cette chaîne en décrivant ses principaux composants.

## 2.2 L'automatisation

L'automatisation est l'ensemble des techniques électriques, électroniques, mécaniques et fluidiques qui concourent à réaliser un automate dans le but de remplacer l'homme dans les tâches pénibles, répétitives ou dangereuses [5].

## 2.3 Structure d'un automatisme

Dans la conception d'un système automatisé, il faut tenir compte des deux composantes qui le forment :

### 2.3.1 Partie commande (P.C)

Elle reçoit les consignes de l'opérateur et les comptes rendus de la partie opérative, et adresse des ordres à la partie opérative et des signaux à l'opérateur (figures 2.1 et 2.2).

Les appareils de commande et de protection sont :

#### a) Disjoncteur

C'est un interrupteur électrique à commande automatique, conçu pour laisser circuler le courant électrique et protéger un circuit électrique contre les dommages causés par un courant excessif provenant d'une surcharge ou d'un court-circuit.

#### b) Sectionneur

C'est un appareil électromécanique permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation. Il est capable d'ouvrir et fermer un circuit lorsque le courant est nul ou pratiquement nul, afin d'isoler la partie de l'installation du sectionneur.

#### c) Relais thermique

Ils sont utilisés dans les démarrages des moteurs pour assurer la protection contre les surcharges et les coupures de phase.

**d) Contacteur**

Un contacteur permet d'ouvrir ou fermer un circuit d'un signal électrique.

**e) Bouton poussoir (BP)**

Dispositif de commande d'un appareil électrique destiné à être actionné manuellement et possédant un ressort de rappel.

**f) Arrêt d'urgence (AU)**

Ce sont des interrupteurs d'arrêt.



Figure 2.1 : Vue externe d'une armoire

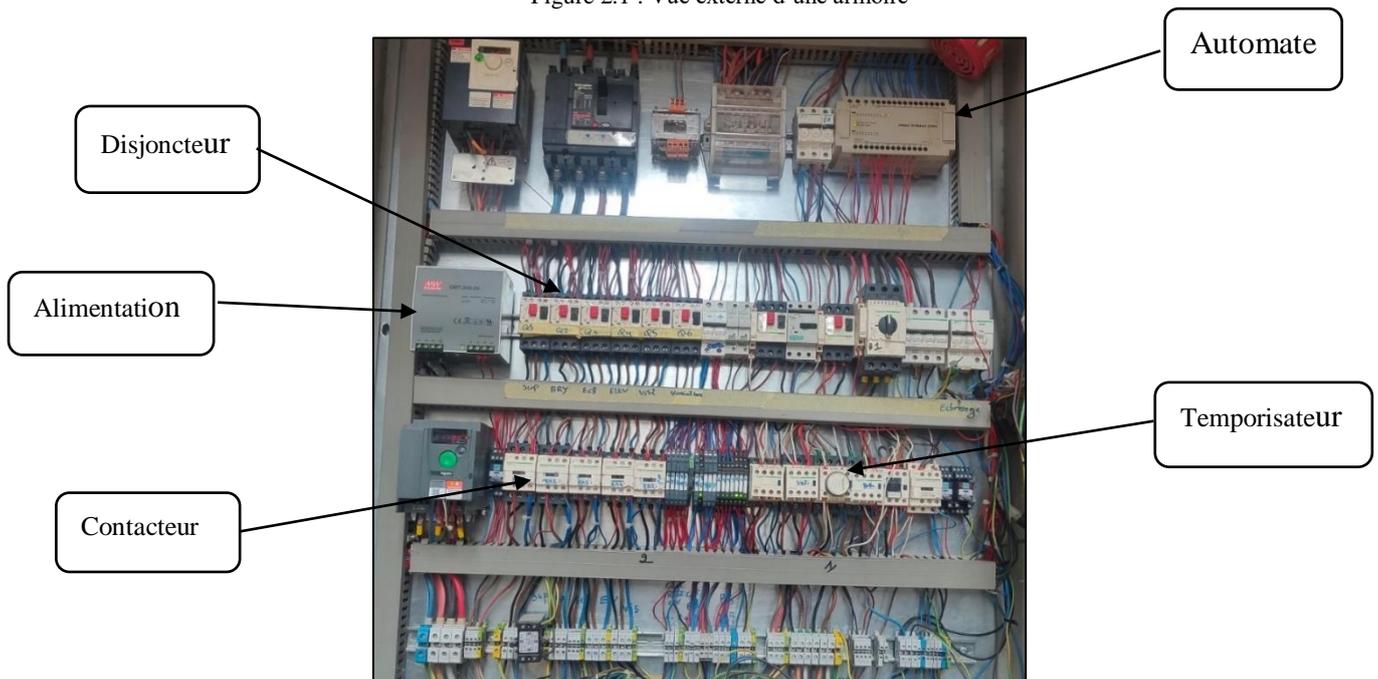


Figure 2.2 : Vue interne d'une armoire

### 2.3.2 Partie opérative (P.O)

Elle reçoit les ordres de la partie commande et adresse des comptes rendus à la partie commande. Dans la partie opérative les actionneurs exécutent les ordres reçus et les capteurs réagissent à l'état du système.

#### a) Actionneurs

L'actionneur permet d'exécuter les ordres de la partie commande.

#### b) Pré-actionneurs

Le rôle de près-actionneur est de générer l'énergie de la commande d'actionneur.

On peut classer les pré-actionneurs comme suite :

Pneumatiques et hydrauliques (distributeurs).

Electriques (les relais et contacteurs).

Dans notre projet, nous utilisons les pré-actionneurs électriques.

#### c) Moteurs

Le moteur asynchrone est le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de son faible coût, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité.

La machine asynchrone est constituée de deux éléments principaux :

**Le stator** : constitué de trois enroulements (bobines) parcourus par des courants alternatifs triphasés et possède paires de pôles.

**Le rotor** : partie tournante du moteur. Le rotor peut être constitué par un bobinage triphasé, mais le plus souvent, il est constitué d'une masse métallique en l'aluminium pour l'alléger [6].

Les types des démarrages du moteur :

#### ❖ Démarrage direct de moteur (un seul sens)

Le moteur asynchrone triphasé est commandé par un bouton de marche et un bouton d'arrêt, l'arrêt est prioritaire.

Le schéma de puissance est constitué principalement d'un sectionneur, d'un contacteur et d'un relais thermique schéma de commande en basse tension comprend un transformateur (mono 230V ou mono 400V) et ses protections (figure 2.3 et 2.4).

Les schémas suivants permettent d'alimenter un moteur asynchrone :

Partie commande

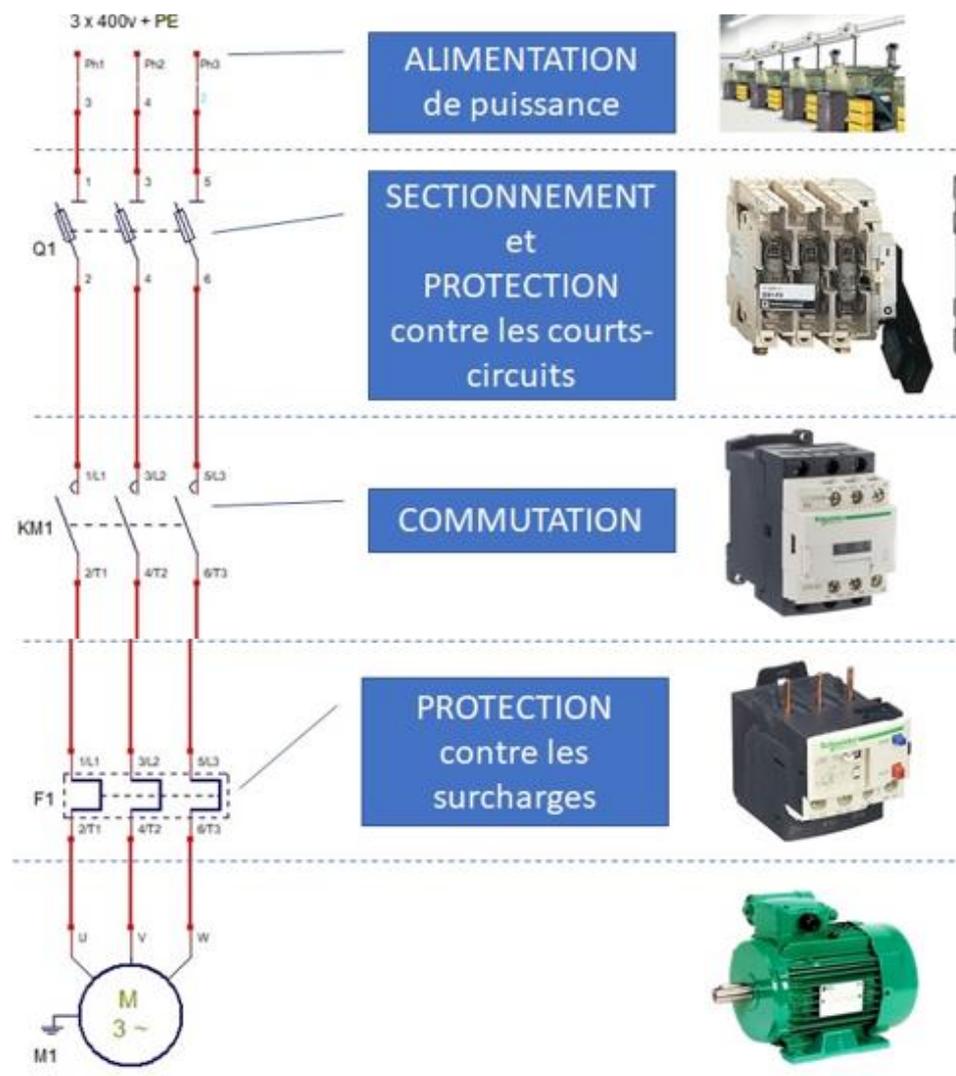


Figure 2.3 : Partie puissance d'un démarrage simple [7]

Partie puissance

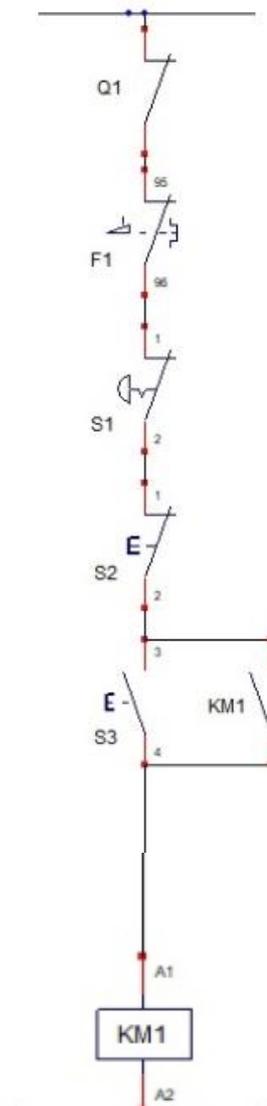


Figure 2.4: Partie commande d'un démarrage simple [7]

❖ Démarrage direct de moteur (à deux sens)

Le moteur asynchrone triphasé est commandé par un bouton marche avant, un bouton marche arrière et un bouton d'arrêt, l'arrêt est prioritaire.

Le schéma de puissance est constitué principalement d'un sectionneur, de deux contacteurs équipés d'inter-verrouillage et d'un relais thermique.

Les schémas suivants permettent d'alimenter ce moteur (figure 2.5) :

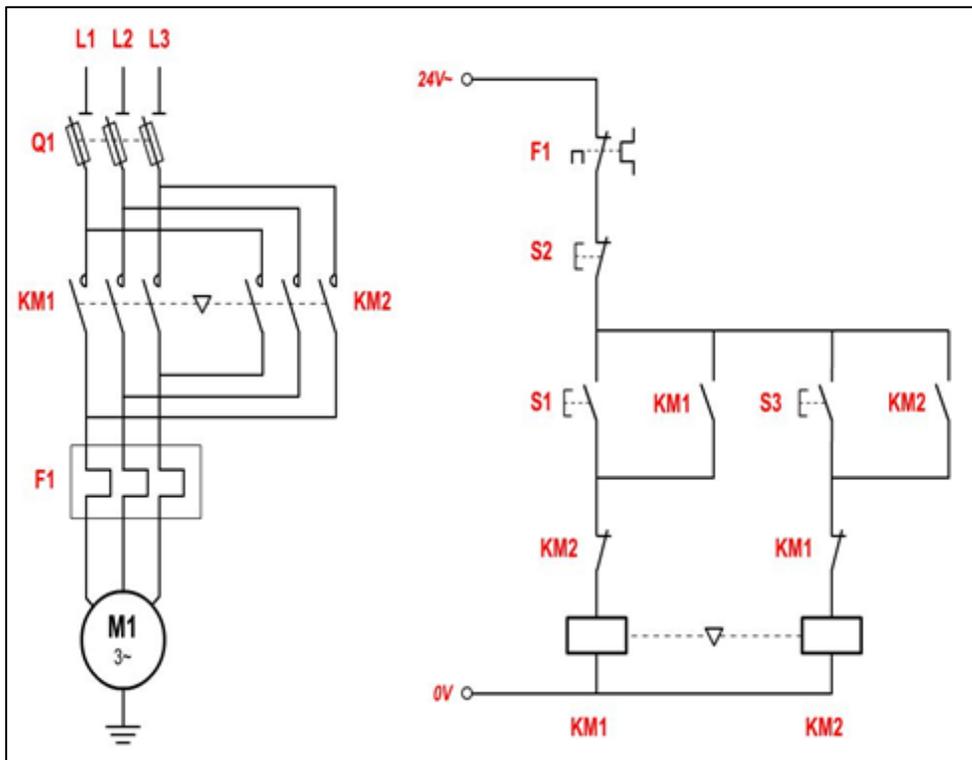


Figure 2.5 : Démarrage de 2 sens [5]

### ❖ Démarrage moteur étoile /triangle

Le moteur est commandé par un bouton marche et un bouton d'arrêt, l'arrêt est prioritaire.

Lors de la mise sous tension du moteur, le couplage des enroulements est fait en étoile, ce qui permet de démarrer le moteur sous une tension inférieure à la tension nominale.

Ce couplage est maintenu pendant le temps nécessaire au moteur pour atteindre environ 80% de sa vitesse nominale. Ensuite le moteur sera alimenté sous sa tension nominale en remplaçant le couplage étoile par le couplage triangle [6].

Les schémas suivants permettent d'alimenter ce moteur (figures 2.6 et 2.7) :

Schéma de puissance :

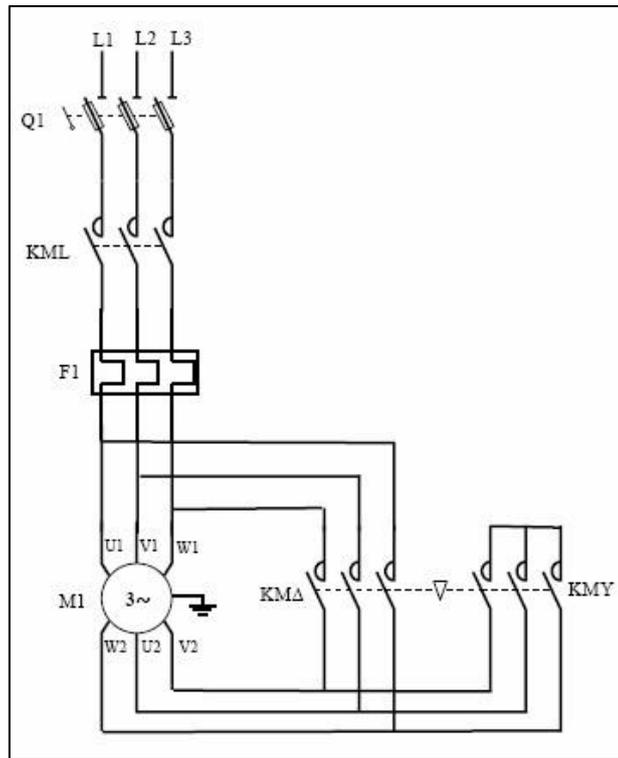


Figure 2.6 : Démarrage étoile/triangle [6]

Schéma de commande :

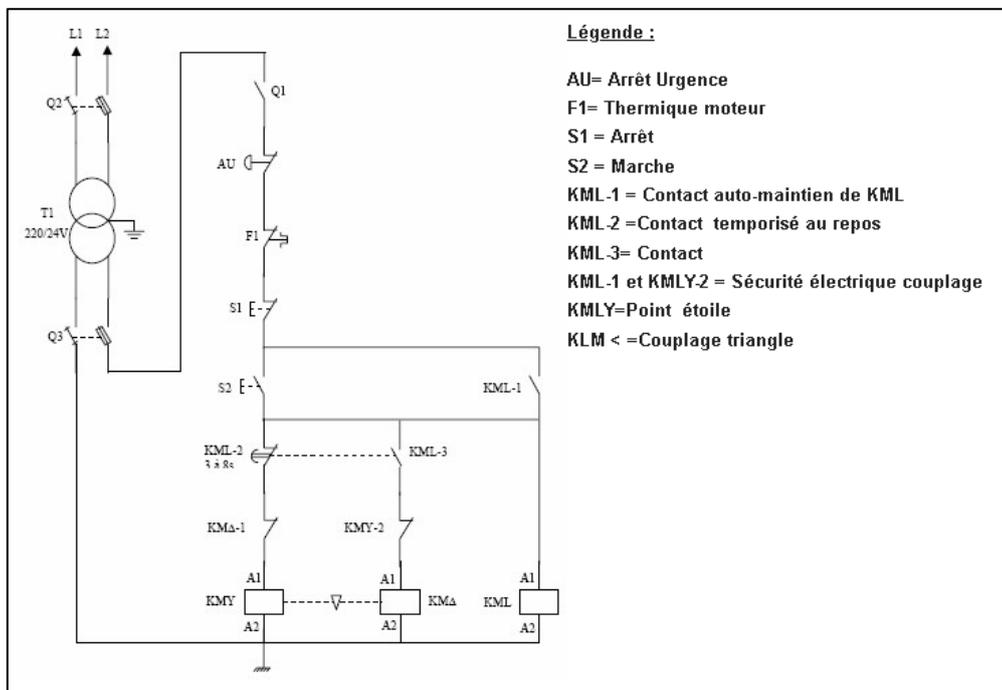


Figure 2.7 : Schéma de commande de démarrage étoile/triangle [6]

Plusieurs variantes de schémas de commande sont possibles pour obtenir un fonctionnement identique.

### g) Capteurs

Le capteur (figure 2.8) est un dispositif capable de détecter une information (phénomène) physique dans l'environnement et la retransmettre sous forme de signal, généralement un signal électrique [6].

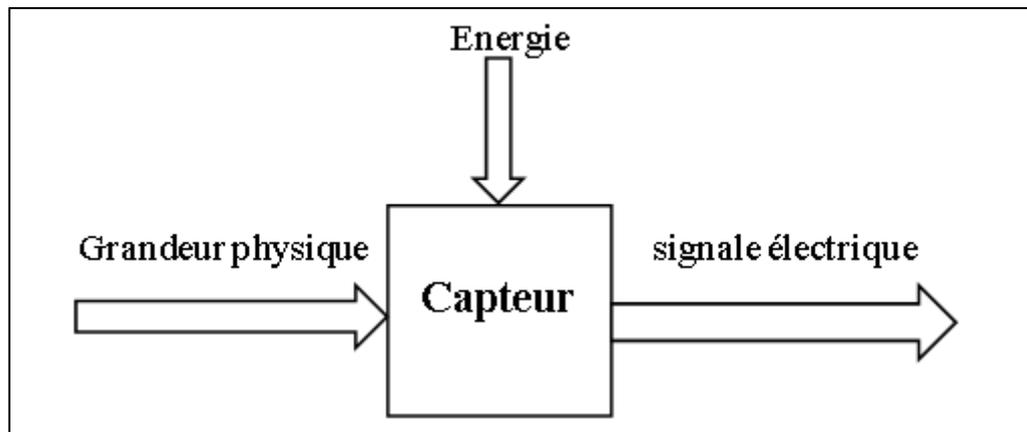


Figure 2.8 : Représentation d'un capteur [6]

### ❖ Types de capteurs

En distingue les catégories suivantes :

- ✓ Capteurs actifs (captures directs) : on parle de capteur actif lorsque le phénomène physique qui est utilisé pour la détermination du mesurande effectue directement la transformation en grandeur électrique.
- ✓ Capteurs passifs : Il s'agit généralement d'impédance dont l'un des paramètres déterminants est sensible à la grandeur mesurée [6].

## 2.4 Chaîne de recyclage des déchets

La chaîne de recyclage des déchets des pâtes est l'ensemble des opérations de broyage, de transport et de transformation nécessaires, pour remettre les mauvaises pâtes à leur état initiale

avant la production pour l'utilisation comme un nouveau blé. Cette chaîne se compose de deux zones :

- Zone de transfert qui se compose d'un broyeur, deux écluses, une soufflante, un transporteur à vis, capteur de fin de course et pressostat.
- Zone de broyage qui se compose d'un 2<sup>ème</sup> broyeur, une soufflante, une écluse, un élévateur, un transporteur à vis, deux capteurs de niveau, capteur de fin de course et capteur de rotation.

### 2.4.1 Soufflante

#### a) Définition

Une soufflante est une machine destinée à produire un mouvement d'air (figure2.9).

#### b) Fonctionnement

Elle fonctionne comme un ventilateur, l'air sortant permet de pousser en avant le produit avec une certaine pression sélectionnée avec précision tout en évitant le dépassement. Pour cela on ajoute un pressostat.

La soufflante est la première machine qui fonctionne pendant le démarrage de la chaîne et la dernière machine qui s'éteint lors l'arrêt de la chaîne.



Figure 2.9 : Soufflante

### 2.4.1 Pressostat

#### a) Définition

Un pressostat (figure 2.10) est un dispositif détectant le dépassement d'une valeur prédéterminée de la pression d'air. L'information rendue peut être électrique, pneumatique, hydraulique ou électronique. Ils sont destinés à ouvrir puis fermer un circuit électrique à des valeurs de pressions déterminées par le réglage [8].

#### b) Fonctionnement

Le pressostat a le rôle de détecter le dépassement de pression d'air pour éviter de disperser les pâtes.



Figure 2.10 : Pressostat [8]

### 2.4.2 Ecluse

#### a) Définition

L'écluse rotative (figure 2.11) est un élément qui est conçue pour réaliser des opérations d'extraction et de dosage du produit. Elle assure l'étanchéité, le compartimentages et/ou le dosage dans une ligne de process.

#### b) Principe de fonctionnement

Les pâtes sont déchargées à l'écluse pour réaliser les opérations d'extraction du produit.



Figure 2.11 : Ecluse rotative

### 2.4.3 Transporteur à vis

#### a) Définition

Un transporteur à vis est un appareil utilisé pour le transport horizontal d'un produit liquide ou grain (figures 2.12 et 2.13).

#### b) Fonctionnement

La rotation d'une vis permet de déplacer le produit à l'intérieur d'un tube.



Figure 2.12 : Vis sans fin



Figure 2.13 : Transporteur à vis [9]

### 2.4.4 Capteur de fin de course

#### a) Définition :

Un interrupteur de fin de course (figure 2.14) est un dispositif mécanique de position, qui fonctionne avec les objets solides. C'est un détecteur de présence parfait pour l'environnement industrielle.

#### b) Principe de fonctionnement :

Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique [6].



Figure 2.14 : Capteur de fin de course [10]

### 2.4.5 Broyeur

#### a) Définition

Le broyeur est une machine cylindrique qui tourne en sens inverse pour broyer le produit (figure 2.15).

#### b) Fonctionnement

Le broyeur broie les déchets des pâtes et les ramène à sa forme de production d'origine.



Figure 2.15 : Broyeur

### 2.4.6 Élévateur à godets

#### a) Définition

L'élévateur à godet (figure 2.16) est destiné à transporter les matériaux. Les godets sont fixés sur une chaîne ou une bande se déplaçant sur la hauteur de transport. Grâce à un remplissage optimum des godets, l'élévateur peut atteindre des débits de convoyage importants. Combiné à la vitesse de la chaîne ou de la sangle, la vidange des godets est particulièrement étudiée pour les produits difficiles [9].

#### b) Fonctionnement

L'élévateur à godet a le rôle de transporter les pâtes broyées vers le deuxième broyeur.

On ne peut pas nier que les défauts se produisent parfois, même pour l'élévateur ; des fois il ne tourne pas pour n'importe quel problème, donc il faut ajouter un capteur pour vérifier sa rotation (figure 2.17).



Figure 2.16 : Elévateur dans notre chaîne

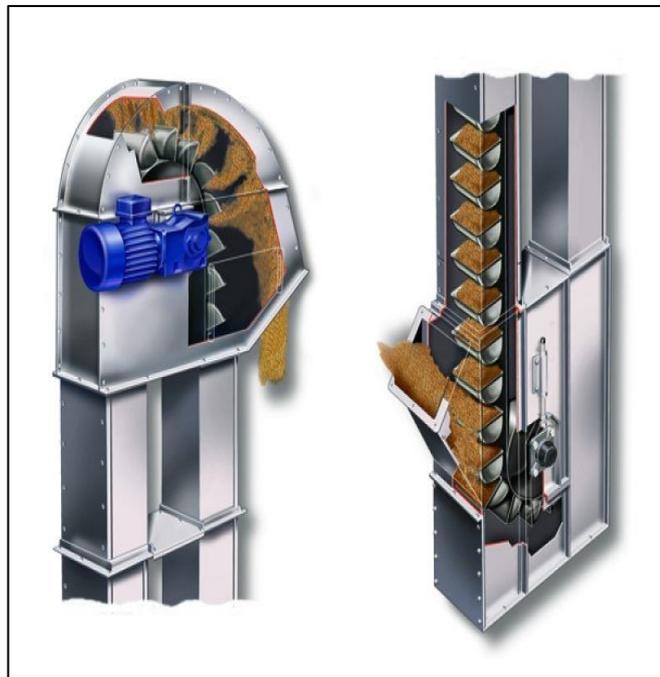


Figure 2.17 : Schéma de fonctionnement d'élévateur [11]

## 2.4.7 Capteur de rotation

### a) Définition

Le contrôle de rotation (figure 2.18) est un dispositif qui sert à évaluer les mouvements rotatif et linéaire ainsi que détecter de manière fiable les valeurs de consigne dépassées [12].

### b) Fonctionnement

On place un capteur de rotation dans l'élévateur pour savoir si l'élévateur tourne ou bien qu'il ne marche pas.

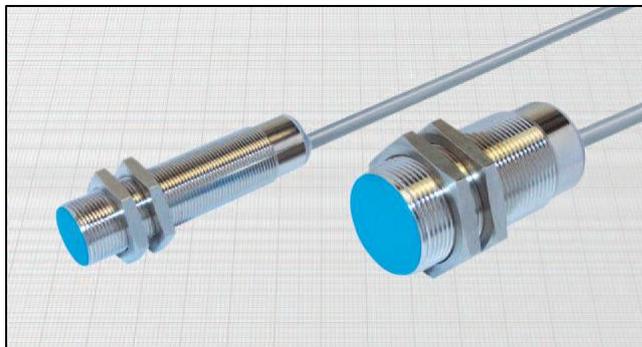


Figure 2.18 : Capteur de rotation [12]

### 2.4.8 Silo

#### a) Définition

Un silo (figure 2.19) est un grand réservoir utilisé pour l'entrepose des produits alimentaires pour les conserver.

#### b) Fonctionnement

On utilise le silo pour stocker les pâtes broyées, sans oublier qu'en certain moment le silo peut devenir plein. Pour cela on ajoute un capteur de niveau pour contrôler tout le temps la hauteur.



Figure2.19 : Silo

### 2.4.9 Capteur de niveau

#### a) Définition

Un capteur de niveau (figure 2.20) est un dispositif électronique qui permet de mesurer la hauteur de matériaux, dans un réservoir ou un autre récipient.

#### b) Fonctionnement

Ce détecteur est fixé au-dessus du silo pour surveiller le niveau de hauteur des pâtes broyées (figure 2.21).



Figure 2.20 : Détecteur de niveau [13]



Figure 2.21 : Capteur de niveau dans notre chaîne

## 2.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait une description de la chaîne de recyclage de déchets des pâtes et tous ses composants. Dans le chapitre suivant, nous aborderons l'opération d'automatisation de cette chaîne.

---

# **Chapitre3**

## **Automatisation de la chaine**

---

## 3.1 Introduction

L'automatisation de la chaîne de recyclage des déchets consiste à éliminer l'intervention humaine et mettre en place un fonctionnement automatique des différentes parties de cette chaîne. Ceci peut être assuré grâce à l'utilisation d'un automate programmable et à l'élaboration de l'ensemble de programmes qui contrôlent le fonctionnement de cette chaîne. Dans ce chapitre, nous présentons l'automate programmable industriel utilisé et nous donnons les différents Grafcets élaborés.

## 3.2 Automate programmable industriel (API)

### 3.2.1 Définition

Un automate programmable industriel est un système électronique programmable par un personnel d'automatisation destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Il effectue des fonctions d'automatisme programmées telles que la logique combinatoire, la temporisation, le comptage, la régulation etc.... Il permet de commander, mesurer et contrôler au moyen de signaux d'entrées et de sorties une gamme très variée de procédés industriels [14].

### 3.2.2 Structure interne d'un API

Une mémoire, un processeur, des interfaces d'entrées / sorties, une alimentation (220v-24v), ces quatre parties réunies entre elle par des ensembles de fils (bus de communication) autorisant le passage des informations forment un ensemble compact appelé « automate programmable ».

### 3.2.3 Caractéristiques techniques d'un API

#### a) Les automates peuvent être de type compact ou modulaire

Type compact : il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Ces automates de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

Type modulaire : le processeur, l'alimentation ou les interfaces d'entrées/sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un plusieurs racks.

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires.

**b) Tension d'alimentation**

- 24v/48V en continue.
- A partir d'une alimentation 220V alternative, le bloc alimentation peut délivrer l'alimentation en continu nécessaire à l'automate.

**c) Taille de mémoire**

En général, la taille mémoire utilisée pour le programme utilisateur évolue de 48KB à 512KB (EPROM).

**d) Temps de scrutation**

Une scrutation est la vérification répétitive et automatique de l'état d'un ou plusieurs éléments d'un système pour détecter un changement.

**e) Temps de sauvegarde**

Les mémoires RAM imposent un temps de sauvegarde par batterie rechargeable pour éviter la volatilité de leur contenu en cas de coupure de courant [14].

**f) Langage**

Nous pouvons trouver les langages suivants :

- Langage littéral structuré (ST : Structured Text).
- Liste d'instructions (IL : Instruction list).
- Blocs fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram).
- Grafcet (SFC: Sequential Function Chart).
- Langage à contact (LD : ladder Diagram).

Dans notre projet nous utilisons le Grafcet et le langage à contact (LD).

**g) Gamme SIMATIC S7**

C'est une gamme d'automates qui comporte trois familles :

**S7-200** : qui est un micro-automate pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu' a 7 modules.

**S7-300** : mini –automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme avec possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.

**S7-400** : est un automate haut performance pour les applications de milieu et de haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules.

Dans notre projet, nous utilisons l'automate S7-300 [1].

### 3.2.4 Présentation de l'automate s7-300

#### a) Définition

L'automate programmable industriel S7-300 est un automate modulaire de la famille SIMATIC pour applications d'entrées et de milieu de gamme.

La configuration et le jeu d'instructions des API SIEMENS sont choisis pour satisfaire des exigences typiques et industrielles, et la capacité d'extension variable permet une adaptation facile de l'appareil à la tâche considérée.

L'automate S7-300 est constitué d'une configuration minimale composée d'un module d'alimentation, de la CPU, du coupleur et de modules d'entrées /sorties.

#### b) Modularité

Le S7-300 est de conception modulaire. Ses modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation. Les types de ces modules sont :

- Modules d'alimentations (PS).
- Unité centrale (CPU).
- Coupleurs (IM).
- Processeurs de communication (CP).
- Module de fonctionnements (FM).
- Modules de signaux (SM).
- Modules de simulation (SM 374) [14].

## 3.3 Fonctionnement

Les pâtes irrégulières sont lâchées à la fin de la ligne de production. Un système automatique nommée « la chaîne de recyclage des déchets » envoie ses déchets vers un silo de stockage pour les recyclé, ce système est contrôlé à partir de deux armoires.

La chaîne de recyclage de déchet des pates se compose de deux parties : zone de transfert (ZT) et zone de broyage (ZB). Chaque zone possède une armoire de commande.

Dans chaque armoire, on trouve deux commutateurs, l'un pour le mode manuel et l'autre pour le mode automatique. Le mode manuel est généralement utilisé seulement pour les tâches d'essai et de réparations, alors que le mode automatique est utilisé pour le fonctionnement du système.

Nous trouvons dans chaque armoire un bouton Start pour démarrer le système et un bouton Stop pour l'arrêter.

### **3.3.1 Zone de transfert**

#### **a) Démarrage**

Cette zone est la première partie de la chaîne de recyclage. Au début le système vérifie le bloc de sécurité (les arrêts d'urgence), en cas où le bloc de sécurité est en bon état de fonctionnement (c'est-à-dire pas de problème), le premier système pneumatique démarre en premier.

Si le premier capteur de niveau haut (LH1) est à zéro (c'est-à-dire le silo n'est pas plein), l'écluse 1 (EC1), la Vis 1 (V1), l'écluse 2 (EC2) et le broyeur démarrent.

#### **b) Arrêt**

Après avoir appuyé sur le bouton d'arrêt automatique de cette zone, le broyeur manuel (BRY1) s'arrête en premier, puis la vis (V1), ensuite l'écluse 1 (EC1) et l'écluse 2 (EC2).

Au contraire de démarrage, le système pneumatique (S1) est le dernier qui s'arrête.

### **3.3.2 Zone de broyage**

#### **a) Démarrage**

Le système vérifie le bloc de sécurité (les arrêts d'urgence), en cas où le bloc de sécurité est en bon état de fonctionnement (c'est-à-dire pas de problème), le deuxième système pneumatique démarre en premier.

Si le deuxième capteur de niveau haut (LH3) est à zéro (c'est-à-dire le silo n'est pas plein), l'écluse 3 (EC3), le broyeur automatique (BRY2) et l'élévateur à godet démarrent.

Le capteur de rotation (CTRL) arrête l'élévateur (EV) et la vis 2 (V2) s'il détecte que l'élévateur ne tourne pas, c'est-à-dire il y a un défaut.

S'il n'y a aucun problème (le capteur de rotation (CTRL) est à 1), l'élévateur continue à fonctionner et le deuxième transporteur à vis démarre.

#### **a) Arrêt**

Après avoir appuyé sur le bouton d'arrêt automatique de cette zone, la vis 2 (V2) s'arrête en premier, puis l'élévateur (EV) ensuite le broyeur automatique (BRY2), puis l'écluse 3 (EC3).

Au contraire de démarrage, le système pneumatique (S2) est le dernier qui s'arrête.

## 3.4 Grafcet de la chaîne de recyclage des déchets des pâtes

### 3.4.1 Définition

Le grafcet est un diagramme (langage graphique) fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement le cahier de charges exprimant les différents comportements d'un automatisme séquentiel [14]. Un grafcet est constitué de cycles, d'étapes, des transitions et des liaisons.

On peut dire que le grafcet de niveau 2, seulement les automaticiens peuvent le comprendre, donc c'est un langage de communication entre eux.

### 3.4.2 Grafcet général

Le démarrage de la zone de transfert (ZT) et la zone de broyage (ZB) commence après la vérification de l'activation du bloc de sécurité (SCRT=1).

Ce bloc est activé si les arrêts d'urgences AU1 ou AU2 ou AU3 ou AU4 ou AU5, n'ont aucun problème. Le grafcet de la figure 3.1, représente le fonctionnement général de la chaîne de recyclage :

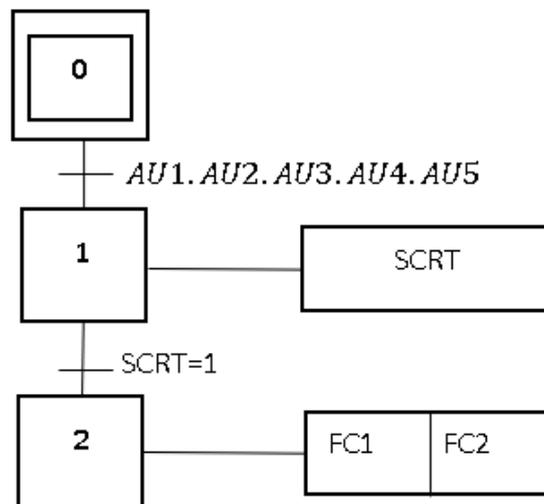


Figure 3.1 : Grafcet de la chaîne

AU1, AU2, AU3, AU4, AU5 : les arrêts d'urgence.

SCRT : état de sécurité.

FC1 : la zone de transfert ZT.

FC2 : la zone de broyage ZB.

Pour bien expliquer le fonctionnement de cette chaîne nous avons créé le grafctet de chaque zone, ensuite le grafctet pour chaque partie de chaque zone.

### 3.4.3 Zone de transfert

Le déclenchement de cette chaîne est fait par action sur le bouton start automatique (STRA1), ce déclenchement permet d'activer le mémorant start automatique (MSTRA1) et désactiver le mémorant stop automatique (MSTPA) et le stop automatique générale (STPAG).

Si le démarrage automatique générale (DEMG1) est activé, le système active la vérification de défaut générale de la zone (DefG1) qui se déclenche s'il y a un défaut pour n'importe quelle composant (Defsl ou Defec1 ou Defec2 ou Defbry1 ou Defv1).

#### ❖ S'il y a un défaut

- Déclenchement de défaut générale (DefG1).
- Lancement de clignotant de défaut.
- Toutes les machines ne marchent pas.
- Le clignotant d'un défaut s'arrête si on appuie sur le bouton acquittement (BAQ).

#### ❖ S'il n'y a aucun défaut

- Le défaut général est désactivé  $\overline{DefG1}$ .
- Pas de clignotant.
- Soufflante 1 (FC3) démarre en premier.
- Après 3 secondes l'écluse 1 (FC10) et l'écluse 2 (FC11) démarrent.
- Après 3 secondes le transporteur à vis (FC8) démarre.
- Après 3 secondes le broyeur 1 (FC6) démarre.

Pour arrêter le fonctionnement de cette zone (ZT) on appuie sur le bouton arrêt automatique (STPA1).

Le grafctet de la figure 3.2, présente ce fonctionnement.

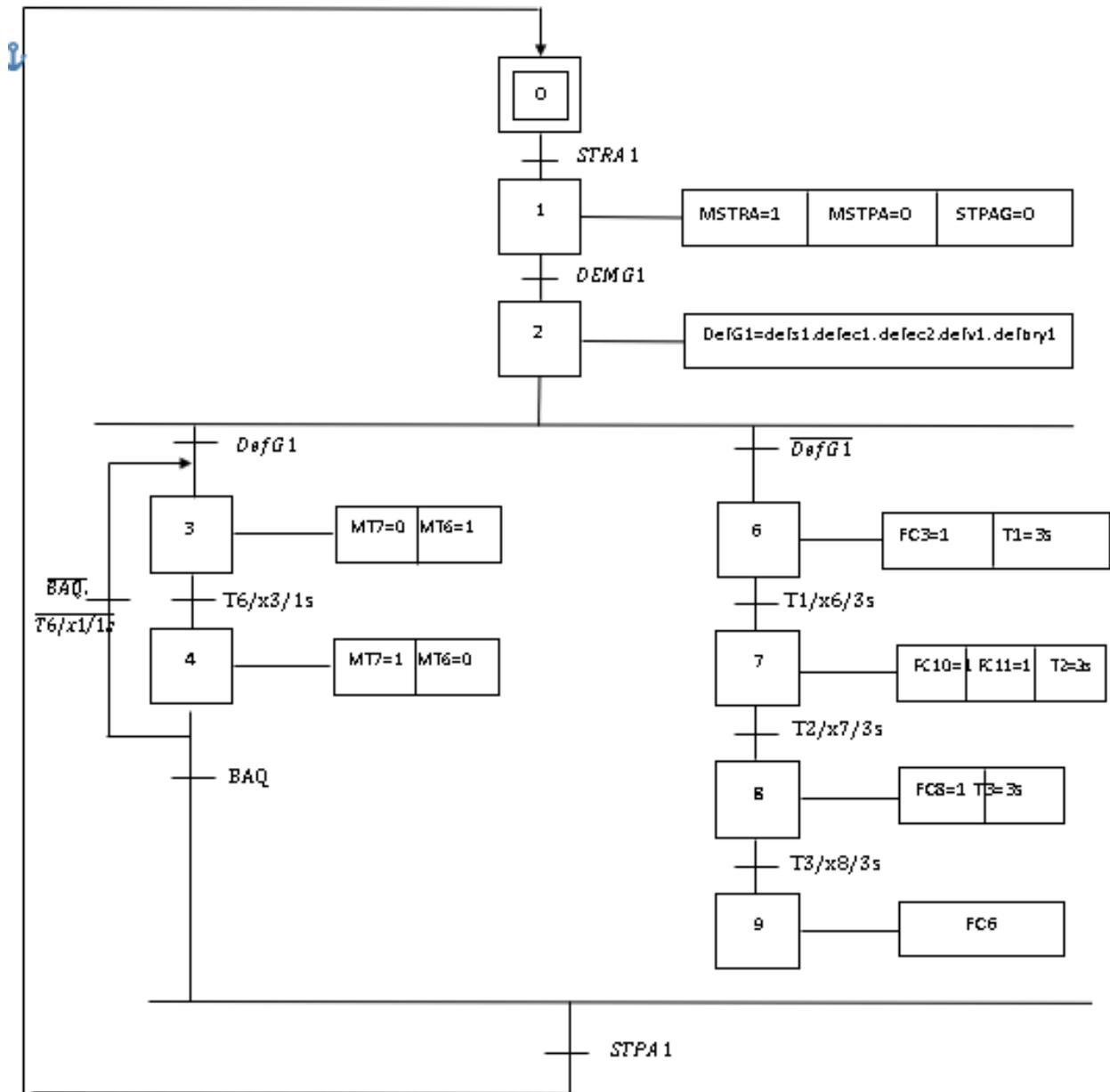


Figure 3.2 : Zone de Transfert

## a) Soufflante 1

Le grafcet de la partie soufflante 1 est donné par la figure 3.3.

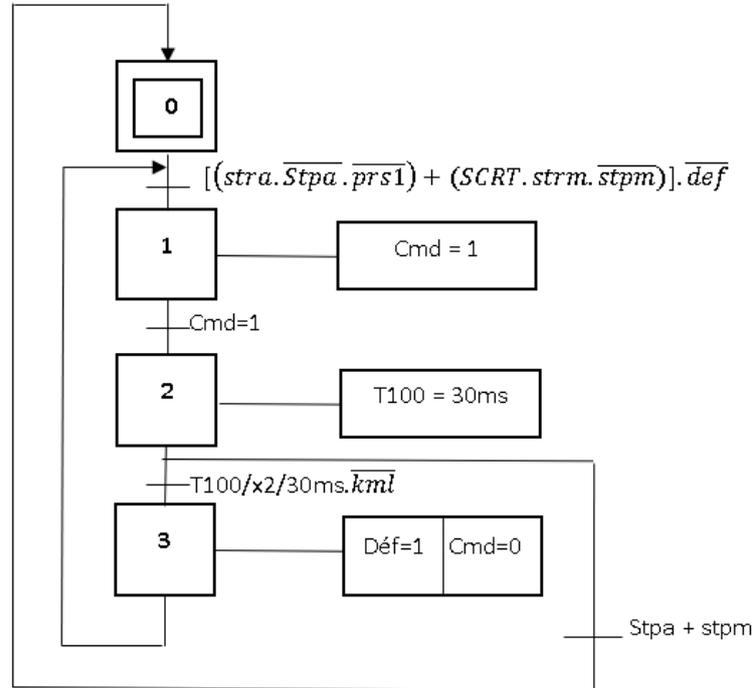


Figure 3.3 : Soufflante 1

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Prs1 : pressostat.

SCRT : état de sécurité.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T100/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

### b) Ecluse 1

Le grafcet de la partie Ecluse 1 est donné par la figure 3.4.

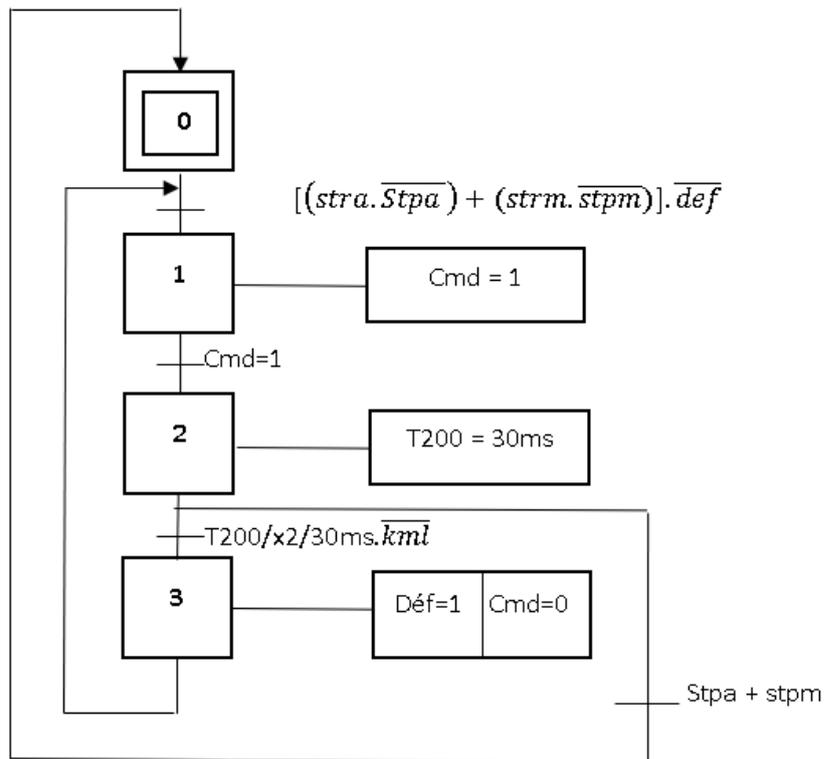


Figure 3.4 : Ecluse 1

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T200/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

## c) Ecluse 2

Le grafcet de la partie Ecluse 2 est donné par la figure 3.5.

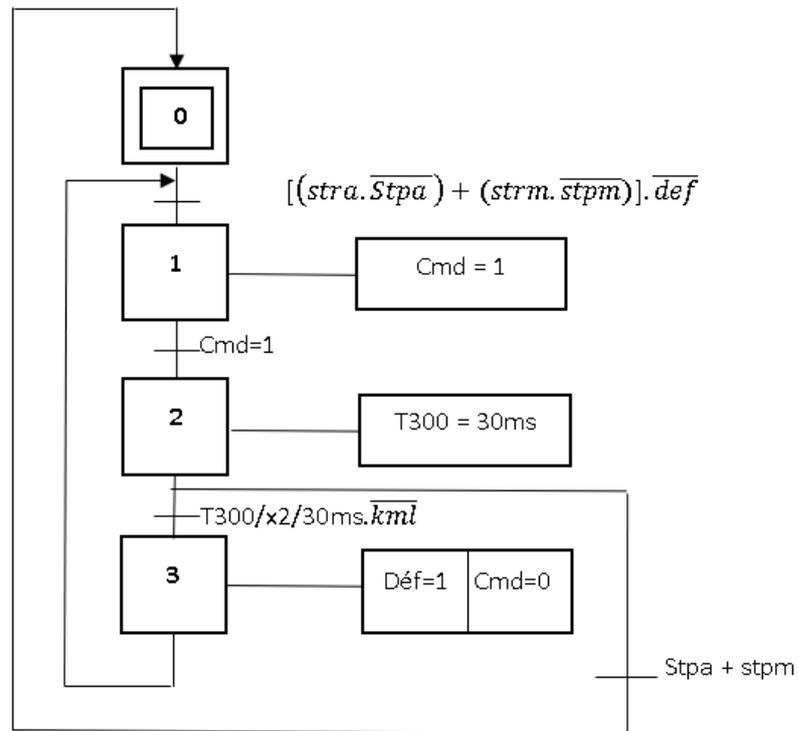


Figure 3.5 : Ecluse 2

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T300/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

### d) Transporteur à vis 1

Le grafcet de la partie transporteur à vis 1 est donné par la figure 3.6.

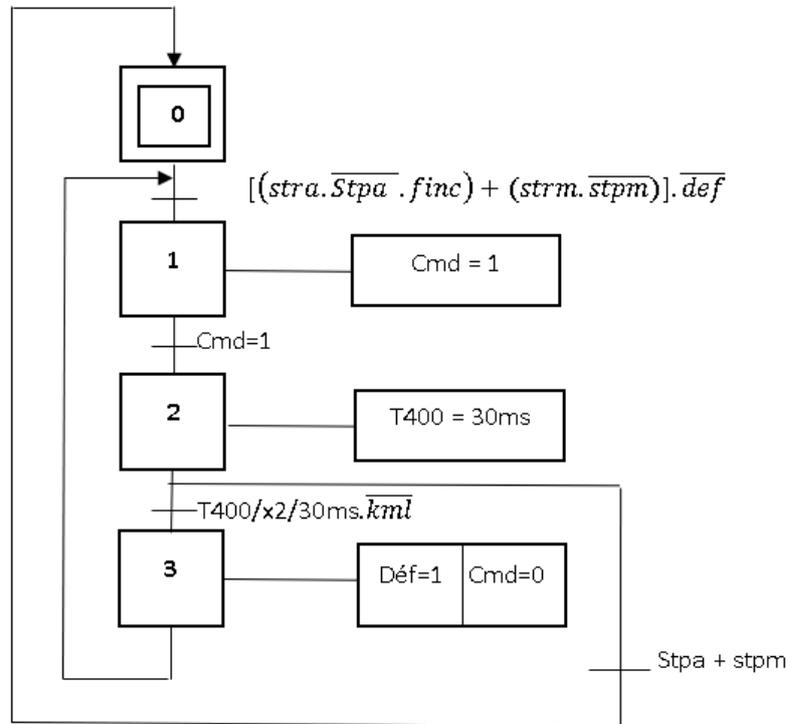


Figure 3.6 : Transporteur à Vis 1

Avec :

Finc : fin de course.

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T400/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

## e) Broyeur 1

Le grafcet de la partie broyeur 1 est donné par la figure 3.7.

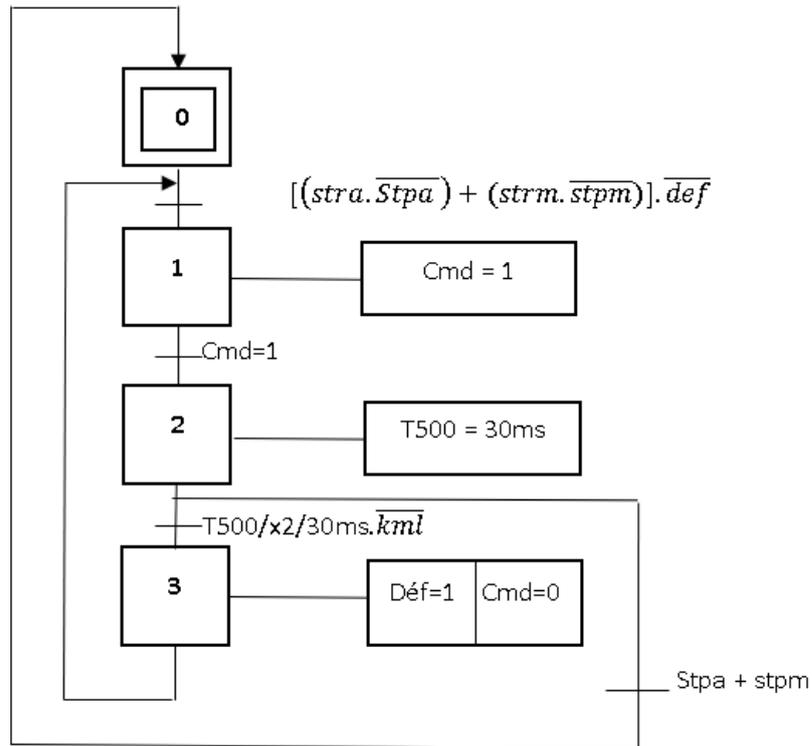


Figure 3.7 : Broyeur1

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T500/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

### 3.4.4 Zone de broyage

Le déclenchement de cette chaîne est fait par action sur le bouton start automatique (STRA2), ce déclenchement permet d'activer le start automatique (Stra2) et désactiver le mémorant stop automatique (MSTPA) et le stop automatique générale (STPAG2).

Si le démarrage automatique générale (DEMG2) est activé, le système active la vérification de défaut générale de la zone (DefG2) qui se déclenche s'il y a un défaut pour n'importe quelle composant (DefS2 ou Defec3 ou Defev ou Defbry2 ou Defv2).

#### ❖ S'il y a un défaut

- Déclenchement de défaut générale (DefG2).
- Lancement de clignotant de défaut.
- Toutes les machines ne marchent pas.
- Le clignotant d'un défaut s'arrête si on appuie sur le bouton acquittement (BAQ2).

#### ❖ S'il n'y a aucun défaut

- Le défaut général est désactivé  $\overline{DefG2}$ .
- Pas de clignotant.
- Soufflant 2 (FC4) démarre en premier.
- Après 3 secondes l'écluse 3 (FC12) démarre.
- Après 3 secondes le broyeur 2 (FC5) démarre.
- Après 3 secondes l'élévateur à godet démarre.
- Après 3 secondes transporteur à vis2 (FC9) démarre.

Pour arrêter le fonctionnement de cette zone (ZB) on appuie sur le bouton arrêt automatique (STPA2).

Le grafset de la figure 3.8, présente ce fonctionnement.

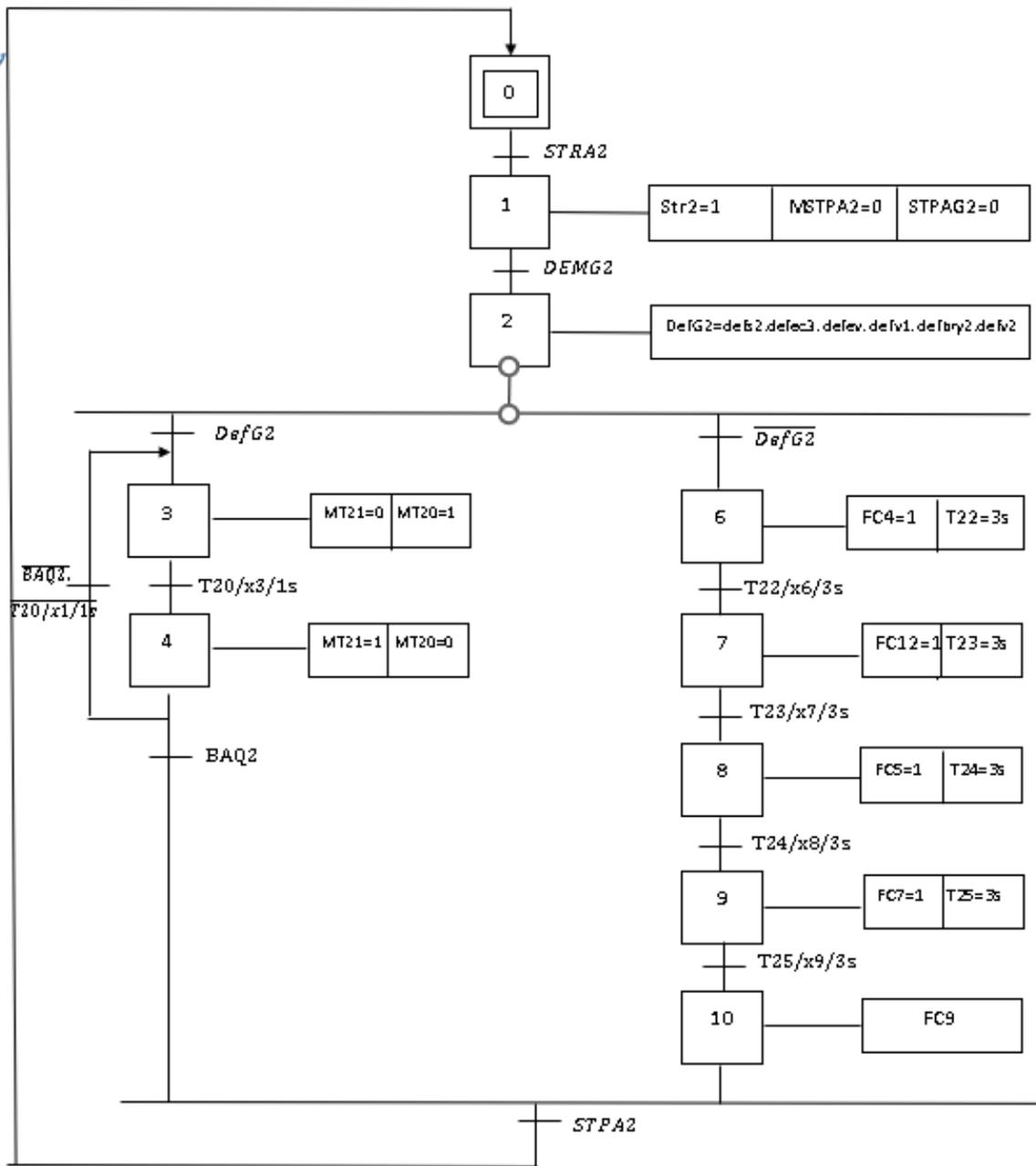


Figure 3.8 : Zone de broyage

## a) Soufflante 2

Le grafcet de la partie soufflante 1 est donné par la figure3.9.

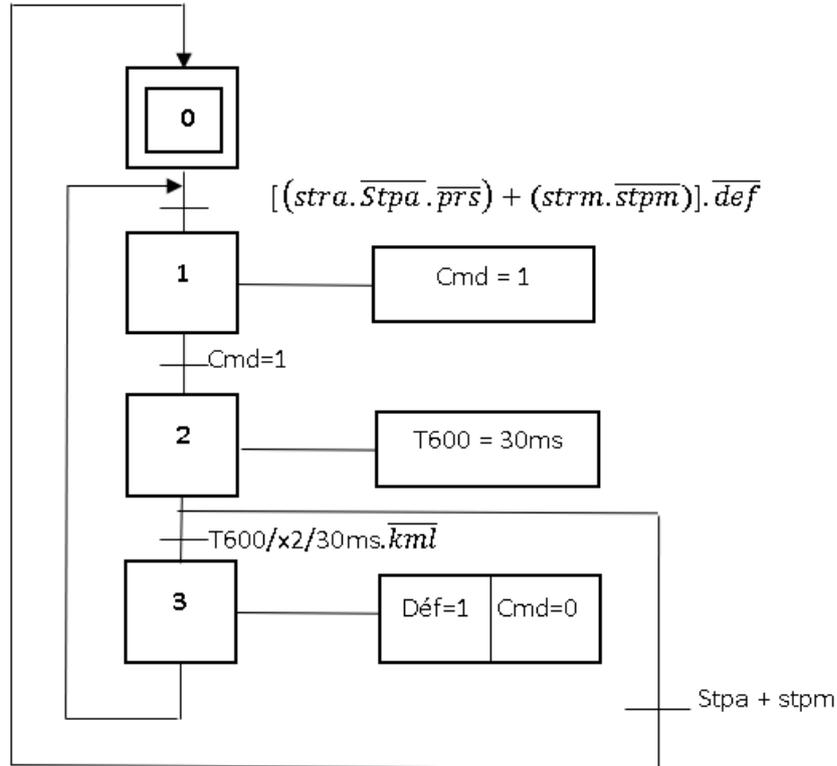


Figure 3.9:Soufflante 2

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

Prs : pressostat.

T600/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

### b) Transporteur à vis 2

Le grafcet de la partie transporteur à vis 2 est donné par la figure 3.10.

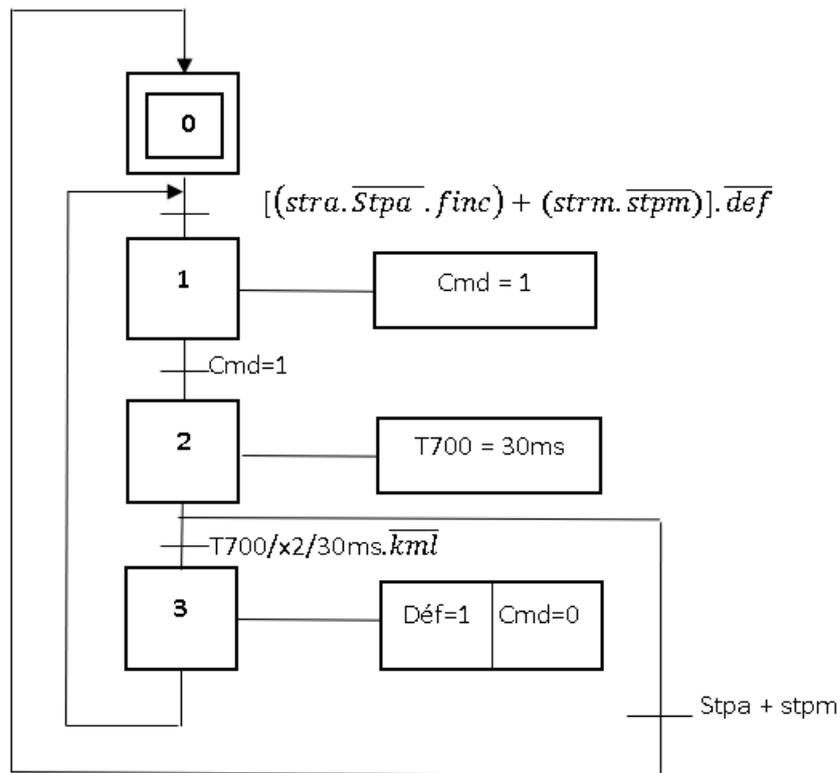


Figure 3.10 : Transporteur à vis 2

Avec :

Finc: fin de course.

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T700/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

c) **Elévateur à godet**

Le grafcet de la partie élévateur à godet est donné par la figure 3.11.

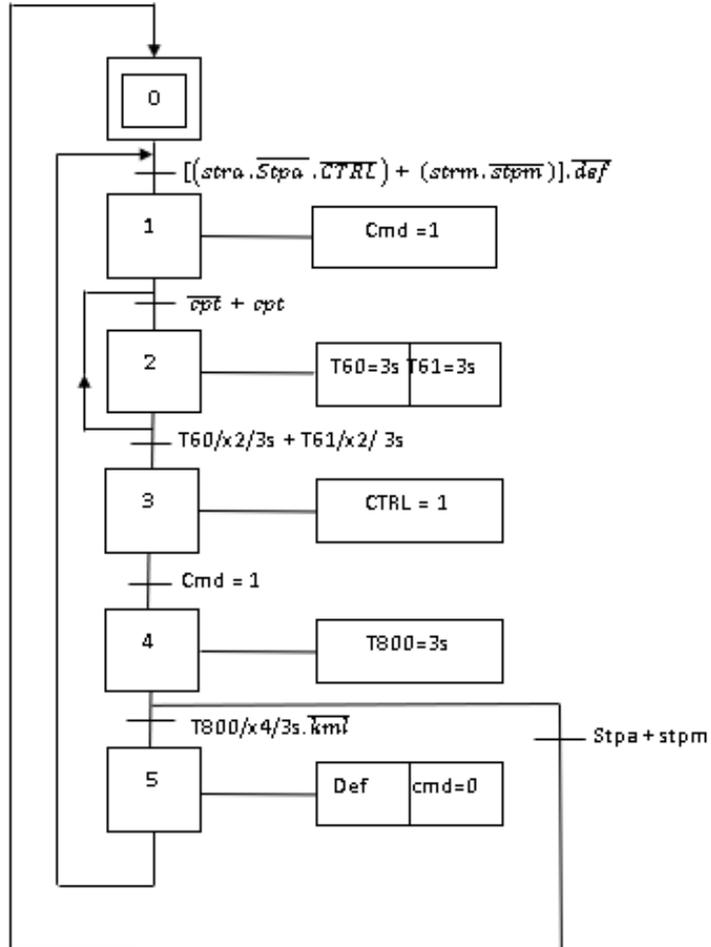


Figure 3.11 : Elévateur à godet

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

CTRL : control de rotation.

Cpt : capteur de rotation.

T800/x2/30ms : 30ms après l'étape 4.

#### d) Ecluse 3

Le grafcet de la partie écluse 3 est donné par la figure 3.12.

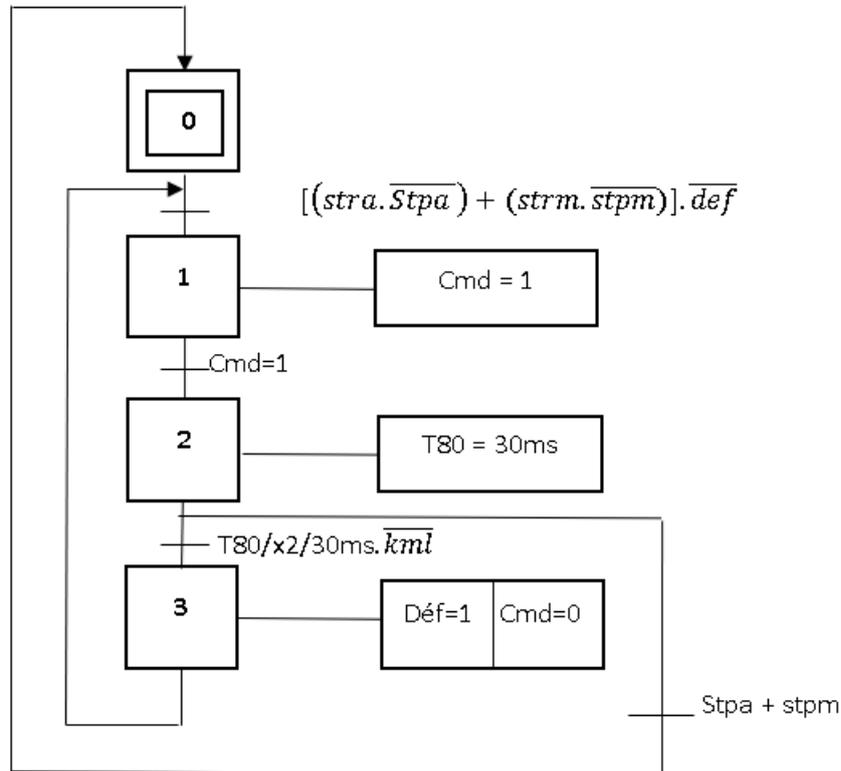


Figure 3.12 : Ecluse 3

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T80/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

## e) Broyeur 2

Le grafcet de la partie broyeur 2 est donné par la figure 3.13.

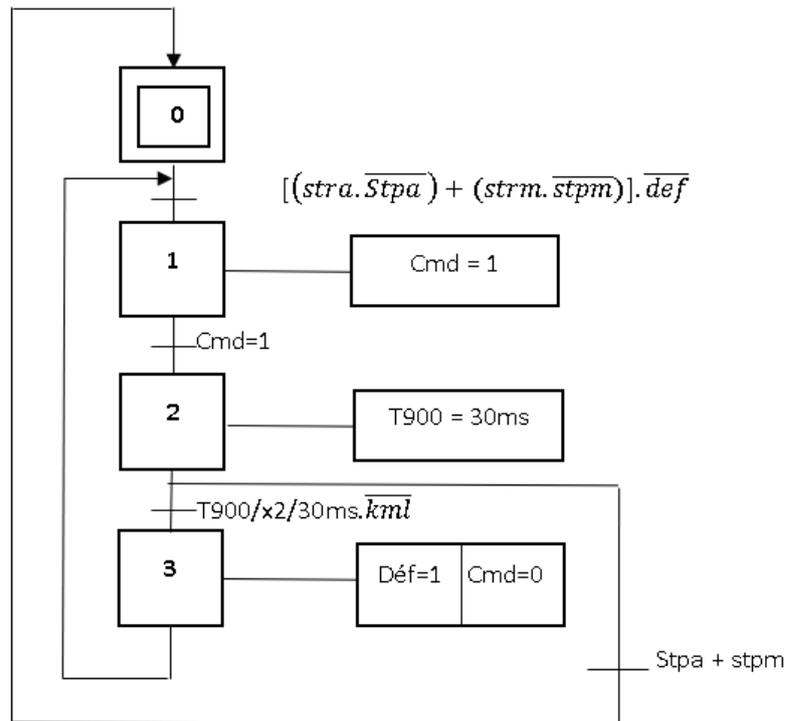


Figure 3.13: Broyeur 2

Avec :

Stra : bouton start automatique.

Stpa : bouton stop automatique.

Strm : bouton start manuel.

Stpm : bouton stop manuel.

Def : défaut.

Cmd : commande.

Kml : feedback de moteur.

T900/x2/30ms : 30ms après l'étape 2.

### 3.4.5 Graficet d'arrêt

#### a) Zone de transfert

L'appui de l'opérateur sur le bouton stop automatique (STPA1) ou la détection du capteur de niveau haut que le silo est plein (TLH1) permet de déclencher l'arrêt de la zone de transfert (ZT).

- En premier le mémorant start automatique (MSTRA1) est désactivé.
- Le mémorant stop automatique (MSTPA1) est activé.
- Le stop automatique général (STPAG1) est activé.
- Le mémorant stop automatique (MSTPA1) est activé si les étapes précédentes sont justes et permet de passer à l'étape suivante.
- Arrêt du broyeur 1 (FC6).
- Après 3 secondes, stop du transporteur à vis 1 (FC8).
- Après 3 secondes, stop de l'écluse 1 (FC10) et de l'écluse 2 (FC11).
- Après 3 secondes, stop de la soufflante 1 (FC3).

Le graphicet suivant (figure 3.14) présente l'opération d'arrêt de la zone de transfert.

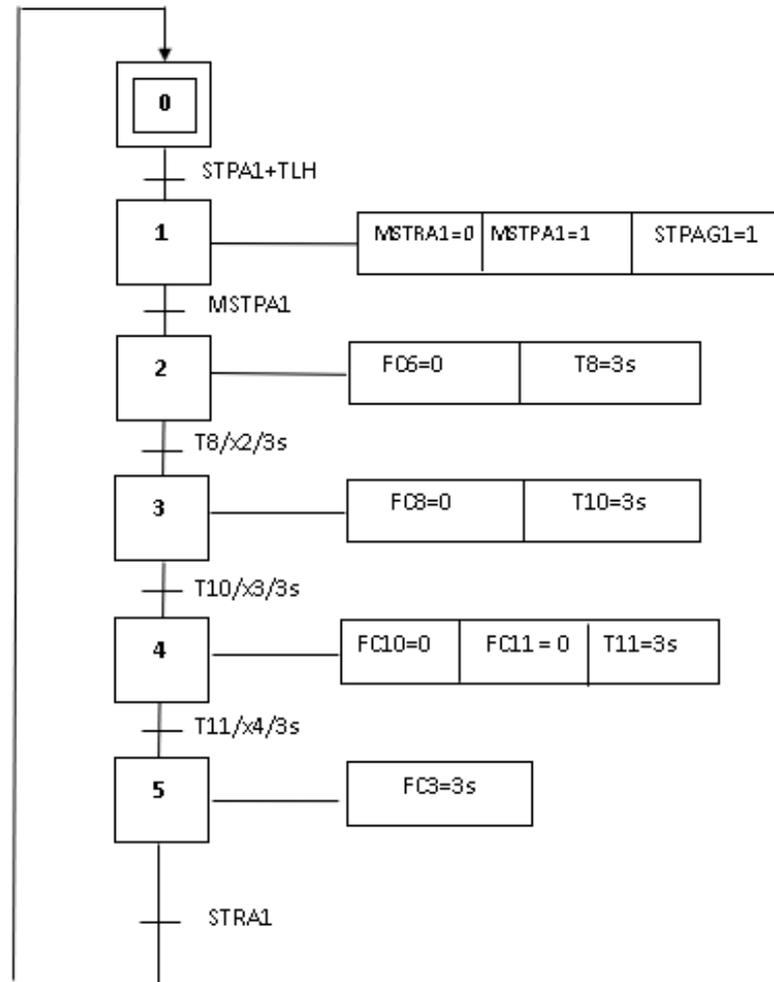


Figure 3.14 : Stop ZT

### b) Zone de broyage

L'appui de l'opérateur sur le bouton stop automatique (STPA2) ou la détection du capteur de niveau haut que le silo 2 est plein (TLH3) permet de déclencher l'arrêt la zone de transfert (ZB).

- En premier le mémorant start automatique (MSTR A2) est désactivé.
- Le mémorant stop automatique (MSTR A2) est activé.
- Le stop automatique général (STPAG2) est activé.
- Le mémorant stop automatique (MSTR A2) est activé si les étapes précédentes sont justes et permet de passer à l'étape suivante.
- Arrêt du transporteur à vis 2 (FC9).
- Après 3 secondes, l'élévateur à godet (FC7) s'arrête.
- Arrêt du broyeur 2 (FC5).

- Après 3 secondes, arrêt du soufflant 2 (FC4).

Le grafcet suivant (figure3.15) présente l'opération d'arrêt de la zone de broyage.

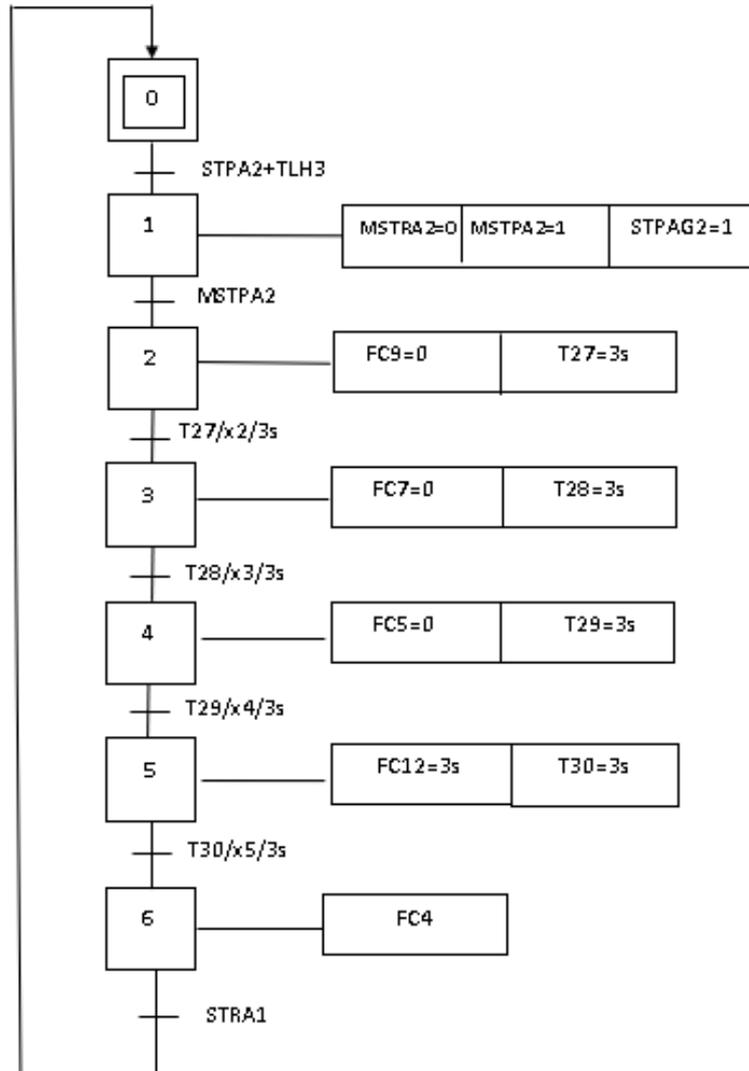


Figure 3.15 : Stop ZB

## 3.5 Programmation de l'automate S7-300

### 3.5.2 Logiciel de programmation STEP7

Le logiciel de programmation STEP7 permet de créer des programmes pour les automates programmables SIAMATIC S7. Il est le logiciel de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation :

- Création et gestion de projet.
- Configuration et le paramétrage du matériel et de communication.

- Gestion des mnémoniques.
- Création des programmes.
- Chargement de programme.
- Test de l'installation d'automatisme.
- Diagnostic lors de la perturbation dans l'installation.
- 

### 3.5.3 LEADDER Diagram (LD) ou schéma à contact

Le LEADDER est un langage graphique de programmation. Le programme LEADDER se lit de haut en bas et l'évaluation des valeurs se fait de gauche à droite.

Il existe trois types d'élément du langage :

Les entrées sont représentées par des contacts qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne.

Les sorties sont présentées par des bobines qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne.

Les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

Un bit étant une mémoire interne logique prenant la valeur 0 ou 1.

En plus des blocs fonctions logiques d'automatisme, il existe les blocs de temporisation, de comptage, ...

### 3.5.4 Création d'un projet avec STEP7

Pour créer un projet, il faut suivre les étapes suivantes :

- Choisir la CPU utilisée pour le projet.
- Choisir l'adresse MPI pour la CPU.
- Choisir le bloc d'organisation OB.
- Choisir un langage de programmation (CONT, LIST ou LOG).

### 3.5.5 Le programme utilisateur

Le programme utilisateur correspond à toutes les instructions et déclarations, ainsi que les données nécessaires au traitement des signaux de commande d'une installation ou d'un processus. Le programme utilisateur contient des informations supplémentaires, telles que les données destinées à la configuration ou la mise sous réseau du système [8].

On peut donc créer dans le programme utilisateur, les blocs de types suivants :

- Blocs d'organisation (OB).

- Bloc fonctionnel (FB).
- Bloc Fonctionnel système (SFB).
- Les fonctions (FC).
- La fonction système (SFC).
- Les blocs de données d'instance (DB d'instance).
- Les blocs des données globaux (DB).

Pour notre projet nous avons utilisé les Bloc d'organisation (OB) et les Fonction (FC).

### **3.5.6 Table des mnémoniques**

La table mnémonique est une table où on définit toutes les entrées et les sorties qu'on a utilisées dans le programme, en respectant les règles de syntaxe imposées.

On crée cette table pour rendre le programme très lisible même s'il y a des nombreux entrées et sorties.

## **3.6 Conclusion**

Le grafcet nous permet de représenter graphiquement d'une manière claire et facile à lire, le fonctionnement d'une chaîne automatique. C'est la raison pour laquelle nous avons choisi le Grafcet pour présenter le fonctionnement de chaque partie de la chaîne de recyclage considérée. Les différents grafcets présentés, dans ce chapitre, seront traduits en programmes en utilisant le logiciel step7 et envoyés vers l'automate qui contrôle le fonctionnement de la chaîne de recyclage.

---

# **Chapitre4**

## **Programmation et simulation.**

---

## 4.1 Introduction

Après avoir créé le grafctet et choisi l'environnement pour une programmation parfaite et confortable, nous avons passé à l'étape de création, en utilisant le logiciel STEP 7, du programme qui permet de contrôler le fonctionnement de la chaîne de recyclage. Nous présentons, dans ce chapitre, les différents blocs créés et la simulation effectuée.

## 4.2 Table de mnémonique

Nous définissons, dans la table suivante (figure 4.1), toutes les entrées et les sorties que nous avons utilisées.

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de do	Commentaire
1		AU1	E 0.0	BOOL	arrêt d'urgence1
2		AU2	E 0.1	BOOL	arrêt d'urgence 2
3		AU3	E 0.2	BOOL	arrêt d'urgence 3
4		AU4	E 0.3	BOOL	arrêt d'urgence 4
5		AU5	E 0.4	BOOL	arrêt d'urgence 5
6		BA1	E 8.4	BOOL	mode automatique zone de transfert
7		BA2	E 8.6	BOOL	mode automatique zone broyeur
8		BAE1	E 5.0	BOOL	bouton arrêt écluse 1
9		BAE2	E 5.1	BOOL	bouton arrêt ecluse 2
10		BAE3	E 5.2	BOOL	bouton arrêt ecluse 3
11		BAKM4	E 7.2	BOOL	bouton arrêt manuel vis1
12		BAKM5	E 7.3	BOOL	bouton arrêt manuel vis 2
13		BAKM6	E 7.5	BOOL	bouton arrêt manuel elevateur
14		BAQ	E 1.2	BOOL	bouton acquittement 1
15		BAQ2	E 1.5	BOOL	bouton acquittement 2
16		BDBA	FC 5	FC 5	Bloc démarrage broyeur 2
17		BDBM	FC 6	FC 6	bloc démarrage broyeur 1
18		BDEC1	FC 10	FC 10	bloc démarrage ecluse 1
19		BDEC2	FC 11	FC 11	bloc démarrage ecluse 2
20		BDEC3	FC 12	FC 12	bloc démarrage ecluse 3
21		BDEV	FC 7	FC 7	bloc démarrage elevateur
22		BDS1	FC 3	FC 3	bloc démarrage soufflant 1
23		BDS2	FC 4	FC 4	bloc démarrage soufflant 2
24		BDV1	FC 8	FC 8	bloc démarrage vis 1
25		BDV2	FC 9	FC 9	bloc démarrage vis2
26		BM1	E 8.5	BOOL	bouton manuel zone de transfert
27		BM2	E 8.7	BOOL	bouton manuel zone broyeur
28		BMA1	E 8.0	BOOL	bouton marche automatique 1zt
29		BMA2	E 8.2	BOOL	bouton marche automatique 2 zb
30		BME1	E 6.0	BOOL	bouton marche manuel ecluse 1
31		BME2	E 6.1	BOOL	bouton marche manuel ecluse 2
32		BME3	E 6.2	BOOL	bouton marche manuel ecluse 3
33		BMKM4	E 7.0	BOOL	bouton marche manuel vis 1
34		BMKM5	E 7.1	BOOL	bouton marche manuel vis 2
35		BMKM6	E 7.4	BOOL	bouton marche manuel elevateur
36		BMMBRY1	E 10.0	BOOL	bouton marche manuel broyeur 1
37		BMMBRY2	E 10.2	BOOL	bouton marche manuel broyeur 2
38		BSA1	E 8.1	BOOL	bouton stop automatique 1 zt
39		BSA2	E 8.3	BOOL	bouton stop automatique 2 zb

40		bsc	FC 13	FC 13	bloc DE sécurité
41		BSMBRY1	E 10.1	BOOL	bouton stop manuel broyeur 1
42		BSMBRY2	E 10.3	BOOL	bouton stop manuel broyeur 2
43		C1	E 2.0	BOOL	fin de course vise 1
44		C2	E 2.2	BOOL	contrôle de rotation
45		c3	E 2.6	BOOL	fin de course vise 2
46		CMD1	A 0.0	BOOL	commande soufflant 1
47		CMD10	A 3.1	BOOL	commande broyeur 2
48		CMD2	A 0.1	BOOL	commande soufflant2
49		CMD3	A 0.2	BOOL	commande ecluse 1
50		CMD4	A 0.3	BOOL	commande ecluse 2
51		CMD5	A 0.4	BOOL	commande ecluse 3
52		CMD6	A 0.5	BOOL	commande vis 1
53		CMD7	A 0.6	BOOL	commande vis 2
54		CMD8	A 0.7	BOOL	commande elevateur
55		CMD9	A 3.0	BOOL	commande broyeur 1
56		CTRL	M 1.6	BOOL	control de rotation
57		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
58		DefBRY1	M 1.4	BOOL	Défaut Broyeur 1
59		DefBRY2	M 1.5	BOOL	Défaut Broyeur 2
60		DefEc1	M 0.5	BOOL	Défaut ecluse 1
61		DefEc2	M 0.6	BOOL	Défaut ecluse 2
62		DefEc3	M 0.7	BOOL	Défaut ecluse 3
63		DefEV	M 1.3	BOOL	Défaut Elevateur
64		DefG	M 2.3	BOOL	défaut générale ZT
65		DéFG	A 2.3	BOOL	sortie défaut générale
66		DEFG2	M 1.0	BOOL	défaut générale ZB
67		DéFG2	A 2.4	BOOL	sortie défaut générale 2
68		DefS1	M 0.3	BOOL	Défaut soufflant 1
69		DefVis1	M 1.1	BOOL	Défaut Vis 1
70		DefVis2	M 1.2	BOOL	Défaut Vis 2
71		DEMG1	M 0.1	BOOL	Ordre de Démarrage 1
72		DEMG2	M 0.2	BOOL	Ordre de démarrage 2
73		DesS2	M 0.4	BOOL	Défaut soufflant 2
74		KM1	E 4.5	BOOL	feedback soufflant 1
75		KM10	E 4.4	BOOL	feedback broyeur 1
76		KM2	E 4.6	BOOL	feedback soufflant 2
77		KM3	E 3.0	BOOL	feedback ecluse 1

78		KM4	E	3.1	BOOL	feedback ecluse 2
79		KM5	E	3.2	BOOL	feedback ecluse 3
80		KM6	E	4.0	BOOL	Feedback vis 1
81		KM7	E	4.1	BOOL	feedback vis 2
82		KM8	E	4.2	BOOL	feedback élévateur
83		KM9	E	4.3	BOOL	feedback broyeur 1
84		LH1	E	2.1	BOOL	capteur niveau de silo 1
85		LH2	E	2.3	BOOL	capteur niveau de silo 2
86		LH3	E	2.7	BOOL	capteur de niveau high level 3
87		MSTPA1	M	2.2	BOOL	STop mémorant 1
88		MSTPA2	M	1.7	BOOL	stop mémorant 2
89		MSTRA1	M	2.0	BOOL	Start automatique
90		PRS1	E	2.4	BOOL	presostat soufflant 1
91		PRS2	E	2.5	BOOL	presostat soufflant 2
92		SCRT	M	0.0	BOOL	Etat sécurité
93		STPA1	E	1.1	BOOL	bouton stop automatique 1
94		STPA2	E	1.4	BOOL	bouton stop automatique 2
95		STPAG1	M	2.4	BOOL	stop automatique Général 1
96		STPAG2	M	2.5	BOOL	stop automatique Général 2
97		STPMS1	E	6.5	BOOL	bouton stop manuel soufflant 1
98		STPMS2	E	6.6	BOOL	bouton stop manuel soufflant2
99		str2	M	2.1	BOOL	start 2
100		STRA1	E	1.0	BOOL	bouton Marche automatique 1
101		STRA2	E	1.3	BOOL	start automatique 2
102		STRMS1	E	6.3	BOOL	Start manuel soufflant 1
103		STRMS2	E	6.4	BOOL	bouton marche manuel soufflant2
104		TDM_BRV1	T	3	TIMER	Timer démarrage broyeur
105		TDM_BRV2	T	23	TIMER	Timer démarrage Broyeur 2
106		TDM_ECL1	T	1	TIMER	Timer démarrage Ecluse 1
107		TDM_ECL3	T	22	TIMER	timer d'émarrage ecluse 3
108		TDM_ELV	T	24	TIMER	Timer démarrage Elévateur
109		TDM_VIS1	T	2	TIMER	Timer démarrage vis 1
110		TDM_Vis2	T	25	TIMER	timer démarrage vis 2
111		TLh1	T	9	TIMER	Timer capture de niveau de silo 1
112		TLh2	T	26	TIMER	Timer capture de niveau de silo 2
113		TLh3	T	31	TIMER	Timer capture de niveau de silo
114		TSTP_BRV	T	28	TIMER	Timer d'arreter broyeur2
115		TSTP_ECL1-2	T	10	TIMER	timer d'arreter ecluse 1 et 2
116		TSTP_ECL3	T	29	TIMER	Timer d'arreter Ecluse 3
117		TSTP_ELV	T	27	TIMER	Timer arreter elevateur
118		TSTP_SEF2	T	30	TIMER	timer d'Arreter soufflant 2
119		TSTP_SFL1	T	11	TIMER	Timer d'arreter soufflant 1
120		TSTP_vis1	T	8	TIMER	Timer d'arreter vis1
121		ZB	FC	2	FC 2	zone de broyage
122		ZT	FC	1	FC 1	zone de transfert

Figure 4.1 : Table de mnémonique

Pour créer notre projet, nous avons besoin de créer un OB et 12 fonctions FC (figure 4.2) :



Figure 4.2 : Fonctions









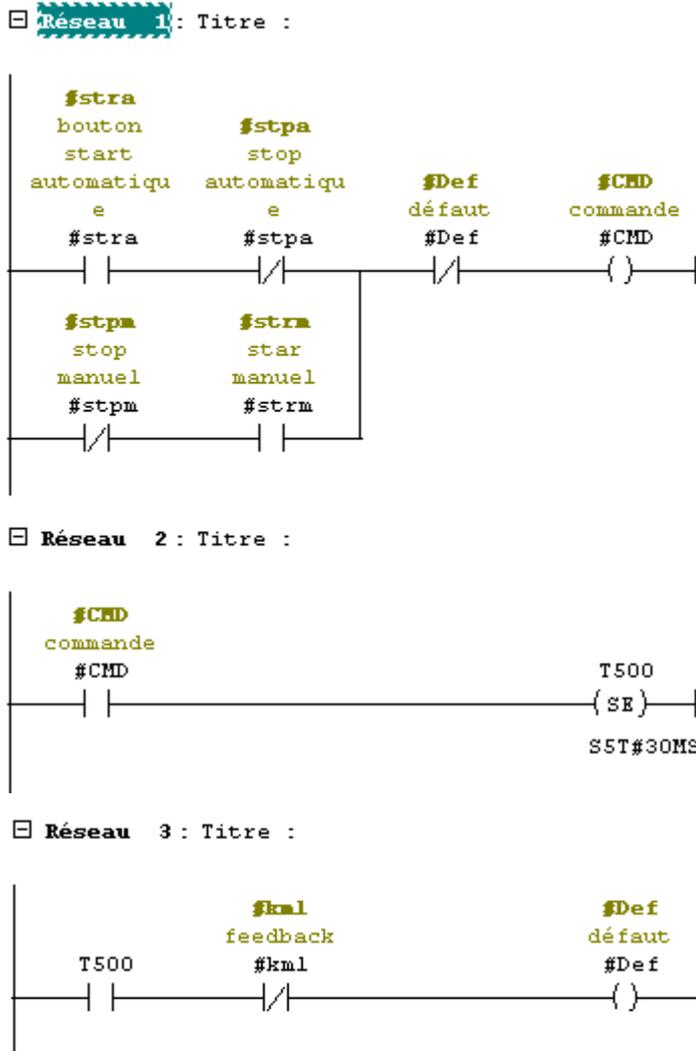


Figure 4.7 : Bloc de démarrage broyeur 1

### 4.3.6 Zone de transfert

- Le bloc de démarrage de la zone de transfert, créée sous la fonction FC1, est composé de :
- Start Automatique (figure4.8).
- Stop Automatique (figure4.9).
- Timer capteur de niveau 1 (figure 4.10).
- Stop automatique mémorant (figure4.11).
- Le démarrage (figure4.12).
- Vérification d'un défaut (figure4.13).
- Clignotant d'un défaut (figure4.14).
- Sortie défaut général (figure4.15).
- Stop de défaut (figure4.16).
- Appelle bloc S1(figure4.17).

- Timer pour stopper S1(Figure4.18)
- Retard pour démarrer EC1 et EC2 (figure4.19)
- Appelle bloc EC1 (figure4.20).
- Appelle bloc EC2 (figure4.21).
- Timer pour stopper EC1 et EC2 (figure4.22).
- Retard pour démarrer V1 (figure4.23).
- Timer pour stopper V1 (figure4.24).
- Retard pour démarrer BRY1 (figure4.25).
- Appelle bloc BRY1 (figure4.26).

☐ Réseau 1 : start Automatique

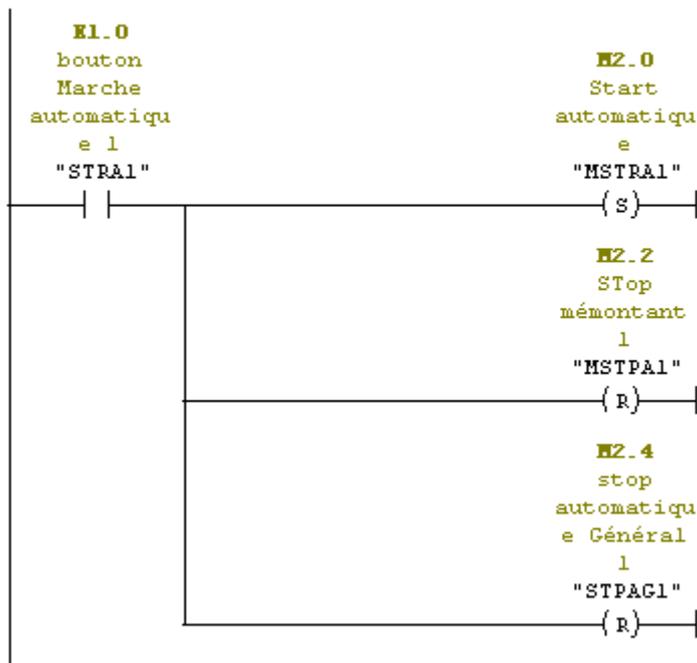


Figure 4.8 : Start ZT

☐ Réseau 2 : stop Automatique

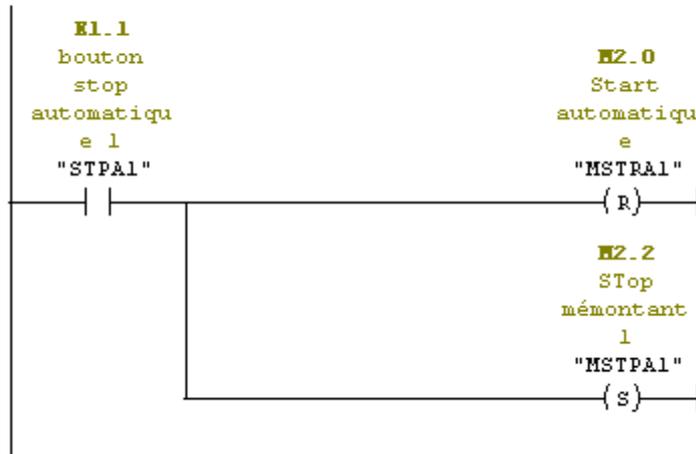


Figure 4.9 : Stop ZT

☐ Réseau 3 : Timer capture de niveau de silo 1



Figure 4.10 : Capture de niveau 1

☐ Réseau 4 : STop automatique mémontant

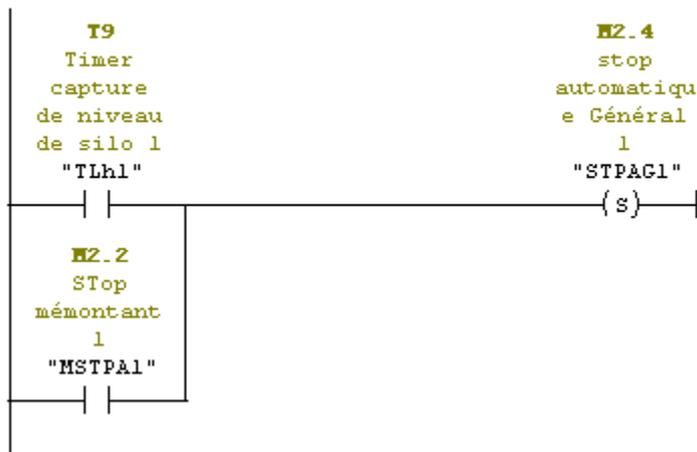


Figure 4.11 : Stop automatique mémontant

▣ Réseau 5 : le démarrage

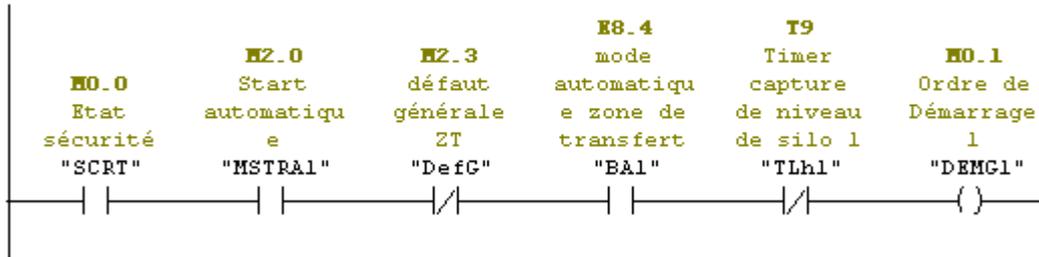


Figure 4.12 : Démarrage

▣ Réseau 6 : vérification d'un défaut

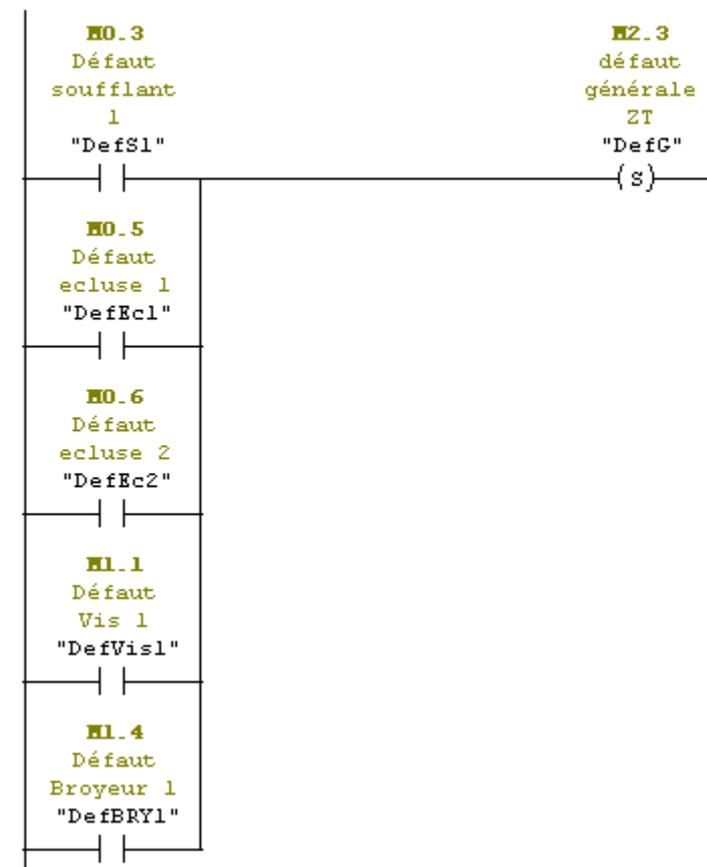
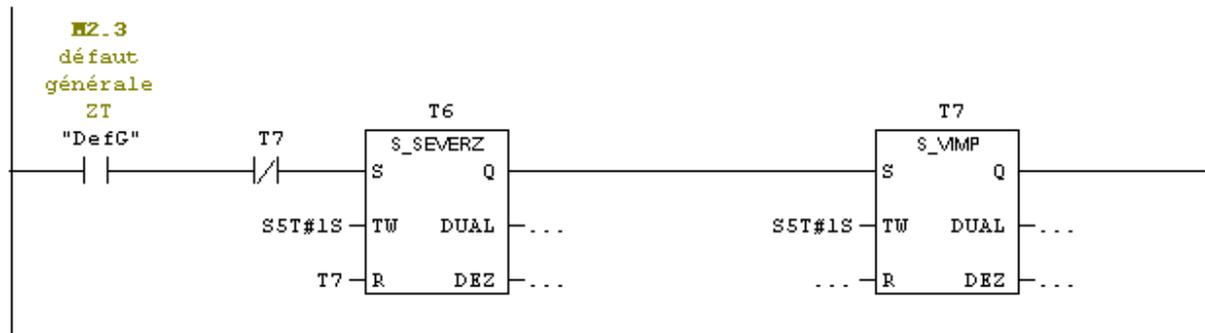


Figure 4.13 : Défaut

▣ Réseau 7 : clignotant d'un défaut



▣ Réseau 8 : sortie défaut générale clignotant



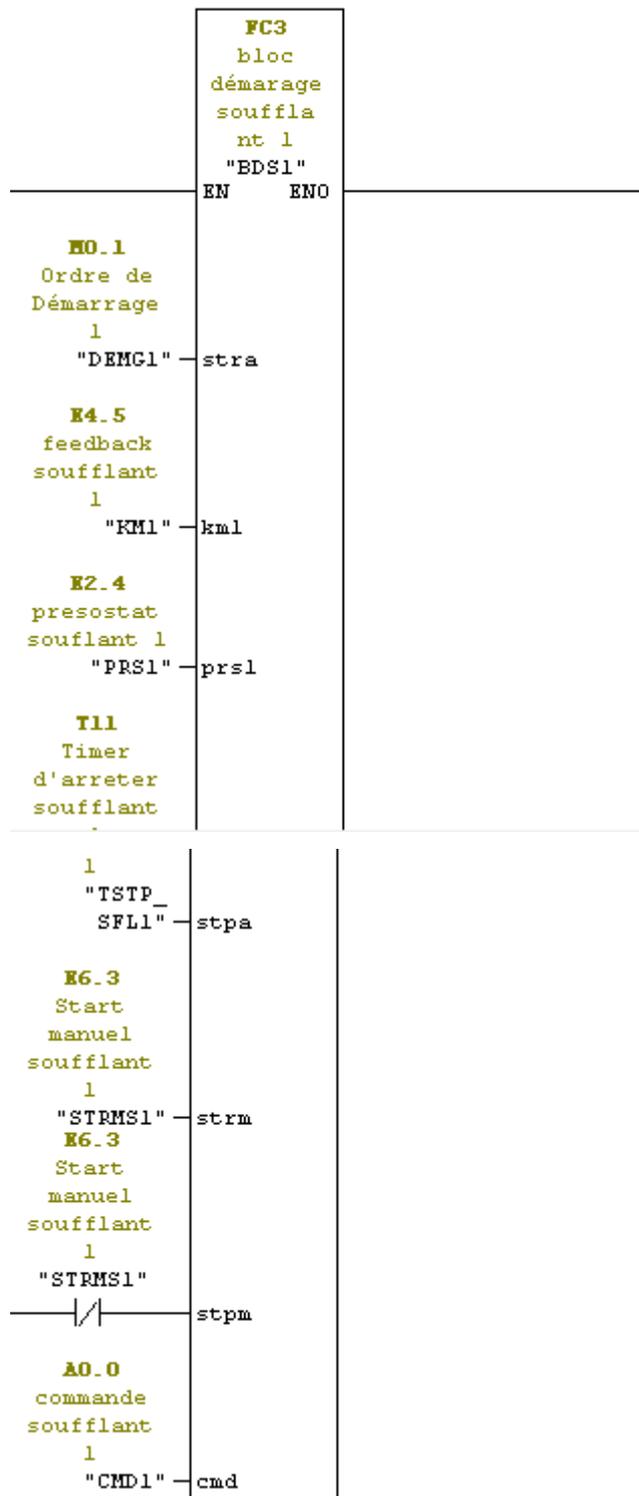
Figure 4.14 : Clignotant

▣ Réseau 9 : Arrêter le défaut



Figure 4.15 : Arrêter le défaut

▢ Réseau 10 : Soufflant 1





☐ Réseau 13 : Ecluse 1

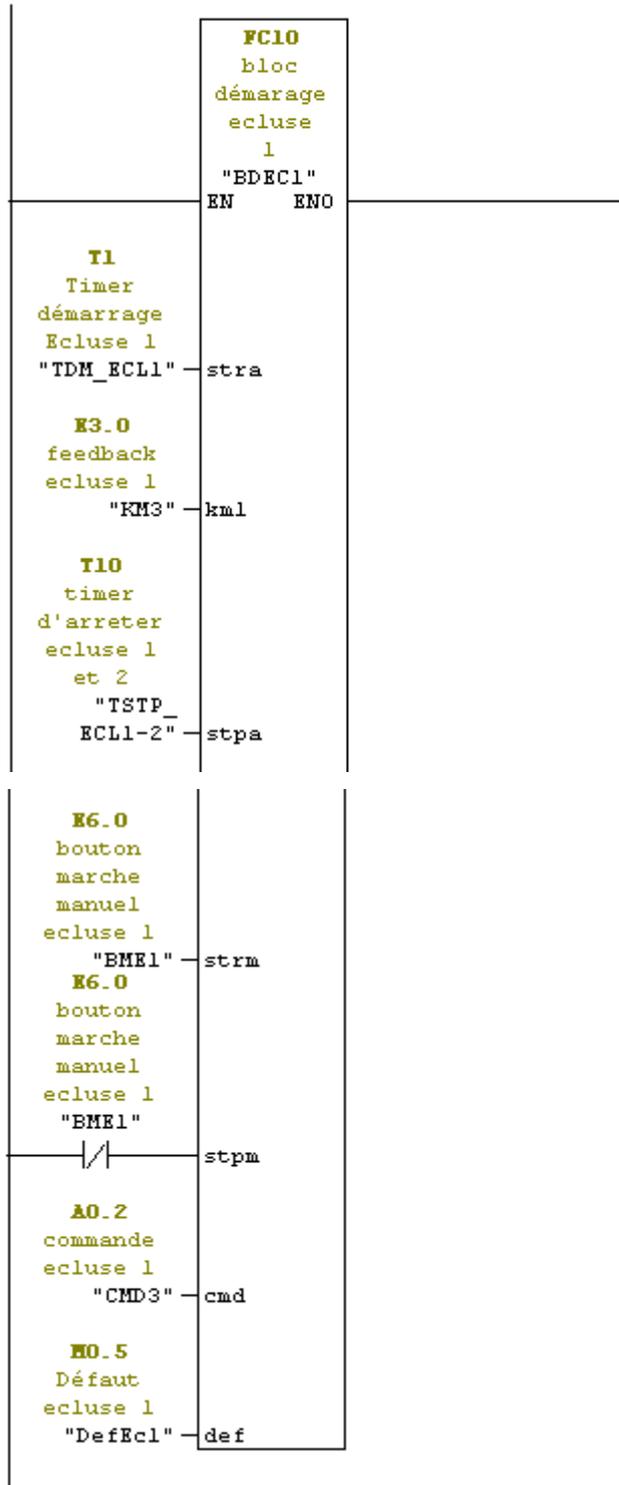


Figure 4.19 : Bloc EC1

☐ Réseau 14 : Ecluse 2

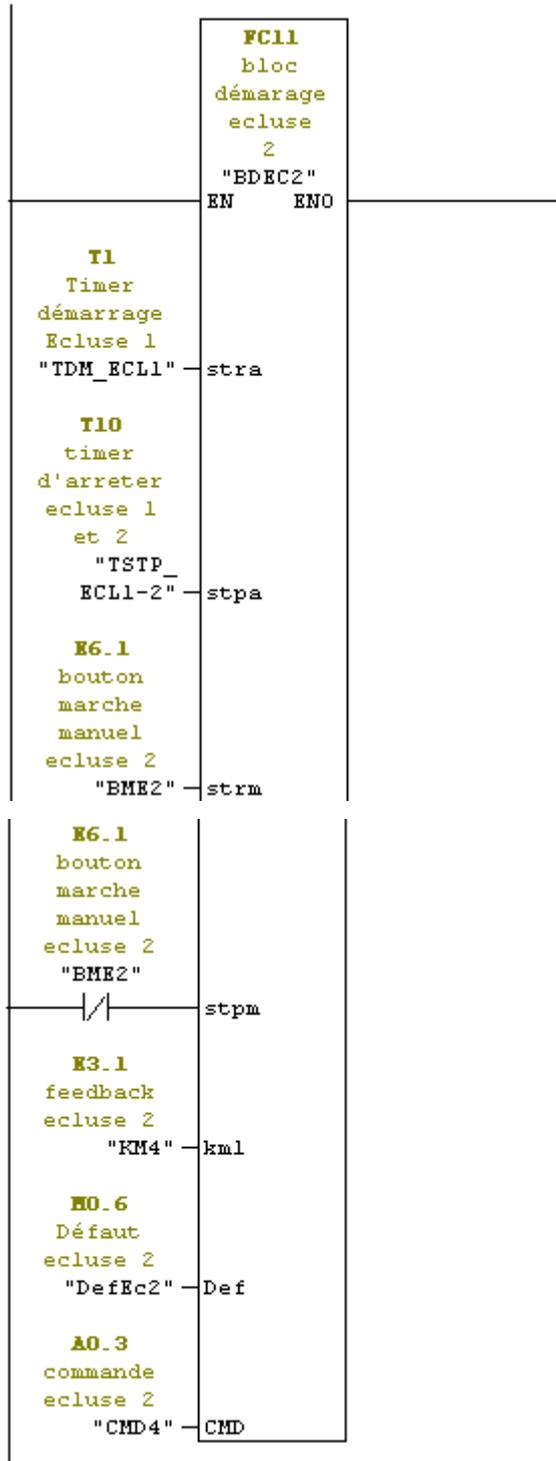


Figure 4.20 : Bloc EC2

☐ Réseau 15 : Timer d'Arreter Ecluse 1 et 2



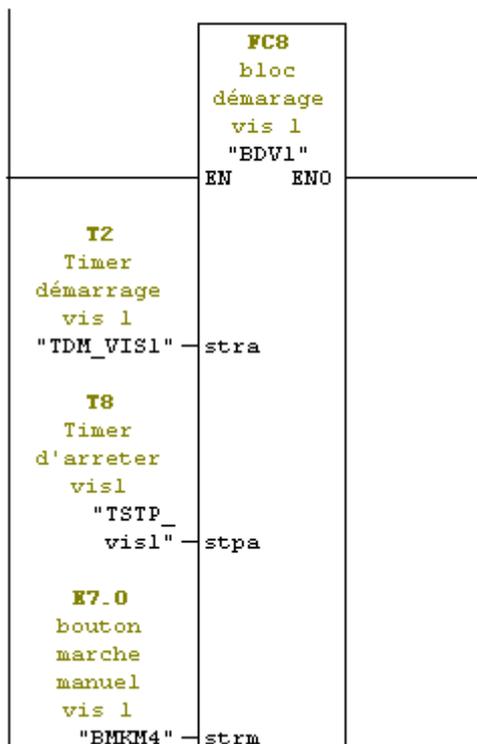
Figure 4.21 : Stop EC1 et EC2

☐ Réseau 16 : retard d'une 5s avant démarrer vis1



Figure 4.22 : Retard

☐ Réseau 17 : vis 1



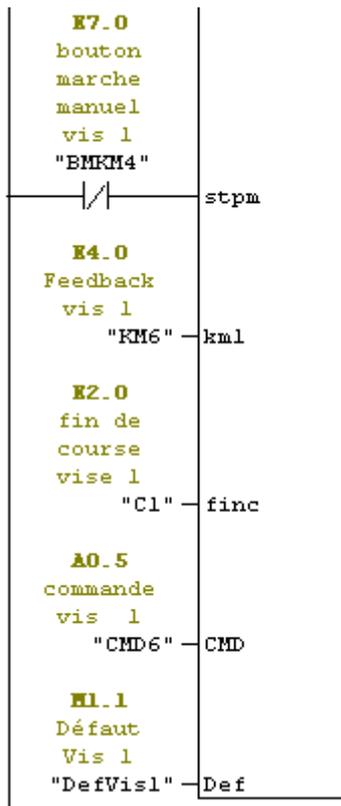


Figure 4.23 : Bloc VI

▣ Réseau 18 : timer d'arreter vis 1



Figure 4.24 : Stop V1

▣ Réseau 19 : Timer démarrage broyeur



Figure 4.25 : Démarrage BRY1

☐ Réseau 20 : Broyeur 1

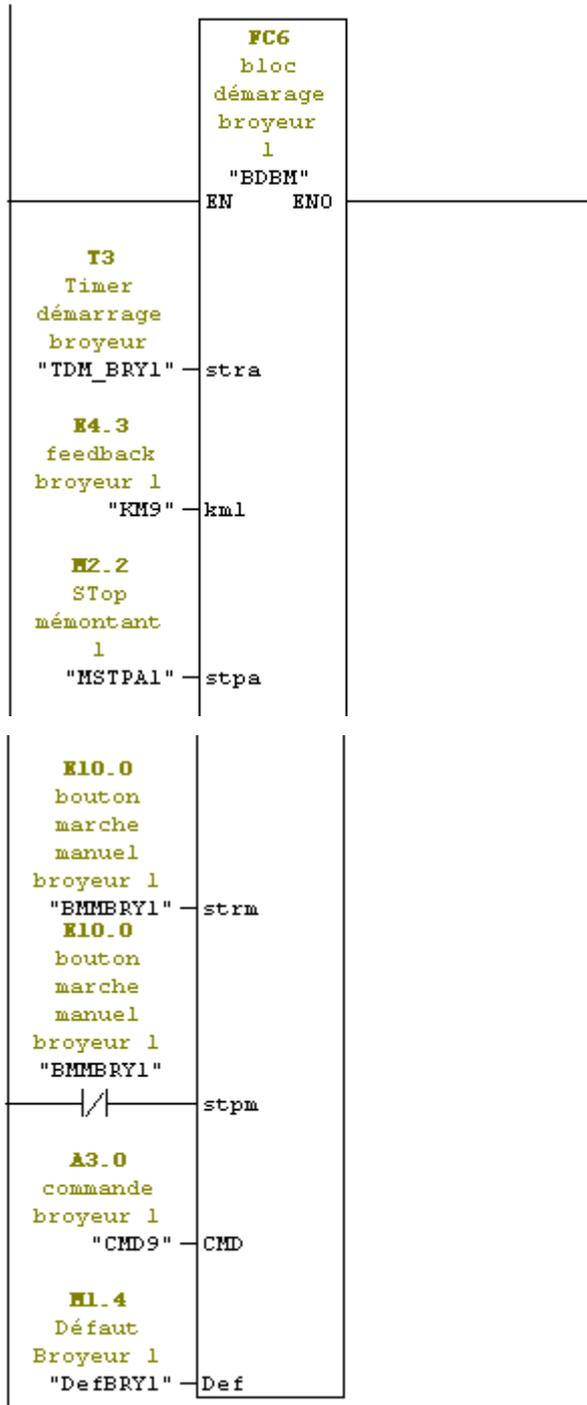


Figure 4.26 : Bloc BRY1

## 4.4 Zone de broyage

Pour programmer cette zone, nous avons créé des fonctions FC pour chaque partie de la zone.

### 4.4.1 Bloc de démarrage soufflante 2

Le bloc de démarrage de la soufflante 2, créé sur FC 4, est donné par les réseaux de la figure 4.27

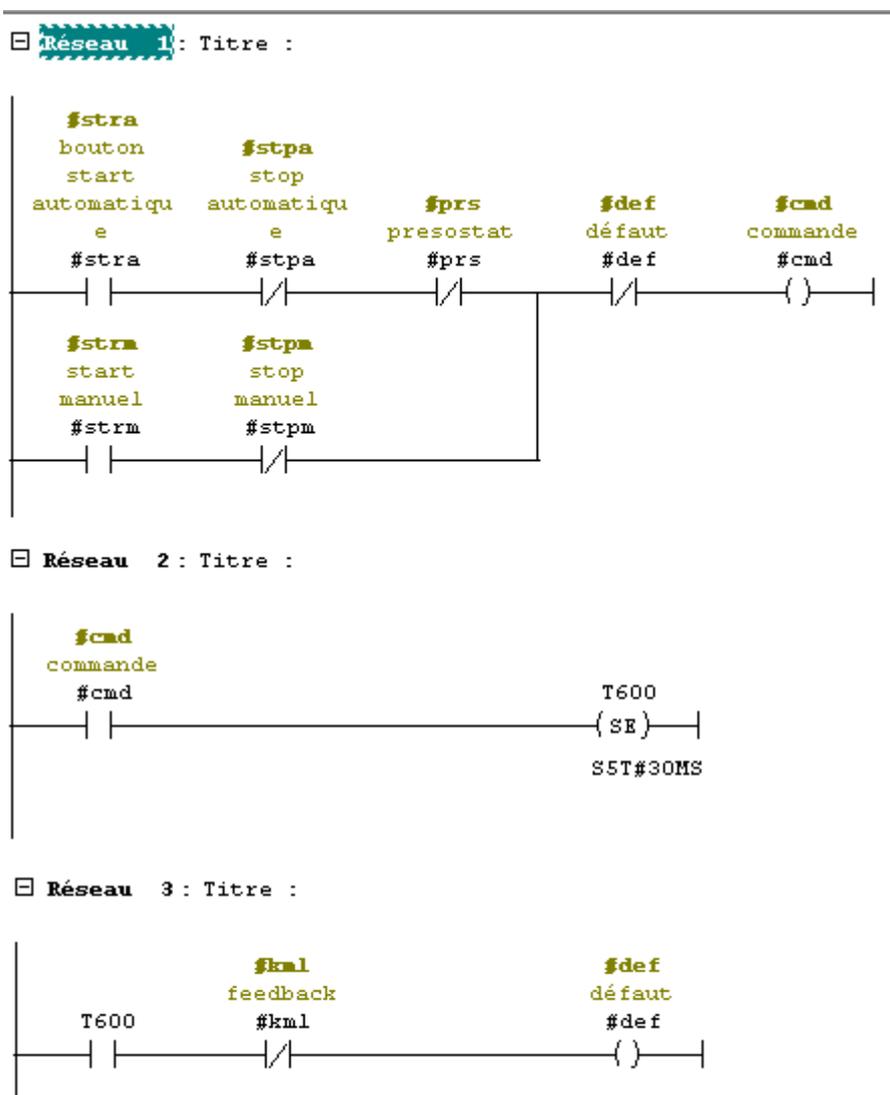


Figure 4.27 : Bloc de démarrage soufflante2

### 4.4.2 Bloc de démarrage écluse 3

Le bloc de démarrage de l'écluse 3, créé sur FC12, est donné par les réseaux de la figure 4.28.

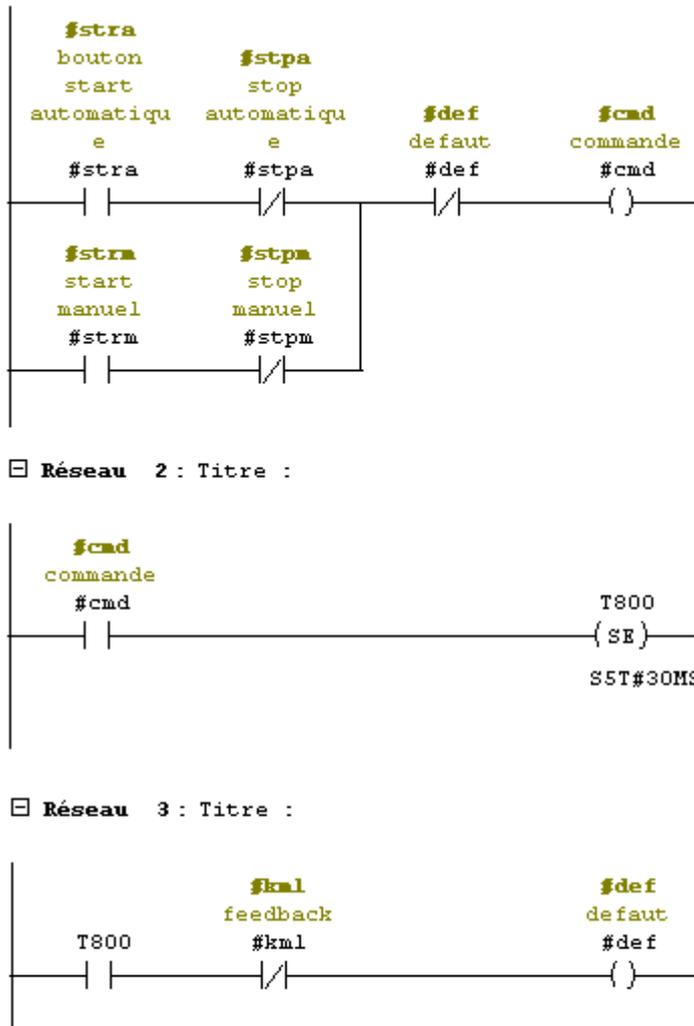
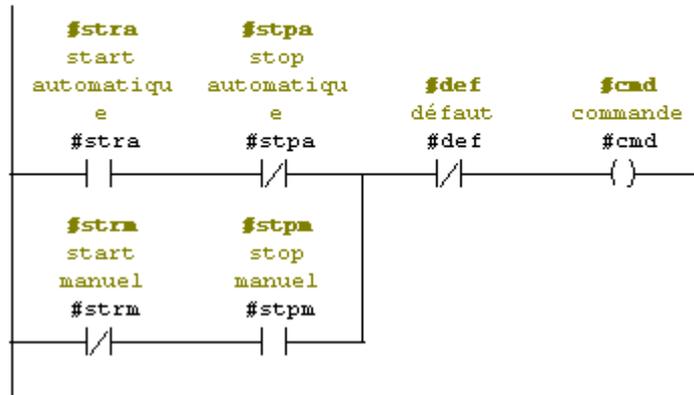


Figure 4.28 : Bloc démarrage écluse 3

### 4.4.3 Bloc de démarrage de Broyeur 2

Le bloc de démarrage du broyeur 2, créé sur FC5, est donné par les réseaux de la figure 4.29.

☐ Réseau 1 : Titre :



☐ Réseau 2 : Titre :



☐ Réseau 3 : Titre :

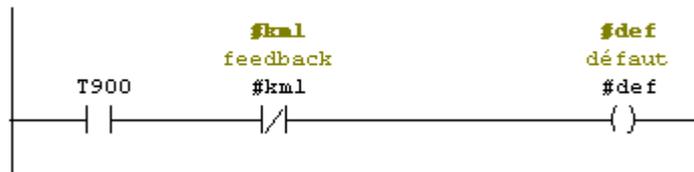
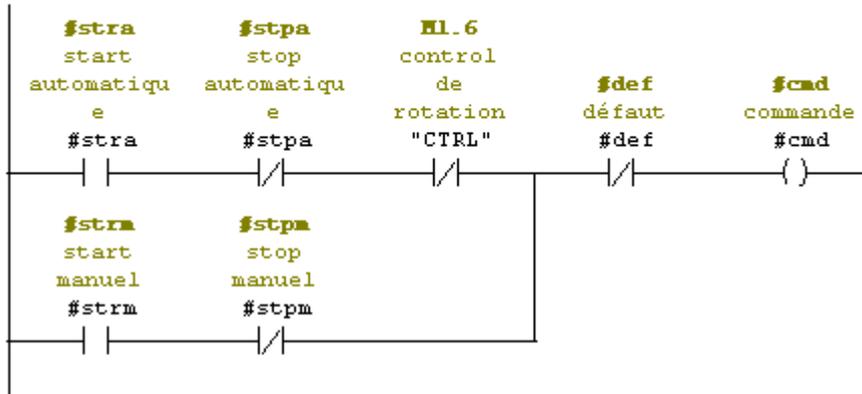


Figure 4.29 : Bloc de démarrage broyeur 2

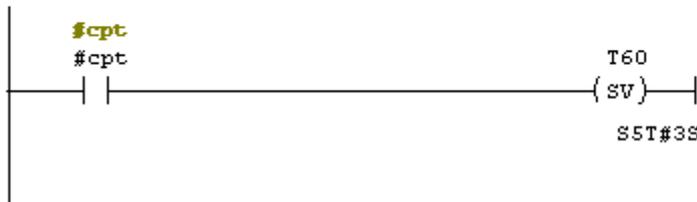
#### 4.4.4 Bloc de démarrage élévateur à godets

Le bloc de démarrage de l'élévateur, créé sur FC3, est donné par les réseaux de la figure 4.30.

▣ Réseau 1: control de rotation



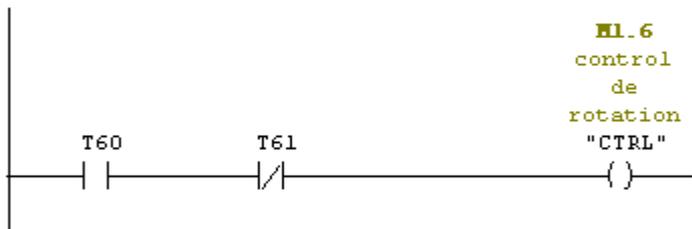
▣ Réseau 2: Titre :



▣ Réseau 3: Titre :



▣ Réseau 4: Titre :



▣ Réseau 5: Titre :



▣ Réseau 6 : Titre :

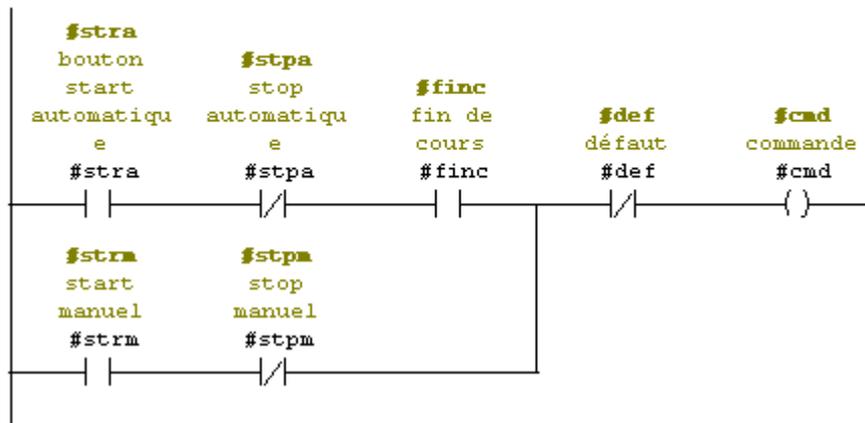


Figure 4.30 : Bloc de démarrage Elévateur

### 4.4.5 Bloc de démarrage transporteur à vis 2

Le bloc de démarrage du transporteur à vis 2, créé sur FC9, est donné par les réseaux de la figure 4.31.

▣ Réseau 1 : Titre :



▣ Réseau 2 : Titre :



▣ Réseau 3 : Titre :

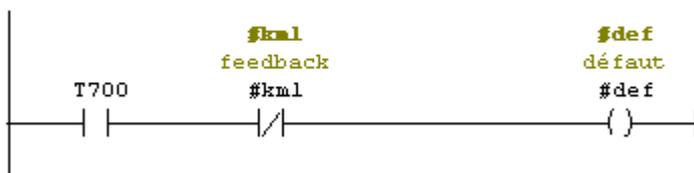


Figure 4.31 : Bloc de démarrage vis 2

#### 4.4.6 La zone de broyage

Le bloc de démarrage de la zone de broyage est composé de :

Start Automatique (figure4.32).

Stop Automatique (figure4.33).

Le démarrage(figure4.34).

Timer capteur de niveau 2(figure 4.35).

Stop automatique général (figure4.36).

Vérification d'un défaut (figure4.37).

Clignotant d'un défaut et sortie défaut général (figure4.38).

Stop de défaut (figure4.39).

Appelle bloc S2(figure4.40).

Timer pour stopper S2 (Figure4.41).

Retard pour démarrer EC3 (figure4.42).

Appelle bloc EC3 (figure4.43).

Timer pour stopper EC3 (figure4.44).

Retard pour démarrer BRY2(figure4.45).

Appelle bloc BRY2(figure4.46).

Timer pour stopper BRY2 (figure4.47).

Retard pour démarrer EV (figure4.48).

Appelle bloc EV (figure4.49).

Timer pour stopper EV (figure4.50).

Timer pour stopper EV et V2 (figure4.51).

Retard pour démarrer V2 (figure4.52).

Appelle bloc V2 (figure4.53).

▣ Réseau 1: start

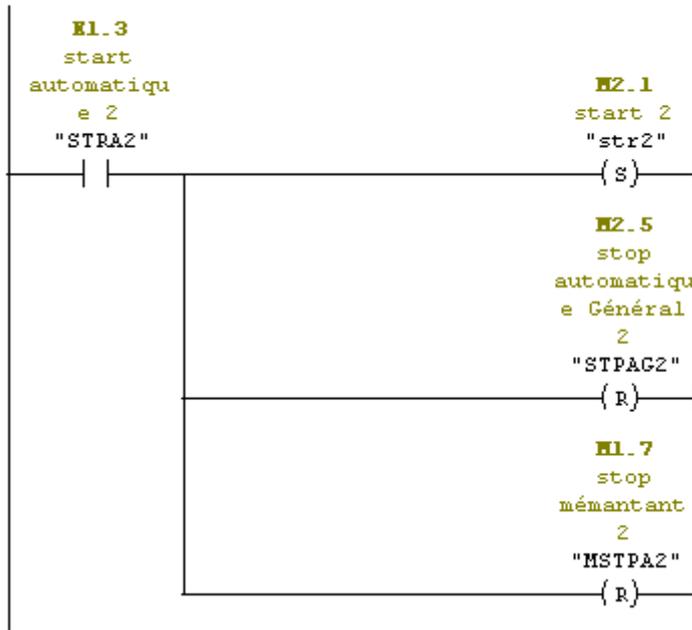


Figure 4.32 : Start 2

▣ Réseau 2 : STOP

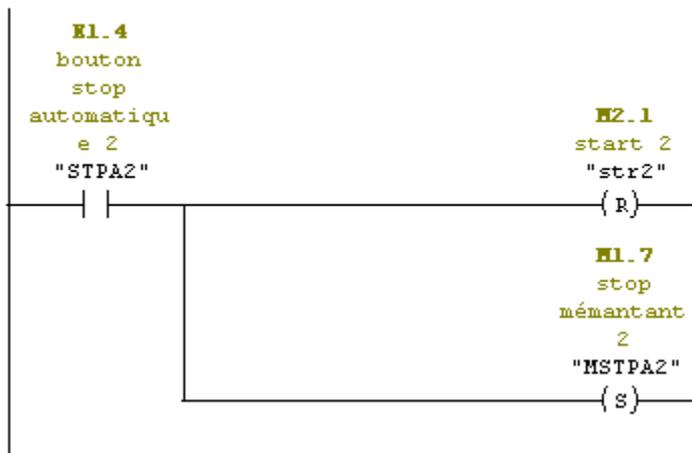


Figure 4.33 : Stop 2

▣ Réseau 3 : Ordre de démarrage 2

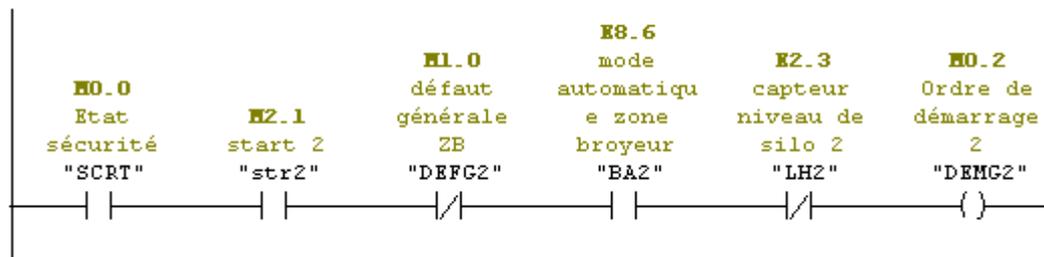


Figure 4.34 : Démarrage

▣ Réseau 4 : Timer capture de niveau de silo 2



Figure 4.35 : Capteur de niveau 2

▣ Réseau 5 : stop automatique Général 2

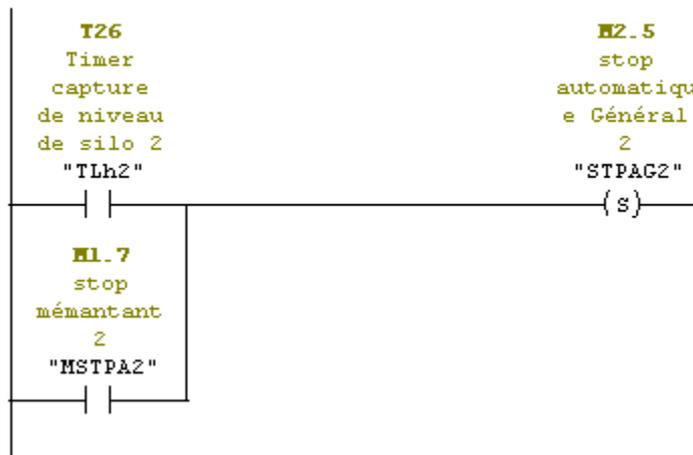


Figure 4.36 : Stop général

▣ Réseau 6 : vérification d'un défaut

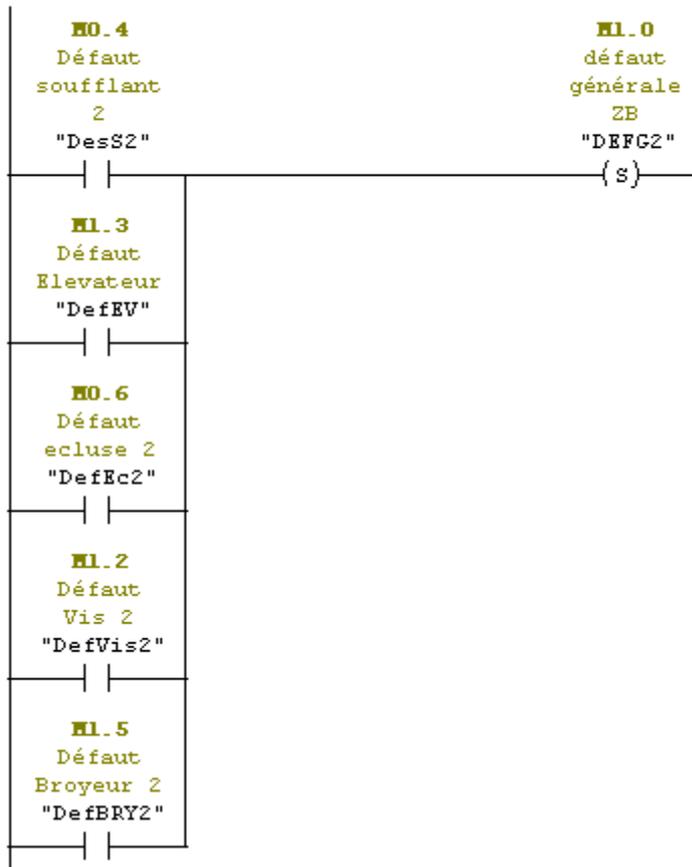
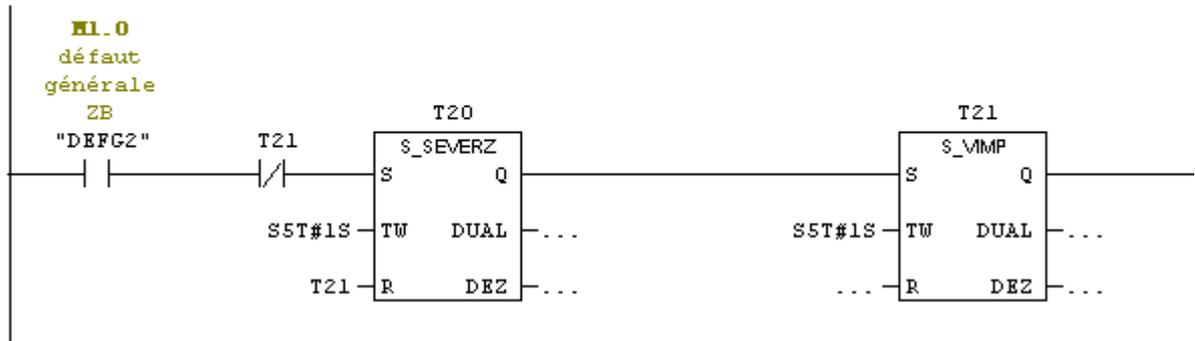


Figure 4.37 : Défaut

▣ Réseau 7 : clignotant d'un défaut



▣ Réseau 8 : défaut générale



Figure 4.38 : Clignotant

▣ Réseau 9 : Arrêter le défaut



Figure 4.39 : Stop de défaut

☐ Réseau 10 : soufflant 2

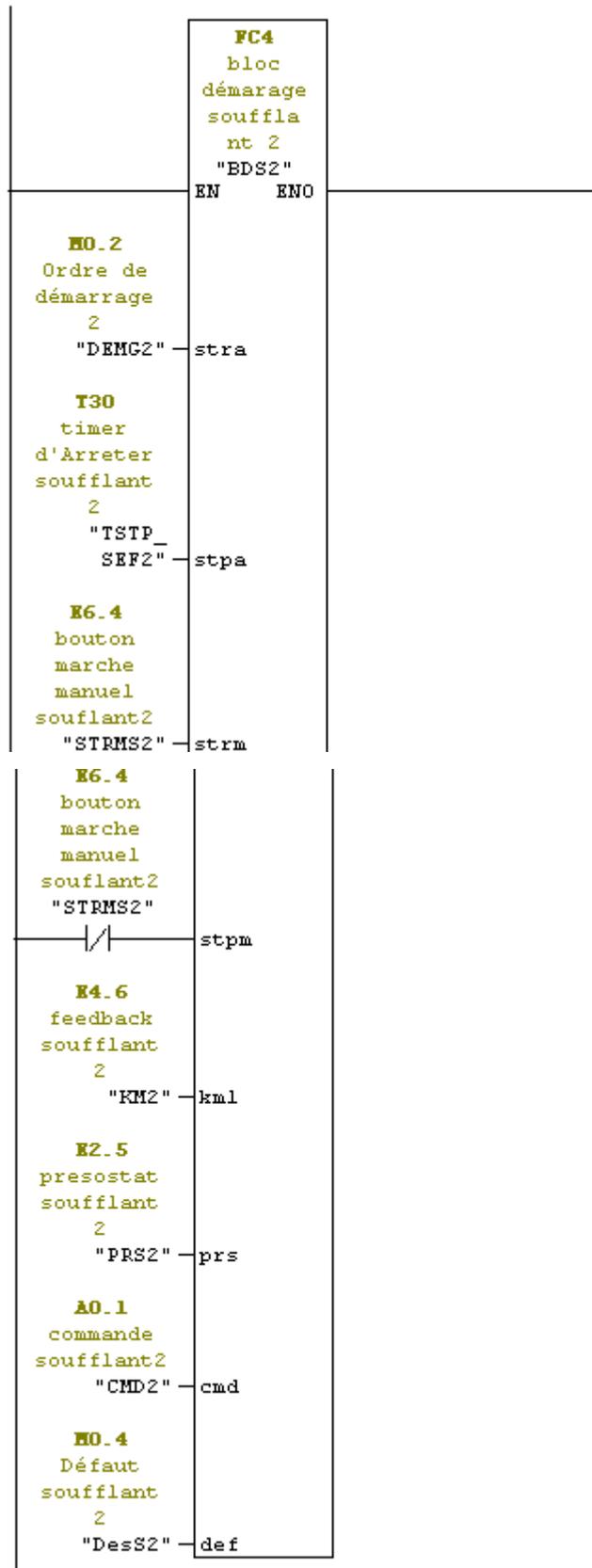


Figure 4.40 : Bloc de S2

▣ Réseau 11 : timer d'arreter soufflant 2



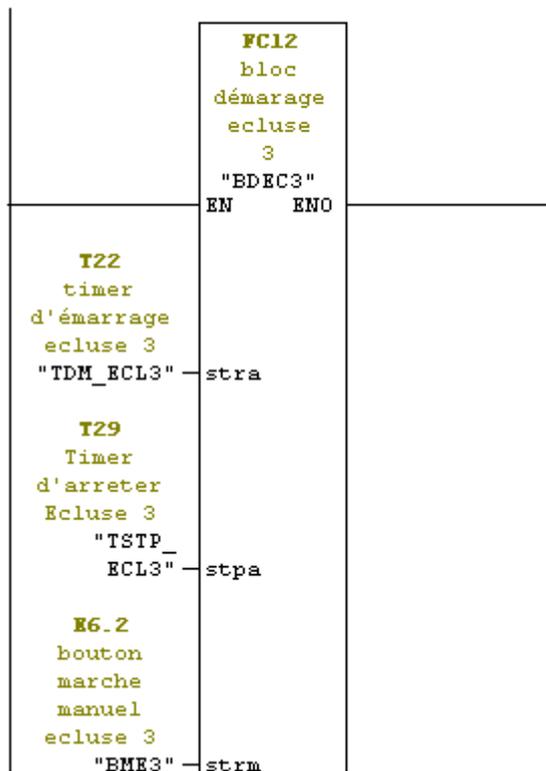
Figure 4.41 : Stop S2

▣ Réseau 12 : Retard d'une 5s pour démarrer Ecluse 3



Figure 4.42 : Démarrage EC3

▣ Réseau 13 : Ecluse 3



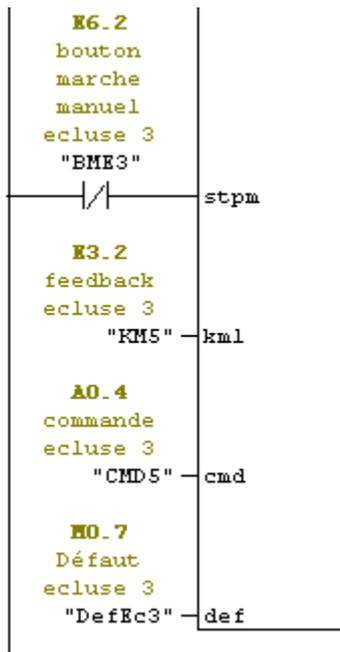


Figure 4.43: Bloc de EC3

▣ Réseau 14 : Timer d'arreter Ecluse 3



Figure 4.44 : Stop EC3

▣ Réseau 15 : Retard d'une 5s pour démarrer broyeur 2



Figure 4.45 : Démarrage BRY2

▣ Réseau 16 : broyeur2

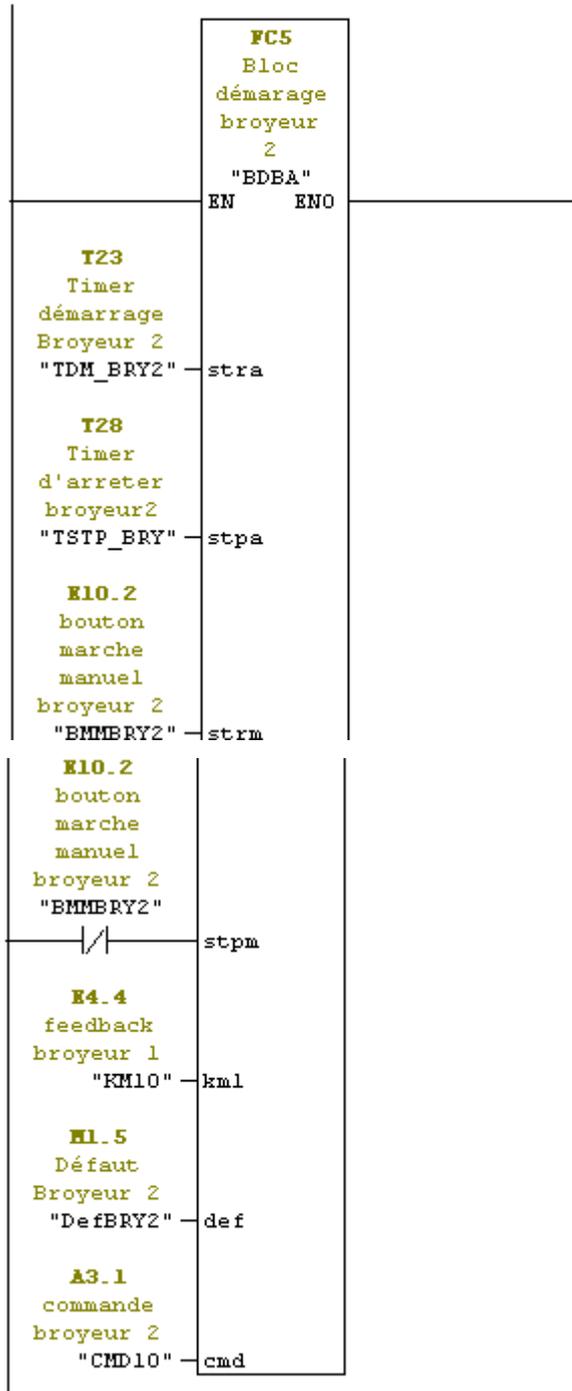


Figure 4.46 : Bloc de BRY2

▣ Réseau 17 : arret automatique broyeur 2



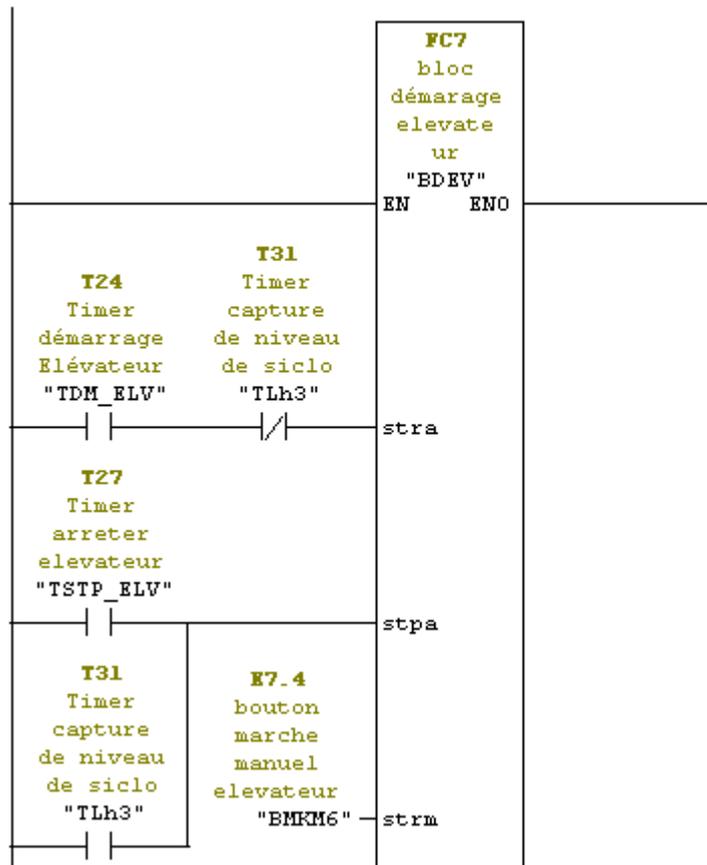
Figure 4.47: Stop BRY2

▣ Réseau 18 : Retard d'une 5s pour démarrer l'Elevateur



Figure 4.48 : Démarrage EV

▣ Réseau 19 : Elevateur



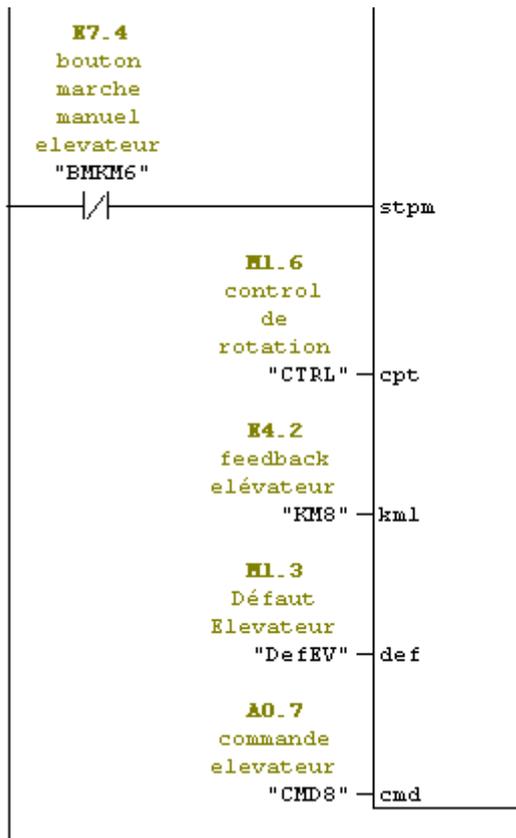


Figure 4.49 : Bloc EV

▣ Réseau 20 : arret automatique elevateur



Figure 4.50 : Stop EV

▣ Réseau 21 : Arrêter l'Elevateur et la vis



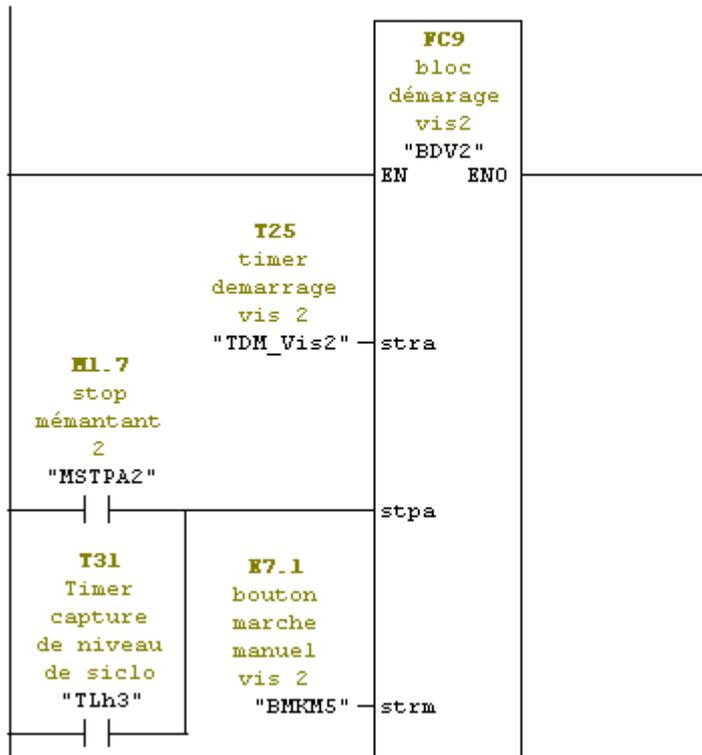
Figure 4.51 : STOP EV et V2

▣ Réseau 22 : Retard d'une 5s pour démarrer vis 2



Figure 4.52 : Démarrage V2

▣ Réseau 23 : vis2



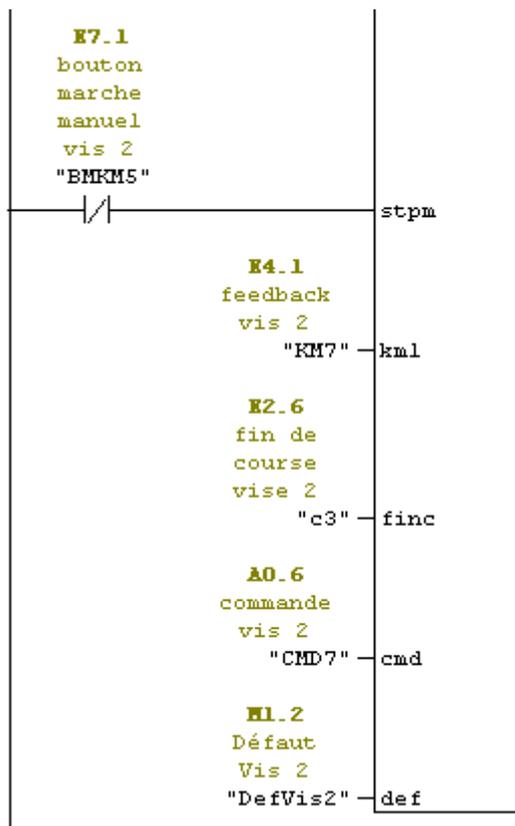


Figure 4.53 : Bloc V2

## 4.5 Bloc d'organisation

Nous avons créé le bloc OB (figure 4.54) qui est composé d'un réseau pour le bloc de sécurité et un autre réseau pour appeler les deux zones.

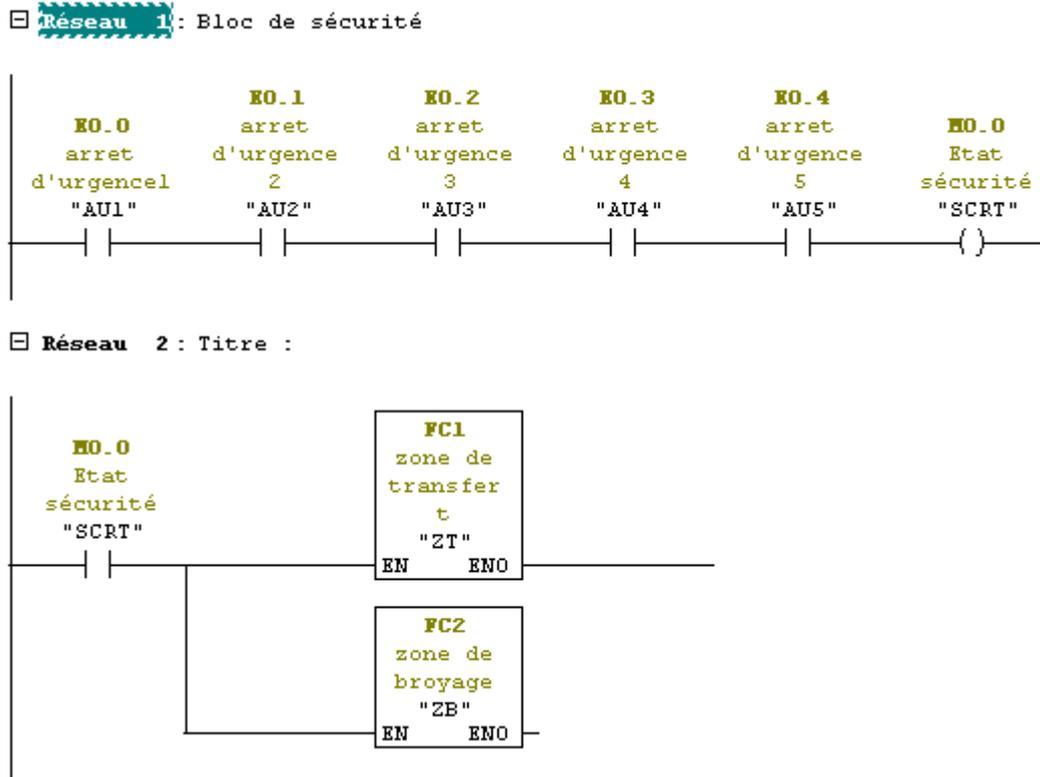


Figure 4.54 : Bloc OB

## 4.6 Simulation

L'application directe du programme établi peut occasionner des dommages matériels ou des blessures en cas où il y a des erreurs de programmation. La simulation permet de tester le programme établi et de déterminer les erreurs et les défauts éventuels.

Pour faire la simulation de notre programme il n'est pas nécessaire que nous soyons connectés à un matériel (CPU), nous pouvons seulement suivre les étapes suivantes (figure 4.55) :

- Activer la simulation par un clic sur l'icône d'activation.
- Chargement du programme dans la CPU pour l'exécuter et le mettre en ligne.
- Insertion des entrées et des sorties utilisées dans le programme.
- Lancement de simulation par un clic sur l'icône RUN-P.
- Visualisation du déroulement de simulation du programme.

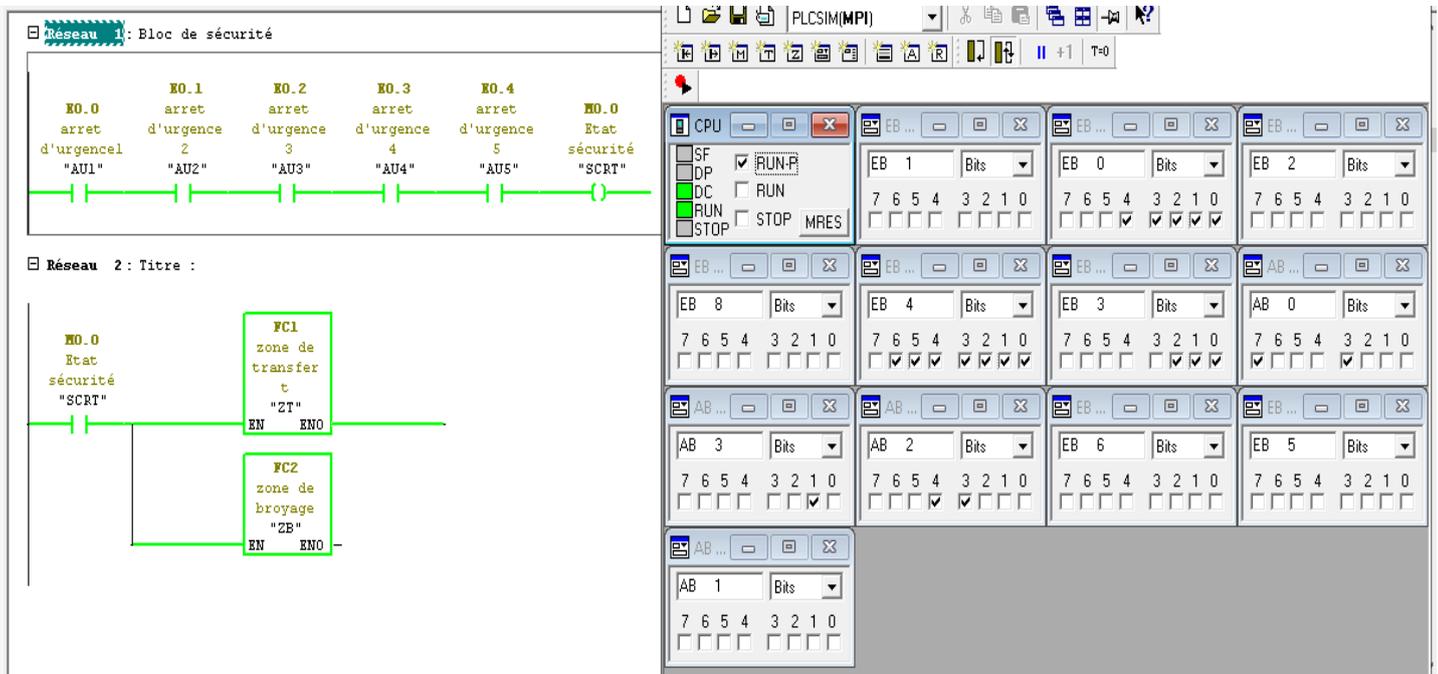


Figure 4.55 : Une partie de simulation

Cette simulation montre le fonctionnement de la chaîne de recyclage des déchets. Pour obtenir le fonctionnement correct sur cette simulation, nous activons les entrées correspondantes sur la table des entrées ; en débutant par les arrêts d’urgences (AU1, AU2, AU3, AU4, AU5) et les feedbacks de chaque moteur (KM1, KM2, KM3, KM4, KM5, KM6, KM7, KM8, KM9, KM10).

Une fois la simulation est lancée, nous remarquons le changement des sorties sur la table, ce changement nous montre le fonctionnement des composants selon l’ordre établi.

L’activation de l’entrée correspondante au bouton stop automatique nous permet de voir l’arrêt de la chaîne selon l’ordre programmé.

L’activation de l’entrée de défaut de n’importe quel composant nous permet de montrer l’activation et la désactivation de la sortie correspondante au défaut général.

## 4.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons établi les différents programmes correspondants à chaque partie de la chaîne de recyclage, ensuite nous avons établi le programme général qui lie les différentes parties et zones de la chaîne. Enfin, nous avons simulé le programme développé pour vérifier son bon fonctionnement.

## **Conclusion Générale**

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre de l'automatisation d'une chaîne de recyclage de déchets des pâtes dans l'entreprise « SOPI ».

L'automatisme industriel présente des objectifs majeurs-vis à vis de production en masse au moyen des automates programmables. Ces derniers peuvent être programmés et reprogrammés de façon à adapter efficacement le programme aux résultats voulus.

Notre travail s'est porté sur l'étude de la chaîne de recyclage de déchet des pâtes en décrivant son fonctionnement et définissant ses différentes parties. Ensuite, nous avons entamé l'objectif principale de ce mémoire qui est l'automatisation de la chaîne de recyclage en utilisant l'automate programmable S7-300 et son environnement de programmation STEP7, tout en exploitant nos connaissances sur le GRAFCET et le langage ladder.

Ce projet était une occasion pour nous, pour appliquer et utiliser toutes les connaissances que nous avons acquies durant notre formation. Cette expérience nous a permis d'acquérir de nouvelles connaissances dans le domaine de l'industrie et de tirer profit de l'expérience des personnes que nous avons rencontré durant toute la période de notre stage. Nous avons aussi acquis une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

Enfin, tout travail n'est pas forcément sensé être réalisé mais plutôt être utile. Pour cela nous espérons que notre projet sera d'un grand apport pour les promotions à venir.

## Bibliographie

- [1] Document d'usine, «système de management intégré», SOPI , Blida , Algérie, 2020.
- [2] G. Forestier , «slideplayer», 2018, <https://slideplayer.fr/slide/514450/> , (consulté le 08/ 06/ 2022).
- [3] G.Amrouche. «Génie Alimentaire» , 2020,[https://genie-alimentaire.com/spip.php?article315&fbclid=IwAR1CzOYB-QAE9MuSVmY\\_iU6wXqFyUa7vOAtPEX28I7dLZ23IR7Wv6Wn0bAo#outil\\_sommaire](https://genie-alimentaire.com/spip.php?article315&fbclid=IwAR1CzOYB-QAE9MuSVmY_iU6wXqFyUa7vOAtPEX28I7dLZ23IR7Wv6Wn0bAo#outil_sommaire) (consulté le 6 /05 / 2022).
- [4] Académie grenoble ressources , «Recyclage» ,2021, <http://www.ac-grenoble.fr/college/rives-du-leman.evian/recyclage.pdf?fbclid=IwAR3WrjsJMHKO8UyZb-4lhKkA6Nh77AghS6UrboHzd1SOxXAXfOEBDa7qcDo> , (consulté le 4/04/2022).
- [5] GUY Clerk , GUY Grellet , «Actionneurs électrique»,1996.
- [6] Gorgs Asch , «Les capteurs en instrumentation», 1999.
- [7] «Les moteurs» , <https://bpmei-prades.com/cours/chaine-daction-electrique-2/lessons/depart-moteur/> ,( consulté le1 / 06 /2022).
- [8] Z. abdraouf , «Conception et réalisation d'une chaudière»,Rapport de stage , SOPI, Blida , Algérie , 2019.
- [9] «WAM france» , 2020, <https://wamgroup.fr/fr-FR/WAMFR/Family/361/Convoyeurs-a-Vis-et-Doseurs> , (consulté le 10/ 06/ 2022).
- [10] «Meca fluid» , <https://www.mecafluid.eu/fr/catalog/capteur-de-fin-de-course-mecanique-nonf-10-a-240v-ip66~9aa42fe6-8262-450b-a466-09a331a8a73b> , (consulté le 10 / 06 / 2022).
- [11] «Direct Industry» , <https://www.directindustry.fr/prod/bdc-electronic-srl/product-102913-979759.html> ,(consulté le 1 /06 /2022).
- [12] «Capteur de rotation» , <https://autosen.com/fr/Motion-Control/Controle-de-vitesse-de->

