



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de génie électrique

# MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies  
Automatique  
Automatique et informatique industriel

Réf. :

---

Présenté et soutenu par :  
**Ouadie Hamouda**

Le : samedi 23 juin 2018

## Etude d'un système de transformation de la matière première. Cas du gratteur de la cimenterie SPA Biskria.

---

### Jury :

Mr.	ABD ELHAMID MESSAOUDI	MCB	Université Biskra	Président
Mr.	FATEH BENCHAABANE	MCA	Université Biskra	Encadreur
M.	HANANE NEBAR	MCA	Université Biskra	Examineur

Année universitaire : 2018-2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique



Université Mohamed Khider Biskra  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département de Génie Electrique  
Filière : Automatique

Option : Automatique et informatique industriel

Mémoire de Fin d'Etudes  
En vue de l'obtention du diplôme :

**MASTER**

*Thème*

Etude d'un système de transformation de la matière première. Cas du gratteur de la cimenterie SPA Biskria.

Présenté par :  
OUADIE HAMOUDA

Avis favorable de l'encadreur :  
FATEH BENCHAAABANE

Avis favorable du Président du Jury  
ABDELHAMID MESSAOUDI

**Cachet et signature**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



**Université Mohamed Khider Biskra**

**Faculté des Sciences et de la Technologie**

**Département de Génie Electrique**

**Filière : Automatique**

**Option : Automatique et informatique industriel**

# *Thème :*

Etude d'un system de transformation de la matière première. Cas du grateur de la cimenterie SPA Biskria

**Proposé par : OUADIE HAMOUDA**

**Dirigé par : FATAH BENCHAAABANE**

## **Résume :**

Le travail présenté dans ce mémoire porte essentiellement sur l'étude d'un système de transformation de la matière première, en l'occurrence un grateur installé à la cimenterie SPA Biskria. Une étude descriptive a été conduite sur le système de la commande du grateur en utilisant l'automate S7-300 par le logiciel de programmation STEP7 Manager.

**Mots clés :** API automate programmable, Step7, automatisme, Spa, ciment, grafcet.

## **تلخيص**

S7-300 مع برنامج برمجة ويركز العمل المقدم في هذه الرسالة على دراسة نظام معالجة المواد الخام، وفي هذه الحالة، يتم تركيب مكشطة في مصنع الاسمنت SPA Biskria أجريت دراسة وصفية على نظام التحكم في الكاشطة باستخدام PLC

.STEP 7 MANAGER

## Sommaire

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Sommaire.....	III
<b>Introduction générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : Descriptions de l'unité de la cimenterie SPA Biskria</b>	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Production de l'usine .....	4
I.3 Matières premières.....	4
I.4 Les étapes de la fabrication du ciment.....	4
I.4.1 Carrier .....	4
I.4.2 Concassage.....	5
I.4.3 Stockage de matières premières.....	6
I.4.4 Broyage et le séchage.....	7
I.4.5 Dépoussiérage.....	8
I.4.6 Préchauffage.....	9
I.4.7 Four rotatif.....	10
I.4.8 Silo stock age de clinker.....	11
I.4.9 Broyage ciment.....	12
I.4.10 Silo ciment.....	12
I.4.11 Salle de contrôle.....	13
I.4.12 L'expédition.....	14
I.5 conclusion.....	14
<b>Chapitre II: l'automate programmable industriel API</b>	
II.1 Introduction.....	16
II.2 Système automatisé.....	16
II.2.1 Définition.....	16
II.2.2 Les objectifs D'un système automatisé.....	16
II.2.3 Structure d'un système automatisé.....	17
II.2.3.1 Partie opérative.....	17
• Les actionneurs.....	17
• Pré-actionneur.....	18
• Les capteurs.....	18
II.2.3.2 Partie commande.....	19

---

II.2.3.3 Poste de contrôle.....	19
II.3 Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé.....	19
II.3.1 Les avantage.....	19
II.3.2 Les inconvénients.....	19
II.4 Généralités sur les automates programmables industriels.....	20
II.4.1 Définition.....	20
II.4.2 Type d'automates.....	20
II.5 Architecture d'un Automate Programmable Modulaire S7-300.....	22
II.5.1 Module d'alimentation.....	22
II.5.2 Unité centrale CPU.....	22
• Face avant d'une Cpu de siemens .....	22
• Signalisation de défaut par LED .....	23
II.5.3 Gestion des entrées/sorties.....	23
II.5.3.1 Modules d'entrées et sorties TOR (Tout Ou Rien).....	23
• Modules d'entrées TOR (Tout Ou Rien) .....	23
• Modules de sorties TOR (Tout Ou Rien).....	24
II.5.3.2 Modules d'entrées et de sorties Analogiques.....	24
• Modules d'entrées Analogiques.....	24
• Modules de sorties Analogiques.....	24
II.6 Adresse absolue de chaque module .....	24
II.7 Les variables de l'automate " Siemens ".....	25
II.8 Présentation de l'automate utilisé dans ce projet.....	25
II.8.1 Module d'alimentation PS 307 ; 5 A.....	25
II.8.1.1 Propriétés.....	25
II.8.2 CPU 315-2 DP.....	26
• Maître DP ou esclave DP.....	26
II.9 Présentation générale du logiciel STEP7.....	27
II.9.1 Définition du logiciel.....	27
II.9.2 Application du logiciel STEP7.....	27
II.9.2.1 Gestionnaire de projets SIMATIC.....	27
II.9.2.2 Définition des mnémoniques.....	27
II.9.2.3 Diagnostic du matériel .....	28
II.9.2.4 Langages de programmation.....	28
II.9.2.5. Configuration matérielle d'une station SIMATIC.....	29
II.10 Elaboration du programme sous STEP7.....	29
II.10.1 Démarrage du logiciel STEP7.....	29
II.10.2 Création d'un nouveau projet.....	30
II.10.3 Configuration du matérielle.....	30

---

II.10.4	Création de la table des mnémoniques.....	31
II.11	Simulation du programme avec le S7-PLC-SIM.....	32
II.11.1	Présentation du PLC-SIM.....	32
II.11.2	Chargement du programme.....	32
II.12	Configuration du PLCSIM.....	32
II.12.1	Exécution du programme.....	33
II.13	Etat de fonctionnement de la CPU.....	33
II.13.1	Etat de marche (RUN-P).....	33
II.13.2	Etat de marche (RUN).....	33
II.13.3	Etat d'arrêt (STOP).....	34
II.14	Conclusion.....	34

### **Chapitre III : Etude descriptive du gratteur**

III.1	Introduction.....	35
III.2	Approche.....	35
III.3	Description du Gratteur .....	36
III.3.1	Description Générale de la machine.....	36
III.3.1.1	Chariot.....	37
III.3.1.2	Gratteur.....	37
III.3.1.3	Chaîne.....	37
III.3.1.4	Racleur.....	38
III.3.1.5	Rail.....	38
III.3.1.6	Roue ferroviaire.....	38
III.4	Les capteurs.....	39
III.4.1	Les capteurs inductifs.....	39
III.4.1.1	Principe.....	39
III.4.1.2	Avantage.....	40
III.4.2	Les capteurs avec contact.....	40
III.4.2.1	Capteurs de fine de course (action mécanique).....	40
III.5	La détection par proximité.....	41
III.6	Moteur électrique.....	41
III.6.1	Moteur à courant continu.....	42
III.6.2	Moteur à courant alternatif.....	42
III.6.2.1	Le moteur asynchrone.....	43
III.7	Information sobre les risques résiduels .....	43
III.7.1	Avertissement générales.....	43
III.7.2	équipement de protection personnel .....	44
III.8	Conclusion.....	44

**Chapitre IV : Commande du gratteur en utilisant l'automate s7-300 par le logiciel de programmation step7 manager**

IV.1 Introduction.....	45
IV.2 Le cahier de charge de machine.....	45
IV.3 GRAFCET.....	46
IV.4 Tableau de Mnémoniques.....	47
IV.5 Conclusion.....	60
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>61</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>62</b>

## *Liste des figures*

	<b>Page</b>
Figure I.1 : Photo d'Usine.....	03
Figure I.3 : Abattage et transport du calcaire.....	05
Figure I.4 : La trémie de concasseur.....	06
Figure I.5 : Le concasseur.....	06
Figure I.6 : L'intérieure de rectangulaire .....	07
Figure I.7 : Le Doseur.....	08
Figure I.8 : Le Broyeur cru.....	08
Figure I.9 : Le Filtre.....	09
Figure I.10 : La tour de préchauffage .....	10
Figure I.11 : Le Four.....	11
Figure I.12 : Silo stockage de clinker .....	11
Figure I.13 : Le Broyeur ciment.....	12
Figure I.14 : Silo stockage de ciment.....	13
Figure I.15 : La Salle de contrôle.....	13
Figure I.16 : L'ensachage.....	14
Figure II.1 : Structure d'un système automatisé.....	17
Figure II.2 : Automate compact (Allen-Bradley).....	21
Figure II.3 Automate modulaire (Siemens).....	22
Figure II.4 : Face avant d'une Cpu de siemens.....	23
Figure II.5 : Schéma représentant les adresses de chaque module .....	25
Figure II.6 : Schéma de branchement des PS 307 ; 5 A .....	26
Figure II.7 : Création d'un nouveau projet .....	30
Figure II.8 : Fenêtre de configuration du matériel .....	31
Figure II.9 : Fenêtre de la création de mnémoniques.....	32
Figure II.10 : Fenêtre de configuration du simulateur .....	33
Figure III.1 : Organigramme de la Chaine de Production .....	37
Figure III.2 : Machine Gratteur .....	38
Figure III.3 : Chariot .....	38

## Liste des Figures

---

Figure III.4 : Déstocker la matière vert la bonde transport.....	39
Figure III.5 : Chaine.....	39
Figure III.6 : Racleur.....	40
Figure III.7 : Rail .....	40
Figure III.8 : Roue ferroviaire .....	40
Figure III.9 : gratteur et stockeur .....	41
Figure III.10 : Capteur inductif.....	41
Figure III.11 : Capteurs de fine de course .....	42
Figure III.12 : Capteur photoélectrique système proximité .....	43
Figure III.13 : Moteur électrique .....	44
Figure III.14 : Moteur à courant continu .....	44
Figure III.15 : Moteur asynchrone .....	45
Figure III.16 : image les éléments de protection .....	46
Figure IV.1 : Grafcet.....	49
Figure.IV.2 : les adresses d'entrées .....	50
Figure.IV.3 : les adresses de sorties .....	50

# *Liste des tableaux*

	<b>Page</b>
Tableau II.1 : Référence mémoire d'automate S7-300.....	27

## *Liste des abréviations*

**API** : Automate Programmable industriel.

**HMI** : Interface homme/machine.

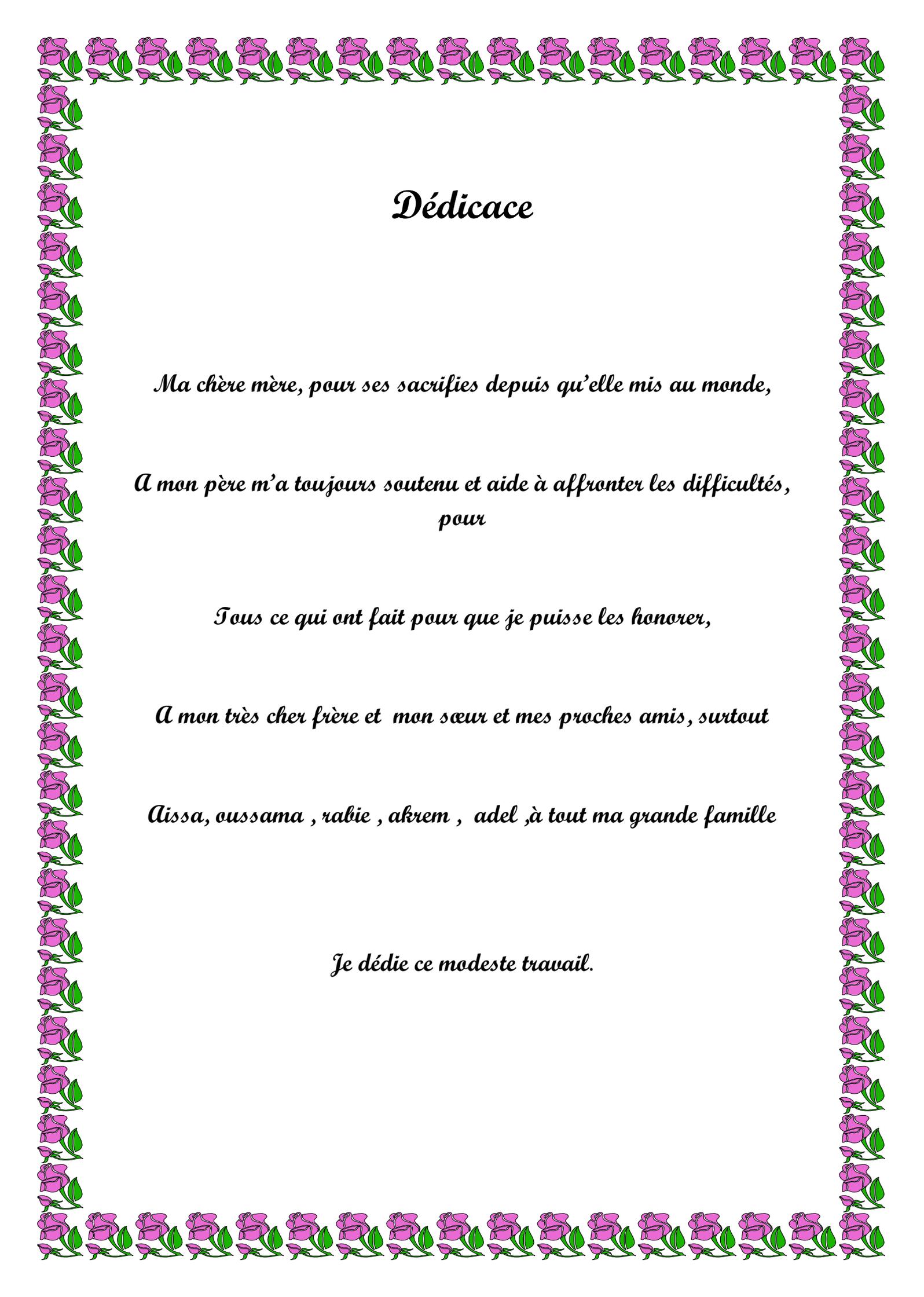
**SIMATIC** : Siemens Automatique.

**PID** : Proportionnel, intégral, dérivée.

**MPI** : Multi Point Interface.

**CONT** : Le langage à base des schémas des contacts.

**CPU** : Central Processing Unit.



## *Dédicace*

*Ma chère mère, pour ses sacrifices depuis qu'elle mis au monde,*

*A mon père m'a toujours soutenu et aide à affronter les difficultés,  
pour*

*Tous ce qui ont fait pour que je puisse les honorer,*

*A mon très cher frère et mon sœur et mes proches amis, surtout*

*Aissa, oussama , rabie , akrem , adel ,à tout ma grande famille*

*Je dédie ce modeste travail.*

# Remerciement

*Je remercie Dieu le tout Puissant qui m'a donné la force et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Je tiens à remercier en premier lieu monsieur Ben chaabane fateh d'avoir accepté d'être mon encadreur durant de ce travail, et pour la confiance qu'elle m'a donnée et ses précieux conseils.*

*Mes remerciements vont également aux membres de jury d'avoir accepté de juger mon travail. Mr MESSAOUDI ABDELHAMID et M.Nabar hanane.*

*Je remercie chaleureusement les travailleurs de l'usine Biskria cimenterie, qui m'a ouvert leurs portes et donner l'opportunité de réaliser ce projet et plus particulièrement Mr Amin, Mr Zoubire, Mr Ezzdine, et à tous ceux qui m'a aidé durant mon stage pratique.*

*Je conclurai, en remerciant vivement toute ma famille qui m'a toujours Supporté moralement et financièrement pendant toutes mes longues années d'étude.*

# Introduction générale

L'Algérie est un marché d'importance stratégique pour la société Biskria Ciment dans le Bassin méditerranéen. Le secteur de la construction en Algérie a connu une croissance importante depuis l'an 2000, ce qui a déclenché la nécessité en matériaux de construction et solutions constructives. [1]

Une automatisation est une technique ou un ensemble de techniques ayant pour but de réduire ou de rendre inutile l'intervention d'opérateurs humains dans un processus ou cette intervention était coutumière. Il n'y a évidemment pas d'automatisation lorsque l'opérateur humain est remplacé par la force animale, ni lorsqu'un processus artificiel est substitué à un processus naturel. L'automatisation désigne uniquement une transformation de processus exclusivement créés par l'homme : techniques ou ensemble de techniques. Elle tend donc à économiser l'intervention humaine sous toutes ses formes. [1]

L'automatisation peut s'appliquer à des processus qui ne mettent en œuvre aucune énergie physique appréciable : détection, contrôle et mesures, calculs en temps réel c'est-à-dire à mesure que le processus se déroule, en vue d'en assurer la conduite, gestion en temps réel d'un processus en vue d'en contrôler strictement l'économie, diagnostic [1]

Le présent manuscrit est structuré en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre, nous présentons une synthèse bibliographique sur la description globale de la cimenterie SPA Biskria Ciment, Nous étudions également les étapes de fabrication de la matière première, nous décrivons le fonctionnement de la chaîne de production du ciment en indiquant les différents équipements dans les halls contribuant.

Dans le deuxième chapitre on a vu une généralité sur les API's et l'architecture de système de commande correspondant. On a également présenté la configuration adéquate de l'automate et le programme qui a été élaboré et qui va être chargé dans l'API, en suivant le cahier des charges de l'usine.

Dans le troisième chapitre, nous présentons une synthèse descriptive du Grateur, On a également présenté le principe du fonctionnement du Grateur et les éléments de l'installation de ce dernier. On a également présenté l'organigramme de la chaîne de production de ciment via le système automatique du Grateur.

Dans le quatrième chapitre nous permet de réaliser programmer et simuler la commande du gratteur en utilisant l'automate s7-300 par le logiciel de programmation step7 manager.

Nous terminons par une conclusion générale sur l'ensemble de cette étude et nous proposons des perspectives de travail.

# Partie Bibliographique



Descriptions de l'unité de la cimenterie SPA Biskria

# CHAPITRE I

## DESCRIPTION DE L'UNITE DE LA CIMENTERIE SPA BISKRIA

### I.1. Introduction

Les matières premières et notamment les ressources minérales ont pris une grande importance depuis plusieurs décennies et conserveront dans les années à venir une place majeure dans les préoccupations dans les milieux politiques, économiques et sociaux, que ce soit à l'échelle nationale ou internationale elles constituent des atouts pour tout développement industriel en générale et au développement des industries de base en particulier. La cimenterie SPA Biskria Ciment est une combinaison de plusieurs départements ; de fonctionnement interne et d'autres externes.

Les importants départements sont ; matières premières et production de ciment

Le calcaire est la composition principale du ciment et en deuxièmes l'argile et d'autres ajouts secondaires (Fer, Gypse).

C'est pourquoi les problèmes des recherches, de production, d'échanges et de consommation sont au centre des réflexions de tous, producteurs comme consommateurs.



**Figure I.1 : Photo d'Usine.**

## **I.2. Production de l'usine**

La production de l'usine est à voie sèche alimentée par :

- Fer : par mine de KHANGUET (W. Tébessa) par camions.
- Gypse : qui extrait à partir des Lacs de (Ain M'Lila) transporté par camions.
- Gisement de calcaire qui est au nord de la cimenterie environs (4.2Km).
- Gisement d'argile approximativement de la cimenterie environs de (7Km).

## **I.3. Matières premières**

Sont les matières qui composent le produit ciment sont réalisées par les travaux de creusement à ciel ouvert.

Les travaux miniers à ciel ouvert sont l'ensemble des travaux dans les processus de la production minière, nécessaire à l'extraction des minéraux utiles du sous-sol se réalisent à la surface terrestre. Lors de la réalisation de ces travaux se forment des ouvrages miniers à ciel ouvert qui aboutissent directement au jour.

L'ensemble des ouvrages miniers, servent pour l'exploitation des gisements, à ciel ouvert est effectué par une entreprise à caractère autonome, s'appelle carrière, on distingue les travaux de découverte et les travaux d'extraction.

Le volume des travaux de découverte d'habitude, dépasse celui de l'extraction en plusieurs fois.

La présence des masses énormes des roches couvrantes et encaissantes est une particularité principale technologique et économique des travaux miniers à ciel ouvert.

## **I.4. Les étapes de la fabrication du ciment**

### **I. 4.1. Carrier**

Le carrier en cimenterie constitue la source en matières premières qui subissent des transformations pour fabriquer le produit fini donc le ciment est fabriqué à partir de quatre composantes chimiques principales :

Carbonates de calcium, alumine, silice et oxyde de fer. Ces éléments se trouvent généralement dans la nature sous forme de calcaire, d'argiles, de minerai de fer et de sable

Constituant la matière première principale, le calcaire est extrait d'une carrière située à proximité de l'usine, sous forme de blocs de dimensions très variées (~ 1 m<sup>3</sup>), pour réduire les coûts de transport.

Les argiles, constituent la matière première secondaire, le minerai de fer et le sable, sont des matières de correction utilisées dans des faibles proportions. Ces matières sont livrées par des fournisseurs.



**Figure I.2 : Abattage et transport du calcaire. [1]**

#### **I. 4.2. Concassage**

Les matériaux sont réduits par le concasseur à une taille maximum de 80mm.

La roche est ensuite échantillonnée en continu pour déterminer la quantité des différents ajouts nécessaires (oxyde de fer, alumine, silice) et arriver ainsi à la composition chimique idéale. Le mélange est ensuite stocké dans un hall de pré homogénéisation où la matière est disposée en couches horizontales superposées puis reprise verticalement. [1]



**Figure I. 3 : Le trémie de concasseur.**



**Figure I.4 : Le concasseur. [1]**

### **I.4.3. stockage de matières premières**

Après le concassage les matières concassé se déplace par des tapis roulant vers des zones spécifiées. Dans un usine de Biskria ciment il existe 2 zones de stockage, l'un pour stocker le calcaire (polaire) et autre pour stocker les ajouts (rectangulaire) .et la matière sera stocker par un stockeur.



**Figure I.5 :L'intérieure de rectangulaire. [1]**

#### **I.4.4. Broyage et le séchage**

La matière crue est constituée d'un mélange des différentes matières premières et de correction dans des proportions qui sont définies suivant les valeurs des modules chimiques du cru. En général, la matière crue est constituée de 80% de calcaire, 15% d'argile, et 5 % de matières de matières de corrections (minerai de fer ; sable).

Le dosage des différentes composantes est systématisé de manière automatique à l'entrée du broyeur.

Ce mélange est broyé et séché dans un broyeur horizontal à boulets ou vertical à galets. Cette opération de broyage permet de réduire la granulométrie du mélange.

Le séchage de la matière crue à l'intérieur du broyeur est assuré par les gaz chauds du four. Ces gaz sont ensuite dépoussiérés dans un filtre à manches puis évacués dans l'atmosphère. Le séchage permet de réduire l'humidité de la farine à moins de 1%.

A la sortie du broyeur cru, le mélange des matières broyées, appelé farine crue est stocké dans un ou plusieurs silos de stockage et d'homogénéisation.

Dans ces silos, la farine crue est homogénéisée par soufflage d'air sur-pressé. Cette opération permet d'améliorer la régularité des caractéristiques de la farine crue afin d'obtenir ensuite un clinker de qualité régulière.



**Figure I.6 : Le Doseur.**



**Figure I.7 : Le Broyeur cru. [1]**

#### **I.4.5. Dépoussiérage**

Le transport de la farine du cru par des aéroglisteurs risque de générer des poussières. Le système de dépoussiérage consiste à éliminer les émissions des poussières par l'utilisation de filtres à manches ou d'électro filtres pour une meilleure protection de l'environnement. A noter

que le dépoussiérage n'est pas une opération spécifique à la farine, d'autres ateliers (le broyage du ciment par exemple) comportent des systèmes de dépoussiérage.



**Figure I.8 : Le Filtre. [1]**

#### **I.4.6. Préchauffage**

Le préchauffage permet essentiellement de préparer la farine du point de vue chimique et thermique. Cette préparation consiste à sécher la matière crue. Dans la tour de préchauffage, la farine crue avance du haut vers le bas et se mélange avec les gaz chauds du four circulant dans le sens inverse. Ce procédé permet de préchauffer la farine crue jusqu'à une température de près 800 °C.



**Figure I.9 : La tour de préchauffage.**

#### **I.4.7. Four rotatif**

Les systèmes des fours sont conçus en cimenterie pour répondre aux exigences chimiques du procédé durant lequel la matière crue est transformée en clinker. Le four rotatif est un cylindre en acier reposant sur des stations de roulement, il est garni intérieurement par des produits réfractaires. Durant la cuisson, le four rotatif est animé d'un mouvement de rotation, la disposition en pente du four permet le mouvement de la matière première qui est injectée de l'autre extrémité par rapport à la flamme de chauffe. Durant ce déplacement, la matière se transforme par cuisson tout en avançant de son état initial jusqu'à ce qu'elle devienne "Clink risée" à la température de 1450 °C.



**Figure I.10 : Le Four. [1]**

#### **I.4.8. Silo stockage de clinker**

Le clinker issu du four est stocké dans des silos qui d'une part, confèrent à l'atelier de broyage ciment (étape suivante) une autonomie de marche en cas d'arrêt intempestif du four et d'autre part, prémunissent le clinker d'une dégradation physico-chimique que causerait un stockage prolongé à l'air libre.



**Figure I.11 : Silo stockage de clinker.**

### I.4.9. Broyage ciment

Le clinker et les ajouts, qui sont des matériaux grossiers par rapport à la granulométrie du ciment, sont introduits au niveau du broyeur dans des proportions prédéfinies pour subir des efforts mécaniques du broyage et produire ainsi le ciment qui est d'une finesse inférieure à 40 microns. Le dosage du clinker, du gypse et des ajouts se fait à l'entrée du broyeur par un système de dosage automatique chargé d'effectuer des tests dans le laboratoire tout au long du processus de production. L'atelier de broyage comprend le broyeur, le séparateur (qui sélectionne les particules selon leur grosseur), le dépoussiéreur du broyeur et accessoirement la presse à rouleaux. [1]



**Figure I.12 : Le Broyeur ciment [1].**

### I.4.10. Silo ciment

Après le broyage clinker, le clinker se déplacer par un convoyeur vers le silo spéciale pour stocker le ciment.



**Figure I.13 : Silo stockage de ciment.**

#### **I.4.11. Salle de contrôle**

Les pilotes de la salle de contrôle conduisent l'usine depuis leurs écrans où s'affichent tous les informations. [1]



**Figure I.14 : Salle de contrôle. [1]**

#### **I.4.12. L'expédition**

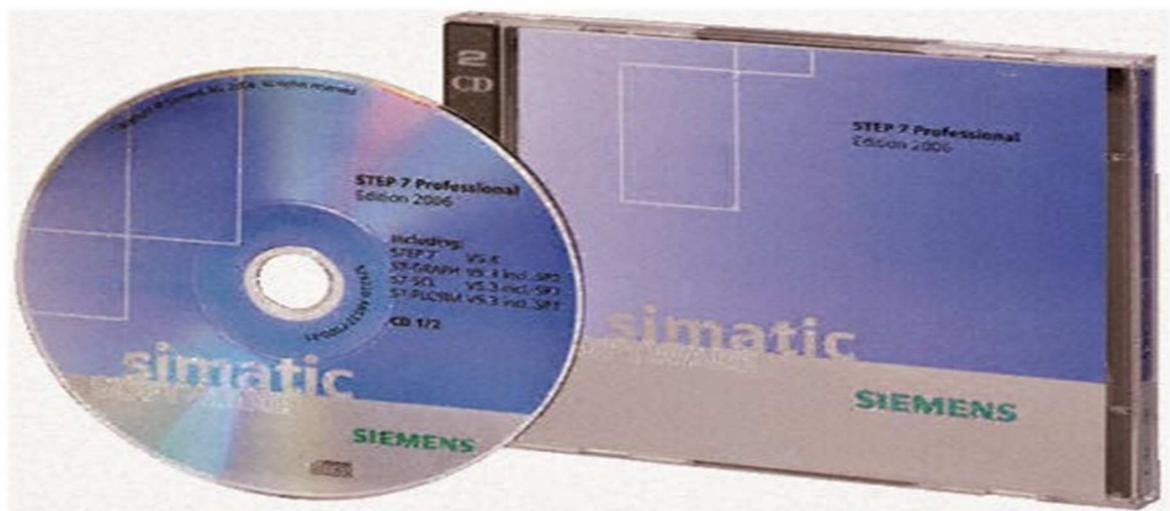
A la sortie du broyeur, le ciment est transporté vers des silos de grands capacités qui alimentent par la suite les ateliers d'ensachage pour les l'expédition en sacs, ou les dispositifs de chargement et livraisons en VRAC. Donc les expéditions comprennent le stockage du ciment, son conditionnement (ensachage) en cas de livraison par sacs ou via un vrac et son chargement sur l'outil de transport (camion, train, bateau...). C'est l'interface de l'usine avec le client.



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

#### **I.5. conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté une description globale de l'usine de la cimenterie SPA Biskria. On a également présenté les étapes de préparation de ciment, nous décrivons le fonctionnement de la chaîne de production du ciment en indiquant les différents équipements dans les halls contribuant. On a également présenté le fonctionnement du système automatique dans l'usine.



Automatisation d'un système et l'automate programmable industriel

# CHAPITRE II

## Automatisation d'un système et l'automate programmable industriel API

### II.1. Introduction

Dans le domaine de l'industrie, l'automatisme est utilisé pour piloter les moyens de production. L'objectif des équipements d'automatisme est de produire tout en assurant l'intégrité de la chaîne de production et la sécurité des personnes.

Les plateformes d'implémentation sont souvent composées d'Automates Programmables Industriels (API) notamment pour leur facilité d'intégration et pour leur robustesse de fonctionnement. L'utilisation de ces API nécessite des méthodes de programmation basées sur la standardisation des langages de programmation. Ce chapitre consiste à décrire d'une manière globale l'API, son rôle et son principe de fonctionnement.

### II.2. Système automatisé

#### II.2.1. Définition

UN système est « automatisé » s'il exécute toujours le même cycle de travail pour lequel il a été programmé. C'est un ensemble organisé de moyens techniques interconnecté à des moyens de commande et de contrôle qui lui assurent un fonctionnement reproductible plus ou moins indépendant de l'intervention humaine.[2]

#### II.2.2. Les objectifs D'un système automatisé

L'automatisation permet d'apporter des éléments supplémentaires à la valeur ajoutée par le Système. Ces éléments sont exprimables en termes d'objectifs par :

- ❖ accroître la productivité du système c'est-à-dire augmenté la quantité de produits

Élaborés pendant une durée donnée. Cet accroissement de productivité exprime un gain de valeur ajoutée sous forme :

- d'une meilleure rentabilité.
- d'une meilleure compétitivité.

- améliorer la flexibilité de production.
- améliorer la qualité du produit grâce à une meilleure répétabilité de la valeur ajoutée
- Augmentation de la production.
- Augmentation de la disponibilité des moyens de production en améliorant les possibilités de gérer le système.[3]

### II.2.3. Structure d'un système automatisé

Un système automatisé peut être décomposé en deux parties distinctes. Une partie commande reçoit les informations de l'opérateur ou des capteurs et commande la partie opérative qui doit exécuter les opérations demandées. [4]

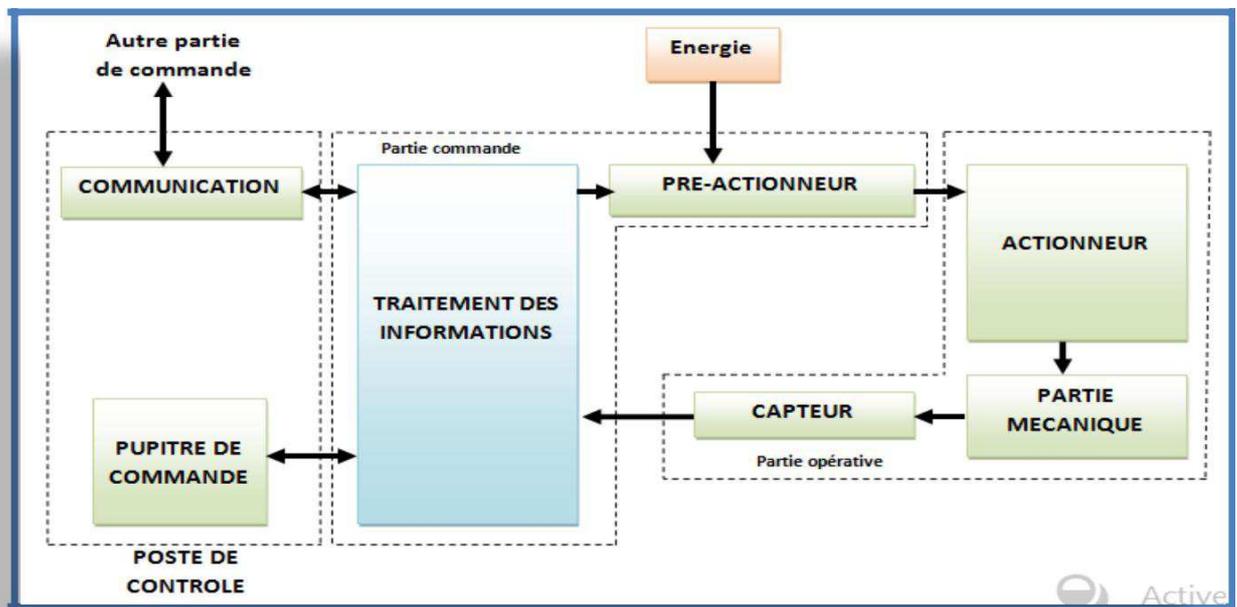


Figure II.1 : Structure d'un système automatisé.

#### II.2.3.1. Partie opérative

Que l'on appelle également partie puissance, c'est la partie visible du système (corps) qui permet de transformer la matière d'œuvre entrante. Elle est composée d'éléments mécaniques, d'actionneurs (vérins, moteurs), de pré-actionneurs (distributeurs et contacteurs) et des éléments de détection (capteurs, détecteurs).

Pour réaliser les mouvements il est nécessaire de fournir l'énergie (Électrique, pneumatique, et hydraulique) à la PO. [4]

- **Les actionneurs**

Est un élément de la Partie Opérative qui reçoit une énergie « transportable » pour la transformer en énergie « utilisable » par le système. Ils exécutent les ordres reçus en

agissent sur le système ou son environnement. Un actionneur est un système dont la matière d'œuvre est l'énergie et dont la fonction est de transformer l'énergie.

Ces actionneurs appartiennent à trois technologies :

- Actionneurs pneumatiques (vérins, moteurs).
- Actionneur hydraulique (vérins).
- Actionneurs électriques (moteurs électriques).

- **Pré-actionneur**

Le Pré-actionneur est le constituant qui autorise le passage de l'énergie du milieu extérieur vers l'actionneur. Le Pré-actionneur distribue l'énergie nécessaire à l'actionneur en fonction des ordres reçus.[4]

Le pré-actionneur peut être :

- Contacteurs pour moteurs électriques.
- Variateurs de vitesse pour moteurs électriques.
- Distributeurs pour vérins pneumatiques ou hydrauliques.

- **Les capteurs**

Les Capteurs permettent de prélever sur la partie opérative, l'état de la matière d'œuvre et son évolution, il est capable de détecter un phénomène physique dans son environnement (déplacement, présence, chaleur, lumière, pression...) puis transforme l'information physique en une information codée compréhensible par la partie commande.

Ce qui mène à que les capteurs transforment la variation des grandeurs physiques liées au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques.

### **II.2.3.2. Partie commande**

Elle est considérée comme le « cerveau » du système. La partie commande remplace l'opérateur, le savoir-faire de l'opérateur est traduit sous la forme d'un programme. Elle donne les ordres à la partie opérative en fonction de [5]:

- Programmer qu'elle contient.
- Informations reçues par les capteurs.
- Consignes données par l'utilisateur.

### **II.2.3.3. Poste de contrôle**

Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander Le système (marche, arrêt, départ cycle ...).

## **II.3. Les avantages et les inconvénients d'un système automatisé**

### **II.3.1. Les avantage**

Ils sont nombreux et citons principalement :

- Accélération des processus de production, dans tous les domaines industriels, en gardant un produit de qualité.
- La suppression de certaines tâches fatigantes, répétitives ou nocives pour l'homme.
- Les SPA (Système de Production Automatisé) s'adaptent facilement (commande et puissance) à tous les milieux de production (industries de l'automobile, du verre, du bois, du papier ainsi que le tri et l'emballage).
- La création de métiers nouveaux.
- La souplesse d'utilisation qu'ils présentent peut répondre aux problèmes simples comme aux extrêmement complexes.

### **II.3.2. Les inconvénients**

Ils existent, et sont à prendre en considération comme :

- Le coût élevé du matériel, principalement dans les systèmes hydrauliques.
- La maintenance doit être parfaitement structurée et réalisée par un personnel spécialisé (électrotechniciens ou automaticiens).
- Il faut, cependant, noter que les systèmes automatisés peuvent être la cause de suppression d'emplois.

## II.4. Généralités sur les automates programmables industriels

### II.4.1. Définition

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les Instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de Séquencement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus. Les API sont comparables aux ordinateurs. Toutefois, alors que les ordinateurs sont optimisés pour les tâches de calcul et d'affichage, les API le sont pour les tâches de commande et les environnements industriels. Voici ce qui différencie les API par rapport aux ordinateurs : [6]

- Ils sont solides et conçus pour supporter les vibrations, les températures basses ou élevées, l'humidité et le bruit. A contrario, les ordinateurs personnels ne sont pas faits pour opérer dans des milieux hostiles.
- Les interfaces des entrées et des sorties sont intégrées à l'automate. Les API au format modulaire peuvent être facilement étendues pour recevoir un plus grand nombre d'entrées-sorties.
- Ils sont simples à programmer et leur langage de programmation d'apprentissage facile est principalement orienté sur les opérations logiques et de commutation. Ils sont par conséquent plus conviviaux. [6]

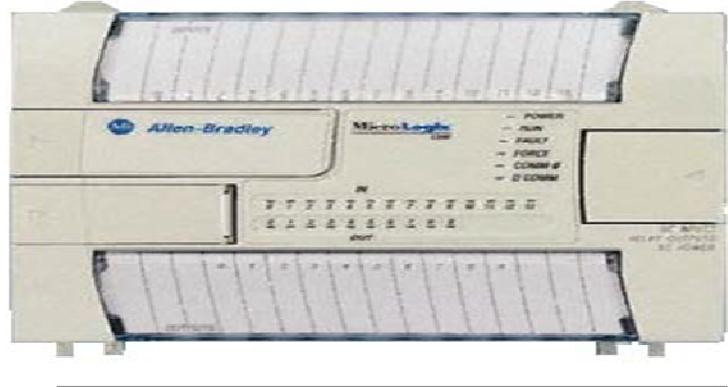
### II.4.2. Types d'automates

Les automates peuvent être de type **compact** ou **modulaire**.

- De type compact, on distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider ...) des micros automates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines

fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité.

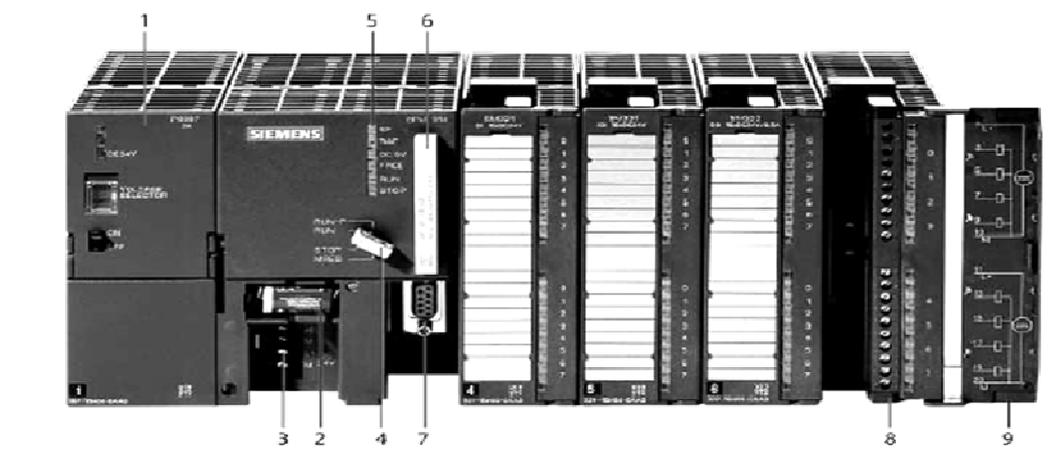
Ces automates de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.



**Figure II.2 : Automate compact (Allen-Bradley).**

- De type modulaire, le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (**modules**) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs).

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes



**Figure II.3 :Automate modulaire (Simens).**

## II.5. Architecture d'un Automate Programmable Modulaire S7-300

### II.5.1. Module d'alimentation

L'alimentation du système joue un rôle majeur dans le fonctionnement total du système. En fait, il peut être considéré comme le "gestionnaire de premier niveau" de la fiabilité et l'intégrité du système. Sa fonction n'est pas seulement de fournir des tensions continues internes pour les composants du système, mais aussi pour surveiller et réguler les tensions fournies et prévenir le CPU si quelque chose ne va pas. Le bloc d'alimentation a pour fonction de fournir une puissance bien régulée et de protection pour les autres composants du système.

### II.5.2. Unité centrale CPU

À base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation ...). Une large gamme est offerte caractérisée par :

- capacité de la mémoire.
- nombre d'entrée – sortie maximale.
- vitesse d'exécution d'une instruction.
- fonction spéciale.... ex.

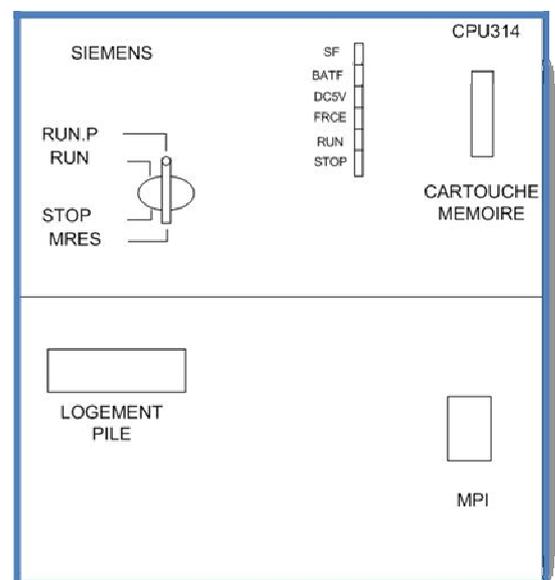
- **FACE AVANT D'UNE CPU DE SIEMENS :**

MRES : effacement général (Module REST)

STOP : arrêt de l'exécution du programme

RUN : Le programme est exécuté, accès en lecture seulement

RUN.P : Le programme est exécuté, accès en lecture et écriture



**Figure II. 4 : Face avant d'une Cpu de siemens.**

- **SIGNALISATION DE DEFAUT PAR LED :**

SF : signalisation groupe de défaut, défaut interne de CPU ou d'un module avec fonction de diagnostic

BATF : défaut de pile ou absente

DC5V : signalisation de l'alimentation interne de 5V.

Allumage fixe 5V ok

Allumage clignote, surcharge de courant

FRCE : forçage permanent d'une ou plusieurs entrées ou sortie.

RUN : Clignotement a la mise en route, allumage continu en mode RUN

STOP : Allumage continu en mode STOP.

### **II.5.3. Gestion des entrées/sorties**

Les entrées et les sorties sont les points de commande du système : Les entrées surveillent les signaux des appareils sur site (tels que capteurs et commutateurs) et les sorties commandent pompes, moteurs et autres appareils dans votre processus. Vous disposez d'entrées/sorties (E/S) locales fournies par la CPU et d'entrées/sorties

D'extensions fournies par un module d'extension. Les CPU S7-300 disposent également d'entrées/sorties rapides.

#### **II.5.3.1. Modules d'entrées et sorties TOR (Tout Ou Rien)**

- **Modules d'entrées TOR (Tout Ou Rien) :**

L'automate reçoit ses informations sur le processus via les capteurs de signaux reliés aux entrées. Les modules d'entrée TOR permettent de recevoir les signaux des différents capteurs logiques qui peuvent être des détecteurs qui reconnaîtront si la pièce d'usinage se trouve à une position donnée (détecteurs des niveaux -haut et bas- , Cellules



## **II.7. Les variables de l'automate " Siemens "**

Zone E : Mémoire image des entrées sur bus locale ou bus de terrain tel que PROFIBUS

Zone A : Mémoire image des sorties sur bus locale ou bus de terrain tel que PROFIBUS

Zone M : Mémoire utilisateur

Zone L : Mémoire locale, associée à un module de programme

Zone P : Accès à la périphérie

Zone T : Mémoire des temporisations

Zone Z : Mémoire des compteurs

Zone DB : Mémoire utilisateur ou système structuré dans des blocs de données

## **II.8. Présentation de l'automate utilisé dans ce projet**

### **II.8.1. Module d'alimentation PS 307 ; 5 A**

**N ° de référence : 6ES7307-1EA01-0AA0**

#### **II.8.1.1. Propriétés**

Le module d'alimentation PS 307 ; 5 A se caractérise par les propriétés suivantes [1] :

- courant de sortie 5 A.
  
- tension nominale de sortie 24 V courant continu, stabilisée, tenue aux court-circuités et à la marche à vide.
  
- raccordement à un réseau alternatif monophasé (tension nominale d'entrée 120/230 V courant alternatif, 50/60 Hz).

- séparation de sécurité des circuits selon EN 60 950.
- peut servir de tension d'alimentation des capteurs et actionneurs.

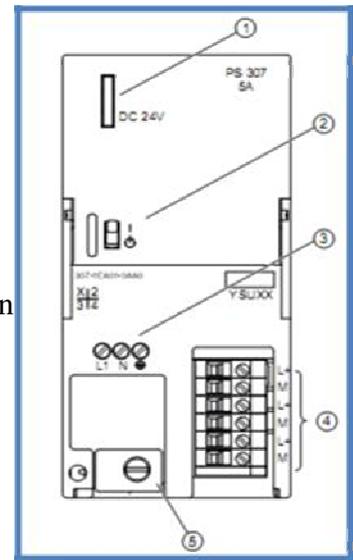
(1). Signalisation de la présence d'une tension de sortie DC 24

(2). Commutateur EN/HORS du 24 vcc

(3). Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection

(4). Bornes pour la tension de sortie 24 vcc

(5). Arrêt de traction



**Figure II.6 : Schéma de branchement des PS 307 ; 5 A**

### II.8.2. CPU 315-2 DP

- Maître DP ou esclave DP

La CPU 315-2 DP peut être utilisée avec sa 2ème interface (interface PROFIBUS DP) soit Comme maître DP, soit comme esclave DP dans un réseau PROFIBUS DP [1].

	<b>CPU 315-2 DP</b> CPU avec mémoire de programme étendue et interface PROFIBUS-DP ; horloge en temps réel
Mémoire de travail	64 Ko (21 k instructions)
Mémoire de chargement	96 Ko de RAM
Temps d'exécution pour opérations sur bits	0,3 ms

**Tableau II.1 : Référence la mémoire d'automate S7-300.**

## **II.9. Présentation générale du logiciel STEP7**

### **II.9.1. Définition du logiciel**

STEP7 est un logiciel de base pour la programmation et la configuration de systèmes D'automatisation SIMATIC. Il permet : la création et la gestion de projets, la configuration et le paramétrage du matériel et de la communication, la gestion des mnémoniques, et la création des programmes. [7]

### **II.9.2. Application du logiciel STEP7**

Le logiciel STEP7 met à disposition les applications de base suivantes :

- La gestion de projets.
- L'édition de mnémoniques.
- La configuration du matériel.
- Le diagnostic du matériel.
- La configuration de la communication.
- L'édition du programme en CONT, LOG et LIST, thèmes détaillés par la suite.

#### **II.9.2.1. Gestionnaire de projets SIMATIC**

Le gestionnaire de projets SIMATIC, encore appelé SIMATIC Manager, sert d'interface graphique à toutes ces applications. C'est lui qui organise dans un projet la mise en commun de toutes les données et de tous les paramètres requis pour réaliser une tâche d'automatisation. Les données sont structurées thématiquement et représentées sous forme d'objets. La figure (II.8) suivante représente la fenêtre qui apparaît au lancement du SIMATIC Manager. [7]

#### **II.9.2.2. Définition des mnémoniques**

Ce sont des noms symboliques qui vont être utilisés dans la programmation. L'utilisation de noms communs (mnémonique) est plus simple que la manipulation des adresses ou opérandes par exemple utilisés « **moteur** » au lieu du bit de sortie **A0.0**.

Pour accéder à la table des mnémoniques figure (II.9), on clique sur le dossier programme dans la fenêtre du projet, puis sur l'icône mnémoniques. L'utilisation de cette table consiste à :

- Donner un nom à la mnémonique dans la première colonne.
- Donner la variable associée à cette mnémonique dans la seconde colonne.
- Le type de la donnée est automatiquement généré par STEP7.
- Ecrire éventuellement un commentaire dans la colonne prévue à cet effet.

Après avoir défini toutes les mnémoniques, il suffit d'enregistrer pour que les changements soient pris en compte dans le reste du projet.

### **II.9.2.3. Diagnostic du matériel**

Le diagnostic du matériel fournit un aperçu de l'état du système d'automatisation. Dans une représentation d'ensemble, un symbole permet de préciser pour chaque module s'il est défaillant ou pas. Un double clic sur le module défaillant permet d'afficher des informations détaillées sur le défaut. Les informations disponibles dépendent des différents modules ainsi que les CPU.

### **II.9.2.4. Langages de programmation**

Les langages de programmation CONT, LIST et LOG pour S7-300/400 font partie intégrante du logiciel de base STEP 7.

- ❖ Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits. Le CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, par les éléments complexes et par les bobines
- ❖ La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent dans une large mesure aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, le langage LIST a été complété

par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

- ❖ Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Par exemple, les fonctions complexes, comme les fonctions mathématiques peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques. [8]

### II.9.2.5. Configuration matérielle d'une station SIMATIC

La configuration matérielle est une étape très importante, elle permet de reproduire à l'identique le système utilisé (châssis (Rack), alimentation, CPU, modules d'entrées /sorties etc..). Pour effectuer cette configuration, il faut aller sur l'icône station SIMATIC (S7-300, S7- 400) et suivre les étapes suivantes :

- On Ouvre l'objet "Matériel", la fenêtre "HW Config - Configuration matérielle" s'ouvre.
- En établissant la configuration de la station dans la fenêtre "Configuration matérielle" où on dispose à cet effet d'un catalogue de modules qu'on peut afficher par la commande *Affichage > Catalogue*.
- On insère d'abord un châssis/profilé support du catalogue des modules dans la fenêtre vide, ensuite on sélectionne les modules (module d'alimentation, modules entrées/sorties, modules de fonctions (FM),...) que l'on dispose aux emplacements pour enficher le châssis/profilé support. Il faut configurer une CPU au moins par station. [8]

## II.10. Elaboration du programme sous STEP7

### II.10.1. Démarrage du logiciel STEP7

Pour lancer le logiciel STEP7, on localise l'icône SIMATIC Manager sur l'écran de l'ordinateur puis avec un double clic sur cette icône, on se permet d'ouvrir sa fenêtre fonctionnelle. [8]

### II.10.2. Création d'un nouveau projet

Le logiciel SIMATIC Manager étant maintenant en marche, on clic sur l'item fichier puis assistant nouveau projet. Après la sélection du type de la CPU (pour notre projet, on a choisi une CPU314) et l'insertion du bloc organisationnel, une fenêtre s'ouvre pour donner un nom au projet, on clic sur créer.

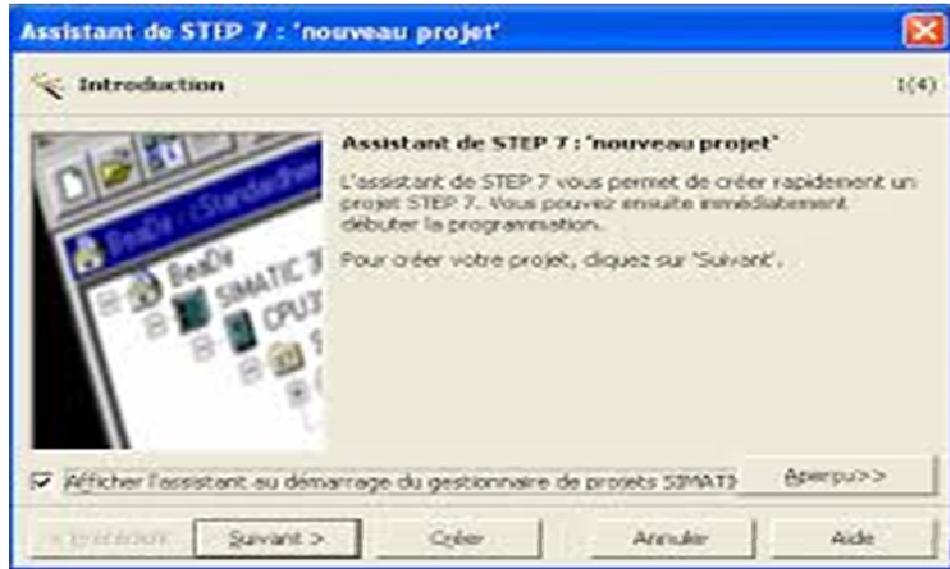


Figure II .7 : Création d'un nouveau projet.

### II.10.3. Configuration du matérielle

Le projet contient deux grandes parties : la description du matériel et la description de fonctionnement (le programme). <<HW Config>> ou la configuration du matériel est utilisée pour configurer et paramétrer le support matériel dans un projet d'automatisation.

On clique sur l'icône <<STATION SIMATIC 300>> située dans la partie gauche qui contient l'objet <<matériel>>.

Un double clic sur l'objet matériel, le logiciel de configuration se lance et la fenêtre de la figure (II.8) apparait, on insert ensuite les différents modules (module d'alimentation et les modules d'entrées sorties) à utiliser dans le projet par un double clic sur chacun et qui se situe dans le + qui précède l'item SIMATIC 300.

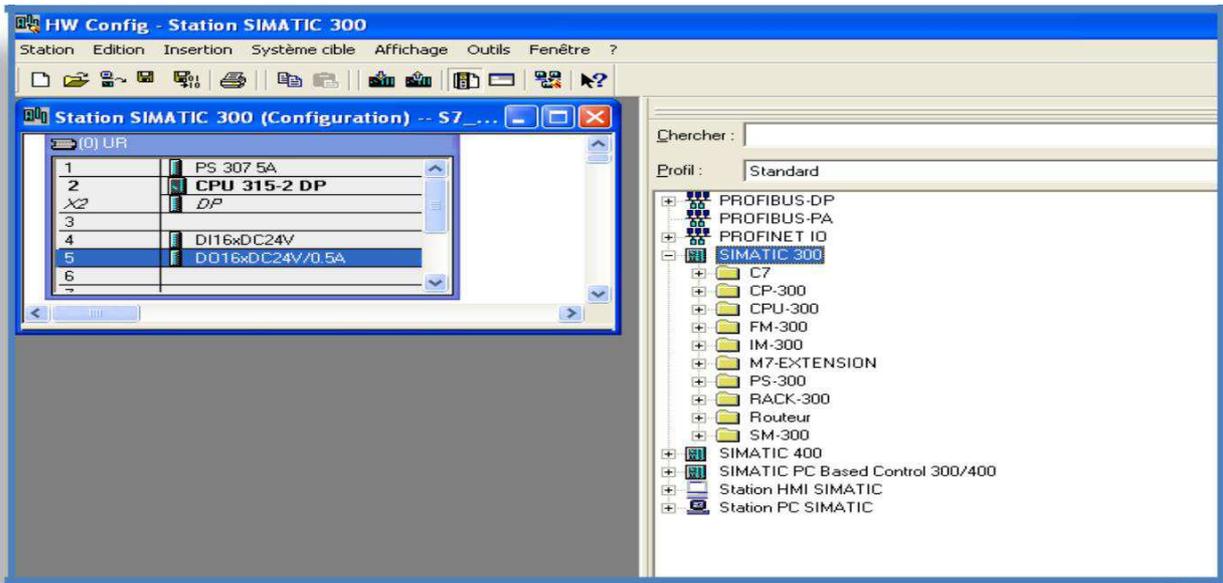


Figure II.8 : Fenêtre de configuration du matériel.

#### II.10.4. Création de la table des mnémoniques

La Mnémonique est le nom donné par l'utilisateur et qui peut remplacer une variable ou un bloc de programmation. La table de mnémonique s'agit d'une table qui permet d'affecter des noms à des adresses de données globales accessibles à partir de tous les blocs.

Pour l'insertion d'une table de mnémoniques, on clic sur <<programme, mnémonique>> comme le montre la figure (II.9) suivante :

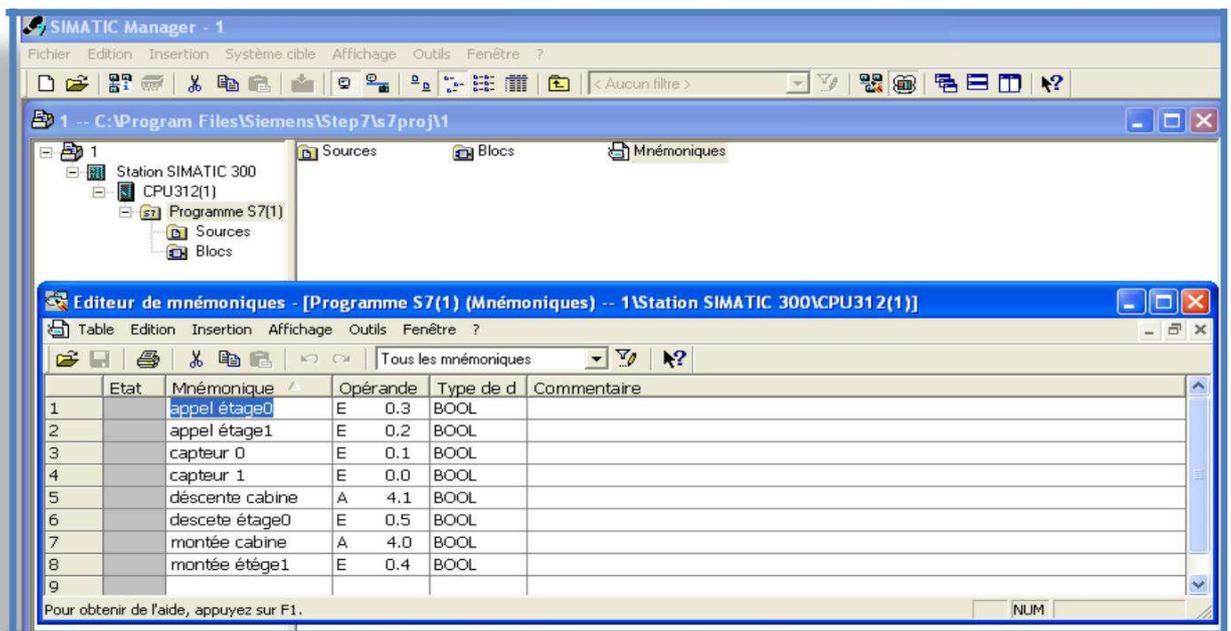


Figure II.9 : Fenêtre de la création de mnémoniques.

## **II.11. Simulation du programme avec le S7-PLC-SIM**

### **II.11.1. Présentation du PLC-SIM**

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter et de tester le programme de l'utilisateur élaboré dans un automate programmable et simulé dans l'ordinateur ou à travers une console de programmation. La simulation étant complètement réalisée par le logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire d'établir une liaison avec un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux). [9]

L'application S7-PLCSIM dispose d'une interface simple qui nous permet de visualiser, modifier et surveiller les différents paramètres utilisés dans le programme, comme activer ou désactiver des entrées. En exécutant le programme dans la CPU, on a la possibilité de mettre en œuvre les différentes applications du logiciel STEP7, par exemple, la table des variables afin d'y visualiser et forcer d'autres variables de prendre d'autres valeurs. On a aussi la possibilité de remédier à d'éventuelles erreurs.

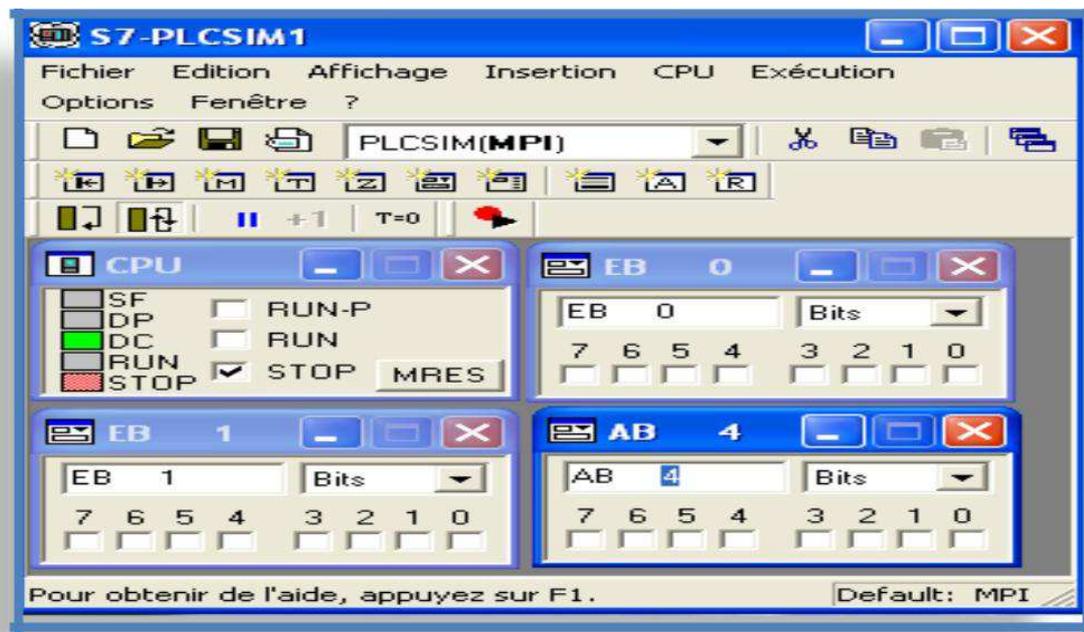
### **II.11.2. Chargement du programme**

Pour charger le programme dans la CPU, on procède de la manière suivante :

- Dans le gestionnaire de projets SIMATIC, on utilise la commande «Fichier Ouvrir projet», pour ouvrir le projet à charger.
- On sélectionne le classeur « Blocs » dans la structure hiérarchique du projet.
- Pour charger le classeur des blocs dans la CPU de simulation, on choisie la commande «Système cible Charger» ou cliquer sur le bouton de chargement.

## **II.12. Configuration du PLCSIM**

Dans l'application S7-PLCSIM, on crée de nouvelles fenêtres pour visualiser les Informations provenant de l'automate programmable de simulation et pour créer les diverses Fenêtres. Les fenêtres utilisées dans le programme sont représentées dans la figure (II.10)



**Figure II.10 : Fenêtre de configuration du simulateur.**

### II.12.1. Exécution du programme

Une fois l'exemple du programme chargé dans la CPU, on peut exécuter le programme. Il faut s'assurer préalablement que le cycle continu est sélectionné comme mode d'exécution. Pour sélectionner le mode d'exécution continu du programme, on choisie la Commande «Exécution Mode Cycle continu», ou on clique sur le bouton correspondant dans La barre d'outils, et pour mettre la CPU en mode RUN et démarrer l'exécution du programme, on clique sur la case à cocher RUN (Marche) ou RUN P dans la fenêtre «CPU».

Dans le simulateur S7-PLCSIM, on a représenté l'ensemble des variables d'entrées, et de sorties sous forme de fenêtres. Pour visualiser le fonctionnement de l'automate, on suit les étapes de fonctionnement de la machine avec des clics sur les entrées pour visualisation des sorties.[9]

## II.13. Etat de fonctionnement de la CPU

### II.13.1. Etat de marche (RUN-P)

La CPU exécute le programme et nous permet de le modifier ainsi que ses paramètres. Afin de pouvoir utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque du programme durant son exécution, on doit mettre la CPU à l'état RUN-P.

### II.13.2. Etat de marche (RUN)

La CPU exécute le programme en lisant les entrées, exécutant le programme, puis en actualisant les sorties. Lorsque la CPU se trouve à l'état de marche (RUN), on ne peut

ni charger un programme, ni utiliser les applications de STEP7 pour forcer un paramètre quelconque (comme les valeurs d'entrées).

### **II.13.3. Etat d'arrêt (STOP)**

La CPU n'exécute pas le programme. Contrairement à l'état d'arrêt (STOP) des CPU réelles, les sorties ne prennent pas de valeurs (de sécurité) prédéfinies, mais conservent l'état auquel elles étaient lorsque la CPU est passée à l'état d'arrêt (STOP). Nous pouvons charger des programmes dans la CPU lorsqu'elle est à l'arrêt.

## **II.14. Conclusion**

Dans ce chapitre on a vu des généralités sur les API's et l'architecture de système de commande correspondant. On a également présenté la configuration adéquate de l'automate et le programme qui a été élaboré et qui va être chargé dans l'API, en suivant le cahier des charges de l'usine.



Etude descriptive du gratteur

## CHAPITRE III

# ETUDE DESCRIPTIVE DU GRATTEUR

### III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous avons expliqué tous les organes principaux de notre machine, chaque organe qui compose avec des autres composantes comme des moteurs ou bien des capteurs, ou bien des distributeurs. Nous avons étudié la relation qui relie ces composantes entre eux.

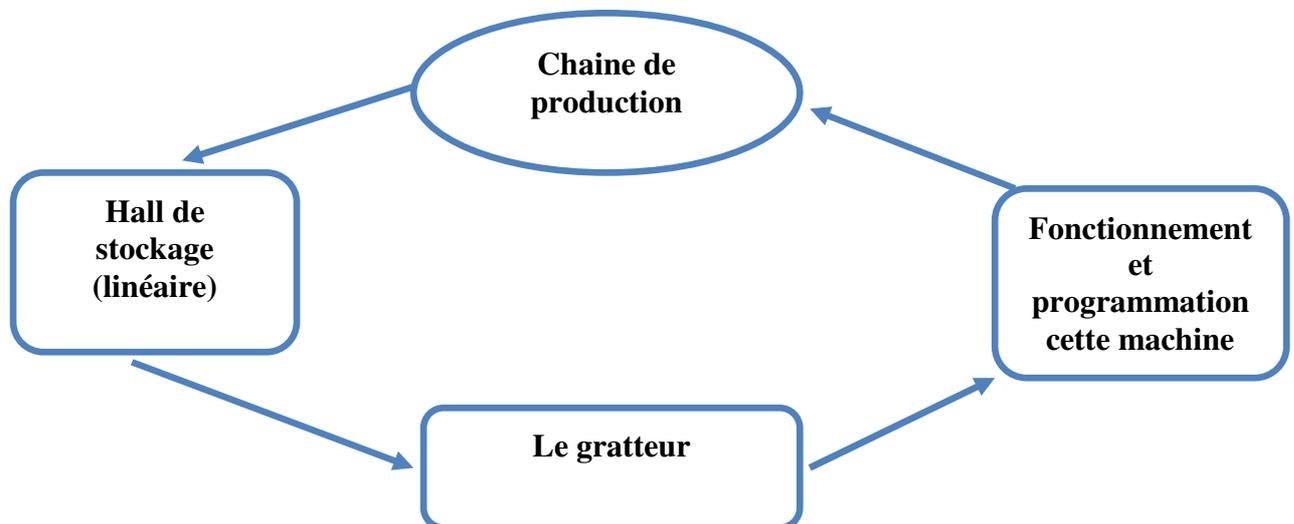


Figure III.1 : Organigramme de la Chaîne de Production.

### III.2.Approche

Le Hall de stockage est un milieu où la matière première (Calcaire + Argile) se stocke après avoir été concassé.

Il existe deux machines dans ce Hall, le STACKEUR et le GRATTEUR. La première machine (STACKEUR) permet de stocker la matière première provenant du concasseur dans le Hall de stockage. La deuxième machine (GRATTEUR) permet de déstocker la matière vers la trémie, qui alimente le Broyeur, à travers une bande transporteuse. [1]



L'étude de la machine GRATTEUR est le but de notre stage.



**Figure III .2 : Machine Gratteur.**

### **III.3. Description générale la machine du Gratteur**

Le Gratteur est une machine qui sert à déstocker la matière du Hall de stockage. Il se compose de 3 sous-ensembles, chaque sous ensemble remplit une fonction tel que :

#### **III.3.1. Chariot**

Le chariot permet d'assurer la translation des Herses (les herses sont fixées sur le chariot).



**Figure III.3 : Chariot.**

### III.3.2.Gratteur

- Energie électrique est convertit en énergie mécanique de rotation, puis transmis à la boîte à vitesse à l'aide d'un coupleur hydraulique afin de changer la vitesse de rotation, ensuite actionne la chaîne à travers les tourteaux. Les racleurs fixés sur la chaîne permettent de gratter et transporter la matière vers la bande transporteuse. [1]

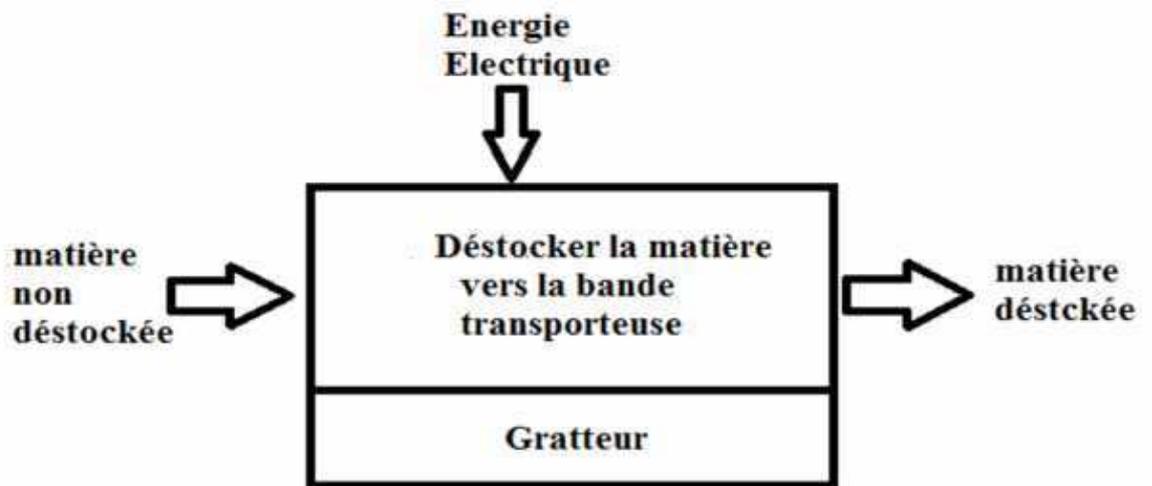


Figure III.4 : Déstocker la matière vert la bonde transport.

### III.3.3.Chaine

- La chaîne permet de donner un mouvement aux Racleurs .Elle est Robuste.[1]



Figure III.5 : Chaîne.

### III.3.4.Racleur



Figure III.6 : Racleur.

### III.3.5.Rail

- Deux files parallèles de rails mis bout à bout forment une voie ferroviaire.[1]

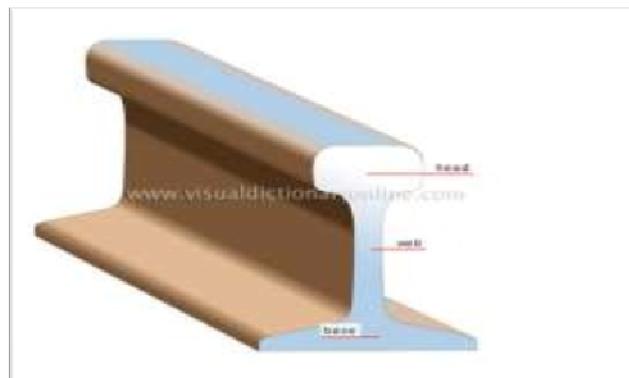


Figure III .7 : Rail.

### III.3.6.Roue ferroviaire

- Quatre roues ferroviaires permettent d'assurer un mouvement pour la machine.et Très robust. [1]

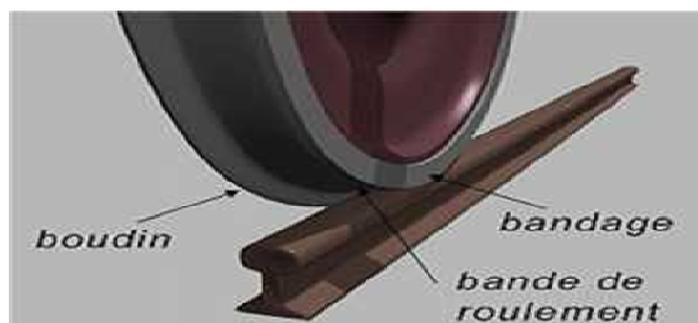
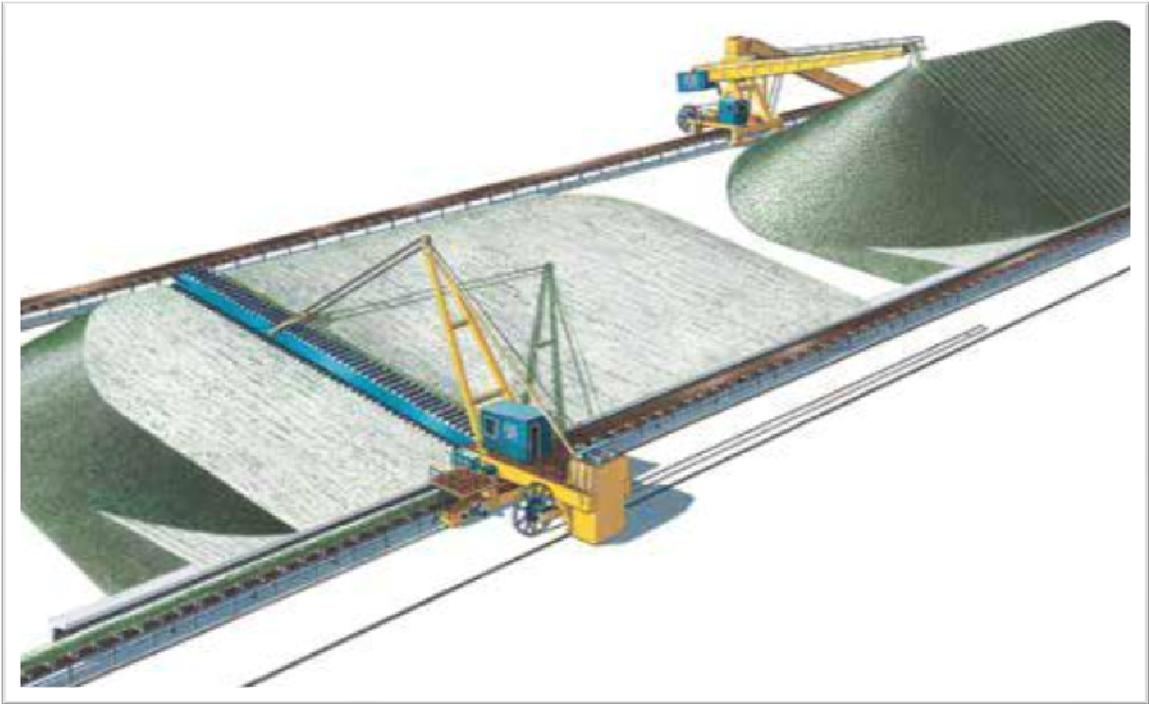


Figure III .8 : Roue ferroviaire.



**Figure III.9 : Grateur et stockeur.**

### **III.4. Les capteurs**

#### **III.4.1. Les capteurs inductifs**

##### **III.4.1.1. Principe**

La détection se fait sans contact. Un circuit électronique à effet inductif transforme une perturbation magnétique due à la présence de l'objet en commande d'ouverture ou de fermeture statique (par transistor) du circuit d'information. La face sensible crée un champ magnétique local. Lorsque l'objet pénètre dans le champ magnétique, l'oscillateur se met en route et la sortie est activée. [10]



**Figure III.10 : Capteur inductif.**

### III.4.1.2. Avantage

- Pas de contact physique avec l'objet (pas d'usure), possibilité de détecter la présence d'objets fraîchement peints ou de surfaces fragiles.
- Cadences de fonctionnement élevées en parfaite adéquation avec les modules ou les automatismes électroniques.
- Grandes vitesses d'attaque pour la prise en compte d'informations de courte durée produite entièrement enrobés dans une résine, pour une très bonne tenue aux environnements industriels agressifs.
- Produits statiques (pas de pièces en mouvement) pour une durée de vie indépendante du nombre de cycles de manœuvres.
- Visualisation de l'état de la sortie.

### III.4.2. Les capteurs avec contact

#### III.4.2.1. Capteurs de fin de course (action mécanique)

Ce sont des interrupteurs actionnés par contact direct avec l'objet à détecter. Ils peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple, d'une bille, d'une roue. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et peut être électrique ou pneumatique (**Fig.III.11**)



**Figure III.11 : Capteurs de fine de course.**

### III.5. La détection par proximité

Les cellules à détection par proximité sont dotées d'un émetteur qui envoie le faisceau. Celui-ci se réfléchit directement sur l'objet à détecter lui-même avant de retourner au récepteur. [10]

L'objet doit être réfléchissant et guidé.

#### Avantage :

Détection d'objets de toute forme et de matériaux de toutes natures.

Détection à très grande distance.

Sortie statique pour la rapidité de réponse ou sortie à relais pour la commutation de charges jusqu'à 2 A.

Généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement.

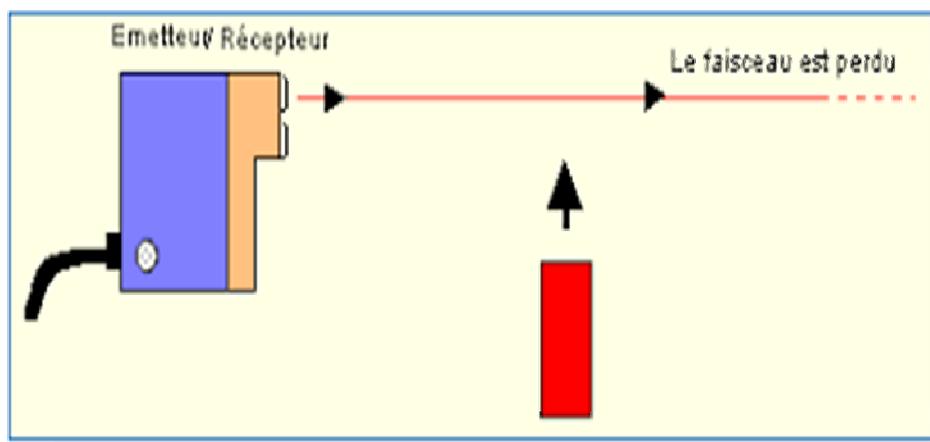


Figure III.12 : Capteur photoélectrique système proximité.

### III.6. Moteur électrique

Un moteur électrique à courant continu est une machine tournante qui exploite le fait qu'un conducteur placé perpendiculairement à un champ magnétique et parcouru par un courant se déplace en fauchant le champ magnétique : il est donc capable de produire un effort mécanique.

Il existe de nombreux types de moteurs à courant continu, moteur à courant alternatif, moteur pas à pas.



**Figure III.13 : Moteur électrique.**

### **III.6.1. Moteur à courant continu**

Le moteur à courant continu est un moteur électrique. Il s'agit d'un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre une installation électrique parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique, selon la source d'énergie. [11]

Cette technologie de moteur permet une réalisation économique de moteurs, en général de faible puissance pour des usages multiples (automobiles, jouets, baladeurs,.....).



**Figure III.14 : Moteur à courant continu.**

### **III.6.2. Moteur à courant alternatif**

Le moteur à courant alternatif représente 80% des moteurs utilisés industriellement, étant donné leur simplicité de construction et leur facilité de démarrage. D'autre part à puissance égale, c'est le moteur le moins cher.

Il ne nécessite pas de source de tension particulière 'il fonctionne sous la tension de réseau. Leur vitesse est proportionnelle à la fréquence d'alimentation.

Il existe trois types de moteurs à courant alternatif :

- les moteurs universels.
- les moteurs synchrones.
- les moteurs asynchrones.

Cette machine a besoin d'un moteur asynchrones :



**Figure III.15 : Moteur asynchrone.**

### **III.6.2.1. Le moteur asynchrone**

Est de beaucoup le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de sa facilité de mise en œuvre, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité , son seul point noir est l'énergie réactive ,toujours consommée pour magnétiser l'entrefer. Les machines triphasées directement sur le réseau, représentent la grande majorité des applications, supplantant les machines monophasées aux performances bien moindres et au couple de démarrage nul sans artifice. [12]

## **III.7.Information sobre les risques résiduels**

### **III.7.1.Avertissement générales**

- Pour les caractéristiques spécifiques de la machine il y a des risques pendant la Manipulation de la machine et le procès du câble, ils ne peuvent pas être réparés aux Moyennes protections ou autre type de sécurité, a la machine on trouve des Avertissements sur la sécurité et les précautions que doivent pendre des opérateurs. Les

Informations placées directement sur la machine sont permanents et lisible pendant toute la vie de la machine.

- Le personnel opérateur de la machine, doit être personnel spécialisé et compétente. On considère opérateur tant l'utilisateur de la machine comme le personnel d'entretien.

On doit répéter les avertissements qui se donnent pour la sécurité des Opérateurs, pour éviter risques inutiles.

### III.7.2.équipement de protection personnel

Toujours porter des équipements de protection appropriée (EPP). L'opérateur devra utiliser des gants pour éviter les actions boucher ou piquant du matériel, aussi botes avec bout Métallique, vêtements de protection, casques de sécurité, lunettes protecteurs et une protection auditive. [1]



Figure III.16 : Image les éléments de protection.

### III.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'étude descriptive du Gratteur, On a également présenté le principe du fonctionnement de Gratteur et les éléments de l'installation de ce dernier. On a également présenté l'organigramme de la chaine de production de ciment via le système automatique du Gratteur.

Le chapitre suivant est consacré à la commande du gratteur en utilisant l'automate S7-300 par le logiciel de programmation step7 Manager.

**partie pratique**



# CHAPITRE IV

## COMMANDE DU GRATTEUR EN UTILISANT L'AUTOMATE S7-300 PAR LE LOGICIEL DE PROGRAMMATION STEP7 MANAGER

### IV.1. Introduction

La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier de charge (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur.

Ce dialogue n'est pas toujours facile, le client ne possède peut-être pas la technique qui lui permette de définir correctement son projet.

La programmation est fait avec logiciel STEP-7 à langage contacte a près l'élaboration de langage grafcet qui décrire le fonctionnement de notre système.

Nous avons été consacrés à ce chapitre la programmation et la **commande sue la machine de gratteur par un API S7-300** avec un logiciel de programmation STEP7 MANAGER.

### IV.2.Le cahier de charge de machine

- ✚ Appuyiez sue le bouton du **Dcy** : Botton du marché pour démarrer la séquence.
- ✚ Appuyiez sue le bouton mode automatique.
- ✚ Indication de capteur de niveau de la matière (sable ; argile ; méniri de fer)
- ✚ Indication de capteur de proximité à gauche.
- ✚ Marche du tapis **T**.
- ✚ Sonorie de clochette.
- ✚ démarrage du racleur.
- ✚ Transfert le Gratteur à droite
- ✚ Tourné le moteur à droite.
- ✚ Indication de capteur de proximité à droite.
- ✚ Stop le moteur de déviation

-  Indication de frein
-  Indication de capteur de niveau de ciaollo

**IV.3.GRAFCET (voir la Figure IV.1)**

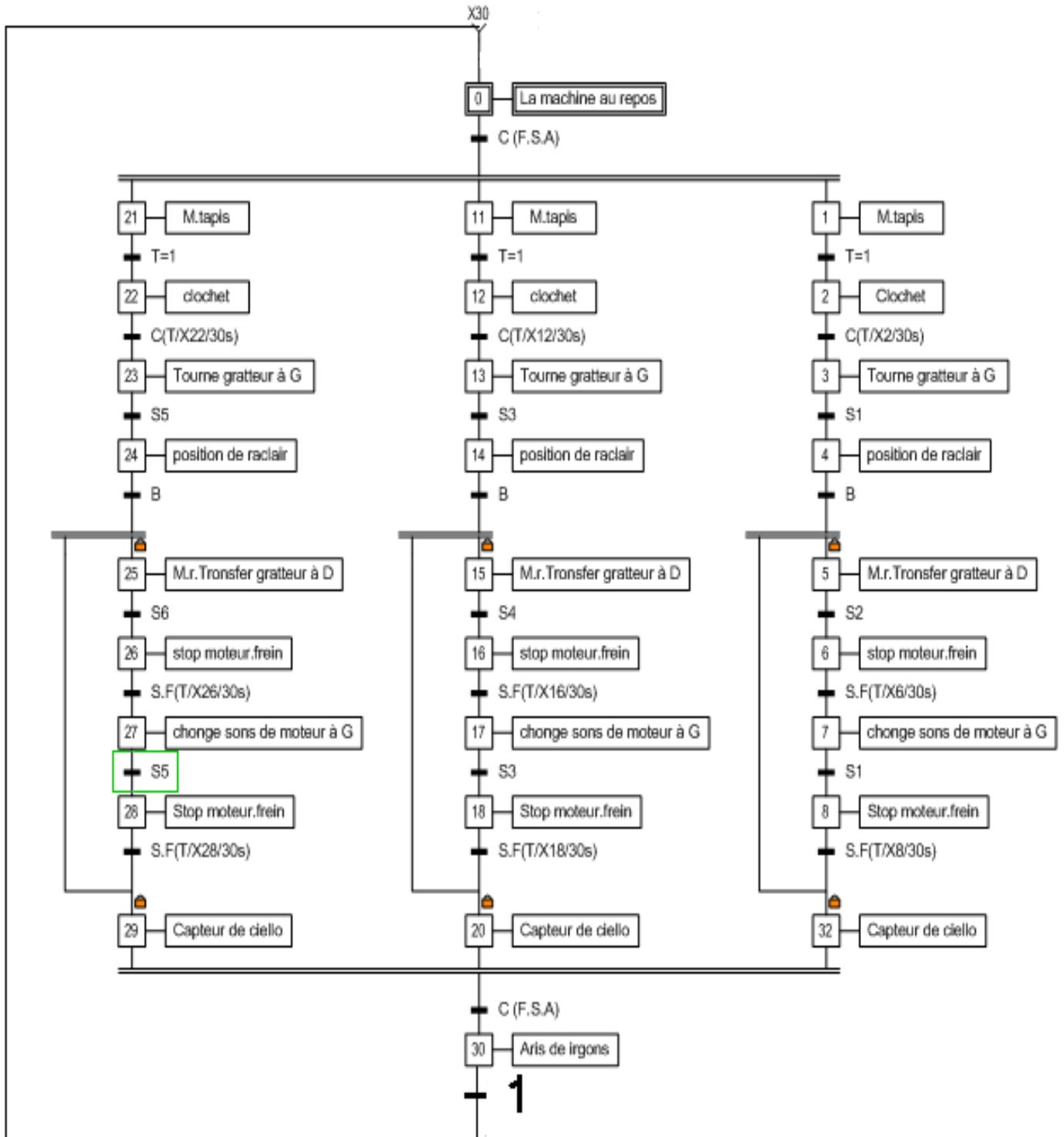


Figure IV.1 : Grafcet d'une machine du gratteur

## IV.4. Tableau de Mnémoniques

Stat	Symbol /	Address	Data typ	Comment
1	Gratteur Lin?..	OB ...	OB ...	
2	I0.0	I ...	BOOL	Bouton d'Arrêt d'Urgence
3	I0.1	I ...	BOOL	Bouton mode Manuel
4	I0.2	I ...	BOOL	Bouton mode Automatic
5	I0.3	I ...	BOOL	Fin de session à droite
6	I0.4	I ...	BOOL	Bouton Tournez le moteur vers la droite
7	I0.5	I ...	BOOL	capteur proximité à droite
8	I0.6	I ...	BOOL	Bouton d'Arrêt Tournez le moteur vers la droite
9	I0.7	I ...	BOOL	Bouton d'Arrêt Tournez le moteur vers la gauche
1	I1.0	I ...	BOOL	capteur proximité à gauche
1	I1.1	I ...	BOOL	Bouton Tournez le moteur vers la gauche
1	I1.2	I ...	BOOL	Fin de session à gauche
1	I1.3	I ...	BOOL	Fin de cours cablée #1
1	I1.4	I ...	BOOL	Fin de cours cablée #2
1	I1.5	I ...	BOOL	Fin de cours du Déviation Tapis
1	I1.6	I ...	BOOL	Bouton d'Arrêt du Tapis
1	I1.7	I ...	BOOL	Bouton Marche du Tapis
1	I2.0	I ...	BOOL	Bouton Marche raclaire
1	I2.1	I ...	BOOL	Bouton d'Arrêt raclaire
2	I2.2	I ...	BOOL	
2	I2.3	I ...	BOOL	
2	I2.4	I ...	BOOL	
2	I2.5	I ...	BOOL	
2	I2.6	I ...	BOOL	
2	I2.7	I ...	BOOL	
2	I3.0	I ...	BOOL	

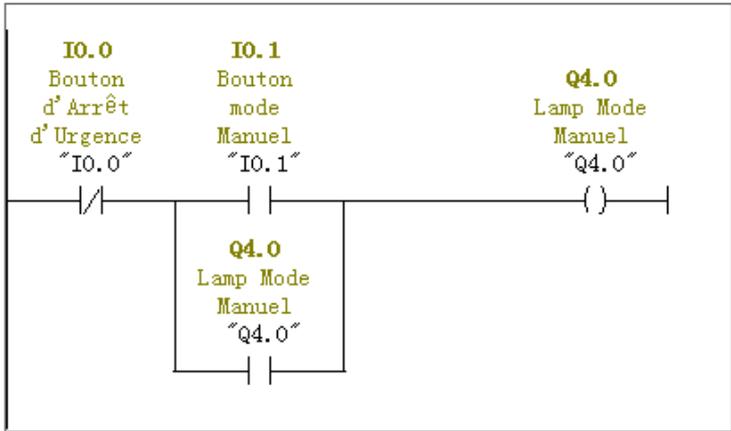
Figure IV.2 : les adresses d'entrées.

Stat	Symbol /	Address	Data typ	Comment
5	I6.7	I ...	BOOL	
5	I7.0	I ...	BOOL	
5	I7.1	I ...	BOOL	
6	I7.2	I ...	BOOL	
6	I7.3	I ...	BOOL	
6	I7.4	I ...	BOOL	
6	I7.5	I ...	BOOL	
6	I7.6	I ...	BOOL	
6	I7.7	I ...	BOOL	
6	Q4.0	Q ...	BOOL	Lamp Mode Manuel
6	Q4.1	Q ...	BOOL	Lamp Mode Automatic
6	Q4.2	Q ...	BOOL	Tournez le moteur vers la droite
6	Q4.3	Q ...	BOOL	Lamp Tournez le moteur vers la droite
7	Q4.4	Q ...	BOOL	Frein
7	Q4.5	Q ...	BOOL	Tournez le moteur vers la gauche
7	Q4.6	Q ...	BOOL	Lamp Tournez le moteur vers la gauche
7	Q4.7	Q ...	BOOL	Marche du Tapis
7	Q5.0	Q ...	BOOL	Lamp Marche du Tapis
7	Q5.1	Q ...	BOOL	Lamp d'Arrêt du Tapis
7	Q5.2	Q ...	BOOL	clochette
7	Q5.3	Q ...	BOOL	Marche du raclaire
7	Q5.4	Q ...	BOOL	
7	Q5.5	Q ...	BOOL	
8	Q5.6	Q ...	BOOL	
8	Q5.7	Q ...	BOOL	
8				

Figure IV.3 : les adresses de sorties.

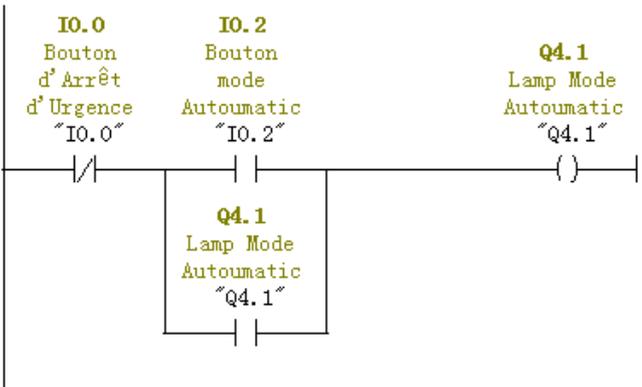
**Network 1:** Mode Manuel

Comment:



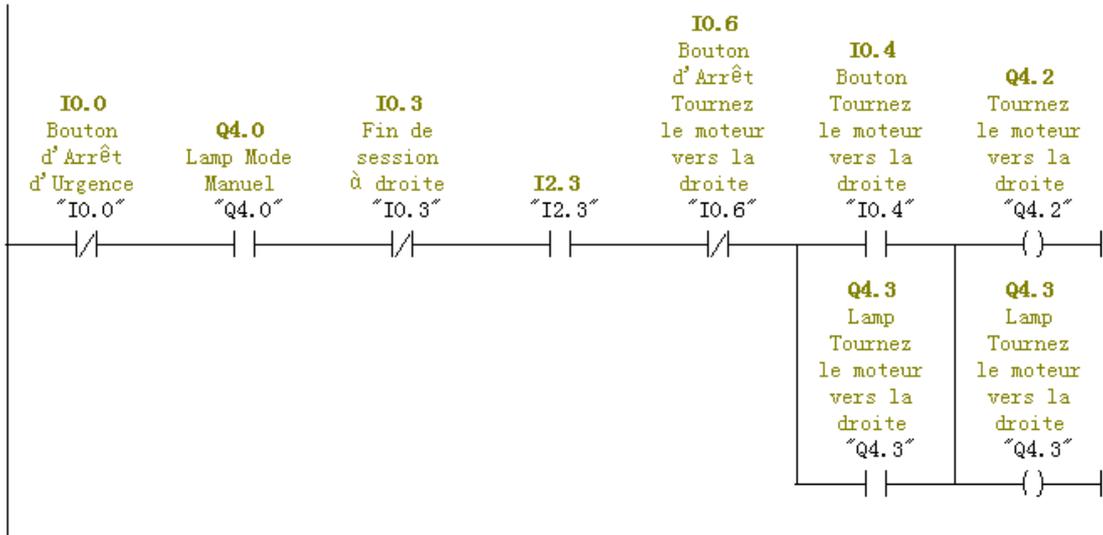
**Network 2:** Mode Autoumatic

Comment:



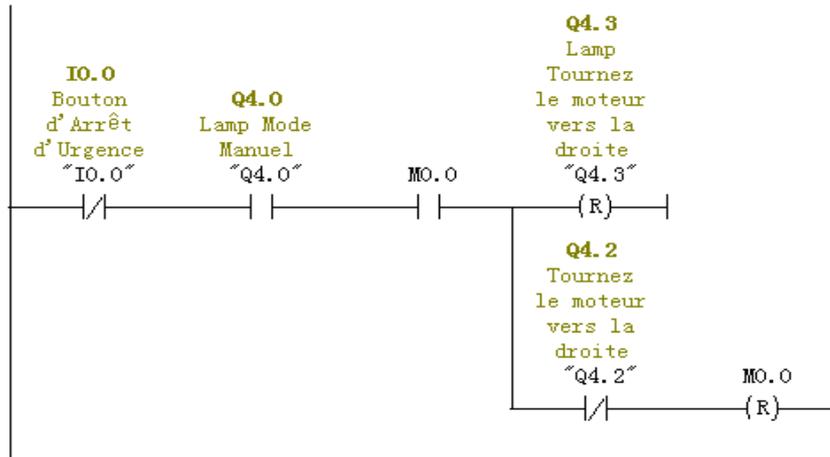
**Network 3:** Tournez le moteur vers la droite

Comment:



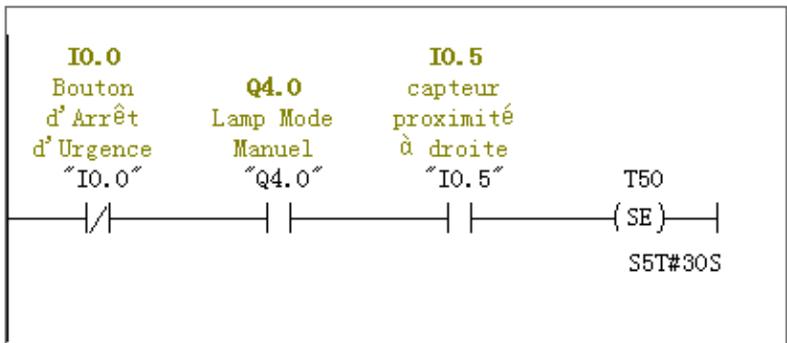
**Network 5 : Tournez le moteur vers la droite**

Comment:



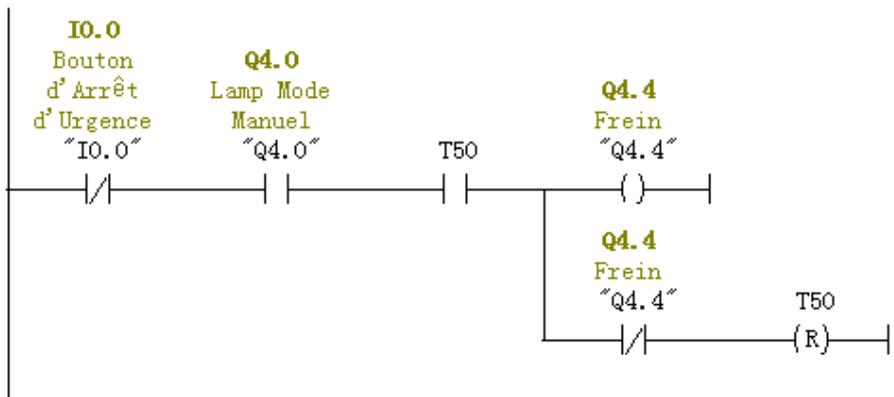
**Network 6 : capteur proximité**

Comment:



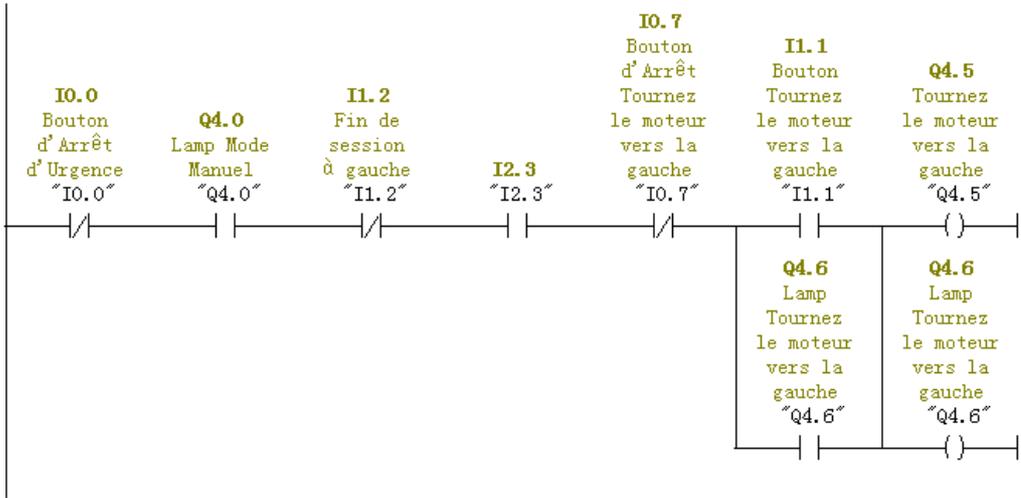
**Network 7 : Frein**

Comment:



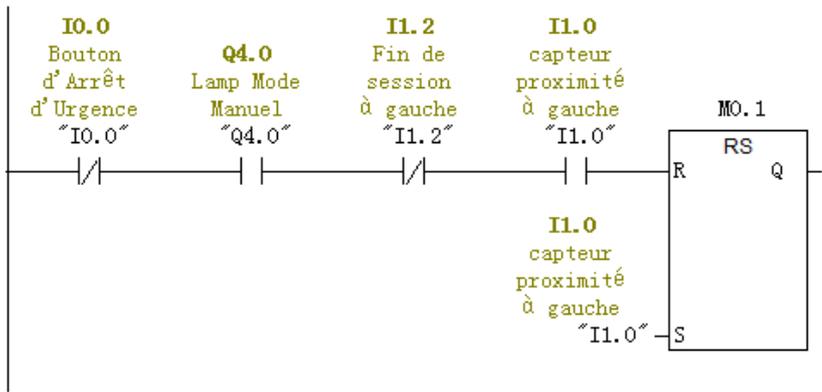
**Network 8 :** Tournez le moteur vers la gauche

Comment:



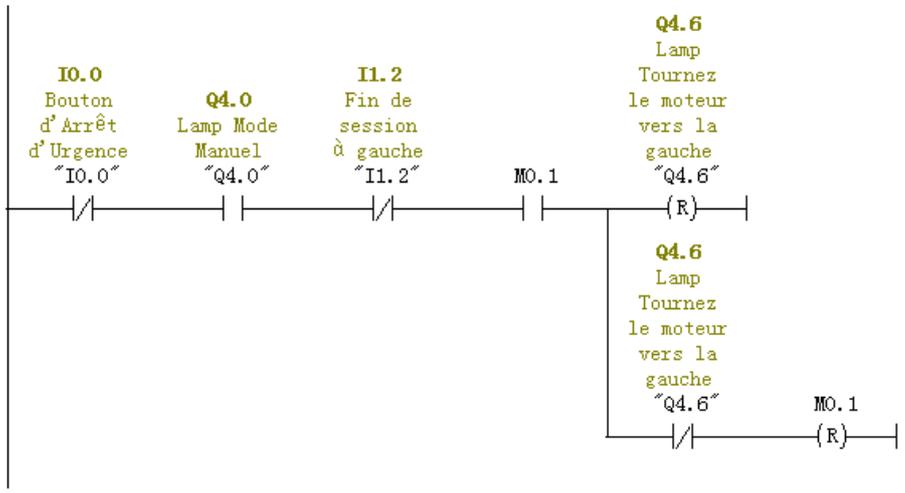
**Network 9 :** Tournez le moteur vers la gauche

Comment:



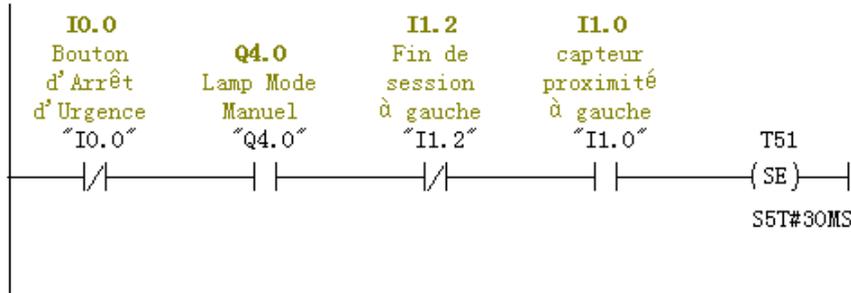
**Network 10 :** Lamp Tournez le moteur vers la gauche

Comment:



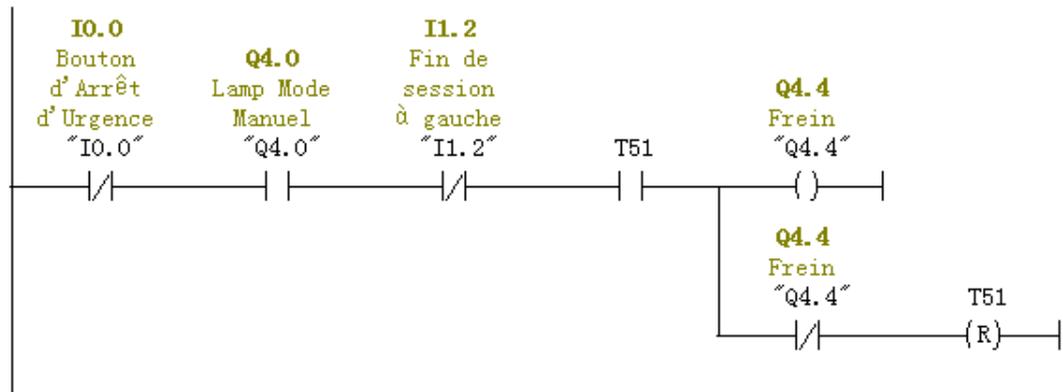
**Network 11 : Frein**

Comment:



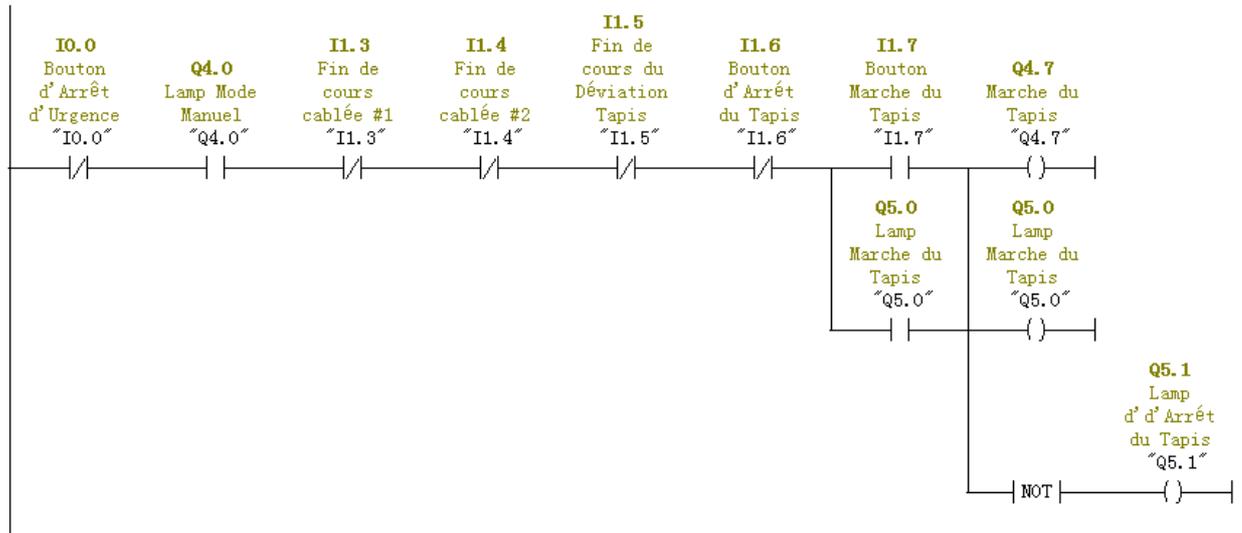
**Network 12 : Frein**

Comment:



**Network 13 : Marche du Tapis**

Comment:



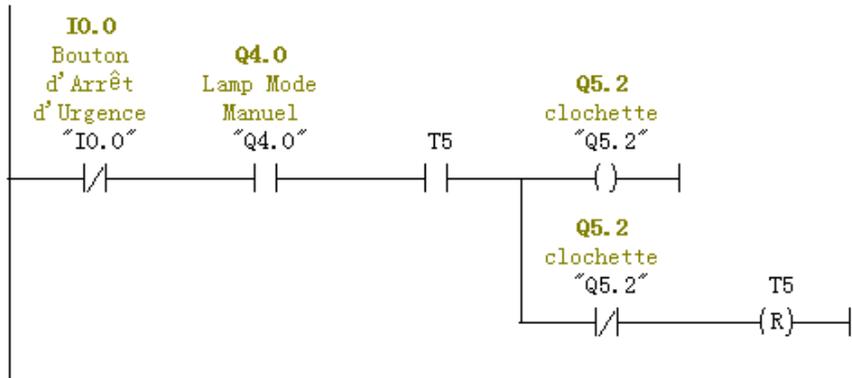
Network 14: clochette

Comment:



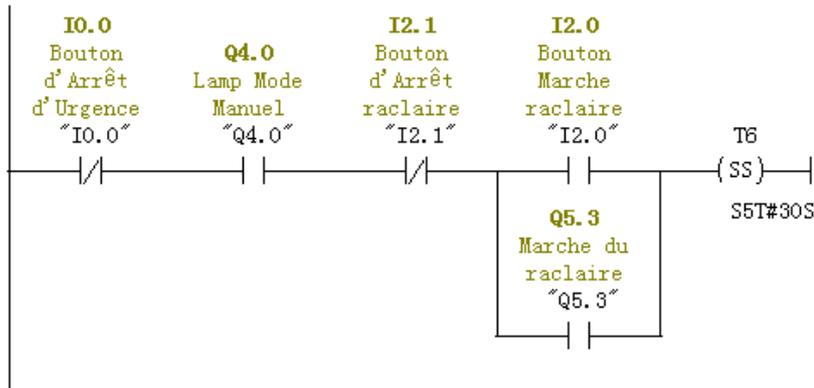
**Network 15: clochette**

Comment:



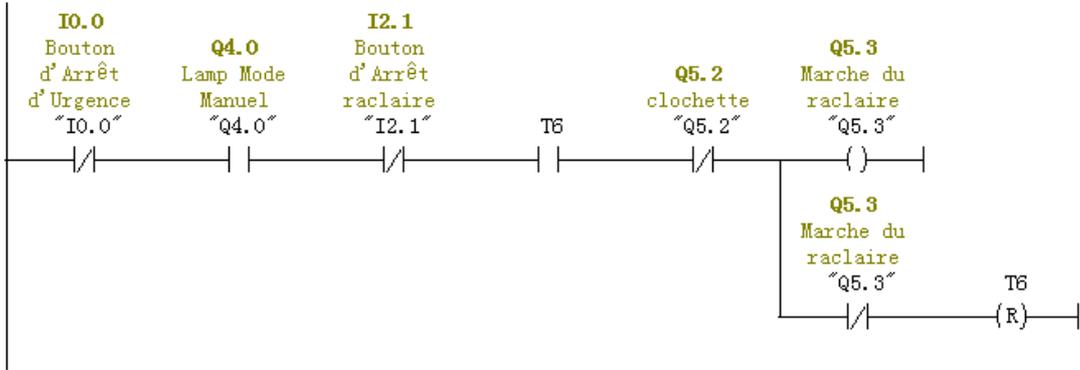
**Network 16: Title:**

Comment:



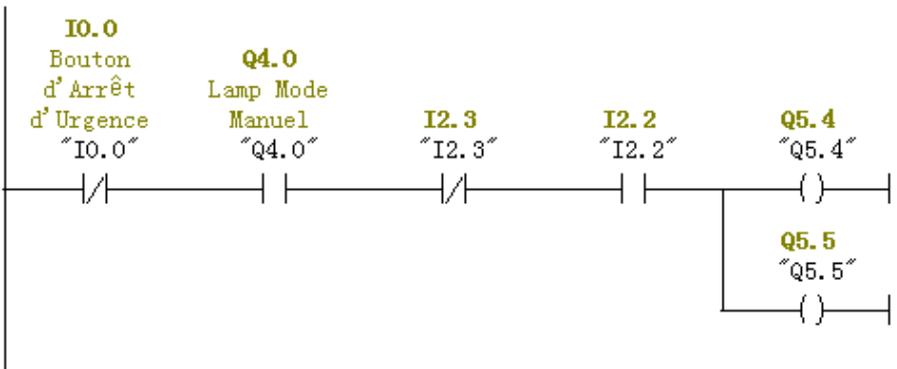
**Network 17 : Marche du raclaire**

Comment:



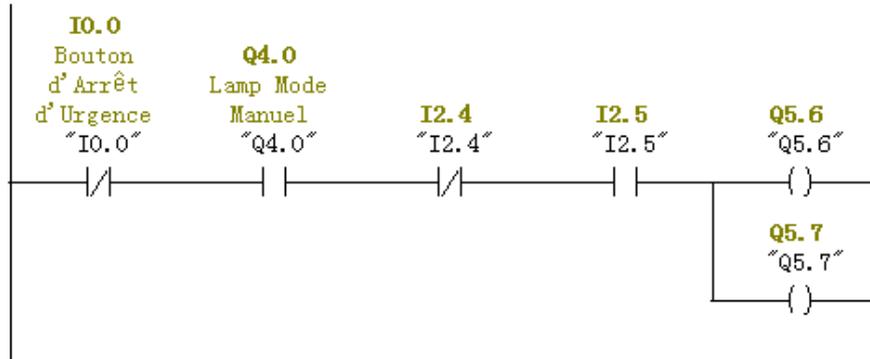
**Network 18 : Title:**

Comment:



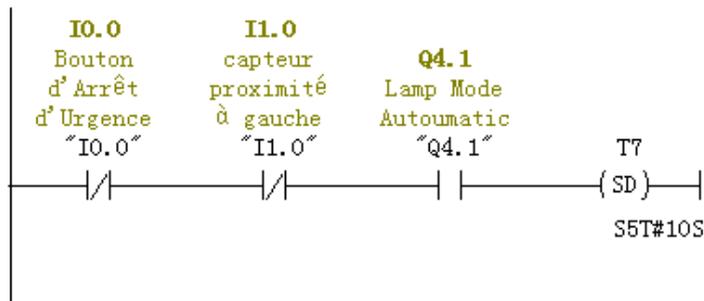
**Network 19 : Title:**

Comment:



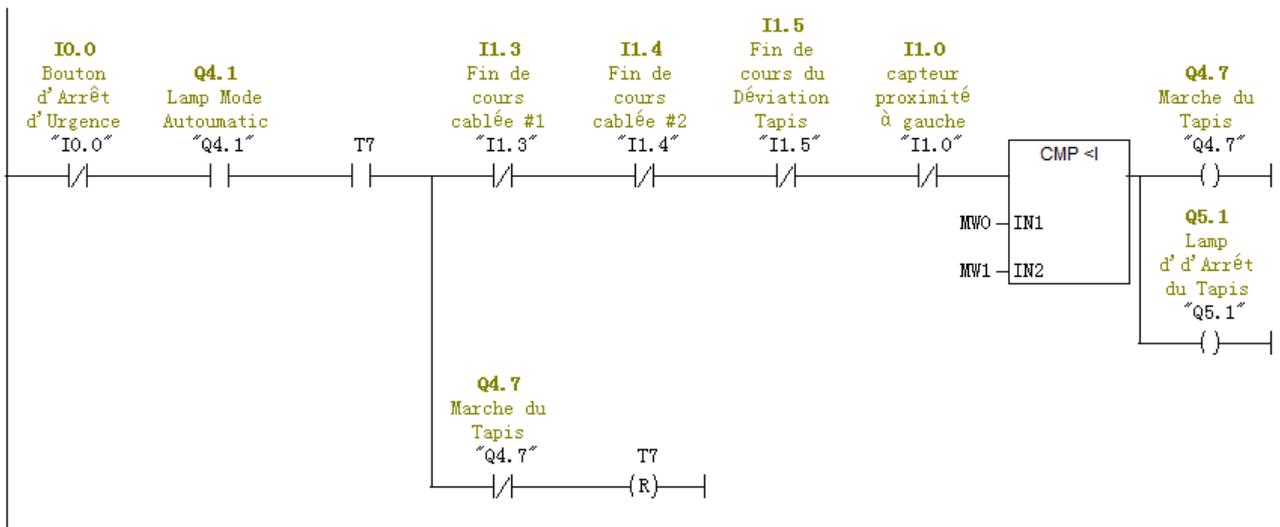
**Network 20 : Lamp Marche du Tapis**

Comment:



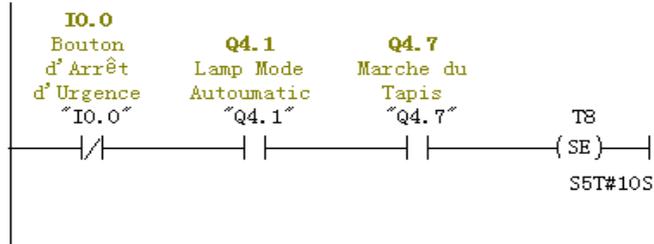
**Network 21 : Marche du Tapis**

Comment:



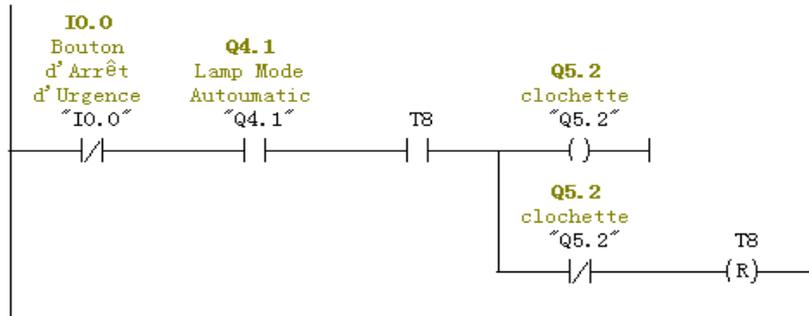
**Network 22 : Title:**

Comment:



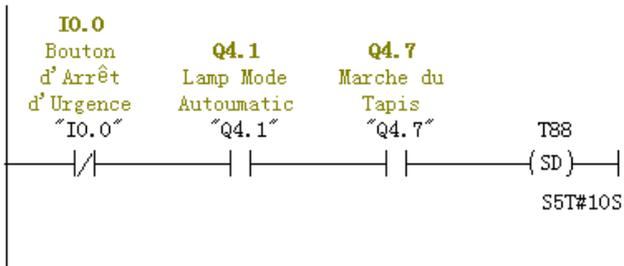
**Network 23 : clochette**

Comment:



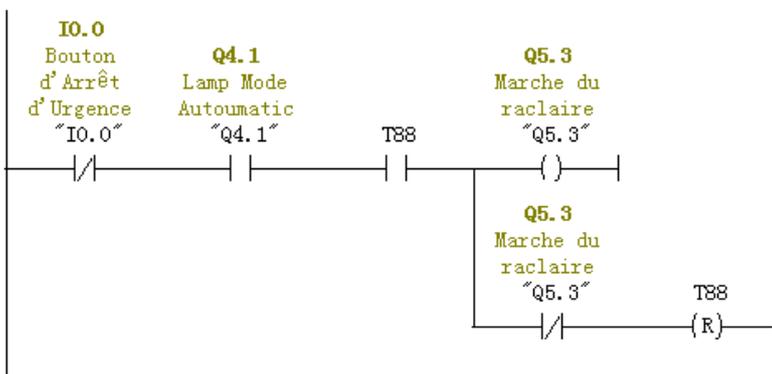
**Network 24 : clochette**

Comment:



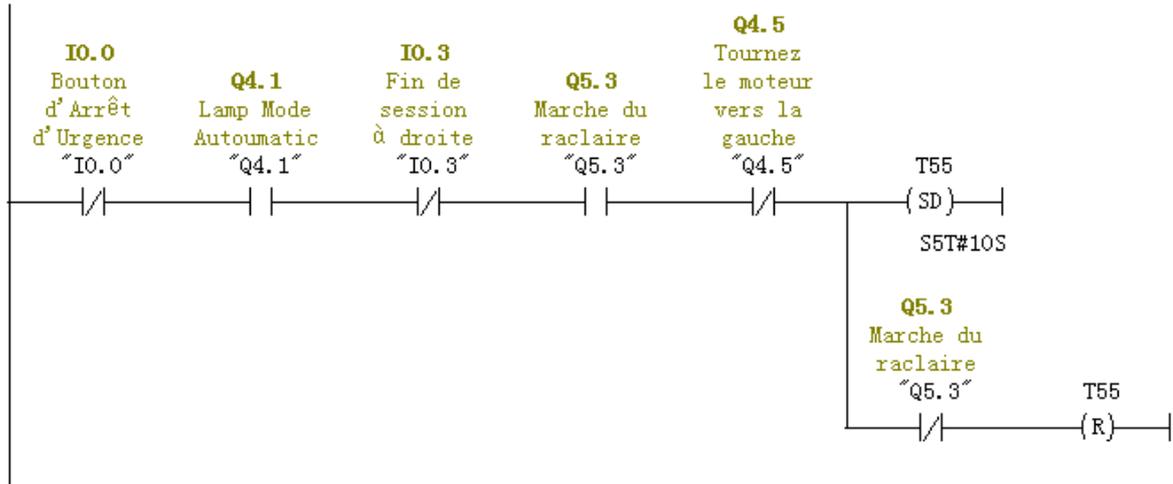
**Network 25 : Marche du raclaire**

Comment:



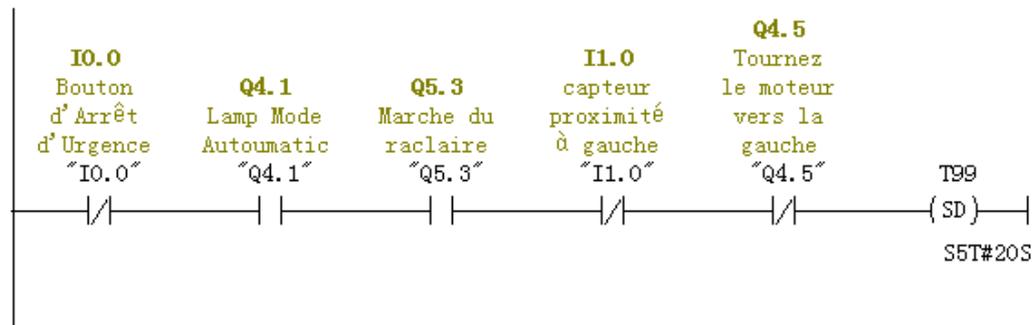
**Network 26 : Title:**

Comment:



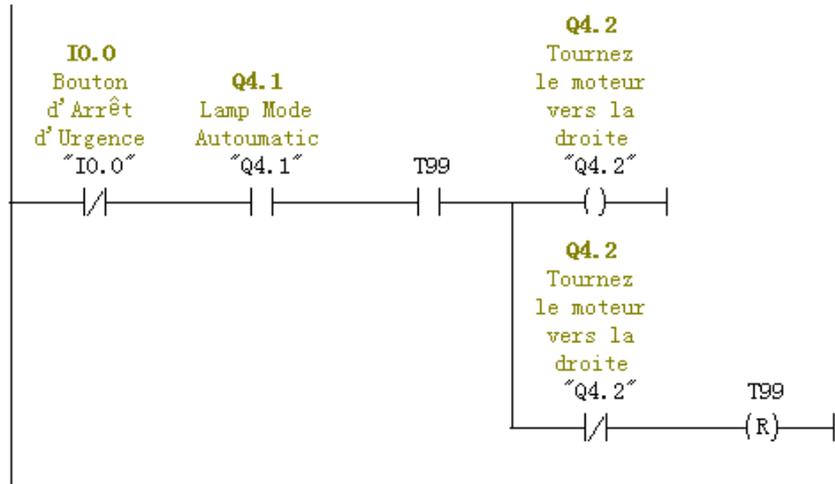
**Network 27 : Tournez le moteur vers la droite**

Comment:



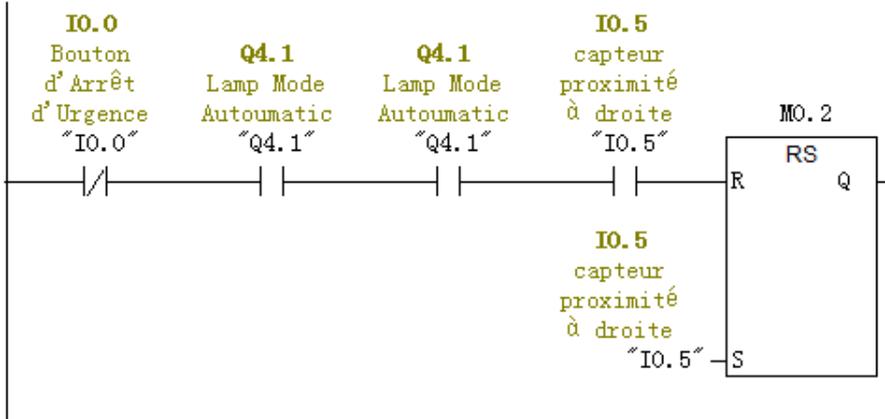
**Network 28 : Tournez le moteur vers la droite**

Comment:



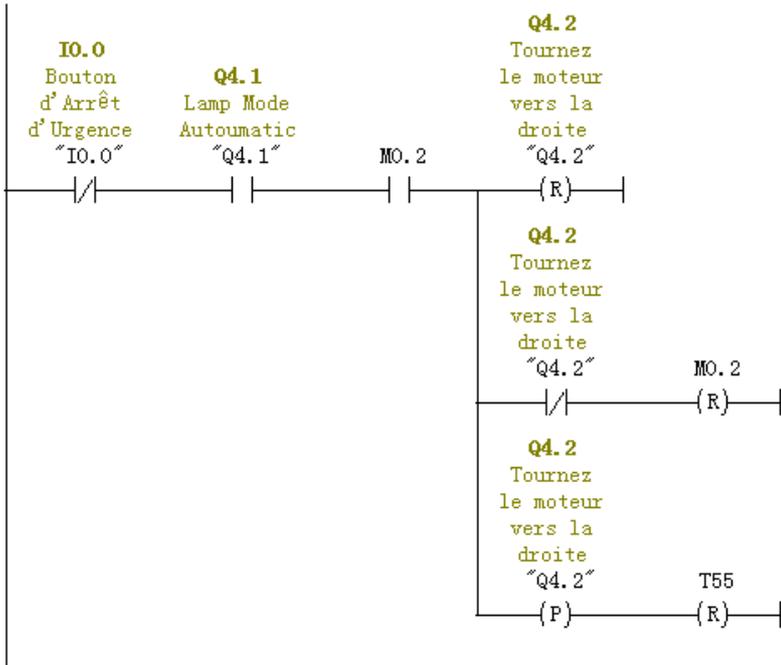
**Network 29 :** Tournez le moteur vers la droite

Comment:



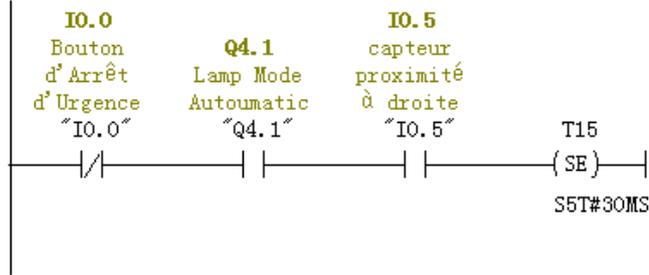
**Network 30 :** Tournez le moteur vers la droite

Comment:



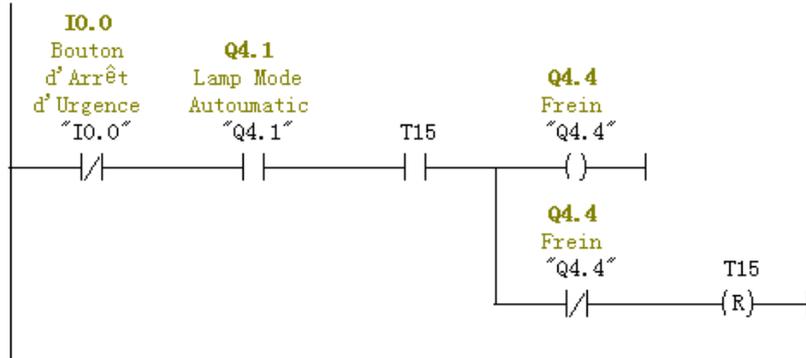
**Network 31 : Frein**

Comment:



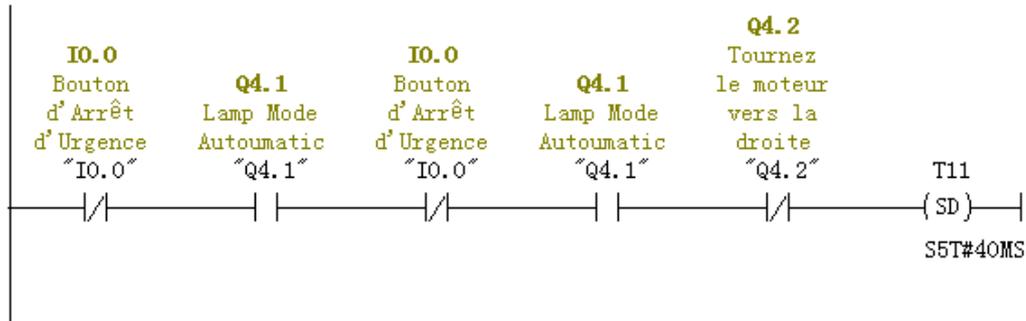
**Network 32 : Frein**

Comment:



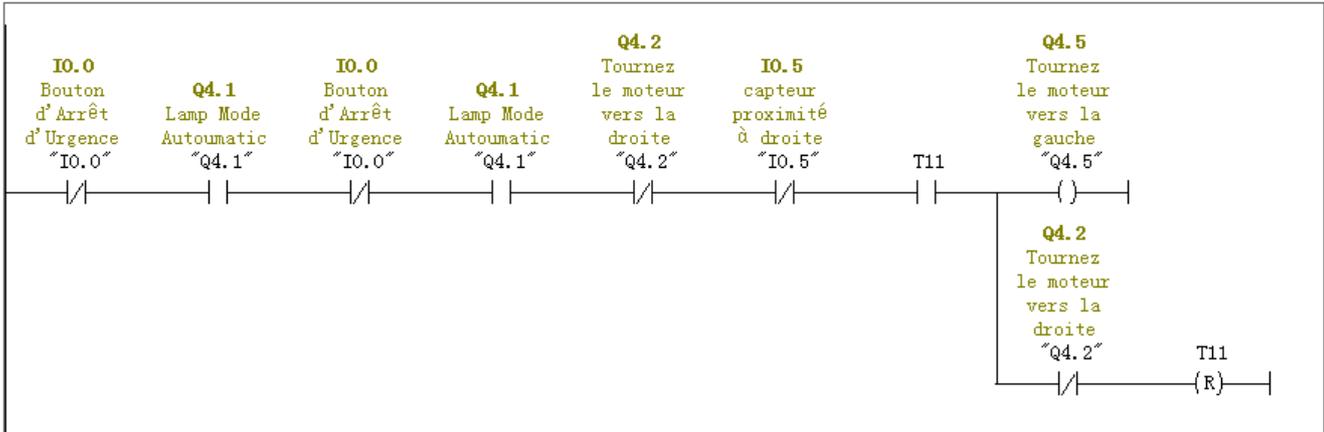
**Network 33 : Tournez le moteur vers la droite**

Comment:



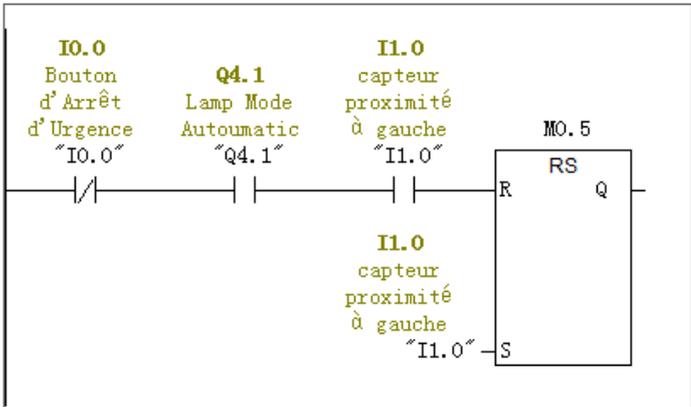
**Network 34:** Frein

Comment:



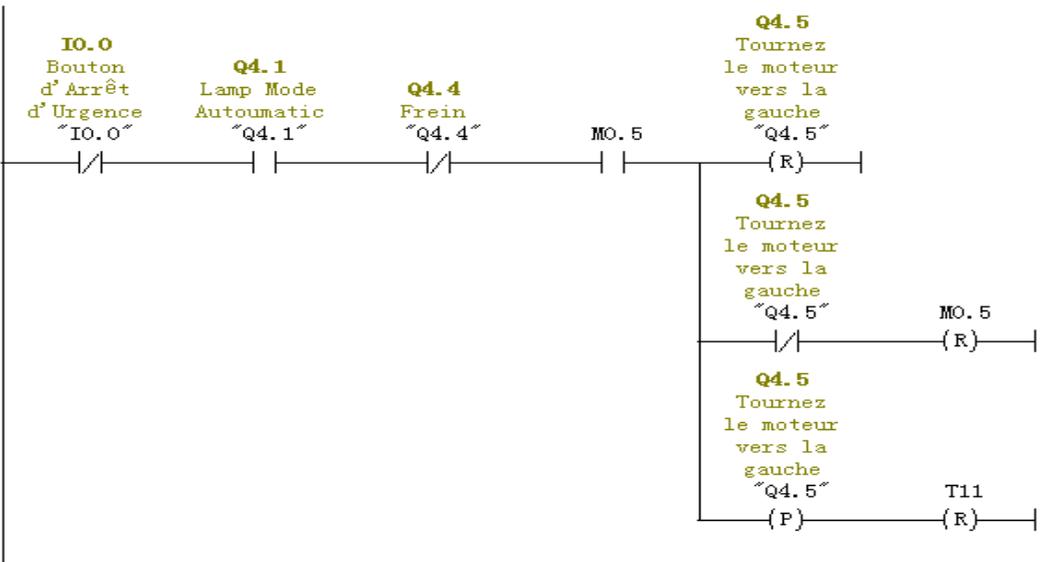
**Network 35:** Title:

Comment:



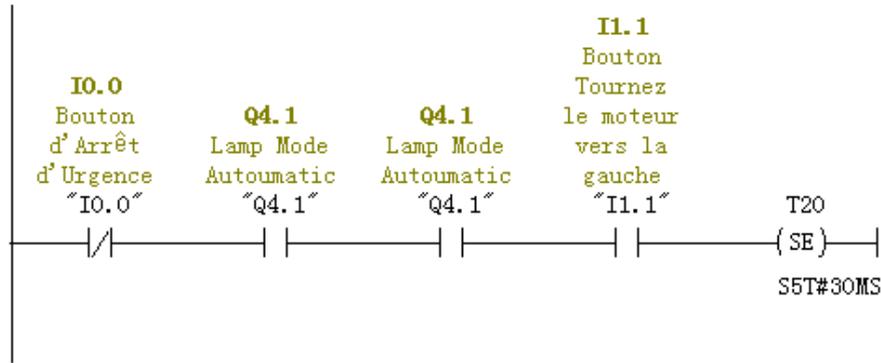
**Network 36:** Tournez le moteur vers la droite

Comment:



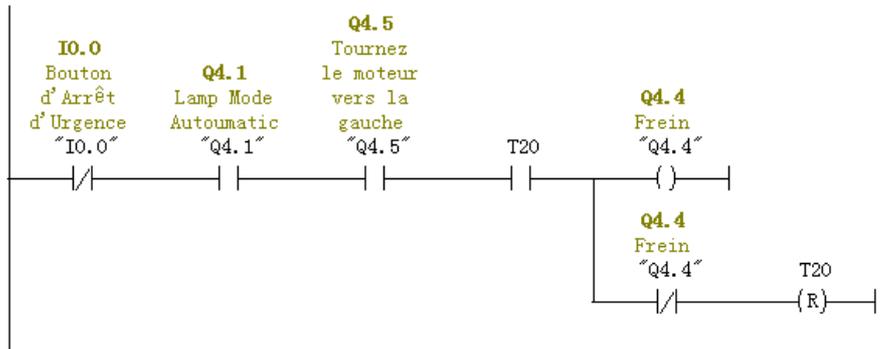
**Network 37 : Frein**

Comment:



**Network 38 : Frein**

Comment:



**IV.5. Conclusion**

Ce chapitre nous permet de réaliser, programmer, simuler la commande du gratteur en utilisant l'automate s7-300 par le logiciel de programmation step7 manager. Nous avons testé le fonctionnement de notre système par simulation. Nous avons montré également les performances de la commande programmée.

## Conclusion générale

Les travaux présentés dans ce manuscrit de mémoire de master portent sur l'étude d'un système de transformation de la matière première. Cas du grateur de la cimenterie SPA Biskria. Nous avons mis l'accent sur le nouveau système de commande du grateur en l'occurrence, la commande par l'automate programmable industriel API.

Dans les deux premiers chapitres, On a présenté une description générale de l'usine de la cimenterie SPA Biskria. On a également présenté les étapes de préparation de ciment, nous décrivons le fonctionnement de la chaîne de production du ciment en indiquant les différents équipements dans les halls contribuant. Dans le deuxième chapitre on présenté une généralité sur les API's et l'architecture de système de commande correspondant. On a également présenté la configuration adéquate de l'automate et le programme qui a été élaboré et qui va être chargé dans l'API, en suivant le cahier des charges de l'usine. Ce chapitre nous permet également d'utiliser le langage S7-PLSCIM pour tester le programme élaboré vu que le STEP7 afin de remédier à d'éventuelles erreurs commises et les modifications appropriées avant de passer à l'implémentation dans l'automate.

Le troisième chapitre nous avons présenté l'étude descriptive du Grateur, On a également présenté le principe du fonctionnement de Grateur et les éléments de l'installation de ce dernier. On a également présenté l'organigramme de la chaîne de production de ciment via le système automatique du Grateur.

Le quatrième chapitre, nous permet de réaliser, programmer et simuler la commande du grateur en utilisant l'automate s7-300 par le logiciel de programmation step7 manager. Nous avons testé le fonctionnement de notre système par simulation. Nous avons combiné ce système de façon intelligente entre les équipements sur site et la salle contrôle, et les plusieurs automate APIs S7 300. Nous avons montré également les performances de la commande programmée.

Les travaux présentés dans ce mémoire ouvrent un certain nombre de perspectives. Parmi ces dernières, nous pensons à modifier le système de commande par des techniques de commande avancées.

## Bibliographie

- [1] **Documentations** de l'usine (Biskria cimenterie SPA).
- [2] **NAADJA Lemnaouar**, " Etude de la machine Rubaneuse et sa commande et régulation par les automates programmable industriels Siemens S7-200 et S7-300 ". Thèse d'ingénieur de machine électrique, Biskra 2007.
- [3] **Philippe LE BRUN**, " Les Automates programmable industriels ". Décembre1999.
- [4] **Alain Gonzaga**, "Les Automates Programmable Industrials " .2004.
- [5] **C.VRIGNON et M.THENAISSIE**, " l'automatisation ". ISTIA, 17 October 2005.
- [6] **William Bolton**, "Automates Programmable Industrials ". Université DUNOD, Paris, 2015
- [7] **C.T.JONES**, " **STEP7 in Step7** ". First Edition, A practical Guide to Implementing S7-300/S7-400 Programmable Controllers, 2006.
- [8] **SIEMENS**, " Programmation avec STEP 7 ".SIMATIC, 2008.
- [9] **SIEMENS**, "S7PLCSIM, Testez vos programmes ". SIMATIC, 2008.
- [10] **Jean-Louis-Hu**, " Détecteurs de position et de proximité " .2004.
- [11] <http://www.coursmaroc-ayochti.com/2016/08/cours-moteur-courant-continu.html>
- [12] <http://www.coursmaroc-ayochti.com/2015/03/explication-de-cours-moteur-synchrone.html>