

N° Ordre...../FHC/UMBB/2016

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES



Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie

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

MASTER

Présenté par

AZZI Djabeur

MAMMERI Adel Med El Amine

Filière : Hydrocarbures
Option : Electricité Industrielle

Thème

Automatisation Du Gratteur Portique Des Ajouts (Cimenterie SEG)

Avec L'Automate Programmable SIMATIC S7-300

Devant le jury :

CHAIB	Ahmed	MCA	UMBB	Président
BENHALLA	Abdelhay	MCA	UMBB	Examinateur
HAMADACHE	Mohamed	MCB	UMBB	Encadreur

Année Universitaire : 2015/2016



Remerciements

Nous remercions Allah, le tout puissant, pour nous avoir donné, le courage, la patience, la volonté et la force nécessaires, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de notre chemin, durant toutes nos années d'études.

Nous remercions nos parents ainsi que tous les membres de nos familles pour leur soutien financier et moral durant tout notre cursus étudiant.

Nous exprimons nos remerciements à notre promoteur, Dr.HAMADACHE Mohammed, pour l'assistance qu'il nous a témoignée, pour sa disponibilité, pour sa gentillesse, pour ses conseils et orientations sans lesquels ce travail ne verra jamais le jour, qu'il trouve ici l'expression de notre gratitude.

Nous remercions aussi les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de participer à l'évaluation de ce travail.

Nos sincères remerciements aux ingénieurs de la cimenterie de SOUR EL GHOZLANE qui nous ont conseillés et éclairés sur notre travail tout le long de notre projet.

Nous tenons à remercier tous nos professeurs du Primaire à l'Université.

Merci à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce projet, je ne saurais oublier mes amis, et en particulier notre belle et très belle promotion d'Electricité Industrielle (2011-2016). Je leur souhaite à tous de très beaux succès dans la vie.





Dédicaces

Je tiens à dédier ce modeste travail :

À celle qui m'est la plus chère au monde,

*Qui n'a pas cessé de m'encourager, de prier pour moi, et qui a su
m'entourer de toute son affection et son amour.*

Que Dieu vous protège, chère mère.

*Mon père, pour sa patience, sa confiance, ses encouragements et ses
sacrifices.*

À mon frère : ILYAS.

À toute ma famille.

À mon binôme Adel et toute sa famille.

À mes proches amis et frères : Khalil, Brahim, Ibrahim, Walid, Yacine.

À tous les amis d'études d'électricité industrielle 2011.

À tous ceux et celles dont les noms n'ont pu être cités.

Djabeur





Dédicaces

Avant tous, je remercie dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, que dieu les garde et les protège pour leurs soutien moral et financier, pour leurs encouragements et les sacrifices qu'ils ont endurés.

A mon cher frère ISSAM.

A mes grandes mères.

A toute ma famille.

A mes chers amis.

A tous les amis d'études surtout le groupe électricité industriel promotion 2011

Adel



Sommaire

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

Chapitre01

Description de l'entreprise et le Processus de fabrication du ciment

I.1. Introduction	3
I.2. Historique et présentation de l'entreprise.....	3
I.1.1. Historique du ciment	3
I.1.2. Présentation de la cimenterie de Sour El Ghozlane.....	4
I.2. Processus de fabrication du ciment	5
I.2.1. Définition du ciment.....	5
I.2.2. Etapes de fabrication de ciment.....	6
I.2.2.1. Extraction des matières premières.....	7
I.2.2.2. Concassage et stockage de matières premiers (ZONE 100).....	7
I.2.2.3. Broyage et stockage des matières crues (ZONE 200)	9
I.2.2.4. Cuisson de la farine et stockage du Clinker (ZONE 300)	10
I.2.2.5. Broyage de ciment (ZONE 400).....	11
I.2.2.6. Stockage et Expédition (ZONE 500).....	12
I.3. Conclusion.....	12

Chapitre02

Description du gratteur portique

II.1 Introduction	13
II.2 Le Gratteur Portique des Ajouts.....	13
II.2.1 Les équipements utilisés pour l'atelier	14
II.2.1.1 L'équipement d'alimentation	14
II.2.2 Équipement du gratteur portique.....	14
II.2.2.1 Système de levage de la flèche Primaire et Secondaire.....	15
II.2.2.2 Système de translation.....	15
II.2.2.3 Système d'entraînement de la chaîne.....	15
II.2.2.4 Système d'enroulement du câble.....	16
II.2.2.5 Système de graissage.....	17
II.2.2.6 Les organes mécaniques	17
II.2.3 Fonctionnement du gratteur portique	17
II.3 Partie opérative.....	18
II.3.1 Les Capteurs	18
II.3.1.1 Principes des capteurs.....	18
II.3.1.2 Classification des capteurs	19

II.3.1.3	Principales caractéristiques des capteurs	19
II.3.1.4	Les détecteurs de position mécanique (fins de course)	20
II.3.1.5	Capteur de proximité	21
II.3.1.6	Capteur impulsif	23
II.3.1.7	Câblage des détecteurs de position	23
II.4	Les actionneurs	24
II.4.1.1	Constitution de la machine asynchrone	24
II.4.1.2	Modes du démarrage des machines asynchrones	26
II.5	Conclusion	30

Chapitre03

Les automates programmables industriels et présentation du SIMATIC S7-300

III.1.	Introduction	31
III.2.	Généralités sur les automates programmables	31
III.3.	Architecture des automates	32
III.3.1.	Structure extérieure	32
III.3.2.	Structure Intérieure	33
III.3.2.1.	Le module d'alimentation "PS"	33
III.3.2.2.	L'unité centrale "CPU"	33
III.3.2.3.	Le module d'entrées/sorties "SM"	34
III.3.2.4.	Le module de fonction "FM" (Les cartes spécialisés)	35
III.3.2.5.	Le module de communication "CM"	35
III.3.2.6.	Les auxiliaires	35
III.4.	Choix d'un automate programme industriel (A.P.I)	36
III.4.1.	Amplitude des entrées/sorties	36
III.4.2.	Type des entrées/sorties	36
III.4.3.	Unité centrale	36
III.4.4.	Alimentation	36
III.5.	Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS	37
III.5.1.	Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC	37
III.5.2.	Présentation de l'automate S7-300	39
III.5.2.1.	Les profilés supports ou les châssis (rack)	39
III.5.2.2.	Module d'alimentation	40
III.5.2.3.	Unités centrales (CPU)	40
III.5.2.4.	Coupleur (IM)	41
III.5.2.5.	Module communication (CP)	42
III.5.2.6.	Modules de fonctions (FM)	42
III.5.2.7.	Modules de signaux (SM)	42

III.5.2.8. Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322)	43
III.5.2.9. Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332).....	43
III.5.2.10. Modules de simulation (SM 374)	43
III.6. Les langages de programmation.....	44
III.6.1. Les langages graphiques.....	44
III.6.1.1. GRAFCET.....	44
III.6.1.2. LADDER DIAGRAM (CONT)	45
III.6.1.3. Fonction (LOG).....	46
III.6.2. Les langages textuels.....	46
III.6.2.1. Texte Structuré (ST).....	46
III.6.2.2. Liste d'instructions (IL).....	46
III.7. Conclusion.....	47

Chapitre04

L'apprentissage du STEP 7

IV.1. Introduction	48
IV.2. Description du logiciel de programmation STEP 7.....	48
IV.2.1. Qu'est-ce que STEP 7 ?.....	48
IV.2.2. Fonctions Disponibles	48
IV.2.2.1. Gestionnaire de projets	49
IV.2.2.2. Configuration du matériel HW Config.....	49
IV.2.2.3. Editeur de mnémoniques	49
IV.2.2.4. Editeur de programmation	49
IV.2.2.5. Configuration de la communication Net Pro.....	50
IV.2.2.6. Diagnostic du matériel.....	50
IV.3. Premier Pas vers STEP7.....	50
IV.3.1. Hiérarchisation dans un projet.....	51
IV.3.2. Création du projet avec STEP7	52
IV.3.2.1. Utilisation de l'assistant de création de projets	52
IV.3.2.2. Création nouveau projet sans l'assistant de création de projet.....	54
IV.3.3. Configuration du Matérielle (Partie Hardware).....	54
IV.3.3.1. Configuration d'une station.....	56
IV.3.3.2. Organisation de la station	56
IV.3.4. Création des mnémoniques (Partie Software)	58
IV.3.5. Elaboration du programme S7 (Partie Software)	58
IV.3.5.1. Différents types de blocs	58
IV.3.5.2. Création des blocs.....	61
IV.3.5.3. Choix du langage de programmation.....	62

IV.3.5.4. Structure de la fenêtre de l'éditeur de programmes	62
IV.3.6. Simulation du programme avec S7-PLCSIM.....	63
IV.3.6.1. Ouverture de S7-PLCSIM.....	64
IV.3.6.2. Chargement du programme	64
IV.3.6.3. Démarrage de l'exécution du programme	64
IV.3.6.4. Visualisation d'état du programme	65
IV.4. Conclusion.....	65

Chapitre05

Simulation et Supervision avec WinCC

V.1. Introduction	66
V.2. Supervision industrielle.....	66
V.3. WinCC flexible	66
V.3.1. Utilisation de SIMATIC WinCC flexible.....	67
V.3.2. WinCC flexible Runtime.....	67
V.3.3. La liaison WinCC avec STEP7	67
V.3.4. Principalement des vues	68
V.3.5. Avantages de l'intégration dans STEP 7.....	69
V.4. Configuration matérielles du projet.....	70
V.4.1. Caractéristiques techniques du module d'alimentation PS 307 10A	70
V.4.2. Caractéristiques techniques de la CPU 314.....	70
V.4.3. Modules d'entrées / sorties.....	70
V.4.3.1. Les Modules d'entrées TOR	71
V.4.3.2. Les Modules de sorties TOR	71
V.5. Simulation du projet	72
V.5.1. Les Mnémoniques	72
V.5.2. Le Bloc d'organisation OB1	73
V.5.3. Le Bloc FC1 (Sélecteur Du TAS)	73
V.5.4. Le Bloc FC2 (Translation Du Gratteur Portique).....	74
V.5.5. Le Bloc FC3 (Enrôleur du Câble).....	74
V.6. Supervision Du Projet Avec WinCC Flexible.....	75
V.6.1. Création du projet avec WinCC Flexible 2008	75
V.6.2. Simulation du projet à l'aide de WinCC flexible Runtime.....	78
V.7. Conclusion.....	81
Conclusion Générale	82
Bibliographie.....	83
Annexes.....	84

Liste des figures

Figure I. 1 : Organisation de l'entreprise	4
Figure I. 2 : Etape de fabrication du ciment.....	6
Figure I. 3 : Synoptique de fabrication de fabrication du ciment.....	6
Figure I. 4 : Extraction de matières premières au niveau de carrière.....	7
Figure I. 5 : Atelier Concassage de calcaire et de l'argile.....	7
Figure I. 6 : Atelier concassage des ajouts.....	8
Figure I. 7 : Hall de stockage des matières premières.....	9
Figure I. 8 : Hall de stockage des ajouts	9
Figure I. 9 : Atelier broyage CRU.....	9
Figure I. 10 : Atelier de cuisson de clinker	10
Figure I. 11 : Préchauffage a cyclone.....	10
Figure I. 12 : Four rotatif	11
Figure I. 13 : Atelier Broyage ciment	12
Figure I. 14 : Atelier de l'expédition en vrac.....	12
Figure I. 15 : Atelier de l'expédition en sac	12
Figure II. 1 : Gratteur portique des ajouts.....	13
Figure II. 2 : Système de translation	15
Figure II. 3 : Système d'entraînement de la chaîne	16
Figure II. 4 : Enrôleurs des câbles de puissance et commande.....	16
Figure II. 5 : Schéma de fonctionnement d'un capteur.....	18
Figure II. 6 : Les détecteurs de position mécanique (fins de course).....	20
Figure II. 7 : Détecteurs de proximités capacitives.....	21
Figure II. 8 : Capteur impulsionnel.....	23
Figure II. 9 : Câblage d'un détecteur 2 fils.....	23
Figure II. 10 : Câblage d'un détecteur 3 fils.....	23
Figure II. 11 : Moteur Asynchrone Triphasé	24
Figure II. 12 : Constitution de la machine asynchrone	24
Figure II. 13 : Stator d'un moteur asynchrone triphasé	25
Figure II. 14 : Rotor à cage d'écureuil.....	25
Figure II. 15 : Rotor bobiné	26
Figure II. 16 : Exemple d'un démarrage rotorique	27
Figure II. 17 : Caractéristiques du démarrage par résistances rotorique.....	28
Figure III. 1 : Les automates programmables industriels	32
Figure III. 2 : Automate modulaire SIEMENS	33
Figure III. 3 : Structure Intérieure d'un automate programmable	33
Figure III. 5 : L'automate programmable SIEMENS	37
Figure III. 6 : L'API S200	37
Figure III. 7 : L'API S300	37
Figure III. 8 : L'API S400	38
Figure III. 9 : SIMATIC C7.....	38
Figure III. 10 : SIMATIC M7.....	38
Figure III. 11 : Module d'alimentation PS 307 ; 10 A ; (6ES7307-1KA02-0AA0).....	40
Figure III. 12 : Organes de commande et de visualisation	41
Figure III. 13 : Format graphique d'un programme GRAFCET	44
Figure III. 14 : Exemple d'un programme LADDER (CONT)	45
Figure III. 15 : Exemple 2 d'un programme LADDER.....	45

Figure III. 16 : Exemple d'un programme en fonction bloc (LOG).....	46
Figure III. 17 : Exemple d'un programme IL.....	46
Figure IV. 1 : Organigramme pour la création de projets sous STEP 7.....	50
Figure IV. 2 : Hiérarchisation dans un projet.....	51
Figure IV. 3 : Fenêtre assistant de création du projet.....	52
Figure IV. 4 : Choix du CPU 314.....	52
Figure IV. 5 : Sélection des blocs et choix du langage.....	53
Figure IV. 6 : Nomination et Création du projet.....	53
Figure IV. 7 : Fenêtre du Projet.....	53
Figure IV. 8 : Création nouveau projet.....	54
Figure IV. 9 : Création d'un projet sans l'assistant.....	54
Figure IV. 10 : Fenêtre configuration matérielle.....	55
Figure IV. 11 : Configuration matérielles.....	56
Figure IV. 12 : Configuration de station SIMATIC 300.....	57
Figure IV. 13 : Hiérarchie du programme STEP7.....	57
Figure IV. 14 : Création des blocs.....	62
Figure IV. 15 : Choix du langage de programmation.....	62
Figure IV. 16 : Structure de la fenêtre de l'éditeur de programmes.....	63
Figure IV. 17 : Ouverture du S7-PLCSIM.....	64
Figure IV. 18 : Chargement du programme.....	64
Figure IV. 19 : Démarrage de l'exécution du programme.....	64
Figure IV. 20 : Exemple de mise à 1 l'entrée E0.0.....	65
Figure IV. 21 : Visualisation d'état du programme.....	65
Figure V. 1 : La liaison WinCC avec STEP7.....	67
Figure V. 2 : Fenêtre de WinCC.....	68
Figure V. 3 : Matériels du Projet.....	71
Figure V. 4 : Liste des blocs utilisés dans notre Projet.....	72
Figure V. 5 : Liste des mnémoniques.....	72
Figure V. 6 : Bloc d'organisation OB1.....	73
Figure V. 7 : Exemple de sélection TAS C.....	73
Figure V. 8 : Translation rapide du gratteur portique vers le tas sélectionné.....	74
Figure V. 9 : Déroulement rapide des enrôleurs des câbles.....	74
Figure V. 10 : Assistant du WinCC flexible 2008.....	75
Figure V. 11 : Intégration WinCC dans STEP7 projet.....	75
Figure V. 12 : Choix pupitre et mode de communication.....	76
Figure V. 13 : Hiérarchisation de notre projet.....	76
Figure V. 14 : Le vue globale dans la station SIMATIC HMI.....	77
Figure V. 15 : Les variables utilisés dans notre station SIMATIC HMI.....	77
Figure V. 16 : La liaison MPI entre le pupitre et la station.....	77
Figure V. 17 : Simulation et vérification des erreurs.....	78
Figure V. 18 : Vue général du pupitre avant la simulation avec S7-PLCSIM.....	78
Figure V. 19 : Vue général du pupitre après la simulation avec S7-PLCSIM.....	79
Figure V. 20 : Vue d'avertissement sonore avant la translation rapide vers Tas sélectionnée.....	79
Figure V. 21 : Vue de la translation rapide vers le Tas sélectionnée.....	79
Figure V. 22 : La translation dans le Tas sélectionnée.....	80
Figure V. 23 : La descente des flèches primaire et secondaire.....	80

Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Les matières stockées dans le hall d'homogénéisation.....	8
Tableau II. 1 : Différentes type de démarrage des moteurs asynchrones	29
Tableau II. 2 : Liste des machines asynchrones utilisées dans l'atelier.....	30
Tableau III. 1: LED de visualisation d'état et de défaut des CPU et PROFIBUS.....	41
Tableau III. 2: Commutateur de mode de fonctionnement.....	41
Tableau IV. 1: Les icônes affectées aux différents objets et leur signification.....	51
Tableau V. 1: Caractéristique de la CPU 314	70

Introduction Générale

L'industrie du ciment occupe une place importante dans les économies de toutes les nations. La demande croissante de cette matière constatée ces dernières années essentiellement par la politique de développement de secteurs vitaux dans l'économie des pays a poussé les producteurs à investir dans l'automatisation de leur procédé de fabrication pour augmenter leur capacité de production et maîtriser la maintenance de leurs installations.

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons effectué un stage pratique au sein de la cimenterie de Sour El Ghozlane .Celle-ci possède divers équipements automatisés fabriqués dans les années 80, cette automatisation était réalisée selon la technologie de l'époque, en l'occurrence les relais électromagnétiques. Actuellement ces installations sont vieillissantes et présentent plusieurs inconvénients .C'est pourquoi les responsables ont proposé de changer la commande classique des équipements basés sur la logique câblée par une automatisation plus récente et plus fiable.

Cela explique que les systèmes câblés deviennent trop volumineux et trop rigides pour de telles applications, et que l'on se tourne donc vers des solutions utilisant les techniques de traitement de l'information par processeurs programmables ou les automates programmables industriels occupent une place de choix.

Un automate programmable est un système électronique, destiné à être utilisé dans un environnement industriel, il utilise une mémoire programmable pour le stockage interne des instructions orientées utilisateur aux fins de mise en œuvre de fonctions spécifiques, telles que des fonctions de logique, de mise en séquence, de temporisation, de comptage et de calcul arithmétique, pour commander au moyen d'entrées et de sorties divers types de machines ou de processus.

Les API (ou Programmable Logic Controller PLC) sont aujourd'hui les constituants les plus répandus des automatismes. On les trouve non seulement dans les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services (gestion de parkings, d'accès à des bâtiments, contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes) et dans l'agriculture (composition et délivrance de rations alimentaires dans les élevages) et cela est dû surtout à leurs performances de sécurité, de haute fiabilité, de la localisation et d'élimination rapide d'erreurs.

Dans tous les secteurs où ils sont utilisés les API doivent remplir des tâches de commande en élaborant des actions suivant une algorithmique appropriée, à partir des informations données par des détecteurs (Tout ou Rien) ou des capteurs (analogiques ou numériques), et des tâches de communication avec des opérateurs humains ou avec d'autres processus (automates, calculateurs de gestion de production,...). Bien que les automates programmables incluent des modules et des options permettant le contrôle ou la commande d'un système.

Dans ce contexte, notre projet consiste à automatiser l'atelier de stockage des ajouts par l'automate programmable S7-300 qui assure l'automatisation du **Gratteur Portique** qui occupe une place stratégique dans le processus de la fabrication du ciment.

Le mémoire sera organisé essentiellement en cinq chapitres comme suit :

Chapitre 01 : Dans ce chapitre nous avons effectué une description générale de l'entreprise et du procédé de fabrication du ciment est expliqué à travers les différents ateliers.

Chapitre 02 : Nous avons fait une description générale de l'atelier de grattage des ajouts, de ces instrumentations existantes ainsi que les actionneurs qui font marcher le gratteur portique.

Chapitre 03 : Dans ce chapitre nous avons effectué une étude générale sur les automates programmable surtout la Siemens SIMATIC S7-300, son architecture, ses composants, les règles de montage et le traitement du programme dans l'automate.

Chapitre 04 : Après une brève description de l'automate programmable SIMATIC S7-300, nous avons effectué une représentation du logiciel de programmation Step7 en décrivant les différentes étapes pour la création de notre projet.

Chapitre 05 : Dans ce dernier chapitre nous avons effectué la simulation de notre projet avec Step7 et supervision avec WinCC.

Chapitre01

Description de l'entreprise et le Processus de fabrication du ciment

I.1. Introduction

Dans notre pays, l'industrie du ciment occupe une place de premier ordre, car elle commercialise un produit indispensable pour le développement du pays.

La consommation de ciment en Algérie a augmenté de 6,1 % en moyenne entre 1997 et 2003, suite à un important développement du secteur de la construction du pays. La construction de nouveaux logements et d'un plus grand nombre d'infrastructures contribue à une augmentation de la demande nationale en ciment. Actuellement, l'Algérie possède 15 usines intégrées et présente une capacité de production totale de ciment de 14,5 Mt, et la cimenterie de SOUR EL GHOZLANE l'une d'elles.

I.2. Historique et présentation de l'entreprise

I.1.1. Historique du ciment

Le mot « **ciment** » a plus de 2000 ans. Cependant des chaux impures étaient utilisées depuis plus longtemps comme matériaux de construction. Il est historiquement établi que les phéniciens utilisaient déjà une chaux pouzzolanique 700 ans avant J C et que les romains produisaient certaines formes de ciment ou de chaux fortement calcinées au moyen âge.

Le ciment tel que nous le connaissons aujourd'hui a plus de 200ans. Il a été inventé par l'anglais JOHN SNEATION en 1765. Le plus connu des inventeurs de ciment portland était JOSEPH ASPDIN qui breveta son procédé de cuisson en 1824. Il utilisa des fours à dôme d'environ 10,97 m de hauteur et 5,18 m de diamètre avec une production de 15 tonnes par charge et durant plusieurs jours.

Depuis 1966, des constructeurs japonais ont développé des fours à pré calcination avec des foyers secondaires. Par ce moyen il est possible de construire des fours avec parties rotatives relativement petites et une capacité de production supérieure à 9000t/j.

Il existe quatre procédés différents utilisés pour la fabrication de ciment :

- La voie sèche dans laquelle un cru est introduit (humidité <1%).
- La voie semi sèche avec une alimentation par module (10 à 12% d'humidité).
- La voie semi humide avec une alimentation par module (17 à 20% d'humidité).
- La voie humide, ou une pâte pompée alimente le four (20 à 40% d'humidité).

I.1.2. Présentation de la cimenterie de Sour El Ghozlane

La société des ciments de **SEG** est une filiale du groupe **GIC-ERCC** (groupe industriel et commercial de l'entreprise des ciments et dérivés du centre) son capital social s'élevé à **1.900.000.000 DA**. Le chiffre d'affaire de la cimenterie est **2.800.000.000 DA**.

La cimenterie de Sour El Ghozlane est le plus important projet industriel réalisé au niveau de la wilaya de Bouira.

La société nationale des matériaux de construction (SNMC) à l'époque avait confié le projet de réalisation de l'usine à la société Danoise FLSmidth, prévoyant une capacité de production de :

- 3000 tonnes de clinker par jour.
- 1000 000 de tonnes de ciment par année.

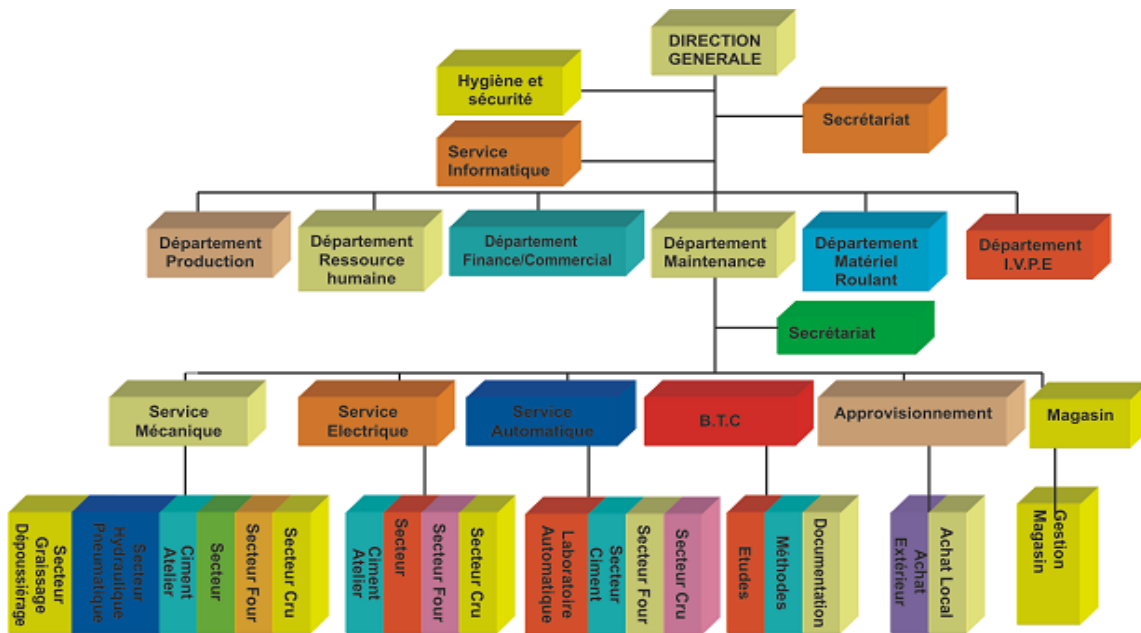


Figure I. 1 : Organisation de l'entreprise

I.1.2.1. Situation géographique de l'entreprise

Située à 120 km au sud-est d'Alger, et à 25 km de Bouira, la société occupe une position géographique stratégique.

- à 100 Km de l'aéroport d'Alger.
- à 120 Km du port d'Alger.
- à 25 Km de la gare des chemins de fer de Bouira.
- à 7 Km de la commune de Sour El Ghozlane.

I.1.2.2. Dossier d'exploitation

Rep.	Désignation
01	Carrière et concassage de matière première : 1000 t/h.
02	Pré homogénéisation et stock d'argile : 2x3000 t.
03	Pré homogénéisation et stock calcaire : 2x35000 t.
04	Broyeur TIRAX-UNIDAN a cru D=4,4 m L=9,85 capacité 2x140 t/h.
05	Silo d'homogénéisation capacité 2x8000t.
06	Four rotatif UNAX avec préchauffeur à cyclone D=5,5m L=89m capacité 3000 t/j.
07	Silo à clinker capacité : 3x15000 t.
08	Concasseur des ajouts capacité : 100 t/h.
09	Stock de gypse capacité : 2000 t.
10	Broyeur UNIDAN à ciment D=4,4 m L= 12m capacité : 2x100 t/h.
11	Silos ciment capacité : 4x8000 t.
12	Chargement du ciment en vrac capacité : 2x200 t/h.
13	Atelier d'ensachage capacité : 5x100 t/h.
14	Laboratoire avec spectromètre à rayon x et installation d'ordinateur.
15	Traitement des eaux.
16	Dépôt de fuel capacité : 5000 m ² .
17	Bâtiment d'administration.

I.2. Processus de fabrication du ciment

I.2.1. Définition du ciment

Le ciment est un liant hydraulique constitué d'une poudre minérale, d'aspect grisâtre, obtenue par broyage et cuisson à 1450 °C d'un mélange de calcaire et d'argile sable et du minerai de fer. Le produit de la cuisson, appelé clinker, forme une combinaison de chaux, de silice, d'alumine et d'oxyde ferrique.

Le ciment résulte du broyage de clinker et de sulfate de calcium ajouté généralement sous forme de gypse. Il forme avec l'eau une pâte plastique faisant prise et durcissant progressivement, même à l'abri de l'air, notamment sous l'eau.

Les constituants anhydres, présents sous forme de cristaux polygonaux assez réguliers et homogènes, se combinent à l'eau et se décomposent. En s'hydratant, ils recristallisent, prenant des formes très variées : Aiguilles, bâtonnet, prismes, divers...

Ces cristaux adhèrent aux adjuvants granuleux du béton : sable, gravier, cailloux.. C'est l'hydratation qui constitue le ciment.



Figure I. 2 : Etape de fabrication du ciment

I.2.2. Etapes de fabrication de ciment

Avant d'obtenir du ciment, la matière première passe par diverses étapes de transformation physico-chimiques de l'extraction jusqu'à l'expédition.

Le procédé de fabrication du ciment comporte les étapes suivantes :

1. **Extraction des matières premières.**
2. **Le concassage et stockage des matières concassées.**
3. **Broyage et stockage des matières crues.**
4. **La cuisson de la farine et stockage du clinker**
5. **Broyage de ciment**
6. **Le stockage et expédition**

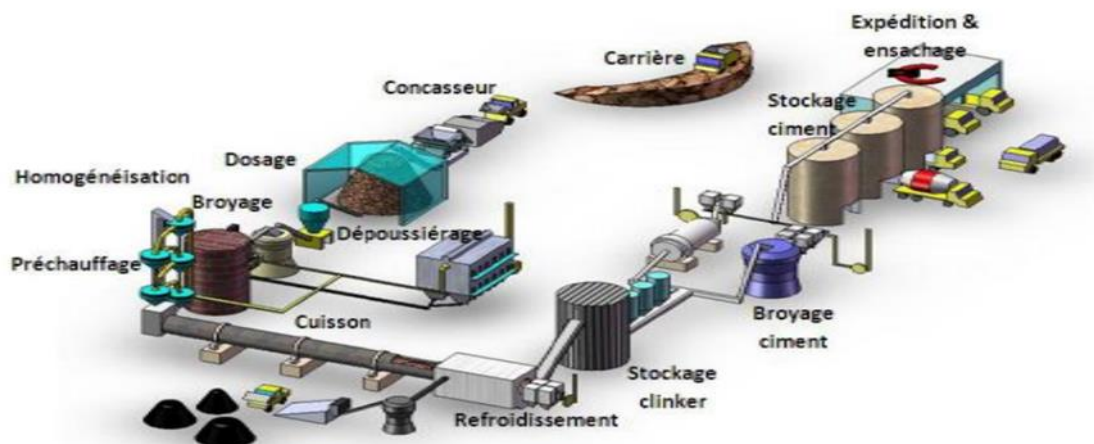


Figure I. 3 : Synoptique de fabrication de fabrication du ciment

I.2.2.1. Extraction des matières premières

Les matières premières principales (calcaire et argile) sont extraites des carrières situées à proximité de la cimenterie par abattage à l'explosif ou à la pelle mécanique ou encore par ripage au bulldozer afin de réduire les coûts de transport.

- Carrière de calcaire : C'est la matière première principale qui entre dans la production du cru à un taux moyen de 80 %, la carrière de calcaire est située à proximité de l'atelier de concassage de l'usine.
- Carrière de l'argile : C'est la matière première secondaire qui est utilisée dans le cru à un taux moyen de 15 %.



Figure I. 4 : Extraction de matières premières au niveau de carrière

I.2.2.2. Concassage et stockage de matières premières (ZONE 100)

Concassage de calcaire et de l'argile (secteur 120)

Un concasseur à rotor et marteaux, doté de deux cylindres d'avancement des matières est utilisé pour la réduction du calcaire et d'argile, le calcaire et l'argile sont amenés par Dumper de 35 tonnes aux trémies d'alimentation de l'atelier de concassage.

Chacune de ces matières est concassée séparément bien que la trémie de réception est la même. Au fond de la trémie, un alimentateur à tablier métallique qui nourrit le concasseur en calcaire ou en argile est installé.



Figure I. 5 : Atelier Concassage de calcaire et de l'argile

Concassage des ajouts (ZONE 160) :

Deux ateliers de concassage des ajouts (gypse, tuf, minerai de fer) sont utilisés pour la réduction des blocs des matières en morceaux inférieurs à 25mm. Les matières sont amenées des concasseurs par des transporteurs à bandes pour être stockées dans un hall de stockage. Les matières sont transportées du concasseur de la carrière à l'usine par un transporteur à bande.



Figure I. 6 : Atelier concassage des ajouts

Le stockage (pré homogénéisation) :

Les matières premières sont amenées au stock qui fait stock à l'aide de la flèche mobile (réglable d'une méthode alternative sous forme à chevron). Et pour le dévidèrent de ces deux tas, de matière première il y a un pont gratteur d'une chaîne a paletté gratteuse qui fait tombe la matière en avalanche et la ramène vers la trémie, la capacité de chaque trémie est 250 m³. Le gypse est stocké tout seul dans un hall repris des ajouts avec le calcaire pur à l'atelier 180 sous forme d'une pyramide d'un tas de 1750T.

Le calcaire extrait du stock par pont gratteur et amené par un transporteur à bonde a la trémie de broyage du cru. L'argile, Le sable et le minerai de fer sont repris du stock par le gratteur portique et sont chemines par un transporteur a bonde à leurs trémies spécifiques dans l'atelier de broyage du cru. Chacune des quatre trémies repose sur une cellule de pesage qui est équipée d'un indicateur de niveau de remplissage.

Calcaire	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de stockage utile : 2 x 35 000 tonnes. • Dimensions du stockage : 2 x (136,5 m x 34m) +3 m.
Argile	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions du stockage : 2 x 3000 tonnes. • Capacité de stockage utile : 1200 tonnes /h.
Sable	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de stockage : 2000 tonnes.
Minerai de fer	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de stockage : 2000 tonnes.
Tuf	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de stockage : 1750 tonnes.
Gypse	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de stockage : 175 tonnes.

Tableau I. 1 : Les matières stockées dans le hall d'homogénéisation



Figure I. 7 : Hall de stockage des matières premières



Figure I. 8 : Hall de stockage des ajouts

I.2.2.3. Broyage et stockage des matières crues (ZONE 200)

Les matières sont extraites des trémies et sont déversées sur des transporteurs à bandes peseuses (pesée). Il y a deux lignes d'extraction par trémie. Chaque ligne alimentant un broyeur et dotée d'une bonde à marche réversible pour éventuel.

Broyage du cru

Le laboratoire fixe les proportions de chaque matière. Généralement on utilise approximativement : **Calcaire : 80 %**, **Argile : 17%**, **Sable : 2 %** .**Minerai de fer : 1 %**.

Ce mélange est ensuite envoyé dans un broyeur où il sera finement broyé et séché. L'atelier de broyage du cru a une capacité nominale en sec de 2 x 140 tonnes/h (matières contenant au max 6 % d'eau). Les broyeurs sont équipés d'une chambre de séchage. La puissance installée est de 2 x 3000 kW.

Le produit fini (appelle farine) se fait à 90 % environ dans les cyclones et à 10 % dans les filtres à manches. La farine dans les cyclones est transportée par des aéroglossières et air lift jusqu'aux silos homogénéisation.

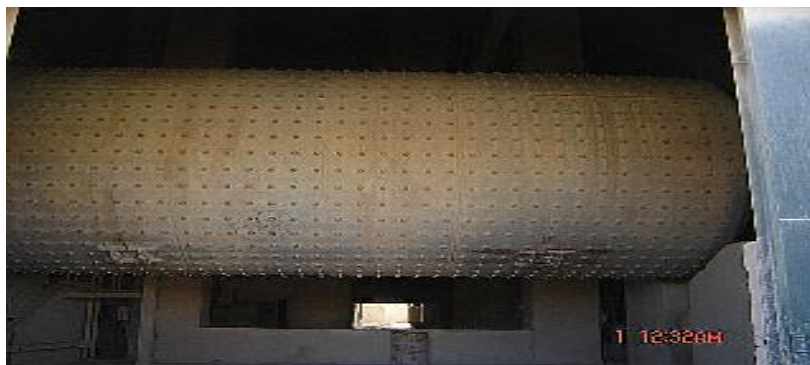


Figure I. 9 : Atelier broyage CRU

Homogénéisation

La farine amenée au silo d'homogénéisation se procède par l'air lift qui refoule la farine vers le haut de silo. Chaque silo de capacité de la farine est homogénéisé et fluidifié par une série de suppression en bas de chaque silo.

L'extraction de la farine de chaque silo se fait par un système de vibration pour faire tomber la matière sur des aéroglossières qui alimentant l'élévateur a godets qui est chargée d'alimenter les trémies d'alimentation du four.

I.2.2.4. Cuisson de la farine et stockage du Clinker (ZONE 300)

La ligne de cuisson constitue l'atelier le plus important de l'usine vu leur installation et les frais qu'elle occasionné (combustible, entretien) la ligne comporte :

- Un préchauffage à cyclone (tour dipôle).
- Un four rotatif.
- Un refroidisseur.



Figure I. 10 : Atelier de cuisson de clinker

Alimentation du four

L'extraction de la farine de den silos d'homogénéisation se fait par une vanne pneumatique (tout on rien) assure la fermeture rapide en cas de coupure de courant. Cette vanne est suivie d'une autre dotée d'un servomoteur de régulation de débit de la matière. L'alimentation du four se fait à partir d'une trémie tampon reposant sur des cellules de passage (fabrication SCHEINCK) cette dernière comporte deux sorties, dont une de réserve. La capacité maximale de chaque ligne est de 120 tonnes/h.



Figure I. 11 : Préchauffage a cyclone

La farine est introduite par un élévateur à godets en tête de la tour et par force de gravité, elle circule à contre-courant avec les gaz chauds accèdent tirés par un ventilateur du four le long de la tour effectuant grâce à 02 lignes de 04 étages de cyclones (préchauffage le cru à environ de 950 °C) montés en série qui servent à déshydrater, chauffer, décarbonater partiellement la matière, et aussi ils récupèrent la poussière contenue dans les gaz.

Four rotatif

À l'extrémité avant du four on introduit la farine, la flamme de chauffe étant placée à l'autre extrémité en contact avec les gaz de plus en plus chauds, la matière subit un certain nombre de transformations qui permettent la formation de clinker sous forme de petites boulettes noires grâce à la pente de 3° du four et à sa vitesse de rotation au cours de cette étape de la cuisson.



Figure I. 12 : Four Rotatif

Le four rotatif de type (UNAX) d'une capacité de 3000 tonnes/j et la température à l'intérieur doit arriver jusqu'à 1450 °C.

Le clinker produit reparti sur des grilles fixes à la périphérie de l'extrémité du four afin d'assurer les trempes des nodules incandescents et de le ramener à une température d'environ 100 °C. Après refroidissement le clinker ayant une granulométrie supérieure à 30mm est concassé dans deux concasseurs à marteaux puis transféré vers les silos de capacité 15 000 tonnes. Le clinker est amené à l'atelier de broyage du ciment par des bandes transporteuses.

I.2.2.5. Broyage de ciment (ZONE 400)

L'alimentation du broyage de ciment en clinker 80,01 % et le gypse 5,05% et le tuf 14,83 % ,(actuellement la société utilise le calcaire) dans la place de tuf à partir de silos de stockage de ces matières par un ensemble de doseurs et transporteuses à bande. Le broyeur-ciment sont horizontal à boulets de type (UNIDAN), constitué de deux chambres séparées par une cloison intermédiaire, de capacité nominale 2 x 100 tonnes/h.

Le ciment sortant du broyeur est transporté par un élévateur à godets, qui ce produit dans un séparateur, le produit fini obtenu est récupéré dans de la pompe par une pression 6 bars qui celle-ci le projette vers les silos de ciment de capacité nominale 4 x 8000 tonnes par l'intermédiaire de pression d'air fournis par les comprimés à vis.



Figure I. 13 : Atelier Broyage ciment

I.2.2.6. Stockage et Expédition (ZONE 500)

Il existe quatre silos pour le stockage du ciment l'extraction du ciment des silos se fait à l'aide d'un système de variateur, le ciment est amené par des transporteurs à vis soit à l'atelier d'ensachage (expédition en sac), soit à livraison de camions citernes (expédition en vrac).



Figure I. 14 : Atelier de l'expédition en vrac



Figure I. 15 : Atelier de l'expédition en sac

I.3. Conclusion

D'après le processus de fabrication du ciment, on déduit que tous les ateliers de production de l'usine occupent une place stratégique dans la fabrication du ciment, donc il faut assurer la commande optimale de chaque atelier.

Dans le chapitre suivant on va faire une présentation générale du champ d'étude "**Le gratteur portique ajouts**" dans l'atelier de stockage des ajouts, aussi la description détaillée de tous ces organes et tous les capteurs et les actionneurs existant dans l'atelier.

Chapitre02

Description du grateur portique

II.1 Introduction

Dans ce chapitre on abordera une présentation générale du champ d'étude "**Le Grateur Portique**" dans l'atelier de stockage des ajouts, aussi la description détaillé de tous ces organes et tous les capteurs et les actionneurs existant dans l'atelier.

II.2 Le Grateur Portique des Ajouts

Le grateur est un engin mécanique de reprise en continu de produits stockés sur une aire ou une surface assimilable à une aire. Cette surface peut être immobile (parc ou hall de stockage) ou constituer la partie utile d'un véhicule (camion, wagon, navire).

On utilise les grateurs de reprise pour la reprise au tas d'une grande variété de produits stockés en plein air ou le plus souvent sous hall. Dans de nombreux cas, la reprise est combinée avec des opérations d'homogénéisation ou de mélange, ce qui justifie une coordination entre la méthode de mise au tas et la sélection de l'appareil de reprise.

Dans tous les grateurs, l'organe essentiel est l'élément grateur, constitué par une chaîne racleuse tournant de façon continue. La chaîne entraîne le produit du haut du tas vers le bas et l'achemine au pied de la flèche qui porte la chaîne racleuse. Le produit est alors évacué par une bande transporteuse, alimentée généralement par une goulotte ou quelque fois par un transporteur intermédiaire.

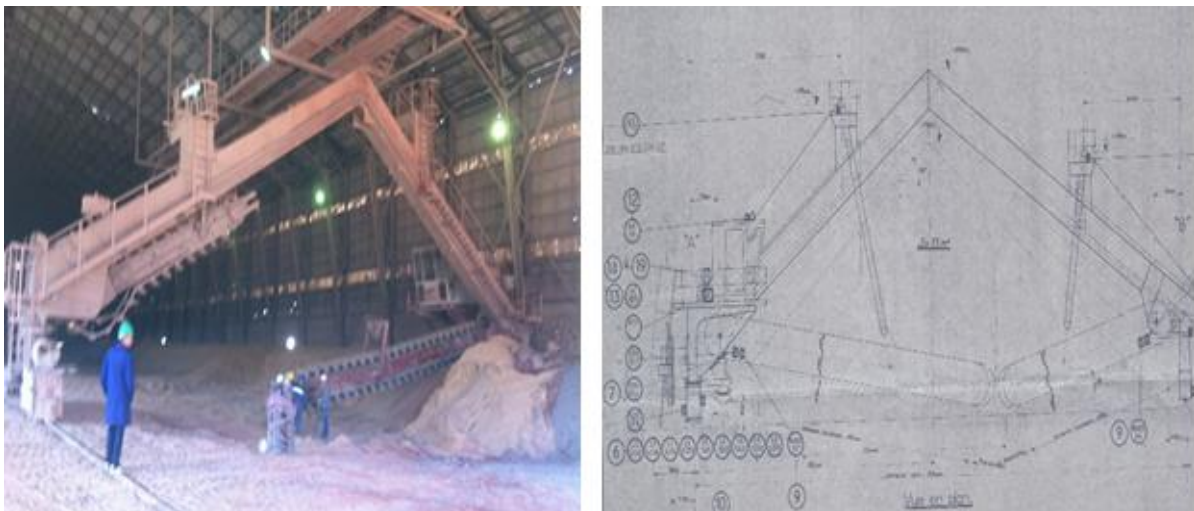


Figure II. 1 : Grateur Portique des Ajouts

II.2.1 Les équipements utilisés pour l'atelier

II.2.1.1 L'équipement d'alimentation

L'alimentation en énergie du grateur est réalisée par câble de puissance à basse tension enroulé sur un enrouleur de câble motorisé.

L'échange des signaux (signaux digitaux et analogiques) entre la machine et le poste de commande centrale de l'installation s'effectue à l'aide d'un câble de commande enroulé sur un deuxième enrouleur de câble motorisé.

II.2.1.2 L'équipement de transport des ajouts

- L'arrivée des ajouts

Les matières (Argile, sable et minerai de fer) sont transportées de la carrière vers le Hall du stockage des ajouts par des camions transporteurs.

- Le transporteur à bande

Les matières (Argile, sable et minerai de fer) sont transportées du grateur jusqu'à la trémie par un transporteur à bande. Des échantillons des matières sont prélevés à des fréquences déterminées, concassés séchés, divisés et broyés pour être ensuite analysés au laboratoire.

- Les rails

Les roues du grateur roulent sur des rails en fer.

II.2.2 Équipement du grateur portique

Un grateur est composé essentiellement des systèmes suivants :

- Un système de levage de la flèche
- Un système de translation,
- Un système d'entraînement de la chaîne,
- Un système d'enroulement du câble
- Un Système de graissage

II.2.2.1 Système de levage de la flèche Primaire et Secondaire

La flèche sera levée par un système composé :

- D'un treuil à 2 vitesses a la sortie de câble, fixé à la partie inferieur du portique.
- D'un support avec 2 poulies muni d'un dispositif de contrôle de mou de câble en haut du portique.
- D'un motoréducteur à vitesse rapide et deux sens de rotations
- D'un motoréducteur à vitesse lente et deux sens de rotations
- D'une flèche.

II.2.2.2 Système de translation

Le gratteur se déplace à l'aide d'un mécanisme de translation, composé :

- D'un moteur à vitesse rapide et deux sens de rotation.
- D'un moteur à vitesse lente et deux sens de rotation.
- D'un accouplement.
- D'un réducteur de vitesse.
- D'un pignon.

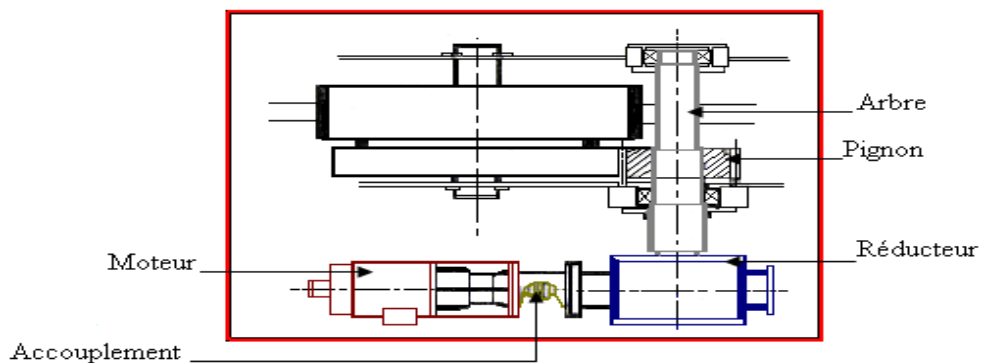


Figure II. 2 : Système de translation

II.2.2.3 Système d'entraînement de la chaîne

La chaîne, installée à la flèche du gratteur portique, est constitué par :

- Un moteur asynchrone.
- 100 palettes.
- Un accouplement hydraulique.
- Réducteur de vitesse.
- Arbre.

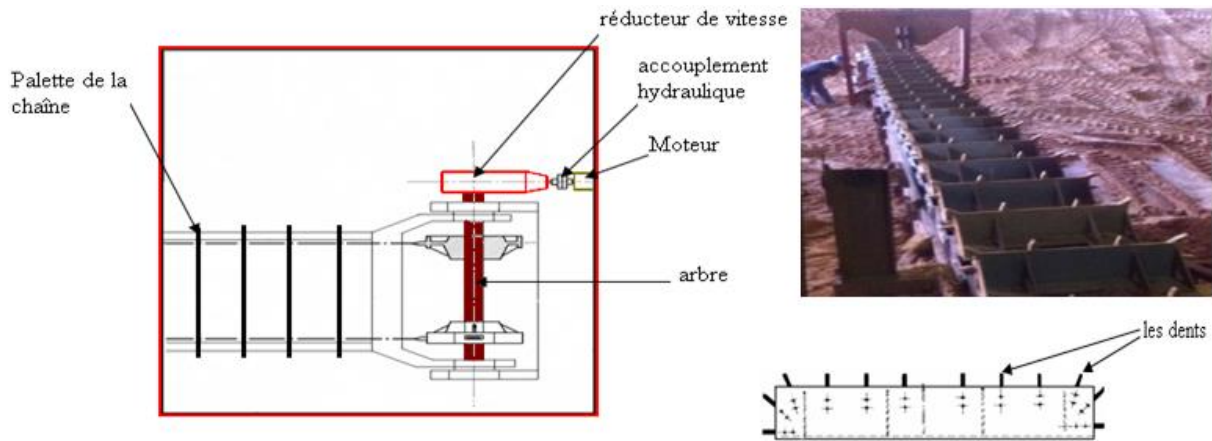


Figure II. 3 : Système d'entraînement de la chaîne

II.2.2.4 Système d'enroulement du câble

Le gratteur portique est équipé de deux enrouleurs de câble pour recevoir le câble de puissance et de commande. Grâce à un accouplement, à aimant installé dans chacun des deux entraînements des enrouleurs, le câble de puissance et câble de commande peuvent être respectivement roulés ou déroulés sans problèmes.

L'entraînement du corps d'enrouleur est équipé d'un moteur de 1.5KW. L'alimentation du gratteur en courant est effectuée via un câble à enrouler sur tambour d'une section de 4x3.5 mm". Une ligne de commande à 24 fils, dont 12 fils, non blindés d'une section de 2,5mm² et 12 fils blindés d'une section de 1,5mm², est utilisée Pour transmettre les signaux de commande.

Afin de protéger le câble, les enrouleur sont pourvus de fin de course pour signaler la limite de déroulement du câble (Enrouleur Vide). Si le câble d'un des enrouleurs est complètement déroulé la translation s'arrêtera également.



Figure II. 4 : Enrôleurs Des Câbles De Puissance Et Commande

II.2.2.5 Système de graissage

La pompe du système de graissage est entraînée par un moteur d'une puissance de 0.25kw.

Le graissage est réalisé pour les roulements et les engrenages.

Le rôle de cette dernière est essentiellement pour diminuer les frictions de frottements.

Elle s'interpose entre deux surfaces de contact ce qui permet :

- Une diminution de dégagement des chaleurs.
- Une diminution de la force nécessaire au mouvement.
- Éliminer ou diminuer l'usure des surfaces (Les roulements).

II.2.2.6 Les organes mécaniques

- Réducteur de vitesse

Le réducteur de vitesse est un organe mécanique qui permet de transmettre le couple et le mouvement de rotation de l'arbre moteur jusqu'à l'arbre de sortie.

La réduction de la vitesse est assurée par la différence sur les diamètres des roues dentées et aussi par le nombre de trains d'engrenage.

- Accouplement hydraulique

Les accouplements sont des dispositifs qui assurent la liaison entre l'arbre moteur et l'arbre d'une machine, ce qui permet de transmettre la puissance du moteur à la machine concernée.

II.2.3 Fonctionnement du gratteur portique

La chaîne gratteuse de reprise est placée sur le tas. Pendant que le gratteur fait son mouvement de va-et-vient avec une vitesse lent sur le long du tas sélectionné par l'opérateur, le produit est détaché par des palettes selon la profondeur de coupe de celles-ci, transporté longitudinal pour son évacuation. Le gratteur portique se déplace sur une voie de roulement d'une longueur de 300 m, englobant les 4 tas. Au cours du déplacement, l'enrouleur roule ou déroule les câbles (commande, puissance) et ceci pour éviter la coupure des câbles électriques.

Les flèches primaire et secondaire descendant après deux cycles de mouvement va et vient, la flèche est surveillée par des fins de course haut et bas, aussi par des capteurs de proximité pour détecter la position de la flèche.

II.3 Partie opérative

L'identification des capteurs et actionneurs de notre système nécessite d'abord une meilleure maîtrise et connaissance du mode de fonctionnement des matériels qui assurent le fonctionnement du système.

- Les capteurs qui informent la partie commande de l'état de la partie opérative, dans notre installation ils sont généralement composés de fins de course.

- Les actionneurs qui sont des organes d'exécution, ils sont généralement composés de moteurs, Klaxon, vérin...

II.3.1 Les Capteurs

II.3.1.1 Principes des capteurs

Avant de donner la définition d'un capteur, il est nécessaire de connaître quelques définitions de métrologie.

- **Le mesurande** : l'objet de la mesure ou plus simplement la grandeur à mesurer.
- **Le mesurage** : l'ensemble des opérations pour déterminer la valeur du mesurande.
- **La mesure** : c'est le résultat du mesurage. Autrement dit c'est la valeur du mesurande.

Un capteur est dispositif dont les caractéristiques physiques sont sensibles à un mesurande.

Lorsque celui-ci est soumis à ce mesurande il fournit une réponse sous la forme d'une grandeur physique exploitable qui est en général de nature électrique. [1]

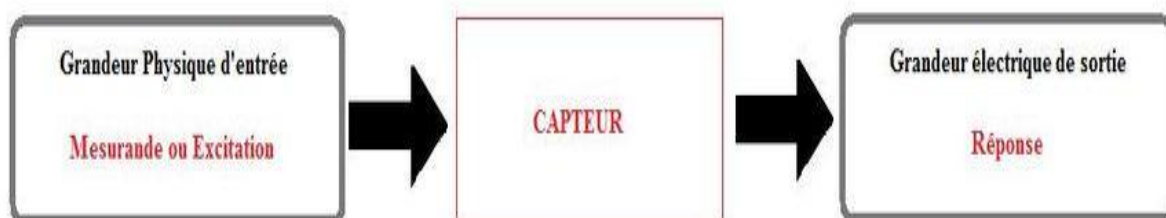


Figure II. 5 : Schéma de fonctionnement d'un capteur

II.3.1.2 Classification des capteurs

On peut classer les capteurs de plusieurs manières : [2]

- Par le mesurande qu'il traduit (capteur de position, de température, de pression, etc)
- Par son rôle dans le processus industriel (contrôle de produit finis, de sécurité, etc)
- Par le signal qu'il fournit en sortie qui peut être numérique, analogique, logique ou digital.
- Par leur principe de traduction du mesurande (capteur résistif, piézoélectrique, etc)
- Par leur principe de fonctionnement : capteur Actif ou Passif

II.3.1.3 Principales caractéristiques des capteurs

- **L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- **La sensibilité** : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.
- **La rapidité** : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.
- **La précision** : c'est la capacité de répétabilité d'une information position, d'une vitesse,...

Les différents types de capteurs utilisés dans notre système sont :

- Les détecteurs de position mécanique (fins de course).
- Les sondes de contrôle de rotation des chaînes.

II.3.1.4 Les détecteurs de position mécanique (fins de course)

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont surtout employés dans les systèmes automatisés pour assurer la fonction détecter les positions. On parle aussi de détecteurs de présence. Ce sont des interrupteurs de position, ils servent à l'ouverture et à la fermeture des circuits auxiliaires dans les installations des équipements électriques. Ils sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et muni d'un système de commande ou tête de commande. [3]

Principe de fonctionnement :

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe de commande (corps d'épreuve). Lorsqu'il est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique solidaire du corps d'épreuve.

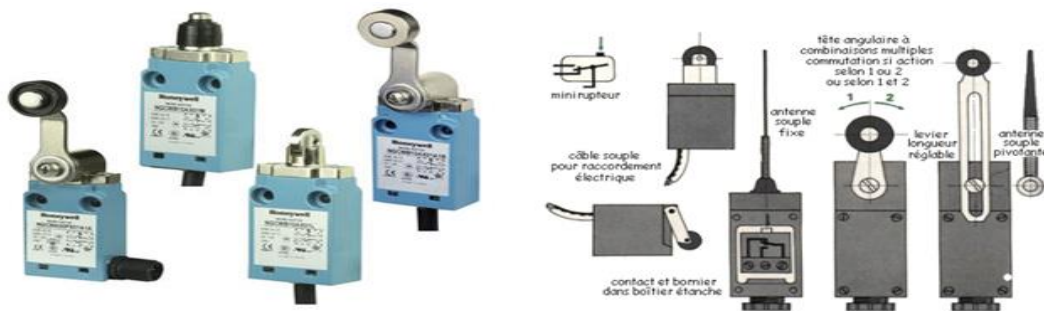


Figure II. 6 : Les détecteurs de position mécanique (fins de course)

Utilisations :

Les plus significatives se rencontrent dans la mécanique et la machine-outil et sur des types d'applications relevant de :

- ✓ La détection de pièces machine.
- ✓ La détection de balancelles, chariots, wagons...
- ✓ La détection directe d'objets.

Critères de choix

De nombreux modèles peuvent être associés au corps : tête à mouvement rectiligne, angulaire ou multi-direction associée à différents dispositifs d'attaque (à poussoir, à levier, à tige, etc.).

Avantages

- Sécurité de fonctionnement élevée : fiabilité des contacts et manœuvre positive d'ouverture.
- bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm).
- Tension d'emploi élevée.

II.3.1.5 Capteur de proximité

Les capteurs de proximité ou « détecteurs de présence » sont des dispositifs autrefois mécaniques, mais aujourd'hui de plus en plus caractérisés par l'absence de liaison mécanique entre le dispositif de mesure et l'objet cible (personne, animal, objet animé tel qu'un véhicule). L'interaction entre le capteur et sa « cible » est alors réalisée par l'intermédiaire d'un champ (magnétique, électrique, électromagnétique) ou d'un capteur infrarouge.

Les capteurs de proximité sont utilisés soit en mode analogique, soit en mode binaire. Dans le premier cas, l'amplitude du signal est une fonction de la position relative de l'objet cible ; dans le second cas, le signal ne peut avoir que deux niveaux (haut et bas), selon que l'objet est présent à proximité ou non du capteur inductif.

I.2.1.1.1. Les capteurs de proximités capacitifs

Les détecteurs capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de tous types d'objets, l'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.

Principe de fonctionnement

La technologie des détecteurs de proximité capacitifs est basée sur la variation d'un champ électrique à l'approche d'un objet quelconque.

Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant la capacité de couplage du condensateur.



Figure II. 7 : Détecteurs de proximités capacitives

Portée de détection

- Jusqu'à 50mm pour les plus courants.
- Dépend de l'épaisseur des objets.

Utilisations

- Contrôle de remplissage de liquides dans des flacons ou des cuves.
- Détection de la présence de matériaux pulvérulents dans des trémies.

Les domaines d'utilisation les plus significatifs se rencontrent dans l'agroalimentaire, la chimie, la transformation des matières plastiques, le bois, les matériaux de construction.

Avantages

- Pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints.
- Pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvre.
- Détecteur statique, pas de pièces en mouvement.
- Produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche).
- Très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante).

I.2.1.1.2. Les capteurs de proximités inductifs :

Ce type de capteur est réservé à la détection sans contact d'objets métalliques. L'objet est donc à proximité du capteur mais pas en contact contrairement à un détecteur de position.



Principe de fonctionnement

La technologie des détecteurs de proximité inductifs est basée sur la variation d'un champ magnétique à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique.

Avantages

- Pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- Pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres.
- Détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- Produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche)

Détections

- Tout objet métallique
- Jusqu'à 50mm pour les plus courants
- Dépend de l'épaisseur des objets

II.3.1.6 Capteur impulsionnel

Les appareils de contrôle impulsionnel est une application particulière des capteurs de position inductifs. Ils permettent de réaliser avantageusement des systèmes de contrôle de glissement, de rupture dans des machines.

Un capteur de proximité inductif détecte le passage d'encoches (palettes) d'un mobile. la fréquence de commutation est transformée en un signal logique.

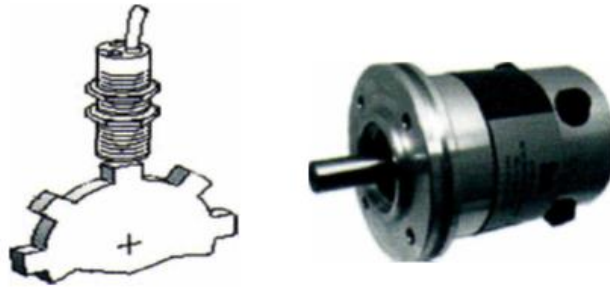


Figure II. 8 : Capteur impulsionnel

II.3.1.7 Câblage des détecteurs de position

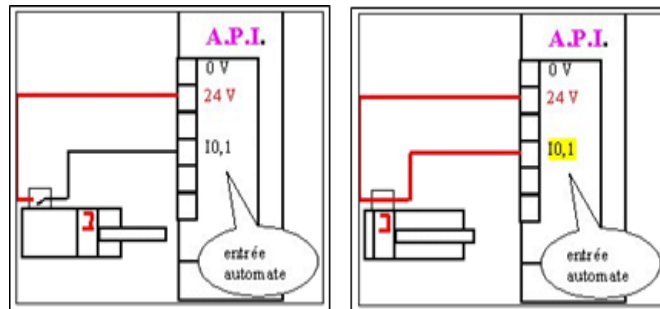


Figure II. 9 : Câblage d'un détecteur 2 fils

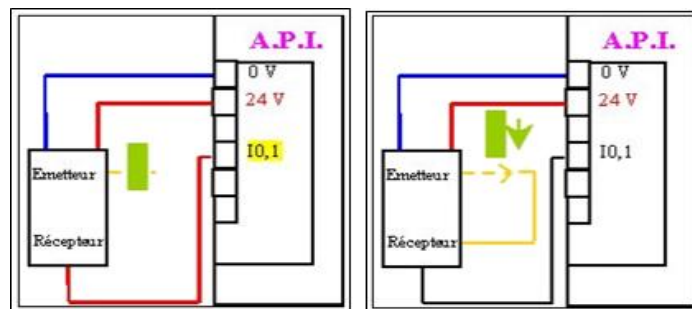


Figure II. 10 : Câblage d'un détecteur 3 fils

II.4 Les actionneurs

Ce sont des dispositifs électriques qui peuvent exécuter une tâche de la partie opérative.

Les actionneurs sont divers ; il y a les moteurs, les servomoteurs, les signalisations, les alarmes, ...etc.

Les moteurs asynchrones sont les moteurs les plus utilisés dans la cimenterie, du fait de leur faciliter de mise en œuvre, leur faible encombrement, ainsi que leur bon rendement et de leur excellente fiabilité. Un de leur point de reproche est l'énergie réactive, toujours consommée pour magnétiser l'entrefer, tous les moteurs utilisés dans l'usine sont en majorité de types asynchrones.



Figure II. 11 : Moteur Asynchrone Triphasé

II.4.1.1 Constitution de la machine asynchrone

On se propose dans cette partie, de donner quelques précisions sur les éléments de constitution de la machine asynchrone. Les machines asynchrones triphasées peuvent se décomposer, du point de vu mécanique en deux parties distinctes :

- Le stator, partie fixe de la machine où est connectée l'alimentation électrique.
- Le rotor, partie tournante qui permet de mettre en rotation la charge mécanique.

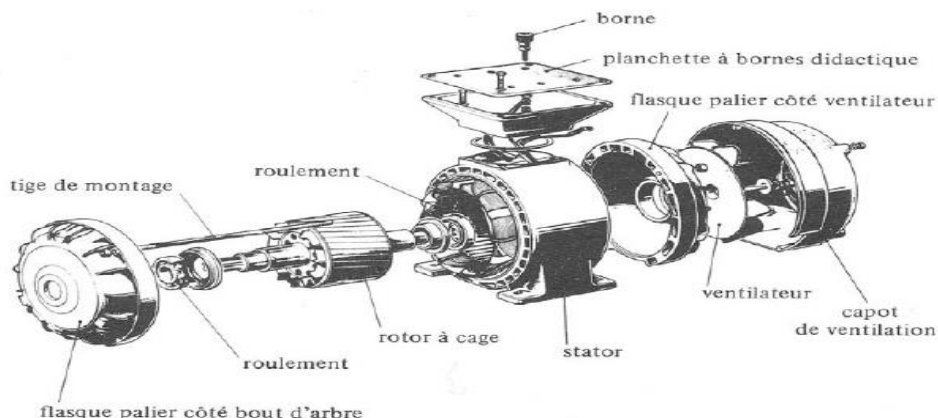


Figure II. 12 : Constitution de la machine asynchrone

Stator (l'inducteur) :

Le stator comporte une carcasse en acier renfermant un empilage de tôles identiques qui constituent un cylindre vide, ces tôles sont percées de trous à leur périphérie intérieure. L'alignement de ces trous forme des encoches dans lesquelles on loge un bobinage triphasé. [4]

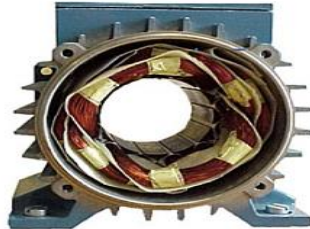


Figure II. 13 : Stator d'un moteur asynchrone triphasé

Rotor (l'induit) :

Il n'est lié électriquement à aucune source d'énergie, ni continu, ni alternative, ce qui simplifie sa construction. Le courant dans ses enroulements est uniquement induit par le champ tournant statorique, l'enroulement rotorique est encore appelé induit. Les différents types des moteurs asynchrones ne se distinguent que par le rotor. On distingue deux types de rotor :

Rotor à cage d'écureuil :

Il est constitué des barres conductrices très souvent en aluminium. Les extrémités de ces barres sont réunies par deux couronnes également conductrices. On dit que le rotor est en court-circuit. Sa résistance électrique est très faible.



Figure II. 14 : Rotor à cage d'écureuil

Rotor bobiné :

Les tôles de ce rotor sont munies d'encoches où sont placés des conducteurs formant des bobinages. On peut accéder à ces bobinages par l'intermédiaire de trois bagues et trois balais. Ce dispositif permet de modifier les propriétés électromécaniques du moteur. [5]

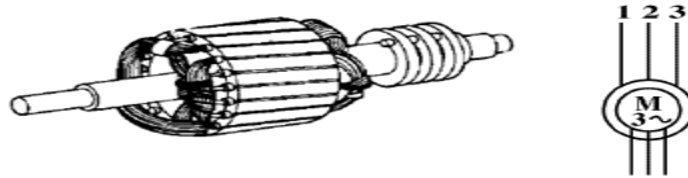


Figure II. 15 : Rotor bobiné

II.4.1.2 Modes du démarrage des machines asynchrones

Lors d'un démarrage d'une machine asynchrone, le courant d'enclenchement peut atteindre plusieurs fois le courant nominal de la machine. Si l'application utilise un variateur ou un démarreur, c'est ce dernier qui se chargera d'adapter les tensions appliquées à la machine afin de limiter ce courant. En l'absence de variateur de vitesse, il existe plusieurs méthodes permettant de limiter le courant de démarrage. Elles ont été développées avant l'apparition de l'électronique de puissance mais sont encore utilisées de nos jours dans les installations anciennes ou par mesure d'économie pour des applications ne nécessitant pas de variateur en dehors du démarrage.

Pour le démarrage direct le courant de la ligne vaut sept fois le courant de régime nominal suivi par une chute de tension qui risque de perturber le fonctionnement des appareils connectés sur la ligne, et sur le bon fonctionnement du moteur lui-même. Il existe plusieurs modes de démarrage les principaux sont :

II.4.1.2.1 Démarrage étoile-triangle

Lors d'un démarrage étoile-triangle, la machine est d'abord connectée au réseau avec un couplage étoile, puis une fois démarrée, on passe sur couplage triangle. Le fait de démarrer avec un couplage étoile permet de diviser par $\sqrt{3}$ la tension appliquée. Ainsi, le courant maximal absorbé est trois fois plus faible que lors d'un démarrage directement avec un couplage triangle. Le couple de démarrage est lui aussi trois fois plus faible que lors d'un démarrage en triangle. La surintensité lors du passage étoile-triangle est inférieure au courant d'appel d'un démarrage effectué directement en triangle.

Réalisée simplement à l'aide de contacteurs, cette méthode de démarrage est très économique.

II.4.1.2.2 Démarrage par autotransformateur

Dans ce mode de démarrage, le stator de la machine asynchrone est relié à un autotransformateur qui permet d'effectuer un démarrage sous tension variable. La tension est progressivement augmentée, l'intensité du courant ne dépassant pas la valeur maximale désirée.

II.4.1.2.3 Démarrage par résistances statoriques

Cela consiste à abaisser la tension de ligne en insérant des résistances en série avec les enroulements statoriques. On réduit alors ces résistances au fur et à mesure (soit par fraction, soit en une seule fois).

II.4.1.2.4 Utilisation d'un onduleur de tension

Quoi que plus souvent utilisé pour faire la variation de la vitesse, l'onduleur de tension peut permettre de faire un démarrage souple avec limitation du courant.

II.4.1.2.5 Démarrage par résistances rotorique

Lors d'un démarrage rotorique, des résistances de puissance sont insérées en série avec les enroulements du rotor. Ce type de démarrage permet d'obtenir un fort couple de démarrage avec des courants de démarrage réduits mais il ne peut être mis en œuvre qu'avec des machines à rotor bobiné.

Tous les moteurs de l'atelier utilisent le **Démarrage Par Résistances Rotorique**.

Avec le démarreur retenu dans l'exemple ci-dessous, le moteur démarre en trois temps. On dispose donc de trois contacteurs : KM1 (le contacteur de ligne), KM11 et KM12 (qui court-circuitent les deux jeux de trois résistances rotoriques).

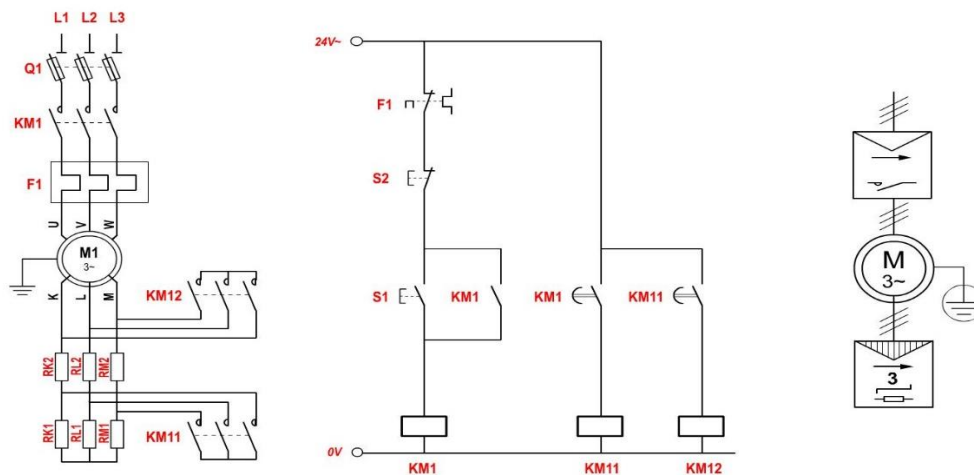


Figure II. 16 : Exemple d'un démarrage rotorique

1^{er} temps : On alimente le moteur en limitant les courants rotoriques au maximum par insertion des deux jeux de résistances dans le circuit d'induit. Il faut donc alimenter KM1 seul.

2^{ème} temps : On élimine le premier jeu de trois résistances à l'aide du contacteur KM11.

3^{ème} temps : On élimine le deuxième jeu de trois résistances à l'aide du contacteur KM12.

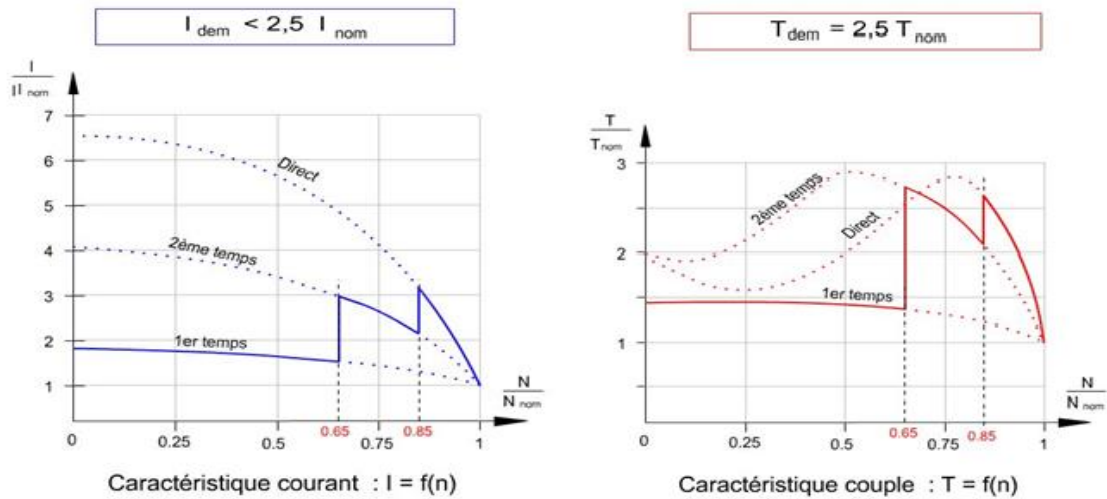


Figure II. 17 : Caractéristiques du démarrage par résistances rotorique

Le courant absorbé est sensiblement proportionnel au couple fourni ou très peu supérieur.

Avantages

- L'appel de courant est pour un couple de démarrage donné le plus faible par rapport à tous les autres modes de démarrage.
- Possibilité de choisir par construction, couple et le nombre de temps de démarrage.

Inconvénients

- Nécessité d'un moteur à rotor bobiné.
- Equipement plus cher.

	Démarrage direct	Démarrage étoile triangle	Démarrage statorique	Démarrage par auto transformateur	Démarrage rotorique	Démarrage électronique
Courant de démarrage	100%	33%	50%	40/65/80%	70%	150 à 750%
Surcharge en ligne	4 à 8 In	1.3 à 1.6 In	4.5 In	1.7 à 4 In	<2.5 In	
Couple en % de Cd	100%	33%	50%	40/65/80%		10 à50% (50 à 100% en 100ms)
Couple initiale au démarrage	0.6à 1.5 Cn	0.2 à 0.5 Cn	0.6 à 0.85 Cn	0.4 à 0.85 Cn	0.4 à 0.85 Cn	<2.5 Cn
commande	T.O.R	T.O.R	1 cran fixe	3 crans fixe	De 1 à 5 crans	électroniques
avantages	- démarreur simple et économique -couple au démarrage important	-économiques -bon rapport couple/courant	-possibilités de réglages des valeurs au démarrage -	-bon rapport couple/courant - possibilités de réglages des valeurs au démarrage	-très bon rapport couple/courant -possibilité de réglage des valeurs au démarrage	-Démarrage sans à coup -montée progressive en vitesse -limitation de l'appel de courant au démarrage
inconvénients	-pointe de courant très importante -démarrage brutal	-couple de démarrage faible -coupure d'alimentation au changement de couplage -moteur 6 bornes	-faible réduction de la pointe de courant au démarrage -nécessite des résistances volumineuses	-nécessite un auto transformateur onéreux -présente des risques de réseau perturbé	-moteur à bague plus onéreux	-prix

Tableau II. 1 : Différentes type de démarrage des moteurs asynchrones [6]

II.4.1.3 Liste des machines asynchrones utilisé dans l'atelier

Moteur	Nomenclature	Caractéristiques
Moteur chaîne primaire	MTR 20	22KW ; 380V ; 43A
Moteur chaîne secondaire	MTR 23	15KW ; 380V ; 31A
Moteur grande vitesse flèche primaire	MTR 30-1	5KW ; 380V ; 11.5A
Moteur petite vitesse flèche primaire	MTR 30-2	0.83KW ; 380V ; 2.6A
Moteur grande vitesse flèche secondaire	MTR 36-1	5KW ; 380V ; 11.5A
Moteur petite vitesse flèche secondaire	MTR 36-2	0.83KW ; 380V ; 2.6A
Moteurs petite vitesse translation	MTR 90-1	0.61KW ; 380V ; 1.75A
Moteurs grande vitesse translation	MTR 90-2	4KW ; 380V
Moteur grande vitesse enrouleur de câble puissance	MTR 100-1	1.5KW ; 380V ; 3.5A
Moteur petite vitesse enrouleur de câble puissance	MTR 100-2	0.5KW ; 380V
Moteur grande vitesse enrouleur de câble commande	MTR 101-1	1.5KW ; 380V ; 3.5A
Moteur petite vitesse enrouleur de câble commande	MTR 101-2	0.5KW ; 380V

Tableau II. 2 : Liste des machines asynchrones utilisées dans l'atelier

II.5 Conclusion

La complexité des systèmes et les techniques utilisées dans l'atelier de stockage des ajouts nous ont incités à chercher une solution d'automatisation pour une meilleure commande de ce système, Car le gratteur portique est actuellement complètement commandé manuellement par un seul opérateur à partir d'une cabine de contrôle .Ce dernier effectue toutes les manœuvres qui ont tendance à ralentir le processus de la fabrication du ciment.

Pour chaque automatisation via automate programmable, un autre système doit être utilisé d'une manière efficace en assurant ainsi une commande optimale de la production, avec une bonne compréhension du fonctionnement du système, ce qui permettra l'identification et l'attribution des entrées/sorties adéquates pour la conduite du procédé.

La suite de notre étude sera consacrée à la description des automates programmable surtout la gamme de **Siemens SIMATIC S7-300** qui nous servira de support pour automatiser la commande du gratteur portique.

Chapitre03

Les automates programmables industriels et présentation du SIMATIC S7-300

III.1. Introduction

Dans un monde plein d'évaluation technologique où la compétitivité est l'objectif essentiel, l'automatisation devenue une nécessité dans le monde industriel. Dans nos travaux, l'utilisation de l'automate programmable industrielle a pour but principale d'automatiser les systèmes industrielle pour améliore le rendement de la production et pour faciliter l'usage des matériels utilisés et pour remédier les problèmes provoqués par l'ancienne technique utilisée.

Au cours de ce chapitre, on va interpréter l'architecture et le choix d'un Automate Programme Industriel (A.P.I) et les langages de programmation existants.

III.2. Généralités sur les automates programmables

Les premières A.P.I ont été introduits en 1969 aux Etats-Unis pour satisfaire les besoins de l'industrie automobile. Le but recherché était de remplacer les armoires à relais utilisées pour l'automatisation des chaînes de fabrication par des équipements moins coûteux et surtout plus faciles à modifier. Depuis leur apparition, les automates programmables se sont réponsus très rapidement dans l'industrie.

L'automate programmable industriel A.P.I ou Programmable Logic Controller PLC est un appareil électronique programmable. Il est défini suivant la norme française EN-61131-1, adapté à l'environnement industriel, et réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logiques, analogiques ou numériques. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture.

Il est constitué essentiellement de modules d'entrées/sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel de conduite.

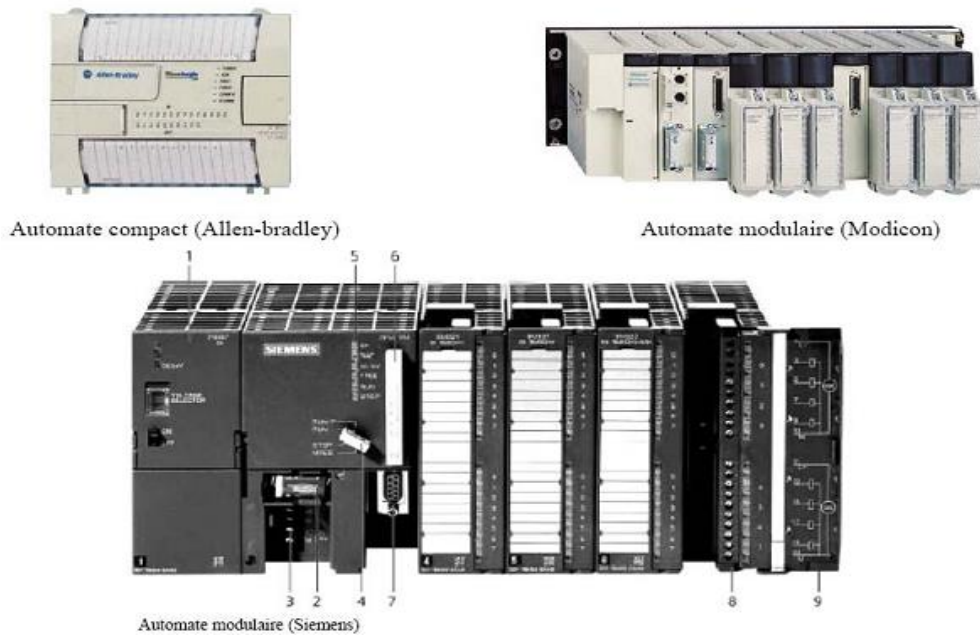


Figure III. 1 : Les automates programmables industriels

III.3. Architecture des automates

III.3.1. Structure extérieure

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- **Type compact**

On distinguera les modules de programmation (LOGO de Siemens, ZELIO de Schneider, MILLENIUM de Crouzet ...) des micro-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.

- **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 où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

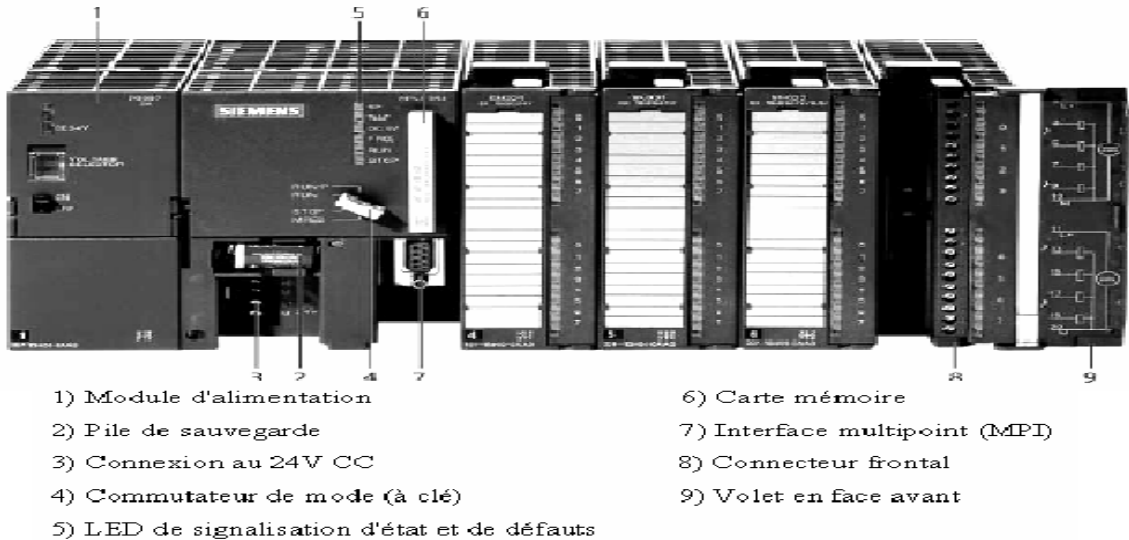


Figure III. 2 : Automate modulaire SIEMENS

III.3.2. Structure Intérieure

En général un automate programmable se constitue essentiellement d'une unité centrale, un module d'entrées/sorties, un module d'alimentation, un module de communication et des auxiliaires.



Figure III. 3 : Structure Intérieure d'un automate programmable

III.3.2.1. Le module d'alimentation "PS"

Il est composé de blocs qui permettent de fournir à l'automate l'énergie nécessaire à son fonctionnement, il convertit la tension du réseau (AC 220 V) en tension de service (DC 24V, 12V ou 5V) et assure l'alimentation de l'automate ainsi que circuits de charge.

Un voyant est positionné en générale sur la façade pour indiquer la mise sous tension de l'automate.

III.3.2.2. L'unité centrale "CPU"

La CPU est une carte électronique bâtie autour d'un ou plusieurs processeurs, elle comprend aussi des moyens de stockage, qui sert à sauvegarder les programmes et les données.

III.3.2.2.1. Le processeur

Le processeur est chargé d'exécuter le programme utilisateur, il doit assurer des opérations logiques et arithmétiques ainsi que des fonctions de temporisation et du comptage. Il peut être issu de la technologie câblée ou de la technologie à microprocesseur.

En général un microprocesseur est composé d'une Unité Arithmétique et Logique (UAL), de registres, un Décodeur d'Instructions, un Compteur Programme et une horloge.

III.3.2.2.2. La mémoire

La mémoire est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer l'information. Elle est découpée en zones :

- une zone mémoire programme.
- une zone mémoire donnée.
- une autre pour les variables internes.

Pour un automate, il faut connaître la capacité mémoire minimale utile et la capacité maximale que l'on peut obtenir par diverses extensions.

III.3.2.3. Le module d'entrées/sorties "SM"

Le module E/S assure le rôle d'interface pour la partie commande, qui distingue une partie opérative (les sorties), où les actionneurs agissent physiquement sur le processus, et une partie d'acquisitions (les entrées) récupérant les informations sur l'état de ce processus et coordonnant en conséquence les actions pour atteindre les objectifs prescrits (matérialisés par des consignes). Le module d'E/S doit garantir une protection contre les parasites électriques, c'est pourquoi la plus part des modules E/S font appel au découplage optoélectronique.

Il existe deux types d'interface E/S :

- **Le module E/S Tout Ou Rien (TOR)** : Permet de raccorder l'automate à des capteurs TOR (boutons poussoirs, fins de course, capteurs de proximité, capteurs photoélectriques ...) ou à des pré-actionneurs (vannes, contacteurs, voyant pneumatique, électrovannes, relais de puissance, LED...). Le nombre d'entrées sur une carte est de : 4, 8, 16, 32.
- **Le module E/S analogique** : Permet de traiter les signaux analogiques. Il est muni d'un convertisseur analogique/numérique pour les entrées et un autre numérique/analogique pour les sorties. Il existe des modules à 2, 4, 8 voies.

III.3.2.4. Le module de fonction "FM" (Les cartes spécialisés)

Le module de fonction (Function Module) est un module additionnel où des cartes spécialisées peuvent être connectés. On peut citer : les cartes d'axe, les concentrateurs de communication, les cartes E/S déportées, les cartes de comptage rapide, les cartes de pesage, les cartes de régulations PID...

III.3.2.5. Le module de communication "CM"

Le module de communication comprend les consoles et les boîtiers de tests.

III.3.2.5.1. Les consoles

Les consoles permettent la programmation, le paramétrage et les relevés d'informations, ils peuvent également afficher le résultat de l'autotest comprenant l'état des modules d'entrées et de sorties, l'état de la mémoire, de la batterie, etc.

Pendant la phase de réglage et d'exploitation elles permettent : de visualiser ou d'exécuter le programme pas à pas, de forcer ou de modifier les données (les entrées, les sorties, les bits internes, les registres de temporisation, les compteurs...).

III.3.2.5.2. Les boîtiers de tests

Ils permettent de visualiser le programme ou les valeurs des paramètres (affichage de la ligne de programme à contrôler, visualisation de l'état des entrées et des sorties...)

III.3.2.6. Les auxiliaires

- Un support mécanique (un rack).
- Un ventilateur.
- Un indicateurs d'état : il indique la présence de tension, l'exécution du programme (mode RUN), la charge de la pile, le bon fonctionnement des coupleurs.

III.4. Choix d'un automate programme industriel (A.P.I)

Pour le choix d'un matériel et une configuration capable de résoudre le problème d'automatisation. Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier de charge de son système. Cette phase mérite la plus grande attention.

III.4.1. Amplitude des entrées/sorties

Le premier paramètre à prendre en compte pour choisir un automate est le nombre d'entrées et de sorties nécessaires. Il pourra y avoir un bloc de base et des extensions, ou une unité centrale et des cartes d'entrées ou de sorties. On commencera donc par faire le bilan des entrées et des sorties.

III.4.2. Type des entrées/sorties

- **Logique** : entrées et sorties tout ou rien.
- **Analogique** : liaison avec génératrice tachymétrie en entrée et variateur de vitesse en sortie par exemple.
- **Numérique** : comptage rapide sur un codeur incrémental. Chaque entrée ou sortie devra être adaptée au capteur ou au pré actionneur. Les cartes assurent l'isolation galvanique entre l'unité centrale et le système. Les cartes de sortie peuvent être à relais, elles permettent de commander des contacteurs par exemple. Elles sont parfois à transistor et permettent alors de commuter des signaux à plusieurs centaines de Hertz.

III.4.3. Unité centrale

C'est le cœur de l'automate. Elle comporte un microprocesseur et de la mémoire qui permettent de définir sa puissance. La capacité mémoire de l'automate est donnée par le constructeur et dépend principalement de la gamme dans laquelle on se place. La capacité mémoire peut souvent être augmentée par rapport à la version de base.

III.4.4. Alimentation

Elle doit couvrir les besoins énergétiques de l'unité centrale et de toutes les extensions. Quand elle existe sur l'automate de base, elle ne couvre pas les besoins d'un nombre important d'extension et il faudra rajouter une deuxième alimentation.

III.5. Présentation de la gamme SIMATIC de SIEMENS

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC. L'intégration globale de tout l'environnement d'automatisation est réalisée grâce à :

- Une configuration et une programmation homogène des différentes unités du système.
- Une gestion cohérente des données.
- Une communication globale entre tous les équipements d'automatisme mis en œuvre.

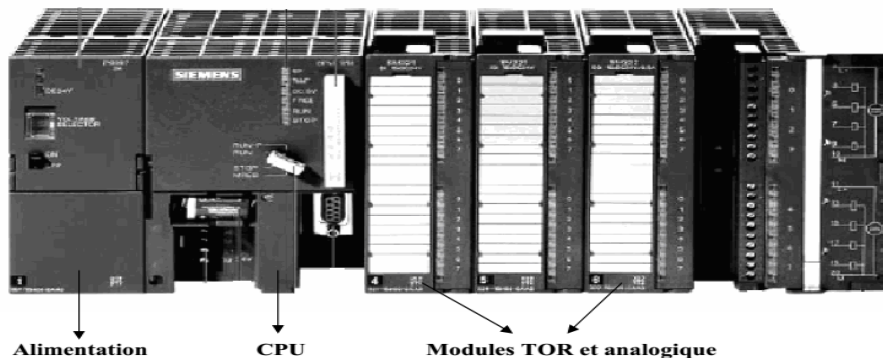


Figure III. 5 : L'automate programmable SIEMENS

III.5.1. Les différentes variantes dans la gamme SIMATIC

III.5.1.1. SIMATIC S7

- S7 200, qui est un Micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extensions jusqu'à 7 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.

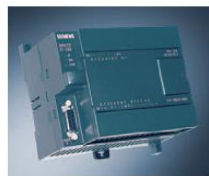


Figure III. 6 : L'API S200 [7]

- S7300 est un Mini-automate modulaire pour les applications d'entrée et de milieu de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industrial Ethernet.



Figure III. 7 : L'API S300 [7]

- S7400 est un automate de haute performance pour les applications de milieu et haut de gamme, avec possibilité d'extension à plus de 300 modules, et une possibilité de mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS ou Industrial Ethernet.



Figure III. 8 : L'API S400 [7]

III.5.1.2. SIMATIC C7

Le SIMATIC C7 combine automate programmable et panneau opérateur dans une seule unité. L'automate compte la CPU, les modules d'entrées/sorties, et le panneau opérateur qui est utilisé comme une interface Homme/Machine HMI.



Figure III. 9 : SIMATIC C7 [7]

III.5.1.3. SIMATIC M7

Les SIMATIC M7 sont des calculateurs industriels compatibles PC. Il s'agit d'un système modulaire sous boîtier, construit dans la technique des automates SIMATIC S7. Il peut être intégré dans un automate S7 300/400 ou être utilisé comme système autonome avec une périphérie choisie dans la gamme S7.



Figure III. 20 : SIMATIC M7 [7]

III.5.2. Présentation de l'automate S7-300

L'automate programmable industriel S7-300 fabriqué par SIEMENS, qui fait partie de la gamme SIMATIC S7 est un automate destiné à des tâches d'automatisation moyennes et hautes gammes.

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

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

Le S7-300 est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation, Les types des modules sont les suivants :

1. Modules d'alimentations (PS).
2. Unité centrale (CPU).
3. Coupleurs (IM).
4. Processeurs de communication (CP).
5. Modules de fonctionnements (FM).
6. Modules de signaux (SM).
7. Modules de simulation (SM 374).

III.5.2.1. Les profilés supports ou les châssis (rack)

Les profilés supports ou les châssis (rack) remplissent les fonctions suivantes :

- La fixation des modules ou l'assemblage mécanique des modules.
- La distribution de la tension d'alimentation aux différents modules.
- L'acheminement du bus (Donnée, adresse commande) vers les modules.

Dans le S7-300 : les modules sont fixés dans l'ordre et leurs nombres sont limités c'est-à-dire que le profilé support dans le S7-300 contient au maximum 11 emplacements.

Chaque emplacement est localisé par une adresse qui permet au processeur de solliciter l'interface souhaitée.

III.5.2.2. Module d'alimentation

Le module d'alimentation assure la conversion de tension du secteur (ou du réseau) en tension de (120V ou 230V) AC pour l'alimentation de l'automate et des capteurs et actionneurs en tension (12V, 24V, 48V) DC. [8]

- Il remplit aussi des fonctions de surveillance et signalisation à l'aide des LEDS.
- Il permet de sauvegarder le contenu des mémoires RAM au moyen d'une pile de sauvegarde ou d'une alimentation externe.

Le Module d'alimentation utilise dans notre projet c'est :

Module d'alimentation PS 307 ; 10 A ; (6ES7307-1EA01-0AA0) (Voir Annexe 2)

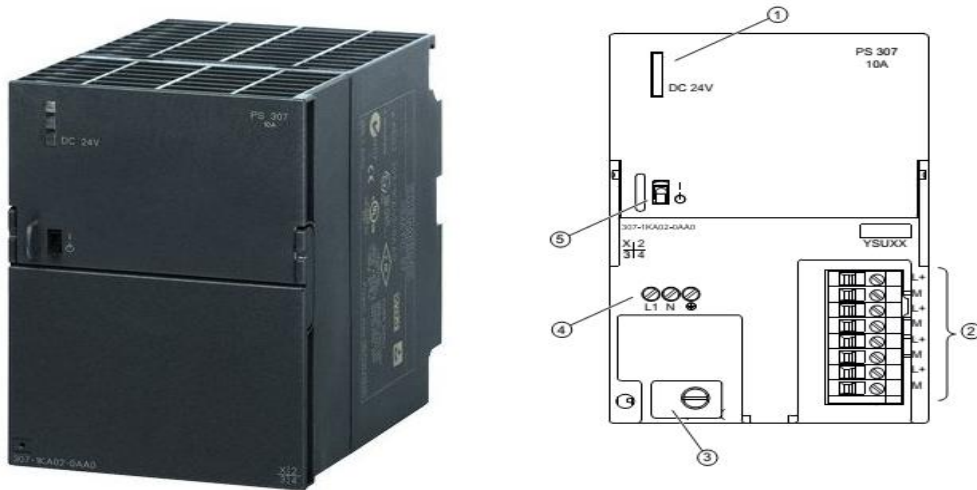


Figure III. 11 : Module d'alimentation PS 307 ; 10 A ; (6ES7307-1KA02-0AA0)

①	Signalisation de la présence d'une tension de sortie DC 24 V
②	Bornes pour la tension de sortie 24 V _{cc}
③	Arrêt de traction
④	Bornes pour la tension secteur et le conducteur de protection
⑤	Commutateur EN/HORS du 24 V _{cc}

III.5.2.3. Unités centrales (CPU)

Pour notre projet on a opté pour la : **CPU314 (Voir Annexe 3).**

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

- **CPU à utilisateur standard : CPU 313, CPU 314, CPU 315 et CPU 316.**
- **CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM**
- **CPU avec interface PROFIBUS DP (CPU 315-2 DP, CPU 316-2 DP, CPU 318 - 2 DP)**

Organe	312 IFM	313	314	314 IFM		315	315-2 DP	316-2 DP	318-2
				-5AE0x-	-5AE10-				
LED pour interface DP	Non						Oui		
Pile de sauvegarde / accumulateur	Non	Pas d'accumulateur		oui					
Bornes pour la tension d'alimentation	Non par le Connecteur frontal	Oui							
Carte mémoire	Non	Oui	Non	Oui	Oui				
Interfaces PROFIBUS DP	Oui						Oui		

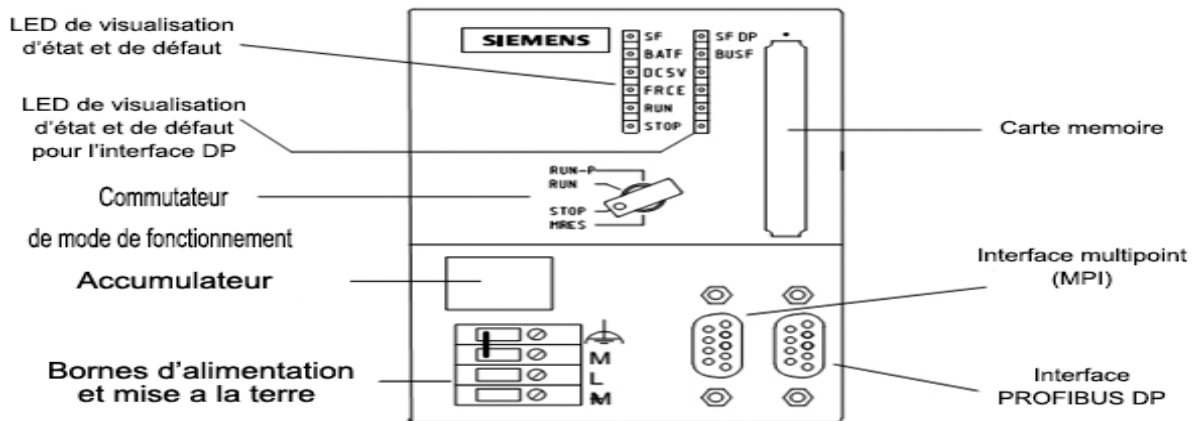


Figure III. 12 : Organes de commande et de visualisation

SF	Signalisation groupée de défauts, erreur dans le programme ou défaut sur un module diagnostiquant.
BATF	Défaillance de la pile ; pile déchargée ou absente
DC 5V	Témoin de présence de la tension d'alimentation interne 5V
FRCE	Allumage en cas de commande de forçage permanent active
RUN	Clignotement à la mise en route de la CPU et allumage continu en mode RUN
STOP	Allumage continu en mode STOP, clignotement lent lorsqu'un effacement général est requis et clignotement rapide lorsqu'un effacement général est en cours.

Tableau III. 1 : LED de visualisation d'état et de défaut des CPU et PROFIBUS

RUN-P	MARCHE : la CPU traite le programme.	
RUN	Le programme est traité, mais il n'est accessible qu'en lecture seule (corrections impossibles).	
STOP	ARRET : le programme n'est pas exécuté.	
M RES	Effacement général (Module Reset)	

Tableau III. 2: Commutateur de mode de fonctionnement

III.5.2.4. Coupleur (IM)

Les coupleurs sont des cartes électroniques qui assurent la communication entre les E/S (périphéries ou autre) et l'unité centrale. L'échange de l'information entre la CPU et les modules d'E/S s'effectue par l'intermédiaire d'un bus interne (liaison parallèle codée). Les coupleurs ont pour rôle le raccordement d'un ou plusieurs châssis au châssis de base.

Pour l'API S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- **IM 365** : Pour les couplages entre les châssis d'un mètre de distance au max.
- **IM 360 et IM 361** : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distances.

III.5.2.5. Module communication (CP)

Les modules de communication sont destinés aux tâches de communication par transmission en série. Ils permettent d'établir également des liaisons point à point avec :

- Des commandes robots.
- Communication avec des pupitres opérateurs.
- Des automates SIMATIC S7, SIMATIC S5 et des automates d'autres constructeurs.

III.5.2.6. Modules de fonctions (FM)

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des tâches lourdes de calculs. On peut citer les modules suivants :

- **FM 354 et FM 357** : Module de commande d'axe pour servomoteur.
- **FM 353** : Module de positionnement pour moteur pas à pas.
- **FM 355** : Module de régulation.
- **FM 350-1 et FM 350-2** : Module de comptage.

III.5.2.7. Modules de signaux (SM)

Ils servent d'interface entre le processus et l'automate. Ils existent des modules d'entrées TOR, des modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées analogiques et des modules de sorties analogique. Les modules d'entrées/sorties sont des interfaces vers les capteurs et les actionneurs d'une machine ou d'une installation. Il existe différents modules d'entrées/sorties dont :

III.5.2.8. Les modules d'entrées/sorties TOR (SM 321/SM 322)

Les modules d'entrées/sorties TOR constituent les interfaces d'entrées et de sorties pour les signaux tout ou rien (TOR) de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs TOR les plus divers. En utilisant si nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc...).

Les modules d'entrées ramènent le niveau des signaux TOR externes, issues des capteurs, au niveau du signal interne du S7-300. Les modules de sorties transportent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré-actionneurs.

Pour notre projet on a opté pour la :

SM 321- DI 16 x 120/230 V_{ca} (6ES7321-1FH00-0AA0) (voir Annexe 4)

SM 322- DO 32 x 120/230 V_{ca}/1A (6ES7322-1FH00-0AA0) (voir Annexe 5)

III.5.2.9. Les modules d'entrées/sorties analogique (SM 331/SM 332)

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques, les entrées et les sorties analogiques possèdent des convertisseurs analogique - numérique et numérique – analogiques.

La conversion analogique/numérique concerne les entrées analogiques des étendues de tension (± 80 mV, ± 250 mV, ± 500 mV, ± 5 V, ± 10 V), de courant (± 10 mA, $\pm 3,2$ mA, ± 20 mA), de résistance (150 Ω , 300 Ω et 600 Ω) et de température, en un mot (de compléments à 2) au format de 8, 12 ou 16 bits, afin que l'automate puisse traiter ces variables par de la programmation (gestion d'alarme, contrôle, asservissement...).

Cependant, il existe des modules où ils sont à la fois des modules d'entrées et sorties analogiques (**FM 334**), ces modules réalisent les deux fonctions.

III.5.2.10. Modules de simulation (SM 374)

Le module de simulation SM 374 est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service en cours de fonctionnement. Dans le S7-300, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- La simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interrupteurs.
- La signalisation d'état des signaux de sorties par des LEDS.

III.6. Les langages de programmation

La norme IEC 1131-3 (la Commission Électrotechnique Internationale) définit cinq langages qui peuvent être utilisés pour la programmation des automates programmables industriels. Ces langages peuvent être divisés en deux grandes catégories :

- **Langages graphiques :**
 - SFC « Sequential Funiculite Chart » ou GRAFCET
 - LD « Ladder Diagram » ou schéma à relais
 - FBD « Function Block Diagram » ou schéma par bloc
- **Langages textuels :**
 - ST « structured text » ou texte structuré
 - IL « Instruction List » ou Liste d'instructions

III.6.1. Les langages graphiques

III.6.1.1. GRAFCET

Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition (SFC Sequential Function Chart). C'est une méthode de représentation graphique permettant de décrire le cahier de charge d'un automatisme. Il est adapté aux systèmes à évolution séquentielle, il est défini par un ensemble d'éléments graphiques de base traduisant le comportement de la partie commande vis-à-vis de ses entrées et de ses sorties.

Un programme GRAFCET décrit un procédé comme une suite d'étapes, reliées entre elles par des transitions. À chaque transition est associée une réceptivité, celle-ci est une condition logique qui doit être vraie pour franchir la transition et passer à l'étape suivante. Des actions sont associées aux étapes du programme.

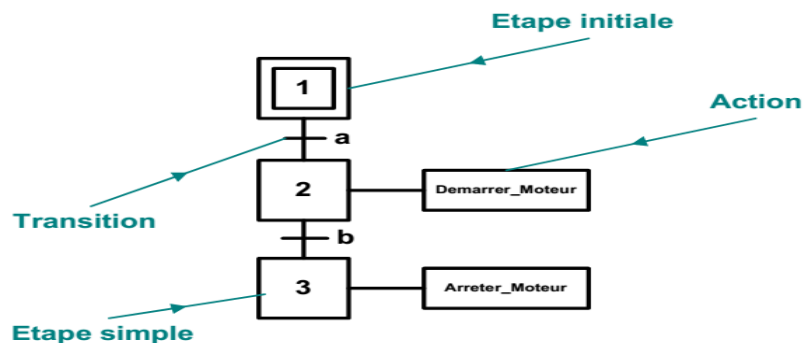


Figure III. 13 : Format graphique d'un programme GRAFCET

- Une étape représentée par un carré qui a un numéro identificateur et les actions associées sont indiquées dans un rectangle relié à la partie droite du carré ; (l'étape initiale est représentée par un carré double).
- Une liaison orientée représentée par une ligne, parcourue par défaut de haut en bas ou de gauche à droite.
- Une transition entre deux étapes à qui est associée une réceptivité inscrite à sa droite, est représentée par une barre perpendiculaire aux liaisons orientées qui relient ces étapes.

III.6.1.2. LADDER DIAGRAM (CONT)

Le LD est une représentation graphique qui traduit directement des équations booléennes en un circuit électrique en combinant des contacts et des relais à l'aide des connexions horizontales et verticales, les contacts représentent les entrées (contact normalement ouvert, contact normalement fermé,...) et les relais représentent les sorties (relais directs, relais inversés,...), les diagrammes LD sont limités sur la gauche par une barre d'alimentation et par la masse sur la droite. Par exemple pour réaliser la fonction logique $x = (a + b)(\bar{c} + \bar{d}e)$:

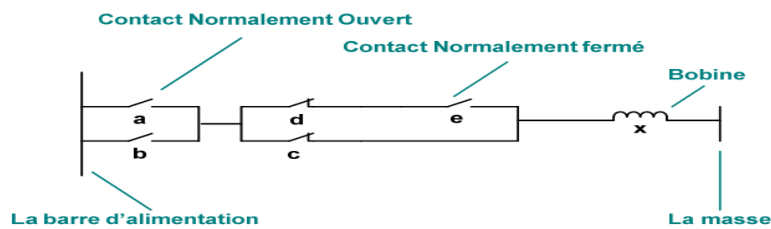


Figure III. 14 : Exemple d'un programme ladder (CONT)

Le langage LD propose d'autre type de fonction tel que les fonctions de comptages et de temporisations, les fonctions arithmétiques et logiques, les fonctions de comparaison et de transfert.

Par exemple pour réaliser la fonction : $z = (x \geq y)$, on utilise directement la fonction déjà disponible.

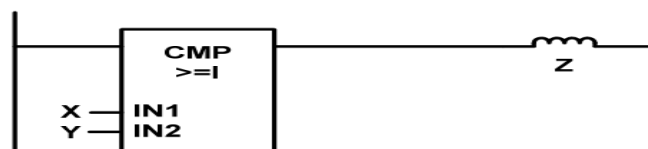


Figure III. 15 : Exemple 2 d'un programme LADDER

III.6.1.3. Fonction (LOG)

C'est un langage graphique qui permet la construction d'équations complexes à partir des opérateurs standard, ou de blocs fonctionnels, il se compose de réseaux de fonctions préprogrammées ou non, représentées par des rectangles qui sont connectés entre eux par des lignes. La programmation avec le LOG est très souple et facile à apprendre, la plupart des fonctions nécessaires (les fonctions arithmétique et logique, les fonctions de temporisation, des blocs fonctionnels PID...) sont déjà disponible dans la bibliothèque. Par exemple pour réaliser l'opération arithmétique $w = \frac{20(x+y)}{z}$

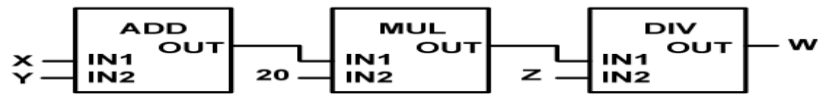


Figure III. 16 : Exemple d'un programme en fonction bloc

III.6.2. Les langages textuels

III.6.2.1. Texte Structuré (ST)

Le langage ST (Structured Text) est un langage de programmation textuel de haut niveau dédié aux applications d'automatisation, il est utilisé principalement pour décrire les procédures complexes et difficilement modélisables avec les langages graphiques, il peut aussi être utilisé entant que sous-programme avec d'autre langage de programmation.

III.6.2.2. Liste d'instructions (IL)

Le langage IL est un langage textuel de bas niveau (proche du langage machine), qui utilise un jeu d'instruction simple, il trouve sa puissance dans les applications de petites tailles, et dans la création de sous-programme ou procédure, car il permet un contrôle totale et une optimisation parfaite du code, par contre dans les grandes applications il est très difficile de programmer avec le IL, les programmes dans ce langage peuvent être traduit ou déduit des autres langages.

Par exemple pour réaliser l'opération $w = \frac{20(x+y)}{z}$ on utilise le code suivant :

```
LD X
LD Y
+R
LD +20
*R
LD Z
/R
ST W
```

Figure III. 17 : Exemple d'un programme IL

III.7. Conclusion

Actuellement, l'automate est un produit industriel largement utilisé dans le domaine d'automatisation des procédés de fabrication. Il est adaptable à plusieurs conditions d'automatisation industrielle. Son domaine d'utilisation est très vaste. Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme **SIMATIC**.

Pour avoir une meilleure solution de notre problème il faut choisir l'automate adéquat. Le nombre d'entrées / sorties est le critère principal pour faire le choix d'un API.

L'automate **S7-300** possède plusieurs gammes de CPU, modules d'alimentation et les différents modules d'entrées/sorties que nous avons énumérées dans le corpus de ce chapitre.

Après la découverte de l'automate SIMATIC S7-300, nous allons apprendre les différentes étapes nécessaires pour la configuration matérielle et à l'élaboration de notre programme, ainsi nous apprendrons à travailler avec le logiciel SIMATIC Manager STEP 7

Les connaissances essentielles de l'apprentissage du STEP 7 sont détaillées dans le chapitre suivant.

Chapitre04

L'apprentissage du STEP 7

IV.1. Introduction

Dans ce chapitre , nous présentons une description détaillé de logiciel de programmation STEP7, et les applications qui la concerne et aussi les langages de programmation qu'il contient, comment crée un projet, la configuration de matérielle dans le logiciel STEP7 et la simulation de notre projet.

IV.2. Description du logiciel de programmation STEP 7

IV.2.1. Qu'est-ce que STEP 7 ?

STEP7 est un logiciel de base pour la programmation et la configuration de systèmes d'automatisation SIMATIC. Il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. [9]

STEP7 comporte les quatre sous logiciels de base suivants :

- Tous les langages de programmation pour automates programmables :
schémas contact (CONT), logigrammes(LOG), listes d'instructions(LIST),
graphes séquentiels (S7-GRAPH) et langages structurés (S7-SCL).
- Le logiciel de simulation automate S7-PLCSIM pour la mise au point de programmes sans disposer des automates cible.
- Outil de configuration graphique des composants matériels et des réseaux de Communication.

IV.2.2. Fonctions Disponibles

Le logiciel de base STEP7 met à la disposition des utilisateurs différents fonctions :

- Gestionnaire de projets SIMATIC Manager.
- Configuration du matériel.
- Editeur de mnémoniques.
- Editeur de programme CONT, LOG, LIST.
- Configuration de la communication NETPRO.
- Diagnostic du matériel.

IV.2.2.1. Gestionnaire de projets

Le gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7 .Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation, quel que soit le système cible sur lequel elles ont été créées. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

IV.2.2.2. Configuration du matériel HW Config

C'est une étape importante, qui correspond à l'agencement des châssis, des modules et de la périphérie décentralisée. [10]

Les modules sont fournis avec des paramètres définis par défaut en usine. Une configuration matérielle est nécessaire pour :

- Modifier les paramètres ou les adresses prérègles d'un module.
- Configurer les liaisons de communication.

IV.2.2.3. Editeur de mnémoniques

Il permet la gestion de toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition des désignations symboliques et des commentaires pour les signaux du processus (Entrées/Sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs.

La table des mnémoniques qui en résulte est mise à disposition de toutes les applications. La modification de l'un des paramètres d'une mnémonique est de ce fait reconnue automatiquement par toutes les applications.

IV.2.2.4. Editeur de programmation

Les langages de base proposés sont :

- ✓ Le schéma à contact (CONT) est un langage graphique similaire aux schémas de circuits à relais, il permet de suivre facilement le trajet du courant.
- ✓ Le logigramme (LOG), langage de programmation graphique qui utilise les boîtes de l'algèbre de BOOLE pour représenter les opérations logiques.
- ✓ La liste d'instruction (LIST), langage textuel de bas niveau, à une instruction par ligne, similaire au langage assembleur.

L'éditeur de programmes permet aussi la visualisation et le forçage de variables.

IV.2.2.5. Configuration de la communication Net Pro

Net Pro permet :

- Choix des participants à la communication.
- La définition des liaisons de communication.
- Le paramétrage des blocs de communication blocs fonctionnels sélectionnés dans le langage de programmation habituel...

IV.2.2.6. Diagnostic du matériel

Des icônes de diagnostic nous permettent de déceler la présence d'informations de diagnostic pour un module. Elles indiquent l'état du module concerné et, pour les CPU, également leur état de fonctionnement.

IV.3. Premier pas vers STEP7

Pour concevoir un projet avec Step7, il faut savoir qu'ils existent deux approches.

En effet, on est libre dans STEP 7 de procéder dans l'ordre qui nous convient, soit on peut commencer par la configuration matérielle et après on passe à la création du programme ou le contraire, comme le montre le schéma.

Remarque : Il faut noter que pour un système contenant beaucoup de variables, la première alternative n'est pas très pratique. Nous optons donc pour la seconde alternative.

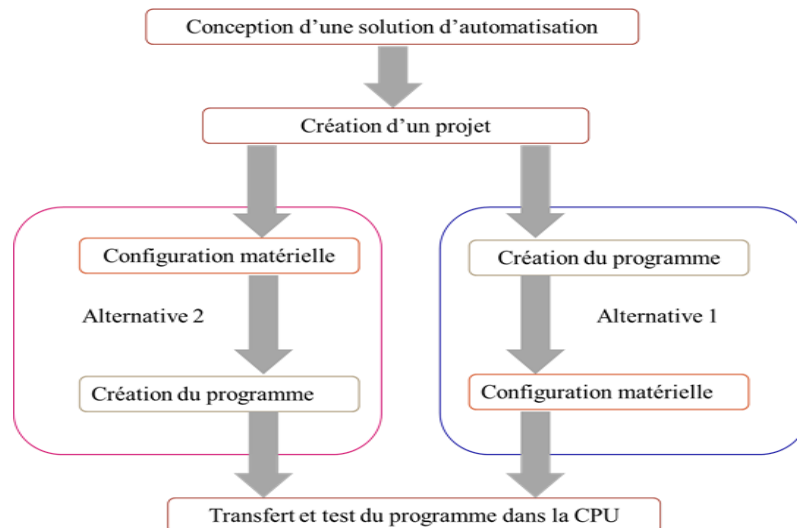


Figure IV. 1 : Organigramme pour la création de projets sous STEP 7

IV.3.1. Hiérarchisation dans un projet

Un projet permet de regrouper l'ensemble des programmes et données nécessaires à réaliser une tâche d'automatisation. Ces données englobent en particulier :

- Les données de configuration pour la configuration matérielle et les données de paramétrage pour les modules.
- Les données de configuration pour la communication par réseau et Les programmes pour modules programmables.

Dans un projet, les données sont enregistrées sous forme d'objets. Les objets sont organisés à l'intérieur d'un projet selon une structure arborescente (hiérarchie du projet) : [9]

1. Objet Projet.
2. Objet Station.
3. Objet Modules Programmables.
4. Objet Programme S7.
5. Objet Dossier Sources.
6. Objet Dossier Blocs.



Figure IV. 2 : Hiérarchisation dans un projet







Icône	Objet	Description	Se trouve dans le classeur :
	Projet	Il représente l'ensemble des données et des programmes d'un automatisme.	Situé au sommet dans la hiérarchie
	Station SIMATIC 300	Il représente une configuration d'automate comportant un ou plusieurs modules programmables.	Projet
	Module programmable	Il s'agit d'un module programmable (CPU).	Station
	Programme S7 (hors ligne)	Il contient la table des mnémoniques, le programme utilisateur (hors ligne) et les sources, en mémoire de la PG ou du PC.	Module programmable ou projet
	Programme utilisateur (en ligne)	Il contient les modules exécutables qui sont chargés dans votre S7-300.	Programme S7 (en ligne)
	Bloc (hors ligne) Bloc (en ligne)	Ce sont par exemple : des blocs de code (OB et FC).	Programme utilisateur

Tableau IV. 1 : Les icônes affectées aux différents objets et leur signification [11]

IV.3.2. Création du projet avec STEP7

Pour créer un projet avec STEP 7, on peut lancer l'assistant de création de projet de STEP7, ou créer directement un projet que l'on configurera soi-même.

IV.3.2.1. Utilisation de l'assistant de création de projets

Par défaut l'assistant de création de projets apparaît à chaque démarrage du SIMATIC Manager, si ce n'est pas le cas, son lancement se fait en passant par le menu **Fichier** > **Assistant Nouveau projet**. Cet assistant permet de créer un projet avec une interface simple.

Les étapes à suivre sont les suivantes :

- **Etape1** : Cliquer sur le bouton « suivant »

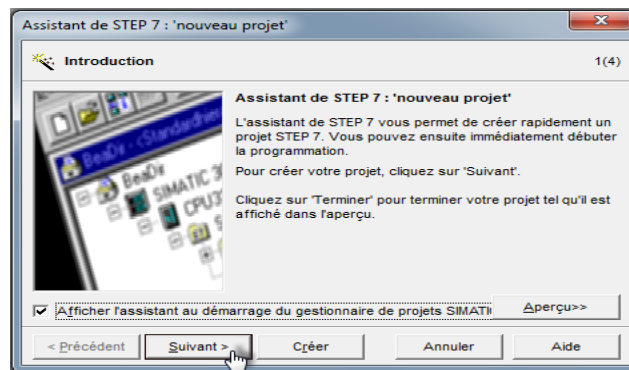


Figure IV. 3 : Fenêtre de création du projet

- **Etape 2** : Il faut choisir la CPU utilisée pour le projet, une liste fournie par le logiciel contient normalement toutes les CPU supportées par la version de STEP7 utilisée.

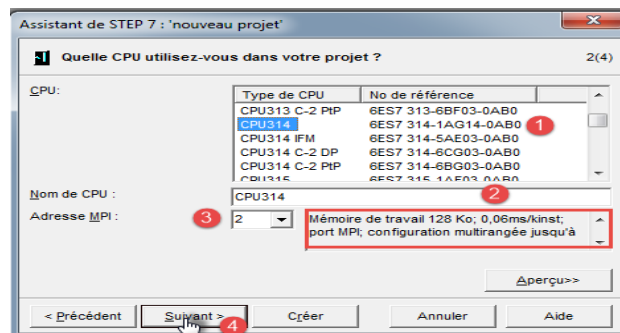


Figure IV. 4 : Choix du CPU 314

Dans le champ « **Nom de CPU** », il faut donner un nom à la CPU. Cela peut s'avérer utile dans le cas où l'on utilise plusieurs CPU dans un même projet.

- Il faut aussi choisir une adresse MPI pour la CPU. Si on utilise une seule CPU la valeur par défaut est 2.
- Cliquer sur **Suivant**.

Remarque : Lors de la sélection de la CPU une brève description est disponible dans la petite fenêtre à côté du choix de l'adresse MPI.

➤ **Etape 3 :** Cet écran permet d'insérer des blocs qui seront décrits plus loin.

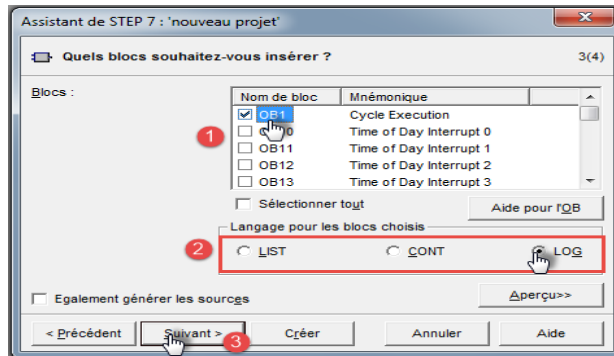


Figure IV. 5 : Sélection des blocs et choix du langage

- ✓ Pour commencer on se contentera d'insérer le bloc OB1 seulement qui est le bloc principal dans tout le programme STEP7.
- ✓ On doit aussi choisir un langage de programmation parmi les trois proposés (LIST, CONT ou LOG).
- ✓ Cliquer sur suivant.

➤ **Etape 4 :** Nommer le projet et cliquer sur créer.

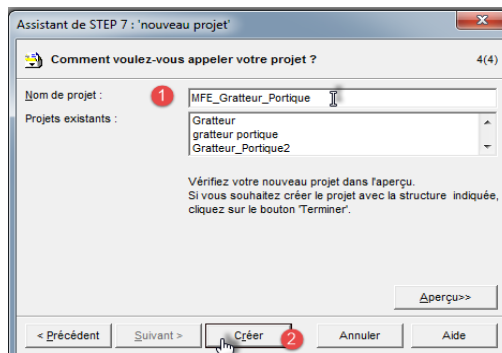


Figure IV. 6 : Nomination et Création du projet

Le projet est maintenant créé, on peut voir l'arborescence à gauche de la fenêtre Qui s'est ouverte.

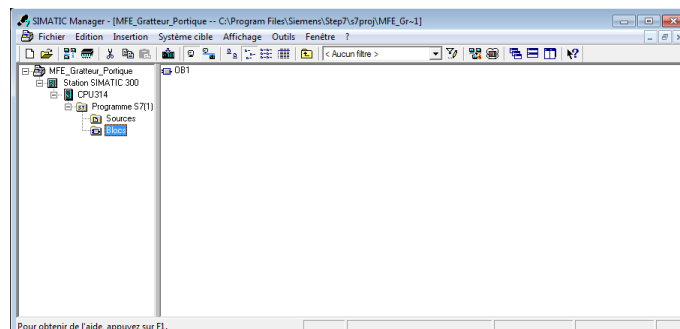


Figure IV. 7 : Fenêtre du Projet

IV.3.2.2. Création nouveau projet sans l'assistant de création de projet

Cette méthode est un peu plus compliquée, mais permet de mieux gérer le projet. Dans la fenêtre SIMATIC Manager, cliquer sur **Fichier>Nouveau** (ou encore **CTRL+N**), une fenêtre demandant un nom de projet s'ouvre. Il faut donc donner un nom au projet puis valider par **OK**, La fenêtre du projet s'ouvre.

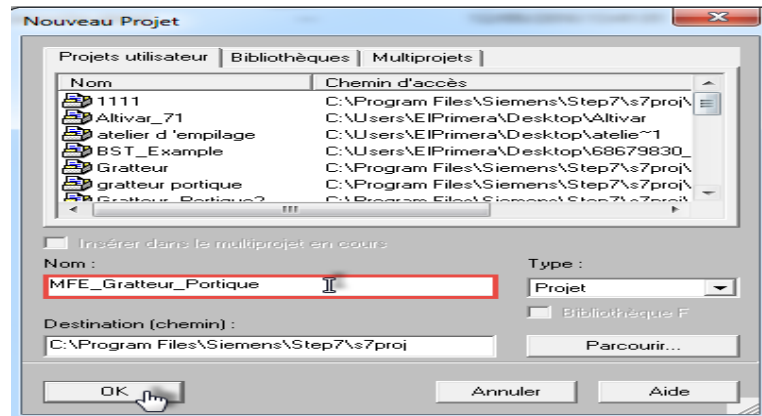


Figure IV. 8 : Création nouveau projet

La station SIMATIC n'est pas configurée, il faut passer à l'étape de configuration matérielle.

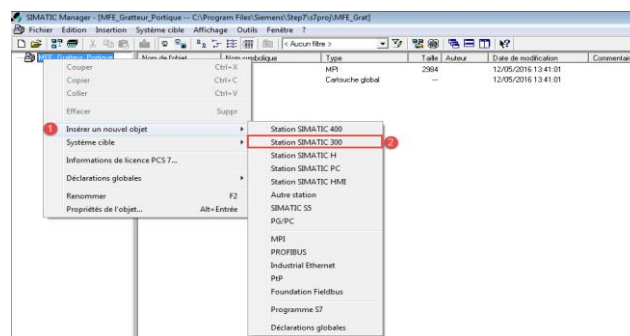


Figure IV. 9 : Création d'un projet sans l'assistant

IV.3.3. Configuration du Matérielle (Partie Hardware)

Par "configuration", on entend dans ce qui suit la disposition de profilés support ou châssis, de modules, d'appareils de la périphérie décentralisée et de cartouches interface dans une fenêtre de station. Les profilés support ou châssis sont représentés par une table de configuration, dans laquelle l'on peut enficher un nombre défini de modules, tout comme dans les profilés support ou châssis "réels". [10]

STEP 7 affecte automatiquement une adresse à chaque module dans la table de configuration. Vous pouvez modifier les adresses des modules d'une station, à condition que la CPU permette l'adressage libre.

Vous pouvez copier la configuration aussi souvent que vous le désirez dans d'autres projets STEP 7, la modifier si besoin est et la charger dans une ou plusieurs installations existantes.

A la mise en route de l'automate programmable, la CPU compare la configuration prévue créée avec STEP7 à la configuration sur site de l'installation. Aussi, les erreurs éventuelles sont-elles immédiatement détectées et signalées.

Quand la "Configuration matérielle" est-elle requise ?

Les paramètres des automates programmables S7 et des modules ont été prédéfinis de sorte à ne pas nécessiter de configuration dans bien des cas, La configuration est obligatoire :

- lorsque vous souhaitez modifier les paramètres prédéfinis d'un module (par exemple, valider l'alarme de processus pour un module).
- lorsque vous souhaitez configurer des liaisons de communication.
- pour les stations avec une périphérie décentralisée (PROFIBUS DP ou PROFINET IO).
- pour les stations S7-400 avec plusieurs CPU (multiprocesseur) ou châssis d'extension.
- pour les automates hautes disponibilité.

Sélectionnons notre station dans la fenêtre de projets et appelons la table de configuration avec la commande **Edition > Ouvrir un objet**.

Pour réaliser la configuration d'un automate programmable vous allez utiliser deux fenêtres :

- la fenêtre de station dans laquelle vous allez disposer les profils support/châssis pour la configuration de la station
- la fenêtre "Catalogue du matériel" dans laquelle vous allez sélectionner les composants matériels requis, comme par exemple les profils support ou châssis, les modules et cartouches interface.

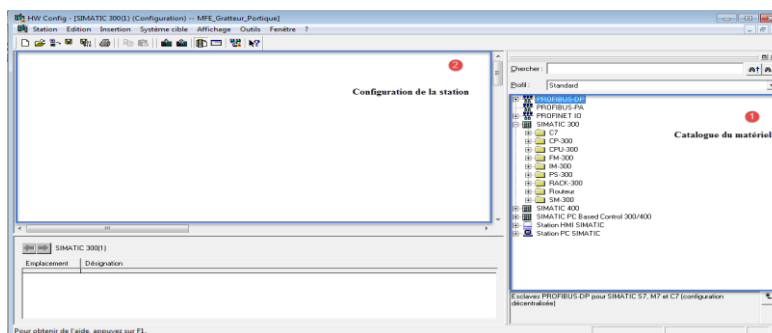


Figure IV. 10 : Fenêtre configuration matérielle

IV.3.3.1. Configuration d'une station

Quelle que soit la technique de configuration d'une station, il faut toujours vous en tenir aux Étapes suivantes pour la configurer :

1. Sélectionnez un composant matériel dans la fenêtre "Catalogue du matériel".
2. Amenez le composant sélectionné dans la fenêtre de station en utilisant la fonction glisser-lâcher.

On sélectionne un châssis dans le catalogue du matériel : **SIMATIC 300 >RACK 300** Profilé support, puis par glisser-lâcher activez la fenêtre de travail.

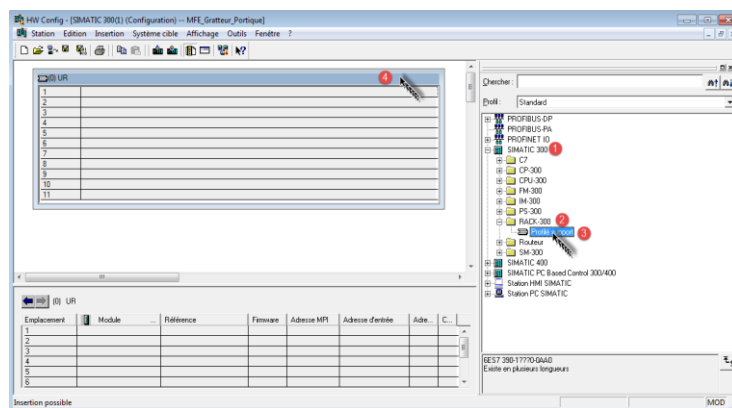


Figure IV. 11 : Configuration matérielles

Remarque : Si la fenêtre "Catalogue du matériel" ne s'affiche pas, choisissez la commande **Affichage > Catalogue**. Elle permet d'afficher ou de masquer le catalogue du matériel.

IV.3.3.2. Organisation de la station

Le choix du matériel SIMATIC S300 avec une CPU314 nous conduit à introduire la hiérarchie suivante :

On commence par le choix du châssis selon la station choisie auparavant, Pour la station SIMATIC S300, on aura le châssis « **RACK-300** » qui comprend un rail profilé.

Sur ce profile, l'alimentation préalablement sélectionnée se trouve dans l'emplacement n°1. Parmi celles proposées notre choix s'est porté sur la **PS-307 10A**.

La CPU 314 est impérativement mise à l'emplacement n°2.

L'emplacement n°3 est réservé comme adresse logique pour un coupleur dans une configuration multi-châssis.

A partir de l'emplacement 4, il est possible de monter au choix jusqu'a 8 modules de signaux (SM), processeurs de communication (CP) ou modules fonctionnels (FM).

Nous allons y mettre les modules d'entrées et de sorties logique TOR :

- 3 Module d'entrées TOR : SM 321- DI 16 x 120/230 Vca (6ES7321-1FH00-0AA0), et un module réserve.
- 2 Module de sortie TOR : SM 322- DO 32 x 120/230 Vca/1A (6ES7322-1FH00-0AA0), et un module réserve.

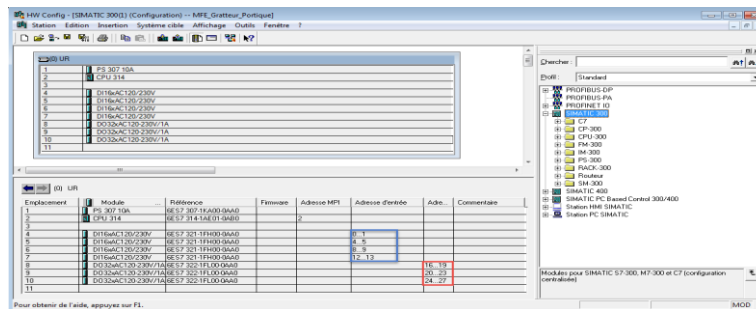


Figure IV. 12 : Configuration de station SIMATIC 300

La partie inférieure de la fenêtre de station donne une vue détaillée du profilé support ou châssis sélectionné ou inséré.

- ❖ Les numéros de référence et les adresses des modules y sont énumérés sous forme de tableau.
- ❖ La colonne « adresse d'entrée » précise le numéro de l'emplacement des entrées à utiliser pour l'adressage (0...1).
- ❖ La colonne « adresse de sortie » précise le numéro de l'emplacement des sorties à utiliser pour l'adressage (16...19).

Après cela il ne nous reste qu'à enregistrer et compiler, Pour enregistrer une configuration avec tous les paramètres et adresses sélectionnés, choisissez la commande **Station > Enregistrer** ou la commande **Station > Enregistrer et Compiler**.

La configuration matérielle étant terminée, un dossier Programme S7 est automatiquement inséré dans le projet, comme indique dans la figure suivante :

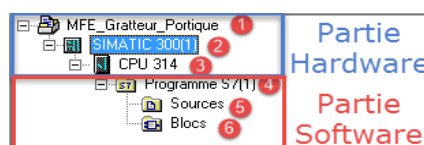


Figure IV. 13 : Hiérarchie du programme STEP7

IV.3.4. Création des mnémoniques (Partie Software)

Il faut définir les variables qui vont être utilisées lors des étapes de programmation. L'utilisation de noms communs est plus aisée que la manipulation de chiffres.

Exemple : utilisé « moteur » au lieu du bit de sortie A0.0.

Pour accéder à la table des mnémoniques il y a plusieurs manières la plus simple : cliquer sur le dossier programme dans la fenêtre du projet puis sur l'icône mnémonique. 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 STEP 7.
- 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.

Si on a besoin d'insérer de nouveaux objets dans le projet (ex : d'autres blocs de programme) il suffit de cliquer avec le bouton droit de la souris sur le dossier où l'on veut ajouter l'objet puis insérer nouvel objet, et dans le menu sélectionner l'objet voulu.

IV.3.5. Elaboration du programme S7 (Partie Software)

Le programme utilisateur à créer comprend différents blocs avec lesquels nous allons pouvoir structurer notre programme, nous avons besoin de différents blocs.

IV.3.5.1. Différents types de blocs

Les blocs sont contenus dans le dossier Blocs pour réaliser la tâche d'automatisation.

- Les blocs d'organisation (OB).
- Les blocs fonctionnels (FB).
- Les fonctions (FC).
- Les blocs de données globaux (DB).

IV.3.5.1.1. Les blocs d'organisation (OB)

Ils constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation ou déclenchés par alarmes, ils gèrent le traitement de programme cyclique, le comportement à la mise en route de l'automate programmable, ainsi que traitement des erreurs. On peut programmer les blocs d'organisation et déterminer ainsi le comportement de la CPU. [12]

Le bloc d'organisation **OB1** est généré automatiquement lors de la création d'un projet, il représente le programme principal. En effet, c'est le programme appelé cycliquement par le système d'exploitation.

Les autres blocs, existant dans le projet seront exécutés à leur appel par l'OB1.

Ils permettent l'organisation totale du programme utilisateur, en déclenchant l'exécution conditionnelle de certaines parties du programme, ceci se fait :

- A des horaires précis ou cycliquement (OB1).
- A la mise en route de la CPU (OB100).
- A l'apparition d'erreurs (OB80, OB81, OB82, OB85, OB87, OB121, OB122).
- A l'apparition d'alarmes de processus (OB10, OB20, OB35, OB40).

IV.1.1.1.1. Les blocs fonctionnels (FB)

LE FB

C'est un sous-programme écrit par l'utilisateur, il facilite la programmation de fonctions complexes souvent utilisées. Il s'exécute par l'appel d'autres blocs de code.

Un bloc de données d'instance, qui constitue sa mémoire, lui est associé. Ce dernier contient les paramètres transmis au FB ainsi que les variables statiques.

LE BLOC FONCTIONNEL SYSTEME (SFB)

C'est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7. Les **SFB** font partie du système d'exploitation, par conséquent, ils ne sont pas chargés en tant que partie du programme. Comme les **FB**, les **SFB** sont des blocs avec mémoire. On doit donc également créer pour les SFB des blocs de données d'instance que l'on charge dans la CPU en tant que partie du programme.

Ils sont utilisés pour des fonctions spéciales intégrées de la **CPU 314**, comme ils peuvent être utilisés pour la communication via des liaisons configurées.

IV.1.1.1.2. Les fonctions

LA FC

Elle contient des routines pour les fonctions fréquemment utilisées, comme le renvoi d'une valeur au bloc appelant. Elle est sans mémoire et contient uniquement des variables temporaires qui sont sauvegardées dans la pile de données locales et perdues à l'achèvement de cette fonction.

Mais elle peut faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de ses données.

LA FONCTION SYSTEME (SFC)

C'est une fonction intégrée dans la CPU S7, pré-programmée et testée. Elle est appelée à partir du programme. Comme ces fonctions font partie du système d'exploitation, elles ne sont pas chargées en tant partie du programme. Comme les FC, les SFC constituent des blocs sans mémoire.

Parmi les fonctionnalités qu'elles proposent :

- Le contrôle du programme.
- La gestion des alarmes horaires et temporisées.
- La mise à jour de la mémoire image du processus.
- L'adressage de modules et la création de messages relatifs aux blocs.

IV.1.1.1.3. Les blocs de données globaux (DB)

A l'opposé des DB d'instance qui ne sont associés qu'aux blocs fonctionnels, les DB globaux servent à l'enregistrement de données utilisateur pouvant être utilisées par tous les autres blocs de code.

IV.1.1.1.4. Les blocs de données d'instance (DB d'instance)

Associé à chaque bloc fonctionnel, il contient les paramètres effectifs et les données statiques du FB. On peut utiliser plusieurs DB pour un même FB. Par exemple, un FB pour la commande de plusieurs moteurs, les données de chaque moteur sont sauvegardées dans différents DB.

Remarque : A l'appel d'un FB, le DB d'instance lui correspondant est automatiquement généré une fois qu'il est inséré à son emplacement. Mais si on veut créer un bloc de données à partir du dossier bloc, on procède comme suit :

- ❖ On clique avec le bouton droite de la souris, puis sur Insérer un nouvel **objet>Bloc de données**.
- ❖ Ou Dans la fenêtre SIMATIC Manager, on clique sur le menu **Insertion> BlocS7>bloc de données**.

Dans les deux cas, le type du bloc de données sera demandé (DB d'instance ou DB global).

IV.3.5.2. Création des blocs

Pour stocker les blocs, vous disposez du dossier "Blocs" sous programme S7.

Le dossier Blocs contient les blocs que vous allez charger dans la **CPU S7-314** pour réaliser votre tâche d'automatisation. Ces blocs à charger englobent les blocs de code (OB, FB, FC) et les blocs de données (DB). Un bloc de code **OB1** vide est créé automatiquement dans le dossier Blocs, car sa présence dans la **CPU S7-314** est indispensable pour l'exécution de votre programme.

Le dossier Blocs contient en outre les objets suivants :

- Les types de données utilisateur que vous créez. Ils vous facilitent la programmation, ne sont cependant pas chargés dans la CPU.
- Les tables de variables (**VAT**), que vous pouvez créer pour tester votre programme en visualisant et forçant des variables. Elles ne sont pas chargées dans la CPU.
- L'objet "Données système" (blocs de données système), contenant des informations relatives au système (configuration ou paramètres du système). Ces blocs de données système sont créés et des données y sont inscrites lors de la configuration du matériel.
- Les fonctions système (**SFC**) et les blocs fonctionnels système (**SFB**) que vous voulez appeler dans votre programme utilisateur. Les **SFC** et **SFB** eux-mêmes ne peuvent pas être édités.
- Les blocs du programme utilisateur peuvent être édités dans les éditeurs correspondants, à l'exception des blocs de données système (qui ne sont créés et édités que lors de la configuration du système d'automatisation). Lorsque vous cliquez deux fois sur un bloc, l'éditeur correspondant démarre automatiquement.

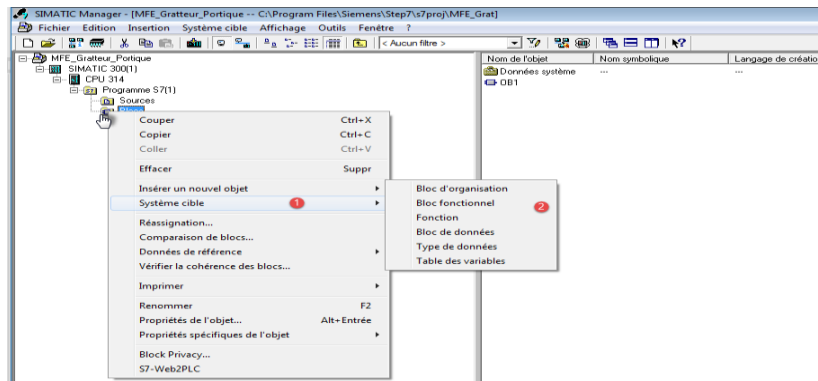


Figure IV. 14 : Création des blocs

IV.3.5.3. Choix du langage de programmation

Selon le langage de programmation que nous utilisons pour créer notre programme, **CONT, LOG, LIST, SCL et GRAPH** (Voir Chapitre III).

Lors de la création d'un bloc ou d'une source, nous déterminons dans les propriétés de l'objet avec quel langage de programmation. L'éditeur correspondant à ce choix est appelé lorsque nous ouvrons le bloc ou le fichier source.

Les langages de programmation CONT, LOG et LIST font partie du logiciel de base de STEP 7. Les autres peuvent être commandés comme logiciels optionnels, on se contentera de décrire ceux faisant partie du logiciel STEP 7.

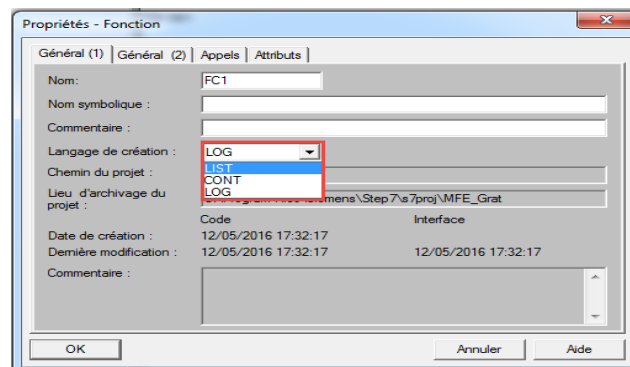


Figure IV. 15 : Choix du langage de programmation

IV.3.5.4. Structure de la fenêtre de l'éditeur de programmes

La fenêtre de l'éditeur de programme comporte les zones suivantes :

1. Vues d'ensemble :

L'onglet "Eléments de programme" affiche une vue d'ensemble complète des éléments de programme que vous pouvez insérer dans votre programme CONT, LOG ou LIST.

L'onglet "Structure d'appels" affiche la hiérarchie d'appel des blocs dans le programme S7 en cours.

2. Déclaration de variables :

La déclaration de variables est divisée en vue d'ensemble des variables et en vue de détail des variables.

3. Instructions :

La section d'instructions affiche le code du bloc devant être traité par l'automate programmable. Elle comporte un ou plusieurs réseaux.

4. Détails :

Les divers onglets de la fenêtre "Détails" permettent p. ex. l'affichage de messages d'erreur, l'affichage d'informations sur les opérandes, l'édition de mnémoniques, le forçage d'opérandes, la comparaison de blocs et l'édition de définitions d'erreur pour le diagnostic du processus.

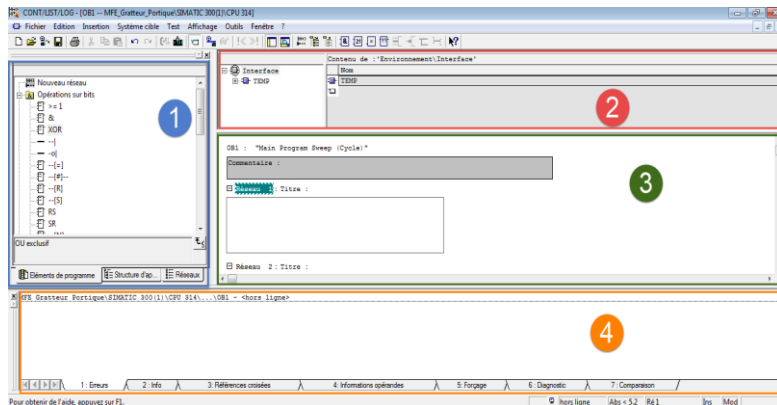


Figure IV. 16 : Structure de la fenêtre de l'éditeur de programmes

IV.3.6. Simulation du programme avec S7-PLCSIM

S7-PLCSIM est une application qui permet d'exécuter le programme utilisateur STEP 7 et l'essayer dans un automate programmable simulé. Cette simulation s'exécute sur votre PC ou console de programmation.

La simulation étant réalisée entièrement dans le logiciel STEP 7, vous n'avez pas besoin de matériel S7 (CPU ou modules de signaux). Avec S7-PLCSIM, vous pouvez simuler des programmes utilisateur STEP 7 qui ont été développés pour les automates S7-300, S7-400 et WinAC.

S7-PLCSIM offre une interface simple au programme utilisateur STEP 7 servant à visualiser et à modifier différents objets tels que les variables d'entrée et de sortie. Pendant que votre programme est traité par la CPU simulée, vous pouvez recourir au logiciel STEP 7. Par exemple, vous pouvez visualiser et forcer des variables avec la table des variables (VAT).

S7-PLCSIM offre une interface utilisateur graphique permettant de visualiser et de modifier les variables des programmes d'automatisation, d'exécuter en mode cyclique ou automatique le programme du système cible simulé ou de modifier l'état de fonctionnement de l'automate simulé. [13]

IV.3.6.1. Ouverture de S7-PLCSIM

Lancer S7-PLCSIM en cliquant sur le bouton d'activation/désactivation de la simulation qui se trouve dans la barre d'outils du gestionnaire de projets SIMATIC, ou en sélectionnant la commande **Outils > Simulation des modules**, comme le montre la figure:

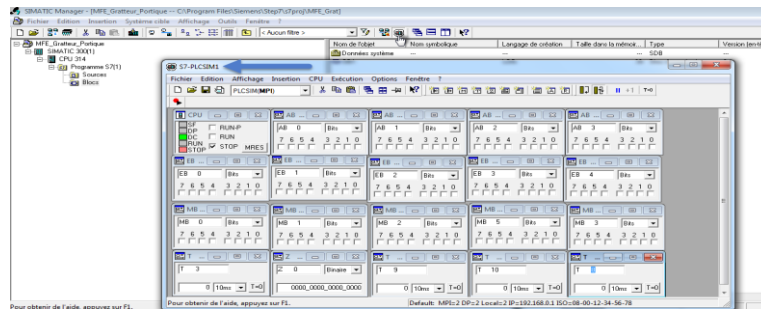


Figure IV. 17 : Ouverture du S7-PLCSIM

IV.3.6.2. Chargement du programme

1. Sélectionner dans La structure hiérarchique du projet la station **SIMATIC 300**.
2. Pour charger les blocs dans la CPU de simulation, cliquer sur le bouton de chargement ou choisir la commande **Système cible > Charger**.

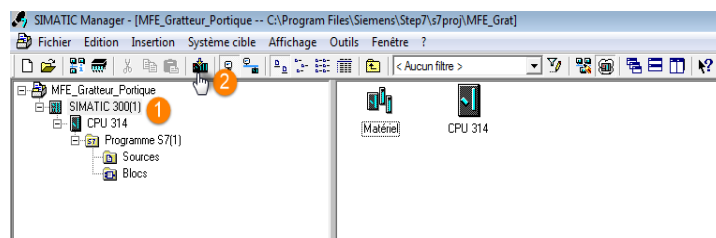


Figure IV. 18 : Chargement du programme

IV.3.6.3. Démarrage de l'exécution du programme

Pour mettre la CPU en mode RUN et démarrer l'exécution du programme, on procède de la manière suivante : On clique sur la case à cocher RUN-P (Marche) dans la fenêtre « CPU ».

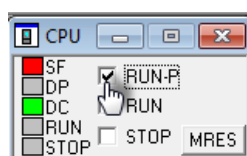


Figure IV. 19 : Démarrage de l'exécution du programme

Pour mettre l'entrée E0.0 à 1 par exemple, cliquer sur le bit 0 dans la fenêtre des variables d'entrées.

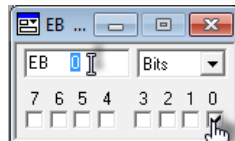



Figure IV. 20 : Exemple de mise à 1 l'entrée E0.0

IV.3.6.4. Visualisation d'état du programme

Après avoir chargé le programme dans la CPU du simulateur et mis cette dernière en mode "RUN". Le logiciel STEP 7 nous permet de visualiser l'état du programme, avec la fonction Test "Visualiser" ou en cliquant sur l'icône .

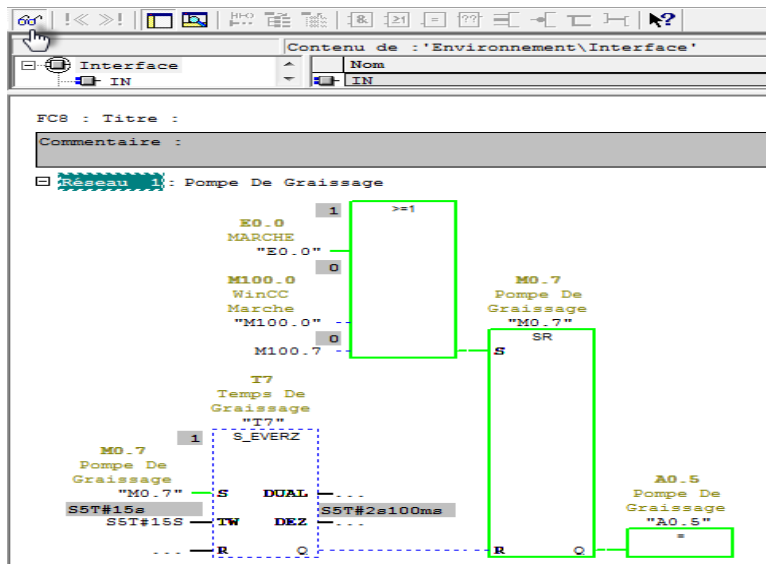


Figure IV. 21 : Visualisation d'état du programme

IV.4. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons vu une apprise la manipulation de base, pour un débutant, du logiciel STEP7 .Ainsi nous avons pris connaissance des différentes applications, des langages de programmation de la procédure à suivre afin de créer Un projet dans le logiciel STEP7.

Avec ces connaissances primordiales nous allons, dans le chapitre suivant, simuler le programme élaboré par nos propres soins.

Chapitre05

Simulation et Supervision avec WinCC

V.1. Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons la simulation de notre Projet avec S7-PLCSIM et le logiciel de supervision WinCC flexible 2008.

V.2. Supervision industrielle

La supervision industrielle, consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé pour l'amener et le maintenir à son point de fonctionnement optimal. Le but c'est de disposer en temps d'une visualisation de l'état d'évolution du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre rapidement des décisions.

V.3. WinCC flexible

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM).

Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation.

Un système IHM se charge des tâches suivantes : [14]

- Représentation du procès
- Commande du processus
- Vue des alarmes
- Archivage de valeurs processus et d'alarmes
- Documentation de valeurs processus et d'alarmes
- Gestion des paramètres de processus et de machine

V.3.1. Utilisation de SIMATIC WinCC flexible

WinCC flexible est le logiciel IHM pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, de concepts d'automatisation évolutifs, au niveau machine. WinCC flexible réunit les avantages suivants :

- SIMPLICITE
- OUVERTURE
- FLEXIBILITE

V.3.2. WinCC flexible Runtime

Principe : Au Runtime, l'opérateur peut réaliser le contrôle-commande du processus. Les tâches suivantes sont alors exécutées :

- Communication avec les automates.
- Affichage des vues à l'écran.
- Commande du processus, p. ex. spécification de consignes ou ouverture et fermeture de vannes.
- Archivage des données de Runtime actuelles, des valeurs processus et événements d'alarme.

V.3.3. La liaison WinCC avec STEP7

Concernant la communication dans notre application nous avons deux types de réseaux

- Communication SIMATIC 300 via un réseau MPI.
- Communication SIMATIC 300 via un réseau PROFIBUS-DP.

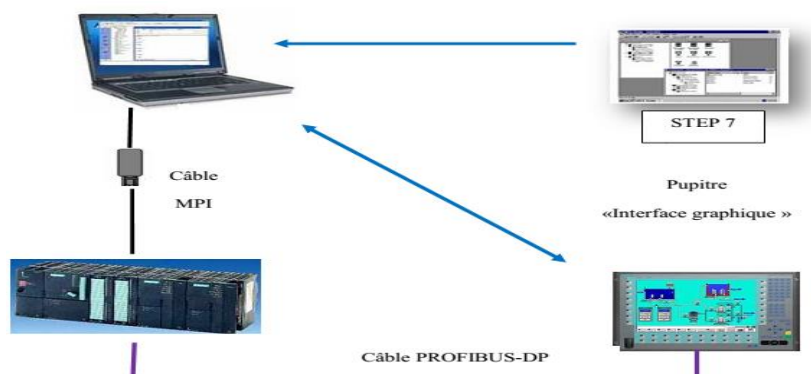


Figure V. 1 : La liaison WinCC avec STEP7

V.3.4. Principalement des vues

Dans WinCC flexible, chaque projet crée contient principalement des vues que l'on crée pour le contrôle-commande de machines et d'installations. Lors de la création des vues, vous disposez d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs du processus. Les différents outils et barres de l'éditeur des vues sont représentés :

Barre des menus : La barre des menus contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de WinCC flexible.

Barres d'outils : La barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur a besoin.

Zone de travail : La zone de travail sert à configurer des vues, de façon qu'il soit le plus compréhensible par l'utilisateur, et très facile à manipuler et consulter les résultats.

Boîte à outils : La fenêtre des outils propose un choix d'objets simples ou complexes qu'on insère dans les vues, p. ex. des objets graphiques et éléments de commande.

Fenêtre des propriétés : Le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail.

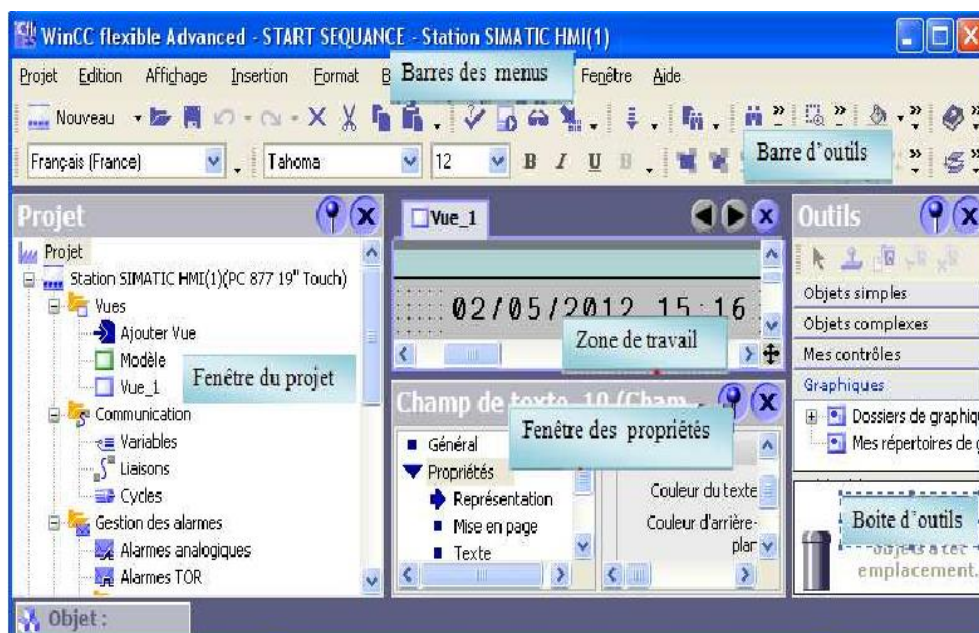


Figure V. 2 : Fenêtre de WinCC

V.3.5. Avantages de l'intégration dans STEP 7

Lors de la configuration intégrée, nous avons accès aux données de configuration que nous avons créées lors de la configuration de l'automate avec STEP 7. Et les avantages sont les suivants :

- Nous pouvons utiliser le gestionnaire SIMATIC Manager comme poste central de création, d'édition et de gestion des automates SIMATIC et des projets WinCC flexible.
- Les paramètres de communication de l'automate sont entrés par défaut lors de la création du projet WinCC flexible. Toute modification sous STEP 7 se traduit par une mise à jour des paramètres de communication sous WinCC flexible
- Lors de la configuration de variables et de pointeurs de zone, nous pouvons accéder sous WinCC flexible directement aux mnémoniques de STEP 7. Sélectionnez simplement sous WinCC flexible le mnémonique STEP 7 auquel nous voulons affecter une variable. Les modifications de mnémonique sous STEP 7 sont mises à jour sous WinCC flexible.
- Il nous suffit de définir les mnémoniques une seule fois sous STEP7 pour pouvoir les utiliser sous STEP7 et sous WinCC flexible.
- Nous pouvons créer un projet WinCC flexible sans intégration dans STEP7 et intégrer ce projet ultérieurement dans STEP7.
- Dans un multi-projet STEP7, nous pouvons configurer des liaisons de communication sur plusieurs projets.

V.4. Configuration matérielles du projet

V.4.1. Caractéristiques techniques du module d'alimentation PS 307 10A

✚ N° de référence : 6ES7307-1KA02-0AA0.

✚ Propriétés :

- Courant de sortie 10 A.
- Tension nominale de sortie 24 V cc, stabilisée, tenue aux courts-circuits et à la marche à vide.
- Raccordement à un réseau alternatif monophasé (tension nominale d'entrée 120/230 V ca, 50/60 Hz).
- Séparation de sécurité des circuits selon EN 60 950.
- Peut servir de tension d'alimentation des capteurs et des actionneurs.

V.4.2. Caractéristiques techniques de la CPU 314

✚ Numéro de référence : 6ES7 314-1AE01-QABO

✚ Mémoire de travail : RAM 48Ko /16K instructions.

✚ Critères de choix :

- Le nombre d'entrée /sortir TOR.
- La mémoire de travail.
- L'extensibilité de la CPU.

Montage	Nombre de châssis : 4. Nombre de cartes par châssis : 8.
Tensions d'alimentation	Valeur nominale : 24Vcc. Plage admissible limite inférieure : 20.4Vcc. Plage admissible limite supérieure : 28.8Vcc.
Courant d'alimentation	Courant d'appel : 2.5A.
Temps d'exécution pour	Opération sur bit : 0,1µ s. Opération sur mot : 0.5µ s
Nombre d'entrées/sorties	Entrée / Sortie TOR : 1024.
Blocs	Nombre de blocs chargeable : 1024.
Tempos/Compteurs	S7-compteurs /S7-tempos : 256 / 256.

Tableau V. 1 : Caractéristique de la CPU 314

V.4.3. Modules d'entrées / sorties

V.4.3.1. Les Modules d'entrées TOR

Les modules d'entrées sont au nombre de Quatre(04) de type TOR : **SM321- DI16 AC 120V/230V**.

- ✓ **Numéro de référence** : 6ES7321-1FH00-0AA0
- ✓ **Critère de choix** : le nombre des entrées TOR de notre projet.
- ✓ **Propriétés** :
 - 16 entrées, séparées électriquement par groupes de 4
 - tension nominale d'entrée : 120/230 V ca
 - convient pour des commutateurs et des détecteurs de proximité CA 2 ou 3 fils (tension alternative)

V.4.3.2. Les Modules de sorties TOR

Les modules de sorties sont au nombre de deux (02) : **SM322- 32DO 120-230V AC/1A**

- ✓ **Numéro de référence** : 6ES7 322-1FL00-0AA0
- ✓ **Critère de choix** : le nombre de sorties TOR de notre projet.

Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adresse d...
1	PS 307 10A	6ES7 307-1KA00-0AA0				
2	CPU 314	6ES7 314-1AE01-0AB0		2		
3						
4	DI16xAC120/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			0...1	
5	DI16xAC120/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			4...5	
6	DI16xAC120/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			8...9	
7	DI16xAC120/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			12...13	
8	DO32xAC120-230V/1A	6ES7 322-1FL00-0AA0				16...19
9	DO32xAC120-230V/1A	6ES7 322-1FL00-0AA0				20...23
10						
11						

Figure V. 3 : Matériels du Projet

V.5. Simulation du projet

Notre projet est partagé en 8 blocs FC .Le langage de programmation utilisé c'est le CONT.

Données système	---	---	---	SDB
OB1	Cycle Execution	CONT	166	Bloc d'organisation
FC1	Selecteur Du Tas	CONT	134	Fonction
FC2	Translation Du Gratteur	CONT	270	Fonction
FC3	Enroleur Du Cable	CONT	78	Fonction
FC4	Flèche	CONT	514	Fonction
FC5	Chaines	CONT	62	Fonction
FC6	Avertisseur Sonore	CONT	110	Fonction
FC7	Pompe De Graissage	CONT	106	Fonction
FC8	Divers	CONT	154	Fonction

Figure V. 4 : Liste des blocs utilisés dans notre Projet

Remarque : Vu que le programme est long, on va juste citer quelques exemples de la simulation.

V.5.1. Les Mnémoniques

1		A16.0	A 16.0	BOOL	Translation Rapide Vers Tas le Selectionnée
2		A16.1	A 16.1	BOOL	Translation Rapide vers Garage
3		A16.2	A 16.2	BOOL	Translation Vers Gauche Lent
4		A16.3	A 16.3	BOOL	Translation Vers Droite Lent
5		A16.4	A 16.4	BOOL	Klaxon
6		A16.5	A 16.5	BOOL	Pompe De Graissage
7		A17.0	A 17.0	BOOL	Descente Lent Bras Primaire
8		A17.1	A 17.1	BOOL	Descente Lent Bras Secondaire
9		A17.2	A 17.2	BOOL	Montee Rapide Bras Primaire
10		A17.3	A 17.3	BOOL	Montee Rapide Bras Secondaire
11		A17.4	A 17.4	BOOL	Marche Chaine Primaire
12		A17.5	A 17.5	BOOL	Marche Chaine Secondaire
13		A18.0	A 18.0	BOOL	Deroulement Rapide Enroleur De Cable De Puissance Vers Tas Droite
14		A18.1	A 18.1	BOOL	Deroulement Rapide Enroleur De Cable De Commande Vers Tas Droite
15		A18.2	A 18.2	BOOL	Enroulement Rapide Enroleur De Cable De Puissance Vers Garage Gauche
16		A18.3	A 18.3	BOOL	Enroulement Rapide Enroleur De Cable De Commande Vers Garage Gauche
17		A18.4	A 18.4	BOOL	Deroulement Lent Enroleur De Cable De Puissance Droite
18		A18.5	A 18.5	BOOL	Deroulement Lent Enroleur De Cable De Commande Droite
19		A18.6	A 18.6	BOOL	Enroulement Lent Enroleur De Cable De Puissance Gauche
20		A18.7	A 18.7	BOOL	Enroulement Lent Enroleur De Cable De Commande Gauche
21		E0.0	E 0.0	BOOL	Marche Gratteur
22		E0.1	E 0.1	BOOL	FDC Cable De Puissance
23		E0.2	E 0.2	BOOL	FDC Cable De Commande
24		E0.3	E 0.3	BOOL	FDC Garage
25		E0.4	E 0.4	BOOL	Tas C Selectionnée
26		E0.5	E 0.5	BOOL	Tas D Selectionnée
27		E0.6	E 0.6	BOOL	Tas E Selectionnée
28		E0.7	E 0.7	BOOL	Tas F Selectionnée
29		E1.0	E 1.0	BOOL	FDC Gauche Tas C
30		E1.1	E 1.1	BOOL	FDC Droite Tas C
31		E1.2	E 1.2	BOOL	FDC Gauche Tas D
32		E1.3	E 1.3	BOOL	FDC Droite Tas D
33		E1.4	E 1.4	BOOL	FDC Gauche Tas E
34		E1.5	E 1.5	BOOL	FDC Droite Tas E
35		E1.6	E 1.6	BOOL	FDC Gauche Tas F
36		E1.7	E 1.7	BOOL	FDC Droite Tas F
37		E4.0	E 4.0	BOOL	FDC Flèche Primaire Haut
38		E4.1	E 4.1	BOOL	Capteur Proximité 1 Flèche Primaire
39		E4.2	E 4.2	BOOL	Capteur Proximité 2 Flèche Primaire
40		E4.3	E 4.3	BOOL	Capteur Proximité 3 Flèche Primaire
41		E4.4	E 4.4	BOOL	Capteur Proximité 4 Flèche Primaire
42		E4.5	E 4.5	BOOL	Capteur Proximité 5 Flèche Primaire
43		E4.6	E 4.6	BOOL	Capteur Proximité 6 Flèche Primaire
44		E4.7	E 4.7	BOOL	FDC Flèche Primaire Bas
45		E5.0	E 5.0	BOOL	FDC Flèche Secondaire Haut
46		E5.1	E 5.1	BOOL	Capteur Proximité 1 Flèche Secondaire
47		E5.2	E 5.2	BOOL	Capteur Proximité 2 Flèche Secondaire
48		E5.3	E 5.3	BOOL	Capteur Proximité 3 Flèche Secondaire
49		E5.4	E 5.4	BOOL	Capteur Proximité 4 Flèche Secondaire
50		E5.5	E 5.5	BOOL	Capteur Proximité 5 Flèche Secondaire
51		E5.6	E 5.6	BOOL	Capteur Proximité 6 Flèche Secondaire
52		E5.7	E 5.7	BOOL	FDC Flèche Secondaire Bas
53		Selecteur Du Tas	FC 1	FC 1	
54		Translation Du Gratteur	FC 2	FC 2	
55		Enroleur Du Cable	FC 3	FC 3	
56		Flèche	FC 4	FC 4	
57		Chaines	FC 5	FC 5	
58		Avertisseur Sonore	FC 6	FC 6	
59		Pompe De Graissage	FC 7	FC 7	
60		Divers	FC 8	FC 8	

Figure V. 5 : Liste des mnémoniques

V.5.2. Le Bloc d'organisation OB1

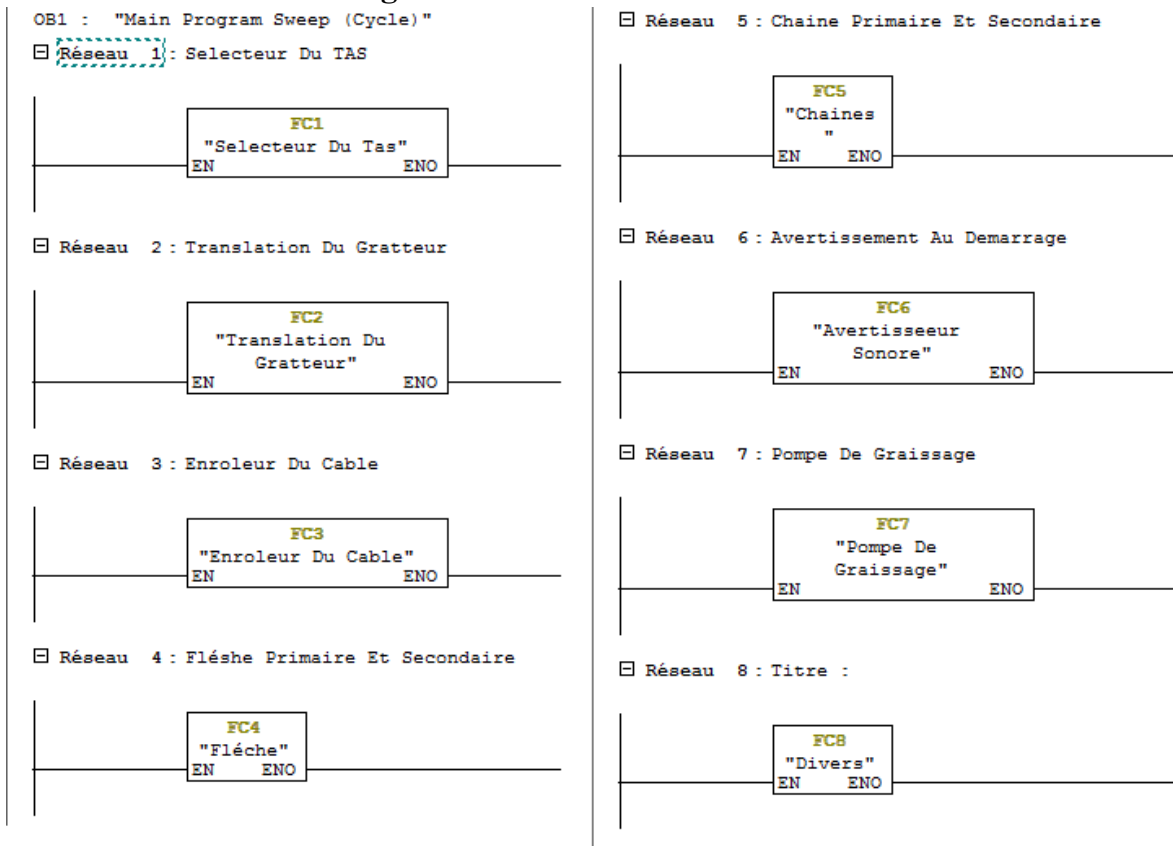


Figure V. 6 : Bloc d'organisation OB1

V.5.3. Le Bloc FC1 (Sélecteur Du TAS)

FC1 : Selecteur Du Tas
 ☐ Réseau 1: Tas C Selectionnee

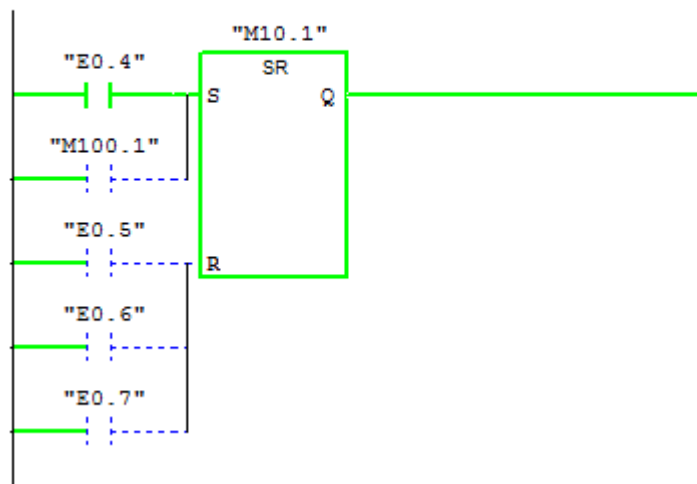


Figure V. 7 : Exemple de sélection TAS C

V.5.4. Le Bloc FC2 (Translation Du Gratteur Portique)

On prend l'exemple de la translation rapide du gratteur portique vers le tas sélectionné par l'opérateur :

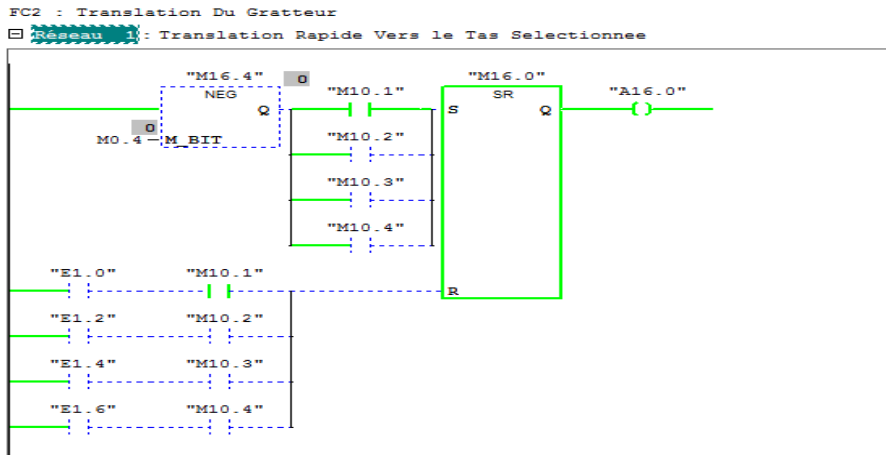
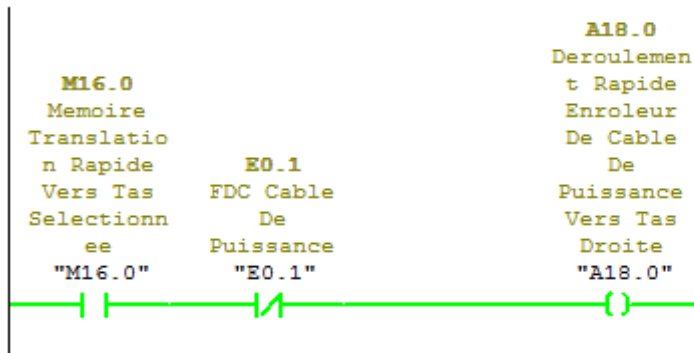


Figure V. 8 : Translation rapide du gratteur portique vers le tas sélectionné

V.5.5. Le Bloc FC3 (Enrôleur du Câble)

FC3 : Enroleur De Cable

☐ Réseau 1 : Deroulement Rapide Enroleur De Cable De Puissance



☐ Réseau 2 : Deroulement Rapide Enroleur De Cable De Commande

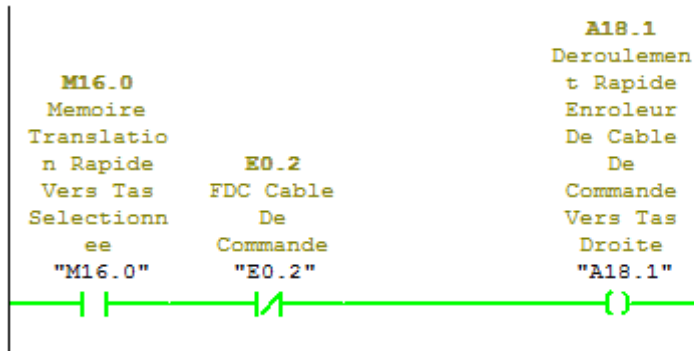


Figure V. 9 : Déroulement rapide des enrôleurs des câbles

V.6. Supervision Du Projet Avec WinCC Flexible

Pour notre projet on utilise un pupitre PC 877 15" TOUCH, en liaison MPI avec l'automate programmable.

V.6.1. Création du projet avec WinCC Flexible 2008

Pour créer un projet avec WinCC Flexible 2008, on peut utiliser l'assistant de création de projet de WinCC Flexible 2008, comme montre la figure suivante :

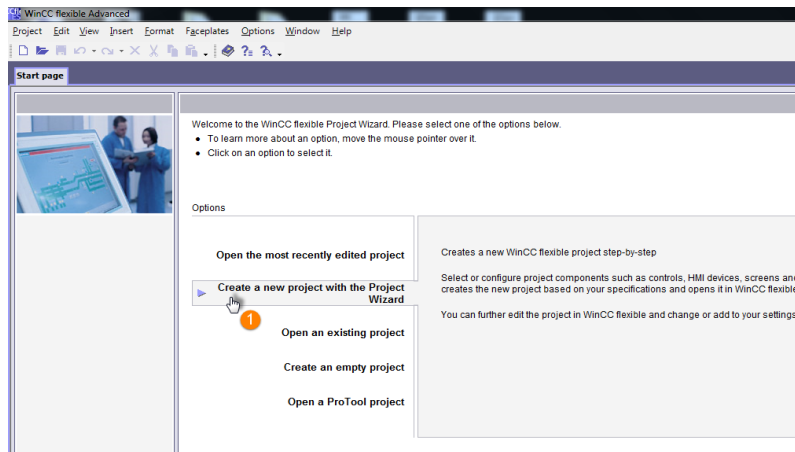


Figure V. 10 : Assistant du WinCC flexible 2008

Les étapes à suivre sont les suivantes :

Etape01 :

1. Sélectionner Small Machine.
2. Sélectionner le projet du STEP7 pour l'intégration de HMI dans notre projet.
3. Cliquer sur le bouton **Suivant**.

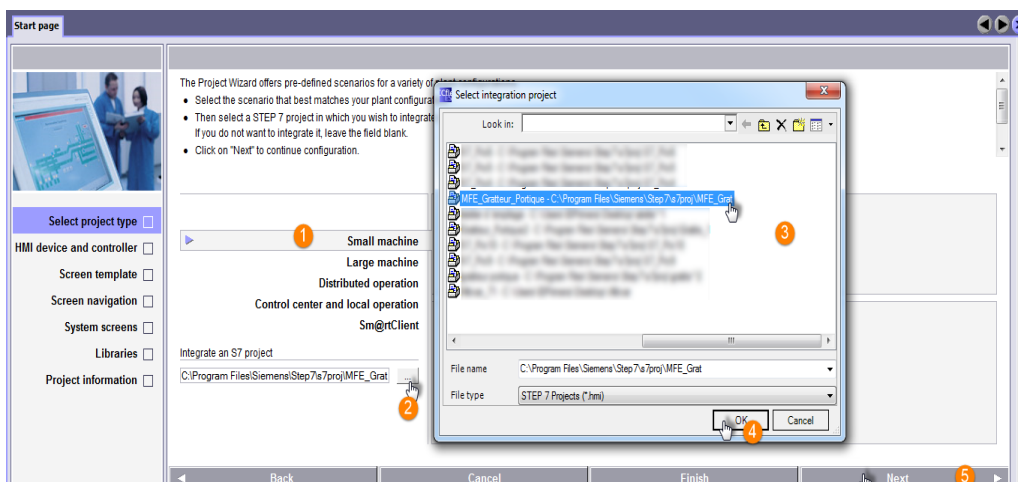


Figure V. 11 : Intégration WinCC dans STEP7 projet

Etape02 :

1. Choisir le pupitre HMI.
2. Sélectionner le pupitre PC 877 15" TOUCH.
3. Choisir le mode de communication MPI/DP sur le bouton Suivant.
4. Cliquer sur le bouton **Suivant**

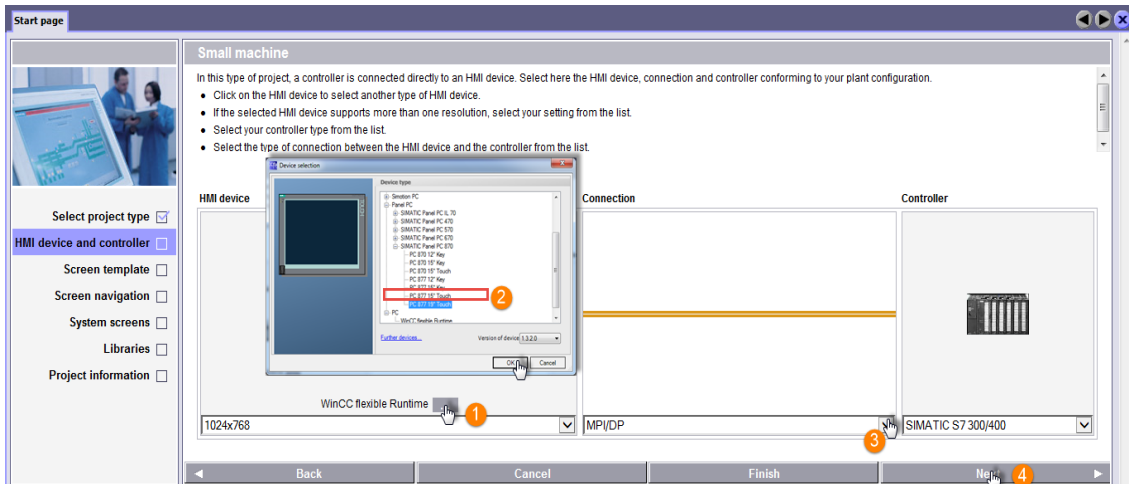


Figure V. 12 : Choix pupitre et mode de communication

Etape03 : Cliquer sur le bouton **Terminé**

Hiérarchisation de notre projet devient comme montre la figure suivante :

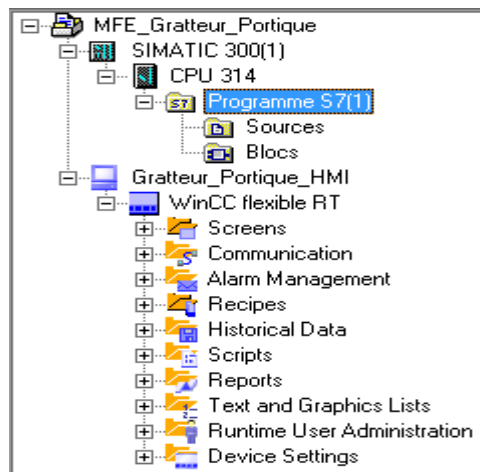


Figure V. 13 : Hiérarchisation de notre projet

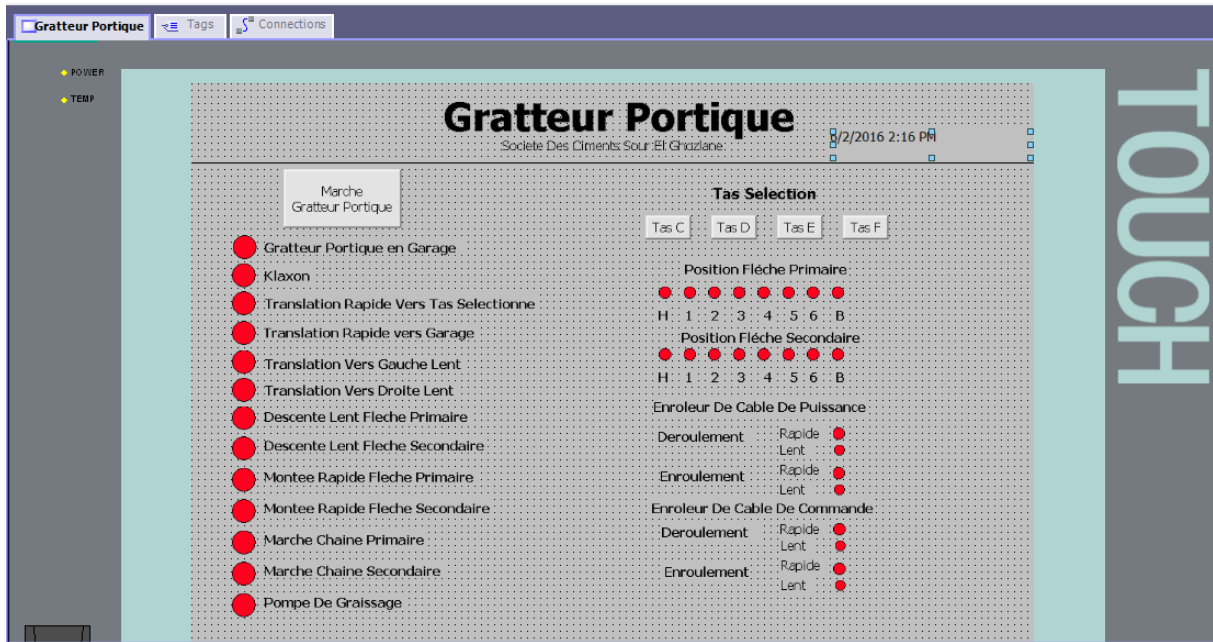


Figure V. 14 : Le vue globale dans la station SIMATIC HMI

Name	Display name	Connection	Data type	Symbol	Address	Array elements	Acquisition cycle	Comment
A16.0		CPU 314	Bool	A16.0	Q 16.0	1	1 s	Translation Rapide Vers Tas Le Selectionnee
A16.1		CPU 314	Bool	A16.1	Q 16.1	1	1 s	Translation Rapide vers Garage
A16.2		CPU 314	Bool	A16.2	Q 16.2	1	1 s	Translation Vers Gauche Lent
A16.3		CPU 314	Bool	A16.3	Q 16.3	1	1 s	Translation Vers Droite Lent
A16.4		CPU 314	Bool	A16.4	Q 16.4	1	1 s	Klaxon
A16.5		CPU 314	Bool	A16.5	Q 16.5	1	1 s	Pompe De Graissage
A17.0		CPU 314	Bool	A17.0	Q 17.0	1	1 s	Descente Lent Bras Primaire
A17.1		CPU 314	Bool	A17.1	Q 17.1	1	1 s	Descente Lent Bras Secondaire
A17.2		CPU 314	Bool	A17.2	Q 17.2	1	1 s	Montee Rapide Bras Primaire
A17.3		CPU 314	Bool	A17.3	Q 17.3	1	1 s	Montee Rapide Bras Secondaire
A17.4		CPU 314	Bool	A17.4	Q 17.4	1	1 s	Marche Chaine Primaire
A17.5		CPU 314	Bool	A17.5	Q 17.5	1	1 s	Marche Chaine Secondaire
A18.0		CPU 314	Bool	A18.0	Q 18.0	1	1 s	Deroulement Rapide Enrouleur De Cable De Puiss
A18.1		CPU 314	Bool	A18.1	Q 18.1	1	1 s	Deroulement Rapide Enrouleur De Cable De Corr
A18.2		CPU 314	Bool	A18.2	Q 18.2	1	1 s	Enroulement Rapide Enrouleur De Cable De Puiss
A18.3		CPU 314	Bool	A18.3	Q 18.3	1	1 s	Enroulement Rapide Enrouleur De Cable De Corr
A18.4		CPU 314	Bool	A18.4	Q 18.4	1	1 s	Deroulement Lent Enrouleur De Cable De Puissan
A18.5		CPU 314	Bool	A18.5	Q 18.5	1	1 s	Deroulement Lent Enrouleur De Cable De Comma
A18.6		CPU 314	Bool	A18.6	Q 18.6	1	1 s	Enroulement Lent Enrouleur De Cable De Puissar

Figure V. 15 : Les variables utilisés dans notre station SIMATIC HMI

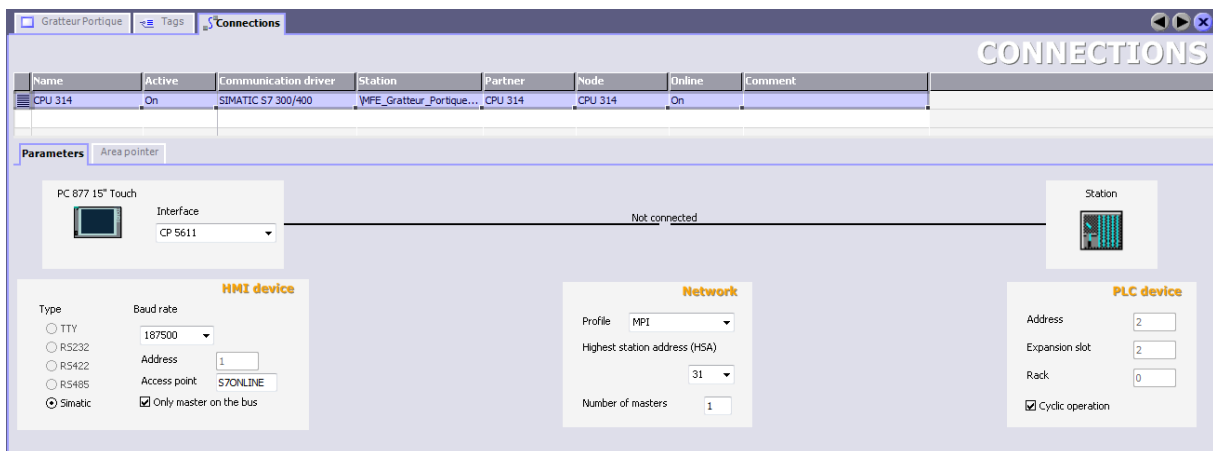


Figure V. 16 : La liaison MPI entre le pupitre et la station

V.6.2. Simulation du projet à l'aide de WinCC flexible Runtime

Pour simuler le système on va lancer le WinCC flexible Runtime. Après la simulation on va vérifier les erreurs.

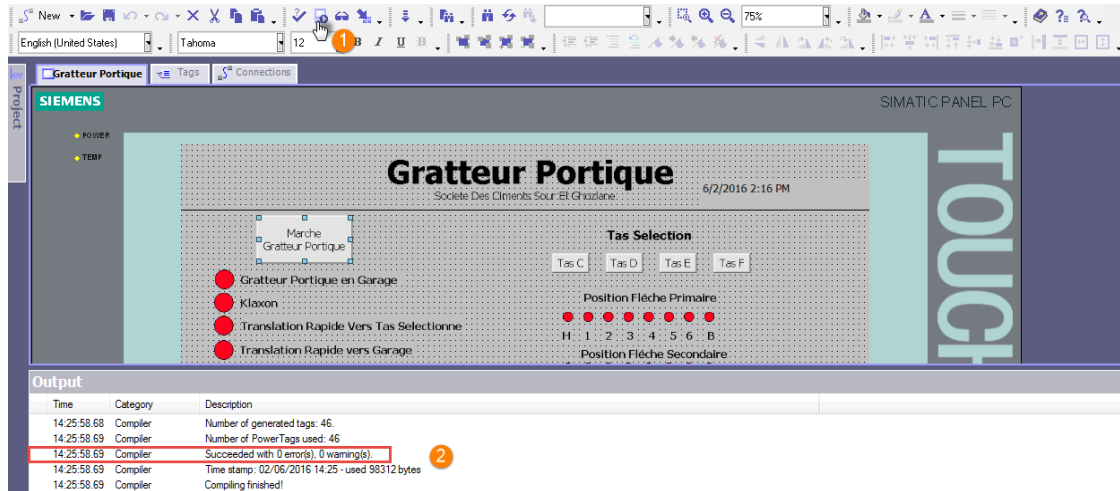


Figure V. 17 : Simulation et vérification des erreurs

La figure suivante présente l'état initial de notre système avant de lancer la simulation avec S7-PLCSim.

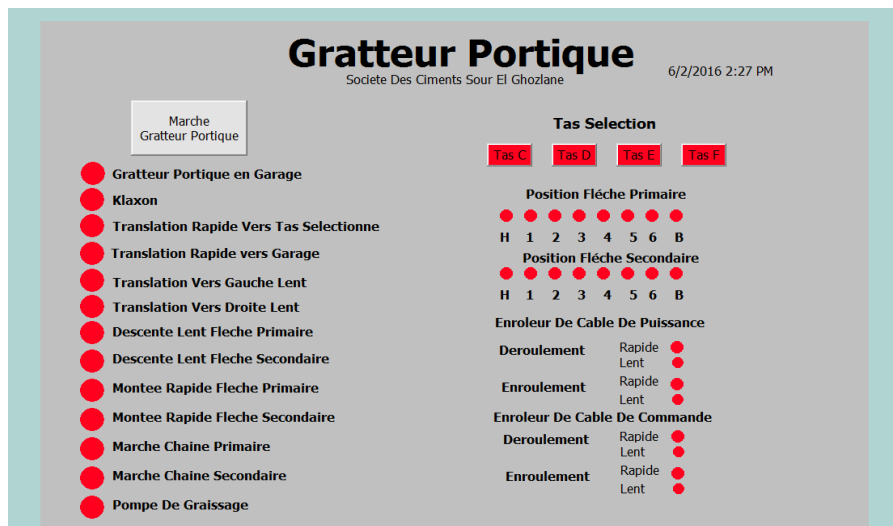


Figure V. 18 : Vue général du pupitre avant la simulation avec S7-PLCSIM

Après le lancement de la simulation avec S7-PLCSIM :

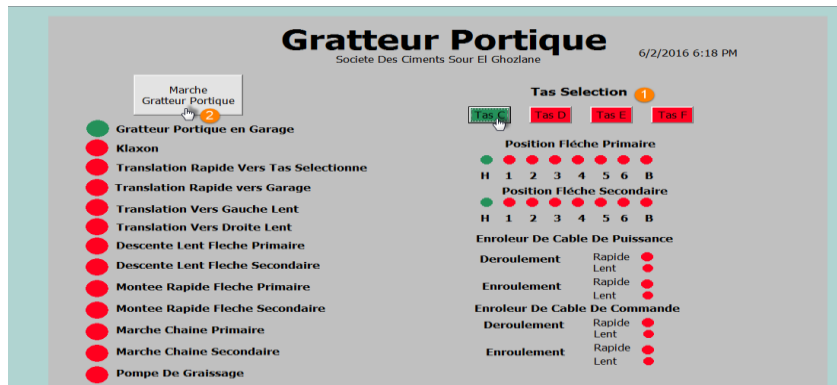


Figure V. 19 : Vue général du pupitre après la simulation avec S7-PLCSIM

Après la sélection du Tas par exemple le Tas C il y a un avertissement sonore avant la translation du gratteur portique pour une durée de 30 s. A l'expiration du temps de Klaxon, le signal d'alarme s'arrête et la translation rapide vers le Tas sélectionnée mise en marche et aussi les enrôleurs des câbles comme montre les figures suivantes :

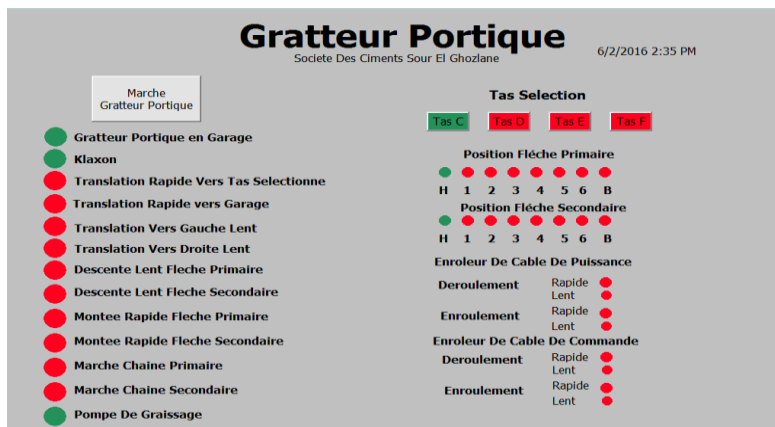


Figure V. 20 : Vue d'avertissement sonore avant la translation rapide vers Tas sélectionnée

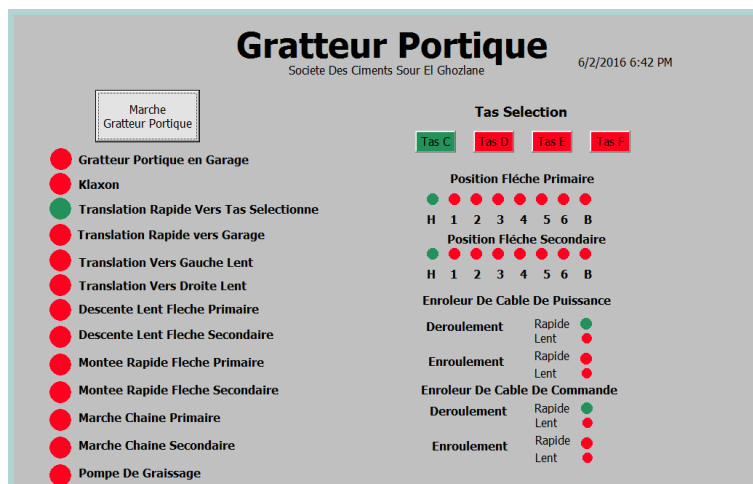


Figure V. 21 : Vue de la translation rapide vers le Tas sélectionnée

La translation dans le Tas est montrée dans les figures suivantes :

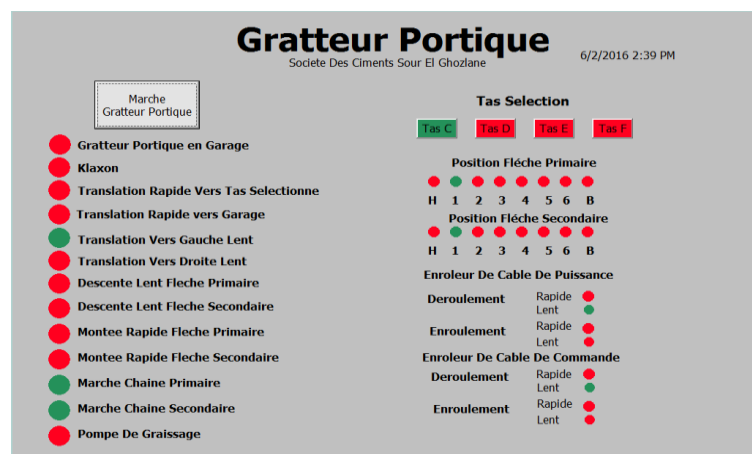
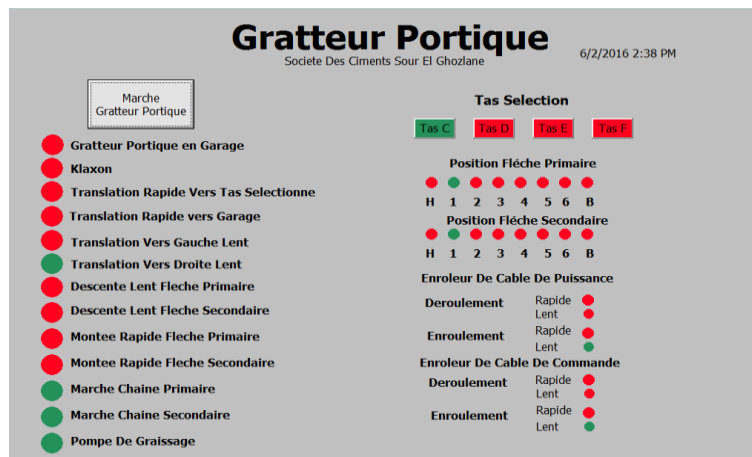


Figure V. 22 : La translation dans le Tas sélectionnée

La descente des flèches primaire et secondaire sont montrée dans les figures suivantes :

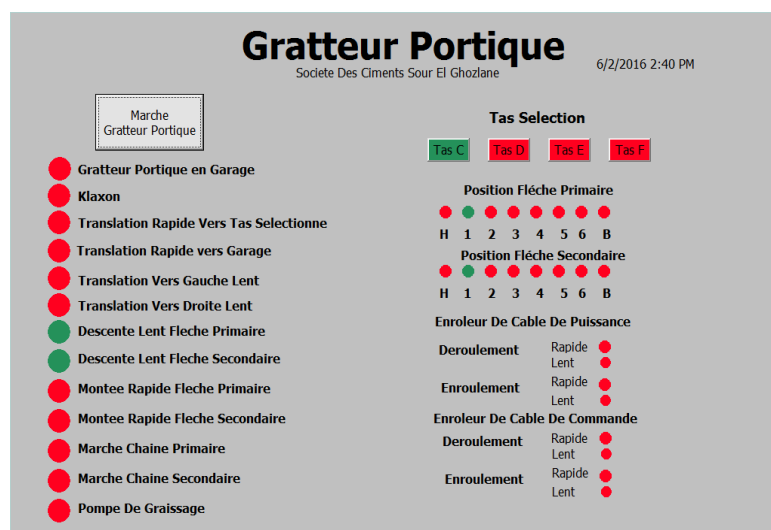


Figure V. 23 : La descente des flèches primaire et secondaire

V.7. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons donné une définition générale de la supervision ainsi que ses avantages particulièrement en milieu industriel.

Grâce à l'application S7-PLCSIM nous avons pu tester et visualiser le programme la simulation s'est terminée avec succès, avec une simple supervision avec WinCC flexible du processus.

Conclusion Générale

L'objectif de notre projet était **L'Automatisation Du Gratteur Portique Par L'automate Programmable Industriel SIMATIC S7-300** au niveau de la cimenterie de Sour EL Ghozlane.

Celui-ci, nous a permis de se familiariser avec le milieu professionnel, de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre en pratique nos connaissances théoriques et de tirer profit de l'expérience du personnel du domaine. D'autre part d'apprendre une méthodologie rationnelle à suivre pour l'élaboration des projets d'automatisation.

Pour réaliser ce projet, nous avons commencé l'étude par la présentation de la société ainsi que le procédé de fabrication du ciment avec une description de l'atelier de stockage des ajouts objet de notre projet.

Dans la suite de notre projet, nous avons exposé une description des automates programmables industriels sur tout Siemens SIMATIC S7-300 en plus d'une description détaillée de logiciel de programmation step7 qui sera chargé dans l'automate programmable qui commandera l'installation. A la fin nous avons terminé notre projet par l'introduction d'un système de supervision pour garantir l'interface Homme-Machine et assurer le contrôle et la commande du projet.

Cependant, nous tenons à préciser que le programme proposé par nos soins est le résultat de notre propre réflexion en raison d'une part, du peu de documentations disponibles au niveau de l'usine et d'autre part, ce volet n'a pas été approfondi durant notre formation.

Ce modeste projet ne prétend pas constituer une approche ultime mais peut contribuer à mettre en place une assise de réflexion qui ne peut être que bénéfique pour une bonne gestion et un meilleur rendement.

Bibliographie

- [1] Wikiversity, «Capteur,» [En ligne]. Available: <https://fr.wikiversity.org/wiki/Capteur>.
- [2] G. Asch, Les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod/L'Usine Nouvelle, 2010.
- [3] «DéTECTEURS de position et de proximité,» [En ligne]. Available: <http://sitelec.org/cours/hu/detecteurs.htm>.
- [4] G. S. Théodore Wildi, Électrotechnique 4e Edition, 2005.
- [5] Wikipedia, «Machine asynchrone,» [En ligne]. Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Machine_asynchrone.
- [6] F. Foin, «Les différents types de démarrage des moteurs asynchrones,» [En ligne]. Available: <http://geea.org/spip.php?article109>.
- [7] «Siemens AG,» [En ligne]. Available: www.siemens.com.
- [8] Siemens, SIMATIC S7-300 Caractéristiques des modules, 2013.
- [9] Siemens, Programmer avec STEP 7, 2010.
- [10] Siemens AG, Configuration matérielle et communication dans STEP 7, 2006.
- [11] Siemens AG, Programmation Avec STEP 7, 2006.
- [12] Siemens AG, SCE Curriculum pour la solution d'automatisation cohérente Totally Integrated Automation (TIA), 2012.
- [13] Siemens, SIMATIC Outils d'ingénierie S7-PLCSIM V5.4, 2011.
- [14] Siemens, SIMATIC HMI: WinCC flexible 2008, 2008.
- [15] Siemens, S7-300 CPU 31xC et CPU 31x : Caractéristiques techniques.
- [16] Documents Cimentrie.

Annexes

Annexe 1 : Analyse fonctionnelle

1. La Translation du gratteur portique :

- Translation rapide à gauche :

C'est le déplacement du gratteur vers le Tas sélectionné par l'opérateur selon les conditions :

- Le Tas du travail est sélectionné par l'opérateur.
- Les flèches primaire et secondaire soit en position haut.

La translation rapide s'arrêtera si fin de course gauche du tas sélectionné est actionné.

Les flèches primaire et secondaire descendre vers la position 1 pour le début de grattage.

- Translation lent vers droite :

Fin de course gauche du tas sélectionné est actionnée.

- Translation lent vers gauche :

Fin de course droite du tas sélectionné est actionnée.

- Translation rapide vers garage :

Les flèches primaire et secondaire soit en position haut.

Fin de grattage.

2. Les flèches primaire et secondaire :

- Descente lente :

La flèche descend en vitesse lente selon les conditions :

Le gratteur en gauche (fin de course gauche est actionnée).

Le gratteur fait son de cycles de mouvement va et vient.

- Montée rapide :

Les flèches primaire et secondaire soit en position haut.

Fin de grattage.

3. Les chaines primaire et secondaire :

Elle se mise en marche selon les conditions :

Translation vers gauche ou droite lent.

Annexe 2 : Module d'alimentation PS 307 ; 10 A ; (6ES7307-1KA02-0AA0) : [8]

Schéma de branchement des PS 307 ; 10 A

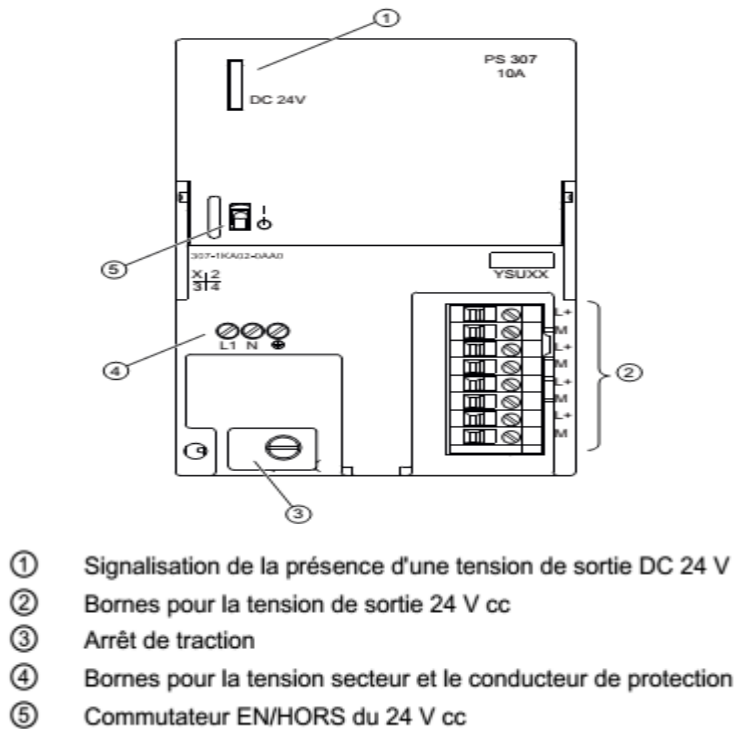
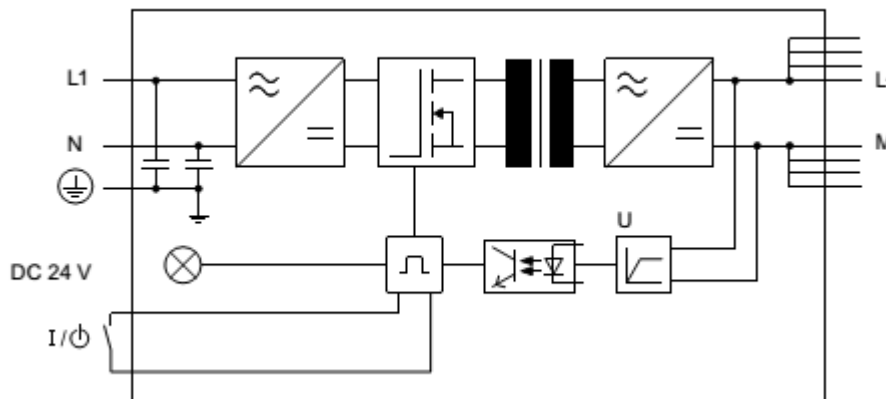


Schéma de principe du module PS 307; 10 A :



La protection des conducteurs :

Pour protéger la ligne du module d'alimentation PS 307;10 A en provenance du réseau, il est conseillé de brancher un petit disjoncteur (p. ex. série 5SN1 de Siemens) ayant les caractéristiques suivantes :

- Courant nominal pour 230 V ca : 10 A
- Caractéristique de déclenchement (type) : C.

Réaction dans des conditions de fonctionnement atypiques :

Réaction du module d'alimentation PS 307 ; 10 A lors de conditions d'exploitation atypiques

Condition atypique	Réaction du module	Signalisation DC 24 V
Surcharge du circuit de sortie : <ul style="list-style-type: none"> • $I > 13 \text{ A}$ (dynamique) • $10 \text{ A} < I \leq 13 \text{ A}$ (statique) 	Creux de tension, rétablissement automatique de la tension Chute de tension, influence la durée de vie	Clignote
Court-circuit d'une sortie	Tension de sortie 0 V, rétablissement automatique de la tension après avoir éliminé le court-circuit	éteint
Surtension au niveau du primaire	Destruction possible	-
Sous-tension au niveau du primaire	Coupure automatique, rétablissement automatique de la tension	éteint

Caractéristiques techniques du PS 307 ; 10 A (6ES7307-1KA02-0AA0)

Caractéristiques techniques	
Dimensions, poids	
Dimensions l x h x p (mm)	80 x 125 x 120
Poids	800 g
Valeurs d'entrée	
tension d'entrée <ul style="list-style-type: none"> • valeur nominale 	120/230 V ca (commutation automatique)
Fréquence de réseau <ul style="list-style-type: none"> • valeur nominale • plage admissible 	50 Hz ou 60 Hz de 47 Hz à 63 Hz
Courant d'entrée nominal <ul style="list-style-type: none"> • sous 230 V • sous 120 V 	1,9 A 4,2 A
Courant d'appel à l'enclenchement (à 25 °C)	55 A
I^2t (pour le courant d'appel à l'enclenchement)	3,3 A ² s
Valeurs de sortie	
tension de sortie <ul style="list-style-type: none"> • valeur nominale • plage admissible • durée d'établissement 	24 V cc. 24 V \pm 3 %, tenue à la marche à vide max. 2,5 s
courant de sortie <ul style="list-style-type: none"> • valeur nominale 	10 A, montage parallèle possible
Protection contre les courts-circuits	électronique, sans mémorisation de 1,1 à 1,3 x I_N
Ondulation résiduelle	max. 150 mV _{c.c.} à c.c.
Valeurs caractéristiques	
Classe de protection selon CEI 536 (DIN VDE 0106, partie 1)	I, avec conducteur de protection
Isolément <ul style="list-style-type: none"> • tension nominale d'isolement (entre 24 V et L1) • tension d'essai 	250 V C.A. 4200 V C.C.
Séparation de sécurité des circuits	Circuit SELV
Maintien en cas de coupure secteur (pour 93 V ou 187 V) <ul style="list-style-type: none"> • Taux de répétition 	min. 20 ms min. 1 s
Rendement	90 %
Dissipation	267 W
Dissipation du module	typ. 27 W
Diagnostic	
Signalisation de la présence d'une tension de sortie	Oui, LED verte

Annexe3 : Caractéristiques techniques de la CPU 314 [15]

Caractéristiques techniques	
CPU et version	
N° de réf.	6ES7314-1AG13-0AB0
• Version de matériel	01
• Version de microprogramme	V 2.6
• Pack de programmation correspondant	STEP 7 à partir de V 5.4 + SP3 ou STEP 7 à partir de V 5.2 + SP1 avec HSP 0124
Mémoire	
Mémoire de travail	
• Intégrée	96 Ko
• extensible	non
Taille maximale de la mémoire rémanente pour les blocs de données rémanents	64 Ko
Mémoire de chargement	Enfichable via micro-carte mémoire (max. 8 Mo)
Conservation des données sur la micro-carte mémoire (après la dernière programmation)	minimum 10 ans
Sauvegarde	Garantie par la micro-carte mémoire (sans maintenance)
Temps de traitement	
Temps de traitement pour	
• opération sur bits	min. 0,1 µs
• opération sur mots	Min. 0,2 µs
• opération arithmétique sur nombres entiers	min. 2,0 µs
• opération arithmétique sur nombres à virgule flottante	min. 3 µs
Temporisations / compteurs et leur rémanence	
Compteurs S7	
• Rémanence	réglable
• Par défaut	de Z 0 à Z 7
• Plage de comptage	0 à 999
Compteurs CEI	
• Type	SFB
• Nombre	Illimité (limitation par la mémoire de travail uniquement)

Caractéristiques techniques	
Temporisations S7	
• Rémanence	réglable
• Par défaut	pas de rémanence
• Plage de temps	de 10 ms à 9990 s
Temporisations CEI	
• Type	SFB
• Nombre	Illimité (limitation par la mémoire de travail uniquement)
Zones de données et leur rémanence	
Mémentos	
• Rémanence	oui
• Rémanence par défaut	MB0 à MB15
Mémentos de cadence	
	8 (1 octet de memento)
Blocs de données	
• Nombre	511 (numérotés de 1 à 511)
• Taille	16 Ko
• Non-Retain (non maintenu)	Oui
Données locales par classe de priorité	
	max. 510
Blocs	
Total	1024 (DB, FC, FB) Le nombre maximum de blocs chargeables peut se trouver réduit par la micro-carte mémoire que vous utilisez.
OB	
• Taille	16 Ko
• Nombre d'OB de cycle libre	1 (OB 1)
• Nombre d'OB d'alarme horaire	1 (OB 10)
• Nombre d'OB d'alarme temporisée	1 (OB 20)
• Nombre d'alarmes cycliques	1 (OB 35)
• Nombre d'OB d'alarme process	1 (OB 40)
• Nombre d'OB de démarrage	1 (OB 100)
• Nombre d'OB d'erreur asynchrone	4 (OB 80, 82, 85 ,87)
• Nombre d'OB d'erreur synchrone	2 (OB 121, 122)
Profondeur d'imbrication	
• par classe de priorité	8
• en plus dans un OB d'erreur	4

Caractéristiques techniques	
FB	voir liste des opérations
• Nombre max.	1024 (numérotés de 0 à 2047)
• Taille	16 Ko
FC	voir liste des opérations
• Nombre max.	1024 (numérotés de 0 à 2047)
• Taille	16 Ko
Plages d'adresses (entrées/sorties)	
Plage d'adresses de la périphérie, totale	
• Entrées	1024 octets (pouvant être adressés librement)
• Sorties	1024 octets (pouvant être adressés librement)
Mémoire image des E/S	
• Entrées	128 octets
• Sorties	128 octets
Voies TOR	
• Entrées	max. 1024
• Sorties	max. 1024
• Entrées, dont centrales	max. 1024
• Sorties, dont centrales	max. 1024
Voies analogiques	
• Entrées	max. 256
• Sorties	max. 256
• Entrées, dont centrales	max. 256
• Sorties, dont centrales	max. 256
Configuration	
Châssis	max. 4
Modules par châssis	8
Nombre de maîtres DP	
• intégrés	aucun
• via CP	4
Modules de fonction et processeurs de communication pouvant être mis en oeuvre	
• FM	max. 8
• CP (point à point)	max. 8
• CP (LAN)	max. 10

Caractéristiques techniques	
Heure	
Horloge	oui (horloge matérielle)
• Sauvegardée	oui
• Durée de sauvegarde	normalement 6 semaines (pour une température ambiante de 40 °C)
• Comportement après expiration de la durée de sauvegarde	L'horloge continue de fonctionner selon l'heure à laquelle la MISE HORS TENSION a été effectuée.
• Exactitude	écart journalier : < 10 s
Compteur d'heures de fonctionnement	
• Numéro	1
• Valeurs admissibles	0
• Incrémentation	2 ³¹ heures (en utilisant la SFC 101)
• Rémanence	1 heure
• Rémanence	oui ; doit être redémarré à chaque démarrage à chaud
Synchronisation d'horloge	
• dans AS	oui
• sur la MPI	Maître
Fonctions de signalisation S7	
Nombre de stations pouvant être annoncées pour les fonctions de signalisation (par ex. OS)	12 (dépend des liaisons configurées pour la communication PG/OP et la communication de base S7)
Messages de diagnostic du processus	
• Blocs S d'alarme actifs en même temps	oui max. 40
Fonctions de test et de mise en service	
Visualisation/forçage de variables	
• Variable	oui
• Nombre de variables	entrées, sorties, mémentos, DB, temporisations, compteurs
– dont pour Visualiser variables	30
– dont pour Forcer variables	30 14
Forçage permanent	
• Variable	oui
• Nombre de variables	Entrées / sorties max. 10
Etat du bloc	
• Pas unique	oui
• Point d'arrêt	Oui
• Mémoire tampon de diagnostic	2
• Nombre d'entrées (non réglable)	Oui max. 100

Caractéristiques techniques	
Fonctions de communication	
Communication PG/OP	Oui
Communication par données globales	Oui
• Nombre de boucles GD	4
• Nombre de paquets GD	max. 4
– Emetteur	max. 4
– Récepteur	max. 4
• Taille des paquets GD	max. 22 octets
– dont en cohérence	22 octets
Communication de base S7	oui
• Données utiles par tâche	max. 76 octets
– dont en cohérence	76 octets (pour X_SEND et X_RCV) 64 octets (pour X_PUT et X_GET en tant que serveur)
Communication S7	oui
• en tant que serveur	oui
• en tant que client	oui (via CP et FB chargeables)
• Données utiles par tâche	max. 180 (pour PUT/GET)
– dont en cohérence	64 octets
Communication compatible S5	oui (via CP et FC chargeables)
Nombre de liaisons utilisables pour	12
• Communication PG	Max. 11
– réservé (par défaut)	1
– réglable	1 à 11
• Communication OP	Max. 11
– réservé (par défaut)	1
– réglable	1 à 11
• Communication de base S7	max. 8
– réservé (par défaut)	0
– réglable	0 à 8
Routage	non
Interfaces	
1ère interface	
Type d'interface	Interface RS 485 intégrée
Physique	RS 485
Séparation galvanique	non
Alimentation au niveau de l'interface (15 à 30 V CC)	max. 200 mA

Caractéristiques techniques	
Fonctionnalité	
• MPI	oui
• PROFIBUS DP	non
• Couplage point à point	non
MPI	
Services	
• Communication PG/OP	oui
• Routage	non
• Communication par données globales	oui
• Communication de base S7	oui
• Communication S7	oui
– En tant que serveur	oui
– En tant que client	non (mais via CP et FB chargeables)
• Vitesses de transmission	187,5 kbauds
Programmation	
Langage de programmation	CONT/LIST/LOG
Jeu d'opérations	voir liste des opérations
Niveaux de parenthèses	8
Fonctions système (SFC)	voir liste des opérations
Blocs fonctionnels système (SFB)	voir liste des opérations
Protection du programme utilisateur	oui
Cotes	
Dimensions de montage L x H x P (mm)	40 x 125 x 130
Poids	280 g
Tensions, courants	
Tension d'alimentation (valeur nominale)	24 V CC
• Plage admissible	20,4 V à 28,8 V
Courant absorbé (en marche à vide)	hab. 60 mA
Courant d'appel à l'endechement	hab. 2,5 A
Courant absorbé (valeur nominale)	0,6 A
I ² t	0,5 A ² s
Protection externe des conducteurs de l'alimentation (conseillée)	min. 2 A
Puissance dissipée	hab. 2,5 W

Annexe 4 : Module d'entrées TOR SM 321 ; DI 16 x 120/230 V_{ca} [8]

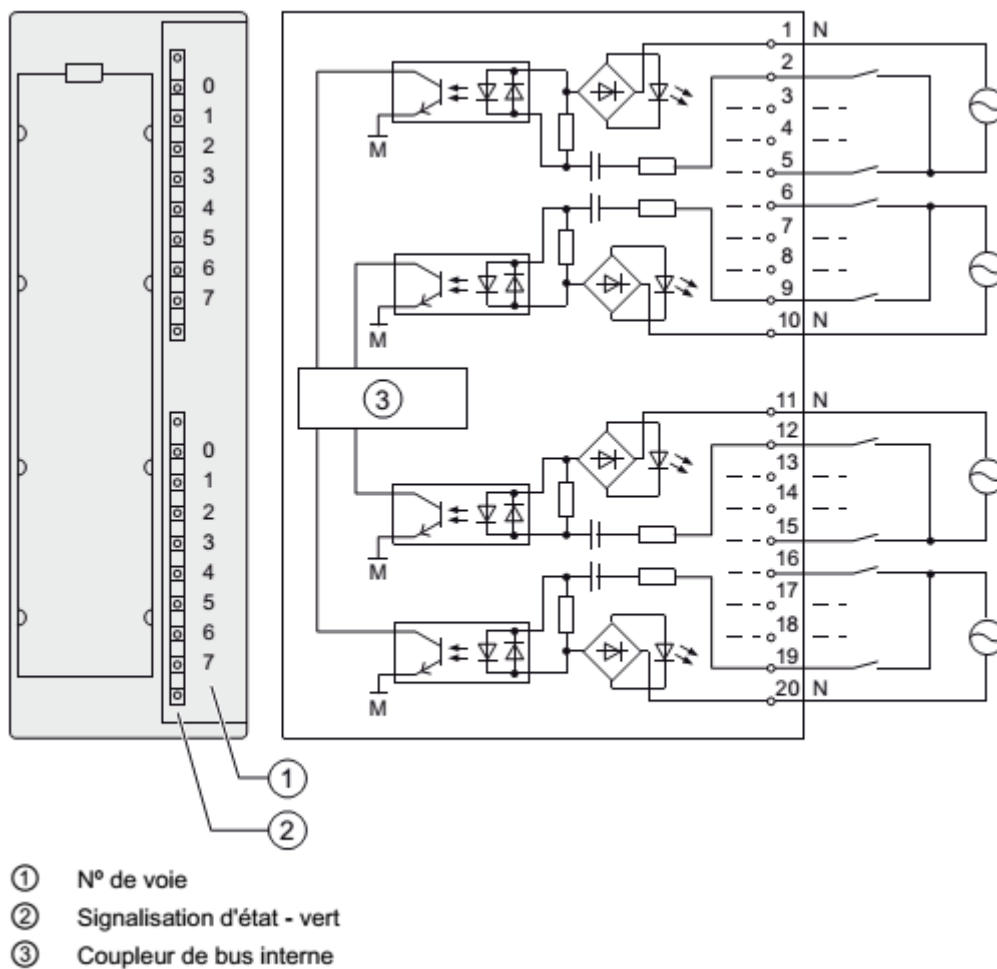
N° de référence : 6ES7321-1FH00-0AA0

Propriétés

Le SM 321 ; DI 16 x 120/230 V_{ca} se distingue par les propriétés suivantes :

- 16 entrées, séparées électriquement par groupes de 4.
- Tension nominale d'entrée : 120/230 V_{ca}.
- convient pour des commutateurs et des détecteurs de proximité CA 2 ou 3 fils (tension alternative).

Schéma de branchement et de principe du module SM 321 ; DI 16 x 120/230 V_{ca}



Caractéristiques techniques du SM 321 ; DI 16 x 120/230 V_{ca} :

Caractéristiques techniques	
Dimensions et poids	
Dimensions l x h x p	40 x 125 x 117
Poids	environ 240 g
Caractéristiques spécifiques du module	
Prend en charge le fonctionnement en synchronisme d'horloge	non
Nombre d'entrées	16
Longueur de câble	
• non blindé	max. 600 m
• blindé	max. 1 000 m
Tensions, courants, potentiels	
Tension d'alimentation nom. L1	120/230 V
Toutes les tensions d'alimentation doivent avoir la même phase	
Nombre d'entrées en commande simultanée	
• montage horizontal jusqu'à 60 °C	16
• montage vertical jusqu'à 40 °C	16
Séparation de potentiel	
• entre voies et bus interne	oui
• entre voies	oui
par groupes de	4
Différence de potentiel admissible	
• entre M _{interne} et entrées	230 V ca
• entre entrées de groupes différents	500 V ca
Isolation testée avec	
	4000 V cc
Consommation	
• sur bus interne	max. 29 mA
Dissipation du module	
	typ. 4,9 W
Etat, alarmes, diagnostics	
Signalisation d'état	une LED verte par voie
Alarmes	Néant
Fonctions de diagnostic	Néant

Caractéristiques techniques	
Caractéristiques pour la sélection d'un capteur	
tension d'entrée	
• valeur nominale	120/230 V c.a.
• pour signal "1"	79 à 264 V
• pour signal "0"	0 à 40 V
• plage de fréquence	47 à 63 Hz
courant d'entrée	
• pour signal "1"	
120 V, 60 Hz	typ. 6,5 mA
230 V, 50 Hz	typ. 16,0 mA
Temporisation d'entrée	
• de "0" à "1"	max. 25 ms
• de "1" à "0"	max. 25 ms
Caractéristique d'entrée	type 1, selon CEI 61131
Raccordement de BERO 2 fils	possible
• courant de repos admissible	max. 2 mA
Raccordement des capteurs de signaux	avec connecteur frontal à 20 points

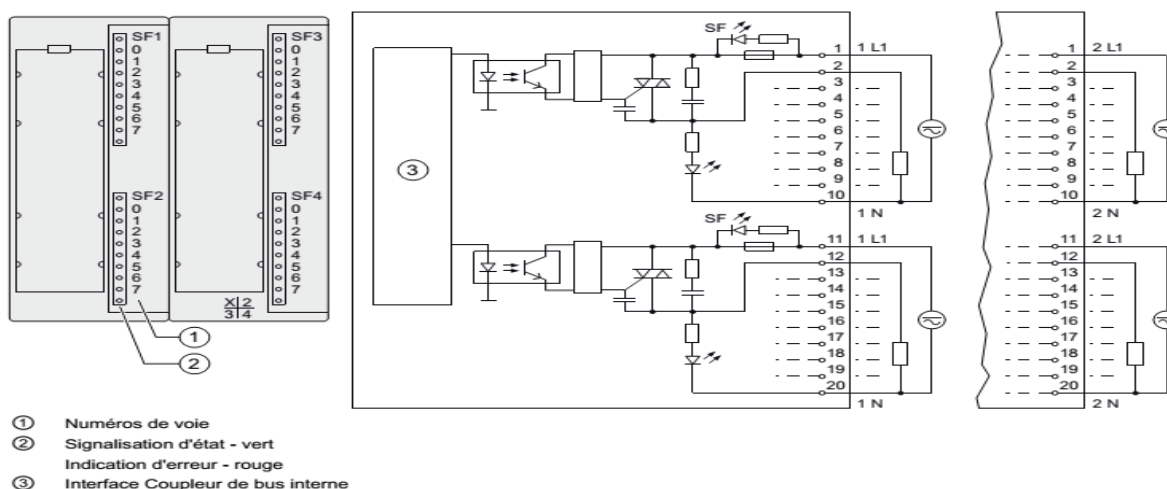
Annexe 5: Module de sorties TOR SM 322 ; DO 32 x 120/230 V_{ca}/1 A [8]

N° de référence : 6ES7322-1FL00-0AA0

Propriétés :

- 32 sorties, protection et séparation galvanique par groupe de 8
- Courant de sortie 1.0 A
- Tension d'alimentation nominale : 120/230 V_{ca}
- Indicateur de fusible fondu pour chaque groupe
- Convenant pour électrovannes, contacteurs, démarreurs, micro-moteurs et lampes en courant alternatif.
- Signalisation d'erreur groupée (SF).

Schéma de branchement et de principe du module SM 322 DO 32 x 120/230 V_{ca}/1 A



Caractéristiques techniques du SM 322 ; DO 32 x 120/230 V_{ca}/1 A :

Caractéristiques techniques	
Dimensions et poids	
Dimensions l x h x p (mm)	80 x 125 x 117
Poids	500 g env.
Caractéristiques spécifiques du module	
Prend en charge le fonctionnement en synchronisme d'horloge	non
Nombre de sorties	32
Longueur de câble	
• non blindé	max. 600 m
• blindé	max. 1 000 m
Tensions, courants, potentiels	
Tension d'alimentation nominale L1	120/230 V c.a.
• plage de fréquence admissible	de 47 à 63 Hz
Courant total des sorties(par groupe)	
• installation en position horizontale jusqu'à 60 jusqu'à 40 °C	max. 3 A max. 4 A
• montage vertical • jusqu'à 40°C	max. 4 A
Séparation de potentiel	
• entre voies et bus interne	oui
• entre les voies par groupes de	oui 8
Différence de potentiel admissible	
• entre M _{interne} et entrées	250 V ca

Caractéristiques techniques	
• entre entrées de groupes différents	250 V ca
Isolation testée avec	4000 V cc
Consommation	
• sur bus interne	max. 190 mA
• sur tension d'alimentation L1(sans charge)	max. 10 mA
Dissipation du module	typ. 25 W
Etat, alarmes, diagnostics	
Signalisation d'état	une LED verte par voie
Alarmes	non
Fonctions de diagnostic	oui
• Signalisation d'erreur groupée	LED rouge (SF)
Caractéristiques pour la sélection d'un actionneur	
tension de sortie	
• pour signal "1"	min. L1 (-0,8 V)
courant de sortie	
• pour signal "1"	
valeur nominale	1 A
plage admissible	10 mA à 1 A
choc de courant admissible (par groupe)	10 A (pour 2 cycles ca)
• pour signal "0"(courant résiduel)	max. 2 mA
Temporisation de sortie (avec charge résistive)	
• de "0" à "1"	1 cycle ca
• de "1" à "0"	1 cycle ca
Tension de blocage Passage par zéro	max. 60 V
Taille de démarreur de moteur	taille maximale 4 selon NEMA
Charge de lampes	max. 50 W
Mise en parallèle de 2 sorties	
• pour commande redondante d'une charge	possible (seul. sorties d'un même groupe)
• pour élévation de la puissance	pas possible
Rebouclage sur une entrée TOR	possible
Fréquence de commutation	
• pour charge résistive	max. 10 Hz
• pour charge inductive, selon CEI 947-5-1, ca 15	max. 0,5 Hz
• pour charge de lampes	1 Hz
Protection contre les court-circuits de la sortie	non
Raccordement des actionneurs	avec connecteur frontal à 20 points*