



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

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industrielle

Réf. : ...

Présenté et soutenu par :
Abdelaziz Abdelali

Le : dimanche 24 juin 2018

Présentation et supervision d'un système de graissage à l'aide d'un automate programmable S7-300

Jury :

Dr. Megherbi.Hassina	MCA	Mohamed Khider Biskra	Président
Dr. Mechgoug.Raihane	MCA	Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Dr. Mihi.Assia	MCA	Mohamed Khider Biskra	Examineur



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

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industrielle

Thème :

Présentation et supervision d'un système de graissage à l'aide d'un automate programmable S7-300

Présenté par :
Abdelaziz Abdelali

Avis favorable de l'encadreur :
Mechgoug Raihane

Avis favorable du Président du Jury

Megherbi Hasina

Cachet et signature



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

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Automatique
Automatique et informatique industrielle

Thème :

Présentation et supervision d'un système de graissage à l'aide d'un automate programmable S7-300

Proposé par : Mechgoug raihane

Dirigé par : Mechgoug raihane

RESUMES (Français et Arabe)

Résumé :

Ce travail réalisé au sein de l'usine du ciment GICA (SCIMAT) présente l'étude d'un système de graissage d'un four rotatif. L'objectif de ce travail est de faire l'automatisation et la supervision qui est souvent utilisé dans l'industrie. On a utilisé l'automate S7-300, programmé avec logiciel STEP7 et testé le programme par le simulateur PLCsim ainsi que logiciel WINCC flexible utilisé pour la supervision et la configuration de l'interface homme machine en temps réel.

Mots clés : automatisation, supervision, simulateur PLCsim, interface homme machine, le logiciel STEP7, le logiciel WINCC, système de graissage.

الملخص

في هذا العمل الذي تم انجازه في مصنع الاسمنت جيكا قمنا بدراسة نظام التشحيم للفرن الدوار. الهدف من هذا العمل تطبيق التشغيل الآلي والاشراف على النظام.

تم استخدام جهاز التحكم الصناعي القابل للبرمجة S7-300 المبرمج بواسطة برنامج STEP7 واختبار هذا البرنامج يتم بواسطة برنامج المحاكاة PLCsim بالإضافة الى برنامج WINCC المستخدم للإشراف وتكوين واجهة الانسان والالة في الوقت الحقيقي. كلمات مفتاحية : : التشغيل الآلي، الإشراف، برنامج المحاكاة PLCsim، واجهة الانسان والالة، برنامج STEP7، برنامج WINCC، نظام التشحيم.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui sont les plus chers au monde : ma mère que dieu la protège pour son amour et ses sacrifices, ainsi que son soutien moral et matériel.

À toute ma famille sans exception.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.

À tous mes amis.

Et à tous ceux qui content pour moi.

Remerciement

Un grand remerciement au bon dieu tout puissant pour la force et la volonté qui m'a procuré pour terminer mon travail.

Je tiens à remercier profondément mon directeur de thèse : le docteur **MECHGOUG Raihane** pour la confiance qu'il m'a accordée, ses encouragements, et ses précieux conseils, je le remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Mes remerciements vont également aux membres de jury : Mme. **MEGHERBI Hassina** et Mme. **MIHI Assia** d'avoir accepté de juger mon travail.

Je remercie chaleureusement les ingénieurs de la cimenterie GICA à AIN-TOUTA et plus particulièrement Mr. **AIACHI Adel** qui m'a aidé durant mon stage et Mme **CHARHABIL Manel** qui m'a aidé dans les différentes étapes pour compléter cette thèse.

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

Liste des tableaux

CHAPITRE 1 : Description de l'usine de AIN-TOUTA et le système de graissage

Tableau 1.1 : Légende de diagramme de fabrication du ciment.....08

Tableau 1.2 : les différents signaux entre contrôle central et l'armoire de commande.....13

CHAPITRE 3 : L'automate programmable

Tableau 3.1 : les modules prévus pour l'alimentation des CPU de S7-300.....36

CHAPITRE 4 : Langage de programmation

Tableau 4.1 : Procédures de fonctionnement dans le GEMMA.....43

Tableau 4.2 : Procédure d'arrêt dans le GEMMA.....44

Tableau 4.3 : Procédure de défaillance dans le GEMMA.....44

CHAPITRE 5 : Application sur le système de graissage

Tableau 5.1 : variables de grafcet de conduite.....57

Tableau 5.2 : Variables d'entrée.....58

Tableau 5.3 : Variables de sorties.....58

Liste des figures

CHAPITRE 1 : Description de l'usine de AIN-TOUTA et le système du graissage

Figure 1.1 : l'usine de AIN-TOUTA.....	04
Figure 1.2: Les éléments qu'entrent dans la constitution de ciment.....	06
Figure 1.3 : schéma d'obtention du ciment.....	06
Figure 1.4 : les procédés de fabrication du ciment.....	07
Figure 1.5 : La chambre du graissage.....	09
Figure 1.6 : L'automate utilisé dans l'armoire	10
Figure 1.7 : Panneaux de vaporisation.....	10
Figure 1.8 : Distributeur de graisse.....	14
Figure 1.9 : Description fonctionnelle pour le distributeur.....	15
Figure 1.10 : Vanne pneumatique.....	16
Figure 1.11 : Pompe hydraulique.....	16
Figure 1.12 : Indicateur de pression.....	17

CHAPITRE 2 : Supervision Industrielle

Figure 2.1 : Poste de pilotage d'une supervision SCIMAT.....	20
Figure 2.2 : Architecture général de système de supervision en ligne.....	20
Figure 2.3 : Exemple sur la historisation du procédé.....	23
Figure 2.4 : Vue sur les alarmes.....	23
Figure 2.5 : Synoptique de système du graissage (SCIMAT).....	24
Figure 2.6 : Exemple sur les courbes dans la supervision.....	24
Figure 2.7 : Modules essentielle d'un système de supervision.....	25
Figure 2.8 : Différents type de surveillance.....	26

CHAPITRE 3 : L'automate programmable

Figure 3.1 : structure interne d'un automate programmable.....	31
Figure 3.2 : Automate compact Allen-Bradley.....	31
Figure 3.3 : Automate modulaire (Siemens).....	32
Figure 3.4 : Présentation de la gamme de siemens.....	33
Figure 3.5 : Automate S7-300.....	34
Figure 3.6 : CPU d'automate S7-300.....	35
Figure 3.7 : Module du S7-300.....	36
Figure 3.8 : module d'alimentation de l'automate S7-300.....	36

Figure 3.9 : rack de l'automate S7-300.....	38
CHAPITRE 4 : Langage de programmation	
Figure 4.1 : Concept n°1 de GEMMA.....	42
Figure 4.2 : Concept n°2 de GEMMA.....	43
Figure 4.3 : Concept n°3 de GEMMA.....	44
Figure 4.4 : GEMMA principale du Système de Graissage.....	46
Figure 4.5 : Les langages basiques du STEP7.....	47
Figure 4.6 : Structure des programmes en STEP7.....	48
Figure 4.7 : Les différents types de la temporisation.....	49
Figure 4.8 : Les différents types du comptage.....	49
Figure 4.9 : Simulation de module.....	50
Figure 4.10 : Vue d'ensemble du progiciel WINCC flexible.....	51
Figure 4.11 : Ecriture des alarmes.....	52
Figure 4.12 : Définition paramètre de liaison.....	53
CHAPITRE 5 : Application sur le système de graissage	
Figure 5.1 : Vue du mode manuelle.....	56
Figure 5.2 : Vue du mode essai local.....	56
Figure 5.3 : Grafcet général du système de graissage.....	57
Figure 5.4: Grafcet de préparation.....	59
Figure 5.5 : Grafcet de mode automatique.....	59
Figure 5.6 : Grafcet de clôture.....	60
Figure 5.7 : Grafcet mode manuel.....	60
Figure 5.8 : Grafcet du mode test.....	61
Figure 5.9 : Grafcet de sécurité.....	61
Figure 5.10 : Configuration de projet (hardware configuration).....	62
Figure 5.11 : Les blocs de programme dans STEP7.....	63
Figure 5.12 : Edition de mnémonique.....	64
Figure 5.13 : La fonction FB2.....	65
Figure 5.14 : La fonction FB1.....	65
Figure 5.15 : Le programme dans OB1.....	66
Figure 5.16 : Pupitre d'HMI.....	67
Figure 5.17 : Liaison entre interface et l'automate.....	67
Figure 5.18 : Liaison MPI entre pupitre et station SIMATIC (l'intégration).....	68
Figure 5.19 : Les variables de notre application dans le WINCC.....	68

Liste des figures

Figure 5.20 : Vue initial.....	69
Figure 5.21 : Passage vue à vue.....	69
Figure 5.22 : Vue définir valeur.....	70
Figure 5.23 : Vue signaux SCC.....	71
Figure 5.24 : Alarme TOR (tous ou rien).....	71
Figure 5.25 : La simulation d’HMI.....	72
Figure 5.26 : La supervision du système de graissage.....	72

Liste des abréviations

API : Automate Programmable industriel.

SIMATIC : Siemens Automatic.

SCC : Salle Commande Centrale.

CC : Commande Centrale.

LP : Local Permission.

LT : Local Test.

LC : Local Commande.

TOR : Tout ou Rien.

CPU : Central Processing Unit.

SM : Module de signaux.

FM : Module de fonction.

MPI : Multi Point Interface.

S7 : STEP7.

CONT : Langage à base de schémas de contacts.

LIST : Le langage de liste d'instructions.

OB : Bloc d'organisation.

FB : Bloc de fonction.

FC : Fonction.

HMI : Interface homme/machine.

Table des matières

DEDECACE	I
REMERCIEMENT	II
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	VII
TABLE DES MATIERES	VIII
INTRODUCTION GENERALE	01
Chapitre I : Description de l'usine de AIN-TOUTA et le système du graissage	
I.1 Introduction.....	04
I.2 Présentation de la cimenterie d'AIN TOUTA (SCIMAT).....	04
I.3 Processus de fabrication du ciment.....	05
I.3.1 Définition du ciment.....	05
I.3.2 Matière première du ciment.....	05
I.3.3 Matière d'ajouts du ciment.....	05
I.3.4 Les étapes de préparation du ciment.....	06
I.4 Présentation le système du graissage.....	09
I.4.1 Description général.....	09
I.4.2 Les unités du système.....	09
I.4.3 Principe d'opération.....	11
I.4.4 Principe d'opération d'un cycle.....	11
I.4.5 Condition de démarrage/d'opération/d'arrêt.....	11
I.5 Identification des éléments de l'unité de graissage.....	14
I. 6 Les défauts et les alarmes du système de graissage.....	17
I.7 Conclusion.....	17
Chapitre II : Supervision Industrielle	
II.1 Introduction.....	19
II.2 Définitions de la supervision.....	19
II.3 Architecture de la supervision.....	20
II.4 Objectif de la supervision.....	21
II.5 La fonction de la supervision.....	21
II.5.1 Les outils de supervision dans l'industrie.....	21

II.5.2	Principales fonctionnalités des outils de supervision.....	22
II.6	Les systèmes de supervision.....	25
II.7	Technique de la supervision.....	25
II.8	Conclusion.....	28

Chapitre III : L'automate programmable

III.1	Introduction.....	30
III.2	Généralité sur l'automate programmable industriel.....	30
III.2.1	Définition général d'un automate programmable industriel.....	30
III.2.2	Principe de fonctionnement d'un API.....	30
III.2.3	Architecture industrielle.....	31
III.3	Les automate Siemens.....	32
III.4	l'automate S7-300.....	33
III.4.1	Définition.....	33
III.4.2	Architecture d'automate S7-300.....	33
III.5	Conclusion.....	39

Chapitre IV : Langage de programmation

IV.1	Introduction.....	41
IV.2	GEMMA.....	41
IV.2.1	Généralité sur le GEMMA.....	41
IV.2.2	Concepts de base du GEMMA.....	41
IV.2.3	Analyse des boucles opérationnelles de GEMMA (système de graissage).....	45
IV.3	Le STEP 7.....	46
IV.3.1	Définition du logiciel.....	46
IV.3.2	Les langages de programmation.....	47
IV.3.3	Les principes de base de la programmation dans STEP7.....	47
IV.4	WINCC flexible.....	50
IV.4.1	Eléments de WINCC flexible.....	50
IV.4.2	Les principes de base du WINCC Flexible.....	51
IV.4.2.1	Description de l'interface de WINCC Flexible.....	51
IV.5	Conclusion.....	53

Chapitre V : Application sur le système de graissage

V.1	Introduction.....	55
V.2	Cahier de charge.....	55
V.3	Programmation dans STEP7.....	61

Table des matières

V.3.1	Configuration matérielle.....	61
V.3.2	Le tableau de mnémonique.....	63
V.4	Création de station HMI.....	66
V.4.1	Déclaration les variables.....	68
V.4.2	Création du vue.....	68
V.4.3	La simulation de projet à l'aide de WINCC flexible.....	71
V.5	Conclusion.....	73
	CONCLUSION GENERALE.....	75
	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	77



INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Les systèmes automatisés sont composés de plusieurs éléments conçus pour effectuer un ensemble de tâches programmées. Ils simplifient, sécurisent et rend moins pénibles les tâches de production ou de la vie courante. Les systèmes automatisés ont des fonctions précises, ils exécutent des tâches afin d'obtenir un résultat prévu à l'avance.

Il serait judicieux de constater que les sociétés de l'industrie ont de plus en plus tendance à automatiser leurs lignes de production. Cela découle de leur persuasion quant à l'efficacité des systèmes automatisés par rapport aux méthodes traditionnelles employées autrefois.

C'est dans cette optique que s'est inscrit le projet de fin d'études que nous avons réalisé au sein de l'entreprise Algérienne SCIMAT, société spécialisée dans le domaine du ciment.

L'objectif de ce travail est de faire une étude sur le système de graissage d'un four rotatif du ciment à base d'automate programmable industriel (API) de la gamme SIEMENS S7-300. Le choix de ce type d'application en premier lieu, est de connaître l'état de l'art de ce système, ensuite d'aborder une étude technique de son fonctionnement.

Ce travail est présenté comme suit :

- Le premier chapitre contient dans la première partie une description générale sur la cimenterie d'AIN-TOUTA (SCIMAT) et le processus de fabrication du ciment et dans la deuxième partie une présentation détaillée sur le système choisit, le système de graissage d'un four rotatif.
- Le deuxième chapitre est dédié à la supervision industrielle d'une façon plus détaillée : les objectifs, les fonctionnements des outils et les différentes techniques de la supervision.
- Le troisième chapitre est consacré à la description des automates programmables industriels d'une façon générale et d'une manière plus détaillée de l'automate SIEMENS S7-300.
- Ensuite dans le quatrième chapitre on va présenter les différents logiciels choisis pour faire la programmation. On commence par le STEP7 qui sert à programmer l'automate (PLCsim) à partir d'un guide graphique appelé le GEMMA, puis le WINCC Flexible qui

nous permet de concevoir une interface pour la visualisation du système de graissage en temps réel.

- Le cinquième chapitre sera sur la validation des programmes, simulation et supervision du fonctionnement du système de graissage.

Enfin, on termine par une conclusion générale.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DE

L'USINE D'AIN TOUTA

ET LE SYSTÈME DU

GRAISSAGE

I.1 Introduction

L'industrie cimentière c'est engagée au cours de ces dernières années dans d'importants investissements de telle sorte à augmenter et diversifier la production afin de satisfaire le besoin croissant du marché et réduire l'impact de la forte concurrence.

Pour atteindre cet objectif le groupe GICA a opté pour la mise en place des technologies rigoureuses et efficaces en se dotant des outils de dernière adaptés.

I.2. Présentation de la cimenterie d'AIN TOUTA(SCIMAT)

La société des ciments d'Ain-Touta SCIMAT est une entreprise de fabrication et ventes des ciments. Elle fait partie du Groupe Industriel des ciments de l'Algérie GICA, figure 1.1.

La cimenterie d'AIN TOUTA est implantée sur l'axe routier Ain TOUTA-BARIKA (route nationale N°28). Elle est située à 51 Km à l'Ouest de BATNA ,15 km à l'Ouest d'AIN-TOUTA et 33 km à l'Est de BARIKA. Elle est desservie par une rocade ferroviaire d'où son approvisionnement en gypse et minerais de fer. [1]

La cimenterie d'AIN-TOUTA fut construite à la fin des années 83. En 1989, l'usine utilise le procédé de fabrication à voie sèche intégrale avec une capacité annuelle 1 million de tonne, la conduite de l'unité peut se faire d'une manière automatique, semi-automatique ou manuelle.

Elle comporte des ateliers de : concassage, broyage, stockage de la farine, cuisson, stockage du clinker, broyage des combustibles, broyage du ciment, ensachage et expédition du ciment. La conduite de l'unité peut se faire d'une manière automatique, semi-automatique ou manuelle.



Figure 1.1 : l'usine de AIN-TOUTA [1]

I.3 Processus de fabrication du ciment

I.3.1 Définition du ciment

Le ciment est un produit industriel fabriqué par broyage et mélange du clinker et d'ajouts (gypse ou autres). Le clinker qui est le principal constituant des ciments est un produit semi-fini obtenu par la cuisson d'un mélange de matières premières (généralement calcaire et argile) à haute température (1450 ° C).

Ce mélange des matières premières est broyé finement avant la cuisson pour obtenir une "farine crue" qui doit contenir certains composants (éléments chimiques) dans des proportions bien définies [2].

Il existe un grand nombre de catégories de ciment, la plus connue d'entre elle est celle des ciments Portland qui, en fait, regroupe deux catégories normalisées [3] :

-Le Ciment Portland Artificiel : CPA

-Le Ciment Portland Composé : CPJ (35, 45,55)

I.3.2 Matière première du ciment

Les matières premières qui rentrent dans la fabrication du Ciment sont essentiellement de calcaire et d'argile ou de toute matière renfermant essentiellement de la chaux (CAO), de la silice (SiO₂), de l'alumine (Al₂O₃), et de l'oxyde ferrique (Fe₂O₃) (figure 1.2) [2].

I.3.3 Matière d'ajouts du ciment [3]

Gypse : son rôle est de régulariser le temps de prise du ciment.

Calcaire : Ajout qui diminue la résistance du ciment.

Matière de correction : Les matières de correction sont en général : le sable et les minerais de fer, elles sont ajoutées à la matière crue.

Pouzzolane : une matière volcanique, et spécialement utilisée pour la fabrication de tous les types du ciment commercialisé sauf pour le CPJ35.

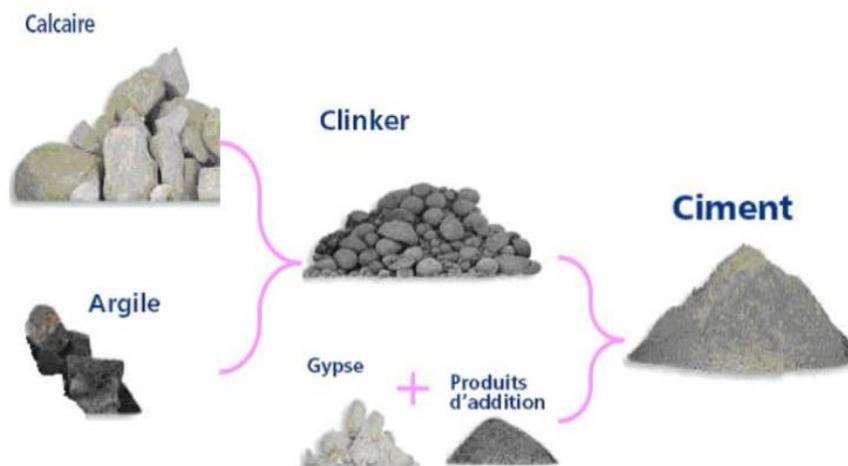


Figure 1.2: Les éléments qu'entrent dans la constitution de ciment [2]

I.3.4 Les étapes de préparation du ciment

L'obtention du ciment est résumée et schématisé sur la figure 1.3.



Figure 1.3 : schéma d'obtention du ciment [2]

Ce diagramme synoptique résume tous les procédés de fabrication du ciment.

Les procédés de fabrication du ciment sont décrits par le diagramme synoptique présenté sur la figure 1.4.

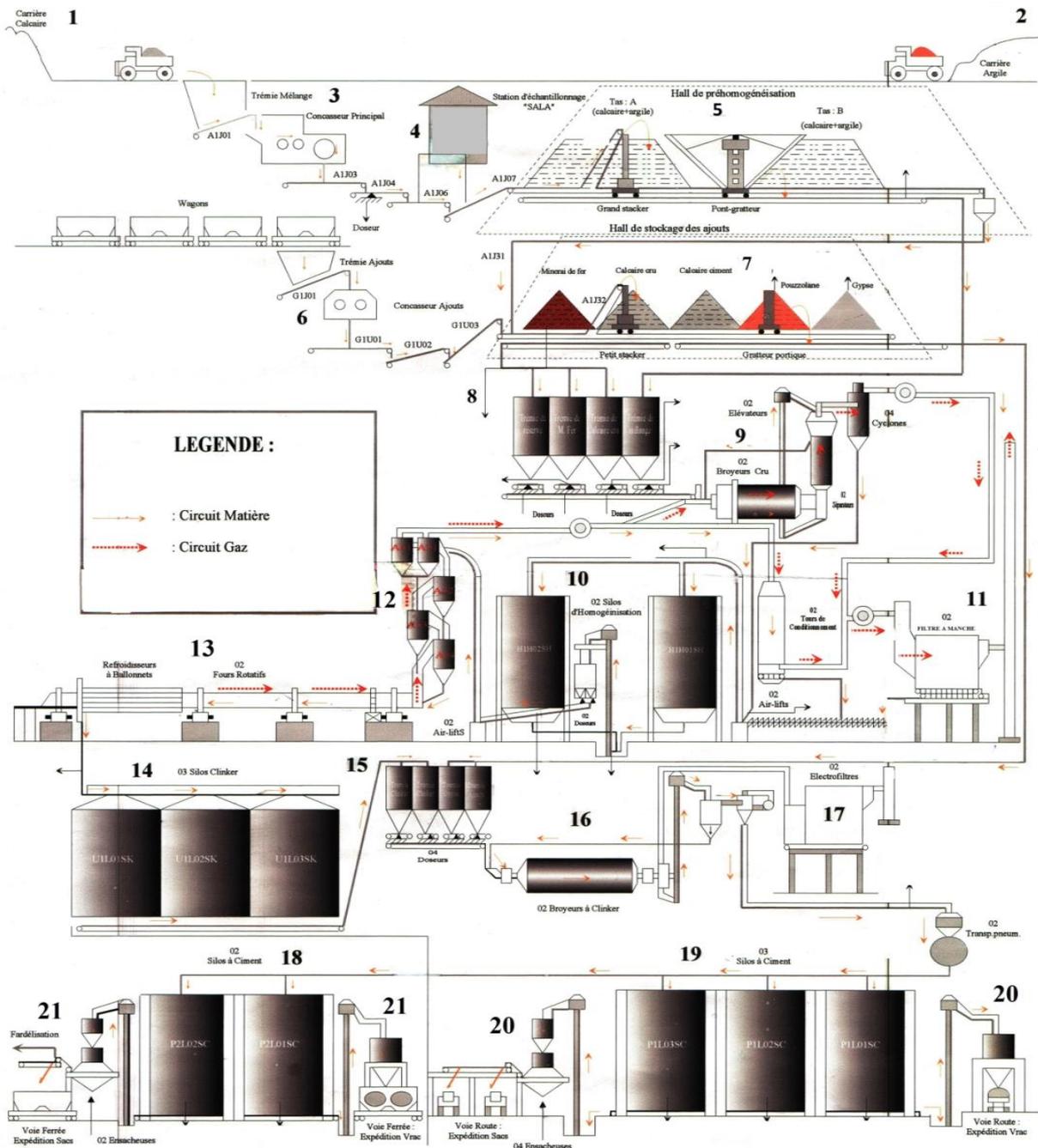


Figure 1.4 : les procédés de fabrication du ciment [2]

Le tableau 1.1 ce représente la légende de ce diagramme

1	Carrière calcaire.	12	Cyclones.
2	Carrière argile.	13	Fours rotatifs.
3	Concasseur principal des matières premières.	14	Silos stockage de clinker.
4	Salle d'échantillonnage.	15	Trémie de clinker et ajouts ciment (tuf, pouzzolane, laitier et cal).
5	Hall de pré homogénéisation.	16	Transporteur d'air chaud.
6	Concasseur des ajouts.	17	Electro-filtre.
7	Hall de stockage des ajouts.	18	Silos à ciment (voie route).
8	Trémie des dosages-mélange (cal + arg) et ajout cru (M de fer +cal +sable).	19	Silos à ciment (voire ferrée).
9	Broyeurs cru.	20	Expédition voir route (sac et vrac).
10	Silo d'homogénéisation (farine cru).	21	Expédition voir ferrée (sac et vrac).
11	Electro-filtre.		

Tableau 1.1 : Légende de diagramme de fabrication du ciment [2]

I.4 Présentation du système de graissage

Pour produire le ciment on a besoin de plusieurs outils et moyens qui nous facilite cette opération, on peut citer le four qui est géré par une couronne et pour protéger cette couronne, il faut la lubrifier pour diminuer la friction. Dans cette partie nous allons présenter le système de graissage et les différents éléments dont il a besoin.

I.4.1 Description général

Les équipements de graissage par vaporisation sont utilisés pour le graissage du réducteur circulaire et du pignon du four rotatif. Ces équipements garantissent une quantité uniforme et une application égale du lubrifiant.

I.4.2 Les unités du système [2]

- 1) Deux tonneaux de graisse pour le système A et le système B.
- 2) Deux stations de pompage pour pomper la graisse dans les distributeurs de graisse.
- 3) Panneau de contrôle d'air qui contient deux vannes d'air pour les deux systèmes.

La figure 1.5 représente la chambre du graissage.

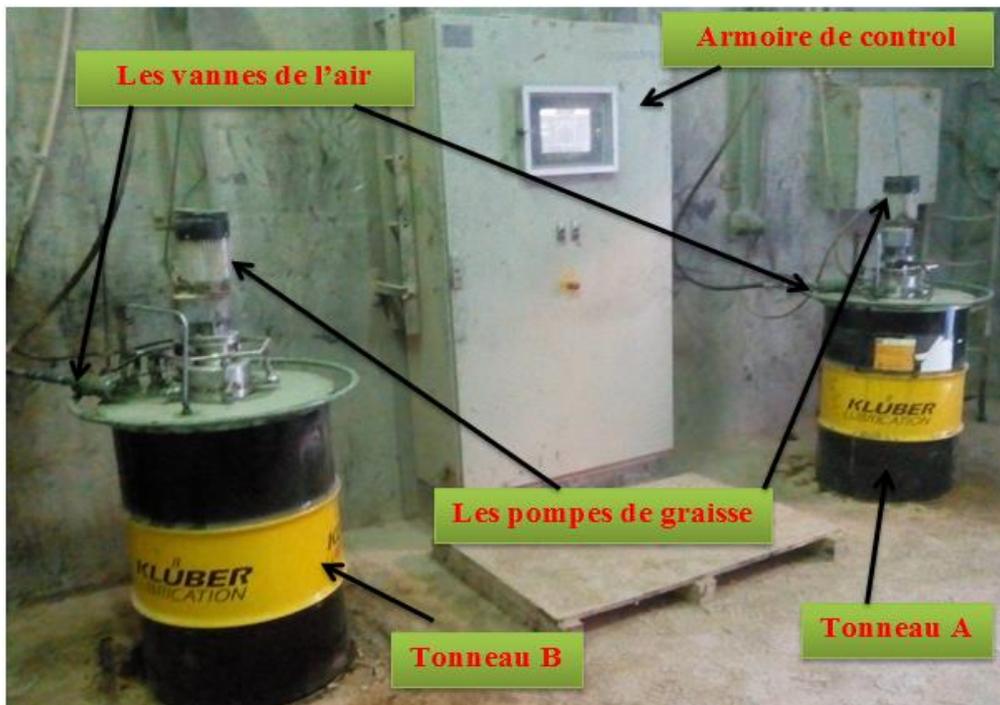


Figure 1.5 : La chambre du graissage [2]

- 4) Des grus d'opération manuelle sont placés au-dessus des pompes de tonneau, afin de soulever les pompes lors des remplacements de tonneau ou de la révision des pompes.
- 5) Armoire de commande.

La figure 1.6 représente l'automate utilisé dans l'armoire de commande.



Figure 1.6 : l'automate utilisé dans l'armoire

6) Panneau de vaporisation : contient quatre distributeurs de graisse pour vaporiser la graisse, deux indicateurs de pression pour indiquer que la graisse est compressée dans les distributeurs et des câbles électriques pour les signaux venant des panneaux de graissage vers l'armoire de commande sont raccordés par moyen de deux connecteurs multiple X5 et X8, situés sur les panneaux de vaporisation, figure 1.7 [2].

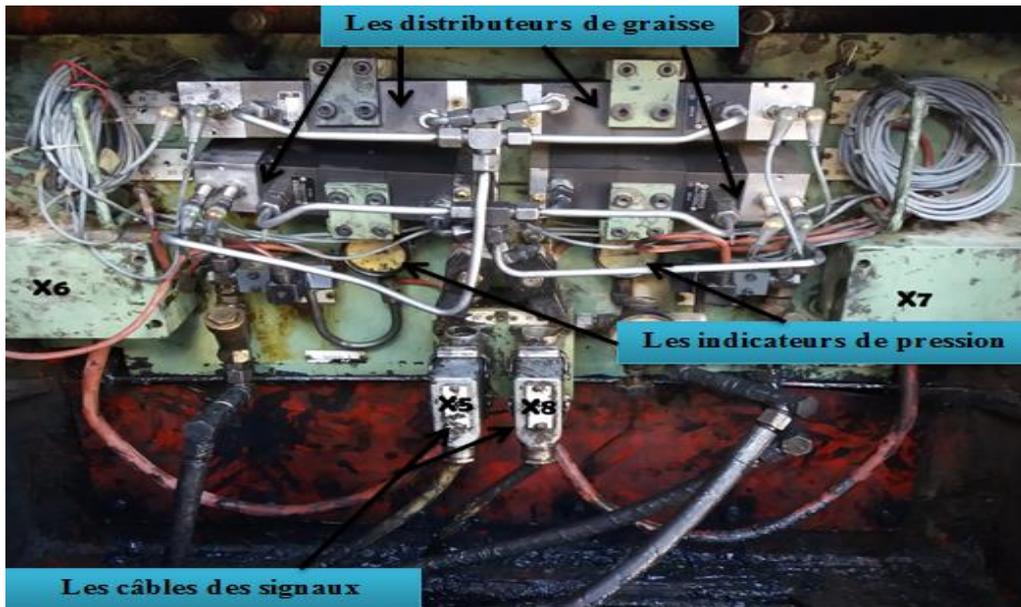


Figure 1.7 : Panneaux de vaporisation

I.4.3 Principe d'opération

Pendant la phase de démarrage qui dure 20 minutes, les systèmes A et B sont activés en continu. La quantité d'huile utilisée est $8 \text{ cm}^3/\text{cm}^*\text{h}$ par système.

Quand la période de 20 minutes est terminée, les systèmes A et B sont contrôlés de telle façon que le système A est activé huit fois et le système B une fois.

Le système bascule automatiquement sur la quantité de lubrifiant sélectionnée, qui est définie par échelons à partir de $1,25$ à $16 \text{ cm}^3/\text{cm}^*\text{h}$. La quantité de lubrifiant est choisie depuis la visualisation de contrôle.

Pour des raisons de sécurité il y a deux systèmes de vaporisation, A et B. En cas de défaut dans un des systèmes, l'autre système prend la relève automatiquement en attendant que le défaut soit corrigé.

I.4.4 Principe d'opération d'un cycle

Un cycle est composé de vaporisation, de remplissage et de pause. De cette façon la vaporisation toujours appliqué d'abord, dès que le système démarre.

Les gicleurs sont nettoyés par soufflage lors de l'arrêt du système afin d'assurer qu'ils ne soient pas colmatés par le lubrifiant en cas d'arrêt de longue durée. Le système A est

nettoyé par soufflage pendant 10 secondes en premier, ensuite le système B est nettoyé de la même façon par soufflage pendant 10 secondes.

I.4.5 Condition de démarrage/d'opération/d'arrêt

A. Condition de démarrage

Le démarrage est réaliser en donnant le signal 'commande démarrage ' à partir du contrôle central, à condition que le 'unité prête' soit présent.

B. Conditions d'opération

'Commande démarrage' doit être présent pendant l'opération.

C. Conditions d'arrêt

Il y aura arrêt dans les conditions suivantes :

1. 'Commande démarrage ' depuis le contrôle central disparaît.
2. 'Unité prêt' disparaît.

Le tableau 1.2 explique les différents signaux entre la salle contrôle central (SCC) et l'armoire de commande.

SCC	LES SIGNAUX	
Signaux numérique Vers SCC	Unité prête	1, quand : Tous les verrouillages d'alarme 2 sont en place. Unité prêt =0, quand : Une alarme 2 (alarme qui provoque l'arrêt de l'unité) est présente ou l'unité est en mode permission locale.
	Unité démarrée	1, quand : L'unité est démarrée. (signal de retour).
	Unité en opération	1, quand : L'unité a été en marche pendant un cycle (180 sec, à partir du démarrage). (Verrouillage avec autres machines).
	Signal d'alarme	0, quand : Une alarme préliminaire est présente.
Signaux numériques depuis SCC	Perm. Locale de réglage	Permission local = 1, permet, Le contrôle de l'unité depuis le tableau de contrôle local.
	Commencez la commande	1 = Démarrage 0 = Arrêt

Tableau 1.2 : les différents signaux entre contrôle central et l'armoire de commande [2].

I.5 Identification des éléments du système de graissage

1) Les distributeurs de graisse (pré actionneurs)



Figure1.8 : Distributeur de graisse [5]

On a quatre distributeurs dans le Panneaux de vaporisation pour vaporiser la graisse, le fonctionnement de ce distributeur comme suite :

Dans le mode de remplissage (la figure 1.9), le piston de refoulement(5) est placé dans la position finale correcte par l'huile de lubrification qui est connectée à la conduction (A). Si de l'air comprimé est fourni pour la connexion (B), le piston d'air (1) et le piston de commande (3) sont poussés dans la participation finale correcte.

Pour ce faire, le piston de commande (3) est séparé par la zone de dosage (4) de l'alimentation en lubrifiant (A) reliée à la buse de pulvérisation (2). Comme le piston n'est pressé qu'au refoulement (5) seulement du côté droit avec la pression d'entrée, le fluide lubrifiant est déplacé dans la zone de dosage pour pulvériser le NOZZELE (2).

Après la coupure de l'air comprimé, les pistons (1 et 3) sont repoussés dans leur position initiale par un ressort de pression. La zone de dose (4) est à nouveau connectée à l'alimentation en lubrifiant (A). Un nouveau cycle de pulvérisation peut être commencé [5].

Un piston de surveillance (6) est fixé sur le piston de dosage (5), le piston de surveillance amortit la position finale correspondante d'un interrupteur de proximité (7 ou 8).

Les interrupteurs de proximité sont des capteurs indicatifs.

(7) : Indique que le distributeur est plein, (8) : Indique que le distributeur est vide.

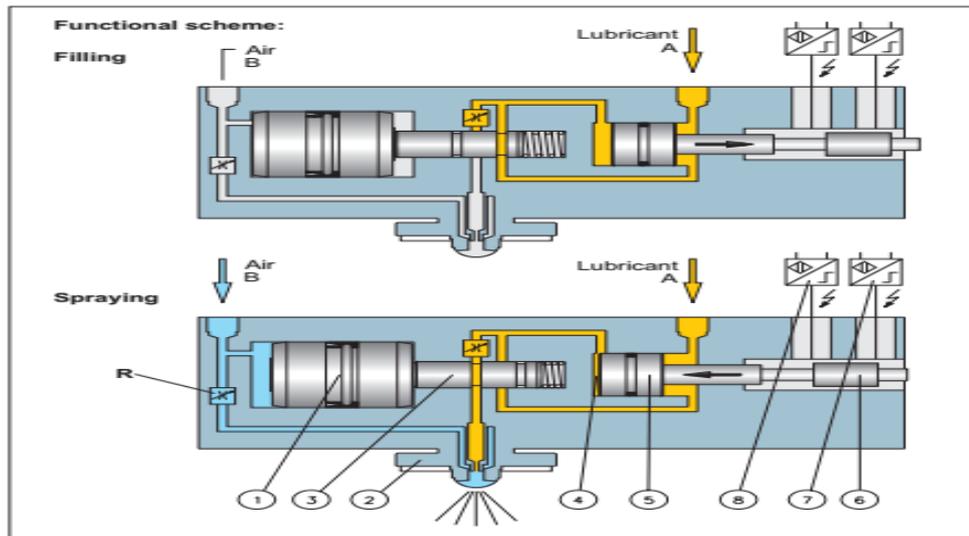


Figure 1.9 : Description fonctionnelle pour le distributeur [5]

2) Les vannes pneumatiques Tout Ou Rien (TOR) : (actionneurs)

On a deux vannes Tout ou Rien (TOR) pour l'utilisation d'air chaqu'une dans un système (A, B).

Une vanne « TOR » est utilisée pour contrôler le débit des fluides en tout ou rien.

Elle exécute une action discontinue qui prend deux positions ou deux états 0 et 1, c'est-à-dire ouverte ou fermée (figure 1.10).

Les vannes tout ou rien sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie ou la pression de la régulation n'est pas importante [7].



Figure 1.10 : Vanne pneumatique [7]

3) Les pompes hydrauliques (actionneurs)

Deux pompes hydrauliques pour transporter la graisse du tonneau (A, B) aux distributeurs. La graisse est mise en mouvement par une roue entraînée par un moteur, Le moteur est refroidi par un ventilateur (figure 1.11) [6].



Figure 1.11 : Pompe hydraulique

4) Indicateur de pression :

Un indicateur de pression est employé pour la mesure de pression d'air (figure 1.12).

On peut résumer le fonctionnement d'un indicateur de pression comme suit :

La pression du milieu agit directement sur le tube du bourbon dont l'extrémité libre fait tourner l'indicateur [4].



Figure 1.12 : Indicateur de pression [4]

I.6 Les défauts et les alarmes du système de graissage

Les alarmes sont divisées en deux groupes :

- ❖ Alarme 1 : alarme d'avertissement préliminaire.
- ❖ Alarme 2 : alarme d'arrêt du système de graissage.

L'alarme 1 se déclenche lorsqu'un évènement de cette liste est actif.

- ✓ La permission locale est annulée à partir du Control Display.
- ✓ Défaut dans le système A.
- ✓ Défaut dans le système B.
- ✓ Niveau de graisse du tonneau du système A trop bas.
- ✓ Niveau de graisse du tonneau du système B trop bas.

L'alarme 2 se déclenche lorsqu'un évènement de cette liste est actif.

- ✓ Un arrêt d'urgence est activé.
- ✓ La pression d'air comprimé est tombée en dessous du niveau minimal.
- ✓ Les deux systèmes A et B ont échoués.

I.7 Conclusion

Nous avons présenté dans la première partie de chapitre une vue générale sur l'usine de la cimenterie d'Ain-Touta, commence par carrière et concassage de matières premières jusqu'à la sortie de ciment (l'expédition).

Et dans la deuxième partie une description détaillée sur le système de graissage d'un four rotatif et son fonctionnement sont présenté.



CHAPITRE II

SUPERVISION

INDUSTRIELLE



II.1 Introduction

Un des principaux objectifs dans le domaine industriel est l'optimisation du temps de fonctionnement des processus de production. La supervision efficace des processus constitue une partie de la solution pour augmenter ce temps de fonctionnement. Le système de supervision permet aux opérateurs de résoudre le problème rapidement, le temps de redémarrage s'en trouve alors réduit, et le temps d'opération optimisé.

Cependant, la supervision de processus complexes implique l'acquisition, la gestion, et la visualisation d'une grande quantité d'informations.

Dans ce chapitre on donne un aperçu sur l'état de l'art de la supervision et de sa nécessité dans les systèmes industriels et aussi on introduit quelques définitions utiles dans le domaine de la supervision et du diagnostic.

II.2 Définitions de la supervision

La supervision est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisé. Elle concerne l'acquisition de données (mesure, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmable [8].

La supervision est d'un niveau supérieur et qui superpose à la boucle de commande, elle assure les conditions d'opérations pour les quelles les algorithmes d'estimation et de commande ont été conçus. Parmi les taches principales de la supervision se trouve la surveillance, l'aide à la décision, le diagnostic et la détection [11].

Elle joue des rôles différents selon que l'on est en fonctionnement normal ou anormal de l'exécution:

- ❖ Dans le cas de fonctionnement normal, elle prend les dernières décisions en temps réel correspondant aux degrés de liberté exigés par la flexibilité décisionnelle.
- ❖ Dans le cas de fonctionnement anormal, comme l'apparition d'une défaillance, elle prend les décisions nécessaires pour assurer le retour vers un fonctionnement normal.

La supervision permet de visualiser en temps réel l'état d'évolution d'une installation automatisée, afin que l'opérateur puisse prendre, le plus vite possible, les décisions permettant

d'atteindre les objectifs de production [10].

La figure 2.1 représente le poste de pilotage d'une supervision.



Figure 2.1 : Poste de pilotage d'une supervision SCIMAT

II.3 Architecture de la supervision

La figure 2.2 représente un schéma général des tâches d'un système de supervision.

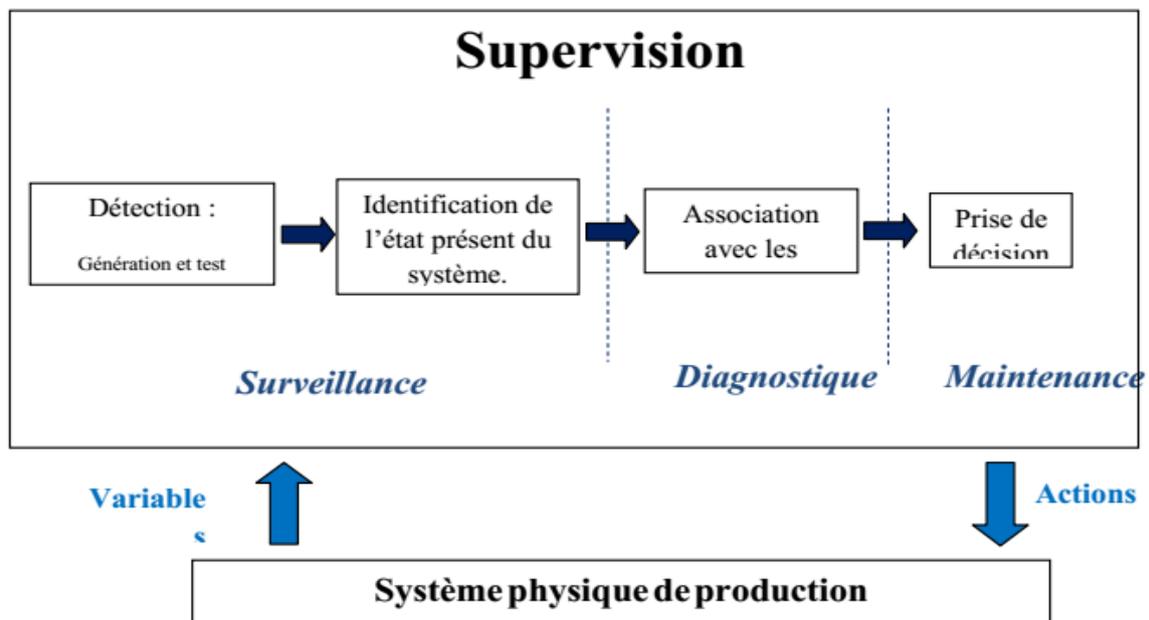


Figure 2.2 : Architecture général de système de supervision en ligne

II.4 Objectif de la supervision

La supervision a pour objectif le contrôle de l'infrastructure informatique. Cela s'explique simplement par le fait qu'il s'avère particulièrement difficile de maintenir une infrastructure de production sans en connaître les moindres recoins. Il est nécessaire d'avoir la visibilité sur l'ensemble du travail par informatique à gérer. De cette manière, il est alors possible de parler de garantie de service.

La supervision nous permet aussi d'agir préventivement, c'est-à-dire d'anticiper les incidents sur le parc. En effet, il est possible de positionner des alertes reposant sur des seuils. Il devient alors très simple de prévenir des crashes de machines dont la capacité disque deviendrait trop faible. Il en est de même pour toutes sortes d'indicateurs de performances qui justifient l'état de bon fonctionnement des serveurs. Les outils de supervision vont nous permettre de visualiser l'état de santé de notre parc, ce qui est très souvent apprécié par les entités dirigeantes des entreprises [8].

L'homme et la machine ont besoin de communiquer pour [12]:

- Réaliser les programmes et les mises au point de machine.
- Effectuer les changements de formats ou de produits sur une ligne de fabrication.
- Piloter la machine en phase d'exploitation.
- Intervenir au niveau sécurité ou maintenance.
- Gérer la fabrication, la disponibilité, la maintenance.

II.5 La fonction de la supervision

II.5.1 Les outils de supervision dans l'industrie

Parmi les outils de supervision du marché les plus souvent utilisés [9]:

InTouch, InContro (Wonderware) 

Monitor Pro, Vidjeo Look, Citect (Schneider) 

SimaticWincc (Siemens) 

Panorama (Codra, Europ Supervision) 

Top Kapi (AREAL) 

Control Maestro, Wizcon (PC Soft International) 

II.5.2 Principale fonctionnalités des outils de supervision

Actuellement, les outils de supervision sont utilisés par la plupart des industries manufacturières pour leurs fonctions intégrées dont les principales sont : la gestion d'une base de données temps réel, la communication, Historisation du procédé, le gestionnaire d'alarmes, la fonction vue synoptique et courbe.

A. Gestion d'une base de données temps réel : Cette fonction est la fonction essentielle d'un superviseur. Cette base de données doit être gérée en temps réel sur toutes les données de différentes natures requises. Ces données peuvent être liées directement à des équipements physiques, aux résultats d'un module de calcul intégré dans le superviseur.

B. Communication : Cette fonction est une fonction fondamentale notamment pour les industries automatisées et difficile à réaliser, car les communications sont multiples.

La communication est possible sous différentes forme [13] :

- Local au poste de supervision.
- Externe avec les équipements industriels.
- Communication avec la base de données.
- Entre différents composants de la supervision.

C. Historisation du procédé [15] :

- Permet la sauvegarde périodique de grandeurs et d'événements horodatés.
- Fournit les outils de recherche dans les données archivées.
- Fournit la possibilité de refaire fonctionner le synoptique avec les données archivées.

La figure 2.3 représente un exemple sur la historisation du procédé.



Figure 2.3 : Exemple sur la historisation du procédé

D. Alarme [15] :

- Calcule en temps réel les conditions de déclenchement des alarmes
- Affiche l'ensemble des alarmes selon des règles de priorité
- Donne les outils de gestion depuis la prise en compte jusqu'à la résolution complète.
- Assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme.

La figure 2.4 représente un exemple sur les alarmes.



Figure 2.4 : Vue sur les alarmes

E. Synoptique : Fonction essentielle de la supervision, fournit une représentation synoptique, dynamique et instantanée de l'ensemble des moyens de production de l'unité, figure 2.5 [15].

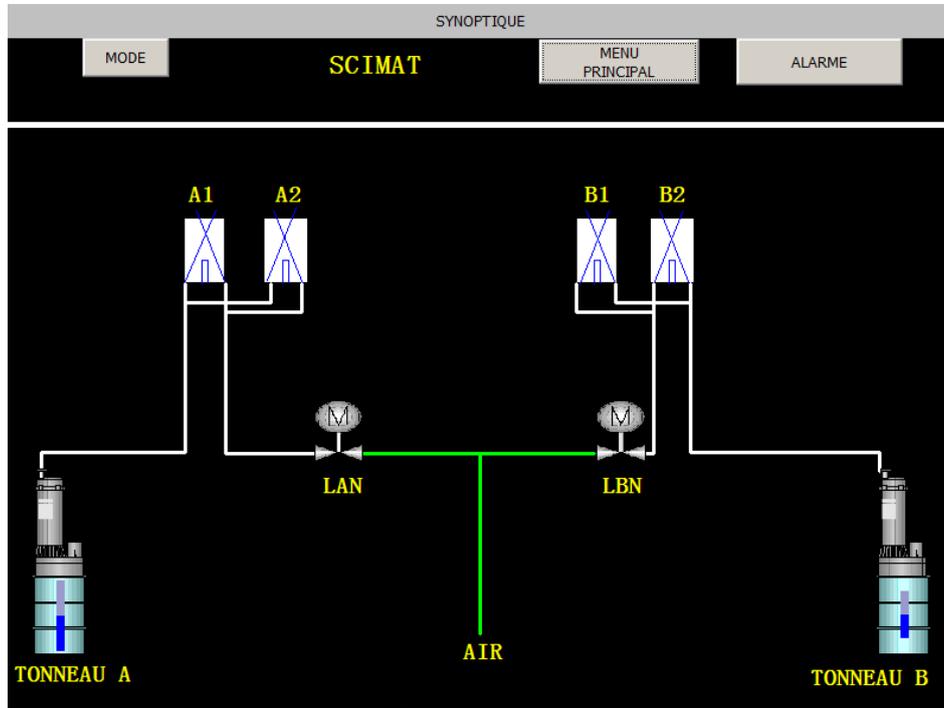


Figure 2.5 : Synoptique de système du graissage (SCIMAT)

F. Courbes [15] :

- Donne une représentation graphique de différentes données du processus.
- Donne les outils d'analyse des variables historiées.

La figure 2.6 représente un exemple sur les courbes dans la supervision.

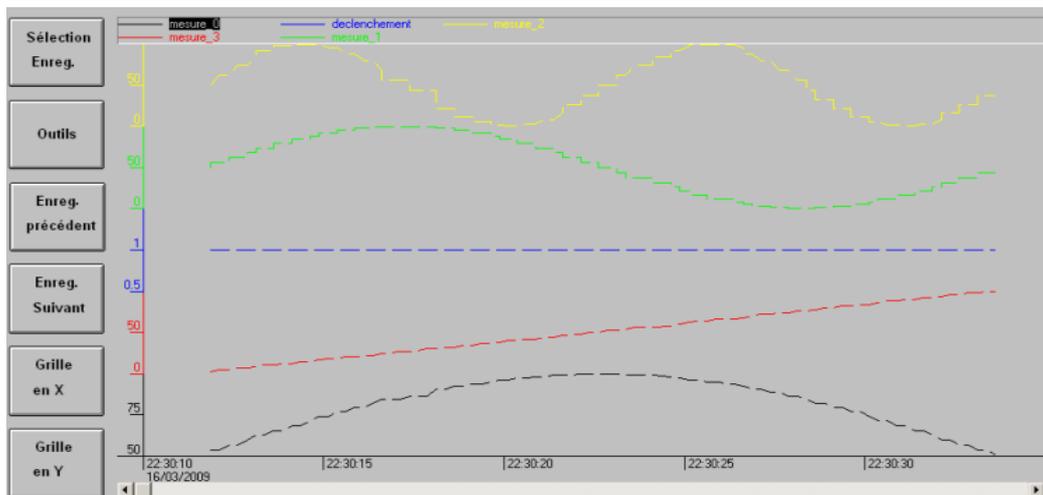


Figure 2.6 : Exemple sur les courbes dans la supervision

II.6 Les systèmes de supervision

Un système de supervision peut être représenté par le rattachement des différents modules comme montre la figure 2.7.

- L'aide à la décision : en temps réel le système propose à l'opérateur un ensemble d'action possible le choix proprement dit reste générale effectué par l'opérateur.
- Les simulateurs de décision : ils permettant de projeter dans le futur les répercussions d'une action ; l'opérateur peut alors évaluer la pertinence de la mesure qu'il comptait prendre. Ces simulations sont basées sur des modèles comportement du processus supervisé.
- Une base d'expérience : qui permet de mémoriser des situations les modèles de comportement les paramètres variable qui interviennent sur la simulation.

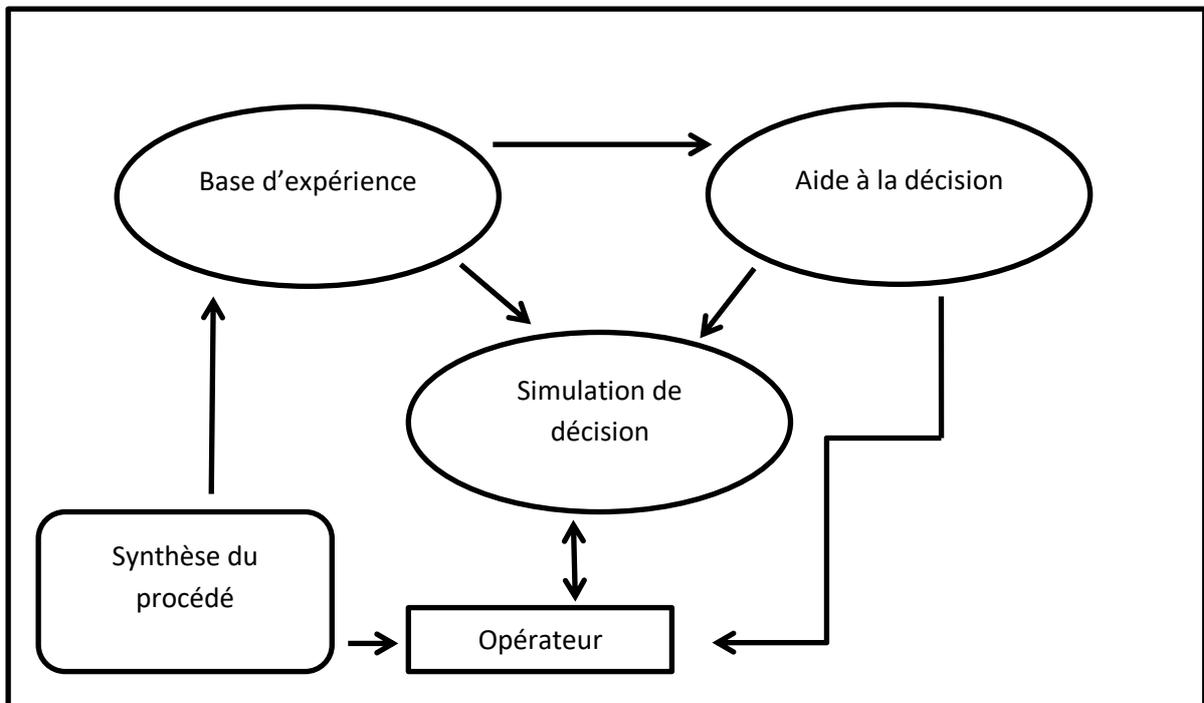


Figure 2.7 : Modules essentielle d'un système de supervision

II.7 Technique de la supervision

Pour concevoir un système de supervision on a besoin de maîtriser les techniques suivantes [14].

1) Acquisition de données

Acquisition de données est la première étape de la supervision, tel que, elle consiste à recueillir, à valider et à assurer l'acheminement des informations sur l'état du système jusqu'au

poste de pilotage, cette tâche est exécutée sans interruption et à chaque instant, ces opérations impliquent l'utilisation des capteurs permettant de mesurer les différentes variables du processus. Ces informations seront utilisées dans des relations de résidus pour accomplir l'étape de détection [14].

2) Surveillance

La surveillance utilise les données provenant du système pour représenter l'état de fonctionnement puis en détecter les évolutions. La surveillance intervient en phase d'exploitation bien qu'elle soit prise en compte dès la phase de conception [16].

Nous distinguons, deux types de surveillance : la surveillance de la commande et la surveillance du système opérant.

- Surveillance de la commande : Basée sur la notion de filtre de commande, elle permet de vérifier que les ordres émis sont conformes à l'état de la partie opérative.
- Surveillance du système opérant : Elle a en charge la surveillance des défaillances du procédé qui situé, dans le cadre de la sûreté de fonctionnement.

La figure 2.8 présente les différents types de surveillance.

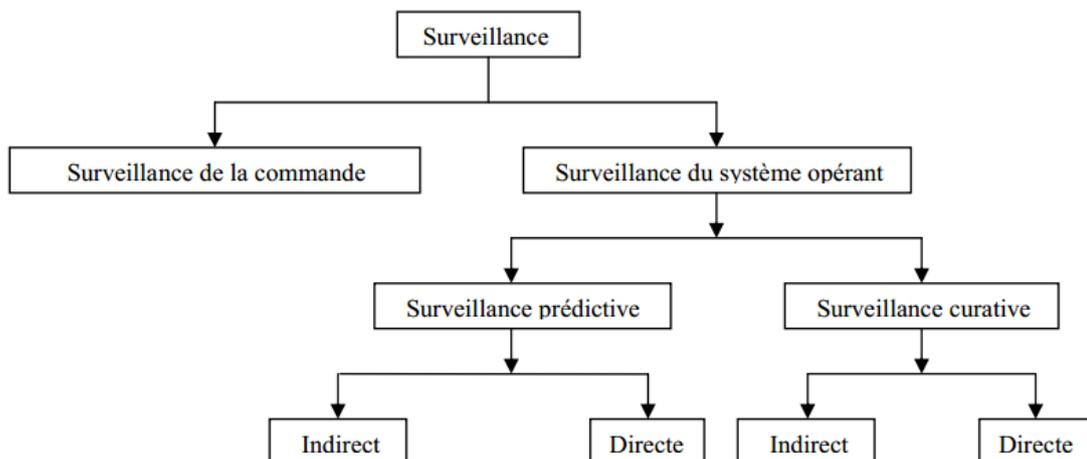


Figure 2.8 : Différents type de surveillance

- Surveillance prédictive : La surveillance prédictive peut être directe ou indirecte, le principe de la surveillance prédictive directe est fondé sur l'analyse des signaux, l'analyse des données et sur l'étude des processus stochastiques pour connaître l'état réel de l'élément et

évaluer sa durée de vie restante. La surveillance prédictive indirecte prend en compte tous les types de matériels ayant des défaillances se manifestant par une baisse de la qualité ou de la quantité des produits fabriqués [17].

- Surveillance curative : Elle comporte deux fonctions : la détection et le diagnostic. La détection est fortement dépendante de la contrainte temps réel, son rôle est d'analyser le comportement de la partie opérative pour générer des symptômes en cas de dysfonctionnement [17].

Le diagnostic est basé sur un mécanisme constitué de deux étapes : la première étape consiste en une localisation du sous-système fonctionnel défaillant, à partir de symptômes signalés par la détection.

La deuxième étape permet l'identification des causes premières des défaillances ainsi que l'analyse de leurs conséquences.

3) Diagnostic

Cette étape consiste à partir des défauts détectés, de localiser l'élément défaillant et d'identifier la cause qui a provoqué ce défaut, on appelle signature d'un défaut l'effet de celui-ci sur un ou plusieurs résidus.

4) Aide à la décision

L'aide à la décision consiste à aider l'opérateur à prendre la bonne décision devant toute situation, et cela en proposant une liste d'actions qui pourraient restaurer les grandeurs optimales du système.

Dans un système d'aide à la décision, l'opérateur est toujours maître de la situation, le système d'aide à la décision n'agit jamais, il informe et conseille seulement, de ce fait le système ne calcule pas une valeur précise, mais propose plutôt quel moyen d'action doit être exécuté.

5) Maintenance

La maintenance est l'étape qui intervient généralement après l'étape de prise de décision elle consiste à maintenir ou à restaurer les performances des composants ou du système d'une façon globale, pour l'accomplissement de sa tâche requise, ces activités sont une combinaison

d'activités, administratives et de gestion.

II.8 Conclusion

La supervision joue un très grand rôle dans la sécurité du personnel ainsi que sur l'environnement, et ce, en détectent la moindre dégradation qui pourrait affecter le bon fonctionnement du système.



CHAPITRE III

L'AUTOMATE

PROGRAMMABLE



III.1 Introduction

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial a une situation finale se fait sans intervention humaine, et que ce comportement est répétitif chaque fois que les conditions qui caractérisent la situation initiale sont remplies.

Les plateformes d'implémentation sont souvent composées d'automates programmables industriels (API) notamment pour leur facilité d'intégration et pour leur robustesse de fonctionnement. L'utilisation de ces API nécessite des méthodes de programmation basées sur la standardisation des langages de programmation.

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables SIEMENS à structures modulaire essentiellement le S7-300.

III.2 Généralités sur l'automate programmable industriel

III.2.1 Définition général d'un automate programmable industriel

L'Automate Programmable Industriel (API) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré-actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique [19].

Il peut être directement connecté aux capteurs et pré actionneurs grâce à ses entrées/ sortie industrielles.

Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.).

Enfin, sa programmation à partir des langages spécialement développés pour le traitement des fonctions d'automatismes facilitent son exploitation et sa mise en œuvre.

III.2.2 Principe de fonctionnement d'un API

L'automate programmable reçoit des données par ses entrées, celles-ci sont ensuite traitées par un programme défini, le résultat obtenu étant délivré par ses sorties, figure 3.1. Ce cycle de traitement est toujours le même, quel que soit le programme, néanmoins le temps d'un cycle d'API varie selon la taille du programme et la puissance de l'automate. C'est l'unité

centrale qui gère l'automate programmable : elle reçoit, mémorise et traite les données entrantes et détermine l'état des données sortantes en fonction du programme établi [18].

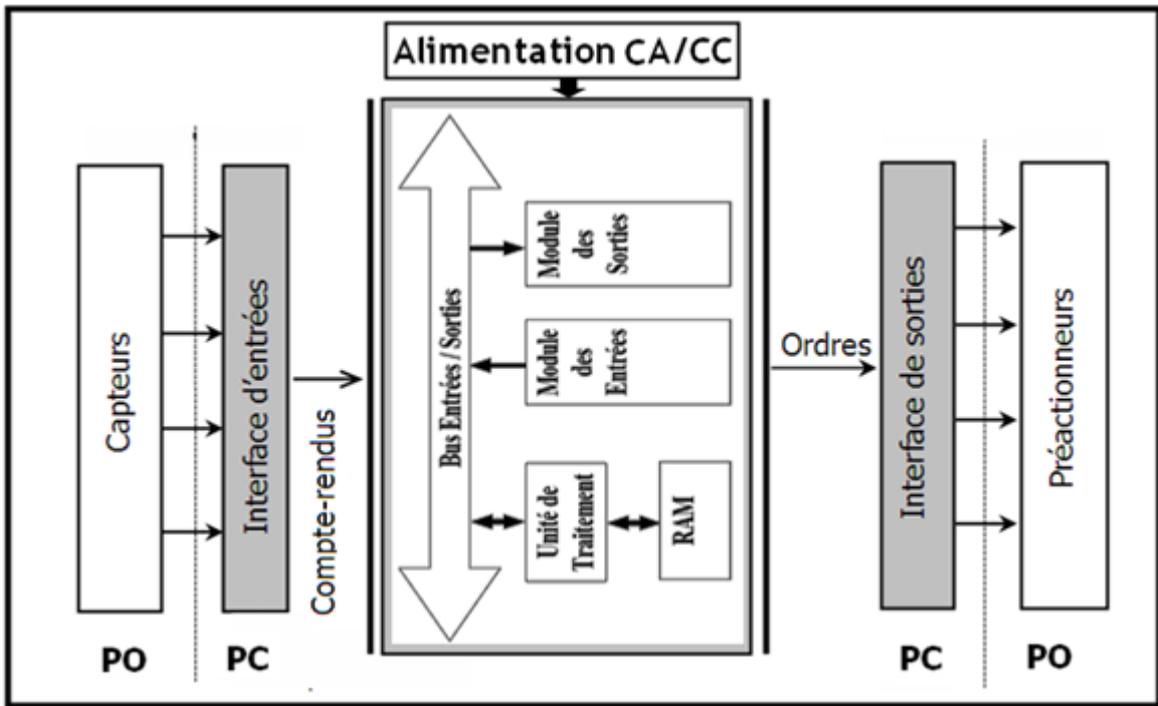


Figure 3.1 : structure interne d'un automate programmable

III.2.3 Architecture industrielle

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

- Les automates programmables de types compacts se présentent comme des modules où l'ensemble des fonctions à savoir alimentation, CPU, entrée et sortie sont sur le même boîtier par exemple l'automate Allen-Bradley, figure 3.2.

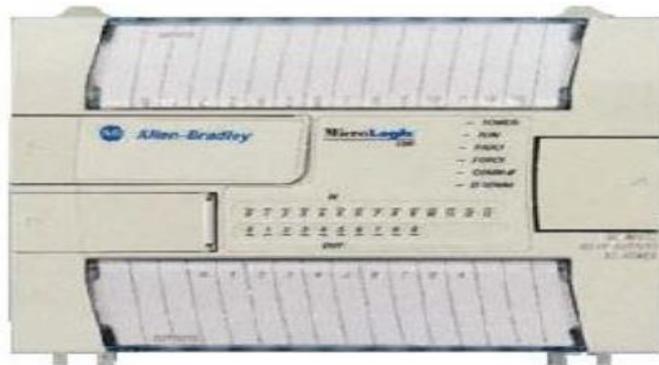


Figure 3.2 : Automate compact Allen-Bradley [20]

- Les automates programmables modulaires présente des alimentations, des CPU, des modules entrées et sorties dans des boitiers indépendants les uns des autres et relier entre eux par bus ou fond de panier par exemple l'automate Siemens, figure 3.3.

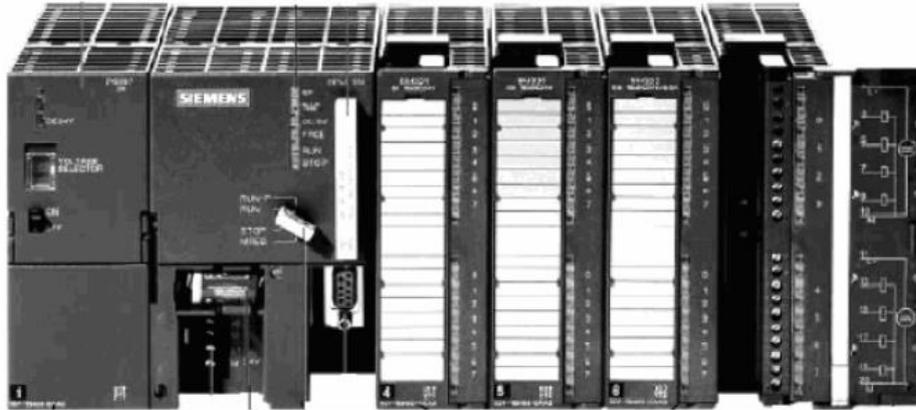


Figure 3.3 : Automate modulaire (Siemens) [20]

III.3 Les automate Siemens

Si nous devrions citer tous les modèles des automates Siemens, nous passerions plusieurs heures à le faire tellement ils sont nombreux. Cependant, on peut catégoriser les automates Siemens par gamme. Le portefeuille des automates Siemens est libellé sous le nom SIMATIC. Cela englobe non seulement les petits automates servant à réaliser des tâches logiques simples aux automates destinés aux systèmes plus complexes. On peut ainsi classifier les automates Siemens suivant les gammes Logo qui sont plutôt des modules logiques, les gammes S7-200 qui se programment avec le logiciel micro-Win, les gammes S7-1200 qui sont des automates très compacts et qui seront les futurs successeurs des S7-200, les gammes S7-300 pour des applications de grande taille, les gammes S7-400 dans la plupart du temps commande les industries de procédé à haut taux de disponibilité, les gammes S7-1500 qui sont les dernières générations d'automates de la marque Siemens. Outre ces gammes d'automates, Siemens dispose d'autres contrôleurs comme les PC industriels (gamme Micro-box) ou les automates logiciels comme Win-AC [22].

Siemens reste le seul à proposer une gamme complète de produit pour l'automatisation industrielle, par le biais de sa gamme SIMATIC, figure 3.4. 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.

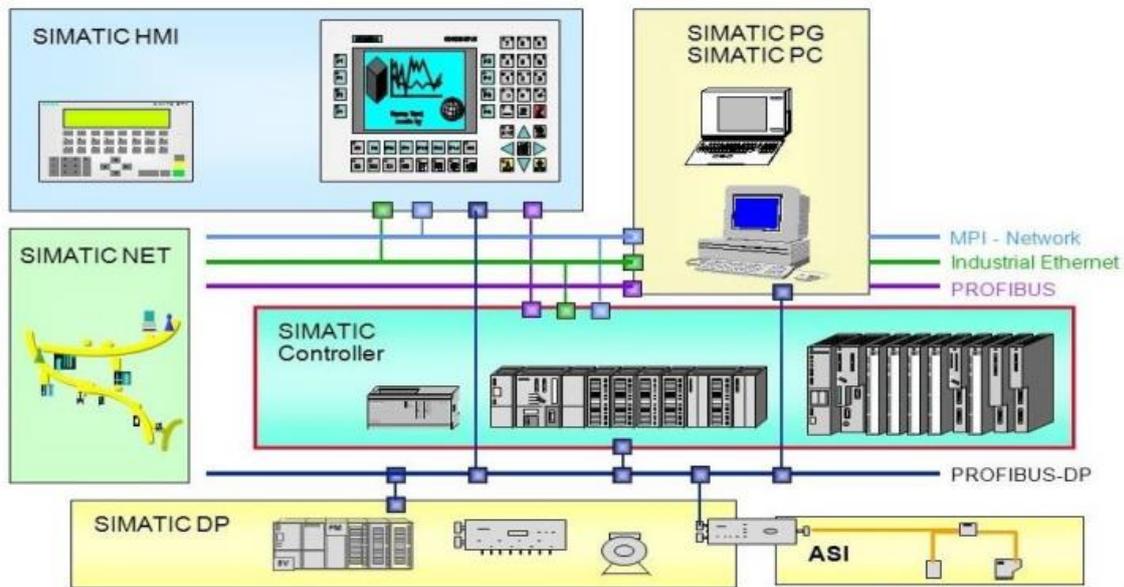


Figure 3.4 : Présentation de la gamme de siemens [21]

III.4. l'automate S7-300

III.4.1. Définition

Le S7-300 est une plate-forme d'automatisation universelle pour des applications avec des architectures centralisées et décentralisées, orientée sécurité, motion control. Peut également s'intégrer dans des solutions compactes avec HMI ou dans des têtes de station pour traitement intelligent décentralisé [25].

Le S7-300 est un automate modulaire pour les applications d'entrée et de gamme, avec possibilité d'extensions jusqu'à 32 modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI), PROFIBUS et Industriel Ethernet.

III.4.2 Architecture d'automate S7-300

L'automate S7-300 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants :

- CPU (computer procès unit).
- Un module d'alimentation.
- Des modules d'entrées sorties (TOR ou analogique).

La figure 3.5 représente l'automate S7-300.



Figure 3.5: Automate S7-300

1. Le processeur (CPU) : Le processeur a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application, figure 3.6. Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte les versions suivantes :

- ❖ CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314,...
- ❖ CPU avec fonction intégrées : CPU 312 IFM et Le CPU 314 IFM.

Mais en dehors de cette tâche de base, il réalise également d'autres fonctions :

- Gestion des entrées/sorties.
- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications de données.
- Raccordement pour tension 24 VCC.



Figure 3.6 : CPU d'automate S7-300

2. Les mémoires : Un système à processeur est toujours accompagné d'un ou de plusieurs types de mémoires. Les automates programmables industriels possèdent pour la plupart les mémoires suivantes :

- a) **Mémoire de travail :** La mémoire de travail (mémoire vive) contient les parties du programme significatives pour son exécution. Le traitement du programme a lieu exclusivement dans la mémoire de travail et dans la mémoire système.
- b) **Mémoire système :** La mémoire système (mémoire vive) contient les éléments de mémoire que chaque CPU met à la disposition du programme utilisateur comme, par exemple : mémoire images des entrées et sorties, mémentos, temporisation et compteur.
- c) **Mémoire de chargement :** Elle sert à l'enregistrement du programme utilisateur sans affectation de mnémoniques ni de commentaires. La mémoire de chargement peut être soit une mémoire vive (RAM) soit une mémoire EPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory).
- d) **Mémoire RAM non volatile :** Zone de mémoire configurable pour sauvegarder des données en cas de défaut d'alimentation.
- e) **Mémoire ROM (mémoire morte) :** Contient le système d'exploitation qui gère la CPU.

3. Les modules de S7-300

La figure 3.7 illustre les modules qu'un automate S7-300 peut contenir.

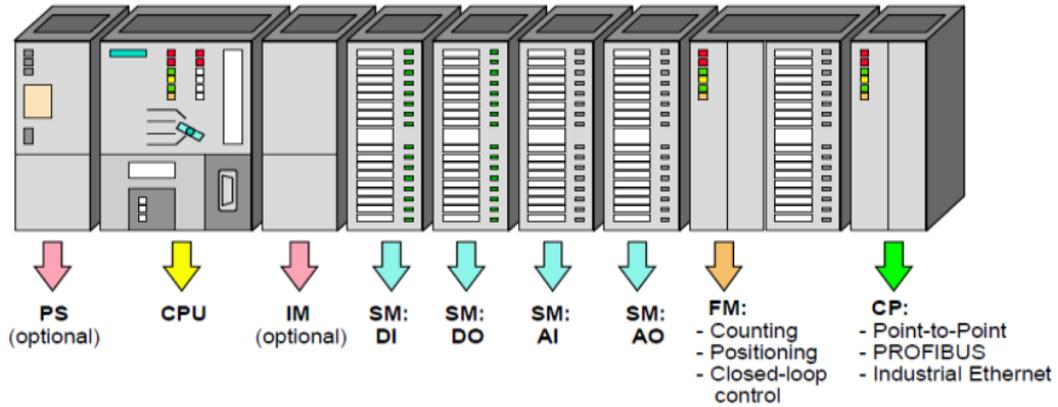


Figure 3.7 : Module du S7-300

a) **Modules d'alimentation (PS 307) :** Le module d'alimentation convertit la tension secteur 120V/230V en tension 24 VCC nécessaire pour l'alimentation de l'automate, figure 3.8.

Les modules prévus pour l'alimentation des CPU du S7-300 sont les suivants :

Désignation	Courant de sortie	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307-2A	2A	24VCC	120V/230V
PS 307-5A	5A	24VCC	120V/230V
PS 307-10A	10A	24VCC	120V/230V

Tableau 3.1 : les modules prévus pour l'alimentation des CPU de S7-300 [23]



Figure 3.8 : module d'alimentation de l'automate S7-300

b) Modules de signaux (SM) : Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate. Il existe des modules d'entrées et des modules de sorties TOR, ainsi que des modules d'entrées et des modules de sorties analogique. [23]

1. Les module d'entrées/ sorties TOR (SM 321/ SM322) : Les module d'entrées/ sorties TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion, etc...).

2. Les modules d'entrées numériques ramènent le niveau des signaux TOR externes, issus des capteurs au niveau du signal interne de S7-300.

3. Les modules de sorties numériques transposent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré-actionneurs.

4. Les modules d'entrées/ sorties analogiques (SM 331 / SM 332) : Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogique.

5. Les modules d'entrées analogiques (SM 331) réalisent la conversion des signaux analogiques, issus de processus aux signaux numérique pour le traitement interne dans S7-300.

6. Les modules de sorties analogiques (SM 332) convertit les signaux numériques interne (du S7-300) aux signaux analogique destinés aux actionneurs ou pré-actionneurs analogique.

7. Cependant, les modules d'entrées/ sorties analogiques (SM 334) réalisent les deux fonctions.

Le choix des modules E/S dépend des critères suivants :

- ❖ Gamme de tension des capteurs utilisés.
- ❖ Tension et puissance d'alimentation des pré-actionneurs [23].

c) Coupleurs

Ils ont pour rôle le raccordement du châssis d'extension au châssis de base.

Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365 : pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM360/IM361 : pour les coulages allant jusqu'à 10 mètres de distance.

d) Modules de fonction (FM)

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

FM353/FM357 : module de positionnement. Par exemple moteur pas à pas.

FM355 : module de régulation.

FM350 : module de comptage [23].

e) Module de communication (CP)

Les processus de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC, etc...) [24].

4. Le châssis (rack)

Les châssis constituent des éléments mécaniques de base du SIMATIC S7-300, figure 3.9. Ils remplissent les fonctions suivantes :

- Assemblage mécanique des modules
- Distribution de la tension d'alimentation des modules [24].



Figure 3.9 : rack de l'automate S7-300

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a vu un aperçu sur l'automate programmable. Par la suite on a focalisé notre étude sur l'automate S7-300 (architecture interne, caractéristique technique) pour une meilleure exploitation pendant sa programmation.



CHAPITRE IV

LANGAGE DE

PROGRAMMATION



IV.1 Introduction

Suite à l'automate industrielle, l'opérateur humain a été contraint de conduire ou de superviser des machines automatisées, en réduisant les prises d'information et les actions directes sur le processus, ce qui conduit à l'élaboration d'interface d'interaction Homme/Machine, flexible et aussi lisible pour un simple opérateur.

Siemens avec sa gamme SIMATIC, contribue dans ce sens, et met à la disposition de cette demande exigeante, un grand choix en terme de pupitre de supervision et de contrôle, paramétrable par le biais d'outils divers.

IV.2 GEMMA

IV.2.1 Généralité sur le GEMMA

GEMMA (Guide d'étude des modes de marches et d'arrêts) est un outil graphique développé par l'ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée), permettant de structurer les différents modes de marches et d'arrêts d'un système de production. Il permet en outre d'homogénéiser le vocabulaire utilisé et de prendre aux directives européennes sur la sécurité [12].

Le GEMMA est un guide graphique structuré qui propose des modes de fonctionnement. Selon les besoins du système automatisé à étudier on choisit d'utiliser certains modes de fonctionnement. Le guide graphique GEMMA est divisé en "rectangle d'état". Chaque rectangle d'état a une position précise sur le guide graphique. Chaque rectangle d'état est relié à un ou plusieurs autres rectangles d'états par des flèches orientées. Le passage d'un rectangle d'état à un autre s'effectue un peu à la manière du franchissement d'une transition de Grafset. Le guide graphique GEMMA n'est pas un outil figé, il est modulable à volonté suivant les spécifications à obtenir [12].

IV.2.2 Concepts de base du GEMMA

Les différents concepts de base définissent :

- ❖ Les modes de marches vus par une partie de commande en ordre de marche.
- ❖ Le critère production.
- ❖ Les familles de Modes de Marches et d'Arrêts.

1) Les modes de marches sont vus par une partie commande en ordre de marche.

Le Guide graphique Gemma est constitué de deux zones :

- Une zone qui correspond à l'état inopérant de la partie commande (PC) soit PC hors énergie.
- Une zone qui permet de décrire ce qui se passe lorsque la partie commande (PC) fonctionne normalement, PC sous énergie.

La partie opérative (PO) est sous ou hors énergie, la figure suivante vous présente les états de la partie commande (PC) et le franchissement de la frontière entre les deux zones, la figure 4.1 présente ce concept.

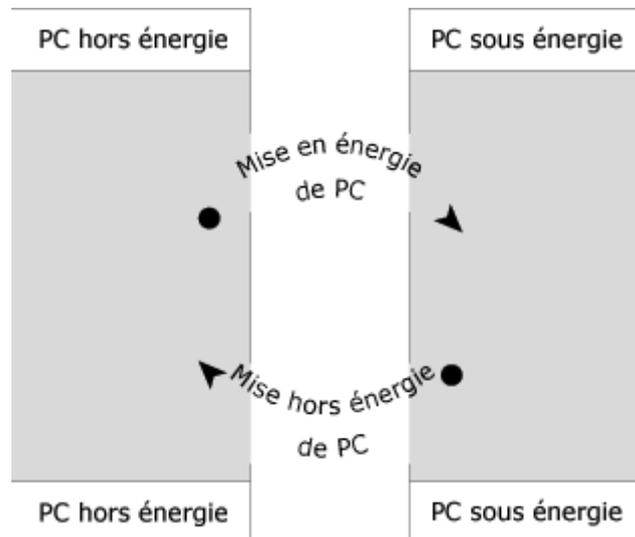


Figure 4.1 : Concept n°1 de GEMMA

2) Le critère production.

Le système est en production : si la valeur ajoutée pour laquelle le système a été conçu est obtenue.

Système hors production : si la valeur ajoutée pour laquelle le système est conçu n'est pas obtenue, la figure 4.2 illustre ce concept.

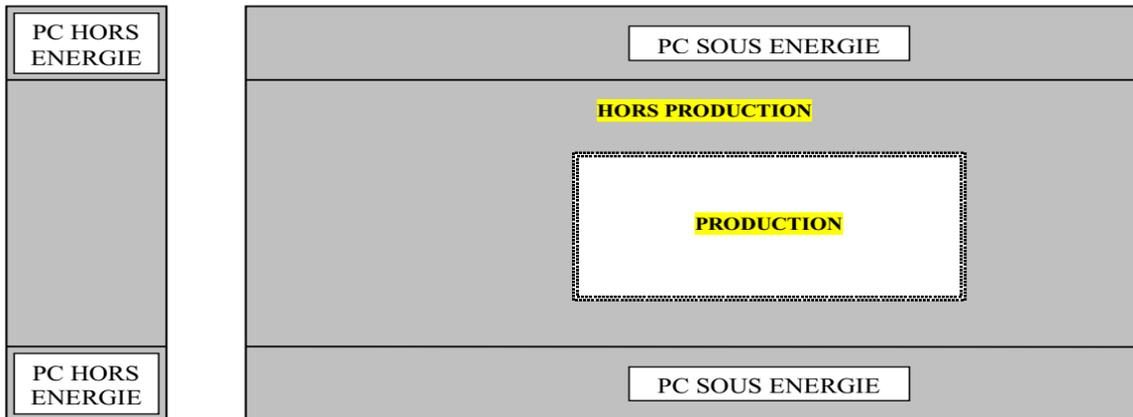


Figure 4.2 : Concept n°2 de GEMMA

3) Les familles de Modes de Marches et d'Arrêts.

Il existe trois grandes familles de procédures :

A) Famille F (Procédures de Fonctionnement)

On regroupe tous les états du système automatisé qui sont indispensables à l'obtention de la valeur ajoutée, le tableau 4.1 explique les différents modes dans la procédure de fonctionnement.

ETATS F : PROCEDURES DE FONCTIONNEMENT		
Repère	Désignation	Description
F1	Production normal	Dans cet état, la machine produit normalement, On peut souvent faire correspondre à cet état un GRAFCET que l'on appelle GRAFCET de base
F2	Marche de préparation	Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale
F3	Marche de clôture	C'est l'état nécessaire pour certaines machines devant être vidées, nettoyées...
F4	Marche de vérification dans le désordre	Cet état permet de vérifier certaine fonction ou certain mouvement sur la machine
F5	Marche de vérification dans l'ordre	Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme de production voulu par la personne effectuant la vérification

Tableau 4.1 : Procédures de fonctionnement dans le GEMMA.

B) Famille A (Procédures d'Arrêt)

On regroupe tous les états du système automatisé qui traduisent un arrêt pour des raisons extérieures au système, le tableau 4.2 explique les différents modes dans la procédure d'arrêt.

ETATS A : PROCEDURES D'ARRET		
Repère	Désignation	Description
A5	Arrêt dans l'état initial	C'est l'état repos de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du grafcet.

Tableau 4.2 : Procédure d'arrêt dans le GEMMA.

C) Famille D (Procédures de défaillance)

On regroupe tous les états du système automatisé qui traduisent un arrêt du système pour des raisons extérieures au système, le tableau 4.3 explique les différents modes dans la procédure de défaillance.

ETATS D : PROCEDURES DE DEFAILLANCE		
Repère	Désignation	Description
D1	Arrêt d'urgence	C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence : on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagement

Tableau 4.3 : Procédure de défaillance dans le GEMMA.

Cela correspond à des arrêts anormaux.

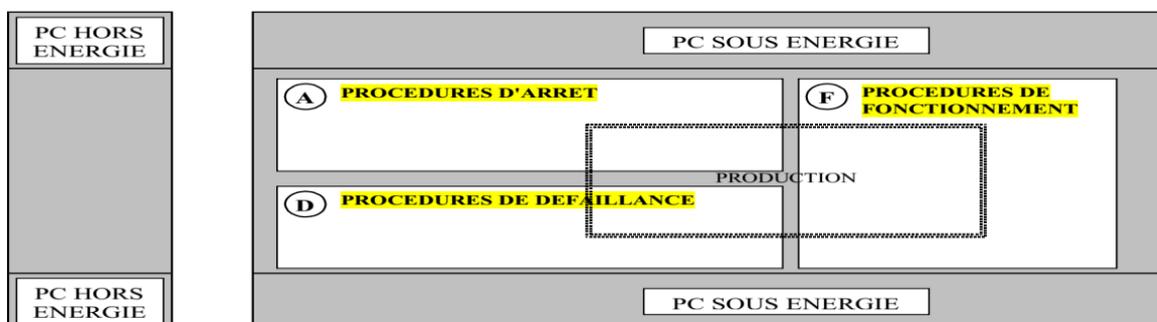


Figure 4.3 : Concept n°3 de GEMMA

IV.2.3 Analyse des boucles opérationnelles de GEMMA (système de graissage)

A. Marche en production normale

La boucle décrite sous sa forme littérale par : A5-F2-F1-F3-A5 correspond la marche en production normale. Pour le passage de A5 vers F2 il faut donner le signal CC à partir de la salle de contrôle pour un test de démarrage qui prend 20 minute de vaporisation (en parallèle système A et B), puis passe directement vers F1 le mode automatique pour faire le vaporisation de 8 fois pour le système A après une fois pour le système B. Par contre le passage de F1 vers F3 est réalisé par la vérification de la condition \overline{CC} pour faire une marche de clôture de 20 secondes (10 secondes pour le système A et 10 secondes pour le système B), lorsque termine passe directement à l'arrêt de l'état initial (A5).

B. Marche de vérification dans l'ordre (mode de réglage)

Ce mode de réglage dans l'ordre correspond à la marche manuelle, ceci permet la vérification et éventuellement le réglage de l'ensemble des actionneurs évitant par conséquent une mauvaise synchronisation.

Correspond à la boucle décrite sous sa forme littérale par : (A5-F5) ou (A5-F4).

- La boucle A5-F5 : la marche de vérification manuelle dans l'ordre est obtenue par donner le signal local permission (LP) à partir de la salle de contrôle puis la sélection de mode LC (Local Commande), ce mode est lancé manuellement par l'action sur le poussoir MARCHE pour effectuer un seul cycle de système A ou système B.
- La boucle A5-F4 : la marche de test manuelle des actionneurs est obtenue par donner le signal local permission (LP) à partir de la salle de contrôle puis la sélection de mode LT (Local Test), ce mode est lancé manuellement par l'action sur le poussoir MARCHE pour fermer les vannes de l'aire de système A et système B.

Une fois le passage à l'état de vérification termine le signal local permission (LP) disparaît et le système retourne à la position initial A5.

C. Mode de défaillance (Arrêt d'urgence)

Ce mode est obtenu à partir de toutes les étapes en appuyant sur le bouton d'arrêt d'urgence (AU), une fois le passage à l'état de défaillance, la procédure de défaillance est

engagée, c'est-à-dire le cycle retourne à la position initial A5.

La représentation graphique sur la figure 4.4 montre ces phases.

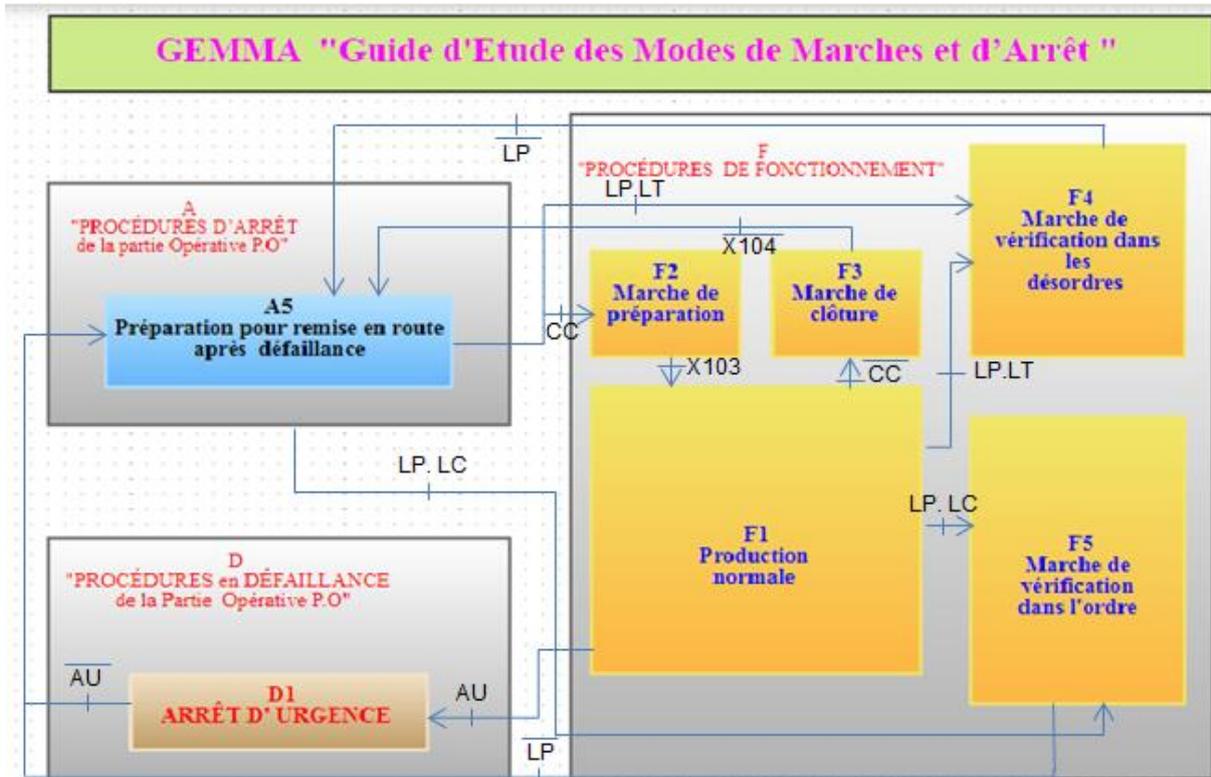


Figure 4.4 : GEMMA principale du Système de Graissage

IV.3 Le STEP 7

IV.3.1 Définition du logiciel

STEP 7 est le nom du logiciel de programmation pour le système SIMATIC S7 et par conséquent le logiciel de programmation de S7-300 et S7-400. STEP7 offre toutes les fonctionnalités nécessaires pour configurer, paramétrer et programmer S7-300/400. Il met à disposition du programmeur des fonctions d'assistance. Pour résoudre efficacement les problèmes d'automatisation. Les caractéristiques de STEP7 facilitent la tâche de programmation pour l'utilisateur.

STEP7 permet l'accès 'de base' aux automates Siemens. Il permet de programmer individuellement un automate (en différents langages). Il prend également en compte le réseau, ce qui permet d'accéder à tout automate du réseau (pour le programmer), et éventuellement aux automates de s'envoyer des messages entre eux. Mais il ne permet pas de

faire participer les ordinateurs à l'automatisme [26].

IV.3.2 Les langages de programmation

➤ Liste d'instructions « LIST » : C'est un langage de programmation littéral, intégré dans STEP7. La syntaxe des instructions est très proche du langage machine : les ordres ou les opérations sont suivis par les opérandes. Ceci vous permet d'obtenir des programmes optimisés en place mémoire et en temps d'exécution [27].

➤ Schéma à contact « CONT » : C'est un langage de programmation graphique, intégré dans STEP7. La syntaxe des instructions ressemble à un schéma des circuits et vous permet de suivre sans difficulté le parcours des signaux entre les barres d'alimentation, à travers les contacts, les éléments complexes et les bobines [27].

➤ Logigramme « LOG » : Il s'agit du second langage graphique de STEP7. Les instructions y sont représentées sous la forme de boîtes fonctionnelles logique connues de l'algèbre booléenne. Tout comme dans le schéma à contacts, il est possible de suivre le trajet du courant parcourant les fonctions [27].

➤ S7-GRAPH : C'est un langage de programmation, s'ajoute à l'éventail des fonctions de STEP7. Il permet de programmer graphiquement les commandes séquentielles en bloc fonctionnel (FB).

La figure 4.5 représente les langages basiques du STEP7

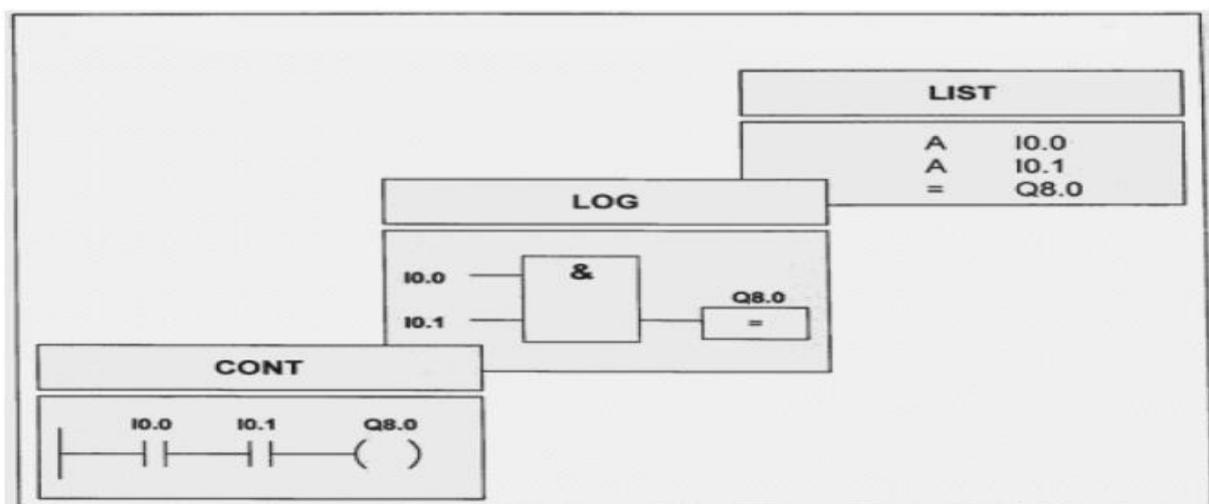


Figure 4.5 : Les langages basiques du STEP7

IV.3.3 Les principes de base de la programmation dans STEP7

1. **Le dossier bloc** : Contient les blocs que l'on doit charger dans le CPU pour réaliser la tâche d'automatisation, (figure 4.6) il englobe :

A. **Les blocs d'organisations (OB)** : Les OB sont appelés par le système d'exploitation, on distingue plusieurs types :

- Ceux qui gèrent le traitement de programmes cycliques.
- Ceux qui sont déclenchés par un événement.
- Ceux qui gèrent le comportement a la mise en route de l'automate programmable
- Et en fin, ceux qui traitent les erreurs.

Le bloc OB1 est généré automatiquement lors de la création d'un projet. C'est le programme cyclique appelé par le système d'exploitation [29].

B. **Les blocs fonctionnels (FB)** : Le FB est un sous programmé écrit par l'utilisateur et exécuté par des blocs de code. On lui associe un bloc de données (DB) d'instance relatif à sa mémoire et contenant ses paramètres [29].

C. **Les fonctions (FC)** : Une FC ne possède pas une zone de mémoire propre. Les données locales d'une fonction sont perdues après l'exécution de la fonction. Il également possible d'appeler d'autre FB et FC dans une fonction via des instructions d'appels de blocs [26].

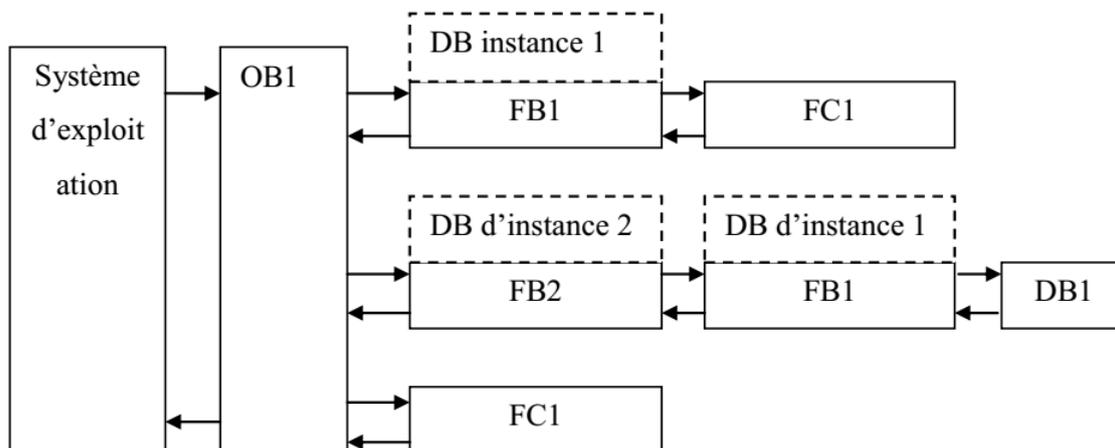


Figure 4.6 : Structure des programmes en STEP7

2. **Mnémonique** : Il permet la gestion de toutes les variables globales. C'est-à-dire la définition des désignations symboliques et des commentaires pour les signaux de processus (entrées/sorties), les mémentos, les blocs de données, les temporisations et les compteurs [28].

3. **Les types de variables dans STEP7** : Dans l'environnement STEP7 on utilise plusieurs types de variables qu'on doit déclarer au préalable.

4. **Éléments bistable R-S** : Un élément bistable est représenté par un rectangle avec une entrée S (set) et une entrée R (reset). Un état de signal 1 bref sur l'entrée S met la bascule à 1. Un état de signal 1 bref sur l'entrée R met la bascule à 0. L'état de signal 0 aux entrées S et R ne modifie pas l'état préalable [28].

5. **Temporisation** : Sont souvent utilisées dans la réalisation de tâches d'automatisation. Les fonctions sont intégrées dans l'unité centrale de l'automate programmable, leur temps d'exécution et leur déclenchement sont paramétrés dans le programme utilisateur.

Les automates programmables SIMATIC disposent d'un nombre défini de temporisations qui varie en fonction de la CPU, figure 4.7 [28].

Temporisations	Description
S_IMPULS	Paramétrer et démarrer temporisation sous forme d'impulsion
S_VIMP	Paramétrer et démarrer temporisation sous forme d'impulsion prolongée
S_EVERZ	Paramétrer et démarrer temporisation sous forme de retard à la montée
S_SEVERZ	Paramétrer et démarrer temporisation sous forme de retard à la montée mémorisé
S_AVERZ	Paramétrer et démarrer temporisation sous forme de retard à la retombée
--(SI)	Démarrer temporisation sous forme d'impulsion
--(SV)	Démarrer temporisation sous forme d'impulsion prolongée
--(SE)	Démarrer temporisation sous forme de retard à la montée
--(SS)	Démarrer temporisation sous forme de retard à la montée mémorisé
--(SA)	Démarrer temporisation sous forme de retard à la retombée

Figure 4.7: Les différents types de la temporisation

6. **Opération de comptage** : Les fonctions de comptage sont requises pour l'acquisition du nombre de pièce ou d'imputions. Ces compteurs ont leur zone de mémoire réservée. La plage de valeurs est comprise entre 0 et 999, figure 4.8 [28].

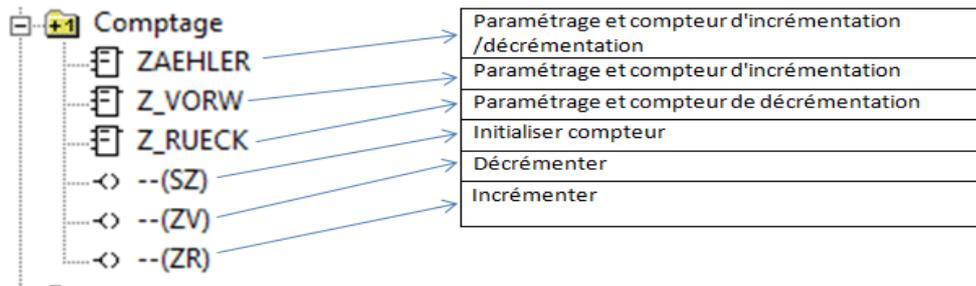


Figure 4.8 : Les différents types du comptage

7. **Opération de comparaison** : la programmation dans le STEP7 offre la possibilité de comparer directement deux valeurs numériques et de connecter aussitôt le résultat de la comparaison. Il faut pour cela que les deux nombres aient le même format [28].

Il y a six types de comparaisons possible sont : (==, <,>, <=,>=, <>).

8. **Le simulateur des programmes PLCSIM** : L'application de simulation de modules S7-PLCSIM permet l'exécution et le test du programme utilisateur destinés aux CPU S7-300. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, il n'est pas nécessaire qu'une liaison soit établie avec un matériel S7 quelconque.

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme, figure 4.9 (par exemple, activer ou désactiver des entrées) [26].

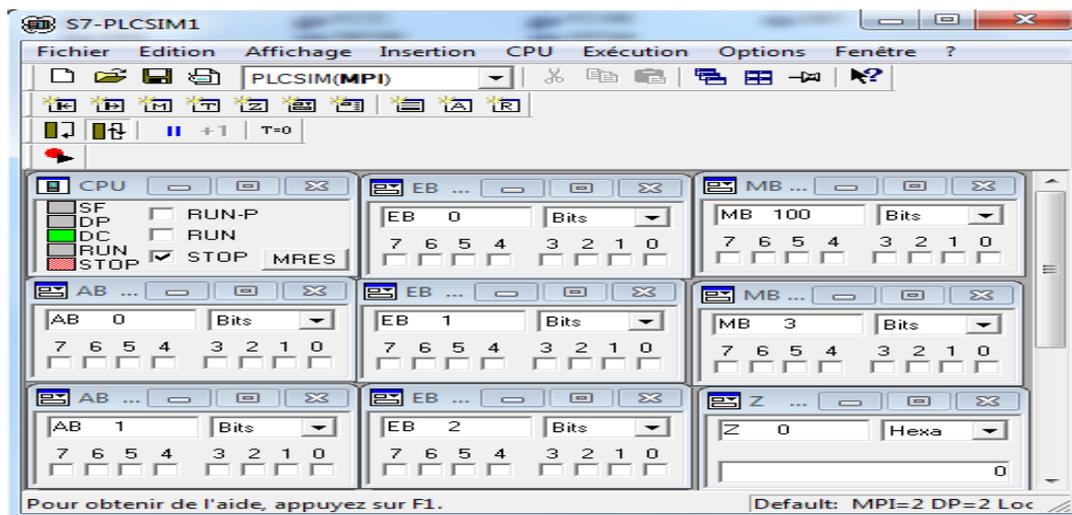


Figure 4.9 : Simulation de module

IV.4 WINCC flexible

SIMATIC WINCC flexible est un système de supervision de processus modulable qui offre des fonctions performantes de surveillance d'automatisme. WINCC est le fruit d'un perfectionnement systématique des logiciels d'interface homme-machine (figure 4.10). Il est un logiciel partagé dans l'environnement STEP7.

IV.4.1 Eléments de WINCC flexible

❖ **WINCC flexible Engineering** : est le logiciel avec lequel on peut réaliser toutes les tâches de configuration requises. L'édition WINCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.

❖ **WINCC flexible Runtime**: est le logiciel de visualisation de processus. Dans runtime, on exécute le projet en mode processus.

❖ **Options WINCC flexible** : permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WINCC flexible. Chaque option nécessite une licence particulière [30].

IV.4.2 Les principes de base du WINCC Flexible

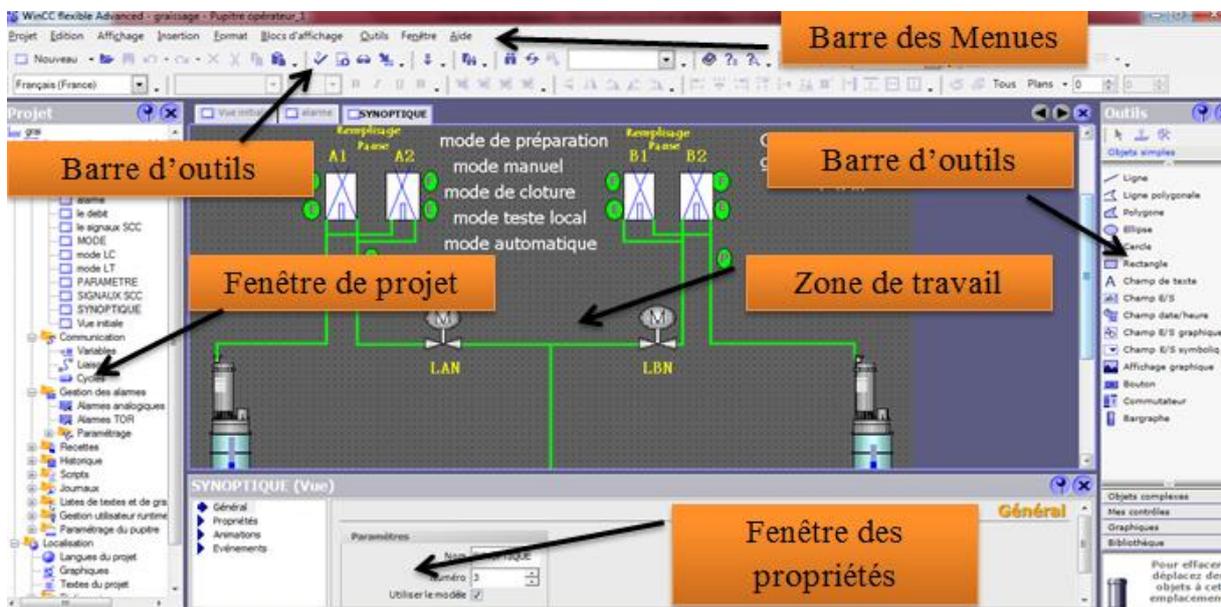


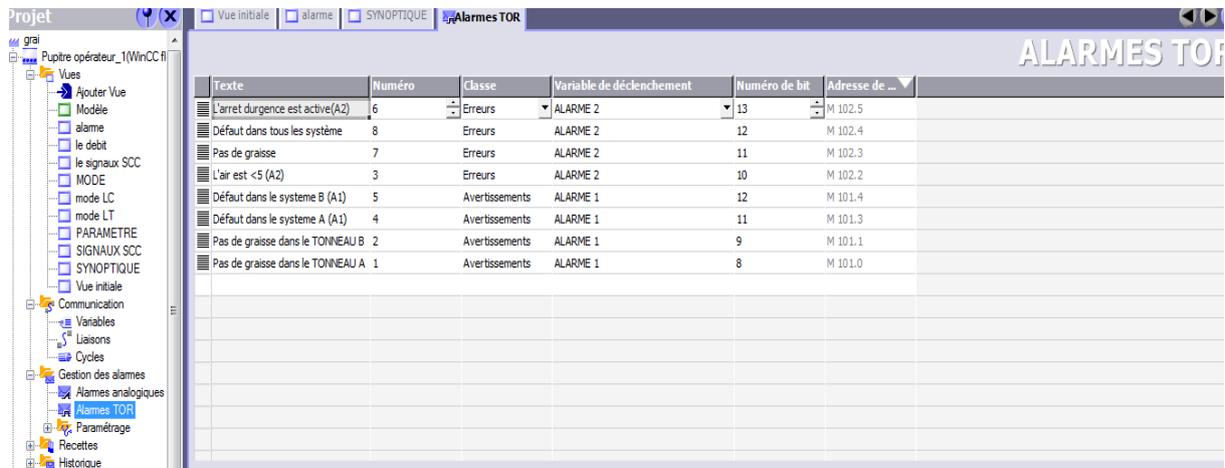
Figure 4.10 : Vue d'ensemble du progiciel WINCC flexible

IV.4.2.1 Description de l'interface de WINCC flexible

- **Barre des menus** : La barre des menus contient toutes les commandes nécessaires à l'utilisation de WINCC flexible. Les raccourcis disponibles sont indiqués en regard de la

commande de menu.

- **Barre d'outils** : la barre d'outils permet d'afficher tout dont le programmeur à 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.
- **Fenêtre des propriétés** : le contenu de la fenêtre des propriétés dépend de la sélection actuelle dans la zone de travail, lorsqu'un objet est sélectionné, on peut éditer les propriétés de l'objet en question dans la fenêtre des propriétés.
- **Déclaration des variables** : Les variables permettent de communiquer entre les composants du projet c- a- d'échanger des données entre un pupitre opérateur et un Automate (S7-PLCsim).
- **Ecriture des alarmes** : Une alarme est un signal accordé à un message avertissant d'un danger, figure 4.11. Le système d'alarme informe l'opérateur des états de fonctionnement ou pannes du procès et il est créé à l'aide de 'Gestion des alarmes'.



Texte	Numéro	Classe	Variable de déclenchement	Numéro de bit	Adresse de ...
L'arrêt d'urgence est active(A2)	6	Erreurs	ALARME 2	13	M 102.5
Défaut dans tous les système	8	Erreurs	ALARME 2	12	M 102.4
Pas de graisse	7	Erreurs	ALARME 2	11	M 102.3
L'air est <5 (A2)	3	Erreurs	ALARME 2	10	M 102.2
Défaut dans le système B (A-1)	5	Avertissements	ALARME 1	12	M 101.4
Défaut dans le système A (A-1)	4	Avertissements	ALARME 1	11	M 101.3
Pas de graisse dans le TONNEAU B	2	Avertissements	ALARME 1	9	M 101.1
Pas de graisse dans le TONNEAU A	1	Avertissements	ALARME 1	8	M 101.0

Figure 4.11 : Ecriture des alarmes

- **Intégration de WINCC flexible à STEP7** : Un projet WINCC flexible peut aussi être intégré dans un projet STEP7 de manière optionnelle figure 4.12.

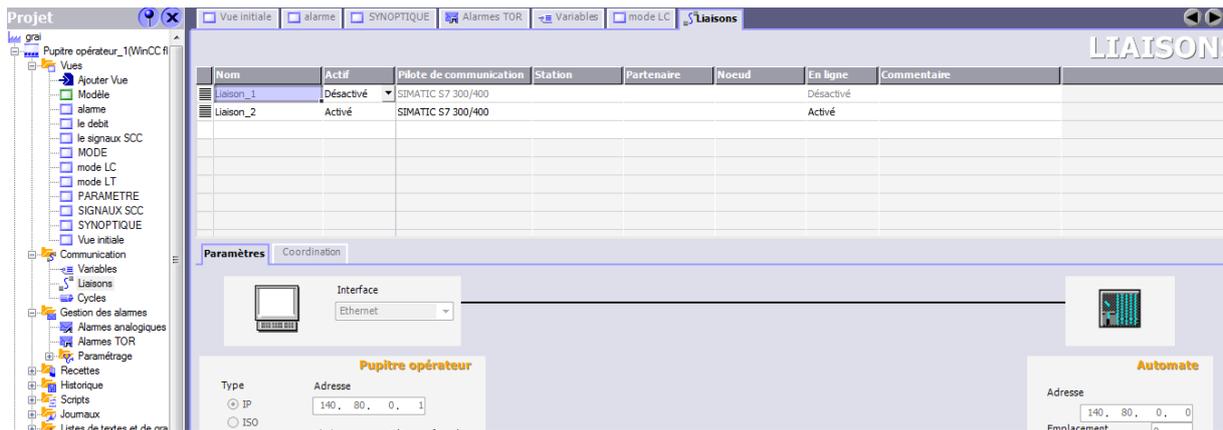


Figure 4.12: Définition paramètre de liaison.

- **Compilation et Simulation** : Après avoir créé le projet et terminé la configuration, il est indispensable de vérifier la cohérence du projet, de contrôler la cohérence et de chercher les erreurs.

La simulation permet de détecter des erreurs logiques de configuration, par exemple, des valeurs limites incorrectes, et cela l'aide du simulateur runtime [31].

IV.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté l'analyse détaillée des modes de marches et d'arrêtes du système GEMMA (méthode) appliqué sur notre projet (système de graissage).

Ensuite une description du logiciel STEP7 a été faite ainsi que le logiciel WINCC flexible utilisé pour la supervision et la configuration de l'interface homme machine.

CHAPITRE V

APPLICATION SUR

LE SYSTÈME

DE GRAISSAGE

V.1 Introduction

Le travail effectué est d'implémenter une commande à base d'automate SIEMENS S7-300 pour un système de graissage d'un four rotatif, la programmation se fait à l'aide de logiciel STEP7, et la surveillance de comportement du système en temps réel se fait à l'aide de logiciel WINCC.

V.2 Cahier de charge

L'étude porte sur l'automatisation d'un système de graissage d'un four rotatif. Le cycle démarre lorsque le four marche et le signal de commande centrale (CC) existe, le système entre directement en mode de préparation qui dure 20 minutes de la vaporisation de graisse en système A et système B en parallèle, la quantité de graisse utilisée est $8 \text{ cm}^3/\text{cm}^2\cdot\text{h}$ par système. Puis passe directement au mode automatique qui est contrôlés de telle façon que le système A est activé huit fois et le système B une fois. Chaque cycle est composé de vaporisation, de remplissage et de pause de cette façon la vaporisation toujours appliquée d'abord, dès que le système démarre.

Si le signal de commande centrale (CC) désactive le système se déplace directement au mode de clôture, ce mode est un mode de nettoyage des gicleurs du distributeur pour qu'il ne reste aucun résidu de graisse dans les gicleurs en cas d'arrêt de longue durée. Ce mode marche par activation de la vanne d'air de système A pendant 10 secondes en premier, ensuite le système B est nettoyé de la même façon par l'activation de vanne B pendant 10 secondes.

Puis retourne à la première étape, c'est l'attente du signal pour sélectionner le mode nécessaire.

Quand le signal permission local (LP) est activé, le système passe directement en mode de vérification, ce dernier est divisé en deux modes :

- Le mode manuel qui contribue à surveiller le système manuellement, c'est en appuyant sur le bouton MARCHE depuis le face d' HMI, le système fait un cycle et s'arrête pour vérifier les étapes du lubrifiant (vaporisation, remplissage et pause) de chaque système A ou B, figure 5.1. Ce mode est activé lorsque le signal (LP) et le signal local central (LC) sont activés.

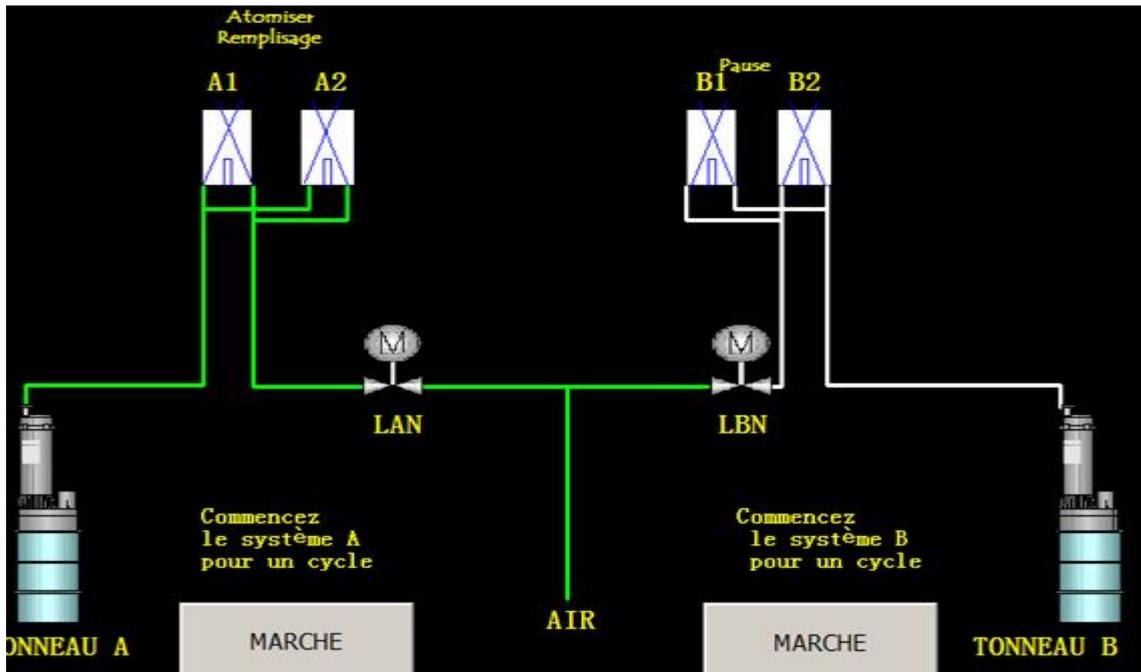


Figure 5.1 : vue du mode manuelle.

• Le mode Essai local (LT) qui contribue à vérifier les vannes de l'air du système A ou bien le système B, c'est en appuyant sur le bouton OPEN la vanne d'air s'ouvre et le bouton CLOSE pour fermer la vanne, figure 5.2. Ce mode est activé lorsque le signal (LP) et le signal TEST Local (LT) sont activés.

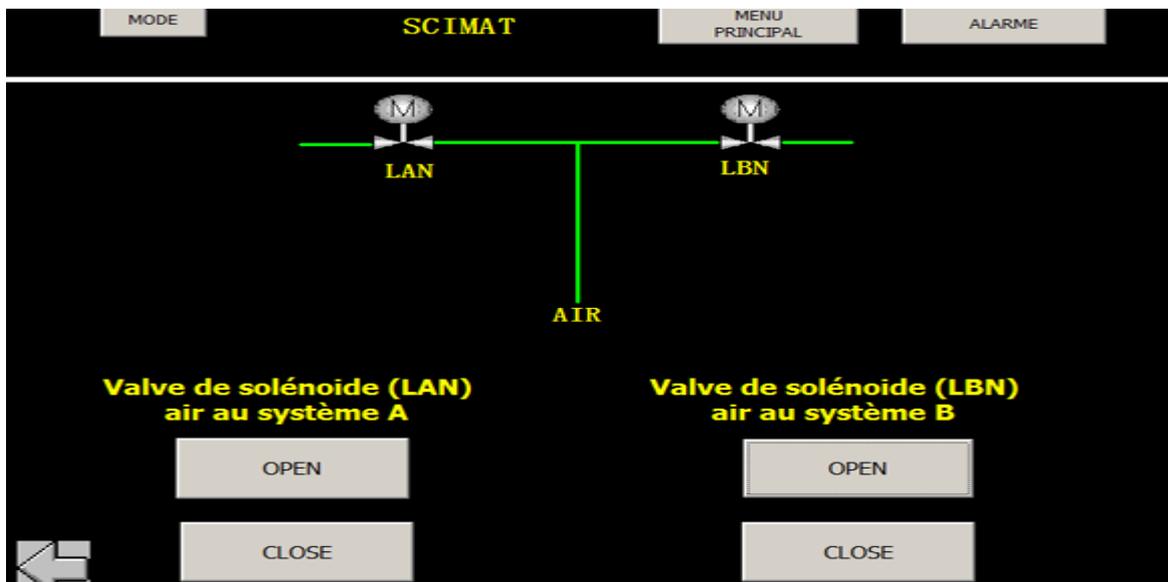


Figure 5.2 : vue du mode essai local.

On peut obtenir le signal Local Permission (LP) d'après la salle de contrôle ou le face

de l’HMI d’après l’insertion du mot de passe pour cette opération.

Comme nous pouvons changer la quantité du lubrifiant sélectionnée en fonction des besoins du four d’après le bouton de débit d’après le vue de paramètre.

Les figures suivantes présentent la description du cahier de charge par Grafcet.

- **Grafcet de conduite** : Le grafcet de la figure 5.3 représenté le grafcet de conduite (général) du système de graissage et ses différentes procédures de fonctionnement. Tout ces grafkets sont programmé dans le STEP 7, et intégrer dans le WINCC et ses variables sont décrit dans le tableau 5.1.

Variables d’entrée			Variables de sortie		
Les entrées	En STEP7	fonction	Les sorties	En STEP7	Fonction
X100	M2.4	Etape d’initialisation	A5	M1.0	Mode initial
X101	M2.5	Etape manuel	F5	M0.5	Mode manuel
X102	M2.6	Etape de préparation	F2	M0.2	Mode de préparation
X103	M2.7	Etape automatique	F1	M0.1	Mode automatique
X104	M3.0	Etape de clôture	F3	M0.3	Mode de clôture
X105	M3.1	Etape de sécurité	GS	M0.6	Mode de sécurité
X106	M3.2	Etape de test	F4	M0.4	Mode de Test

Tableau 5.1 : variables de grafket de conduite

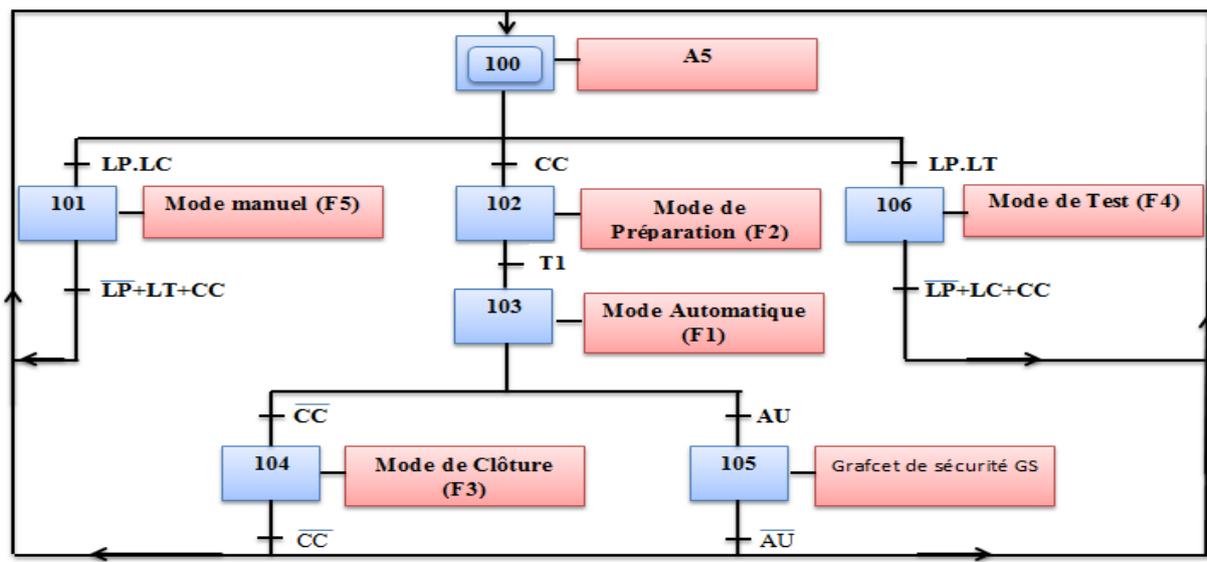


Figure 5.3 : Grafcet général du système de graissage

Chaque mode a un grafcet spécial

- **Grafcet de Préparation** : Le mode de préparation a un deux grafcets un grafcet pour le système A et l'autre pour le système B. Ses variables d'entrées et de sortie sont fournis dans les tableaux 5.2 et 5.3 respectivement.

❖ Les variables d'entrée :

Variable		Fonction	L'adresse dans le STEP7	
MF		Moteur four marche	E0.0	
AU		Arrêt d'urgence active	E0.2	
P		Pression de l'air >5bar	E0.1	
AOK	BOK	Le système est bien A /B	E0.7	E1.0
CCA	CCB	Bouton marche du système	E0.5	E0.6
E1A/E2A	E3B/E4B	Capteur d'indication vide	E1.1/E1.2	E1.6/E1.7
PA1	PB1	pression dans le distributeur	E1.3	E2.2
F1A/F2A	F3B/F4B	Capteur d'indication plein	E1.4/E1.5	E2.0/E2.1

Tableau 5.2 : Variables d'entrée

❖ Les variables de sortie

Variable		Fonction	L'adresse dans le STEP7	
KMA	KMB	Les pompes de graisse marchent	A0.0	A0.4
NKMA	NKMB	Les pompes de graisse stop	A0.1	A0.5
LAN	LBN	Les vannes d'air ouvert	A0.2	A0.6
NLAN	NLBN	Les vannes d'air fermé	A0.3	A0.7

Tableau 5.3 : Variables de sorties

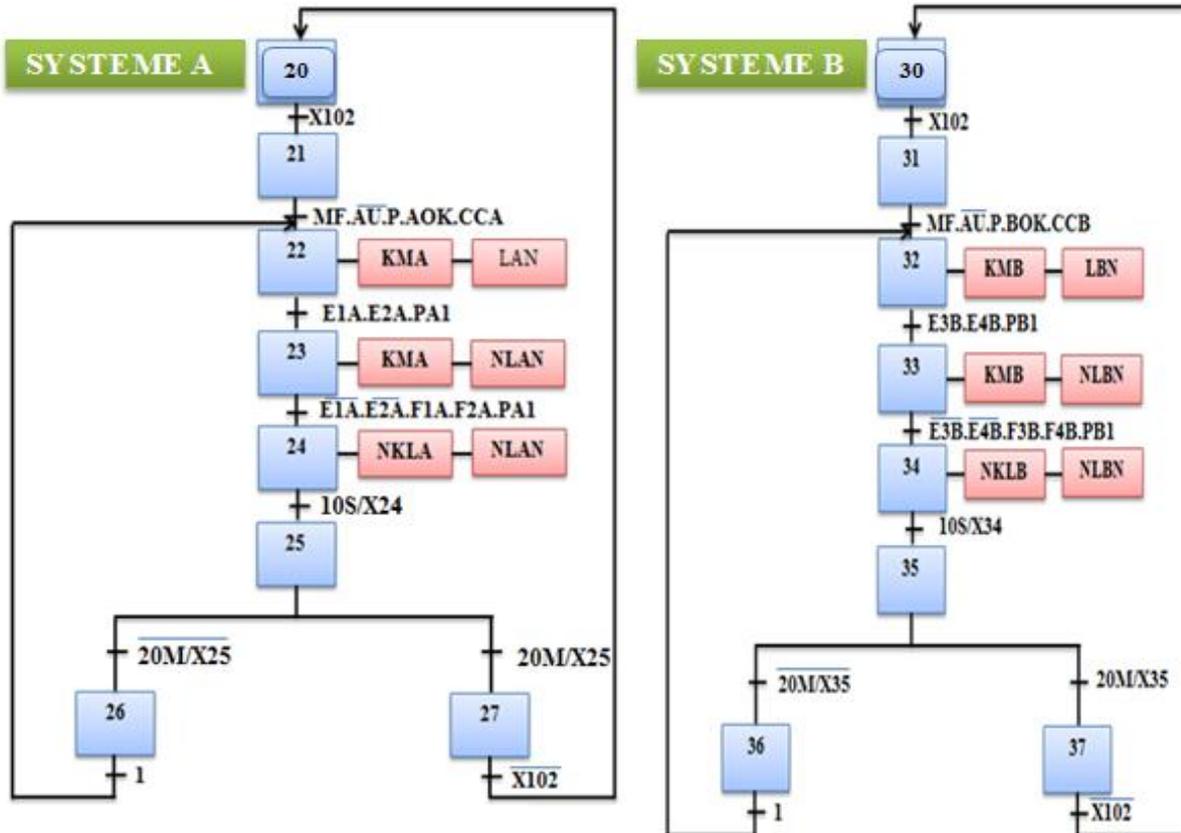


Figure 5.4 : Grafcet de préparation

- **Grafcet mode automatique** : est illustré sur la figure 5.5

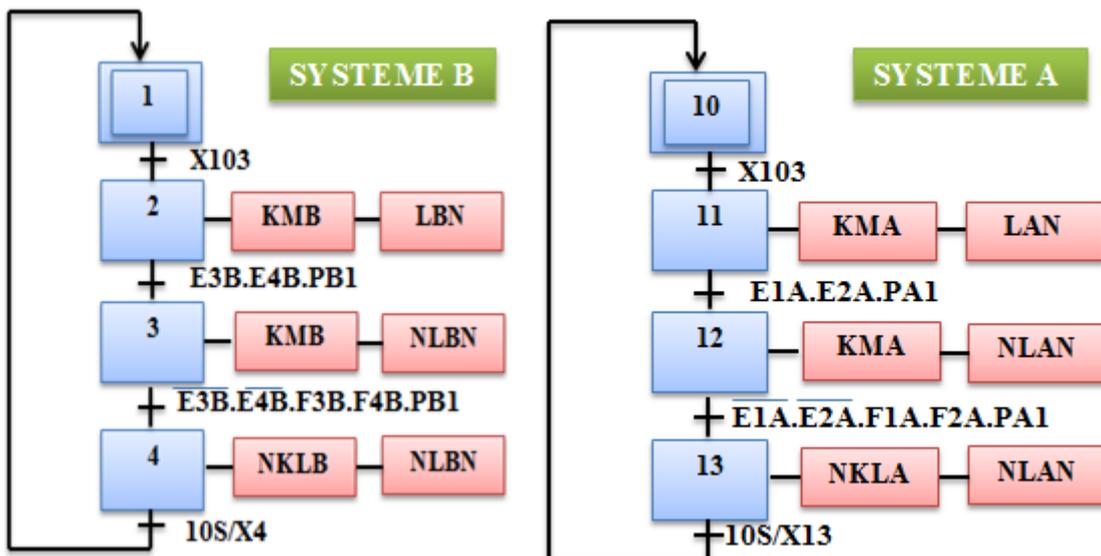


Figure 5.5 : Grafcet de mode automatique

Le comptage de 8 fois pour système A et une fois pour système B programmé dans l'OB1 dans le STEP7.

- **Grafcet de mode clôture** : est donné sur la figure 5.6

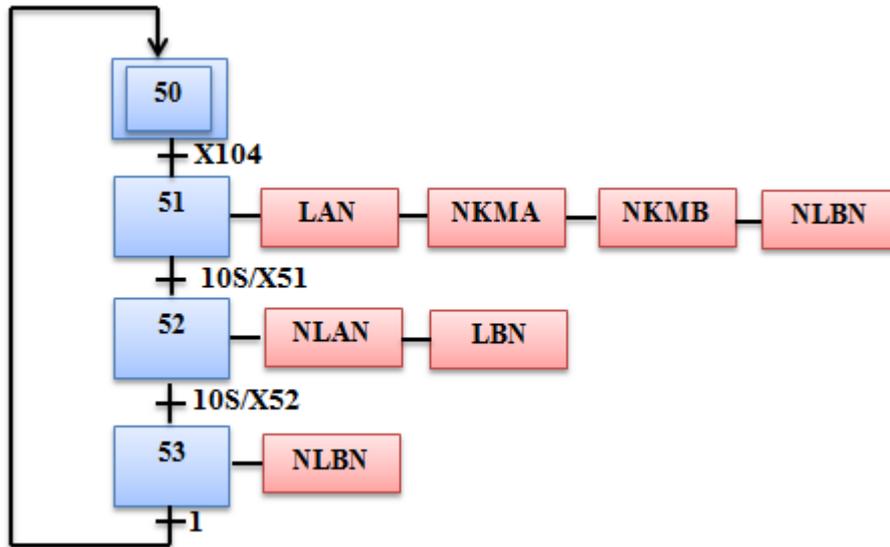


Figure 5.6 : Grafcet de clôture

- **Grafcet mode manuel** : (cycle par cycle) est représenté sur la figure 5.7

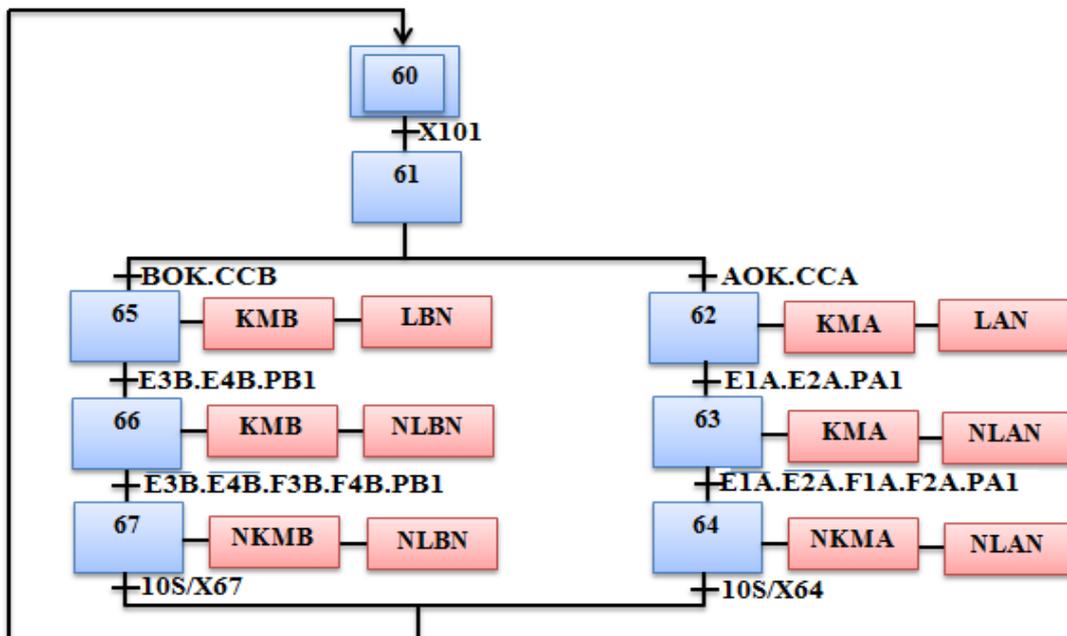


Figure 5.7 : Grafcet mode manuel

- **Grafcet mode de test** est donné sur la figure 5.8

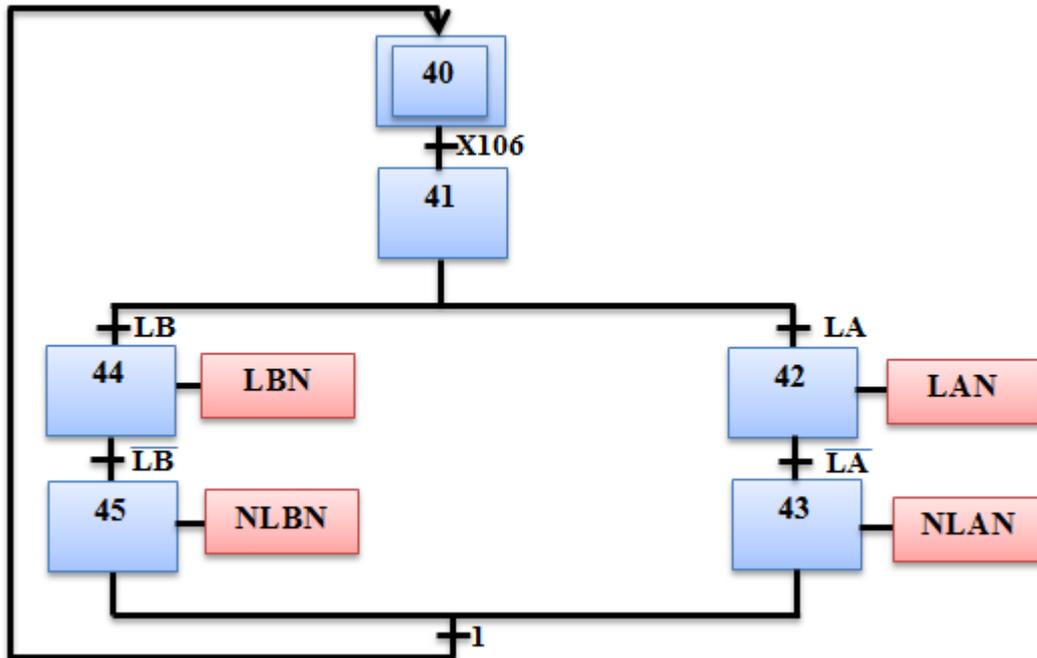


Figure 5.8 : Grafcet du mode test

- **Grafcet de sécurité** est illustré sur la figure 5.9

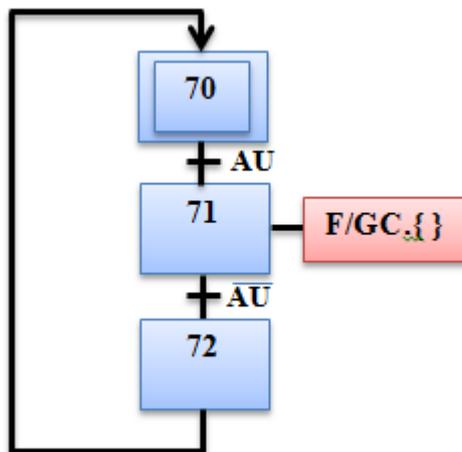


Figure 5.9 : Grafcet de sécurité

V.3 Programmation dans STEP7

V.3.1 Configuration matérielle

Notre projet contient la description complète de l'automatisme. Il comporte donc deux grande parties : la description du matériel, et la description du fonctionnement.

Le matériel utilisé par l'installation existante

- ✓ Insertion une station SIMATIC 300.
- ✓ RACK 300.
- ✓ On sélection une CPU 312 C(1) : dans cette CPU les adresse d'entrées/sorties des modules peuvent être paramétrées.
- ✓ Module d'entrée/sortie TOR DI10/DO6 pour augmenter les entrées et les sorties dans le CPU.
- ✓ Module de comptage pour faire les calculs nécessaire.
- ✓ CP 342-5 un PROFIBUS DP pour la communication et l'intégration entre STEP7 et WINNCC flexible.

La figure 5.10 représente la configuration de ces matériels.

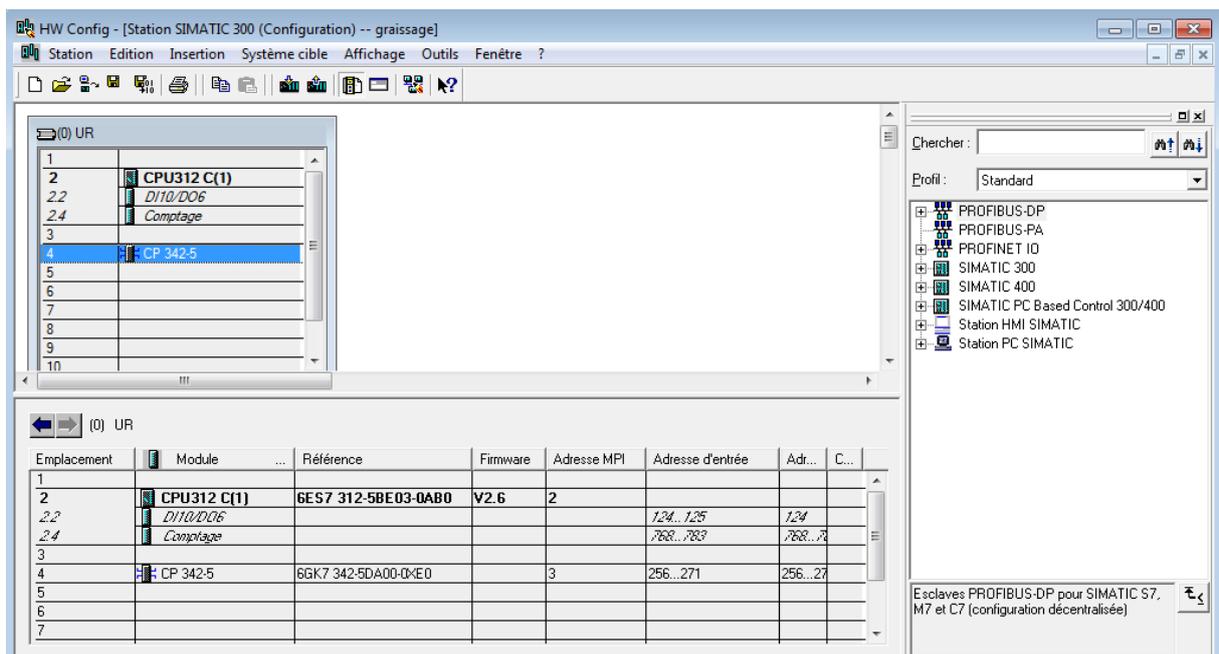


Figure 5.10 : Configuration de projet (hardware configuration)

Une fois tout le matériel est préparés, nous avons commencé à établir et préparé le logiciel. Le programme est constitué d'une liste de fonctions et blocs de mémoires pour le bon fonctionnement du système. Le bloc d'organisation (OB1) contient les différentes parties du programme programmé en langage LADDER, et les blocs fonctionnels (FB) contiennent les

différents modes de ce système programmé par le grafcet du STEP7.

La figure 5.11 représente les blocs de programme dans STEP7.

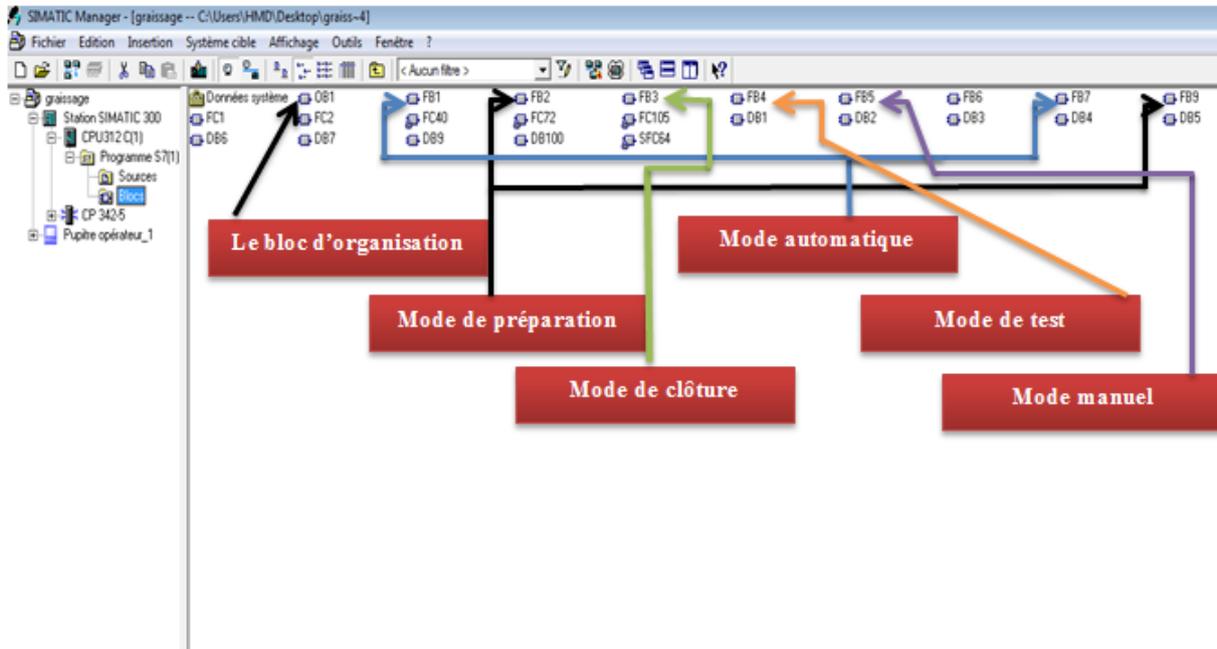


Figure 5.11 : Les blocs de programme dans STEP7

Chaque FB a un bloc de mémoire DB.

V.3.2 Le tableau de mnémonique

Le programme sera plus facile à lire si on attribue des noms symboliques aux adresses des modules et blocs. Pour cela, il faut définir des mnémoniques dans une table de mnémonique, figure 5.12.

	Etat	Mnémonique	Opéran /	Type de do	Commentaire
1		KMA	A 0.0	BOOL	pompe graisse systeme A marche
2		NKMA	A 0.1	BOOL	pompe graisse systeme A stop
3		LAN	A 0.2	BOOL	vanne d'aire systeme A ouvrir
4		NLAN	A 0.3	BOOL	vanne d'aire systeme A fermer
5		KMB	A 0.4	BOOL	pompe graisse systeme Bmarche
6		NKMB	A 0.5	BOOL	pompe graisse systeme B stop
7		LBN	A 0.6	BOOL	vanne d'aire systeme B ouvrir
8		NLBN	A 0.7	BOOL	vanne d'aire systeme B fermer
9		MF	E 0.0	BOOL	moteur four
10		P	E 0.1	BOOL	presosta de l'aire >5
11		AU	E 0.2	BOOL	d'arret d'urgence commun
12		AUA	E 0.3	BOOL	d'arret d'urgence dans le systeme A
13		AUB	E 0.4	BOOL	d'arret d'urgence dans le systeme B
14		CCA	E 0.5	BOOL	bouton marche systeme A
15		CCB	E 0.6	BOOL	bouton marche systeme B
16		AOK	E 0.7	BOOL	systeme A "ok"
17		BOK	E 1.0	BOOL	systeme B "ok"
18		E1A	E 1.1	BOOL	min d'agresse dans le nubilisateur 1 A
19		E2A	E 1.2	BOOL	min d'agresse dans le nubilisateur 2A
20		PA1	E 1.3	BOOL	pression d'agresse dans les nubilisateurs A
21		F1A	E 1.4	BOOL	max d'agresse dans le nubilisateur 1 A
22		F2A	E 1.5	BOOL	max d'agresse dans le nubilisateur 1 A
23		E3B	E 1.6	BOOL	min d'agresse dans le nubilisateur 3 B
24		E4B	E 1.7	BOOL	min d'agresse dans le nubilisateur 4 B
25		F3B	E 2.0	BOOL	max d'agresse dans le nubilisateur 3 B
26		F4B	E 2.1	BOOL	max d'agresse dans le nubilisateur 4 B
27		PB1	E 2.2	BOOL	pression d'agresse dans les nubilisateurs b
28		CC	E 2.3	BOOL	mode controle central

Figure 5.12 : Edition de mnémonique

Une fois les mnémoniques et les blocs déclarés, on est prêt pour écrire le programme.

On a créé le programme par langage graph dans les FB, puis le programme principal dans OB1 par langage contact dans des réseaux, chaque réseau présente une séquence.

- Le FB2 contient le sous-programme pour le mode de préparation du système A, et le FB9 contient le sous-programme pour le mode de préparation du système B, figure 5.13.

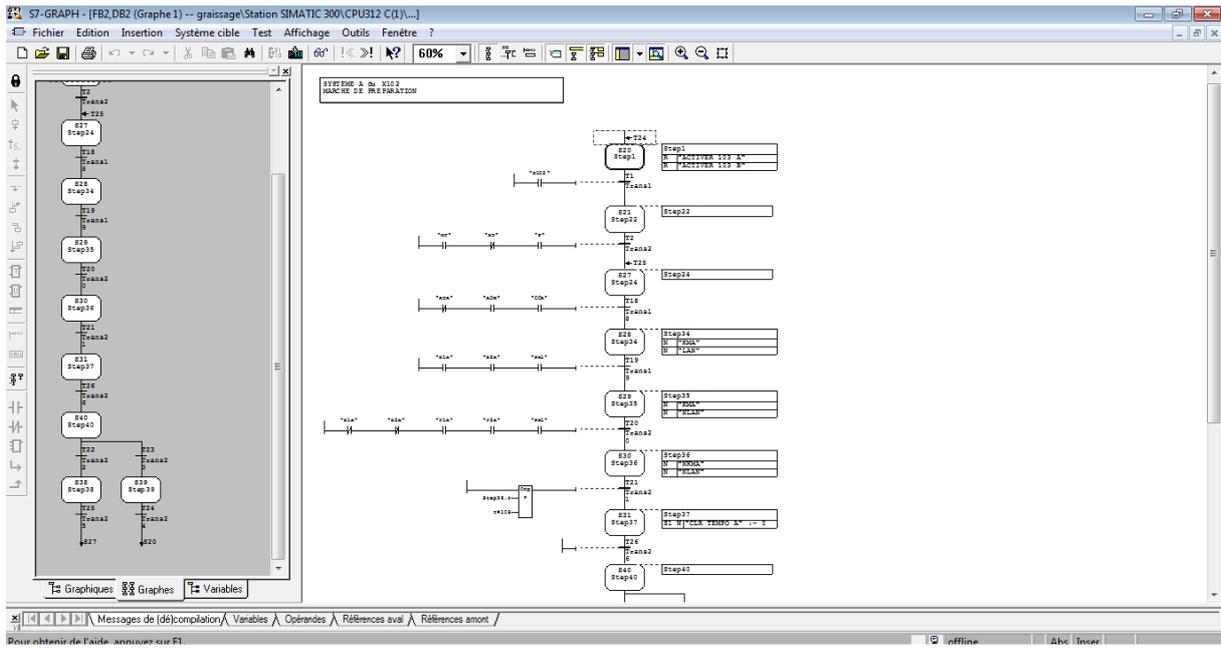


Figure 5.13 : La fonction FB2

- Le FB1 contient le sous-programme pour le mode d'automatique du système A, et le FB7 contient le sous-programme pour le mode d'automatique du système B, figure 5.14.

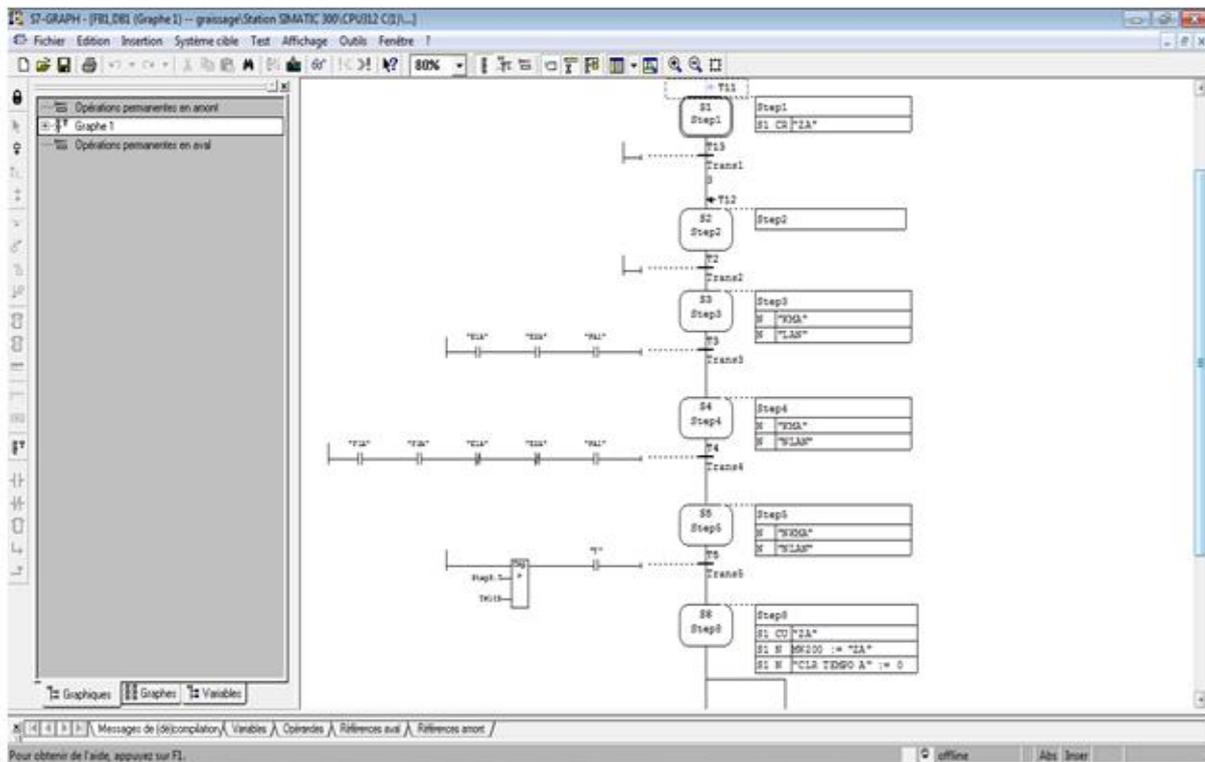


Figure 5.14 : La fonction FB1

- Le FB 3 contient le sous-programme pour le mode de clôture.
- Le FB4 contient le sous-programme pour le mode test.
- Le FB5 contient le sous-programme pour le mode manuel.
- Le FB6 contient le sous-programme pour le mode de sécurité.

OB1 comporte le programme général du système du graissage (figure 5.15).

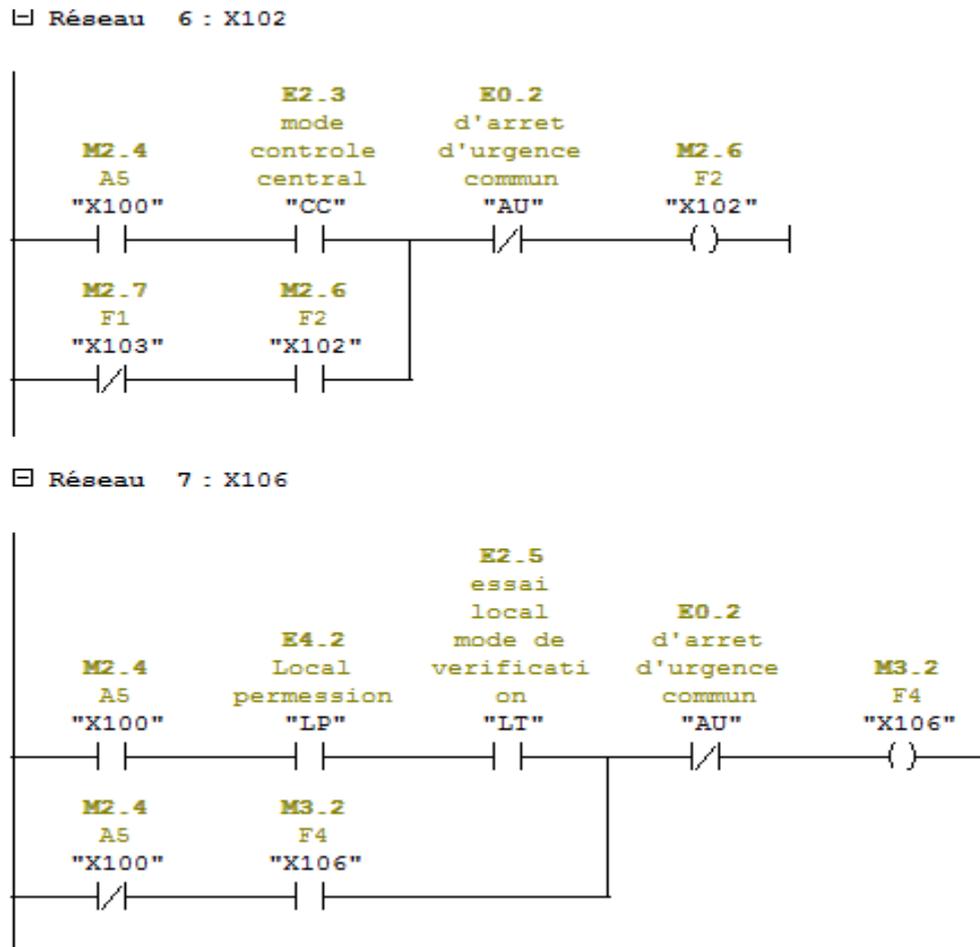


Figure 5.15 : Le programme dans OB1

V.4 Création de station HMI

Nous avons choisi un pupitre SIEMENCE PC IL 70 12'' Touch 800*600, ce pupitre ce représenté par la figure 5.16 :

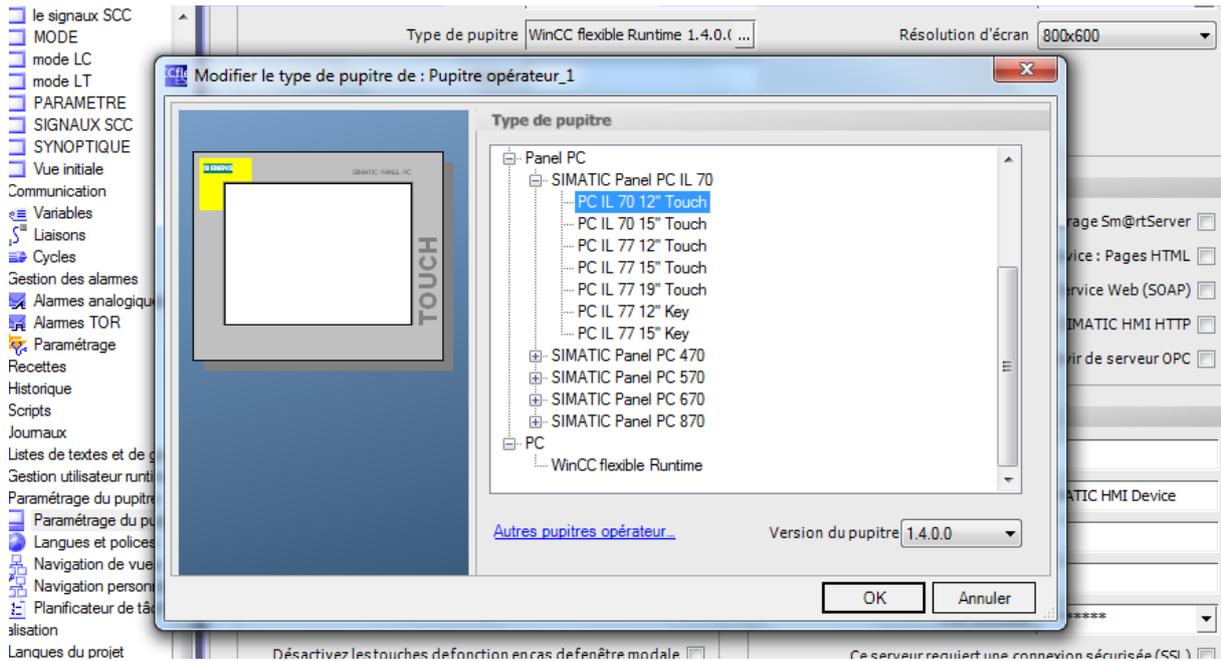


Figure 5.16 : Pupitre d’HMI

Après le choix de pupitre, nous avons établi une liaison entre le projet WINCC et le programme STEP7 (figure 5.17 et figure 5.18).

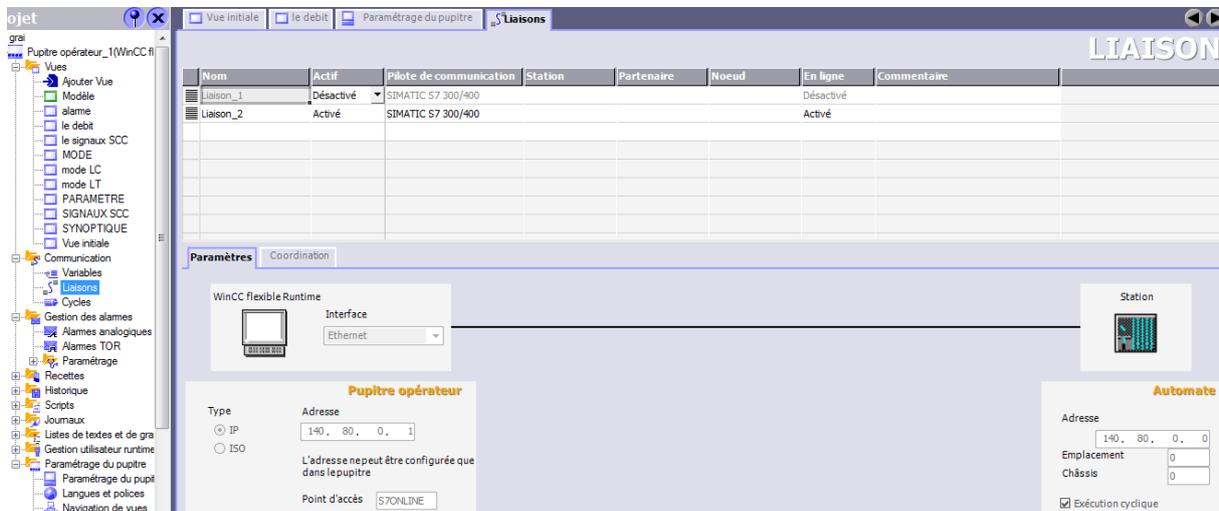


Figure 5.17 : Liaison entre interface et l’automate

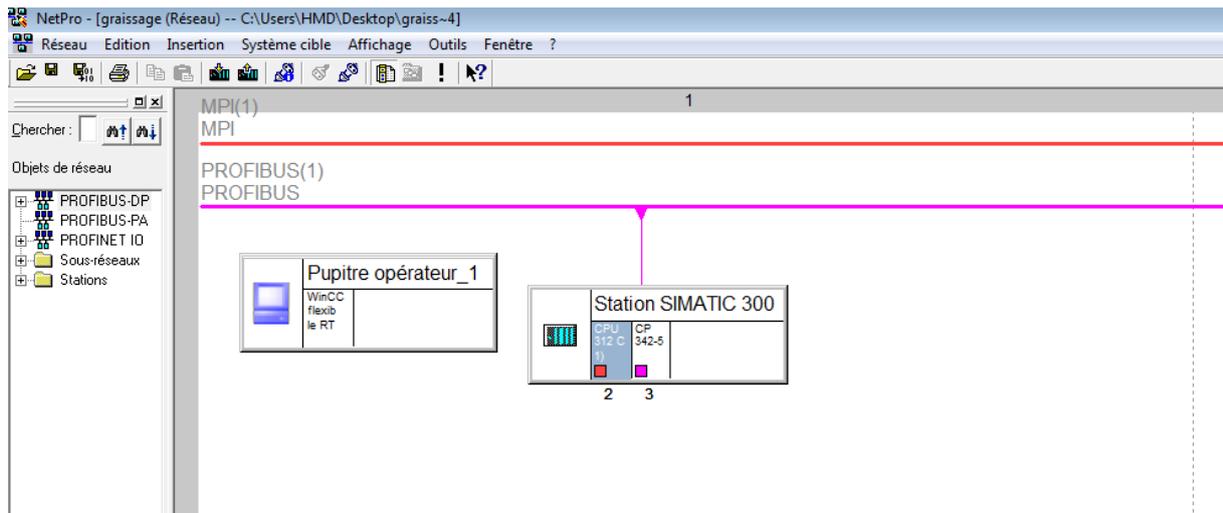


Figure 5.18 : Liaison MPI entre pupitre et station SIMATIC (l'intégration)

V.4.1 Déclaration des variables

On utilise les variables pour l'échange des données entre le pupitre et l'automate (S7-PLCsim), figure 5.19.

Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Eléments du ta...	Cycle d'acquisi...	Commentai...
ACTGRS		Liaison_2	Bool	ACTGRS	M 300.1	1	1 s	ACTIVATION
ALARME 1		Liaison_2	Word	ALARME 1	MW 101	1	1 s	défait mes pl
ALARME 2		Liaison_2	Word	ALARME 2	MW 102	1	1 s	défait fait ur
AOK		Liaison_2	Bool	AOK	I 0.7	1	1 s	systeme A "o
BOK		Liaison_2	Bool	BOK	I 1.0	1	1 s	systeme B "o
CC		Liaison_2	Bool	CC	I 2.3	1	100 ms	mode control
CCA		Liaison_2	Bool	CCA	I 0.5	1	1 s	bouton march
CCB		Liaison_2	Bool	CCB	I 0.6	1	1 s	bouton march
DEB1.25		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 32	1	100 ms	
DEB16		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 12	1	100 ms	Debit 16 cm3
DEB2		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 28	1	100 ms	
DEB3.25		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 24	1	100 ms	
DEB5		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 20	1	100 ms	
DEB8		Liaison_2	Time	<indéfini>	MD 16	1	100 ms	
debit 1.25		Liaison_2	Bool	debit 1.25	M 300.7	1	1 s	le debit est 1
debit 16		Liaison_2	Bool	debit 16	M 300.2	1	1 s	le debit est 1
debit 2		Liaison_2	Bool	debit 2	M 300.6	1	1 s	le debit est 2
debit 3.25		Liaison_2	Bool	debit 3.25	M 300.5	1	1 s	le debit est 3
debit 5		Liaison_2	Bool	debit 5	M 300.4	1	1 s	le debit est 5
debit 8		Liaison_2	Bool	debit 8	M 300.3	1	1 s	le debit est 8
DFF		Liaison_2	Bool	DFF	M 100.4	1	1 s	p<
E1A		Liaison_2	Bool	E1A	I 1.1	1	100 ms	min d'agresse
E2A		Liaison_2	Bool	E2A	I 1.2	1	100 ms	min d'agresse

Figure 5.19 : Les variables de notre application dans le WINCC

V.4.2 Création du vue

Pour la gestion de notre projet on suit les étapes suivantes :

- ❖ Crée une vue initial pour l'interface principal de l'HMI qui permet le passage d'une

vue a une autre, figure 5.20.

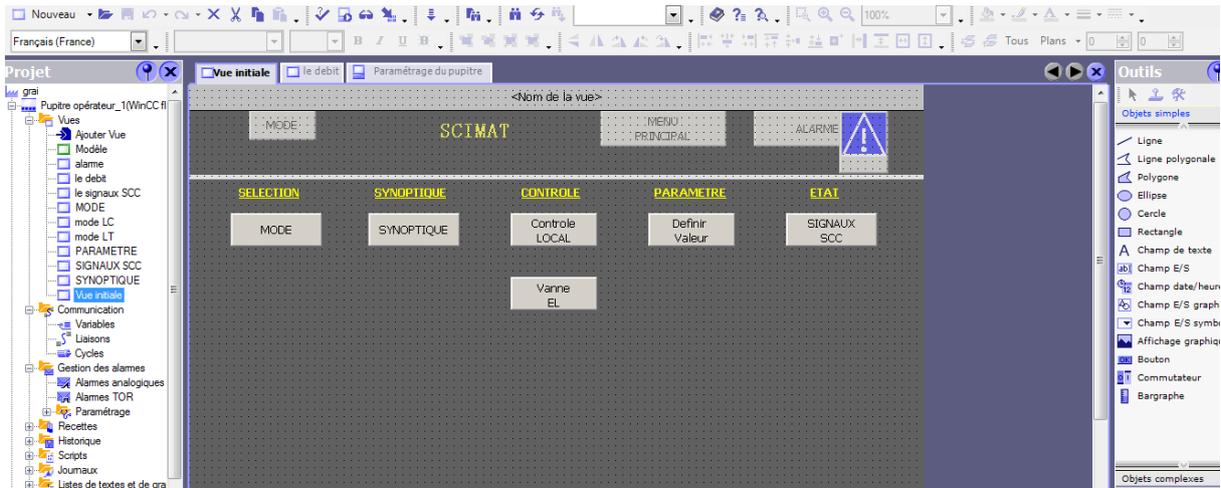


Figure 5.20 : Vue initial

❖ Une vue nommée « Mode », pour sélectionne le type de mode de fonctionnement du système (automatique, manuel ou vérification du vannes), figure 5.19.

❖ Une vue nommée « synoptique », pour la surveillance de fonctionnement du système de graissage, figure 5.21.

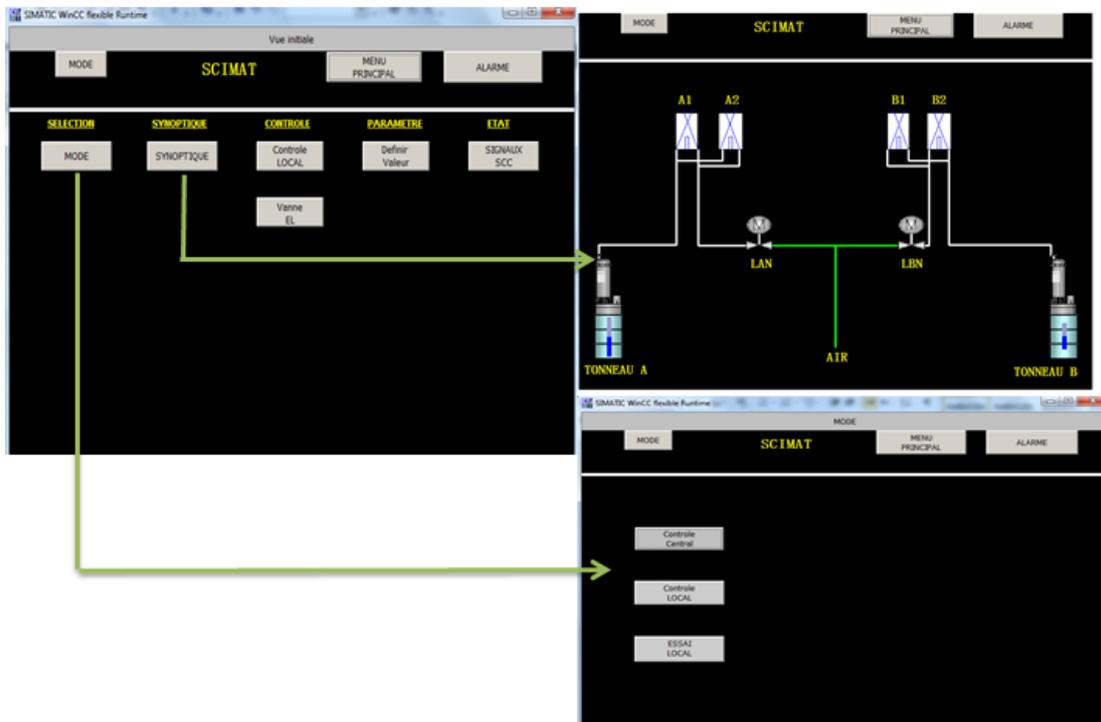


Figure 5.21 : Passage vue à vue

❖ Une vue nommée « définir valeur », donne l'accès à l'opérateur ou l'administrateur pour saisir les données du système, figure 5.22.

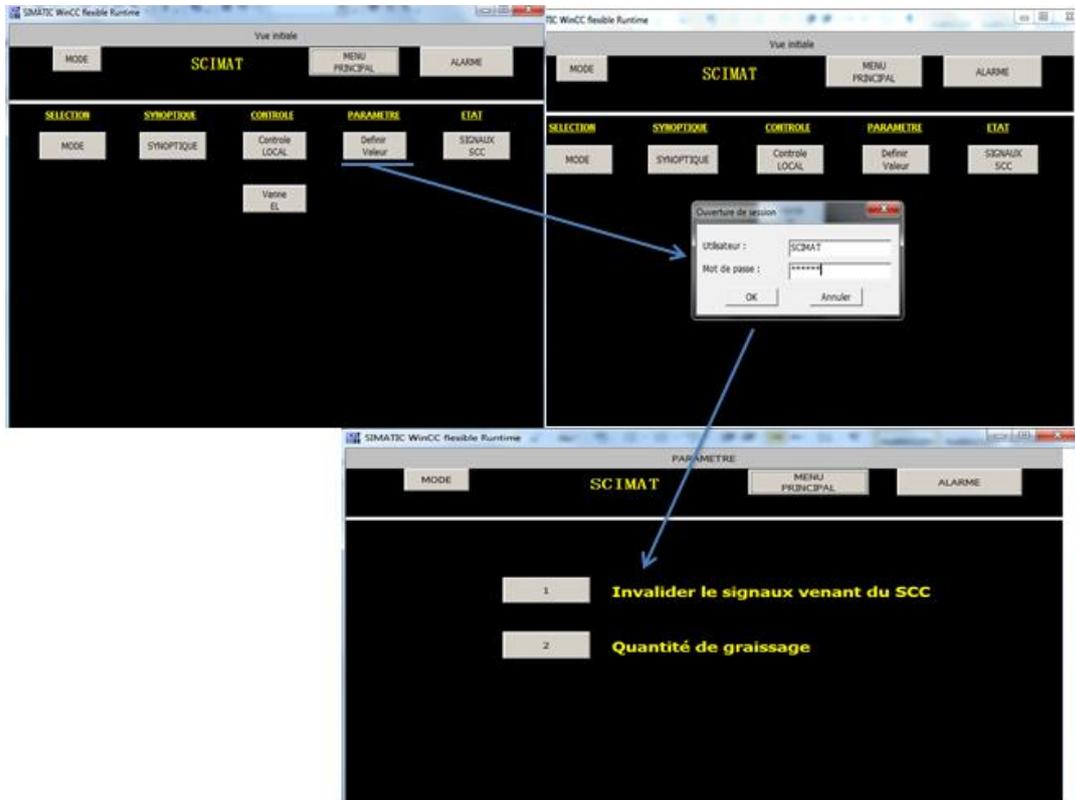


Figure 5.22 : Vue définir valeur

❖ Une vue nommée « signaux SCC », pour la surveillance des signaux qui sont entrent ou sortent du système, figure 5.23.

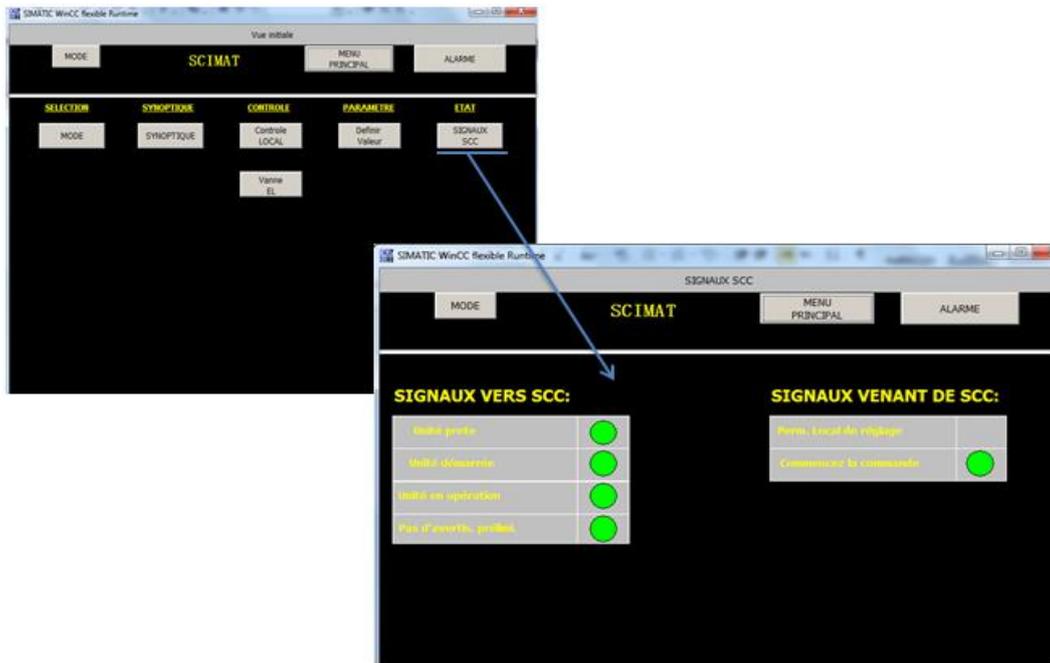


Figure 5.23 : Vue signaux SCC

❖ Une vue nommée « alarme », pour connaître le type de défaut dans le dysfonctionnement du système alarme 1 pour les avertissements et alarme 2 pour les erreurs (figure 5.24).

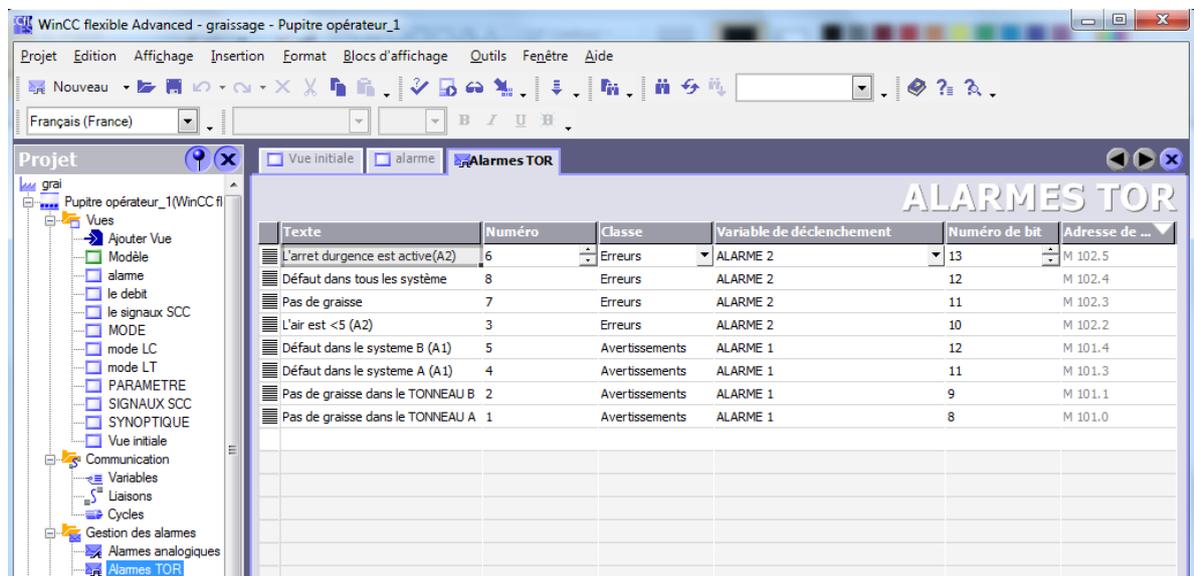


Figure 5.24 : Alarme TOR (tous ou rien)

V.4.3 La simulation de projet à l'aide de WINCC flexible

Pour la simulation du système on va vérifier les erreurs et lancer la simulation (figure 5.25).

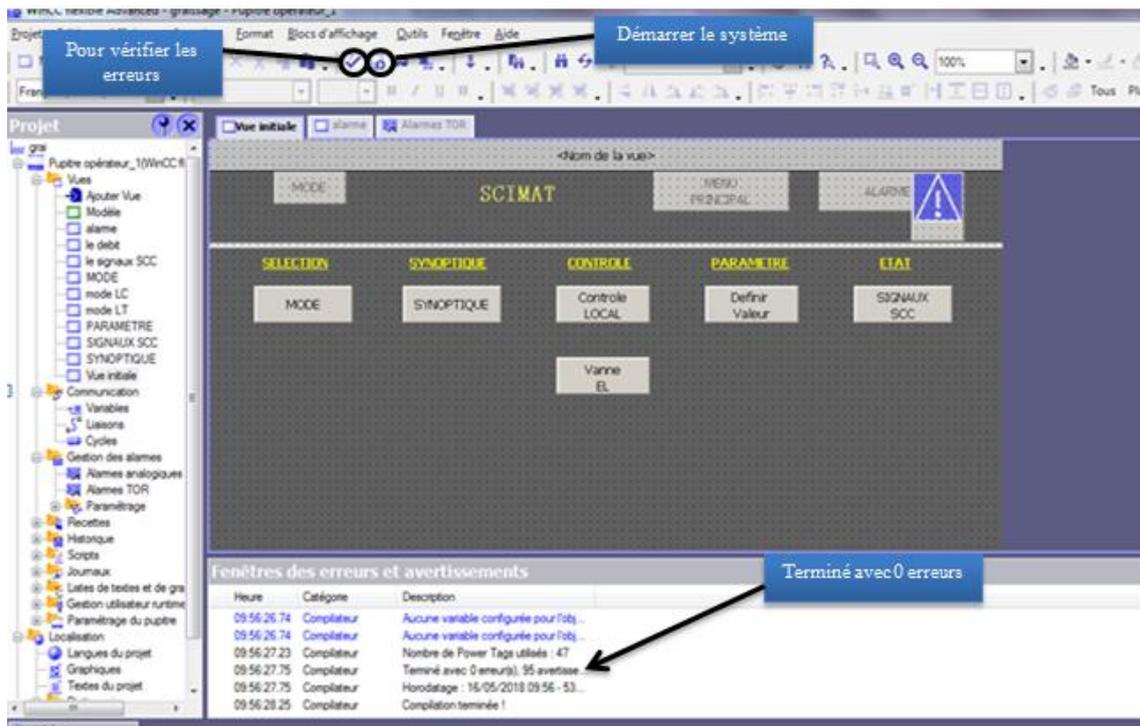


Figure 5.25 : La simulation d'HMI

Lorsqu'on démarre tout le programme, on peut superviser le système de graissage figure 5.26

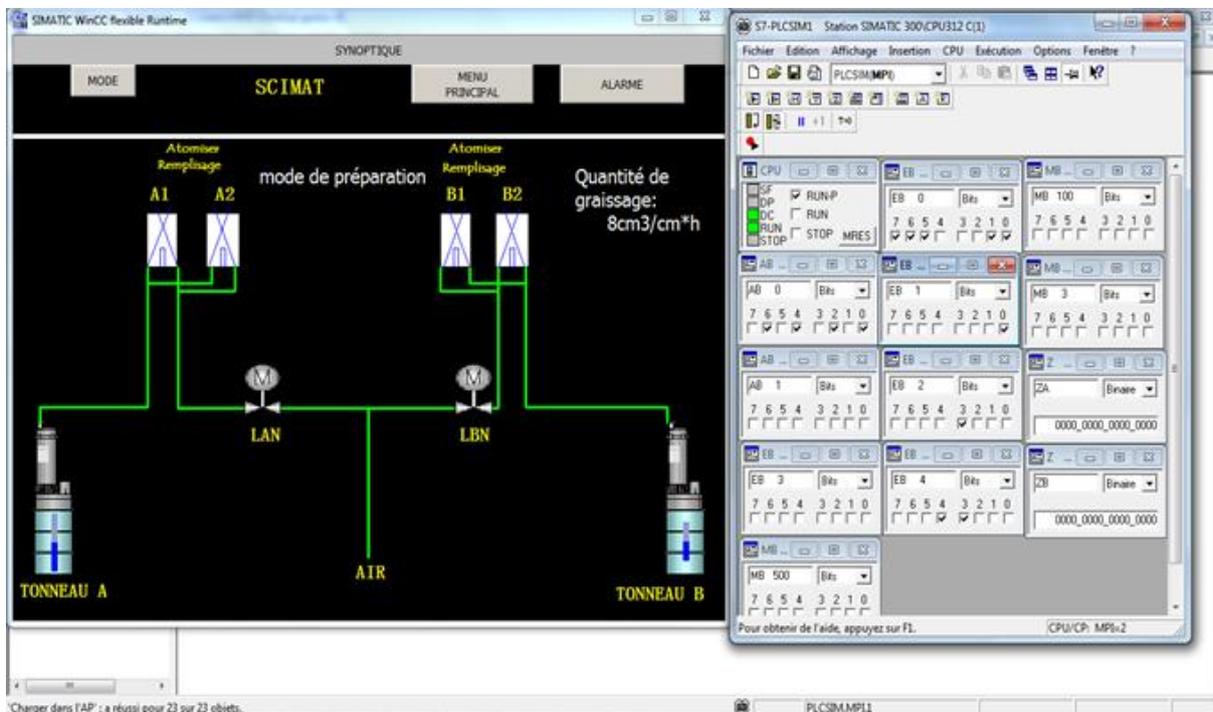


Figure 5.26 : La supervision du système de graissage

V.5 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté notre système à un cahier de charge, puis il est traduit en grafcet pour simplifier à crée le programme en STEP7 ainsi que les règles d'animation introduire au niveau de l'interface graphique de système du graissage sous WINCC avec la liaison entre PLCSIM et WINCC.



CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

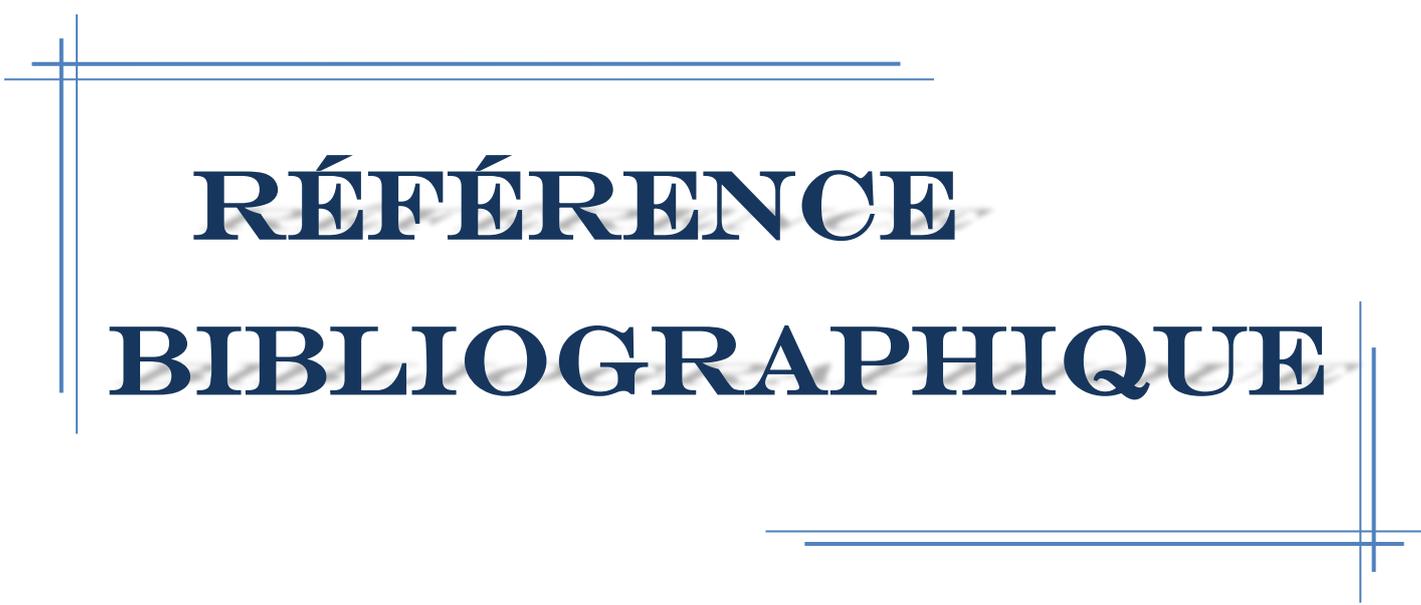
Le système de graissage d'un four rotatif est un système automatisé très important dans l'usine de la cimenterie parce que l'unité la plus importante de l'usine c'est le four, qui nécessite le maintien de la friction lors de la rotation. Le choix de cet exemple d'application est pour approfondir nos connaissances théoriques dans le domaine d'automatisme industriel.

L'objectif de ce travail est de faire l'automatisation avec la supervision qui est souvent utilisée dans l'industrie. On a utilisé l'automate S7-300, programmé par le logiciel STEP7 et un simulateur PLCsim pour tester le programme.

Pour la supervision de notre exemple d'application (système du graissage) on a utilisé le logiciel de supervision WINCC qui possède plusieurs avantages tel que : une supervision en temps réel, une création des interfaces graphiques très représentatives de l'installation supervisée.

A la fin de ce projet nous avons réussi à faire le programme de notre exemple d'application, tester ce programme par le simulateur PLCsim et développer la vue de notre exemple d'application (système de graissage) par l'explorateur graphique WINCC.

Ce travail nous a permis d'avoir une très bonne expérience de voir de près le domaine industriel. Comme une grande occasion pour entrer et explorer ce monde d'industrie qui est compliqué en même temps que se développe chaque jours (les automates industriels, les machines, les capteurs, et les pupitres de supervision), aussi nous a permet de découvrir la programmation des automates S7-300, la simulation par PLCsim et le logiciel de supervision WINCC.



RÉFÉRENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Référence bibliographique

[1] : A membre de l'usine de Ain-Touta SCIMAT [en ligne],

www.scimat.dz

[2] : Documents de l'usine.

[3] : Info ciment [en ligne],

www.infociments.fr

[4] : Les indicateurs de pression [en ligne],

www.jumo.fr

[5] : Woerner the experts in lubrication [en ligne],

www.woerner.de

[6] : Les pompes hydrauliques [en ligne],

http://hydrauliqueportuaire.fr/documentation/les_pompes.pdf

[7] : Les vannes papion Tout ou Rien [en ligne],

<https://www.samson.de/document/t80390fr.pdf>

[8] : CLEVER Technologies [en ligne],

<http://supervision.clever.fr/surveillance-systemes-industriels/>

[9] : Supervision équipements industriels [en ligne],

<https://www.jeanfavre.ch/supervision/>

[10] : CIMAX, "Introduction à la supervision", Edition Applicatif, n° 4, décembre 1997- janvier-février 1998.

[11] : Daniel RACOCEANU « Contribution à la surveillance des Systèmes de Production en utilisant les Techniques de l'Intelligence Artificielle ».Thèse d'habilitation, Université de FRANCHE-COMTE de Besançon, 2006.

[12] : G.BOUJAT- P.ANAYA, « Automatique Industrielle en 20 fiches », Fiche 11,2013

[13] : [Toguyeni *et al.*, 2002] Armand Togueni, Khalid Kouiss et Michel Combacau, “Fondements du pilotage des systèmes de production”, Chapitre 4Supervision d’atelier, Hermes Science Publications, Paris, 2002.

[14] : Gilles Zwingestien, « Diagnostic des défaillances, théorie et pratique pour les systèmes industriels » édition Hermès, pages 55-13,1995.

[15] : Pierre Bonnet, « Introduction à la supervision » université LILLE 1, Novembre 2010 [en ligne],

http://www.lagis.univ-lille1.fr/~bonnet/supervision/Cours_intro_super.pdf

[16] : David Andreu, « Commande et supervision des procédés discontinus : une approche hybride », thèse doctorat, université Paul Sabastier de Toulouse, 96.

[17] : Nabil JERBI, « Apports et Intégration de la Robustesse pour la Supervision de Système Manufacturiers », thèse doctorat, Ecole Nationale D’ingénieurs de Tunis, 2006.

[18] : Informatique-automate-programmable [en ligne],

<https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-automate-programmable-10525/>

[19] : POLYTECH’ cours, Marseille Département de mécanique Energétique.

[20] : O.VITRY, « DESCRIPTION FONCTIONNELLE D’UN SYSTEME AUTOMATISE », Cours , Lycée Léon de Lepervanche.

[21] : SIEMENS, « Appareils de terrain pour l’automatisation des processus », SITRANS, 2005.

[22] : Les-automates-siemens [en ligne],

<https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/les-automates-siemens-pour-les-nuls.html>

[23] : Manuel Système d’automatisation S7-300 Caractéristique des modules 2009.

- [24] : Siemens, système d'automatisation S7-300, Caractéristique des modules.
- [25] : Automatismes industriels [en ligne],
<http://www.lcautomatisme.fr/15.html>
- [26] : Document de formation pour une solution complète d'automatisation Totally Integrated Automation (T I A) MODULE A3 Initiation à la programmation d'API avec STEP 7,
Edition : 05/2004.pdf
- [27] : P.JARGOT, « Langages de programmation pour API. Norme IEC 1131-3 », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8030.
- [28] : C.T.JONES, « STEP7 in STEP7 », first Edition, A practical Guide to Implementing S7-300/S7-400 Programmable Controllers, 2006.
- [29] : Manuel SIEMENS, « Programmation avec STEP7 », SOMATIC, 2008.
- [30] : Manuel SIEMENS, « WINCC flexible 2008 », SIMATIC HMI, 2008.
- [31] : Manuels SIEMENS, « WinCC flexible Getting Started Débutants », SIMATIC, 2006.