

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique



Université Dr. Molay Taher de Saida
Faculté de la Technologie
Département d'Electrotechnique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

Master (LMD)

Spécialité : AUTOMATIQUE ET SYSTEMES

Filière : AUTOMATIQUE

Intitulé :

**Automatisation et Régulation de Débit de Gaz de la Cimenterie
de Saida par un API**

Présenté par :

- **Cherigui Rafik**
- **Cheriet mohamed lamine**

Devant le jury composé de :

Président : Mekkaoui Mohammed

Encadreur : Labane chrif

Examineur : Sekour M'hamed

Soutenu le 27/06/2024

Promotion 2023-2024

Dédicace:

*JE SUIS DEDIS CE MODESTE
TRAVAIL A :*

MA CHÈRE MÈRE.

MON CHÈRE PÈRE.

dr labane et Dr SaYeh

MES SŒURS ET MES FRÈRES

TOUTES MES FAMILLES

CHÉRIGUI et cheriet

Liste des Figures

Chapitre I description de la société des ciments et les processus de fabrication du ciments

Figure 1 Situation de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S).....	6
Figure 2 Photo de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S).....	6
Figure 3: Carrière.....	10
Figure 4: Concasseur.....	11
Figure 5: Pole de stockage de matière.....	12
Figure 6: Atelier de dosage.....	13
Figure 7: Atelier de dosage.....	14
Figure 8: Silo de stockage et d'homogénéisation.....	15
Figure 9: Zone Cuisson.....	16
Figure 10: Tour préchauffage.....	17
Figure 11: Four rotatif ciment.....	18
Figure 12: Refroidisseur.....	19
Figure 13: Silo clinker.....	20
Figure 14: Broyeur clinker.....	21
Figure 15: Zone d'expédition.....	22

Chapitre II précalcinateur et régulation PID

Figure 16: Représentation d'un système de précalcination.....	26
Figure 17: les vannes de précalcinateur.....	28
Figure 18: La vue principale de précalcinateur.....	28
Figure 19: Schéma bloc d'un régulateur PID.....	30

Chapitre III Automatisation des systèmes industriels

Figure 20: Structure d'un système automatisé.....	34
Figure 21: Automate programmable siemens.....	38
Figure 22: API S7 400.....	39
Figure 23: API S7 200.....	39
Figure 24: API S7 300.....	39
Figure 25: API S7 1500.....	39
Figure 26: API S7 1200.....	39
Figure 27: Principe d'accès au Bus.....	40
Figure 28: icon de SIMATIC Manager Step 7.....	41
Figure 29: Interface de Logiciel STEP7.....	42
Figure 30: Schéma fonctionnel du PID.....	44
Figure 31: Fenêtre d'accueil WinCC flexible.....	45

Chapitre IV Simulation et visualisation

Figure 32: Création d'un bloc d'organisation.....	51
Figure 33: Création du bloc de donnée.....	52
Figure 34: Contenu d'un bloc de donnée.....	53
Figure 35: Création d'un bloc de fonction.....	54

Figure 36:Table des mnémoniques	55
Figure 37:Simulation avec le PLCSIM.....	56
Figure 38: Les conditions de démarrage.	59
Figure 39:les contact des défauts	59
Figure 40:Les défauts de (température ,Electric, pression2bar, pression6bar).....	60
Figure 41:Ouverture des vannes de gaz (purge10s ,amont et aval).	61
Figure 42:Bloc PID avant démarrage (0.0.0)	65
Figure 43:step7 simatic 300	66
Figure 44:Step7 (les bloc)	67
Figure 45:Step7 (simulation).....	68
Figure 46:Bloc PID on démarrage (1.1.1).....	74
Figure 47:Création d'une station IHM (part 1).....	75
Figure 48:Création d'une station IHM (part 2).....	76
Figure 49:Table des variables IHM.....	77
Figure 50:avant démarrage de précalcinateur.....	77
Figure 51:démarrage de précalcinateur	78
Figure 52: Simulation avec WinCC flexible graphes Pendant la régulation	79
Figure 53:Création des défauts de (pression<6bar ,2bar<pression, électrique).....	82
Figure 54:Création de défauts de température.....	83

Liste des Tableaux

Chapitre I description de la société des ciments et les processus de fabrication du ciments

Tableau 1:La distribution de ciment du secteur géographique sud-ouest.....	8
--	---

Chapitre II précalcinateur et régulation PID

Tableau 2:unités de mesure utilisées	29
Tableau 3:effet des actions du correcteur PID	32
Tableau 4:Tableau d'influence	32

Chapitre III Automatisation des systèmes industriels

Tableau 5:Tableau 5:les composants de automate programmable	38
---	----

Table de Matière

Liste des Figures I

Liste des Tableaux II

Introduction générale III

Chapitre I description de la société des ciments et les processus de fabrication du ciments

I.1	Introduction	4
I.2	Présentation sur l'usine (S.C.I.S).....	4
III.1.1	Identification de la Société :	4
III.1.2	Historique	4
III.1.3	Localisation.....	5
III.1.4	Principaux Inputs- Environnement	6
I.1.1.1	Eau.....	6
I.1.1.2	Électricité.....	6
I.1.1.3	Gaz Naturel	7
I.1.1.4	Route	7
I.1.1.5	Voie Ferrée.....	7
III.1.5	Production de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S)	7
III.1.6	Domaine d'application	7
I.3	Présentation sur le ciment	8
III.1.7	Définition du Ciment.....	8
III.1.8	Matières premières du ciment :	8
III.1.9	Matières d'ajouts du ciment.....	9
I.4	Les étapes de fabrication du ciment.....	9
III.1.10	Zone d'extraction	9
I.1.1.6	Atelier de Concassage	9
I.1.1.7	Carrière.....	10
I.1.1.8	Concassage	11
I.1.1.9	Stockage de matières premières.....	12
III.1.11	Zone crue.....	12
I.1.1.10	Broyage du Crue.....	12
I.1.1.11	Dosage	13
	Broyage et le séchage	14
I.1.1.12	Silo de stockage et d'homogénéisation.....	15
III.1.12	Zone cuisson	16
I.1.1.13	Caractéristiques d'Atelier (zone)	16

I.1.1.14	Tour préchauffage (à cyclones)	17
I.1.1.15	Le Four rotatif ciment	18
III.1.12.1.1	Le Doseur Farine :	18
I.1.1.16	Refroidisseur	19
I.1.1.17	Stockage du clinker	20
III.1.13	Zone ciment	20
I.1.1.18	Broyage du Clinker	21
III.1.14	Zone expédition	22
I.1.1.19	Stockage du Ciment et Expéditions	22
III.1.14.1.1	Stockage du Ciment	22
III.1.14.1.2	Expédition du Ciment	22
I.5	Conclusion	23

Chapitre II précalcinateur et régulation PID

I.6	Introduction	25
I.7	Définition de précalcinateur :	25
III.1.2	précalcinateur : principes et fonctionnement	25
III.1.3	Les avantages d'un précalcinateur dans la cimenterie :	26
III.1.4	Les vannes de précalcinateur	26
III.1.6	Calcul du débit de gaz	29
I.8	Régulateur PID	30
I.9	Formes des correcteurs PID	30
I.1.1	Forme standard (forme mixte)	31
I.1.2	Forme parallèle	31
I.1.3	Forme série	31
I.10	Effet des actions du Régulateur PID	31
I.11	conclusion	32

Chapitre III Automatisation des systèmes industriels

I.12	Introduction	34
I.13	La structure d'un système automatisé	34
III.1.15	Partie Opérative	35
III.1.16	Actionneurs	35
III.1.17	Les capteurs	36
I.1.1.20	Différents types de capteurs	36
III.1.17.1.1	Capteur à seuil de pression pneumatique	36
III.1.17.1.2	Capteur capacitif	36

III.1.17.1.3 Capteur inductif	37
III.1.17.1.4 Capteur de position	37
III.1.17.1.5 Capteur optique	37
I.14 Les automates programmables industriels (API)	37
I.15 Définitions	37
I.16 Architecture des automates programmables industriels	37
III.1.18 SIMATIC S7 : Cette gamme d'automates comporte Cinq familles :	39
I.17 Principe d'accès au BUS	40
I.18 Présentation du logiciel de programmation STEP 7	41
III.1.19 Langage de programmation	42
III.1.20 Régulation PID dans STEP7	43
I.19 Présentation de Win CC flexible	45
III.1.21 Introduction	45
III.1.22 Tâches d'un système IHM	45
III.1.23 SIMATIC WinCC flexible	46
III.1.24 Élément de WinCC flexible	46
III.1.25 Intégration de WinCC flexible à STEP7	46
I.20 Conclusion	47

Chapitre IV Simulation et visualisation

I.21 Introduction	49
I.22 Présentation du système	49
I.23 Organigramme	50
I.24 Présentation de la partie commande	51
III.1.26 Bloc d'organisation (OB1)	51
III.1.27	52
III.1.28 Bloc de données DB	52
III.1.29 Bloc de fonction FB	54
III.1.30 Table des mnémoniques	55
I.25 Tests et simulations	56
III.1.31 Simulation du programme sous STEP7 avec PLCSIM	56
I.26 Programme et cahier de charge	57
III.1.32 Programmation avec Ladder	59
I.27 Simulation	69
I.28 Présentation de la partie IHM	75
III.1.33 Création d'une station IHM	75

III.1.34	Création de la table des variables	76
III.1.35	La vue principale	77
III.1.36	La vue secondaire (les graphes).....	78
I.29	Création les défauts avec PLCSIM :	81
	Dans le tableau de entrée les Bits (3 , 4, 5) son les contact des défauts :.....	81
I.30	Conclusion.....	85
	Résumé	92
	ملخص	93

Introduction générale

La régulation automatisée d'un système industriel consiste à assurer la conduite par un dispositif technologique avec une logique programmée. Le processus automatisé ainsi conçu doit prendre en compte les situations pour les quelles sa commande a été réalisée.

Ces automates sont aujourd'hui les constituants les plus répandus pour réaliser des automatismes. On les trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie, car ils répondent à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations. Cette émergence est due en grande partie, à la puissance de son environnement et aux larges possibilités d'interconnexion.

Ce projet a pour but d'automatiser et réguler le débit de gaz d'un pré-calcinateur pour augmenter le débit d'alimentation en matière, cette régulation consiste à trouver une liaison entre le débit de four et la température plus la dépression du cyclone en amont, en plus des moyens de sécurités par l'analyse des gaz (O₂ et CO).

La transmission et l'échange de données fera grâce à une interface HMI du poste de commande doté par un logiciel wincc flexible, qui permet de l'affichage et la supervision de déroulement du processus en temps réel. de l'affichage et la supervision de déroulement du processus en temps réel.

Objectif de recherche

L'objectif principal de ce mémoire était de développer et de mettre en œuvre une régulation PID (Proportionnel, Intégral, Dérivé) pour l'alimentation d'un précalcinateur ciment, en utilisant le logiciel Step 7 pour la programmation et WinCC Flexible pour la visualisation. La régulation PID est une méthode couramment utilisée dans le domaine du contrôle industriel pour maintenir des variables de processus à des valeurs cibles.

L'objectif spécifique était de concevoir un système de régulation robuste et précis qui permettrait de maintenir une dose constante de matières premières dans le précalcinateur. Cela impliquait la conception des algorithmes de régulation appropriés, la configuration des paramètres PID optimaux et l'intégration du système de régulation avec le matériel existant du four.

En outre, un aspect important de ce travail était de développer une interface conviviale pour la visualisation du processus de régulation. Cela permettrait aux opérateurs de surveiller

en temps réel les performances du système et de prendre des mesures correctives si nécessaire.

En résumé, ce mémoire visait à développer et à mettre en œuvre une régulation PID pour l'alimentation d'un four rotatif ciment, en utilisant Step 7 pour la programmation et WinCC Flexible pour la visualisation. L'objectif était d'obtenir une régulation précise et robuste afin d'assurer un processus de production optimal et des performances constantes du précalcinateur.

Chapitre I

Description de l'usine de
cimenterie et processus de
fabrication du ciment

I.1 Introduction

Le ciment est le plus important matériau de construction de notre temps. C'est un produit

« Haute-technologie » issu de la nature, qui a bénéficié d'un développement s'étendant sur des siècles.

Le ciment est plus précisément un liant. Le matériau de construction proprement dit, c'est le béton, qui est basé sur sa composition / qualité sur le ciment ce dernier est le composant le plus chère du béton.[2]

Le but de ce chapitre est de présenter la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S), description sur les étapes de fabrication du ciment.

I.2 Présentation sur l'usine (S.C.I.S)

III.1.1 Identification de la Société :

- Raison sociale : Société des Ciments de Saida Filiale GIC ERCO.
- Activité : Production de Ciment.
- Forme Juridique : Société par actions au capital social de 1.050.000.000 DA
- Propriétaire : SGP Ciment.
- Siège social adresse : Daïra HASSASNA W. Saida BP 95.
- Registre de Commerce : 98 B 0742051.
- N° TEL : (048) 51.01.00 / 51.01.20.
- FAX : (048) 51.04.90.
- E-Mail: scis@algériecom.com.
- Banque d'Affiliation : Banque Extérieur d'Algérie – Saïda-.
- Capacité de Production : 500 000 Tonnes/An.
- Effectif au 31. 10. 2006 : 362 Personnes. [3]

III.1.2 Historique

En 1975, et après finalisation des études, le projet a fait l'objet d'accords signés avec deux sociétés étrangères :

- KAWASAKI (Japon) pour les parties installations et équipements de production.

- ACEC (BELGIQUE) pour la partie électrique.

En 1979, entrée en exploitation de la cimenterie (le premier sac de ciment produit le premier Avril. En 1997, création de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S), suite à la filiation de l'Entreprise Régionale des Ciments et Dérivés de l'Ouest (E.R.C.O). le capital social, détenu à 100% par le groupe E.R.C.O, a été porté à 1.050.000.000 DA. la société est dirigée par un Directeur Général qui est le Président du Conseil d'Administration.

Dès son installation, la Direction Générale a œuvré :

- L'enregistrement et publication des statuts.
- L'inscription au registre de commerce.
- L'ouverture des comptes bancaires au nom de la filiale.
- L'organisation des séances du conseil d'administration. [4]

En 2010, rattachement de la Société au Groupe Industriel des Ciments d'Algérie (G.I.C.A) créé pour regrouper toutes les cimenteries publiques d'Algérie.

III.1.3 Localisation

La Société des Ciments de Saida (S.C.I.S) est implantée dans la daïra de Hassasna de la wilaya de Saida. Elle est située à 02 km de Hassasna et à 20 km de Saida. Elle exploite deux (02) gisements, un de calcaire situé à 2km de l'usine, un autre d'argile située à environ 25km à l'Ouest-Sud- de l'usine. Le terrain de l'usine d'une superficie de 31 Hectares 40 ares est à moitié occupé par les installations de production. [4].



Figure 1 Situation de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S.)

Figure 2 Photo de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S.)



III.1.4 Principaux Inputs- Environnement

I.1.1.1 Eau

La cimenterie est alimentée à partir d'un forage appartenant à la société et situé près de la carrière calcaire.

I.1.1.2 Électricité

Deux lignes de 60kv alimentent la cimenterie :

- À 1 km de l'usine par la ligne qui passe à proximité.
- Partir du poste H T de SAIDA à 20 km.

I.1.1.3 Gaz Naturel

La cimenterie est alimentée en gaz naturel à (5-10 Bars) par un poste de détente situé non loin de l'usine.

I.1.1.4 Route

La route nationale passe à proximité de la cimenterie.

I.1.1.5 Voie Ferrée

L'usine est raccordée depuis 1985 à la voie étroite SAIDA –BECHAR par un embranchement dans la gare de AIN-EL-HADJAR distante de 25 Km.[5]

III.1.5 Production de la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S)

La principale activité de la Société des Ciments de Saida (S.C.I. S) est la production et commercialisation du ciment Portland avec ajouts (CEM II/A-L 42.5 N) .Le procédé utilisé pour sa production est la voie sèche. La Société produit un ciment de qualité qui est systématiquement contrôlé par le laboratoire de la cimenterie et périodiquement par le Centre d'Études et de Services Technologiques de l'Industrie des Matériaux de Construction CETIM (selon le référentiel ISO 17025).

Le ciment Portland Composite CEM II/A 42,5 N conforme à la norme NA 442/2013, compose de (Les matières premières) :

- | | | |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------|
| • Calcaire : 75±1 | • Argile : 24±1 | • Minerais de Fer : 1±0.5 |
|--------------------------|------------------------|----------------------------------|

Les ajouts utilisés sont :

- | | |
|----------------|-------------------------|
| - Gypse : 5-6% | - Calcaire : 6-20 % [7] |
|----------------|-------------------------|

III.1.6 Domaine d'application

Conformément au journal officiel N° 27 du 04/05/2016, relatif au domaine d'application du ciment, CEM II/A-L 42.5N est destiné aux :

- Béton armé en général coulé sur place ; préfabriqué décoffrage rapide.
- Fondation ou travaux souterrains en milieux non Agressifs.
- Dallages, sols industriels.

Tableau 1:La distribution de ciment du secteur géographique sud-ouest.

Wilaya	Tonnes	%
SAIDAELB	143 740	54
AYADHNA	51 060	19
AMABECH	20 520	08
ARTINDOU	19 730	07
FADRAR	9 200	03
AUTRES	1 770	06
	18 915	07
TOTAL	264 890	100%

I.3 Présentation sur le ciment

III.1.7 Définition du Ciment

C'est un lien hydraulique utilisé dans différents domaines, principalement comme matériau de construction. Il est fabriqué à partir de la cuisson, le mélange et le broyage de différentes matières premières.

Les ciments usuels sont fabriqués à partir d'un mélange de calcaire (CaCO_3) environ de 80 % et d'argile ($\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$) environ de 20 %. [11]

III.1.8 Matières premières du ciment :

Le clinker, principal constituant d'un ciment, est obtenu à partir d'un mélange (appelé

« crue ») de 80 % de calcaire (CaCO_3) et de 20 % d'argile (silicoaluminate).

Ces matières premières sont d'un accès facile et par exemple, en France, elles sont présentes partout, sauf en Bretagne et dans le Massif Central. Elles sont exploitées à ciel ouvert.

Des roches naturelles, les calcaires marneux, ont une composition qui est proche de celle du crue. Des correcteurs, minéral de fer qui apporte Fe_2O_3 , bauxite pour Al_2O_3 , calcaire pour CaO , sable pour SiO_2 sont ajoutés pour atteindre la composition souhaitée. Les calcaires doivent être exempts de magnésium (teneur $< 2\%$) car MgO libre, contrairement à CaO , ne se lie pas à SiO_2 . MgO , en s'hydratant lors de la prise augmente fortement de volume provoquant la chute de la résistance mécanique en compression du mortier ou du béton. [12]

III.1.9 Matières d'ajouts du ciment

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

Calcaire : Ajout qui diminue la résistance du ciment.

Matières de correction : Les matières de correction sont en général : le sable et les minerais de fer, elles sont ajoutées à la matière crue, leur coût est élevé car elles sont fournies par des fournisseurs étrangers.

Pouzzolane : une matière volcanique, et spécialement utilisée pour la fabrication de tous les types du ciment commercialisé sauf pour le CPJ35. [13]

I.4 Les étapes de fabrication du ciment

La fabrication du ciment dans la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S) se distingue en cinq zones principales :

- Zone d'extraction
- Zone crue
- Zone cuisson
- Zone ciment
- Zone d'expédition

III.1.10 Zone d'extraction

Cette zone début à la carrière jusqu'à le stockage de la matière première dans les polaires de stockage.

I.1.1.6 Atelier de Concassage

- ATM 1800.
- Concasseur ap7 débit : 600T/H (nominal)-700 T/H maximal.
- Crible vibrant pour sélection de la granulométrie
- Concasseur secondaire pour la réduction de la granulométrie 0-40 mm (débit max 150 T/H)

- Stackers calcaire & grès : débit : 700T/H.
- Cadence de travail : 8H/jour – 20j/mois. [14]

I.1.1.7 Carrière

La Société des Ciments de Saida (S.C.I.S) profite de la montagne voisine pour obtenir la matière première (le calcaire). L'extraction de ces roches se fait par abattage à l'explosif. Il consiste à fragmenter le massif exploité à l'aide d'explosifs comme l'indique la Figure ci-dessous.



Figure 3: Carrière.

I.1.1.8 Concassage

Le concassage est fait pour l'optimisation et la facilité de stockage et la manutention des matières premières.

Dans la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S) on a quelques types de concasseurs (à marteau pour le calcaire, à cylindre pour l'argile et le minerai de fer et le gypse).



Figure 4:Concasseur

I.1.1.9 Stockage de matières premières

Après l'opération de concassage de ces matières premières de base on obtient une granulométrie de 0 à 25 mm, les constituants sont acheminés vers l'usine par des tapis roulant couvert, puis stockés dans des halls de pré-homogénéisation.



Figure 5: Pole de stockage de matière

III.1.11 Zone crue

Cette zone début à la sortie des polaires de matières jusqu'à le stockage de la farine crue dans le silo d'homogénéisation.

I.1.1.10 Broyage du Crue

- Concasseur - sécheur SDPTS/300 débit : 150 T/H à 160T/H.
- Capacité du foyer auxiliaire : 7 200 000 Kcal/h.
- Broyage KHI : L : 10.5 m x Ø : 4.10m –débit :150T/H à 160T/H.
- 02 pompes pneumatiques :180T/H chacune.
- Cadence de travail : 24 jours/mois et 20 heures /jour.
- Poids boulets :175 tonnes.
- Puissance.2600KW. [16]

I.1.1.11 Dosage

La matière crue est constituée d'un mélange des matières premières de correction dans des proportions qui sont définies suivant les valeurs des modules chimiques de cru, en général la matière crue est constituée de 70 % de calcaire, 20 % d'argile et 10 % entre le sable et le minerai de fer, quatre doseurs sont installés sous les trémies, le calcaire et l'argile et le minerai de fer et le sable sont respectivement extraits par ces doseurs, chaque doseur est systématisé d'une manière automatique. [17]



Figure 6: Atelier de dosage

Broyage et le séchage

Après l'opération de dosage, les matières premières extraites sont chargées sur un seul convoyeur à bande puis transportées au broyeur cru. Ce mélange est broyé et séché dans un broyeur horizontal à boulets ou vertical à galets. Cette opération de broyage permet de réduire la granulométrie du mélange. Le séchage de la matière crue à l'intérieur du broyeur est assuré par les gaz chauds du four. Ces gaz sont ensuite dépoussiérés dans un filtre à manches puis évacués dans l'atmosphère. Le séchage permet de réduire l'humidité de la farine à moins de 1%. [17]



Figure 7: Atelier de dosage

I.1.1.12 Silo de stockage et d'homogénéisation

A la sortie du broyeur cru, le mélange des matières broyées, appelé farine crue est stocké dans un ou plusieurs silos de stockage et d'homogénéisation. Dans ces silos, la farine crue est homogénéisée par soufflage d'air sur-pressé. Cette opération permet d'améliorer la régularité des caractéristiques de la farine crue afin d'obtenir ensuite un clinker de qualité régulière. [17]



Figure 8: Silo de stockage et d'homogénéisation.

III.1.12 Zone cuisson

La ligne de cuisson est constituée d'une tour à cyclones, un four rotatif, un refroidisseur et un silo de stockage du clinker.



Figure 9:Zone Cuisson

I.1.1.13 Caractéristiques d'Atelier (zone)

- Four L 75m x Ø 4.5 m.
- Débit : 1 500 T/J max : 1831 T/J.
- Refroidisseur à grille à ventilateurs renforcée commande hydraulique
- Tour E.V.S à 4 étages.
- Tour de conditionnement des gaz : h 55 m x Ø : 7 m.
- Température entrée gaz = 350 °C.
- Température sortie gaz = 1200C.
- Débit eau : 24.7 m3/h – Nombre d'injecteurs : 20.
- Pression d'injection : 33.7 bars.
- Cadence de travail : 7 jours/semaine et 24 heures/jour. [14]

I.1.1.14 Tour préchauffage (à cyclones)

La tour à cyclones est un échangeur de chaleur à voie sèche constituée de cinq étages. Elle permet d'effectuer un échange thermique.



Figure 10: Tour préchauffage.

I.1.1.15 Le Four rotatif ciment

Le four rotatif d'une cimenterie est un élément clé du processus de production de clinker de ciment. Il est étroitement lié à l'automatisation et au dosage précis des matières premières. Grâce à des systèmes d'automatisation avancés, le four est contrôlé en temps réel, surveillant des paramètres tels que la température, la pression et le débit de combustible. Le dosage précis des matières premières, comme le calcaire et l'argile, est assuré par des dispositifs de pesage et de régulation de débit, garantissant ainsi une composition chimique homogène du clinker produit. L'automatisation et le dosage précis contribuent à une production efficace et de haute qualité dans le four rotatif de la cimenterie.



Figure 11:Four rotatif ciment

III.1.12.1.1 Le Doseur Farine :

Le doseur de farine HASLER est un équipement utilisé pour l'alimentation du four rotatif ciment pour mesurer et contrôler avec précision le débit de farine distribué, va réguler la quantité de matière qui alimente le four en prévenance d'une trémie de stockage, grâce à un système d'extraction destiné à gérer le flux d'écoulement de la matière à une vitesse stable avec un débit qui varie de : 0 t/h à 150 t/h.

I.1.1.16 Refroidisseur

A la sortie du four, le clinker est introduit dans un refroidisseur à ballonnets ou à grilles où il est refroidi jusqu'à une température de 120°C. Le rôle des refroidisseurs consiste à garantir la trempe du clinker pour avoir une structure minéralogique et des dimensions de cristaux favorables. Les refroidisseurs permettent aussi de baisser la température du clinker pour faciliter la manutention jusqu'aux silos de stockage.[17]



Figure 12: Refroidisseur

I.1.1.17 Stockage du clinker

Une fois refroidit, le clinker est alors stocké dans des silos qui d'une part, confèrent à l'atelier de broyage ciment.



Figure 13: Silo clinker

- 4 Silos : capacité unitaire 5 000 tonnes, $h = 24 \text{ m}$ - $\varnothing = 15 \text{ m}$.
- 2 silos : capacité unitaire 4 500 tonnes, $h = 22 \text{ m}$ - $\varnothing = 15 \text{ m}$.
- Capacité totale = 29 000 tonnes.
- Possibilité de stockage à l'air libre. [14]

III.1.13 Zone ciment

Le clinker est acheminé vers des trémies de stockage et les ajouts sont repris du stock par un grateur portique du hall est acheminés par l'intermédiaire de transporteur à bande vers les

trimés de stockage et d'alimentation des broyeurs pour Le dosage du clinker, du gypse et des ajouts se fait à l'entrée du broyeur par un système de dosage automatique chargé d'effectuer des tests dans le laboratoire tout au long du processus de production.

I.1.1.18 Broyage du Clinker



Figure 14: Broyeur clinker.

- Broyeur KHI : L : 13 m x Ø : 4.4 m débit : 100 T/H.
- 2 Pompes pneumatiques : 110 T/H chacune.
- Cadence de travail : 24 jours/mois et 19 heures/jour
- Puissance absorbée : 3 700 KW – Poids boulets : 235 T. [14]

III.1.14 Zone expédition

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



Figure 15:Zone d'expédition

I.1.1.19 Stockage du Ciment et Expéditions

III.1.14.1.1 Stockage du Ciment

- 05 silos capacité unitaire = 5.000 tonnes N= 5- Ø 15m.
- Capacité total = 25.000 tonnes.

III.1.14.1.2 Expédition du Ciment

- 02 machin 08 becs à commande automatique.
- 01 machine 10 becs à commande automatique.

- 03 bouches pour expédition du ciment en vrac. [14]

I.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons parlé la Société des Ciments de Saida (S.C.I.S) d'une manière générale et on a présenté leur produit (ciment) et après on a vu les étapes de fabrication du ciment jusqu'à l'expédition. Le prochain chapitre sera consacré pour la régulation PID et précalcinateur

Chapitre II

Précalcinateur et Régulation

PID

I.6 Introduction

Dans ce chapitre j'ai essayé de présenter l'objectif de mon travail qui est une description générale de Précalcinateur dans l'industrie du ciment et nous allons présenter les notions de base de la régulation automatique et les diverses formes des régulateur PID.

I.7 Définition de précalcinateur :

Un Précalcinateur de la cimenterie est un équipement spécifique utilisé dans le processus de production du clinker dans l'industrie du ciment. Il s'agit d'une installation de préchauffage et de calcination des matières premières avant qu'elles ne soient introduites dans le four rotatif principal.

Le précalcinateur est généralement situé entre le système de préchauffage et le four rotatif de la cimenterie. Son rôle principal est de préchauffer et de précalciner les matières premières, telles que le calcaire (carbonate de calcium) et l'argile (silicate d'aluminium), avant qu'elles ne pénètrent dans le four de production.

Le précalcinateur fonctionne en utilisant la chaleur résiduelle des gaz de combustion provenant du four principal. Les matières premières sont introduites dans le calcinateur où elles sont exposées à des températures élevées. Cette exposition à la chaleur permet d'effectuer une calcination partielle, où une décarbonatation du calcaire se produit, libérant du dioxyde de carbone (CO_2), et une déshydratation de l'argile.

III.1.2 précalcinateur : principes et fonctionnement

Avant son passage dans le four, au cours duquel elle va être progressivement chauffée à haute température (1450°C) pour se transformer en clinker, la farine crue fait l'objet d'une préparation chimique puis thermique minutieuse : le préchauffage. Cette étape essentielle, qui se déroule dans la tour de préchauffage, consiste successivement à sécher, déshydrater puis décarbonater en partie le cru. Au cours de ce périple descendant en trois étapes, la matière va atteindre une température de 850°C grâce au flux de gaz chauds sortant du four, qui remontent la tour à contre-courant.

Pour améliorer l'efficacité énergétique et la productivité du process, les cimenteries à voie sèche les plus modernes se sont équipées de plusieurs étages de préchauffeurs et d'un précalcinateur. Cette chambre de combustion, dotée de sa propre tuyère, est installée dans la partie inférieure de la tour de préchauffage. Le brûleur du précalcinateur est alimenté d'une part par l'air chaud récupéré lors du refroidissement du clinker (comburant), et d'autre part par de nombreux types de combustibles (carburant), dont des combustibles alternatifs pouvant contenir de la biomasse.

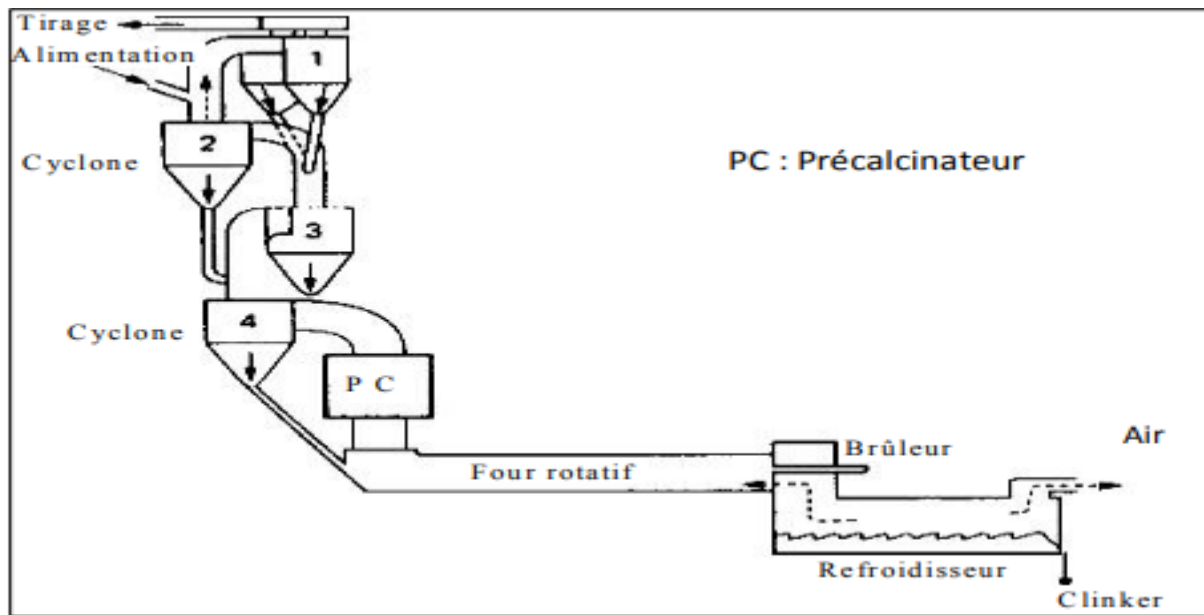


Figure 16: Représentation d'un système de précalcination.

III.1.3 Les avantages d'un précalcinateur dans la cimenterie :

- **Efficacité énergétique :** Le précalcinateur permet d'utiliser la chaleur résiduelle des gaz de combustion pour préchauffer les matières premières, réduisant ainsi la quantité d'énergie nécessaire pour atteindre les températures de calcination requises dans le four principal. Cela contribue à améliorer l'efficacité énergétique du processus de production de clinker.
- **Réduction des émissions :** La calcination des matières premières dans le précalcinateur permet de réduire les émissions de CO₂, car une partie du carbonate de calcium contenu dans le calcaire est décomposée en dioxyde de carbone avant d'entrer dans le four principal. Cela aide à atténuer l'impact environnemental de l'industrie du ciment.
- **Préservation du four principal :** En préchauffant les matières premières dans le précalcinateur, la charge thermique sur le four rotatif principal est réduite, ce qui peut prolonger sa durée de vie et réduire les besoins de maintenance.
- **Contrôle du processus :** Le précalcinateur offre un meilleur contrôle du processus de production en permettant de réguler la température et la composition des matières premières avant qu'elles ne pénètrent dans le four principal. Cela peut aider à obtenir une meilleure qualité du clinker produit.

III.1.4 Les vannes de précalcinateur

Les vannes utilisées dans le précalcinateur d'une cimenterie sont des éléments importants pour la régulation du flux de gaz et de matières premières à l'intérieur du précalcinateur. Elles

permettent de contrôler avec précision les processus de préchauffage et de précalcinateur des matières premières.

Les types de vannes couramment utilisées dans un précalcinateur de cimenterie sont les suivants :

- **Vannes d'admission d'air** : Ces vannes régulent la quantité d'air introduite dans le précalcinateur pour assurer une combustion efficace des combustibles et un préchauffage adéquat des matières premières.
- **Vannes de carburant** : Ces vannes contrôlent l'apport en combustible dans le précalcinateur. Elles permettent de réguler la quantité de combustible (gaz, charbon, etc.) brûlée pour maintenir les températures de préchauffage et de précalcination requises.
- **Vannes d'alimentation des matières premières** : Ces vannes régulent l'écoulement des matières premières, telles que le calcaire et l'argile, dans le précalcinateur. Elles contrôlent le débit d'alimentation pour maintenir une charge de matières premières optimale.
- **Vannes d'évacuation des gaz** : Ces vannes permettent de contrôler l'évacuation des gaz de combustion et des gaz résiduels du précalcinateur. Elles assurent une pression et un débit appropriés des gaz à travers le système.

Ces vannes peuvent être actionnées manuellement, hydrauliquement, pneumatiquement ou électriquement, en fonction des besoins spécifiques de la cimenterie et des préférences du fabri-



Figure 17: les vannes de précalcinateur

III.1.5 Précalcinateur vue details :

La figure représente le Démarrage de le précalcinateur dans la cimenterie

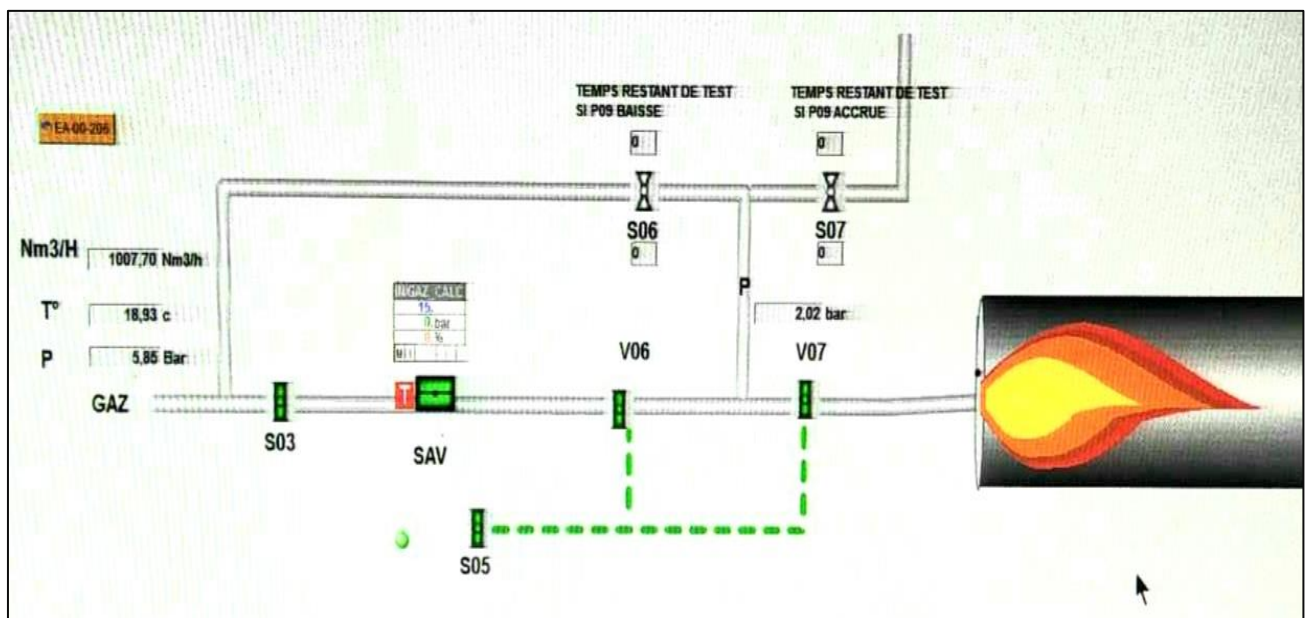


Figure 18:La vue principale de précalcinateur

III.1.6 Calcul du débit de gaz

Le débit de gaz est calculé comme suit :

$$Q_n = Q * \frac{P+P_{amb}}{P_0} * \frac{T_0+273.15}{T+273.15} * \frac{1}{K} \quad [Nm^3/h]$$

Unité	symbole	Nom de l'unité
Q_n	[Nm/h]	Débit volume de gaz aux condition de référence
Q	[m ³ /h]	Débit volume de gaz sans correction
P	[bar]	Pression de gaz
P_{amb}	[bar abs]	Pression ambiante(0.88259 Bar)
P_0	[bar abs]	Pression de référence (10011325 bar)
T_0	[C]	Température de de référence (0 C)
T	[C]	Température de de gaz
$1/k$	[-]	Facteur de compressibilité(1.01101)

Tableau 2:unités de mesure utilisées

I.8 Régulateur PID

Le régulateur PID est considéré comme un régulateur standard car c'est le plus utilisé dans l'industrie (proportionnel intégral dérivé) (Fig.II.3), permettant d'assurer à l'aide de ses trois paramètres les performances souhaitées (amortissement, temps de réponse, ...) d'un processus modélisé par un deuxième ordre. Nombreux sont les systèmes physiques qui, même en étant complexes, ont un comportement voisin de celui d'un deuxième ordre. Par conséquent, le régulateur PID est bien adapté à la plupart des processus de type industriel et est relativement robuste par rapport aux variations des paramètres du procédé.

Si la dynamique dominante du système est supérieure à un deuxième ordre, ou si le système contient un retard important ou plusieurs modes oscillants, le régulateur PID n'est plus adéquat et un régulateur plus complexe (avec plus de paramètres) doit être utilisé, au dépend de la sensibilité aux variations des paramètres du procédé [19].

Le régulateur PID standard génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t \tau e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.1)$$

Avec : $K_i = \frac{K_p}{T_i}$ et $K_d = K_p T_d$

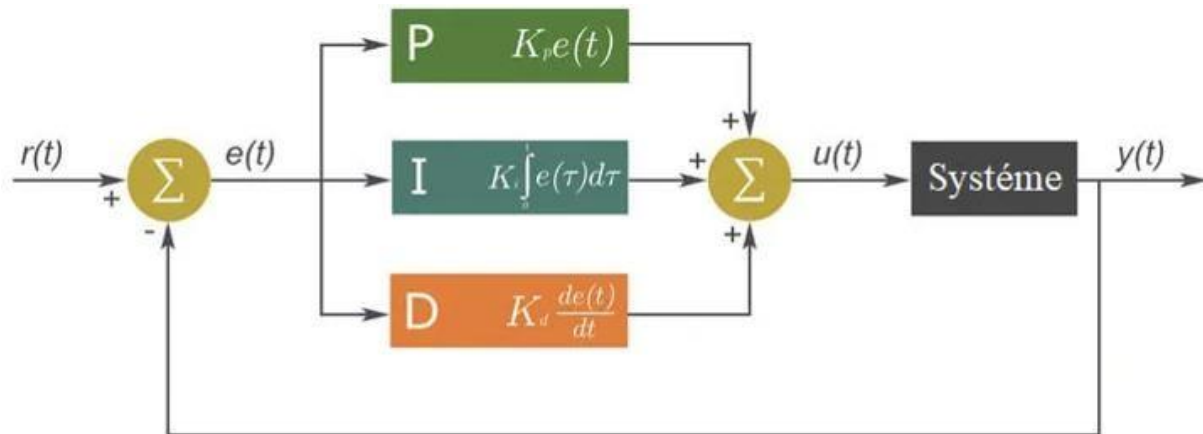


Figure 19:Schéma bloc d'un régulateur PID

I.9 Formes des correcteurs PID

Plusieurs variantes de formulation du correcteur PID standard sont souvent employées dans le but d'augmenter ses performances ou d'en faciliter le dimensionnement.

I.1.1 Forme standard (forme mixte)

La forme standard de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$C(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right) \quad (2.2)$$

Le correcteur PID standard génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.3)$$

I.1.2 Forme parallèle

La forme parallèle de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$C(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (2.4)$$

Le correcteur PID parallèle génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.5)$$

I.1.3 Forme série

La forme série de la fonction de transfert d'un correcteur PID est :

$$C(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right) (1 + T_d s) \quad (2.6)$$

Le correcteur PID série génère un signal de commande conformément à l'équation :

$$u(t) = K_p \left(1 + \frac{T_d}{T_i}\right) e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + K_p T_d \frac{de(t)}{dt} \quad (2.7)$$

I.10 Effet des actions du Régulateur PID

Sous forme d'un tableau récapitulatif (Tableau 2.1 et Tableau 2.2), on résume les points forts et les points faibles ainsi que les limitations des actions de base des régulateurs PID.

Tableau 3:effet des actions du correcteur PID

Action	Points forts	Points faibles
P	Action instantanée	Ne permet pas d'annuler une erreur statique mais permet de la réduire
I	Annule l'erreur statique	Action lente ralentit le système (effet déstabilisant)
D	Action très dynamique	Améliore la rapidité Apporte un effet stabilisant sensibilité aux bruits forte sollicitation de l'organe de commande

Tableau 4:Tableau d'influence

Augmentation de	Stabilité	Précision	Rapidité
K_p	Diminue	Augmente	Augmente
T_i	Augmente	Pas d'influence	Diminue
T_d	Diminue	Pas d'influence	Augmente

I.11 conclusion

Nous décrivons dans ce chapitre le procédé de fonctionnement du précalcinateur de la cimenterie de saida et nous avons présenté des notions générales sur la régulation automatique

Chapitre III

Automatisation des systèmes industriels

I.12 Introduction

L'automatisation est un domaine très important dans les processus industriels, Elle n'a pas besoin d'être justifiée, surtout, sur le plan économique. Le temps de fabrication joue un rôle primordial dans la diminution du coût de production. Depuis l'apparition du premier système d'automatisation est née avec la guerre froide et la concurrence entre les grandes puissances vers l'industrialisation en particulier militaire. Les spécialistes de ce domaine n'ont pas cessé de chercher à améliorer et perfectionner les systèmes de commande les plus appropriés et les plus efficaces. Ils ont passé de la logique câblée (qui a montré des limites avec le développement de la complexité des systèmes) pour arriver au cours des années 70 à la logique programmée avec l'apparition des microprocesseurs qui a ouvert de larges perspectives pour les systèmes automatisés et a montré une grande souplesse d'utilisation.

I.13 La structure d'un système automatisé

Tout système automatisé comporte :



Figure 20: Structure d'un système automatisé

III.1.15 Partie Opérative

Également appelée *partie puissance*, la partie opérative comporte les actionneurs et les éléments fonctionnels (éléments mécaniques, outillages...) qui agissent sur le processus automatisé.

La partie opérative est l'ensemble des moyen techniques effectuent directement le processus de transformation de la matière d'œuvre, à partir des ordres fournis par la partie commande et l'opérateur. Elle agit directement sur la matière d'œuvre (exemple : déplacement), elle reçoit les ordres de la partie commande et elle lui adresse des comptes rendus, les informations circulent d'une partie à l'autre par l'intermédiaire d'interfaces.

Elle regroupe l'ensemble des opérateurs techniques qui assurent et contrôle la production des effets utiles pour lesquels le système automatisé a été conçu on retrouve dans la partie opérative les actionneurs, pré actionneur, les capteurs, le constituant supplémentaire qui permet l'opérative est formés de :

III.1.16 Actionneurs

Est un élément de la partie opérative qui reçoit une énergie*transportable* pour la transformer en énergie*utilisable*par le système. Il exécute les ordres reçus en agissant sur le système ou son environnement.

Un actionneur est un système dont la matière d'œuvre est l'énergie et dont la fonction est de transformer l'énergie.

Ces actionneurs appartiennent à trois technologies :

a- Actionneur électrique

En fonction de la nature de l'énergie issue de la convection effectuée par l'actionneur, on distingue différents types d'actionneurs électriques, selon la conversion de l'énergie électrique en :

- Energie mécanique de rotation : Moteur rotatif.
- Energie mécanique de translation : Moteur linéaire, électro-aimants.
- Energie radiante : lampes à décharge.
- Energie thermique : résistances de chauffage, électrodes.

b- Actionneur hydraulique

Très souvent retenus dans le cas où les efforts et puissance demandés sont importants, ce type d'actionneurs utilise l'énergie véhiculée par un fluide liquide (huile) mis en mouvement par une pompe et circulant dans des canalisations.

III.1.17 Les capteurs

Les capteurs sont des composants de la chaîne d'acquisition dans une chaîne fonctionnelle. Les capteurs prélèvent une information sur le comportement de la partie opérative et la transforment en une information exploitable par la partie commande.

Une information est une grandeur abstraite qui précise un événement particulier parmi un ensemble d'événements possibles. Pour pouvoir être traitée, cette information sera portée par un support physique (énergie), on parlera alors de signal. Les signaux sont généralement de nature électrique ou pneumatique.

I.1.1.20 Différents types de capteurs

III.1.17.1.1 Capteur à seuil de pression pneumatique

Ce sont des capteurs fins de course qui se montent directement sur les vérins. Pour pouvoir fonctionner correctement, il est nécessaire de les coupler avec une cellule non- inhibition à seuil.

Le principe de fonctionnement de ce capteur est d'utiliser la contre pression (pression résistante au déplacement) qui existe dans la chambre non soumise à la pression du réseau.

Lorsque le piston subit une pression il se déplace. Ce déplacement entraîne une réduction du volume de la chambre qui n'est pas soumise à la pression du réseau. Ceci entraîne une augmentation de la contre pression qui est amplifiée par des régulateurs de débit.

Lorsque le vérin arrive en fin de course, cette pression chute. Lorsqu'elle est inférieure à 1/12^{ème} de la pression du réseau le capteur déclenche. On peut traduire cette information, soit par un signal électrique soit par un signal pneumatique.

III.1.17.1.2 Capteur capacitif

Les capteurs capacitifs sont des capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants. Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes

sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant en la capacité de couplage du condensateur.

III.1.17.1.3 Capteur inductif

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie. le capteur commute.

III.1.17.1.4 Capteur de position

Les capteurs de position sont des capteurs de contact. Ils peuvent être équipé d'un galet, d'une tige souple, d'une bille. L'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et être électrique ou pneumatique.

III.1.17.1.5 Capteur optique

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité de proximité .il se compose d'un émetteur de lumière associé à un récepteur. La détection d'un objet se fait par coupure ou variation d'un faisceau lumineux. Le signal est amplifié pour être exploité par la partie commande.

I.14 Les automates programmables industriels (API) :

I.15 Définitions

Les automates programmables, également connus sous le nom de « PLC » (Programmable Logic Controller), sont des dispositifs électroniques utilisés pour contrôler et automatiser des processus industriels.

I.16 Architecture des automates programmables industriels

Les automates sont organisés suivant l'architecture suivante (figure.1).

Un module d'unité centrale ou CPU, qui assure le traitement de l'information et la gestion de l'ensemble des unités. Ce module comporte un microprocesseur, des circuits périphériques de gestion des entres/sorties, des mémoires RAM : mémoire vive lecture écriture et des

EEPROM (mémoire effaçable électriquement nécessaire pour stocker les programmes, les données et les paramètres de configuration du système).

Un module d'alimentation qui à partir d'une tension 220V/50Hz ou dans certains cas de 24V fournit les tensions continues +/-5V, +/-12 V.

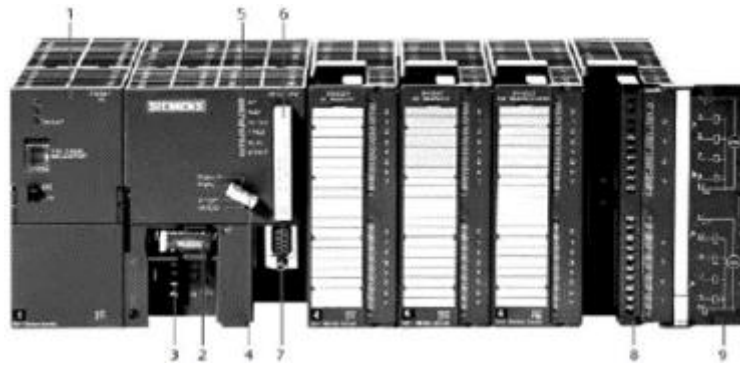


Figure 21:Automate programmable siemens

1- <i>module d'alimentation</i>	6 – <i>carte mémoire</i>
2- <i>pile de sauvegarde</i>	7 – <i>Interface multipoint (MPI)</i>
3- <i>connexion au 24v cc</i>	8 – <i>connecteur frontal</i>
4- <i>commutateur de mode (à clé)</i>	9 – <i>volet en face avant</i>
5 <i>LED de signalisation d'état de défauts</i>	

Tableau 5:Tableau 5:les composants de automate programmable

III.1.18 SIMATIC S7 : Cette gamme d'automates comporte Cinq familles :

- S7 200 qui est un micro-automate modulaire pour les applications simples, avec possibilité d'extension jusqu'à sept modules, et une mise en réseau par l'interface multipoint (MPI) ou PROFIBUS.[25]



Figure 22:API S7 400



Figure 23:API S7 200



Figure 24:API S7 300



Figure 25:API S7 1500



Figure 26:API S7 1200

I.17 Principe d'accès au BUS

Les équipements maître, appelés stations actives, dirigent la transmission de données sur le bus et émettent librement des messages, sous réserve d'obtenir le droit d'accès au médium, déterminé par le passage d'un jeton.

PROFIBUS met en œuvre un modèle de communication de type Maître-esclave selon un mode d'accès au bus de nature hybride.

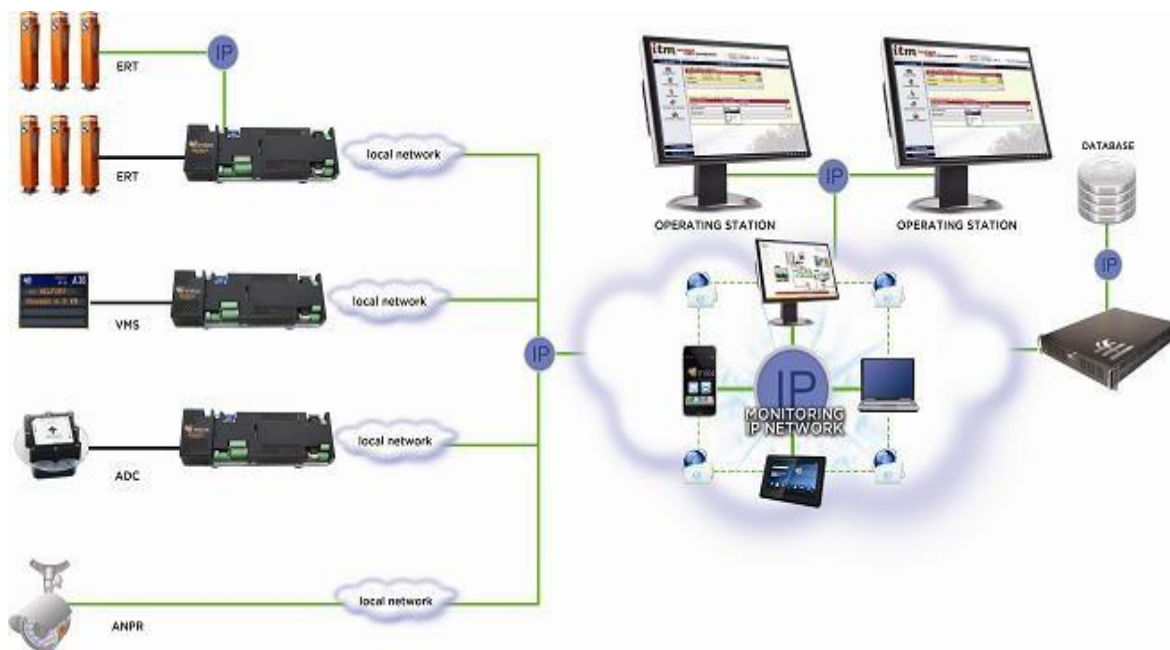


Figure 27: Principe d'accès au Bus.

Les équipements esclaves, appelés station passives, sont des équipements périphériques (blocs d'entrées –sorties, vannes, entraînements de mesure...etc.) qui n'ont pas le droit d'accès au bus. Leur action se limite à l'acquittement des messages reçus des maîtres ou à la transmission des messages en réponse à une demande des maîtres. la nature hybride du principe d'accès au réseau implémenté par PROFIBUS permettent :

- D'une part une communication entre les stations maîtres par un mécanisme de passage de jeton sur bus, déterministe et adaptatif
- D'autre part une communication simple de type maître-esclave entre une station maître et les équipements esclaves auxquels elle veut s'adresser. Chaque station maître (station active) disposant du droit d'accès au bus figuré par le passage du jeton, qui est

consisté d'une trame spéciale, est libre d'accéder à tout esclave(station passive)connecté au réseau.[28]

I.18 Présentation du logiciel de programmation STEP 7

STEP 7 fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC (Figure 3.9). Le logiciel STEP 7 permet de concevoir, configurer, programmer, tester, mettre en service et maintenir les systèmes d'automatisation SIMATIC à base de S7-300 et S7-400. Les tâches de bases qu'il offre à son utilisateur lors de la création d'une solution d'automatisation sont :

- ✓ La création et gestion de projets.
- ✓ La configuration et le paramétrage du matériel et de la communication.
- ✓ La gestion des mnémoniques.
- ✓ La création des programmes.
- ✓ Le chargement de programmes dans les systèmes cibles.
- ✓ Le test de l'installation d'automatisation.
- ✓ Le diagnostic lors des perturbations dans l'installation.



Figure 28:icon de SIMATIC Manager Step 7

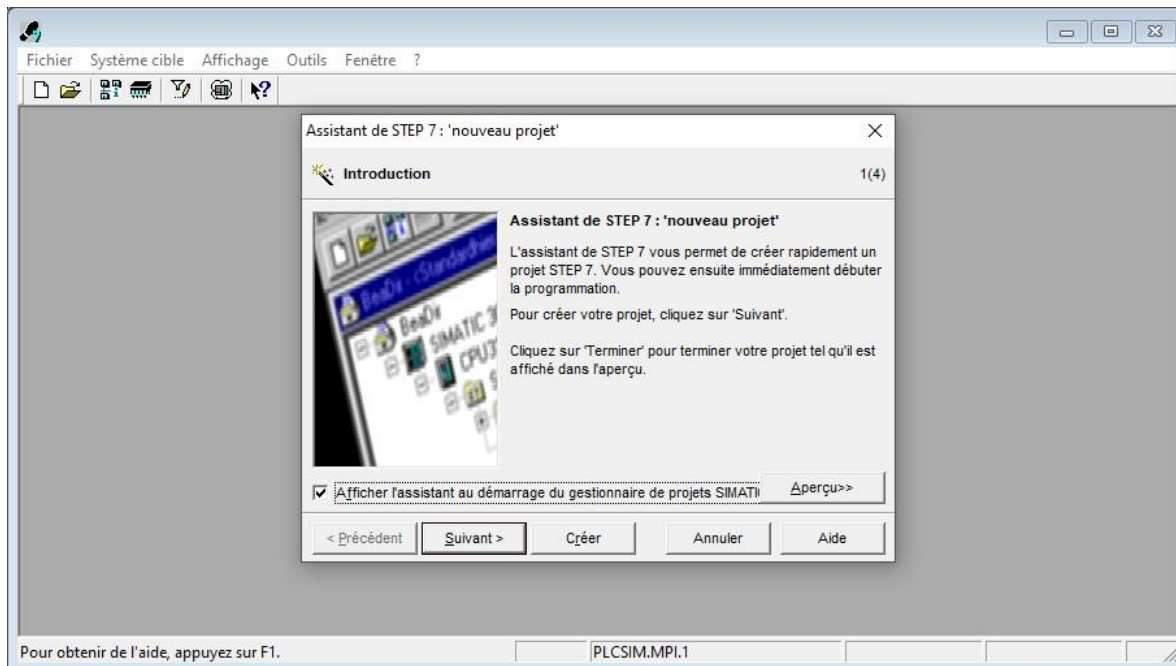


Figure 29:Interface de Logiciel STEP7

III.1.19 Langage de programmation

Il existe plusieurs langages de programmation des automates qui sont normalisés au plan mondial par la norme CEI 61131-3. Chaque automate est programmé via une console de programmation propriétaire ou par un ordinateur équipé du logiciel constructeur spécifique. Le tableau suivant montre les différents langages de programmations des API.

- La commande Affichage <CONT> si nous allons éditer la section d'instructions en langage de programmation « Schéma à contactes »
- La commande Affichage <LIST> si nous allons éditer la section d'instructions en langage de programmation « LIST D'instructions ».
- La commande Affichage <LOG> si nous allons éditer la section d'instructions en langage de programmation « LIST D'instructions »

III.1.20 Régulation PID dans STEP7

Régulation continue avec le FB 41 « CONT_C »

Le bloc FB 41 « CONT_C » sert à régler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage vous permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système à commander.

Vous pouvez utiliser le régulateur comme régulateur PID de maintien autonome mais aussi comme régulateur en cascade, de mélange ou de rapport dans des régulations à plusieurs boucles. Sa méthode de travail se base sur l'algorithme PID du régulateur à échantillonnage à sortie analogique [30].

Description

En plus des fonctions traitant la consigne et la mesure, le FB 41 réalise un régulateur PID (Fig. III.14) prêt à l'emploi avec sortie continue de la grandeur de réglage et possibilité d'influencer à la main la valeur de réglage. Il propose les fonctions partielles suivantes :

- Branche de consigne.
- Branche de mesure.
- Formation du signal d'erreur.
- Algorithme PID.
- Traitement de la valeur de réglage manuelle.
- Traitement de la valeur de réglage.
- Action anticipatrice.

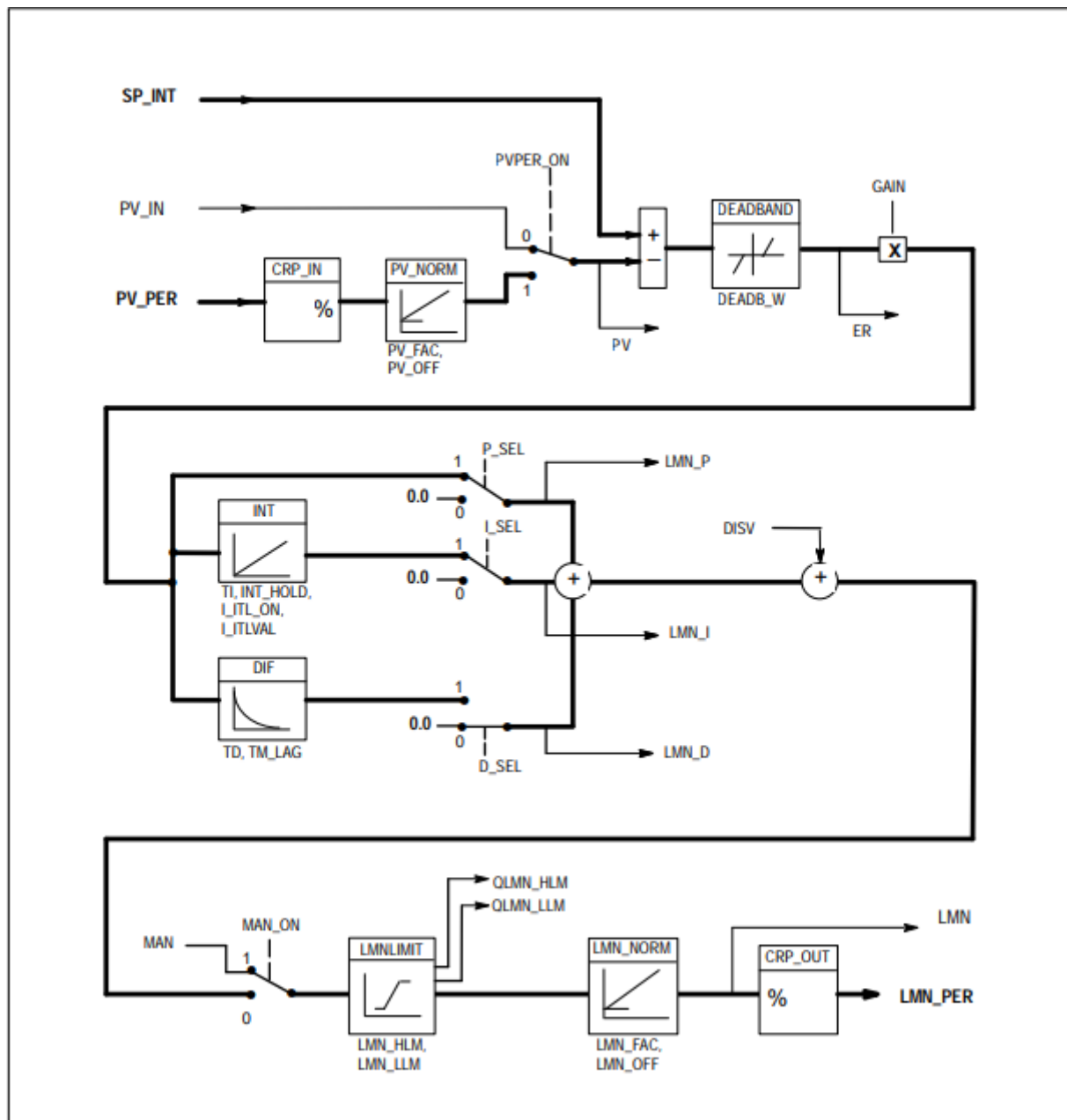


Figure 30:Schéma fonctionnel du PID

I.19 Présentation de Win CC flexible

III.1.21 Introduction

Lorsque la complexité des processus augmente et que les machines et installations doivent répondre à des spécifications de fonctionnalité toujours plus sévères, l'opérateur a besoin d'un maximum de transparence. Cette transparence s'obtient au moyen de l'Interface Homme-Machine (IHM). Un système IHM constitue l'interface entre l'homme (opérateur) et le processus (machine/installation). Le contrôle proprement dit du processus est assuré par le système d'automatisation. Il existe par conséquent une interface entre l'opérateur et WinCC flexible (sur le pupitre opérateur) et une interface entre WinCC flexible et le système d'automatisation [31].

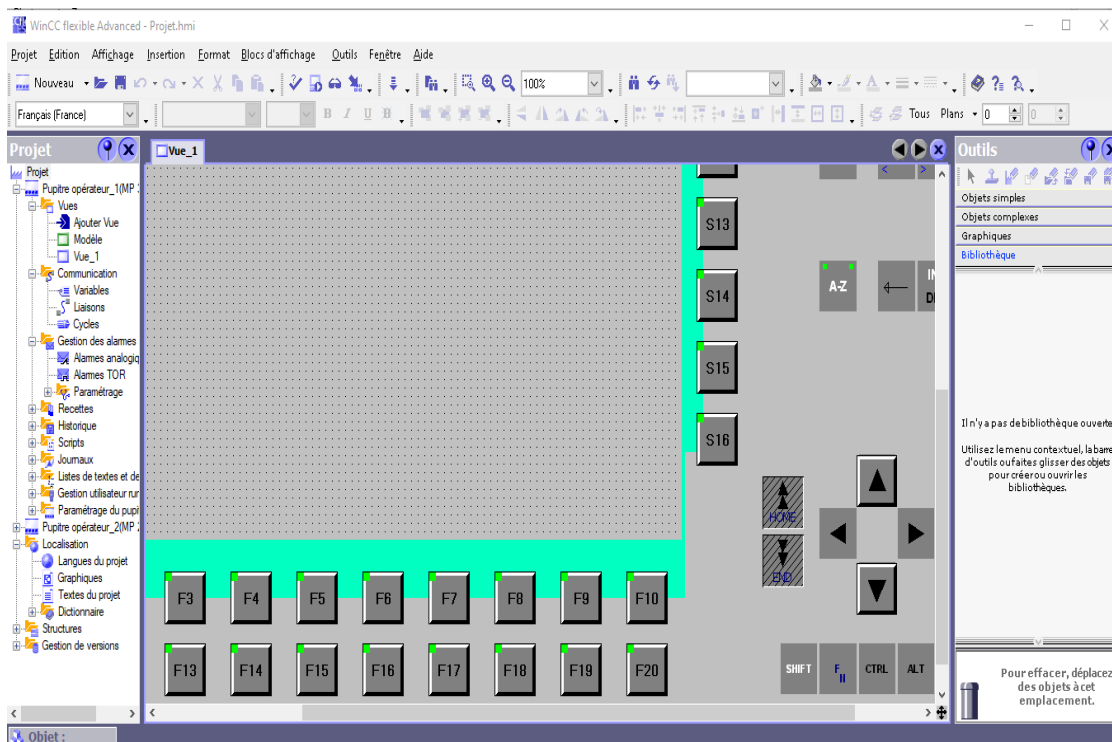


Figure 31:Fenêtre d'accueil WinCC flexible

III.1.22 Tâches d'un système IHM

- Représentation du processus.
- Commande du processus.
- Vue des alarmes.
- Archivage des valeurs processus et d'alarmes.
- Gestion des paramètres du processus. [31]

III.1.23 SIMATIC WinCC flexible

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

- Simplicité.
- Ouverture.
- Flexibilité. [32]

III.1.24 Élément de WinCC flexible

WinCC flexible Engineering System

WinCC flexible Engineering System est le logiciel avec lequel vous réalisez 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

WinCC flexible Runtime est le logiciel de visualisation de process. Dans Runtime, vous exécutez le projet en mode process.

Options WinCC flexibles

Les options WinCC flexible permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WinCC flexible. Chaque option nécessite une licence particulière [32].

III.1.25 Intégration de WinCC flexible à STEP7

Pour intégrer un projet WinCC existant dans un projet STEP 7, procédez comme suit :

1. Ouvrez la configuration WinCC flexible.
2. Sélectionnez le menu "Projet > Intégrer dans le projet STEP 7..." Le dialogue "Intégrer dans les projets STEP 7" s'ouvre.
3. Sélectionnez dans le dialogue le projet STEP 7 correspondant.
Si le projet souhaité ne se trouve pas dans la liste, naviguez par le champ "Rechercher dans" vers le dossier qui contient le projet STEP 7.
Après la sélection du projet STEP 7, l'intégration est exécutée

I.20 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté les systèmes automatisés de production (SAP) pour savoir l'utilité de l'automatisation des systèmes et pourquoi faire l'automatisation, les différents composants des automates programmables industriels de la gamme S7 et leurs caractéristiques, ainsi que les logiciels de programmation Step 7 et de supervision WinCC flexible.

Le choix d'un API est lié à l'environnement. Plus ce dernier est perturbé, plus les exigences en termes de sûreté de fonctionnement sont grandes, plus l'API s'impose face à des solutions concurrentes. Nous allons voir dans le chapitre suivant les tâches effectuées dans l'automatisation et la supervision du ce système.

Chapitre IV

Simulation et supervision

I.21 Introduction

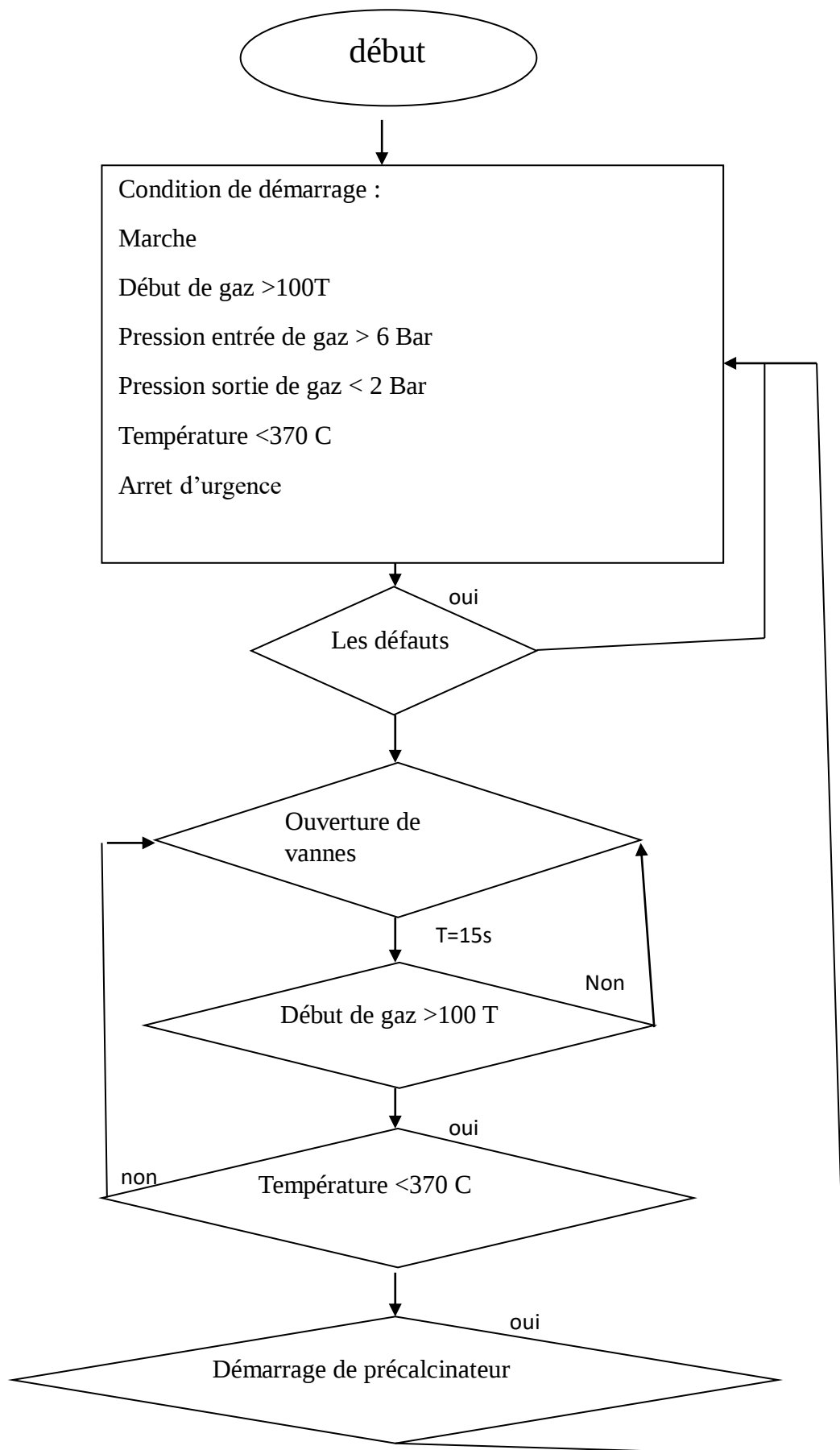
Dans ce chapitre, nous présenterons le système d'alimentation du précalcinateur à cimenterie, les différentes étapes pour automatiser notre système. Basons sur le logiciel Step7. Premièrement, on va expliquer comment nous avons programmé une automate programmable sur STEP7 ,et comment nous avons configuré une HMI sur WinCC. En premier temps, Nous avons besoin la création d'un nouveau projet et identification des matériels utilisés. Ensuite, nous allons commencer la programmation en utilisant les langages de programmation LADER. Et après, on va configurer l'appareil d'interfaçage H/M. Enfin, on va tester et simuler le fonctionnement de notre programme pour le but de valider notre travail

I.22 Présentation du système

Le Précalcinateur d'une cimenterie est un élément clé du processus de production de clinker de ciment. Il est étroitement lié à l'automatisation et au dosage précis des matières premières. Grâce à des systèmes d'automatisation avancés, le four est contrôlé en temps réel, surveillant des paramètres tels que la température, la pression et le débit de combustible. Le dosage précis des matières premières, comme le calcaire et l'argile, est assuré par des dispositifs de pesage et de régulation de débit, garantissant ainsi une composition chimique homogène du clinker produit. L'automatisation et le dosage précis contribuent à une production efficace et de haute qualité dans le four rotatif de la cimenterie.

En résumé, le peson dans notre doseur (HASLER) mesure le poids de la farine dosée, tandis que la vanne motorisée régule le débit de la farine en fonction des informations fournies par le peson. Ensemble, ces deux composants permettent un dosage précis et une régulation efficace du débit de farine dans le processus de production du ciment.

I.23 Organigramme



I.24 Présentation de la partie commande

III.1.26 Bloc d'organisation (OB1)

Un OB est appelé cycliquement par le système d'exploitation et réalise ainsi l'interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. Le dispositif de commande est informé dans cet OB par des commandes d'appel de blocs, de quels blocs de programme il doit traiter. Le bloc OB1 contient le programme.

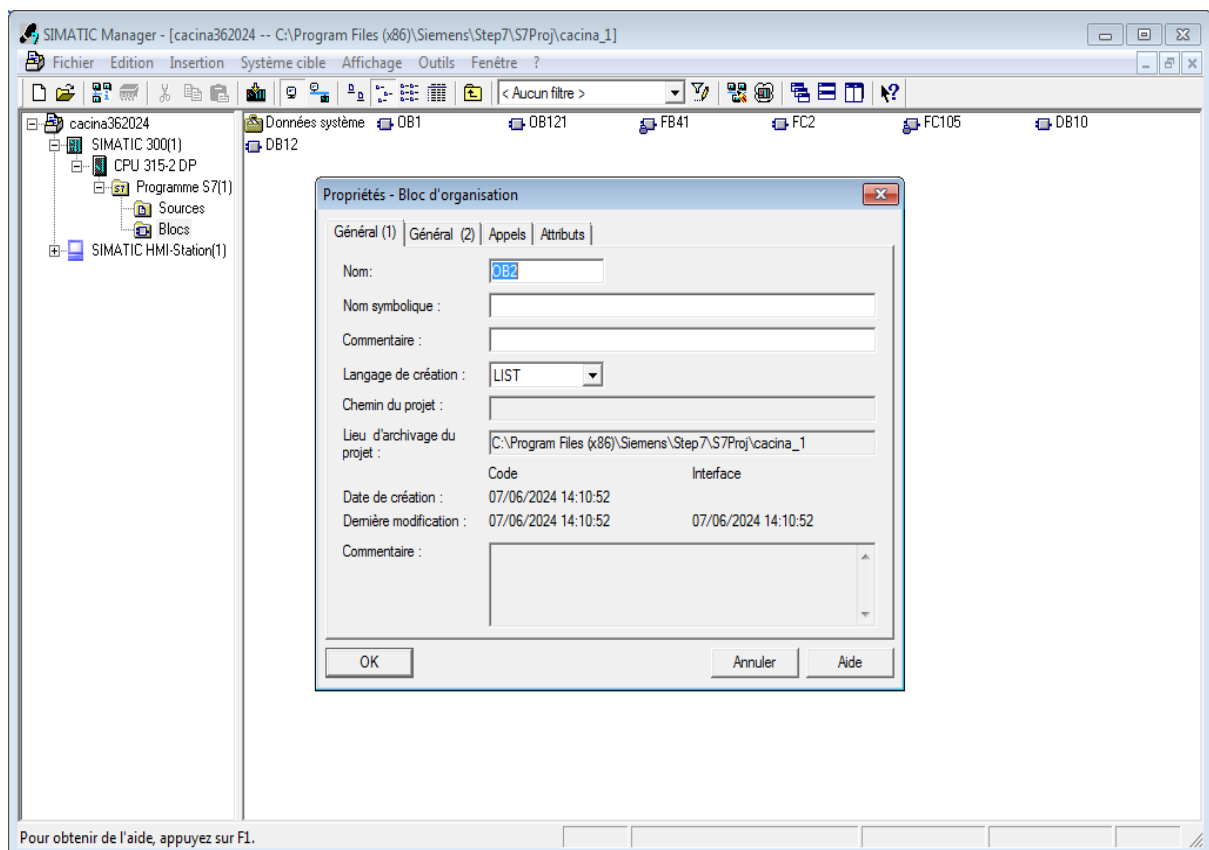


Figure 32:Création d'un bloc d'organisation

III.1.27 Bloc de données DB

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données. Les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

Création et contenu d'un DB

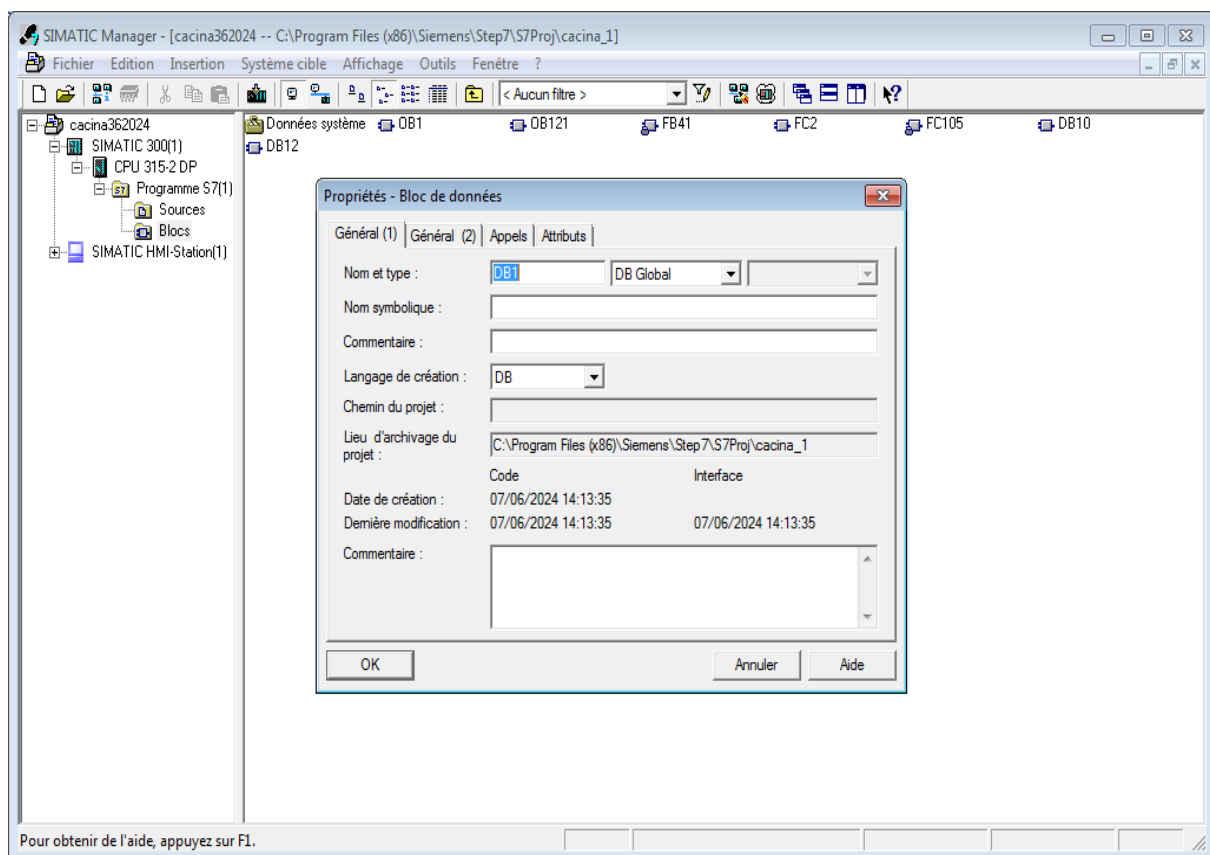


Figure 33:Création du bloc de donnée

DB-Param - [DB10 -- cacina362024\SIMATIC 300(1)\CPU 315-2 DP]

Bloc de données Edition Système cible Test Affichage Fenêtre ?

	Adresse	Décl.	Nom	Type	Valeur initi	Valeur en	Commentaire
1	0.0	in	COM...	BOOL	FALSE	FALSE	complete restart
2	0.1	in	MAN...	BOOL	TRUE	FALSE	manual value on
3	0.2	in	PVP...	BOOL	FALSE	FALSE	process variable peripherie on
4	0.3	in	P_SEL	BOOL	TRUE	TRUE	proportional action on
5	0.4	in	I_SEL	BOOL	TRUE	TRUE	integral action on
6	0.5	in	INT...	BOOL	FALSE	FALSE	integral action hold
7	0.6	in	I_ITL...	BOOL	FALSE	FALSE	initialization of the integral action
8	0.7	in	D_SEL	BOOL	FALSE	TRUE	derivative action on
9	2.0	in	CYCLE	TIME	T#1S	T#1S	sample time
10	6.0	in	SP_I...	REAL	0.000000...	0.000000...	internal setpoint
11	10.0	in	PV_IN	REAL	0.000000...	0.000000...	process variable in
12	14.0	in	PV_P...	WORD	W#16#0	W#16#0	process variable peripherie
13	16.0	in	MAN	REAL	0.000000...	0.000000...	manual value
14	20.0	in	GAIN	REAL	2.000000...	1.000000...	proportional gain
15	24.0	in	TI	TIME	T#20S	T#1M20S	reset time
16	28.0	in	TD	TIME	T#10S	T#10S	derivative time
17	32.0	in	TM_L...	TIME	T#2S	T#2S	time lag of the derivative action
18	36.0	in	DEA...	REAL	0.000000...	0.000000...	dead band width
19	40.0	in	LMN...	REAL	1.000000...	1.000000...	manipulated value high limit
20	44.0	in	LMN...	REAL	0.000000...	0.000000...	manipulated value low limit
21	48.0	in	PV_F...	REAL	1.000000...	1.000000...	process variable factor
22	52.0	in	PV_...	REAL	0.000000...	0.000000...	process variable offset
23	56.0	in	LMN...	REAL	1.000000...	1.000000...	manipulated value factor
24	60.0	in	LMN...	REAL	0.000000...	0.000000...	manipulated value offset
25	64.0	in	I_ITL...	REAL	0.000000...	0.000000...	initialization value of the integral action
26	68.0	in	DISV	REAL	0.000000...	0.000000...	disturbance variable
27	72.0	out	LMN	REAL	0.000000...	0.000000...	manipulated value
28	76.0	out	LMN...	WORD	W#16#0	W#16#0	manipulated value peripherie
29	78.0	out	QLM...	BOOL	FALSE	FALSE	high limit of manipulated value reached
30	78.1	out	QLM...	BOOL	FALSE	FALSE	low limit of manipulated value reached
31	80.0	out	LMN_P	REAL	0.000000...	0.000000...	proportionality component
32	84.0	out	LMN_I	REAL	0.000000...	0.000000...	integral component
33	88.0	out	LMN...	REAL	0.000000...	0.000000...	derivative component
34	92.0	out	PV	REAL	0.000000...	0.000000...	process variable
35	96.0	out	FD	REAL	0.000000...	0.000000...	derivative

hors ligne MAJ NUM

Figure 34:Contenu d'un bloc de donnée

III.1.28 Bloc de fonction FB

Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB. D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

Création d'un FB

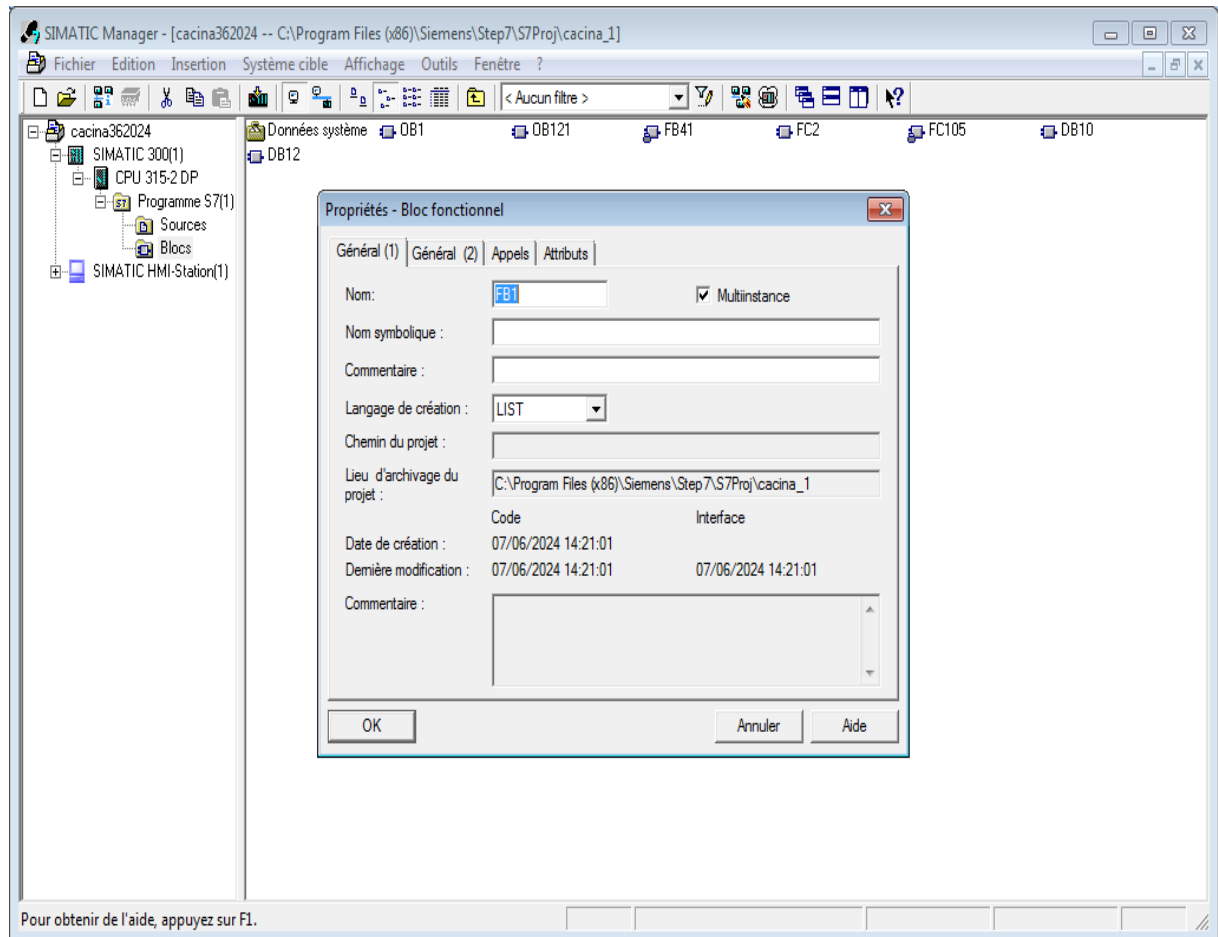


Figure 35:Création d'un bloc de fonction

III.1.29 Table des mnémoniques

La table des mnémoniques nous permet de définir la liste des variables qui seront utilisées lors de la programmation. Il nous permet de désigner l'ensemble des entrées et sorties de notre système, la Figure 4.14 représente notre table des mnémoniques

Etat	Mnémonique /	Opérande	Type de do	Commentaire
1	Acquit	E 1.6	BOOL	
2	Arrêt	E 1.1	BOOL	
3	Cons_Ok	A 0.6	BOOL	
4	Cons_Pid	MD 26	REAL	
5	Consig_Man	MW 6	INT	
6	Consig_Débit	MD 20	REAL	
7	Consig_Temp_Gaine	MD 24	REAL	
8	consigne_Gaz	MD 28	REAL	
9	CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
10	Débit	MW 2	INT	
11	Débit_Sup	A 0.2	BOOL	
12	défaut	M 16.0	BOOL	
13	défaut	A 0.1	BOOL	
14	Défaut_Elec	E 1.3	BOOL	
15	Dérive	MD 42	REAL	
16	Dérive	E 0.1	BOOL	
17	Intégrale	E 0.2	BOOL	
18	Intégrale	MD 38	REAL	
19	Man/Aut_PID	E 1.7	BOOL	
20	Man_Auto	M 14.0	BOOL	
21	marche	E 1.0	BOOL	
22	Pres_GazSup	E 1.5	BOOL	
23	Pres_Gaz_Inf	E 1.4	BOOL	
24	Prêt_marche	A 0.0	BOOL	
25	PROG_ERR	OB 121	OB 121	Programming Error
26	Propo	E 0.3	BOOL	
27	Propor	MD 36	REAL	
28	reco	MD 34	REAL	
29	Recopie Débit	MD 32	REAL	
30	recopie_debit	MW 4	INT	
31	resetPID	E 1.2	BOOL	
32	scal	FC 2	FC 2	
33	SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
34	sortie Consigne	A 0.7	BOOL	
35	Temp_Gaine	MW 0	INT	
36	UNSCALE	FC 106	FC 106	Unscaling Values
37	vanne_Aval	A 0.5	BOOL	
38	vanne_purge	A 0.3	BOOL	
39	vanneAmont	A 0.4	BOOL	

Figure 36:Table des mnémoniques

Le cahier des charges

L'élaboration du programme doit être respecté le cahier de charge suivant :

- Le départ, l'arrêt et le reste du processus se fait à partir du IHM ou bien sur site. Même aussi pour la consigne (SP).
- La détermination des paramètres de régulateur PID se fait seulement à partir de l'IHM.
- Visualisé les changements des variables SP et PV sur site.
- A partir de IHM on peut visualiser l'état d'avancement du processus (la consigne SP, la sortie PV, erreur, mode de fonctionnement).
- Traçage des courbes des variables SP et PV en temps réel.

I.25 Tests et simulations

III.1.30 Simulation du programme sous STEP7 avec PLCSIM

L'application de simulation S7-PLCSIM nous a permet d'exécuter et de tester notre programme qu'on a simulé sur ordinateur.

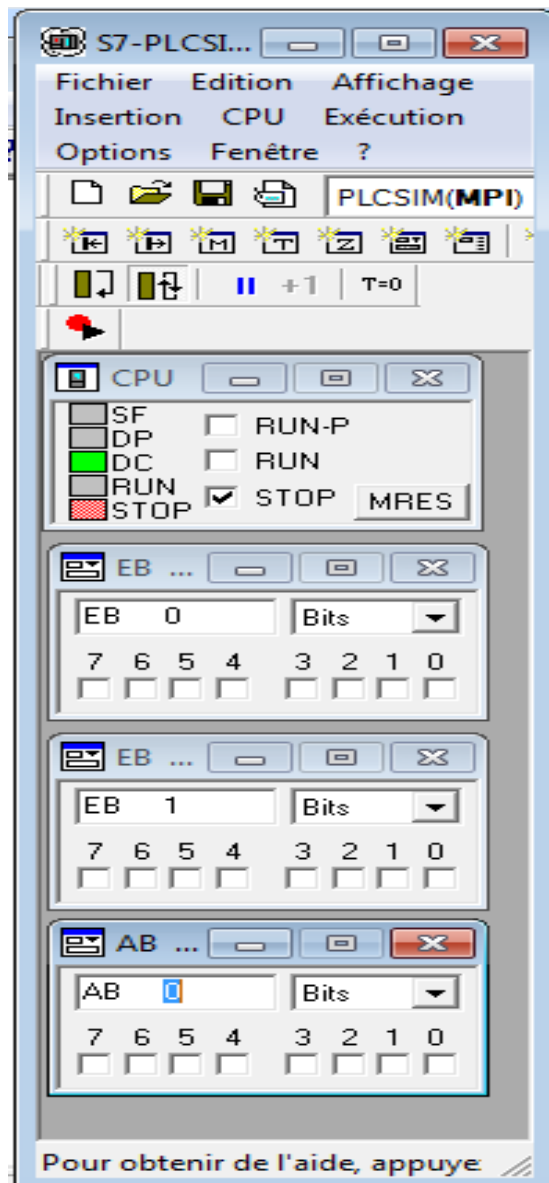


Figure 37: Simulation avec le PLCSIM

I.26 Programme et cahier de charge :

Description de cahier de charge

Séquences de démarrage précalcinateur :

On peut démarrer le précalcinateur une fois que les impératifs d'interverrouillage sont satisfaits et que le contrôle de fuite a été effectué sans erreur. Une fois les verrouillages en questions faits, la soupape à verrouillage S03 sera activée, ce qui rendra possible l'ouverture de la soupape SAV.

Le précalcinateur est prêt:

Ouvrir manuellement la soupape SAV. A l'ouverture de cette soupape, le contrôle de fuite doit avoir été effectué correctement, suite auquel le précalcinateur est déclaré "Prêt".

- Régimes en vigueur lorsque le précalcinateur est prêt:
- La soupape SAV est ouverte.
- Le régulateur de gaz est fermé (0% d'ouverture).
- S05 est inactivée, de sorte que les soupapes principales V06 et V07 soient fermées.
- La soupape S07 est ouverte pour ventiler entre les deux soupapes principales.
- Pas d'alarmes.

Mise en route du précalcinateur :

Lorsque l'unité est prête, on peut démarrer le précalcinateur, soit à partir du SCC (en mode contrôle central), soit à partir de la visualisation du contrôle local (en mode contrôle local). Dans le mode de contrôle local, le signal de démarrage consiste en une pulsion de 5 secondes envoyée vers SCC. Ce signal de démarrage doit être accepté par SCC. Si la pulsion de démarrage est acceptée, SCC enverra une commande de démarrage .

Lorsque la commande de démarrage est obtenue de SCC:

Cette commande va activer S05 et par là-même ouvrir V06 et V07. La soupape de réduction se déplace dans une position de débit pré-établi et alimente ainsi en gaz le précalcinateur.

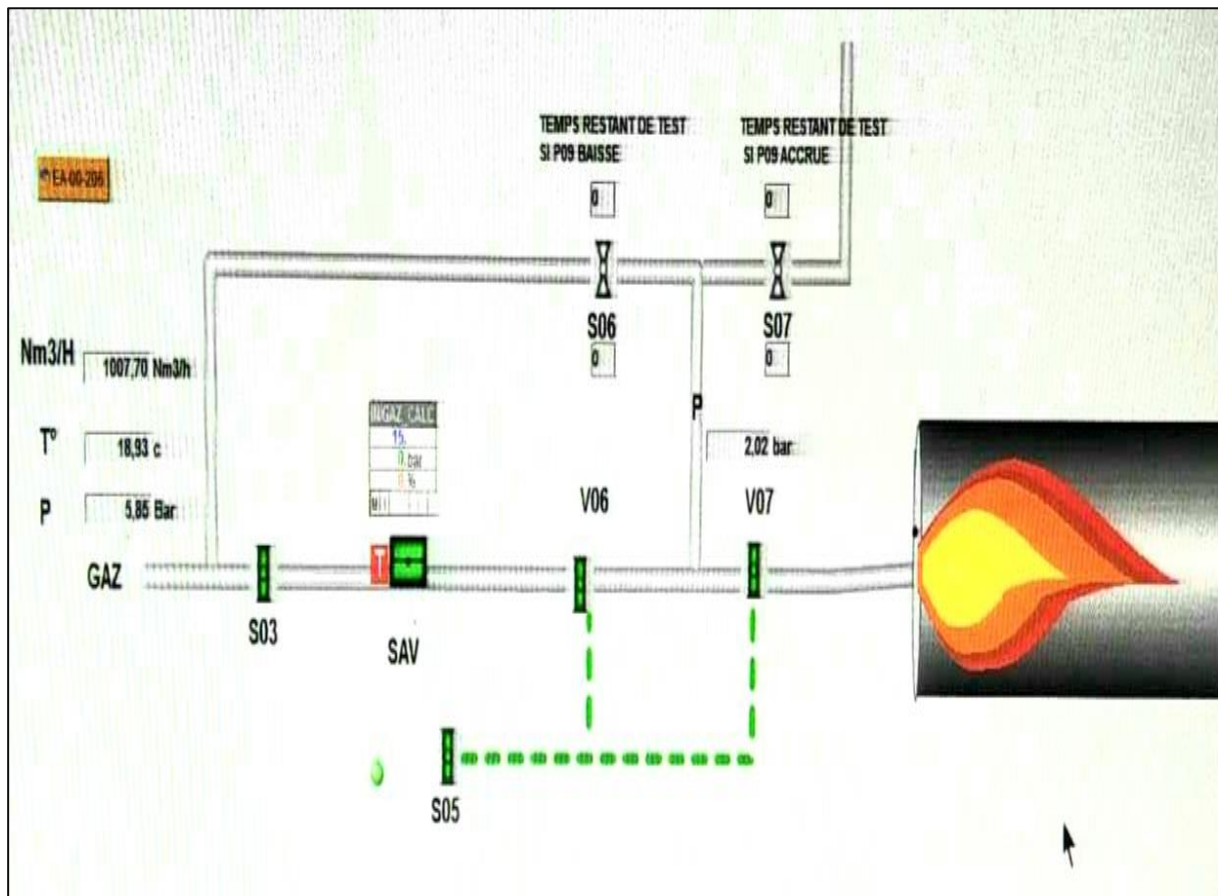
Le précalcinateur est en service.

Séquences d'arrêt du précalcinateur

- Le précalcinateur s'arrête lorsque La commande de démarrage venant de SCC est suspendue.
- L'arrêt est sélectionné à partir du tableau de commande locale.
- Une alarme 2 se déclenche.
- L'arrêt d'urgence est activé.

Lorsque le précalcinateur est arrêté soit par SCC, soit par le tableau de commande locale, la vanne solénoïde S05 sera inactivée, ce qui aura pour effet de fermer les soupapes V06 et V07. Ceci fera que l'arrivée de gaz vers le précalcinateur sera coupée

Si le précalcinateur a été arrêté sans alarme, il sera en mode Prêt une fois que le contrôle de fuite aura été fait, c'est-à-dire prêt au démarrage.



III.1.31 Programmation avec Ladder

Le contenu du bloc OB1

▢ Réseau 1 : Titre :

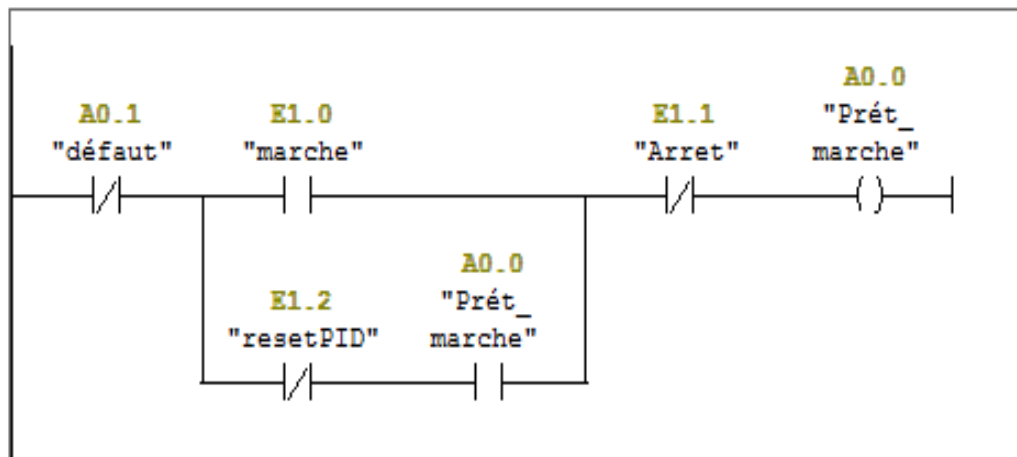


Figure 38: Les conditions de démarrage.

▢ Réseau 2 : Titre :

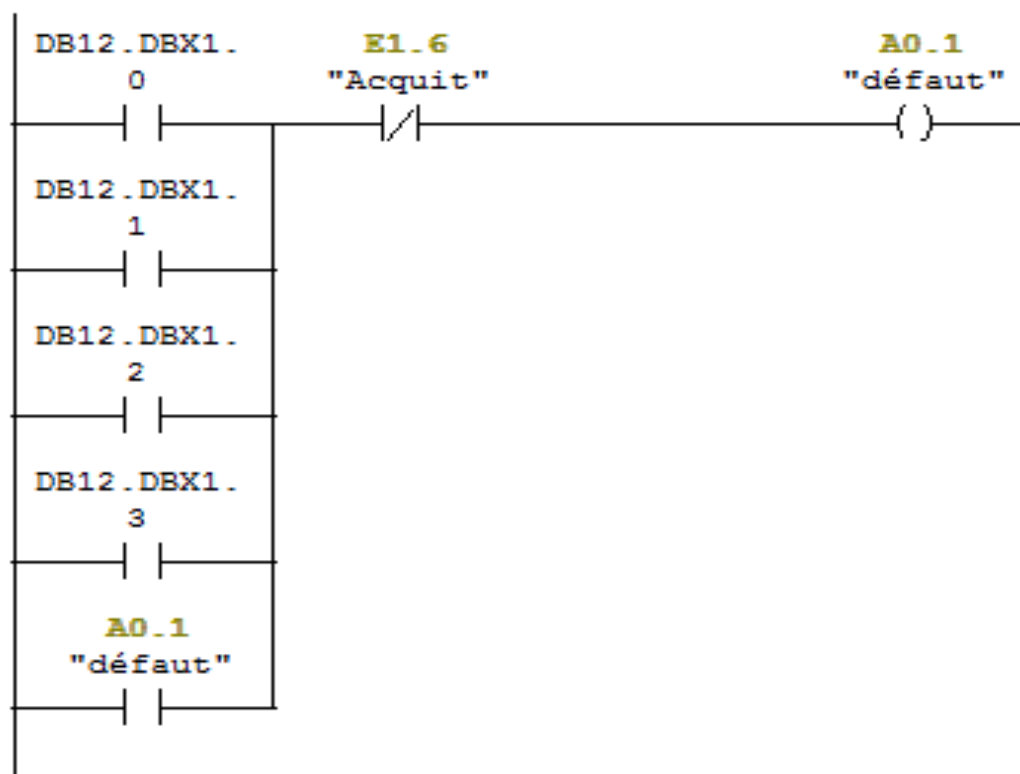
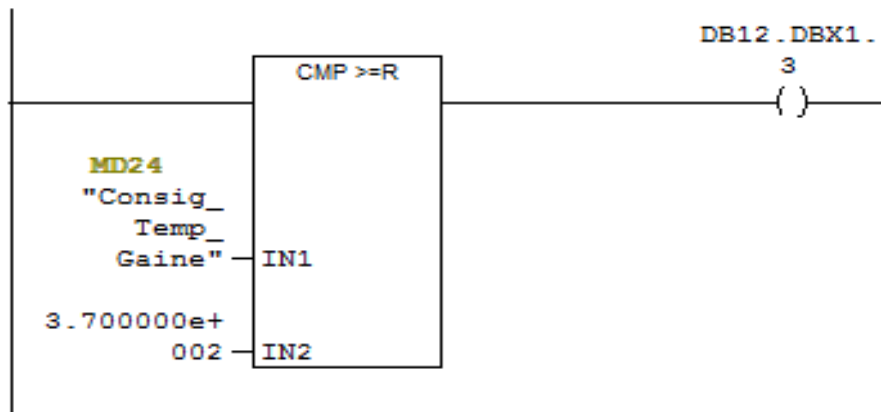


Figure 39:les contact des défauts

☐ Réseau 3 : Titre :



☐ Réseau 4 : Titre :



☐ Réseau 5 : Titre :



☐ Réseau 6 : Titre :



Figure 40: Les défauts de (température ,Electric, pression2bar, pression6bar)

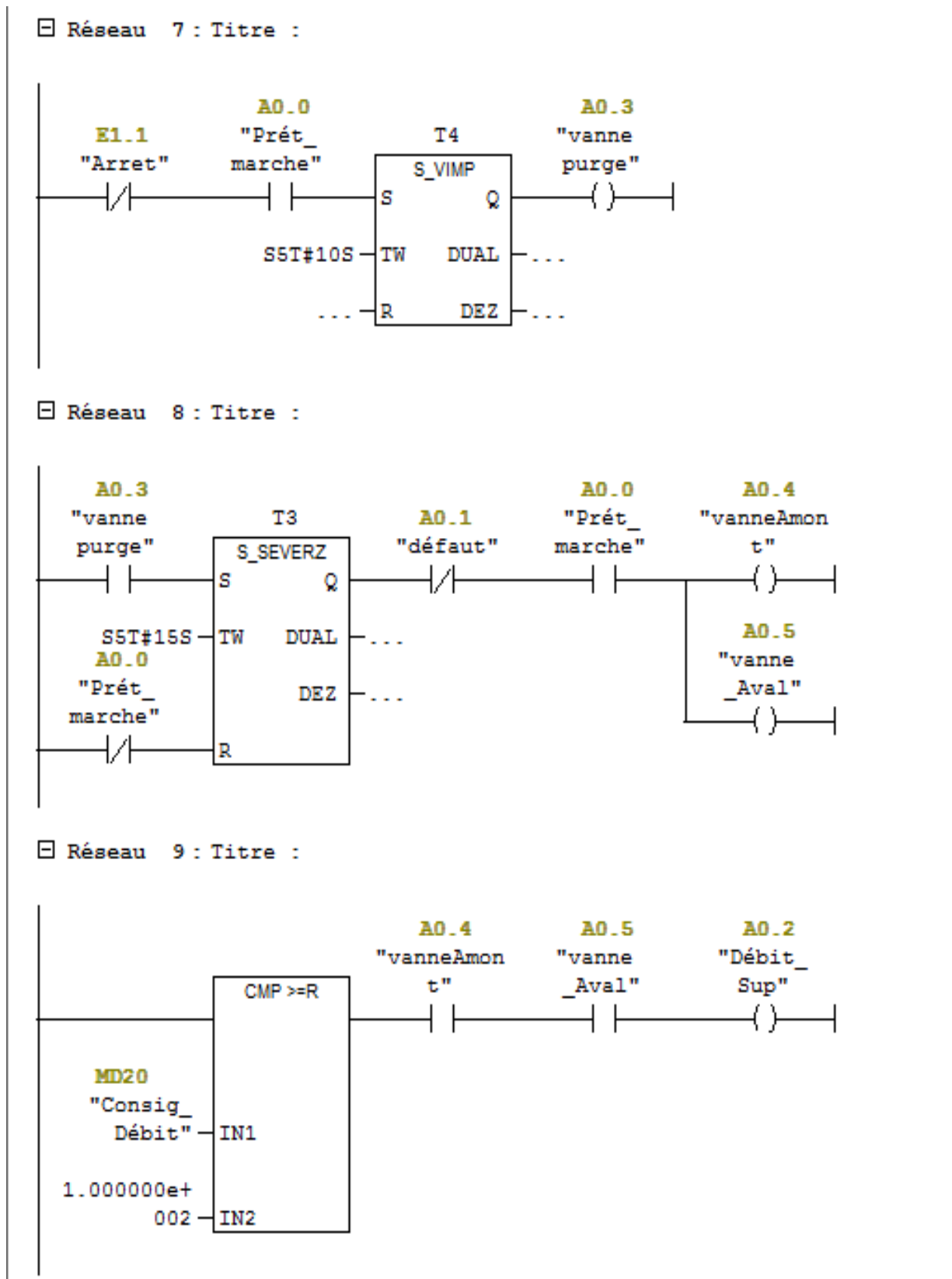
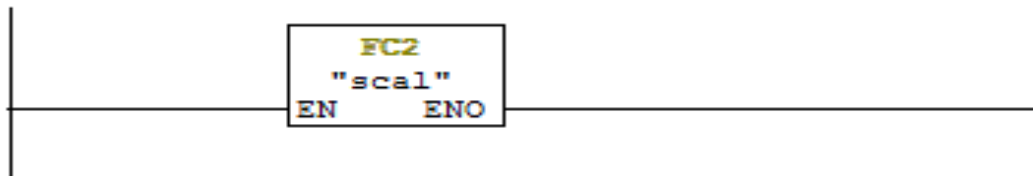


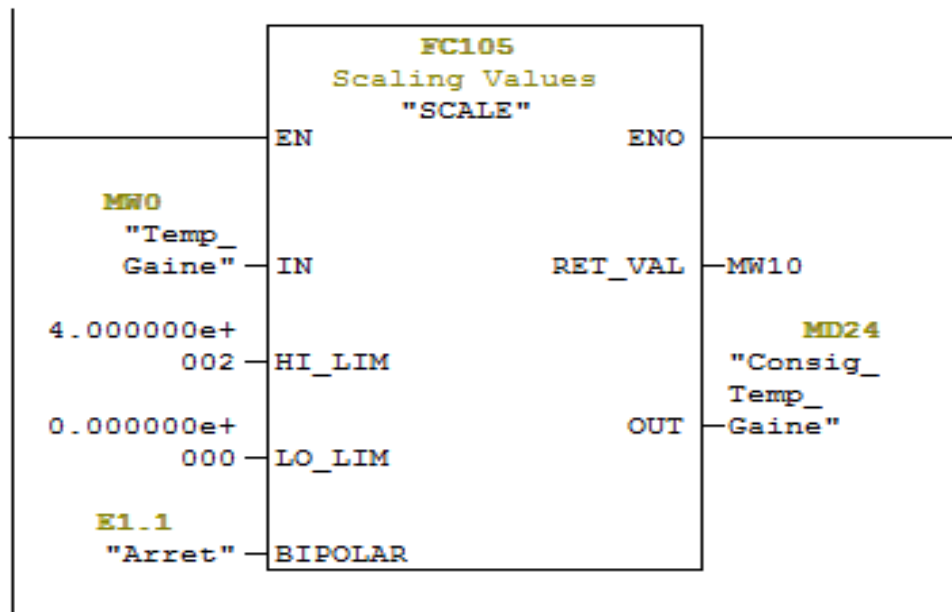
Figure 41:Ouverture des vannes de gaz (purge10s ,amont et aval).

▢ Réseau 10 : Titre :

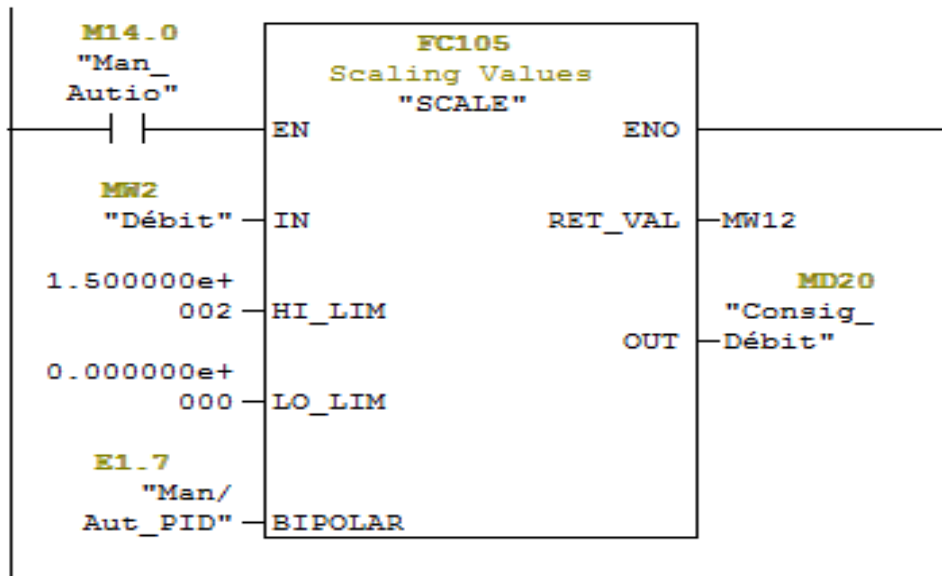


Le contenu du bloc FC2 :

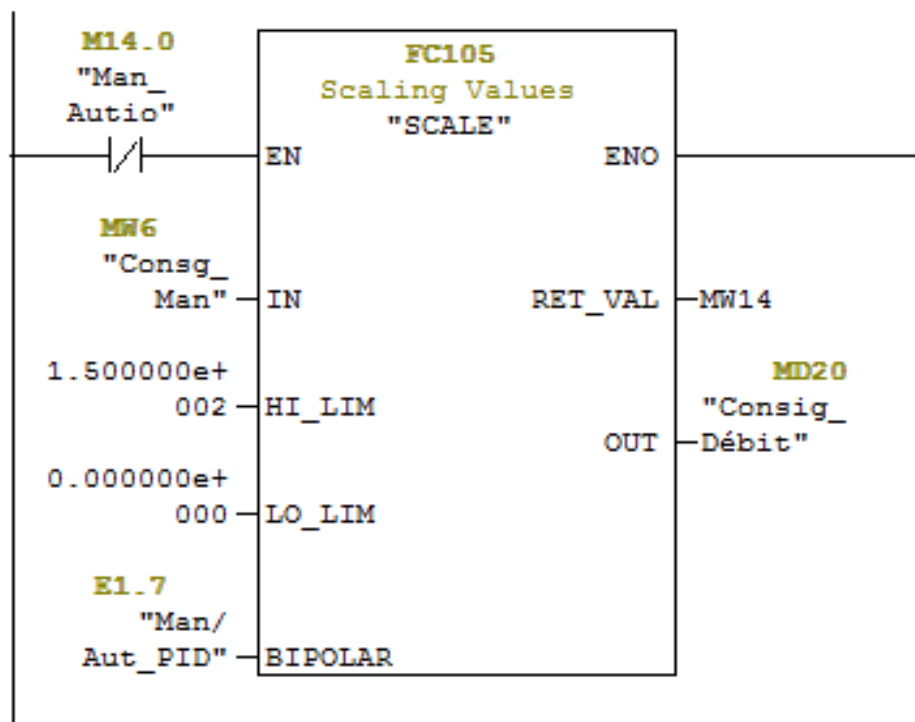
▢ Réseau 1 :



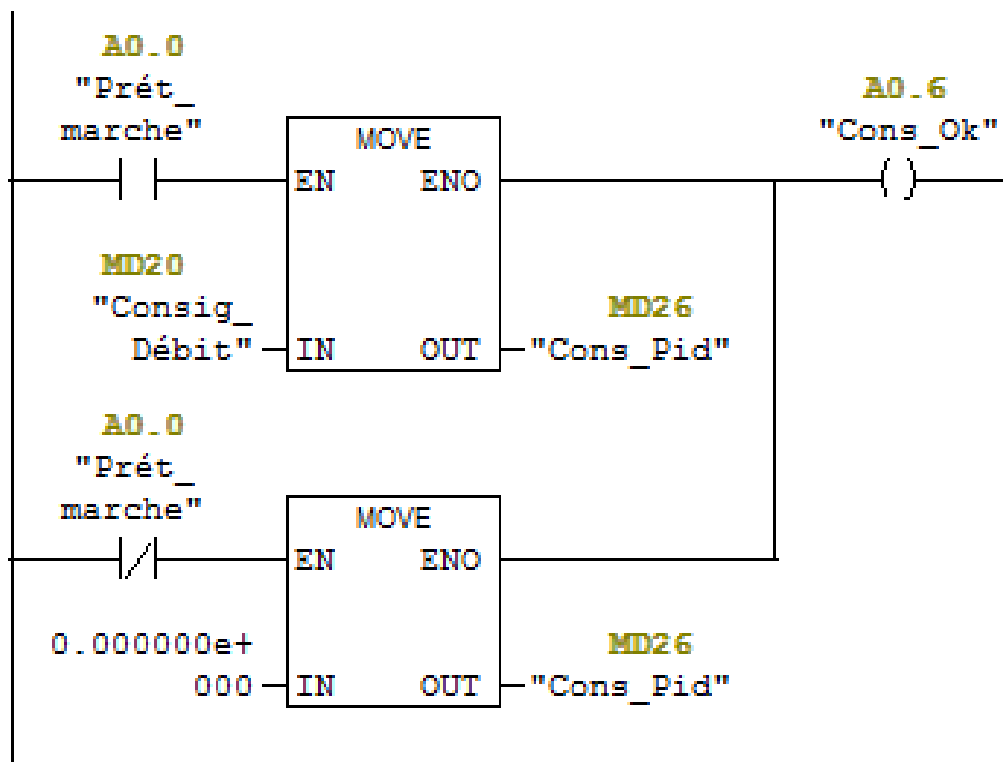
▢ Réseau 2 :



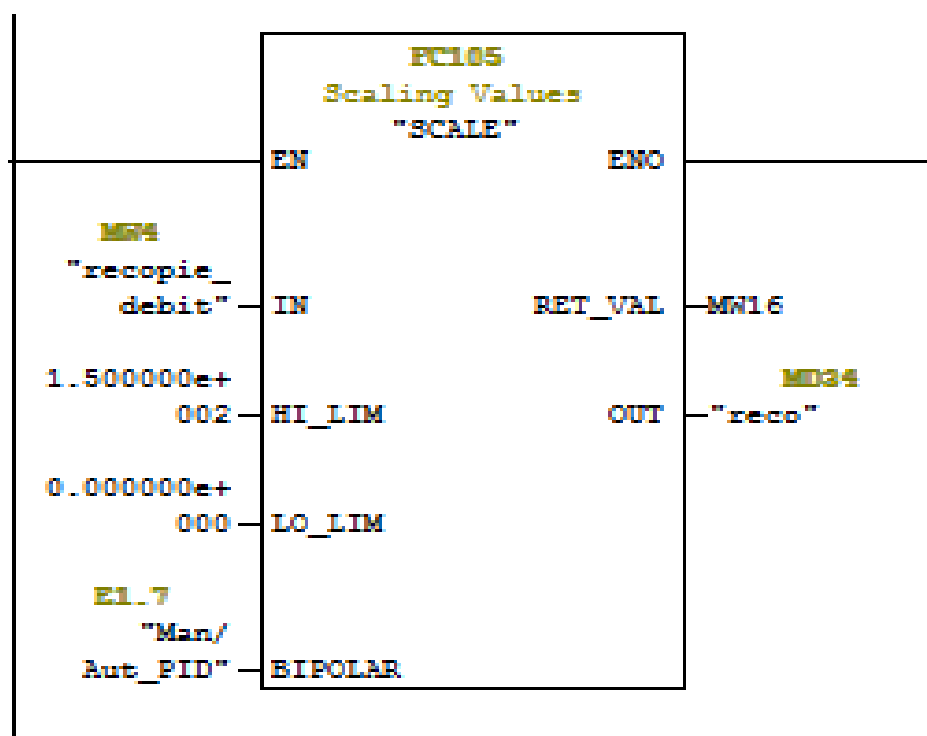
▣ Réseau 3:



▣ Réseau 4:



☐ Réseau 5 : Titre :



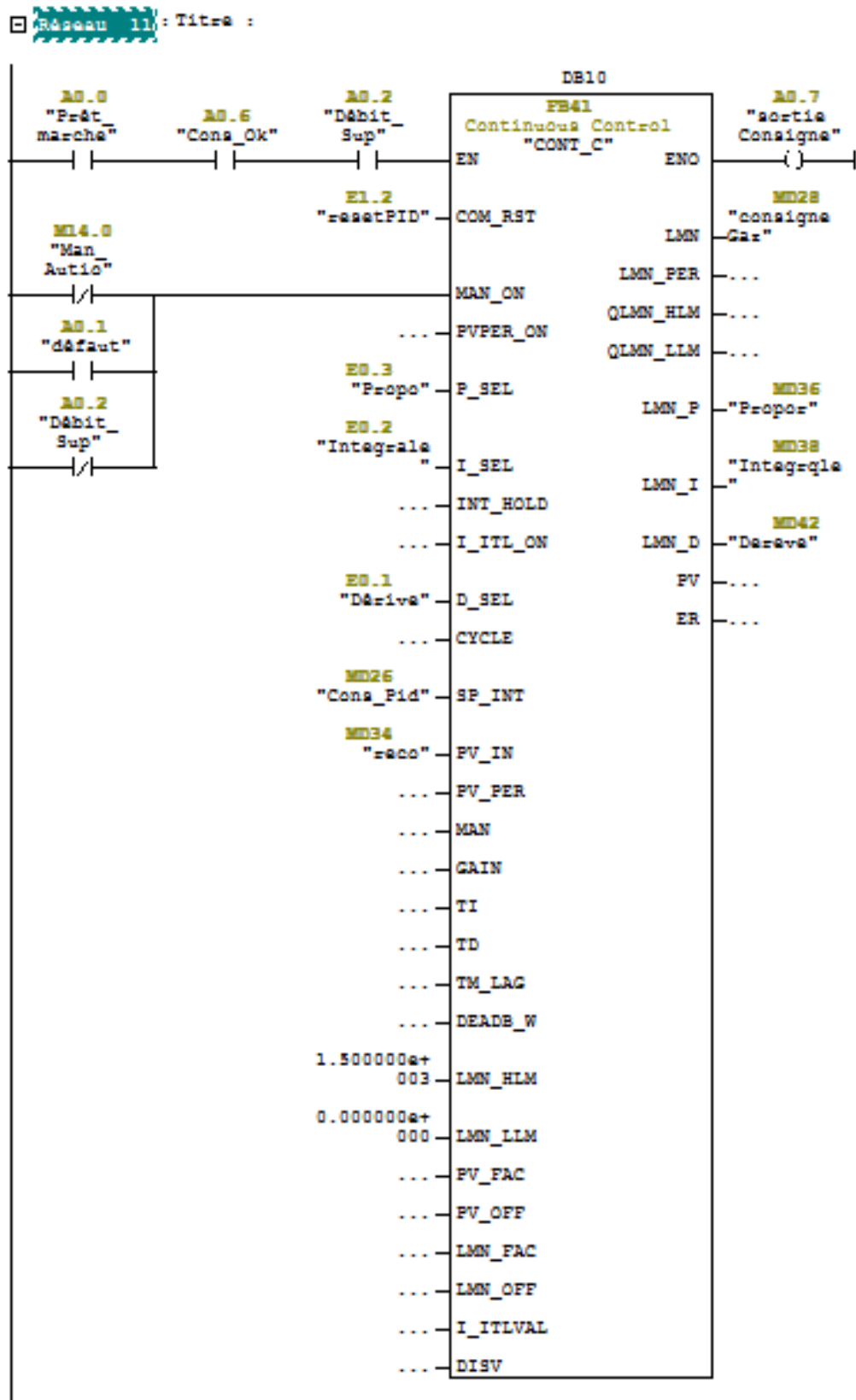


Figure 42: Bloc PID avant démarrage (0.0.0)

On appuie sur le bouton dans la figure (43) pour charger (hardware)

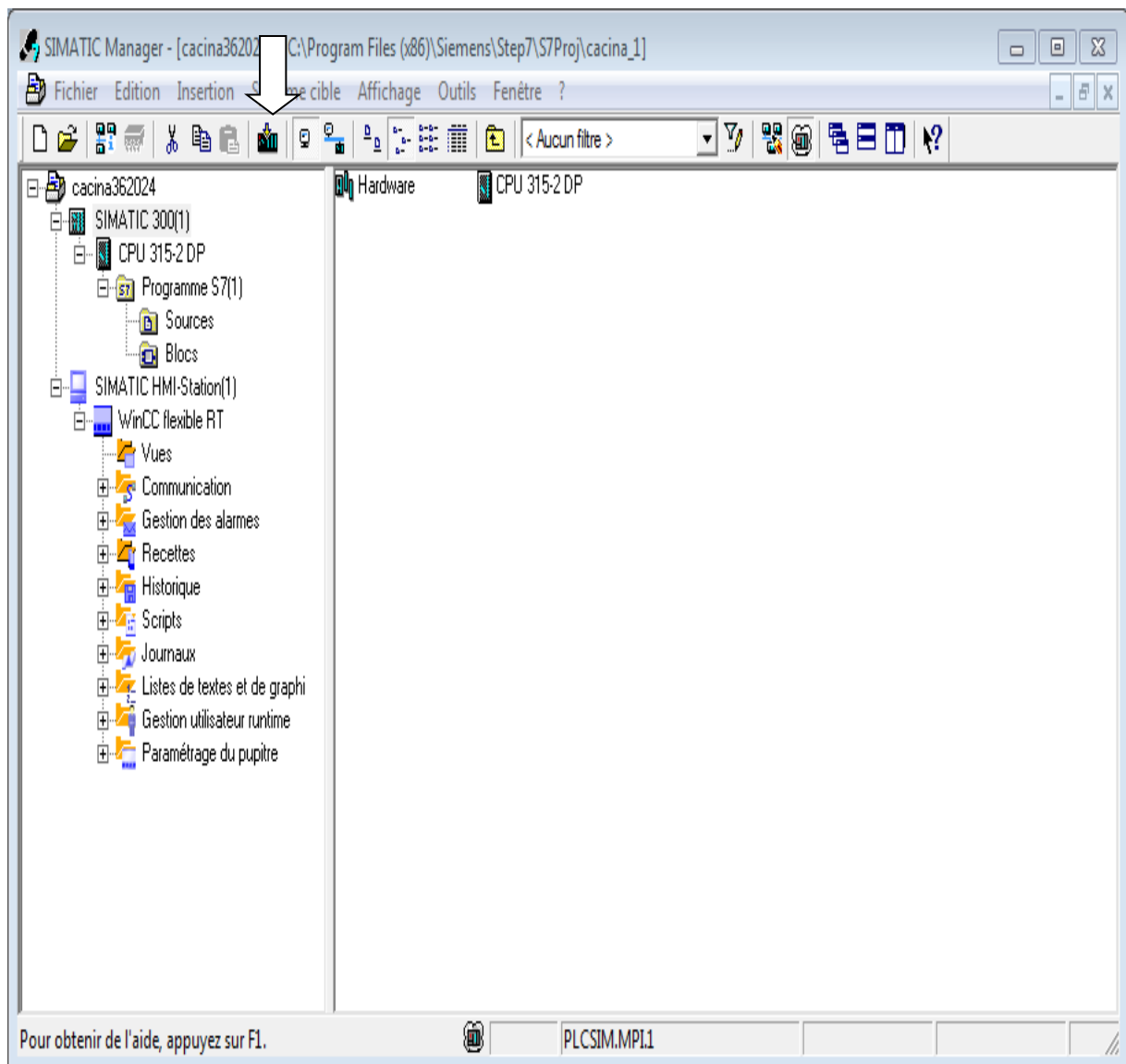


Figure 43:step7 simatic 300

On appuie sur le bouton dans la figure(44) pour charger les bloc.

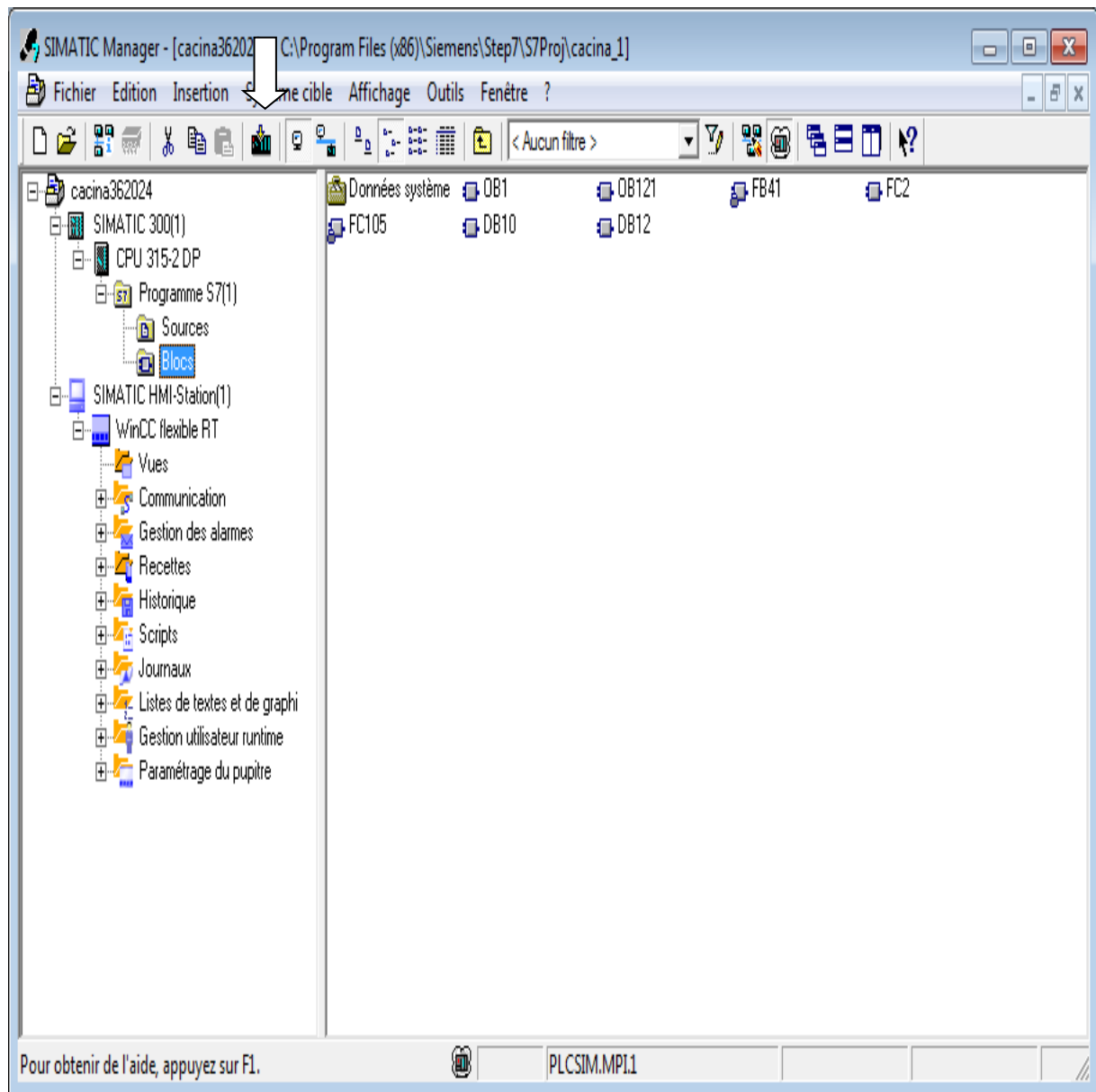


Figure 44:Step7 (les bloc)

On appuie sur le bouton dans la figure (45) pour simuler le programme.

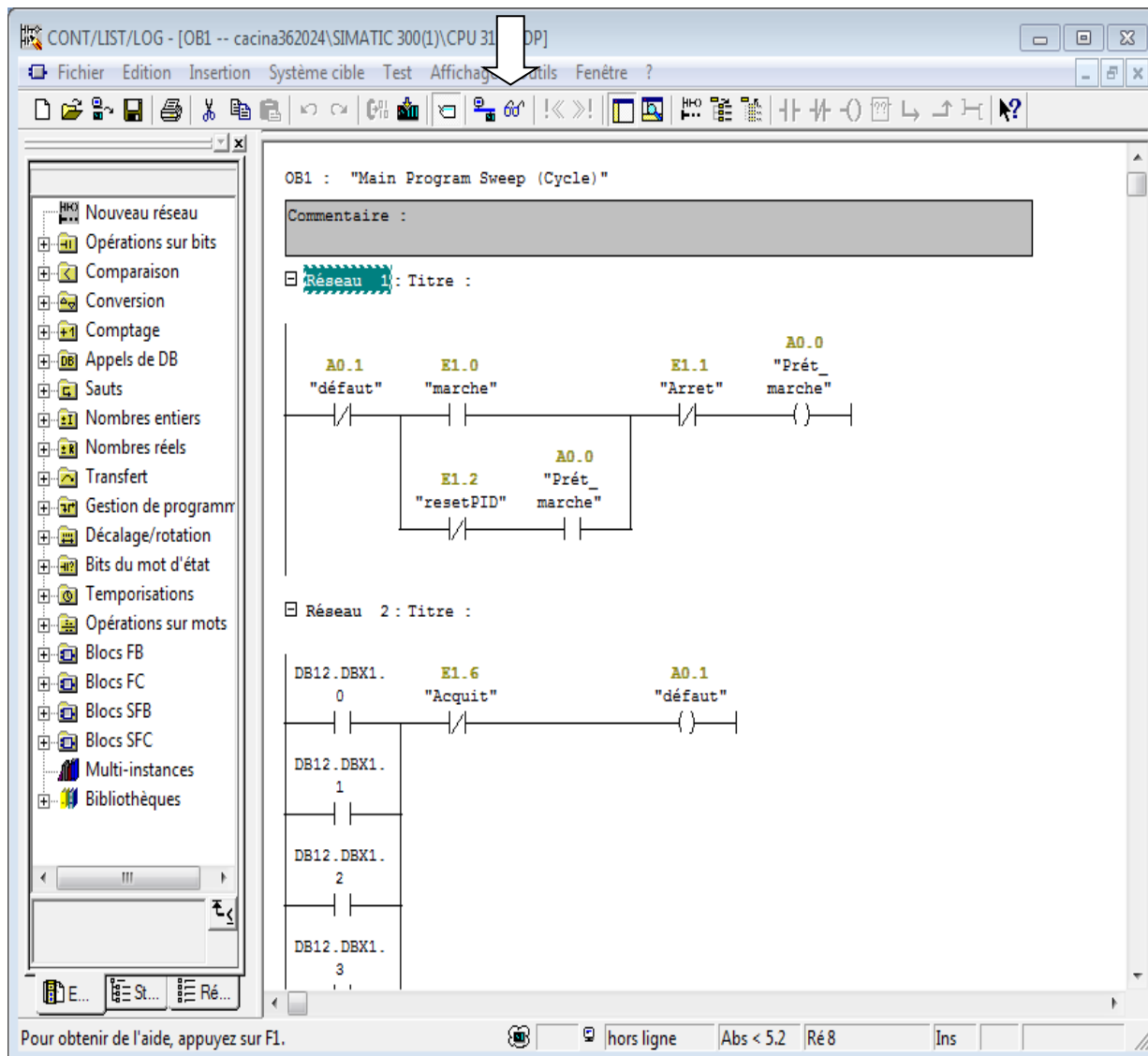
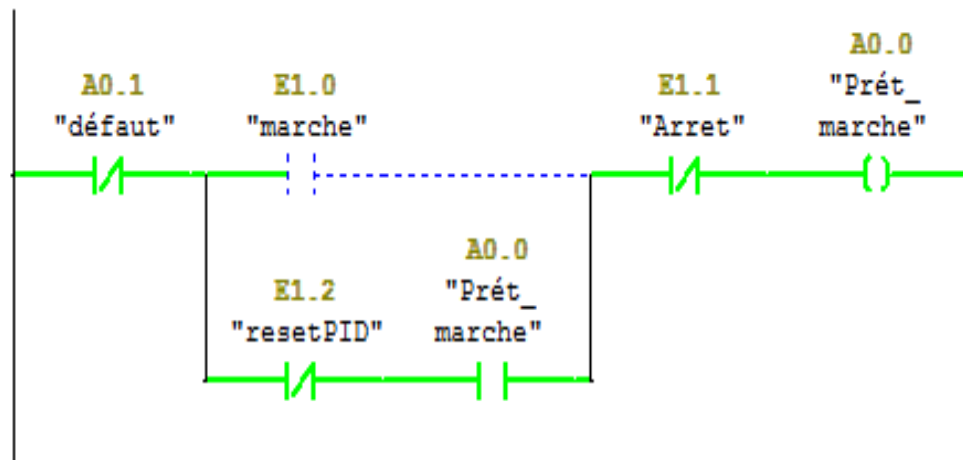


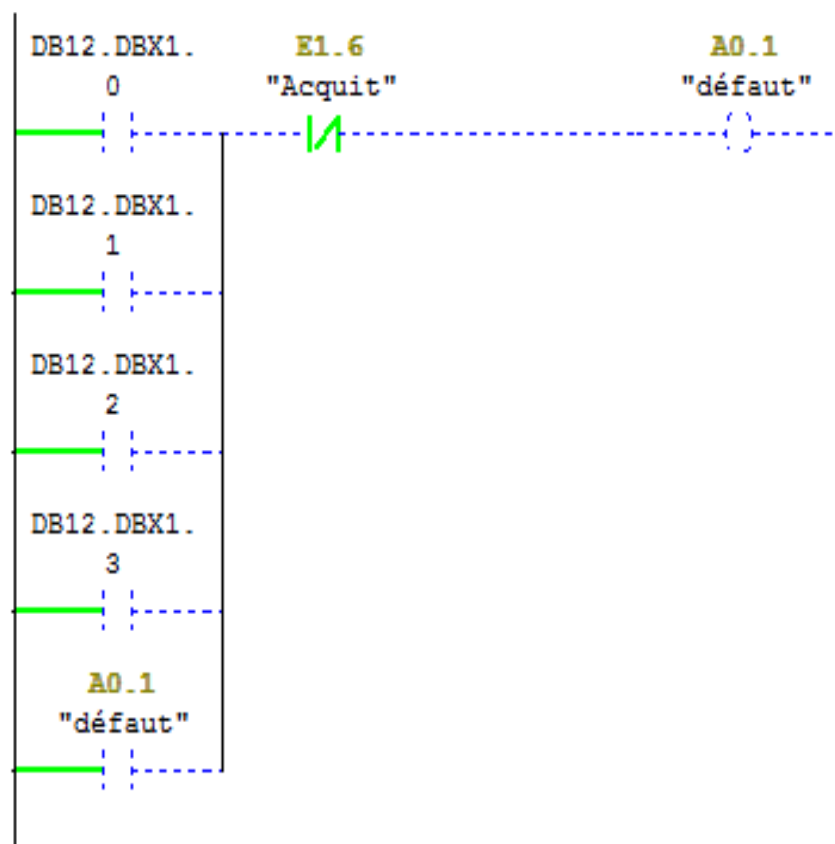
Figure 45:Step7 (simulation)

I.27 Simulation :

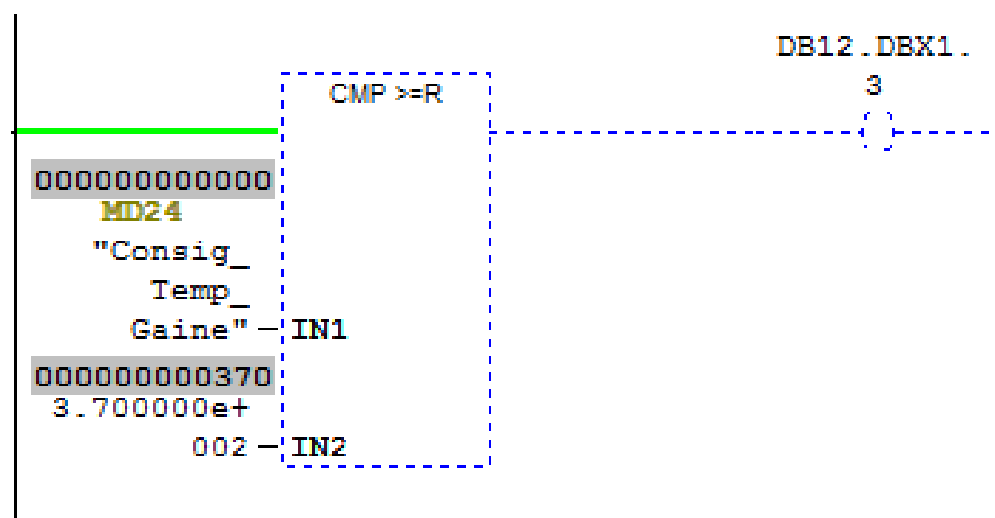
☐ Réseau 1 : Titre :



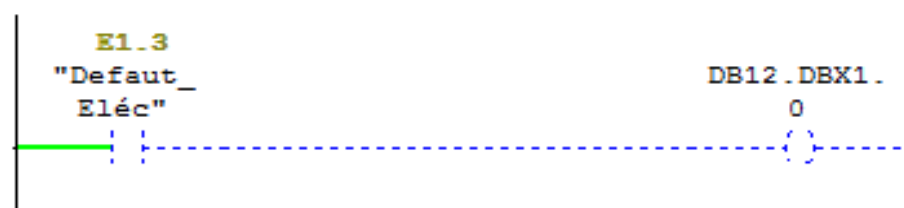
☐ Réseau 2 : Titre :



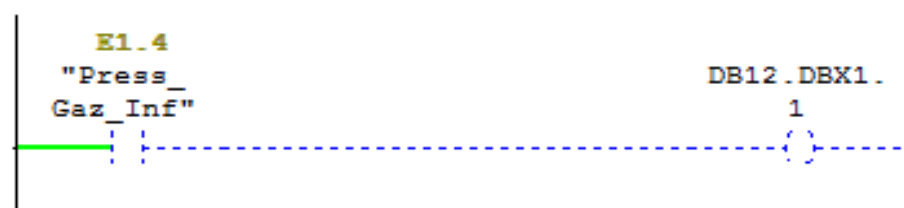
Réseau 3 : Titre :



Réseau 4 : Titre :



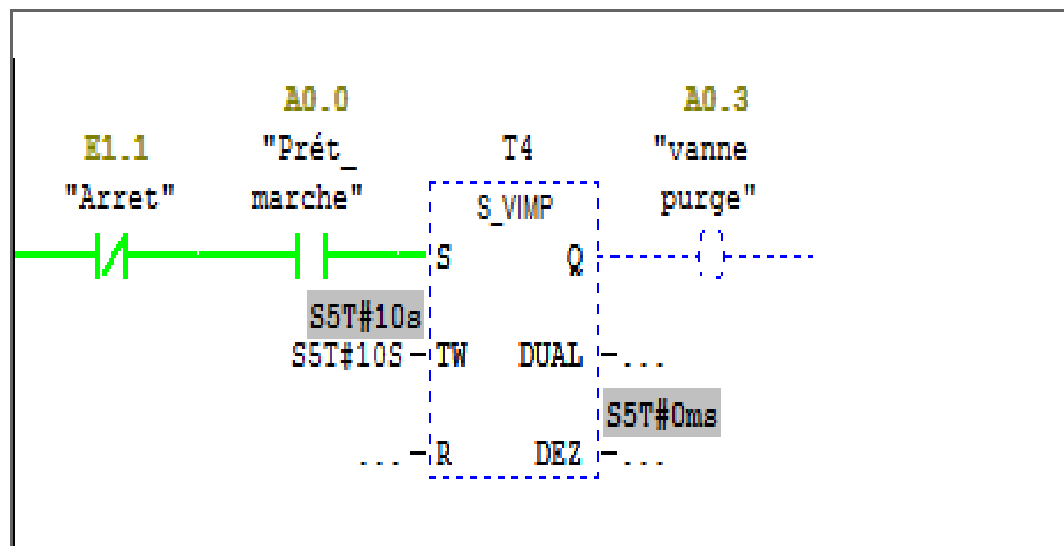
Réseau 5 : Titre :



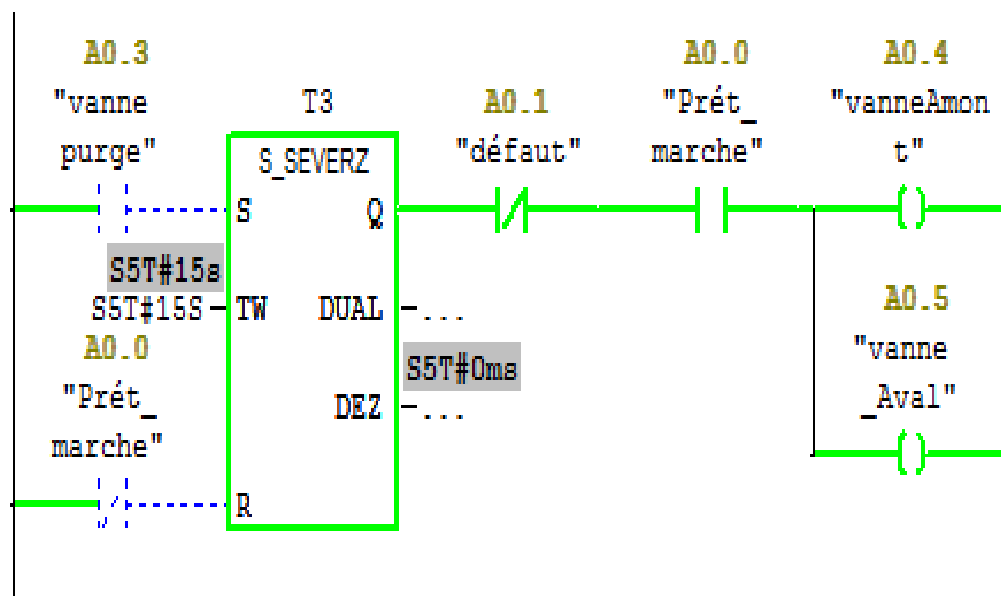
Réseau 6 : Titre :



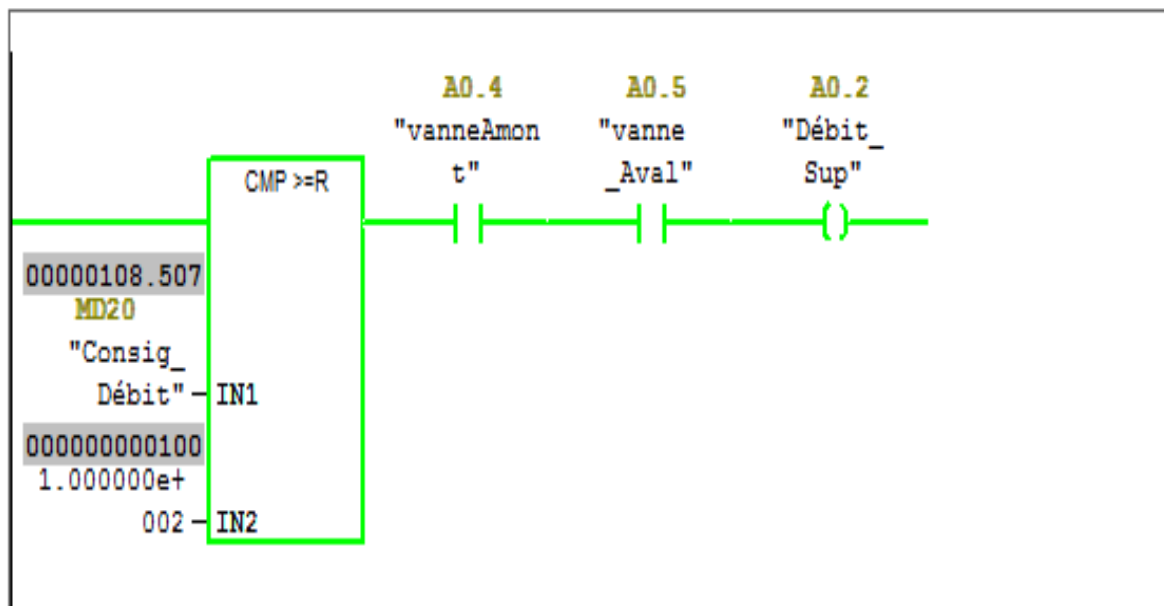
▢ Réseau 7 : Titre :



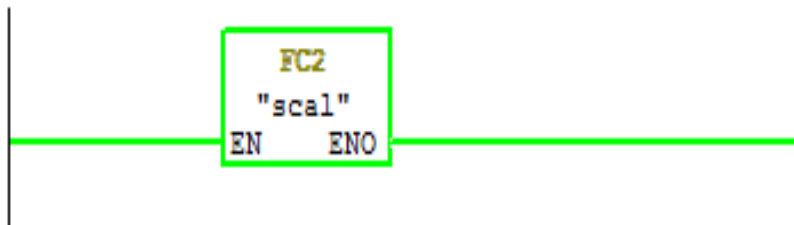
▢ Réseau 8 : Titre :



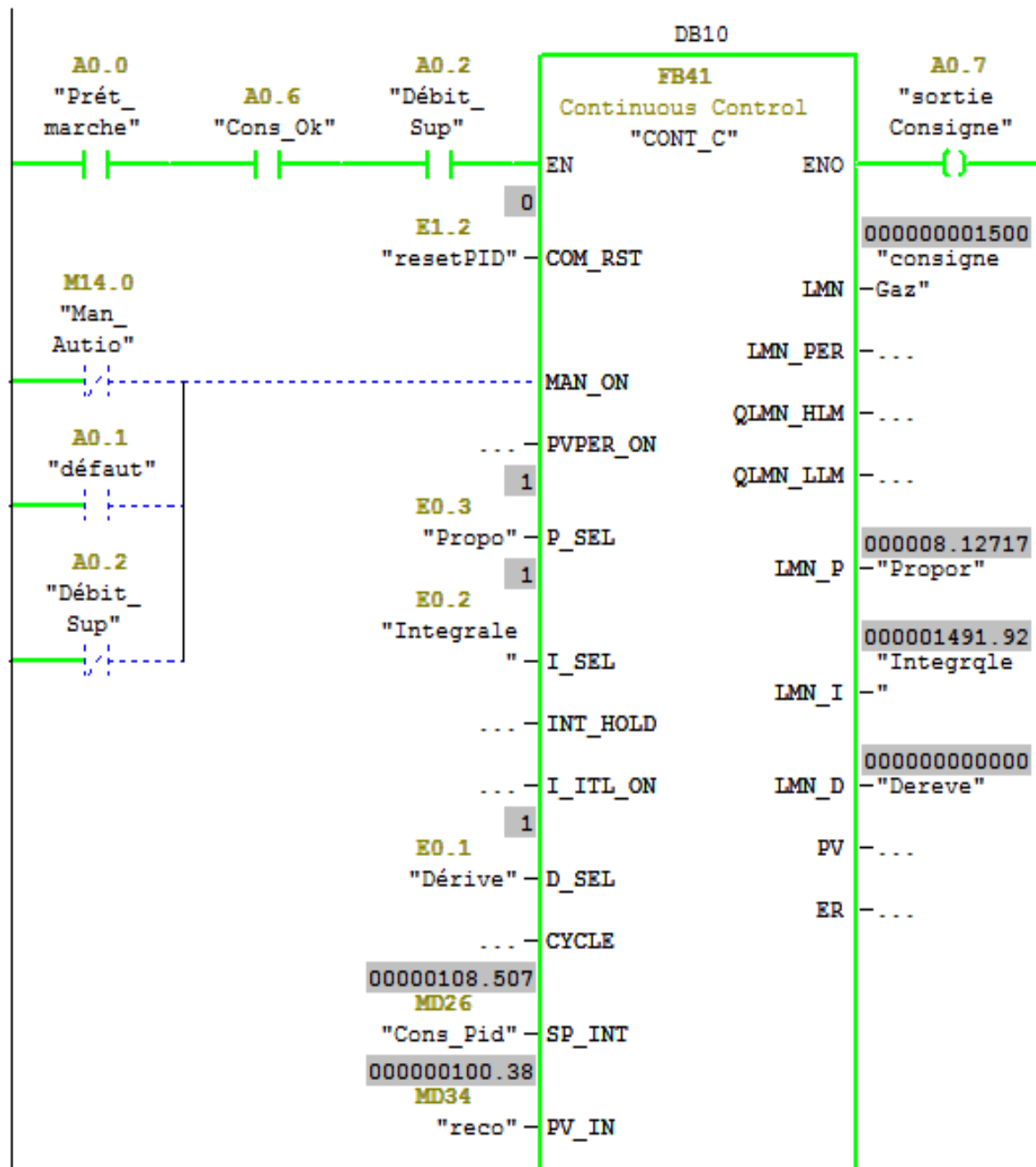
Réseau 9 : Titre :



Réseau 10 : Titre :



☐ Réseau 11: Titre :



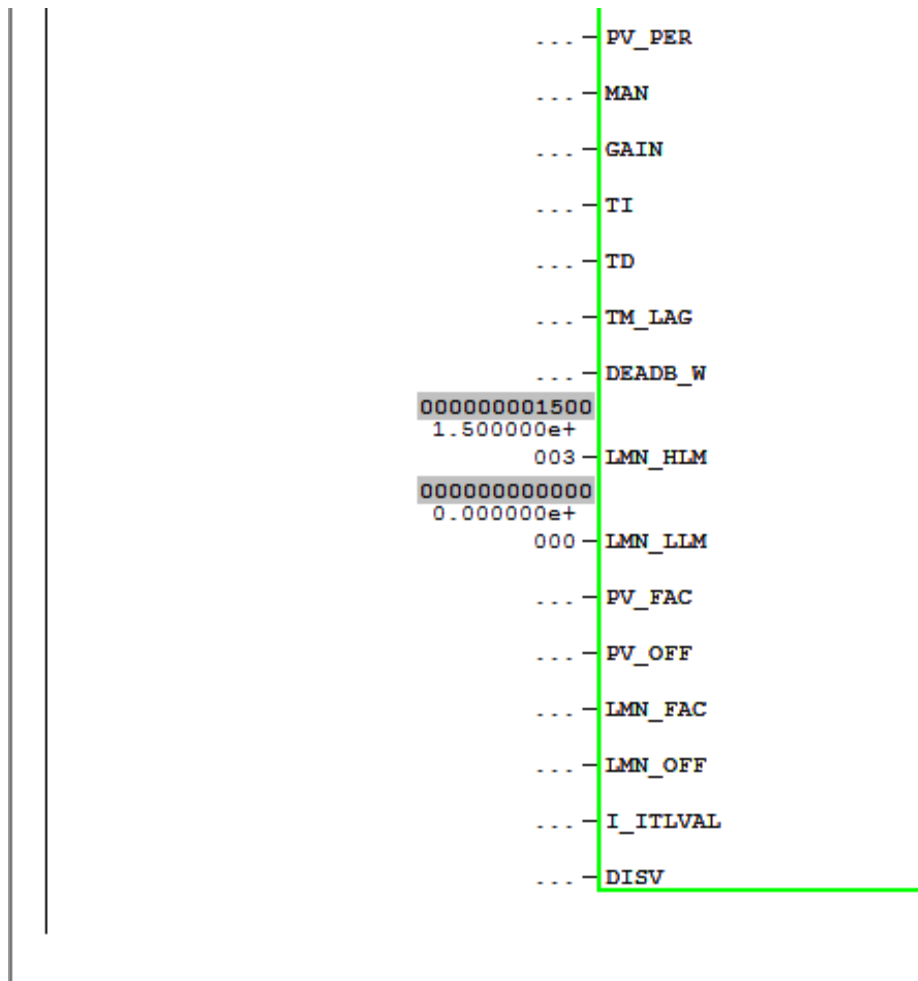


Figure 46: Bloc PID on démarrage (1.1.1)

I.28 Présentation de la partie IHM

III.1.32 Création d'une station IHM

Une Interface Homme-Machine (IHM) est une interface utilisateur permettant de connecter une personne à une machine, à un système ou à un appareil. En théorie, il est donc possible d'utiliser ce terme pour définir n'importe quel écran permettant à un utilisateur d'interagir avec un appareil. Cependant, il est généralement utilisé pour le contexte d'un processus industriel.

Les IHM permettent principalement d'afficher des informations de façon visuelle pour permettre à l'utilisateur de superviser un processus industriel.

Les IHM peuvent prendre différentes formes. Il peut s'agir d'écrans directement intégrés aux machines, d'écrans d'ordinateur, de tablettes tactiles, et bien plus encore.

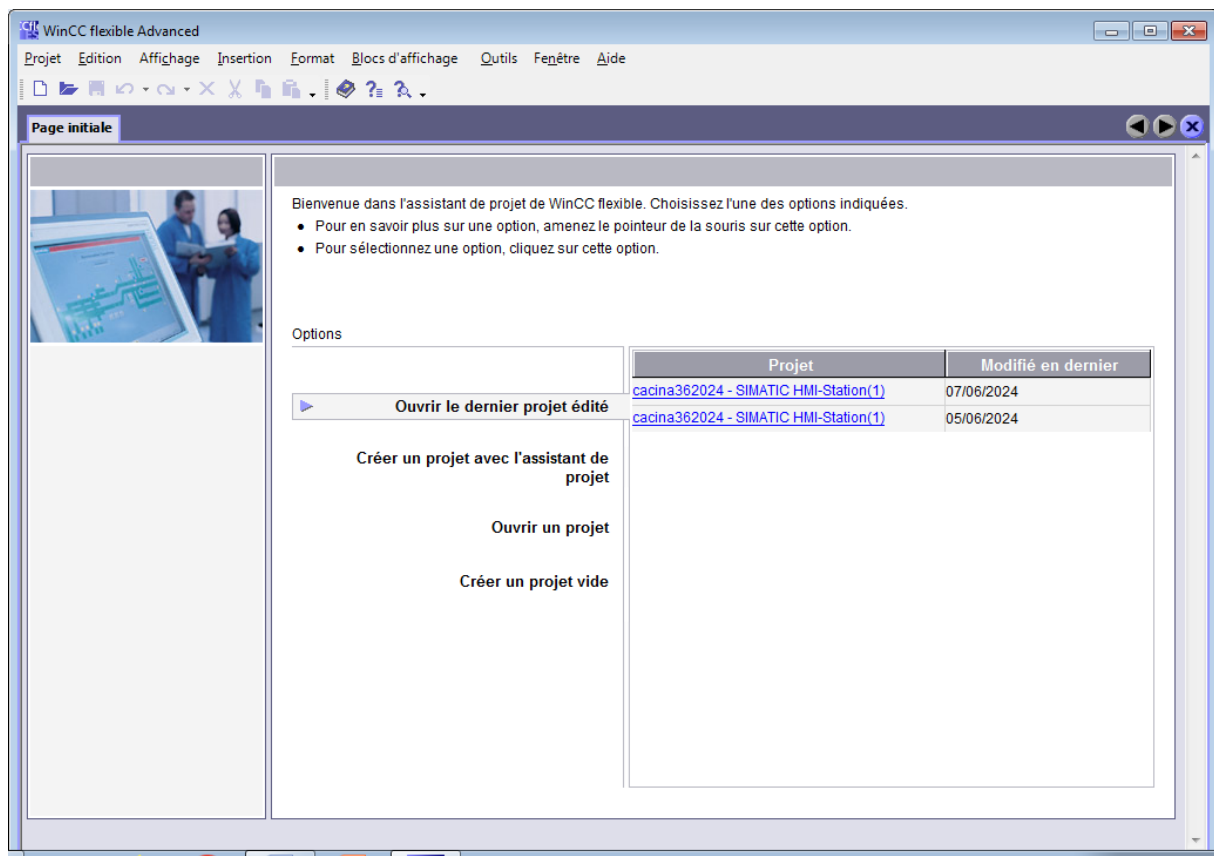


Figure 47:Création d'une station IHM (part 1)

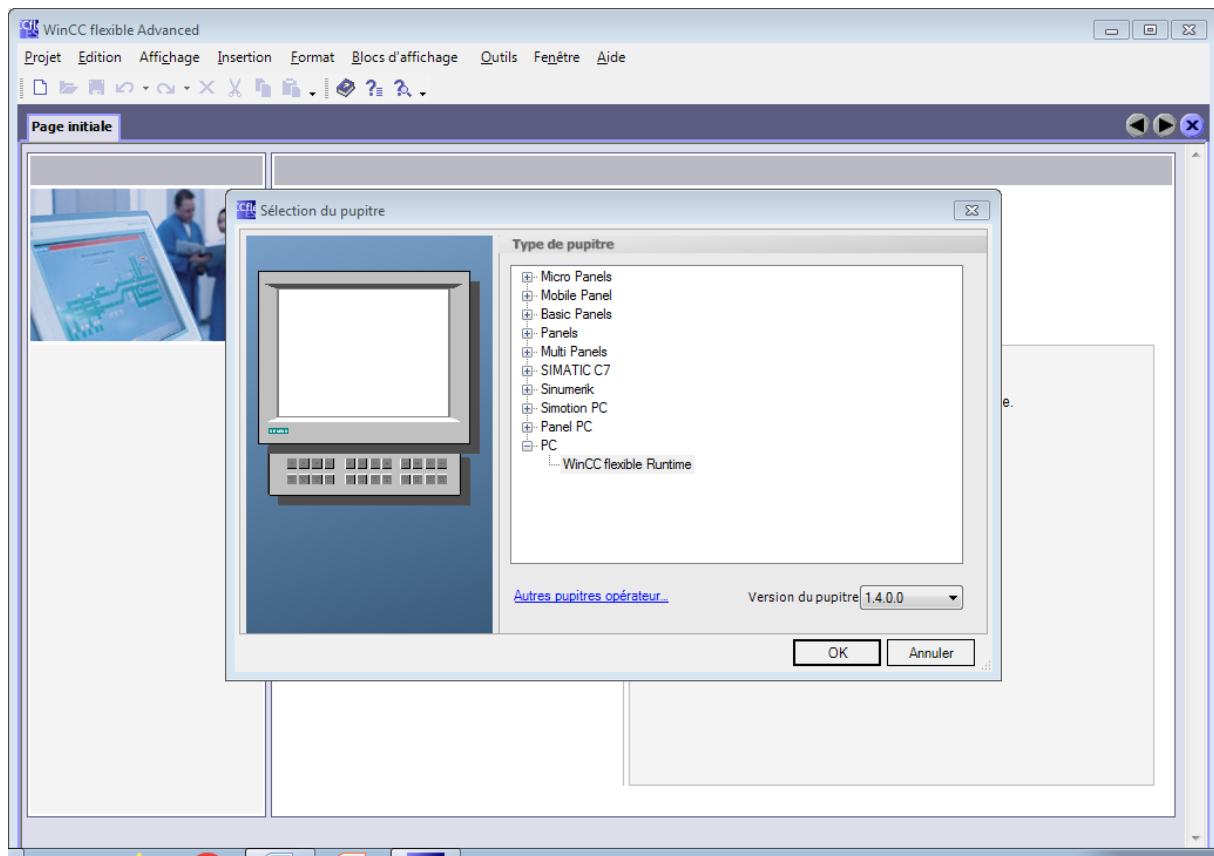


Figure 48:Création d'une station IHM (part 2)

III.1.33 Création de la table des variables

Dans la table des variables IHM On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé, entre un pupitre opérateur et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire du pupitre.

Nom	Nom d'affichage	Liaison	Type de données	Mnémonique	Adresse	Éléments du ta...	Cycle d'acqui...	Commentaire
Acquit		Liaisons	Bool	Acquit	I 1.6	1	1s	
Arret		Liaisons	Bool	Arret	I 1.1	1	1s	
Cons_Pid		Liaisons	Real	Cons_Pid	MD 26	1	1s	
Consig_Man		Liaisons	Int	Consig_Man	MW 6	1	1s	
Consig_Débit		Liaisons	Real	Consig_Débit	MD 20	1	1s	
Consig_Temp...		Liaisons	Real	Consig_Temp_Gaine	MD 24	1	1s	
consigne Gaz		Liaisons	Real	consigne Gaz	MD 28	1	1s	
DB12.DB_VAR		Liaisons	Int	DB_VAR	DB 12 DBW 0	1	1s	Variable temp
Débit_Auto		Liaisons	Int	Débit	MW 2	1	1s	
défaul		Liaisons	Bool	défaul	Q 0.1	1	1s	
Dereve		Liaisons	Real	Dereve	MD 42	1	1s	
Dérive		Liaisons	Bool	Dérive	I 0.1	1	1s	
Integrale		Liaisons	Bool	Integrale	I 0.2	1	1s	
Integrgle		Liaisons	Real	Integrgle	MD 38	1	1s	
Man_Auto		Liaisons	Bool	Man_Auto	M 14.0	1	1s	
marche		Liaisons	Bool	marche	I 1.0	1	1s	
Pres_GazSup		Liaisons	Bool	Pres_GazSup	I 1.5	1	1s	
Pres_GazSup_0		Liaisons	Bool	Pres_GazSup	I 1.5	1	1s	
Pres_Gaz_Inf		Liaisons	Bool	Pres_Gaz_Inf	I 1.4	1	1s	
Pres_Gaz_Inf_0		Liaisons	Bool	Pres_Gaz_Inf	I 1.4	1	1s	
Prêt_marche		Liaisons	Bool	Prêt_marche	Q 0.0	1	1s	
Propo		Liaisons	Bool	Propo	I 0.3	1	1s	
Propor		Liaisons	Real	Propor	MD 36	1	1s	
reco		Liaisons	Real	reco	MD 34	1	1s	
Recopie Débit		Liaisons	Real	Recopie Débit	MD 32	1	1s	
recopie_debit		Liaisons	Int	recopie_debit	MW 4	1	1s	

Figure 49:Table des variables IHM

III.1.34 La vue principale

C'est la vue qui s'affiche au lancement. Elle est principale et représente le système de dosage

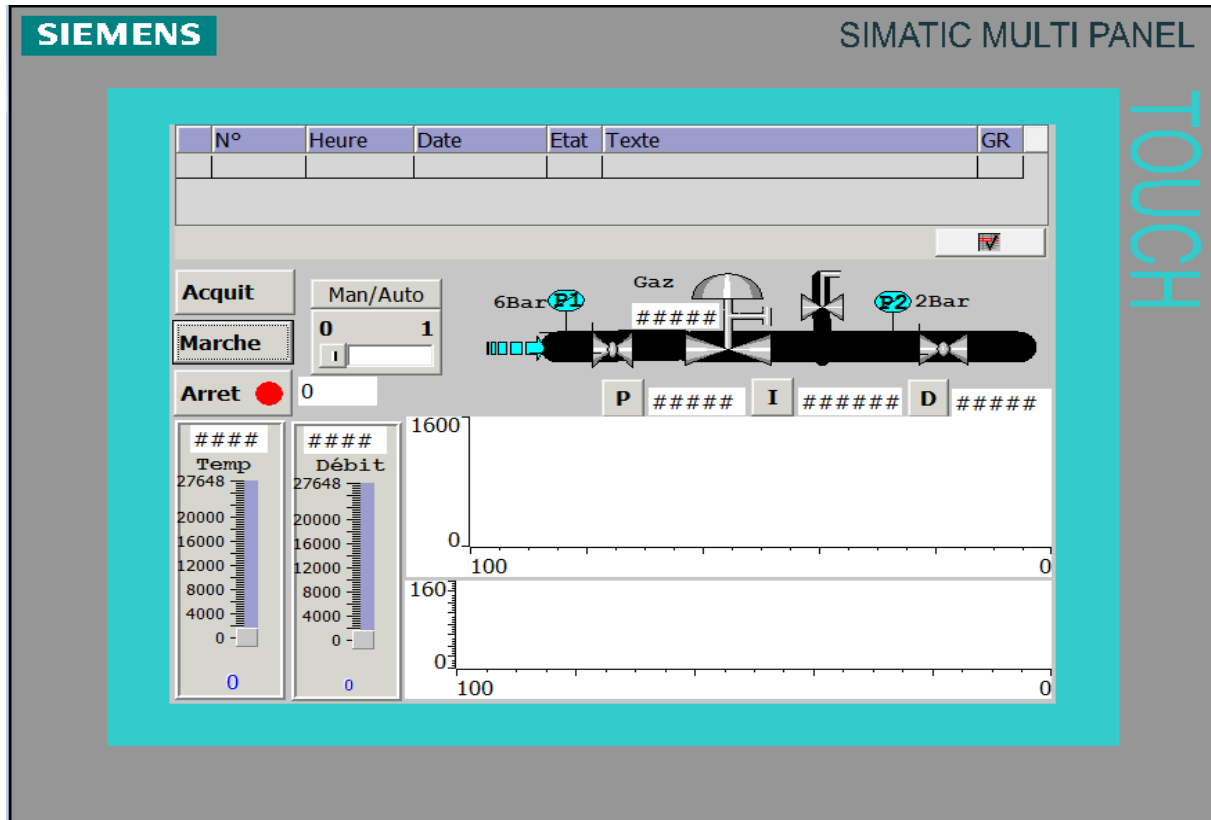


Figure 50:avant démarrage de précalcinateur

III.1.35 La vue secondaire (les graphes)

C'est une vue détaillée elle représente les allures de la consigne et recopie avec débit de gaz

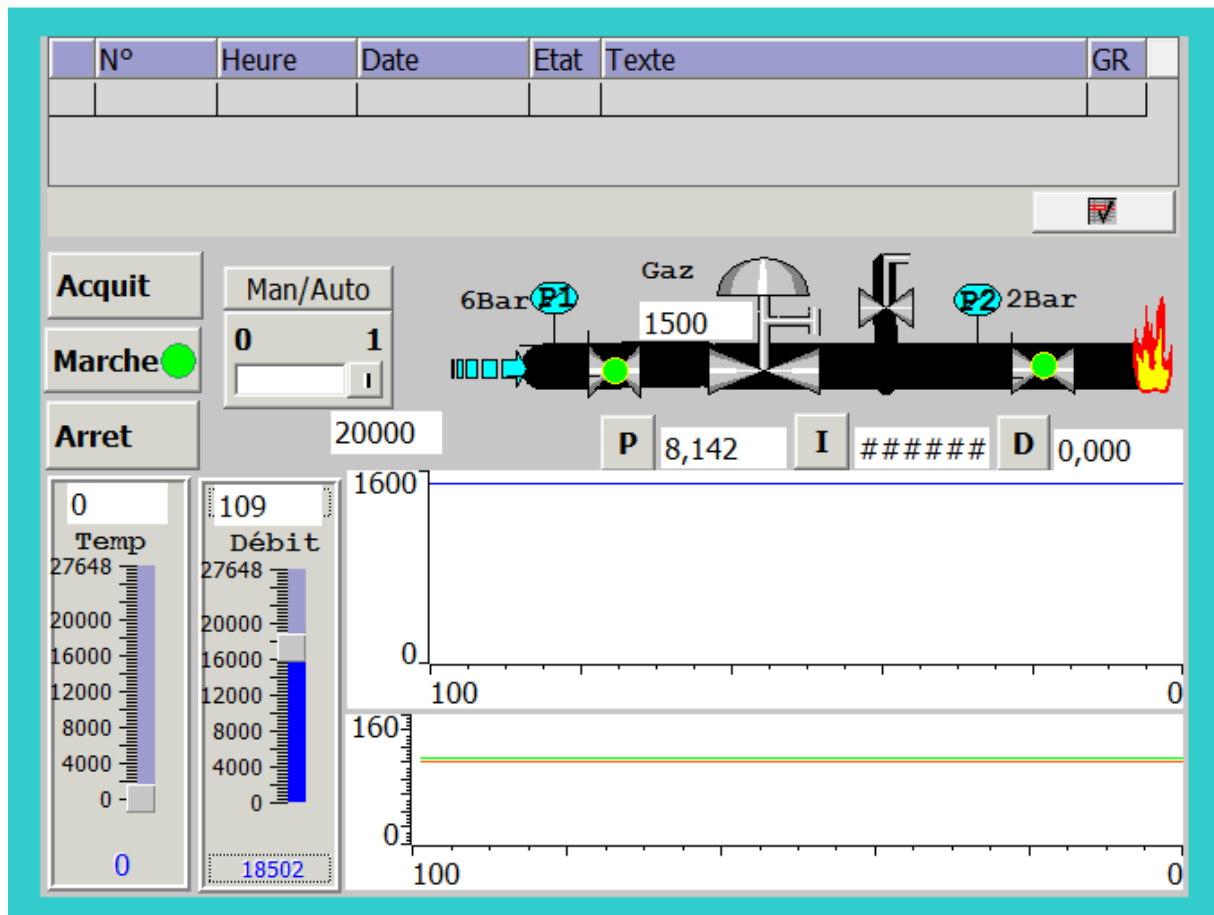


Figure 51:démarrage de précalcinateur

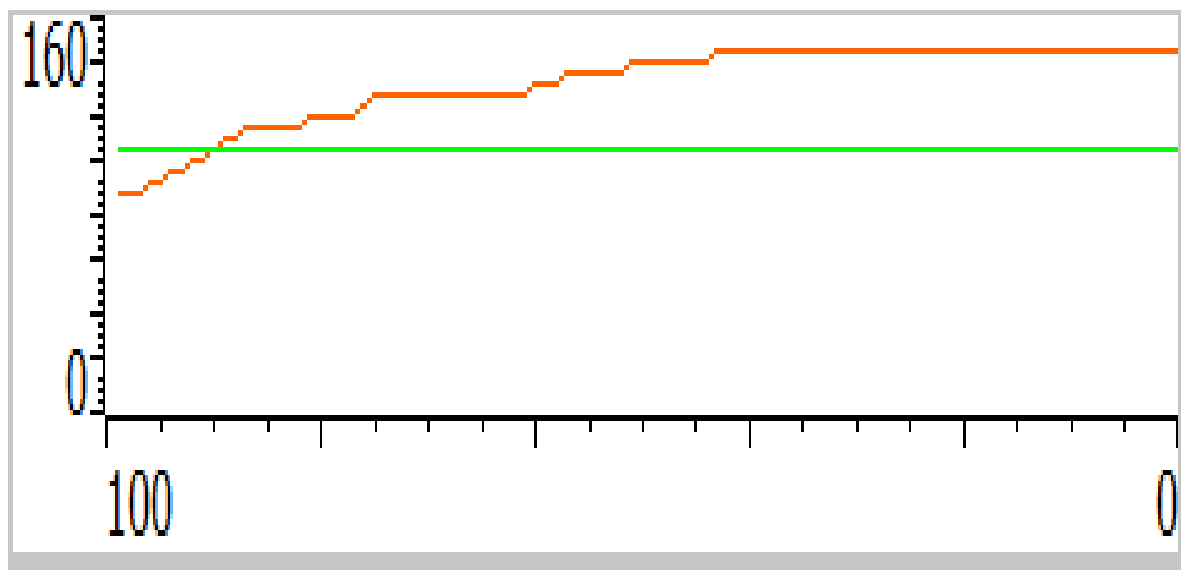


Figure 52: Simulation avec WinCC flexible graphes Pendant la régulation
(Consigne < recopie)

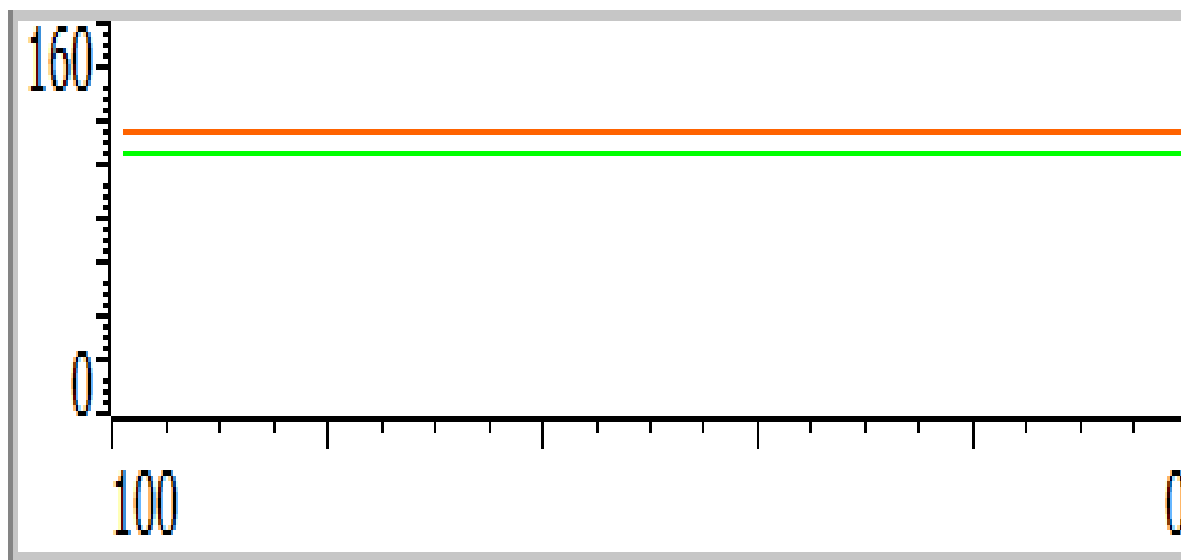


Figure 44: Simulation avec WinCC flexible graphes Pendant la régulation
(Consigne = recopie)

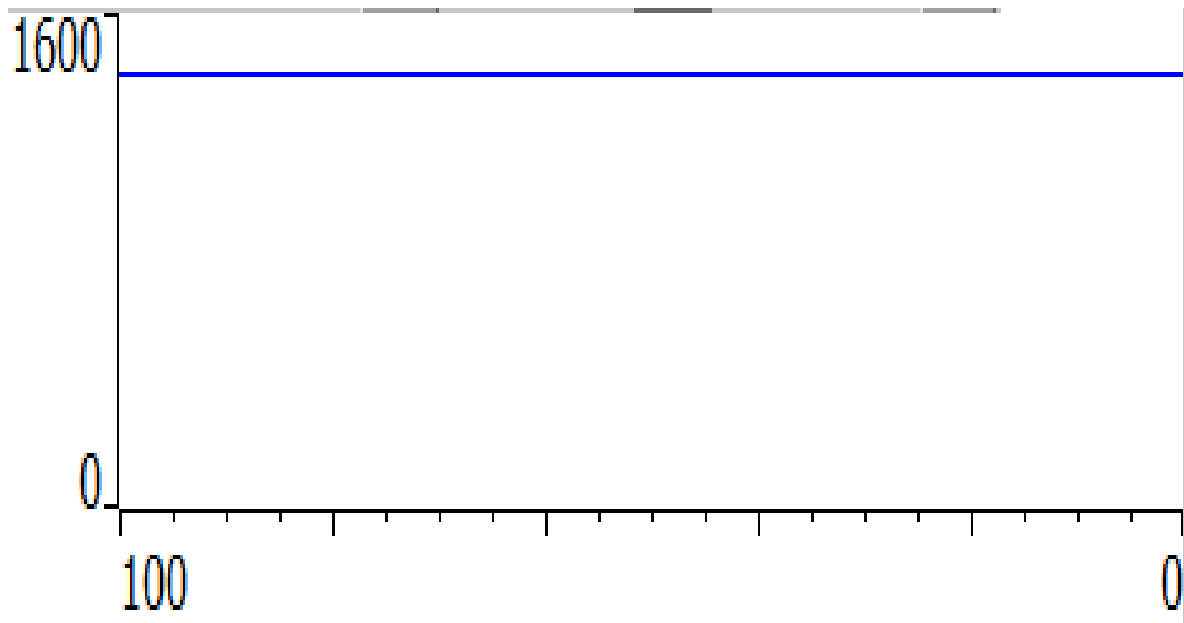
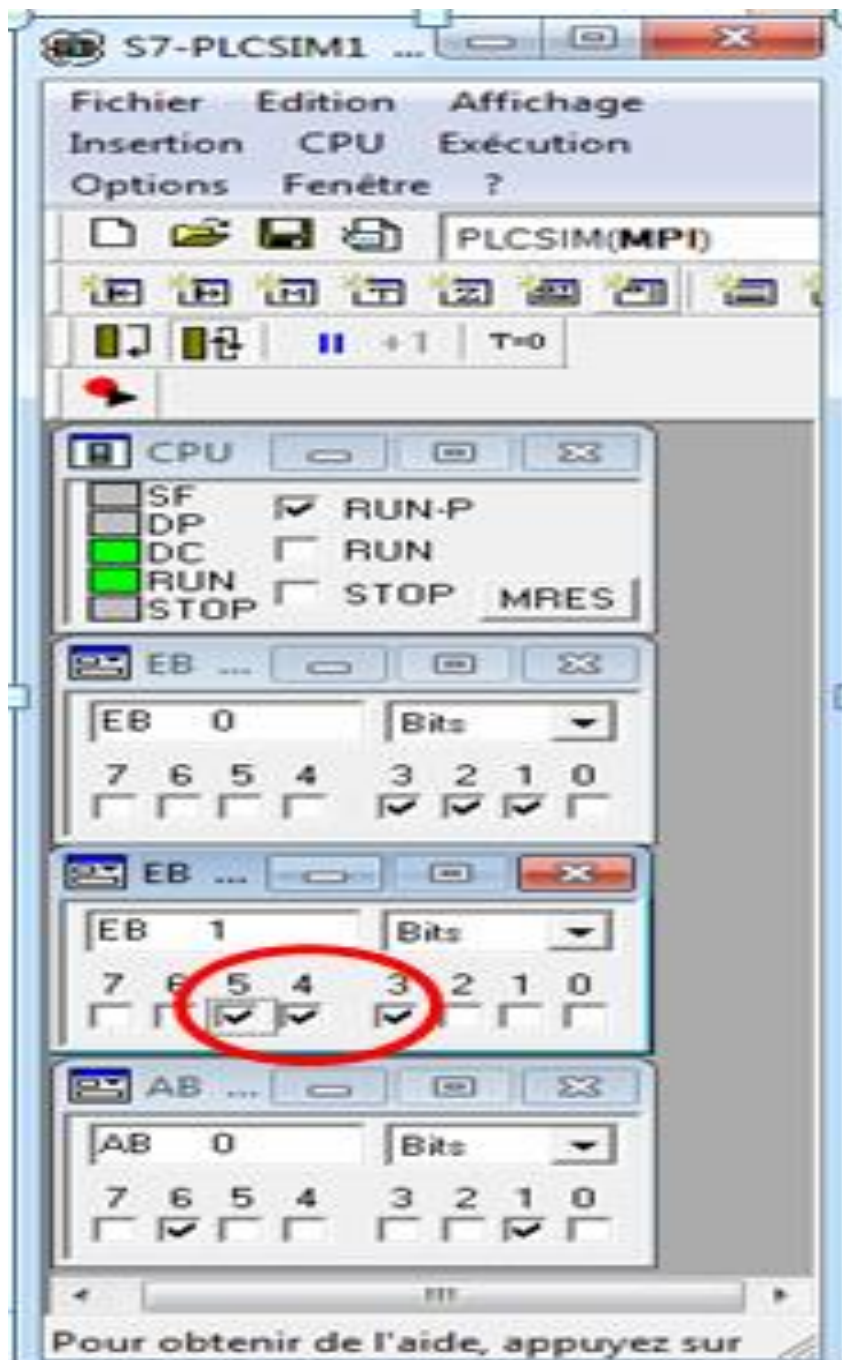


Figure 45: Simulation avec WinCC flexible graphes Pendant la régulation (débit de gaz)

I.29 Création les défauts avec PLCSIM :

Dans le tableau de entrée les Bits (3 , 4 , 5) son les contact des défauts :



Le précalcinateur s'est arrêté car il y avait des défauts de pression et électrique . Comme on le voit sur alarme

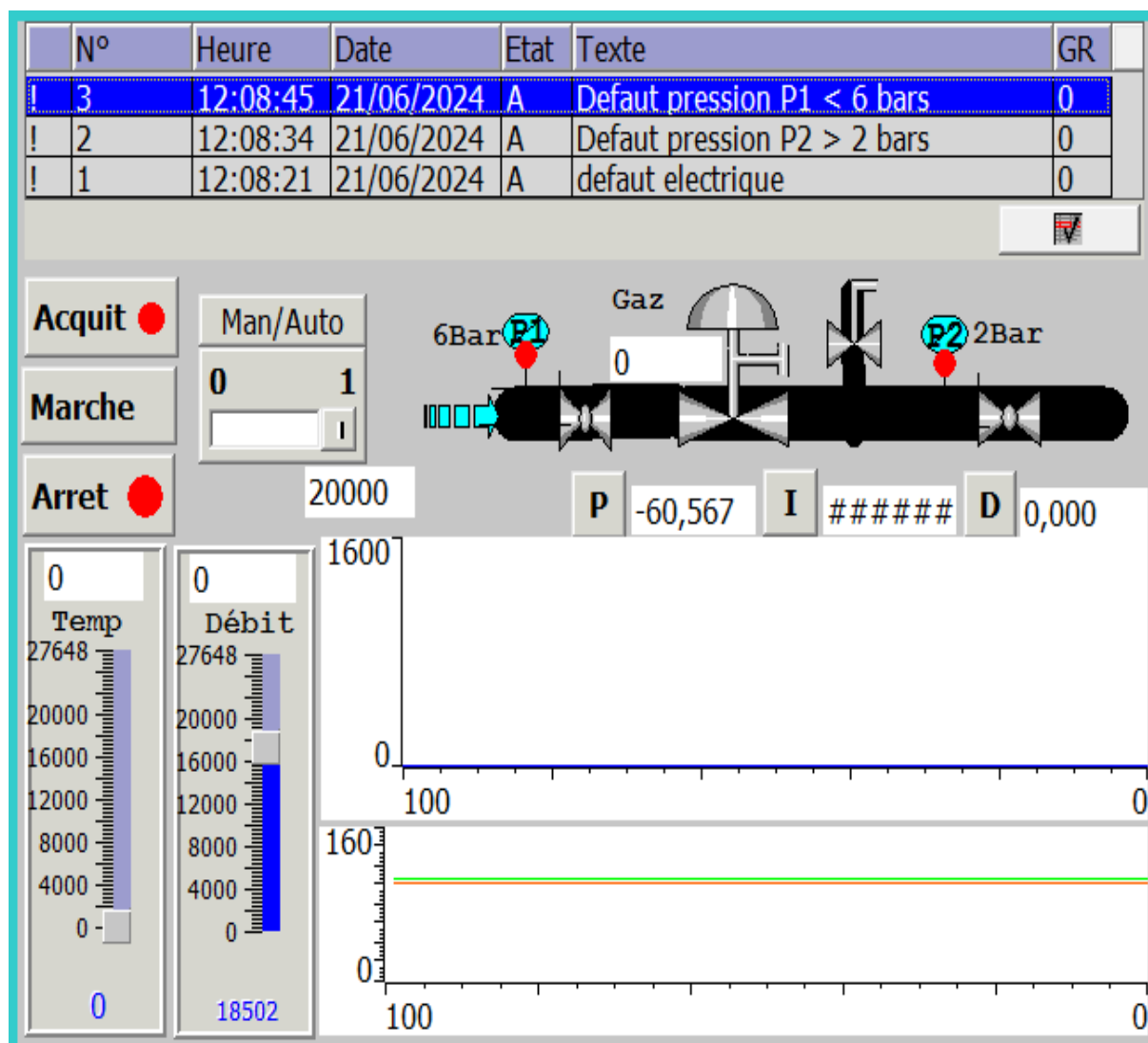


Figure 53:Création des défauts de (pression<6bar ,2bar<pression, électrique)

Le précalcinateur s'est arrêté car il y avait de défaut de température > 370 c. Comme on le voit sur alarme .

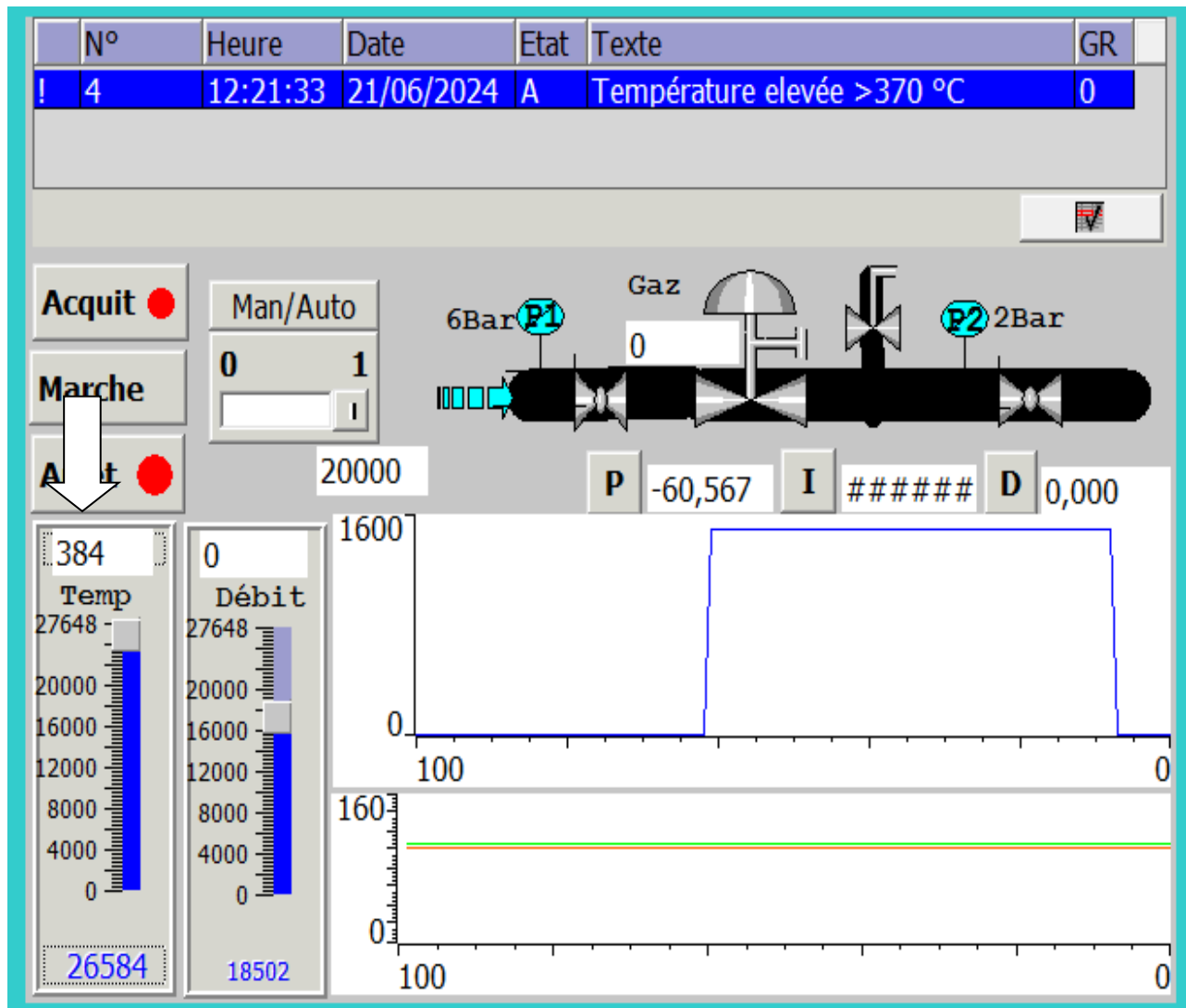
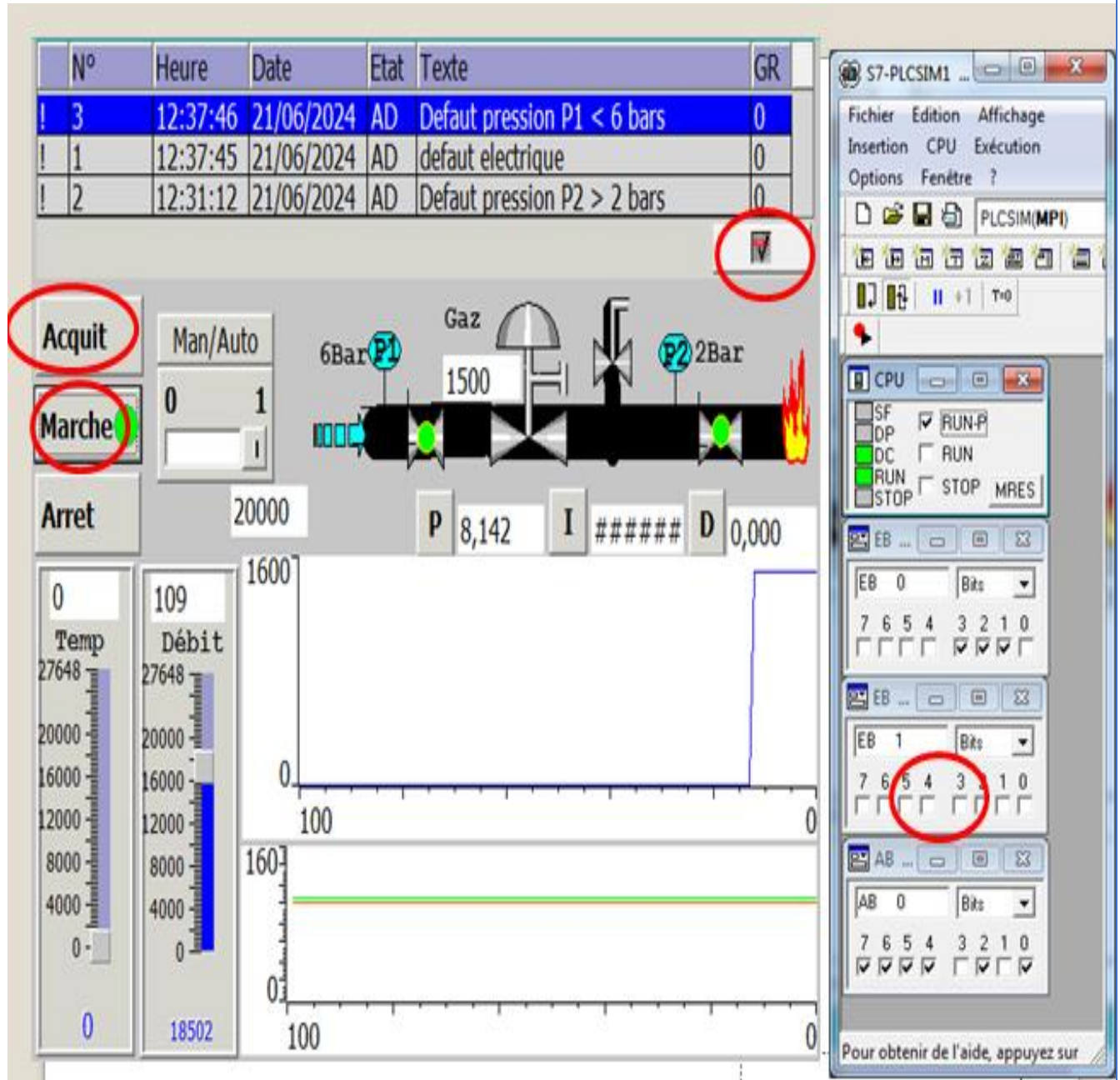


Figure 54:Création de défauts de température

Pour redémarrer le précalcinateur il faut cliquer sur le bouton Acquit et supprimer les défauts dans PLCSIM (3, 4, 5) et cliquer sur bouton marche.



I.30 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le système de l'alimentation du Calcinateur, les parties constituant le programme Step 7 utilisé pour la régulation de dosage de ce système et la partie IHM utilisée pour visualiser et contrôler ce système. A la fin nous avons présenté des simulations de ce système dans le logiciel WinCC flexible.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de ce mémoire, nous avons réussi à atteindre notre objectif qui était de développer et de mettre en œuvre une régulation PID pour l'alimentation d'un précalcinateur c, en utilisant Step 7 pour la programmation et WinCC Flexible pour la visualisation. Nous avons conçu un système de régulation robuste et précis qui permet de maintenir une dose constante de matières premières dans le four, assurant ainsi des performances optimales du processus de production.

Grâce à l'utilisation de la méthode PID, nous avons pu contrôler efficacement les variables de processus critiques, minimisant les fluctuations indésirables et garantissant la stabilité du précalcinateur. La combinaison des modes proportionnel, intégral et dérivé a permis d'ajuster en temps réel les paramètres de régulation pour s'adapter aux variations de la charge du précalcinateur, assurant ainsi une alimentation constante et précise.

L'intégration de la programmation Step 7 et de la visualisation WinCC Flexible a facilité la mise en place d'une interface utilisateur conviviale, permettant aux opérateurs de surveiller et de contrôler le processus de régulation de manière intuitive. Cela a contribué à une meilleure compréhension et à une prise de décision plus éclairée, en offrant une visualisation en temps réel des performances du système.

L'implémentation de ce système de régulation PID dans l'alimentation précalcinateur présente plusieurs avantages significatifs. Tout d'abord, elle permet d'optimiser l'efficacité énergétique, en minimisant les variations de température et en ajustant précisément la dose des matières premières. De plus, elle contribue à améliorer la qualité du produit final en assurant une composition stable et homogène. Enfin, elle réduit les coûts opérationnels en évitant les pertes de matières premières et en optimisant l'utilisation des ressources.

En conclusion, ce mémoire a démontré l'importance d'une régulation PID efficace dans l'alimentation d'un précalcinateur. La combinaison de la programmation Step 7 et de la visualisation WinCC Flexible a permis de concevoir un système de régulation précis, robuste et convivial. Les résultats obtenus ouvrent la voie à des améliorations significatives dans le contrôle des processus de production cimentière, favorisant ainsi l'efficacité, la qualité et la rentabilité de l'industrie.

Référence Bibliographie

Référence Bibliographie

- [1]. BEN HAMZA Mohamed Fouad ; Etude et programmation du bruleur d'un four commandé par s7-300 ; Université de Mohamed Khider Biskra ;2019.
- [2]. SEBTI Abdelouaheb ; Automatisation et supervision d'un bruleur de four commandé par l'automate siemens s7-1200 programmé par TIA PORTAL ; Université de Mohamed Khider Biskra ;2020.
- [3]. <http://www.scis.dz/fiche.asp/>
- [4]. <http://www.scis.dz/presentation.asp>
- [5]. Google maps.
- [6]. Une fiche présentative d'usine du ciment de Saida.
- [7]. <http://www.scis.dz/activite.asp>
- [8]. <http://www.scis.dz/produit.asp>
- [9]. <http://www.scis.dz/organigramme.asp>
- [10]. <http://www.scis.dz/reseau.asp>
- [11]. ZOU L, ZEMMOURI N. Automatisation d'un circuit de traitement d'eau de refroidissement. [En ligne]. LST de Génie Industriel. Département de Génie Industriel : Faculté des Sciences et Techniques de Fès, Soutenu le 11 Juin 2014, 44 p.
Disponible sur : <https://bit.ly/39eDBbw>
- [12]. J.-L. VIGNES. Une vie de ciment : Expériences de chimie sur la mise en œuvre et les propriétés d'un matériau. [En ligne]. In : BULLETIN DE L'UNION DES PHYSICIENS, B.U.P. n° 780 Cachan, Janvier 1996, 24 p. Disponible sur : <https://bit.ly/30qKvGJ>
- [13]. SEBTI Abdelouaheb ; Automatisation et supervision d'un bruleur de four commandé par l'automate siemens s7-1200 programmé par TIA PORTAL ; Université de Mohamed Khider Biskra ;2020.
- [14]. Une fiche présentative d'usine du ciment de Saida.

- [15]. TOUHAMI A. Programmation de la séquence de concassage et de transport de la matière d'ajout au ciment par l'automate S7-300. Mémoire de Master, Automatique et informatique industrielle. Biskra : Université Mohamed Khider Biskra, juillet 2019.
- [16]. Une fiche présentative d'usine du ciment de Saida.
- [17]. MAAKOUF S. Etude et programmation du la machine MTF10 commandé par S7-300. Mémoire de Master, Automatique et informatique industrielle. Biskra : Université Mohamed Khider Biskra, juillet 2019.
- [18]. Documentation PDF de doseur Hasler
- [19] : S. Sekhsoukh, K. Oukili, Etude d'une boucle de régulation de niveau implémentation du régulateur et réglage du procédé, Projet de fin d'étude, école supérieure de technologie, 2010/2011.
- [20] : A. Y. Kadri, Régulation automatique, Support cours, Université de Ouargla, 2013/2014.
- [21] : S. Labiod, PID cours synthèse correcteur classique, Support cours, Université de Jijel.
- [22] : K. Amoura, Méthode basée sur le dépassement de la réponse indicielle pour le réglage des contrôleurs PID, Projet de fin d'étude, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, 2016 /2017.
- [23] : H. Garnier, Synthèse d'un correcteur PID numérique par transposition du PID analogique, Support cours, Université de Lorraine.
- [24] : <http://www.courselec.free.fautomatisme/Automate-programmable.htm>.
- [25] : S7-200 documents.
- [26] : SIEMENS, SIMATIC. Programmer avec STEP 7. Manuel, 05/2010.
- [27] : DJEMIAT ALI, CHOUIA Rachid. Commande à distance par PCS 7 (process control system) de l'atelier remplissage par un API S7-400 Mémoire, université M'Hamed bougera Boumer des, Département : Automatisation et Electrification des procédés industriels,
- [28] : Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Electricité Option : Contrôle Industriel Thème : Etude et Réalisation d'un Automate Programmable Industriel, Année : 2008/2009
- [29] SIMATIC, Programmer avec STEP-7, Manuel ,05/2010.

- [30] SIMATIC, Logiciel de base pour S7-300/400 Régulation PID, Manuel.
- [31] SIMATIC, WinCC flexible, Brochure, Manuel, 03/2010.
- [32] SIMATIC, WinCC flexible 2008 Compact/Standard/Advanced, Manuel, 07 /2008.
- [33] SIMATIC, Outils d'ingénierie S7-PLCSIM V5.4, Manuel, 07/2011.

Les sites internet

Les sites Internet :

<http://WWW.siemens.com>

[http:// WWW.techniques-ingénieur.fr](http://WWW.techniques-ingénieur.fr).

<http://www.LES AUTOMATES PROGRAMMABLES INDUSTRIELS pour GEEA>.

[http://www.SIEMENS."](http://www.SIEMENS.)S7PLCCIM. Testez vos programmes' 'SIMATIC.

<http://www.API Siemens Step7>.

[http://www.Automate programmables Industriels \(API\)](http://www.Automate programmables Industriels (API))

<http://www.transport intelligent.net/champs- du-sit/gestion-du-traffic-routier/#article378>

Résumé

Résumé

Ce travail réalisé au sein de l'usine du ciment Saida (S.C.I.S) présente l'automatisation et la régulation PID et la supervision d'un Doseur de précalcinateur. L'objectif de ce travail est de faire la commande du doseur de précalcinateur et la régulation de débit par l'automate Siemens S7-300. On a utilisé l'automate programmable industrielle de Siemens S7-300 et programmé par le logiciel STEP 7. D'autre part, ce travail nous a permis de se familiariser avec l'API S7-300 et logiciel de programmation Step 7 et voir la transmission et l'échange de données grâce à une interface HMI du poste de commande doté par un logiciel WinCC flexible, qui permet de l'affichage et la supervision de déroulement du processus en temps réel. Et initialiser au domaine industriel spécialement les fours.

Les mots clés

Doseur de four, précalcinateur, Step7, automatisation, supervision, interface, homme-machine (HMI), simulateur PLCSIM, supervision WinCC.

Abstract

This work carried out within the Saida cement plant (S.C.I.S) presents the automation and PID regulation and supervision of a cement rotary kiln dispenser. The objective of this work is to control the furnace doser and flow control by the Siemens S7-300 PLC. We used the Siemens S7-300 programmable logic controller and programmed with the STEP 7 software. transmission and exchange of data through an HMI interface of the control station equipped with flexible WinCC software, which allows the display and supervision of the progress of the process in real time. And initialize to the industrial field especially the ovens.

Keywords

Oven doser, Rotary oven, Step7, automation, supervision, interface, man-machine (HMI), PLCSIM simulator, WinCC supervision.

ملخص

يقدم هذا العمل المنفذ داخل مصنع الأسمنت في سعيدة (S.C.I.S) الأتمتة وتنظيم (متناسب، متكامل، تفاضل PID) والإشراف على موزع التكليس للأسمنت. الهدف من هذا العمل هو التحكم في جرعات الفرن والتحكم في التدفق بواسطة Siemens S7-300 PLC. استخدمنا وحدة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة من Siemens S7-300 والمبرمجة باستخدام برنامج STEP 7. نقل البيانات وتبادلها من خلال واجهة HMI لمحطة التحكم المجهزة ببرنامج WinCC، والذي يسمح بالعرض والإشراف على تقدم العملية في الوقت الواقعي. وتهيئة المجال الصناعي خاصة الأفران.

كلمات مفتاحية

موزع الفرن، التكليس المسبق، Step7، الأتمتة، الإشراف، الواجهة، آلة الإنسان (HMI)، محاكي PLCSIM، إشراف WinCC.