

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة سعد دحلب البلدية
Université SAAD DAHLAB de BLIDA

كلية التكنولوجيا
Faculté de Technologie

قسم الآلية والإلكترونتي
Département d'Automatique et Électrotechnique



Mémoire de Master

Mention Automatique
Spécialité Automatique et Système

présenté par

KHIDER LYNDA

&

TOUMI ABDELKADER

Automatisation de la régulation des dosages matières premières (zone cru) sous PCS7 au niveau de la cimenterie de Meftah (SCMI)

Proposé par : Mme El merraoui Khadidja & Mme Lahcine Née Chabi. Samira

Année Universitaire 2021-2022

Remerciements

Avant tout je remercie Dieu le tout puissant, qui m'a donné, la volonté, le courage et la patience et qui a guidé mes pas vers le droit chemin durant mes années d'études.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice Madame EL MERRAOUI KHADIDJA de l'université SAAD DAHLEB de Blida pour sa patience et ses conseils

Nous voudrions remercier notre encadreur Madame LAHCINE SAMIRA l'ingénieur de la société SCMI pour nous avoir encadrés durant notre Stage de fin d'études et Pour sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué énormément à la réalisation de ce travail.

Ainsi que Mr JANATTI MOHAMED, ABBAD CHERIF le chef de service et Mr KHEIDER HAMID qui nous ont facilité le déroulement d'étude et qui nous ont aidés tout le long de notre travail.

Nous tenons aussi à remercier chaleureusement les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'évaluer notre projet.

Nous présentons enfin, notre profonde gratitude à notre famille, ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

Khider & Toumi

Dédicace

Je tiens à dédier ce mémoire :

Au meilleur des pères, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon cher papa.

A qui m'a donné l'espoir, la patience, et l'amour, maman.

A ceux qui sont ma source d'inspiration et de courage, à qui je dois de l'amour et la reconnaissance mes frères MBARAK, YACINE et ABDELBASSET.

A ma chère sœur Imane, pour toute la tendresse qu'elle m'a témoignée.

A mes chères amies, qui sont toujours avec moi FERIEL, ZOLA et NARIMANE.

A tous qui me connaissent de près ou de loin.

Pour leurs amour inconditionnel, leurs sacrifices illimités, leurs prières pour moi, pour tout cela et ce que ne pas être dit, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon instruction et pour me voir atteindre ce but. Que dieu leur procure une bonne santé et une longue vie.

Merci d'être toujours là pour moi.

Khider Lynda

Dédicace

Je dédie ce travail à mes chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné l'espoir et le courage durant toute ma vie, pour tout cela et pour ce qui n'a pas été dit,

A mon père, qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir,

A ma mère, la lumière de mes jours, ma vie et mon bonheur

J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma gratitude et tout mon amour, que dieu leur procure une bonne santé et une longue vie.

A mon frère MOHAMED, mes sœurs et mes chère tante DALILA et NOURA pour leur grand amour et leur soutien j'espère qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude et amour, ainsi que mon beau-frère MOURAD MEDJBARI.

Mes chers amis qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès « Yacine, Lina, Aymen, Rania et Chaho »

Et à tous ceux qui m'ont accompagné dans mon parcours universitaire ainsi qu'à tous ceux qui nous ont aidés de loin ou de près à réaliser ce travail.

Et toute ma famille et à tous ceux que j'aime.

Merci !

Toumi Abdelkader

Résumé

ملخص:

تم تطوير رسالة الماجستير هذه كجزء من مشروع داخل شركة الاسمنت في متيجة في مفتاح (SCMI). يهدف المشروع إلى استبدال آلية SHENCK الخاصة المسؤولة عن إدارة الجرعات في منطقة Cru بواسطة ET-200M المحيط اللامركزي للمسير S7-400 وبرمجته ببرنامج PCS7 من أجل أن يكون قادرا على إدارة الجرعات لأربع مواد المستخدمة في إنتاج الإسمنت في هذه المنطقة.

كلمات المفاتيح: برامج PCS7 ; ET200M ; SCHENCK .

Résumé :

Ce présent mémoire de master a été élaboré dans le cadre d'un projet, au sein de la Société des ciments de la Mitidja de Meftah (SCMI).

Le projet vise à remplacer une automatique spéciale SCHENCK qui est responsable de la gestion de doseur de la zone cru par un ET-200M. La périphérie décentralisée de l'API S7_400, avec un programme sous le logiciel PCS7, est utilisée afin de pouvoir gérer le dosage des quatre matières utilisées pour la production du ciment dans cette zone.

Mots clés : ET200M ; logiciel PCS7 ; SCHENCK.

Abstract :

This master's thesis was developed as part of a project within the Mitidja Cement Society (SCMI).

The project aims to replace a special automatic SCHENCK which is responsible for the dosing management of the Cru area by an ET-200M the decentralized periphery of the S7-400 PLC with a program under the PCS7 software in order to be able to manage the dosing of four materials used for the production of cement in this area.

Keywords: ET200M; PCS7 software; SCHENCK.

Sommaire

Table des matières

Remerciement

Dédicaces

Table des matières

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

Chapitre 1 Présentation de la société et processus de fabrication du ciment

1.1 Introduction 2

1.2 Présentation de société..... 2

1.3 Constituants du ciment 3

1.4 Processus de fabrication du ciment 3

1.4.1 Zone carrière calcaire 3

a) L'extraction des matières premières..... 3

b) Chargement et transport 4

c) Concassage 4

1.4.2 Zone de la matière crue 5

a) Hall calcaire..... 5

b) Hall ajouts 5

c) Le dosage..... 5

d) Aspiration du produit 6

e) Séparateur statique 6

f) Le broyeur à boulets 6

g) L'homogénéisation..... 6

1.4.3 Zone cuisson..... 7

a) Préchauffeur 7

b) Four rotatif..... 7

c) Refroidisseur 7

1.4.4 Zone ciment..... 8

a) remplissage des trémies 8

b) Broyeur ciment..... 8

1.4.5 Zone expédition..... 8

a) Expédition en sac	8
b) Expédition en vrac.....	9
1.5. Conclusion.....	9
Chapitre 2 Processus technologique et problématique de la gestion des doseurs	
2.1. Introduction	10
2.2. Doseur.....	10
2.2.1. Partie Opérative(PO)	10
a) Capteur	10
b) Pré_actionneur	16
c) Actionneur.....	17
2.2.2. Partie Commande(PC)	19
2.3. Fonctionnement de la gestion des doseurs	20
2.3.1. Le remplissage des trémies.....	20
2.3.2. Le dosage des matières premiers	20
2.4. Problématique	21
2.5. Conclusion	20
Chapitre 3 Automatisation et modélisation de système	
3.1. Introduction	21
3.2. Analyse fonctionnelle	22
3.2.1. Liste des consommateur	22
3.2.2. Liste de capteurs logiques et analogiques	22
3.2.3. Assrvissement Séquence	22
3.2.4. Sélections opérateurs.....	23
3.2.5. Describtion du mode opératoire	23
3.3. CPU	24
3.3.1. L'automate S7-400.....	24
3.3.2. La station ET-200M	25
3.3.3. SIWAREX.....	26
3.4. SIMATIC manager	27
3.4.1. Vue de composants.....	28
3.4.2. Vue technologique.....	28
3.4.3. Vue des objets de process.....	28
3.5. Langage de programmation PCS7.....	28

3.6.	Créations de nouveau multi-projet	29
3.7.	Description des blocs.....	30
3.7.1.	C_GROUP.....	30
3.7.2.	C_DRV.....	32
3.7.3.	C_ANNUNC	32
3.7.4.	C_MESURE.....	33
3.7.5.	CTRL_PID	34
3.7.6.	CH_AI/CH_AO.....	34
3.8.	Exemples de programmation	35
3.8.1.	C_GROUP « 216S01 »avec C_DRV « 216WF10MT10 ».....	35
3.8.2.	C_DRV « 216WF10MT10 »	36
3.8.3.	C_MEASUR « 216WF10YW11».....	36
3.8.4.	C_ANNUNC « 216WF10XL11 »	37
3.8.5.	CTRL_PID « 216WF10R01»	37
3.9.	Conclusion	38
Chapitre 4 La Simulations et supervision		
4.1.	Introduction	39
4.2.	Présentation de logiciel de supervision	39
4.2.1.	Editeur Graphics Designer	39
4.2.2.	Editeur Picture Tree Manager	40
4.2.3.	Editeur de projet OS	41
4.3.	Création d'un nouveau projet	42
4.4.	Simulation.....	46
4.4.1.	Simulation avec PLCSIM.....	46
4.4.2.	RUNTIME.....	46
4.4.3.	Paramètre de régulateur PID	50
4.4.4.	La simulation de notre projet	50
4.4.5.	Les défauts possibles	55
a)	La désélection d'un doseur.....	55
b)	Arrêt de T13	56
c)	Ecart de régulation débit	56
d)	Glissement de tapie	57
4.5	Conclusion	57

Conclusion générale	58
Bibliographie	59
Annexe	

Listes des figures

Figure 1.1 : Vue générale de la Société de Cimenterie de Mitidja (SCMI).....	2
Figure 1.2 : Processus de fabrication du ciment.....	3
Figure 1.3 : Abattage par sondeuse.....	4
Figure 1.4 : L'extraction de la matière première utilise dumper.....	4
Figure 1.5 : Concassage et transport de calcaire.....	4
Figure 1.6 : Zone cru.....	5
Figure 1.7 : Atelier d' homogénéisation.....	6
Figure 1.8 : Zone Cuisson.....	7
Figure 1.9 : Zone ciment.....	8
Figure 1.10 : Zone Expédition.....	9
Figure 2.1 : Capteur de proximité capacitif.....	11
Figure 2.2 : Principe de fonctionnement de capteur de proximité capacitif.....	11
Figure 2.3 : Peson.....	13
Figure 2.4 : Générateur tachymètre.....	14
Figure 2.5 : Capteur de niveau.....	15
Figure 2.6 : Variateur de vitesse.....	16
Figure 2.7 : Moteur asynchrone.....	17
Figure 2.8 : Vue d'ensemble des composants de DISOCONT.....	18
Figure 3.1 : Diagramme de fonctionnement général.....	21
Figure 3.2 : L'automate S7-400 associé dans la zone cru.....	25
Figure 3.3 : L'ET-200M associé dans la zone cru.....	26
Figure 3.4 : SIWAREX - Electronique de pesage.....	27
Figure 3.5 : SIMATIC PCS 7 architectures.....	27
Figure 3.6 : Les trois vue de PCS7.....	28
Figure 3.7 : Interface principale du CIMATIC Manager.....	29
Figure 3.8 : Déclaration d'un nouveau projet.....	29
Figure 3.9 : Les configurations nécessaires pour le projet.....	30
Figure 3.10 : Bloc C_GROUP et ses connecteurs.....	31
Figure 3.11 : Bloc C_DRV et ses connecteurs.....	32
Figure 3.12 : Bloc C_ANNUNC et ses connecteurs.....	33
Figure 3.13 : Bloc C_MEASUR et ses connecteurs.....	33
Figure 3.14 : Bloc CTRL__PID et ses connecteurs.....	34
Figure 3.15 : Bloc C_CH_AI/CH_AO et ses connecteurs.....	34

Figure 3.16 : Programmation de C_GROUP avec C_DRV_ID.	35
Figure 3.17 : Programmation de C_DRV.....	36
Figure 3.18 : Programmation de C_MEASUR.	36
Figure 3.19 : Programmation de C_ANNUNC.....	37
Figure 3.20 : Programmation de CTRL_PID.....	37
Figure 4.1 : La vue editeur Graphics Designer.	40
Figure 4.2 : La vue editeur picture Tree Manager.....	40
Figure 4.3 : La vue Editeur de projet OS.	41
Figure 4.4 : Création de vue graphics designer.	42
Figure 4.5 : L'ouverture de fichier PCS7 typical.	42
Figure 4.6 : La vue bibliographique PCS7 typical.	43
Figure 4.7 : La liaison.	43
Figure 4.8 : Vue doseur cru globale (Alimentation Cru).	44
Figure 4.9 : Vue doseur cru.....	44
Figure 4.10 : Vue Picture Tree Manager.....	45
Figure 4.11 : Vue Editeur de projet OS.....	45
Figure 4.12 : Interface de simulation PLCSIM.....	46
Figure 4.13 : Lancement de simulation.....	47
Figure 4.14 : Face avant d'un groupe.....	47
Figure 4.15 : Face avant de mesure.....	49
Figure 4.16 : Face avant de sélection.	49
Figure 4.17 : Face avant d'un régulateur PID.	50
Figure 4.18 : La vue global en arrêt.	51
Figure 4.19 : La vue doseur en arrêt.....	52
Figure 4.20 : La sélection de doseur.	52
Figure 4.21 : La sélection de quatre doseur.	52
Figure 4.22 : Le démarrage de séquence Broyeur.....	53
Figure 4.23 : Le démarrage de séquence Transporteur T13.....	53
Figure 4.24 : Le démmarrage de doseurs.	54
Figure 4.25 : La Vue globale en marche	54
Figure 4.26 : La Vue doseur en marche.	55
Figure 4.27 : La désélection d'un doseur.	55
Figure 4.28 : Problème d'arrêté le transporteur T13.....	56
Figure 4.29 : Problème d'écart de régulation.....	56

Liste des tableaux

Tableau 3.1 : Liste des consommateurs	22
Tableau 3.2 : Liste des capteurs logique et analogique.....	22
Tableau 3.3 : Liste des Asservissement	22
Tableau 3.4 : Liste des sélections opérateur.....	23
Tableau 3.5 : Liste des entrees / sortie.....	26
Tableau 4.1 : État de la séquence	48
Tableau 4.2 : Mode de fonctionnement.....	48
Tableau 4.3 : État du moteur	48
Tableau 4.4 : État de la mesure	49
Tableau 4.5 : État du Sélection.....	49
Tableau 4.6 : État du Annonce	50

Liste des Symboles et Abréviations

AS : Automation Station (Station d'Automatisation).

API : Automate Programmable Industriel.

CFC : Continuous Function Chart.

CPU : Central Processing Unit (Unité Centrale de l'Automate).

FM : Module Fonctionnel.

GICA : Groupe Industriel de Ciment d'Algérie.

IGBT : Insulated Gate Bipolar Transistor (Transistor Bipolaire à Grille Isolée).

OS : Station Opérateur (Operateur Station).

PO : Partie Opérative.

PC : Partie Commande.

PCS : Process Control System (Système de Contrôle de Procédés).

PID : Proportionnelle, Intégrateur, Dérivateur.

PROFIBUS : Process Field Bus.

PWM : Pulse Width Modulation (La Modulation de Largeur d'Impulsions).

RPM : Round per minute.

SCADA : Système de Contrôle et d'Acquisition de Données.

SCMI : La Société de Ciment de Mitidja.

SP : Set Point (Consigne).

TNT : Trinitrotoluène.

VEA : Unité d'Entrée/Sortie Supplémentaire.

VLB : Unité de Commande.

VLG : Unités de Commande Locale.

VSE : Virtual Storage Extended (Unité de Système).

WinCC : Windows Control Center.

Introduction Générale

Introduction générale

La fabrication de ciment est un processus complexe nécessitant des techniques d'automatisation et de supervision permettant de contourner les problèmes fréquemment rencontrés. Ils fournissent des solutions fiables et moins coûteuses afin d'améliorer la productivité et la maintenance ainsi que la sécurité des systèmes intégrés (humains ou matériels).

La production du ciment en Algérie, qui oscille actuellement entre 25 et 30 millions de tonnes et atteindra les 40 millions de tonnes par an en 2020, est l'œuvre de deux grands groupes, GICA (public) et Lafarge-Holcim. Pour couvrir cette production ils sont dans l'obligation de produire d'avantage de quantité tout en offrant une bonne qualité de produit. Dans ces entreprises, on a recours aux techniques de production les plus récentes basées sur l'automatisation et la supervision.

Les Automates Programmables Industriels sont utilisés pour gérer de manière automatique les systèmes de commande des installations électriques industrielles.

L'automatisme a comme but la recherche des simples solutions non complexes et efficaces afin de faciliter le diagnostic et rendre le fonctionnement d'un système donné assez simple que possible.

Le but principal de notre projet consiste à proposer une solution à une problématique liée au système de la gestion de dosage des matières premières de la zone CRU au sein de la cimenterie de MEFTAHA.

Dans ce cadre, notre mémoire est organisé en quatre chapitres qui se résument comme suit :

- Le premier chapitre présente la société du ciment SCMI et ses différentes zones.
- Le deuxième chapitre décrit le développement de l'atelier dosage Cru en détails, l'instrumentation et la problématique.
- Le troisième chapitre traite le cahier des charges, la partie programmation et la solution de la problématique.
- Le quatrième chapitre aborde la partie supervision de l'atelier dosage.

A la fin, notre travail se clôture avec une conclusion générale.

Chapitre 1

Présentation de la société et processus de fabrication de ciment

1.1. Introduction

L'industrie cimentière aujourd'hui est l'une des plus importantes à cause de la nécessité du ciment dans la majorité des constructions. Les usines sont de plus en plus automatisées pour assurer une meilleure qualité pour ciment.

Dans ce chapitre, nous présentons les différentes étapes de production du ciment.

1.2. Présentation de société

La société de ciment de Mitidja (SCMI) est une entreprise algérienne vassale du groupe GICA spécialisée dans la fabrication de ciment, en partenariat avec Lafarge depuis juin 2008. Elle était parmi les premières cimenteries en Algérie [1].

Dans la wilaya de Blida, la municipalité de MEFTAHA a été choisie comme siège de l'usine en raison de la disponibilité des matières premières sur la montagne à proximité de l'usine.

Le réseau national SCMI permet la livraison de ses produits dans tout le pays. Le processus de production spécifique confère à son ciment la meilleure qualité, qui répond aux normes internationales de fiabilité et de respect de l'environnement, avec une capacité de production de 3000 tonnes par jour et 1 million tonnes de ciment par an (figure1.1).



Figure 1.1 : Vue générale de la Société de Cimenterie Mitidja (SCMI) [1]

1.3. Constituants du ciment

Le ciment est fabriqué généralement à partir de quatre matières premières, calcaire, argile, sable et fer. Elles sont broyées par un concasseur et transportées vers la cimenterie sur un tapis roulant. Toutes les matières premières sont acheminées vers un broyeur à boulets pour être broyées et séchées.

Le mélange obtenu, appelé "cru", est ensuite envoyé dans un four rotatif, où il est chauffé à une température d'environ 1450°C pour former un produit appelé "clinker". Il est, ensuite, broyé pour obtenir le produit fini, qui est le ciment.

1.4. Processus de fabrication du ciment

La ligne de production de l'usine est divisée en cinq zones comme montré dans la figure 1.2.

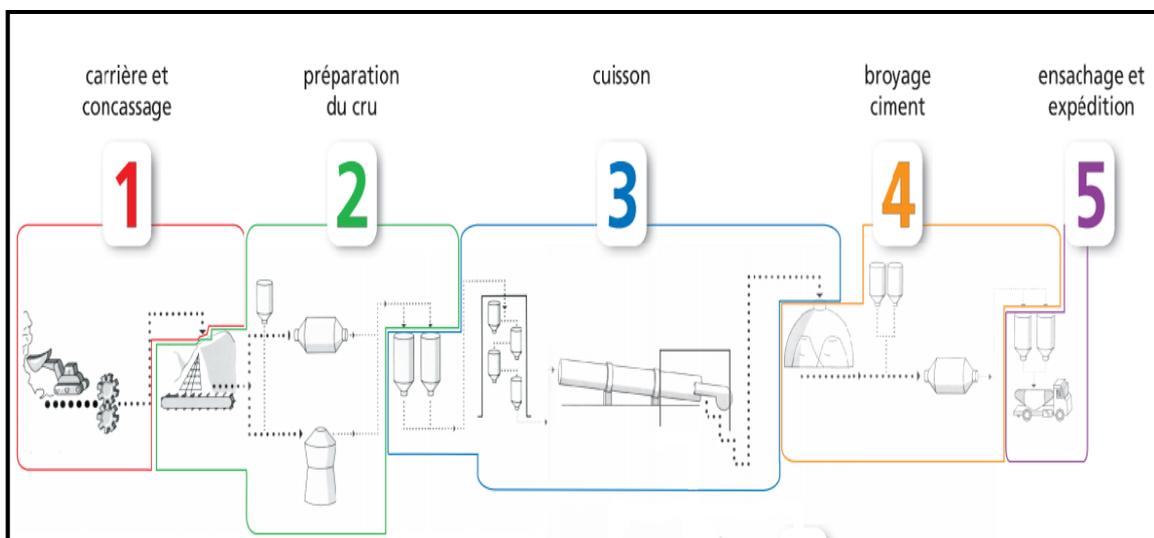


Figure 1.2 : Processus de fabrication du ciment [1]

1.4.1. Zone carrière calcaire

La première zone dans la production du ciment, constituée d'un concasseur et courroies transporteuses pour le transport des matières premières à la salle de stockage.

a) Extraction des matières premières

L'extraction des matières premières nécessaires (le calcaire) d'une carrière à ciel ouvert dans la montagne à proximité est effectuée par des machines spéciales appelées sondeuses (figure 1.3) et à l'aide de TNT, pour obtenir à la fin les blocs de roche de la carrière.



Figure 1.3 : Abattage par sondeuse [1]

b) Chargement et transport

Les blocs des roches d'une carrière seront recueillis et ensuite chargés par des dumpers dans des camions pour les transportés, en vue de les déchargées aux concasseurs pour le stockage dans le hall de concassage (figure 1.4).



Figure 1.4 : l'extraction de la matière première utilise dumper [1]

c) Concassage

Les blocs des roches obtenues sont réduits, par le concasseur, à des morceaux de taille ne dépassant pas 80 mm. Une fois le processus de concassage terminé, le calcaire va être acheminé à l'usine par un convoyeur à bande vers le hall de stockage d'une capacité de 60 000 T, comme est schématisé par la figure 1.5.

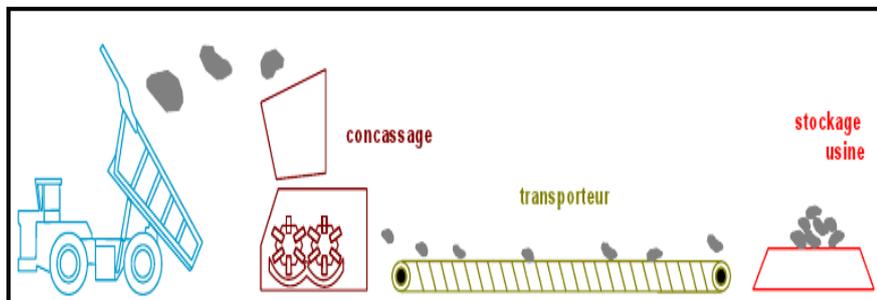


Figure 1.5 : Concassage et transport de calcaire [1]

1.4.2. Zone de la matière crue

Nous obtenons environ 80% de calcaire et 20% d'argile, après le processus de concassage, ces matériaux sont mélangés dans le hall de pré-homogénéisation (figure 1.6).



Figure 1.6 : Zone cru

a) Hall calcaire

Les matières premières sont prises et portés à l'aide d'un gratteur portique à deux bras. La prélevée du produit s'effectue par passes successives le long du tas pour jeter sur le tapis pour être acheminés vers la trémie calcaire.

b) Hall ajouts

Les restes des ajouts (argile, sable et fer) sont prélevés par deux grappeurs semi-portiques à un bras dévers sur convoyeur à bande pour les amener à leurs trémies.

c) Le dosage

Le dosage des quatre matières premières varie et est relié à la mise à jour des résultats des laboratoires qui basée sur le calcaire obtenu dans la première zone. Généralement ont aux valeurs des dosages suivantes :

- Calcaire [70% - 85%]
- Argile [15% - 25%]
- Sable [1% - 5%]
- Fer [1% - 5%]

Ensuite ce produit, avec ce dosage, va être transporté sur un convoyeur vers un broyeur.

d) Aspiration du produit

Le matériau est aspiré par un ventilateur d'aspiration d'une puissance de 1600 kW [1].

e) Séparateur statique

Cette opération permet de différencier les particules fines qui sont transportées directement vers les silos d'homogénéisation. Les grandes particules doivent être envoyées vers le broyeur.

f) Le broyeur à boulets

Les grandes particules rejetées du séparateur traversent les deux chambres du broyeur. On obtient deux quantités de matières à la sortie du broyeur, quantité non finie qui va être retournée au broyeur dans un cycle fermé et une quantité finie qui va être transportée par deux élévateurs à godets vers le séparateur dynamique.

La première chambre est composée des boulets de grands diamètres (70 à 90 mm), alors que la deuxième chambre a seulement des boulets de plus petit diamètre : les matières crues dans le broyeur subit un séchage par des gaz chauds.

g) L'homogénéisation

La farine est transportée perpendiculairement par l'air lift vers les silos d'homogénéisation, Il existe deux silos d'homogénéisation avec une capacité totale de 5000 T, ensuite par des élévateurs à godets vers les deux silos de stockage avec une capacité totale de 10 000 T (figure 1.7) [1].



Figure 1.7 : Atelier d'homogénéisation [1]

1.4.3. Zone cuisson

Cet atelier est constitué de trois parties : préchauffeur, un four rotatif, et un refroidisseur (figure 1.8).

a) Préchauffeur

Le préchauffage de la farine s'effectue par l'échange calorifique entre les gaz chauds et la matière cru, dans une série de cyclones, disposés perpendiculairement sur quatre étages avant de pénétrer dans le four.

Étage par étage, la matière froide arrive partiellement décarbonatée, jusqu'à l'étage inférieur, à la température d'environ 800°C, La combustion provoque une réaction chimique appelée « décarbonatation » qui libère le CO₂ contenu dans le calcaire.

b) Four rotatif

Le four est l'élément le plus important dans la ligne de production. C'est un cylindre de 90 m de longueur et de 5.6 m de diamètre, en acier basé sur des stations de laminage ; il a un degré d'inclinaison de 3% par rapport à l'horizontale et est revêtu à l'intérieur par des produits réfractaires. Durant la cuisson, le four rotatif est animé d'un mouvement de rotation. La disposition en pente du four permet le mouvement de la matière première qui est injectée de l'autre extrémité par rapport à la flamme chauffée, Durant ce déplacement, la matière se transforme par cuisson tout en avançant de son état initial jusqu'à ce qu'elle devienne "clinkérisée" à la température de 1450°C [1].

c) Refroidisseur

Le refroidisseur permet de baisser la température du clinker et d'obtenir une structure et dimension convenable pour simplifier le transfert vers les silos de stockage.

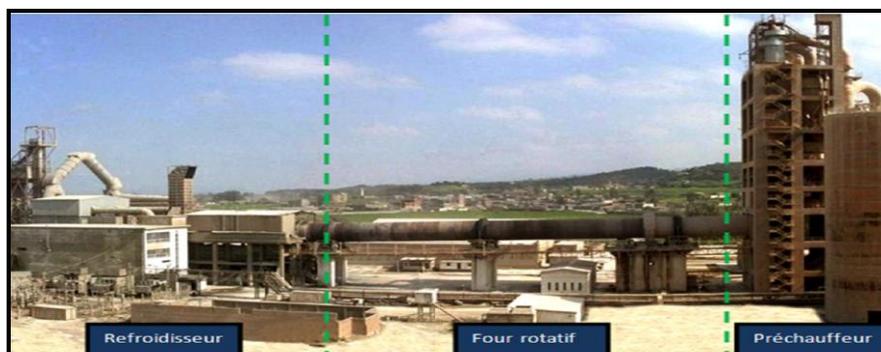


Figure 1.8 : Zone Cuisson [1]

1.4.4. Zone ciment

Cette zone est seulement consistée de deux lignes électriques (figure 1.9).

a) remplissage des trémies

Le clinker sera envoyé à partir de la zone cuisson vers sa propre trémie. Le gypse et le tuf sont des ajouts transportés par des camions vers la trémie de réception.

Ensuite, chacun sera transporté et stocké dans leur propre silo de stockage.

b) Broyeur ciment

Il y a 8 silos de stockage pour le ciment qui arrive par aéroglisseur principal à partir de la sortie de broyeur. On ajoute dans le broyeur "80% Clinker, 15% Ajouts 5 % Gypse "

Pour être broyer et ensuite acheminer vers un séparateur dynamique pour séparer le produit fini (ciment) et le produit rejet qui va être retourné dans le broyeur pour ré broyage.

Le ciment va être stocké dans les silos d'une capacité totale de 32 000 Tonnes.



Figure 1.9 : Zone ciment [1]

1.4.5. Zone d'expédition

C'est la dernière zone de production du ciment, avec 8 silos de stockage en sacs et en vrac (figure 1.10).

a) Expédition en sac

Avec quatre ensacheuses de débit 90 T/h, chaque ensacheuse contient 8 becs qui donnent la possibilité de remplir 32 sacs à la fois et les sacs de 50 kg sont remplis et chargés sur des camions pour être transporté [1].

b) Expédition en vrac

L'expédition en vrac se fait à partir de la salle de contrôle tandis que l'opérateur supervise l'opération de brancher le flexible de trémie à l'intérieur de la bouche de la cocotte des camions.



Figure 1.10 : Zone Expédition [1]

1.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la société SCMI et le processus de production du ciment dans les cinq zones à partir de l'extraction de la matière première jusqu'à l'expédition du ciment.

Dans le prochain chapitre, nous allons étudier les doseurs des quatre matières premières dans la zone CRU et les processus de fonctionnement dans l'environnement de l'automate spécial SCHNECK.

Chapitre 2

Processus technologique et problématique de la gestion des doseurs

2.1. Introduction

La production d'un ciment de bonne qualité nécessite une surveillance et un contrôle des quantités de matières premières et leurs normes. En contrôlant le groupe des doseurs de la zone cru.

Dans ce chapitre, nous présentons les différents doseurs utiles ainsi que les capteurs et actionneurs présents dans ce site. Les caractéristiques de ces derniers ainsi que leurs principes de fonctionnement seront, aussi, exposés. Finalement, nous exposons la problématique qui a été la base de notre travail de mémoire.

2.2. Doseur

Le doseur est un équipement constitué d'un groupe de capteurs et actionneurs qui ont un rôle dans le contrôle et la commande du dosage des matériaux utilisés pour la production du ciment. Ceci dépend de la variation de la charge sur bande et de la vitesse de rotation du moteur du tapis roulant suivant une relation qui est utilisé par l'Automate Spéciale SCHENCK (Voir Annexe).

Le doseur est composé d'une partie opérative et d'une partie commande.

2.2.1. Partie Opérative (PO)

C'est la partie responsable de la mesure des grandeurs physiques et de l'exécution des tâches, elle comporte un groupe de capteurs d'actionneurs et de pré-actionneurs.

a) Capteur

Le capteur est le premier élément de la chaîne de mesure. Il transforme les grandeurs physiques ou chimiques non électriques en un signal électrique [2].

Par la classification de sortie nous avons plusieurs types des capteurs.

Capteurs Logiques (TOR)

Un capteur logique est un capteur qui émet un signal avec seulement deux états 0 ou 1.

➤ Les types de capteurs logiques :

- Courant (Présence/ Absence).
- Potentiel (5V/ 0V généralement).
- DEL (Allumé/ étant).
- Signal Pneumatique (Pression normal/ pression Fort).
- Etc...

❖ Capteur de proximité capacitif

Les capteurs capacitifs peuvent détecter sans contact et indépendamment de la forme les objets et produits les plus divers. Ils sont notamment en mesure de détecter des niveaux de liquides ou de matériaux en vrac, par contact direct avec le produit ou à travers une paroi d'un réservoir non métallique (figure2.1).



Figure 2.1 : capteur de proximité capacitif [3]

Les domaines d'utilisation les plus importants et plus connus de ce capteur sont l'industrie alimentaire, la chimie, la transformation des matières plastiques, le bois, les matériaux de construction. Il permet le contrôle de remplissage dans des réservoirs et des trémies et la détection de la présence de produit dans des trémies.

Un capteur de proximité capacitif est basé sur l'exploitation de la variation de capacité d'un condensateur installé dans circuit RC. Lorsqu'un objet s'approche du capteur, la capacité du condensateur augmente (figure2.2).

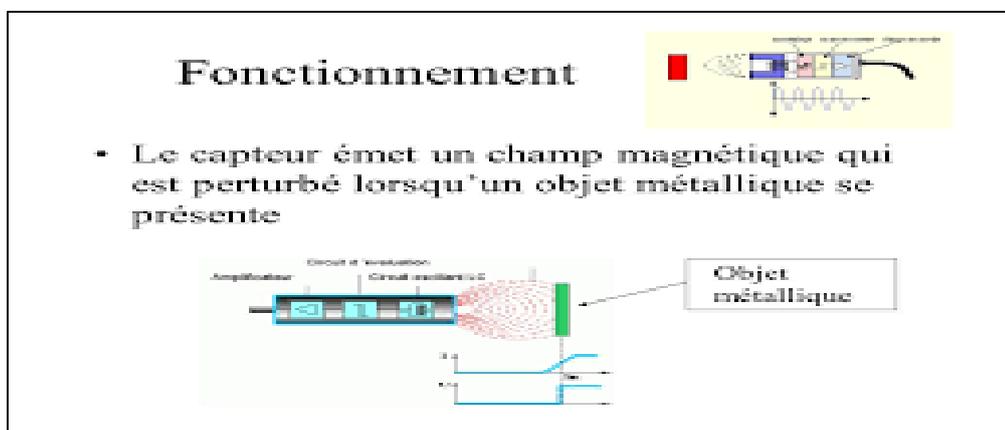


Figure 2.2 : Principe de fonctionnement de capteur de proximité capacitif [4]

Ce capteur présente plusieurs avantages :

- Pas de contact physique avec l'objet détecté (possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints).
- Non affecté par le nombre de manœuvres (pas d'usure).
- Détecteur statique (pas de mouvement).
- Produit entièrement encapsulé dans la résine.
- Très bonne tenue à l'environnement industriel.

Et il a aussi quelques inconvénients :

- Ces capteurs assurent une isolation galvanique entre le circuit de mesure et la cible.
- Ce type de capteur est plus cher.

Exemple

Les capteurs capacitif dans notre système est :

- Capteur Hight : quand le niveau de trémie atteint 90% de niveau total le système en sera averti pour faire attention et arrêter le remplissage.
- Capteur Hight Hight : quand le niveau de trémie atteint 100% de niveau total le système en sera averti et bloquer le remplissage.

🚦 Capteurs Analogiques

Un capteur Analogique est un capteur qui émet un signal avec des grandeurs électrique peut prendre une infinité de valeurs continues.

- Les types de capteurs analogiques sont : Courant, Tension etc...

Exemple

Les capteurs analogiques dans notre système sont le peson, le Tachymètre et le capteur de niveau.

❖ Peson

Le peson est un capteur de force, qui mesure des poids qui convertit la force en un signal électrique mesurable.

Les capteurs de pesage industriels sont des appareils de pesage complètement indépendants, car ils sont équipés d'une batterie (figure 2.3).



Figure 2.3 : Peson

Le peseur électronique est un dispositif qui permet la pesée en transformant une force en électricité. Et en utilisé dans les voitures ou dans les balances poids.

Les capteurs de pesage consistent en un corps de test très sensible. Ce corps d'épreuve est généralement construit en acier ou aluminium. Le capteur est puissant mais il présente également un comportement flexible minimum. Grâce à cette élasticité, le corps d'épreuve se déforme légèrement lorsqu'il est soumis à une charge et revient à sa position initiale quand cette charge est supprimée.

Leurs avantages sont :

- Mesure précise.
- Il est relativement facile à utiliser.

Mais malheureusement il contient une batterie sujette à se vider.

❖ Tachymètre

Le mot tachymètre est dérivé de deux mots grecs : tachos signifie « vitesse » et métron signifie « mesurer ». Il est un appareil qui mesure la vitesse de rotation d'un arbre ou vitesse angulaire de la machine à laquelle il est couplé à l'aide d'un signal électrique généré en interne (figure2.4).

La mesure de vitesse concerne, dans le plus grand nombre de cas, les vitesses de rotation de machines tournantes qu'il s'agit soit de surveiller, pour des raisons de sécurité, soit d'asservir à des conditions de fonctionnement préétablies. Dans le cas de déplacements rectilignes, la mesure de la vitesse peut, le plus souvent, être ramenée à une mesure de vitesse de rotation. Les capteurs tachymétriques sont donc, dans leur quasi généralité, des capteurs de vitesse angulaire [2].



Figure 2.4 : Tachymètre

Les générateurs de tachymètre sont utilisés dans de nombreux cas et généralement pour mesurer et contrôler la vitesse des moteurs qu'ils entraînent.

Le tachymètre est composé par un voltmètre directement gradué avec des valeurs de vitesses de rotation RPM. Il est basé sur le calcul d'impulsions électriques par unité de temps à partir desquelles on déduit la vitesse de rotation. Lorsque le rotor tourne dans le stator, le courant électrique de référence est induit dans les enroulements du stator. Cela permet à des circuits indépendants d'afficher la vitesse de rotation sur une lecture graphique ou d'utiliser les informations comme référence pour contrôler la vitesse de rotation.

Ses avantages sont :

- Procédure fiable.
- Bonne stabilité.
- Capteur robuste.

Et leurs inconvénients sont

- Ondulation de la tension de sortie due à l'excentricité de l'axe, les encoches de l'induit et les lames du collecteur d'où l'utilisation d'un filtre passif du premier ordre.
- Contact mécanique nécessaire.
- Inertie du système à prendre en compte.

❖ Capteur de niveau

Les capteurs de niveaux sont des détecteurs continus qui délivrent un signal proportionnel au niveau de produit mesurés dans un réservoir à chaque instant. Ils sont utilisés pour mesurer le niveau d'un solide, gaz ou liquide dans un réservoir, trémie ou silo (figure 2.5).



Figure 2.5 : capteur de niveau

Le capteur de niveau est une partie très importante dans la plupart des industries. Il est utilisé pour déterminer la hauteur d'un produit.

Ce type de détecteur fonctionne généralement comme une alarme haute, pour indiquer une condition de débordement, ou comme indicateur d'une condition d'alarme basse.

La sonde de niveau est la plus complexe et peut fournir une surveillance de niveau de l'ensemble du Système.

Elle mesure le niveau de produit dans une gamme en envoyant une sortie sous forme d'un signal analogique qui est directement corrélé au niveau du réservoir, pour créer un système de gestion de niveau.

Ils continents plus d'avantages :

- Il existe des types de capteur de niveau permettant la mesure avec ou sans contact direct au produit ou à ses vapeurs (C'est-à-dire que ce système de mesure est adapté aux produits corrosifs ou non corrosifs, quelle que soit leur granulométrie).
- La mesure est très précise.
- Facilité d'installation.

Et un inconvénient :

- La mesure est sensible aux vibrations.

✚ Capteurs Numérique

Un capteur Analogique est un capteur qui émet un signal avec des grandeurs électrique peut prendre une infinité de valeurs discontinues.

b) Pré-actionneurs

Un pré-actionneur est un composant qui fournit et/ou modifie la puissance utile aux actionneurs sur ordre de l'unité de commande.

Le pré-actionneur dans notre système est :

❖ Variateur de vitesse

Le variateur de vitesse « variateur de fréquence » est un appareil électronique qui permet de contrôler la vitesse et les couples et le sens de rotation des moteurs à courant alternatif et aussi les puissances qu'ils développent. A partir de la variation de deux grandeurs physique (fréquence et la tension d'alimentation des moteurs) (figure2.6).



Figure 2.6 : variateur de vitesse

On utilise les variateurs de vitesse pour les processus industriels qui ont besoin d'une régulation de vitesse précise telle que : la modulation de largeur d'impulsion (PWM) et les transistors bipolaires à grille isolée (IGBT).

Les variateurs de vitesse permettent de réaliser des démarrages et arrêts en douceur et aussi de réduire la consommation de l'énergie électrique.

Les variateurs peuvent être configurés et commandés directement à partir de leurs pupitres de commande ou à partir d'un programme à travers une communication (câblée).

Les avantages du variateur de vitesse sont :

- Diminution de la consommation d'électricité.
- Amélioration du facteur de puissance.
- Précision accrue de la régulation de vitesse.
- Prolongement de la durée de service du matériel entraîné.

Et leurs inconvénients :

- Les variateurs de vitesse forment une charge non linéaire qui génère des courants harmoniques, sources de distorsion de l'onde dans le réseau électrique. Cette dégradation de l'onde peut influencer négativement sur les équipements électriques (surchauffe des moteurs, des câbles et des transformateurs).
- Peuvent des résonances harmoniques apparaître entre les variateurs de vitesse et les batteries de condensateurs.
- Peuvent l'interruption des procédés (fusibles brûlés).

c) Les actionneurs

L'actionneur est un dispositif qui convertit une information numérique en un phénomène physique afin qu'il puisse ensuite modifier le comportement ou changer l'état d'un système matériel.

❖ Moteur asynchrone

Un moteur asynchrone est une machine électrique à courant alternatif composé par deux parties importantes Rotor et Stator et utilisé pour convertir l'énergie électrique en énergie mécanique par des phénomènes électromagnétiques sans connexion entre les deux parties précédents (figure 2.7).

- **Stator** : c'est la partie magnétique fixe. Elle comporte des bobines qui fournissent en courant alternatif, produit un champ magnétique tournant.
- **Rotor** : est la partie mobile du moteur asynchrone.



Figure 2.7 : Moteur asynchrone

Les moteurs asynchrones sont utilisés dans :

- L'entraînement des machines industrielles.
- L'électroménager.
- Les machines refroidissement (les condenseurs, les réfrigérateurs).
- Les ventilateurs.
- ETC

Dans un moteur de rotation asynchrone, le champ magnétique qui varie comme un champ tournant créé dans le stator. Au démarrage le champ tournant balaie les conducteurs de son flux à la vitesse angulaire de synchronisme. Le rotor en rotation a tendance à rattraper le champ tournant.

Les avantages de ce capteur sont :

- Il est alimenté directement par le réseau triphasé.
- Moins cher.
- Plus solide car il ne nécessite pratiquement aucun entretien.

Mais leur inconvénient est de très mauvaises performances.

2.2.2. Partie Commande (PC)

La partie commande d'un automatisme est le centre de décision. Il donne des ordres à la partie opérationnelle et reçoit ses rapports. La partie commande peut être électronique, mécanique ou autre. Dans les grands systèmes, elle peut se composer de trois parties : un ordinateur, un logiciel et un afficheur (interface).

❖ DISOCONT

Le DISOCONT est un système électronique modulaire pour des tâches de pesage et de dosage continus quelconques et des tâches de dosage discontinus dans le cadre de processus de production. Il assure toute tâche de mesure et de commande/régulation nécessaire au pesage, au mélange ou au dosage (figure 2.8).

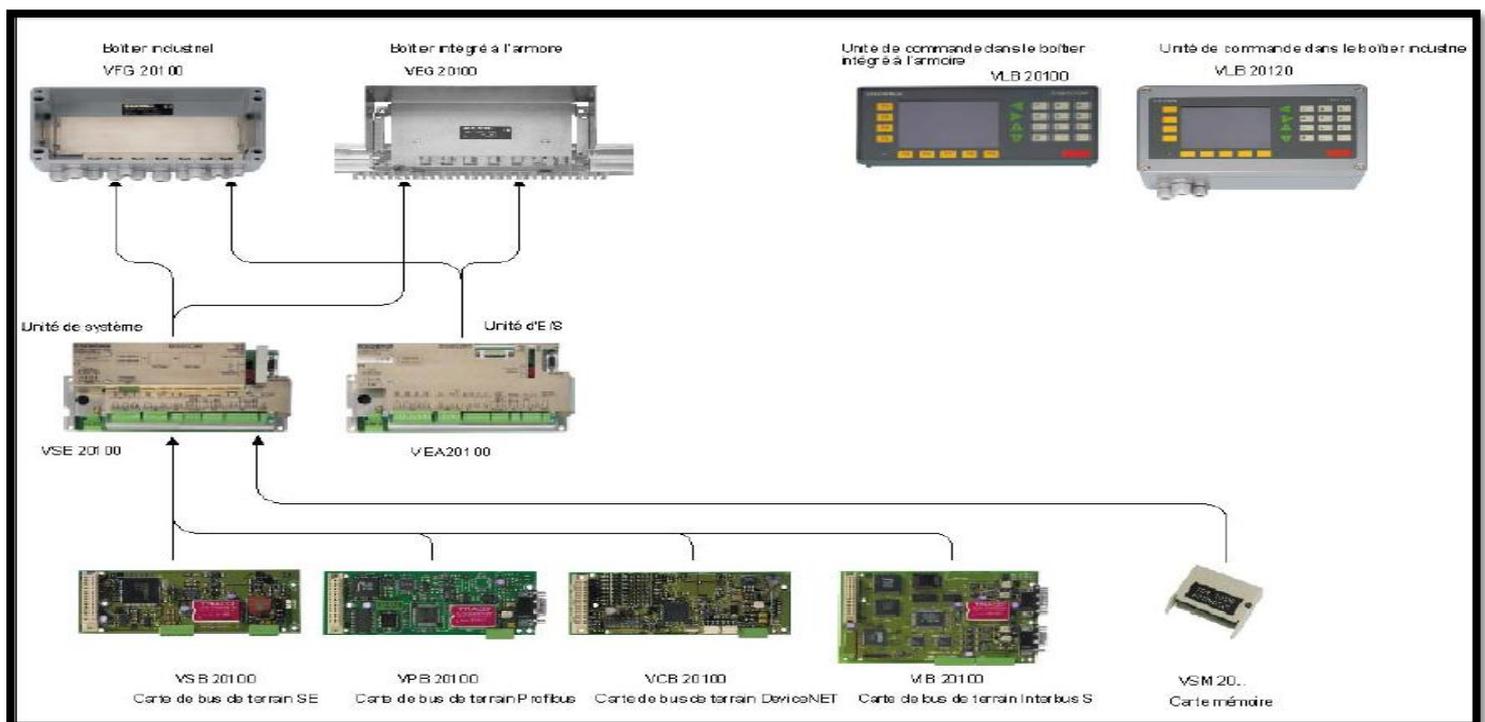


Figure 2.8 : Vue d'ensemble des composants de DISOCONT [5]

Le DISOCONT est utilisé dans :

- Mesure de signaux de capteur
- Contrôle de moteurs de doseurs et d'appareillages supplémentaires comme par exemple des racleurs.
- Communication avec des unités différentes, des PC et des systèmes de contrôle de processus industriels via des systèmes à bus de terrain différents
- Commande via pupitre de commande, PC/système de contrôle des processus industriels ou manuel
- Messages d'évènements
- Enregistrement de données
- Rédaction de protocoles

L'électronique DISOCONT consiste en l'unité de système VSE et en plusieurs unités supplémentaires en option. L'architecture modulaire permet une combinaison orientée application des unités requises : unité d'entrée/sortie supplémentaire VEA, unité de commande VLB, différents modules de bus de terrain et deux unités de commande locale différentes VLG [5].

Le système DISOCONT il consiste plusieurs inconvénients :

- Il est très compliqué.
- Nous avons besoin d'une autre supervision pour la commande à distance.

2.3. Fonctionnement de la gestion des doseurs

Notre système fonctionne comme suit (voir Annexe) :

2.3.1. Le remplissage des trémies

Le remplissage des quatre matières premières dans leurs propres trémies est assuré par des gratteurs portiques en continu c'est-à-dire remplissage/extraction en même temps. Si le remplissage des trémies est à 100% (capteur High-High signalé) on arrête les gratteurs jusqu'à la délibération du capteur HH.

2.3.2. Le dosage des matières premières

Le dosage des quatre matières est assuré par le système Schenck cité auparavant. Ce système reçoit les consignes débit des quatre matières depuis l'automate S7-400 via le protocole Profibus (débits calculés selon des pourcentages donnés par le laboratoire « recette »). Il les traite (par ses cartes

électroniques) puis il envoie des commandes aux variateurs (consigne vitesse) et en surveillant le bon fonctionnement du doseur via ses capteurs (vitesse/charge).

2.4. Problématique

L'utilisation de SCHENCK pour la gestion de dosage des quatre matières premières n'est pas encore bien maîtrisée, vu la complexité du système lors des interventions en cas des pannes (trop de paramètres à vérifier, diagnostic difficile vu le nombre des entrées/sorties interconnectées entre les nombreuses cartes électroniques, la non-disponibilité de ses cartes électroniques en cas d'endommagement et la nécessité de déplacement sur place en cas de panne).

Donc nous cherchons à intégrer la fonctionnalité de SCHENCK dans l'API S7-400 de la zone Cru, pour se libérer de ces inconvénients et pour standardiser le programme PCS7, qui est déjà utilisé dans le reste de l'usine.

2.5. Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté le système Schenck de dosage des quatre matières de la zone Cru pour les deux parties opératives et commande et son principe de fonctionnement. On a terminé par l'exposition de la problématique de notre travail de mémoire.

La présentation de l'automate S7-400, l'ET200M et le logiciel PCS7 ainsi que la solution proposée pour la problématique posée seront abordés dans le prochain chapitre.

Chapitre 3

Automatisation et modélisation de système

3.1. Introduction

L'automatisme nous permet d'aboutir à des solutions simples et efficaces en réduisant le temps d'intervention et le nombre d'arrêts.

Le travail qu'on doit faire consiste à éliminer le système Schenck (Disocont avec toutes ses unités et ses fonctions) en le remplaçant par un ET200M (contenant des modules spéciaux pour le calcul de la pesée, intégré dans le réseau profibus de la zone Cru) et un programme sous PCS7.

Les consignes débits des quatre doseurs seront remplacées par des consignes vitesses (boucle de régulation Débit en fonction de la vitesse pour chaque matière est mise en place) envoyées directement de l'automate S7-400 aux variateurs de la vitesse des moteurs des tapis en supprimant la communication Profibus au Schenck (consigne câblée : de l'ET-200M aux variateurs) (figure3.1).

Le retour de débit est un calcul en fonction des mesures des capteurs vitesse et charge sur bande selon l'équation :

$$\text{Débit consigne} = \text{Vitesse mesurée} * \text{Charge sur bande.}$$

$$\text{Charge sur bande} = \text{pesage} / \text{longueur du tapis_peseur}$$

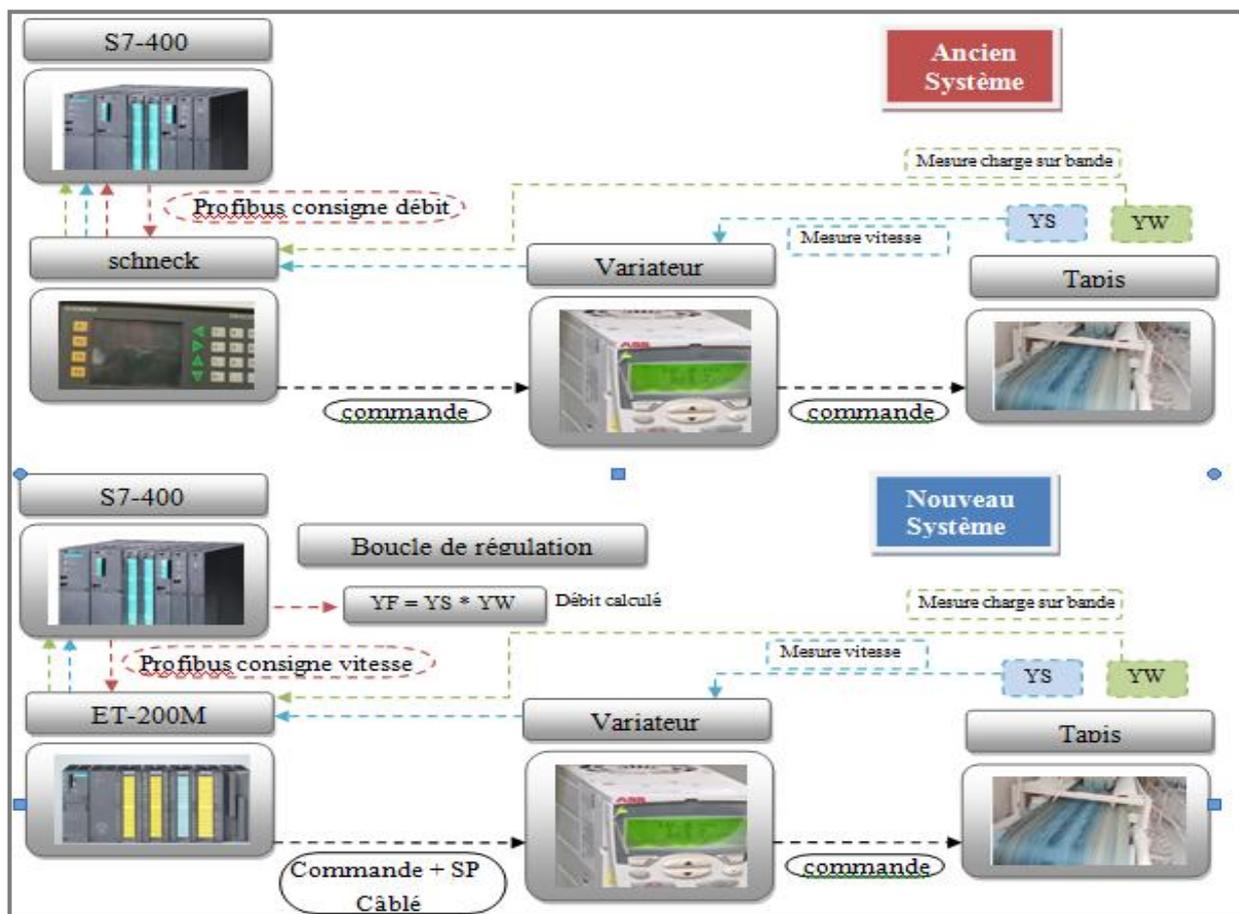


Figure 3.1 : Diagramme de fonctionnement général

3.2. Analyse fonctionnelle

3.2.1. Liste des consommateurs

Tag	Description	Ordre Marche	Ordre Arrêt	Remarques
Transport T13				
216WF10MT10	Doseur calcaire	1	1	Si sélectionné
216WF11MT10	Doseur argile	1	1	Si sélectionné
216WF12MT10	Doseur sable	1	1	Si sélectionné
216WF13MT10	Doseur fer	1	1	Si sélectionné

Tableau 3.1 : liste des consommateurs

3.2.2. Liste de capteurs logiques et analogiques

	Description Tag	Description Défaut	Priorité
Trémie CALCAIRE 216WF10			
216WF10YL11	Niveau silo calcaire		
216WF10XL10	Niveau silo calcaire Max. 1		
216WF10XL11	Niveau silo calcaire Max. 2		
Trémie ARGILE 216WF11			
216WF11YL11	Niveau silo argile		
216WF11XL10	Niveau silo argile Max. 1		
216WF11XL11	Niveau silo argile Max. 2		
Trémie SABLE 216WF12			
216WF12YL11	Niveau silo sable		
216WF12XL10	Niveau silo sable Max. 1		
216WF12XL11	Niveau silo sable Max. 2		
Trémie FER 216WF13			
216WF13YL11	Niveau silo fer		
216WF13XL10	Niveau silo fer Max. 1		
216WF13XL11	Niveau silo fer Max. 2		

Tableau 3.2 : liste des capteurs logique et analogique

3.2.3. Asservissement Séquence

Tag	Ext.	Description
216S01	X01	Volet VA ouvert à au moins 70%
216S01	X02	Puissance broyeur cru (P<2970 kW pendant 10m)
216S01	X03	Puissance 216FA41MT10 > 1000 kW
216S01	X04	Niveau silo stockage farine

Tableau 3.3 : liste des Asservissement

3.2.4. Sélections opérateurs

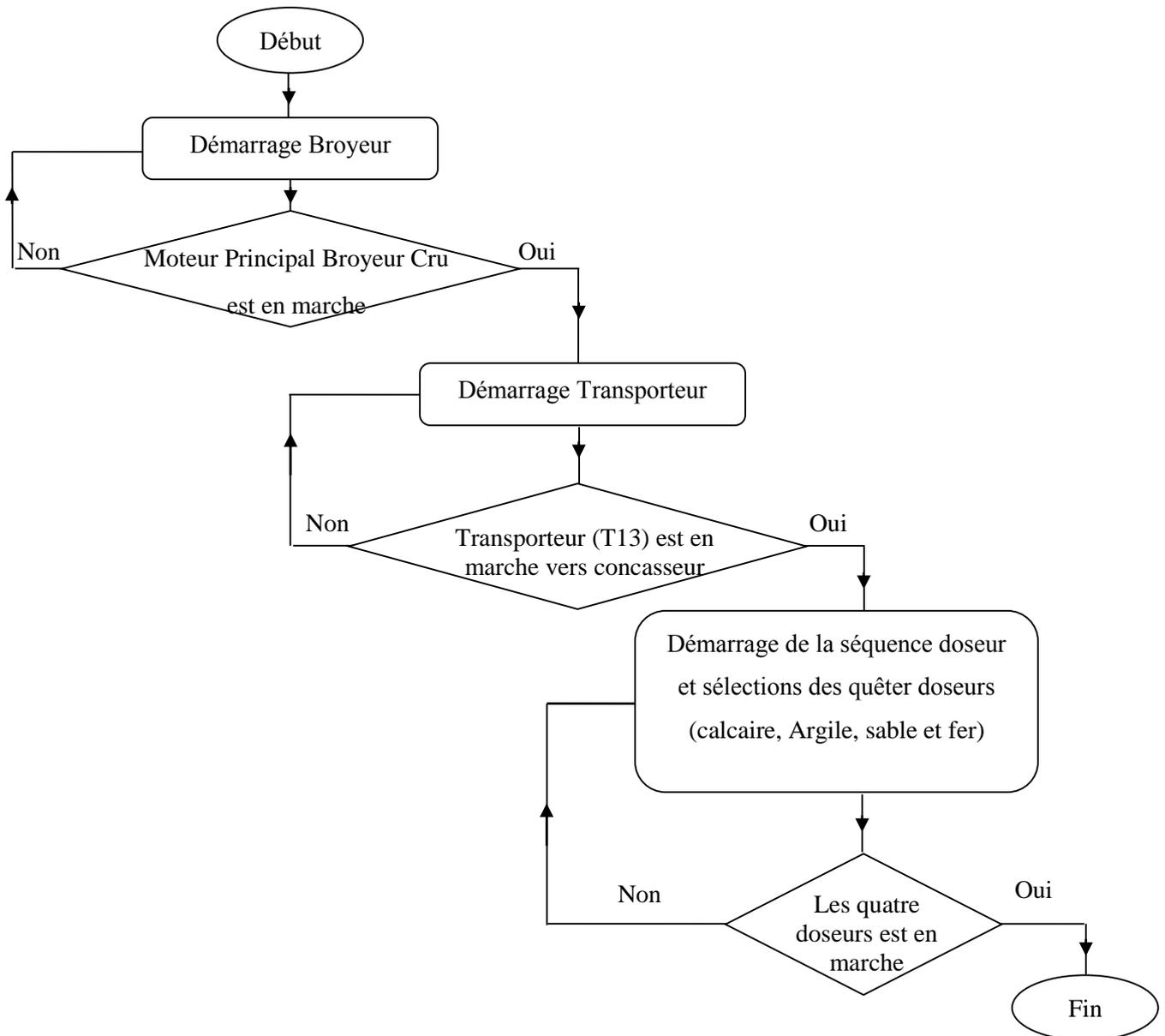
Tag	Description Sélection
216S01L01	Sélection composant Calcaire
216S01L02	Sélection composant Argile
216S01L03	Sélection composant Sable
216S01L04	Sélection composant Fer

Tableau 3.4 : liste des sélections opérateur

3.2.5. Description du mode opératoire

a) Organigramme de la séquence doseur

Le démarrage des doseurs est comme suit :



b) Arrêt la Séquence

- Arrêt des équipements dans l'ordre inverse du sens de démarrage (Voir Annexe).

c) Régulation

Notre solution consiste à intégrer une boucle de régulation « PID » régulant le débit en fonction de la vitesse du doseur (tapis roulant) pour chaque doseur.

La consigne débit vient directement du programme, calculée par rapport au débit total Broyeur Cru en fonction des pourcentages envoyés depuis le laboratoire et elle attaque le régulateur à l'entrée SP_EXT (le mode external est déjà activé).

La sortie du régulateur SP « consigne débit » est accompagnée d'une autre sortie appelée LMN (se varient au même temps) pour pouvoir être utilisée comme « consigne vitesse » qui attaque à son tour le variateur de vitesse.

Les paramètres de PID ne sont pas identifiés car on est en phase de simulation (système virtuel).

3.3. CPU

3.3.1. L'automate S7-400

Le S7-400 est un automate programmable. Pratiquement chaque tâche d'automatisation peut être résolue par un choix approprié des constituants d'un S7-400. Les modules S7-400 se présentent sous forme de boîtiers que l'on adapte sur un châssis. Des châssis d'extension sont à disposition pour faire évoluer le système [1] (figure 3.2).

Caractéristiques du S7-400

Le S7-400 réunit tous les avantages de ses prédécesseurs avec les avantages que confèrent un système et un logiciel actualisés. Ce sont :

- des CPU de puissances échelonnées,
- des CPU à compatibilité ascendante,
- des modules sous boîtiers d'une grande robustesse,
- une technique de raccordement des modules de signaux des plus confortables,
- des modules compacts pour un montage serré,
- des possibilités de communication et de mise en réseau optimales,

- une intégration confortable des systèmes de contrôle-commande,
- le paramétrage logiciel de tous les modules,
- une grande liberté dans le choix des emplacements,
- un fonctionnement sans ventilation,
- le multitraitement en châssis non segmenté [6].



Figure 3.2 : L'automate S7-400 associé dans la zone cru

3.3.2. Station ET-200M

Habituellement, les modules d'entrée/sortie sont regroupés et centralisés dans l'automate. Lorsque les modules d'entrée/sortie sont éloignés de l'automate, le câblage peut devenir très complexe, voire confus ; des influences électromagnétiques perturbatrices peuvent affecter la fiabilité.

Pour ce type d'installations, Siemens recommande d'utiliser le Système de périphérie décentralisée ET 200 : dans ce cas, la CPU de commande est placée en un point central..., tandis que la périphérie fonctionne de manière décentralisée, sur le site..., et que le puissant système de bus ET 200, grâce à des vitesses très élevées de transmission des données via PROFIBUS, assure la parfaite communication entre la CPU et la périphérie (figure 3.3).

L'ET 200M se compose du coupleur esclave IM 153, de l'alimentation électrique et d'un maximum de 8 modules de la gamme S7-300 (ET 200M (esclave DP) [7].



Figure 3.3 : L’ET-200M associé dans la zone cru

Les entrees/sorties

Module	Tags	Besoin	référence	Nombre de module
Module 1 Digital input	Disponibilité électrique de chaque doseur	4 entrées logiques pour chaque doseur donc 16	321-1BH01-0AA0 (16 bits)	1
	Réponse de marche de chaque doseur			
	Bouton de marche local pour chaque doseur			
	Bouton d’arrêt local pour chaque doseur			
Module 2 Digital output	Commande de marche pour chaque doseur	Donc 4 sorties	322-1HF10-0AA0 (8 bits)	1
Module 3 Analogique input	Recopie de la vitesse pour chaque doseur	Donc 4 entrées	331-7NF00-0AB0 (8 entrées)	1
Module 4 Analogique output	Consigne vitesse pour chaque doseur	Donc 4 sorties	332-5HF00-0AB0 (8 sorties)	1
Module 5 et 6 De pesage SIWAREX U	Mesure charge sur bande pour chaque doseur	Donc 4 entrées	7MH4950-2AA01 (2 entrées)	2

Tableau 3.5 : liste des entrees / sortie

3.3.3. SIWAREX

SIWAREX U est un module de pesage polyvalent pour toutes les opérations simples de pesage et de mesure de force. Le module compact s’intègre sans problème dans les systèmes d’automatisation SIMATIC en permettant alors un accès intégral aux valeurs de mesure actualisées (figure3.4).

Le SIWAREX est un module fonctionnel (FM) compact du système SIMATIC S7-300, directement encliquetable sur le bus interne SIMATIC S7-300 ou ET 200M. Grâce à l’encliquetage sur profilé support (clippage), les opérations de montage et de câblage sont minimales. Le raccordement des pesons, de l’alimentation électrique et des interfaces série est réalisé via le connecteur frontal 20 points.

Le fonctionnement de SIWAREX U dans SIMATIC assure une intégration totale de la technique de pesage dans le système d’automatisation [8].



Figure 3.4 : SIWAREX - Electronique de pesage

3.4. SIMATIC manager

SIMATIC Manager est le point d'entrée central pour toutes les tâches d'ingénierie. C'est là que le projet PCS 7 est géré, archivé et documenté. Depuis SIMATIC Manager, vous accédez à toutes les applications du système d'ingénierie. Quand une liaison a été établie entre ES, OS et AS, vous pouvez transmettre les données de configuration de SIMATIC Manager aux systèmes cible, puis les tester en mode en ligne [9] (figure 3.5).

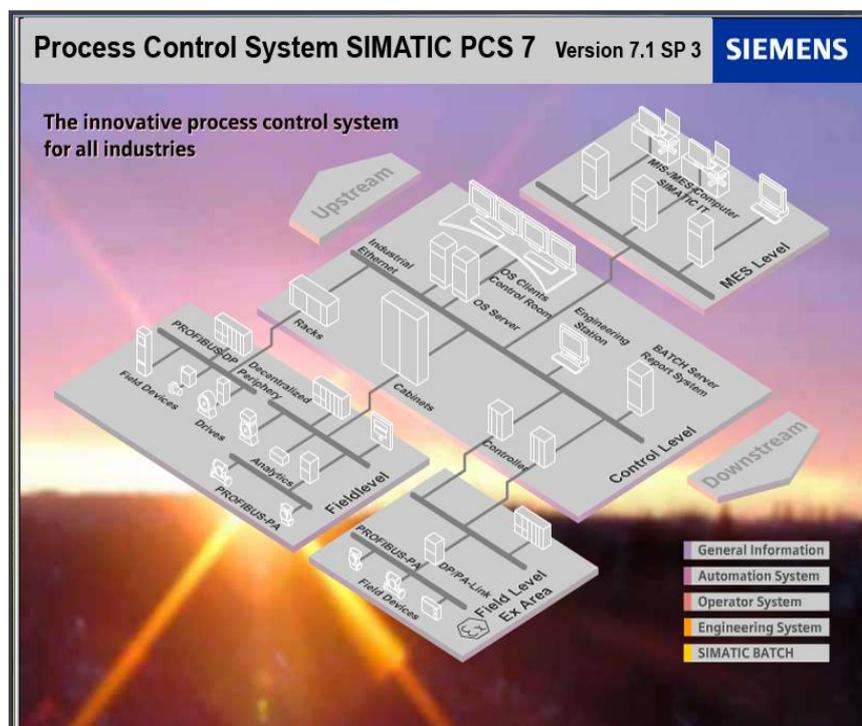


Figure 3.5 : SIMATIC PCS 7 architectures

SIMATIC Manager possède 3 vues qui traitent la même opération, chaque vue avec son propre caractéristique (figure 3.6) :

3.4.1. Vue des composants

Cette vue permet de contrôler le projet « ou bien un multi projet » de côté de composantes matérielles et sa configuration, aussi les composants de bus et périphérie du processus.

3.4.2. Vue technologique

Cette vue représente la structure hiérarchique et l'installation de projet, elle permet de classer les fonctions d'automatisation et de contrôle-commande en forme hiérarchique ce qui permet de simplifier et clarifier les structures.

3.4.3. Vue des objets de process

Cette vue rassemble toutes les informations de l'automatisation de base relatives au projet de manière hiérarchique.

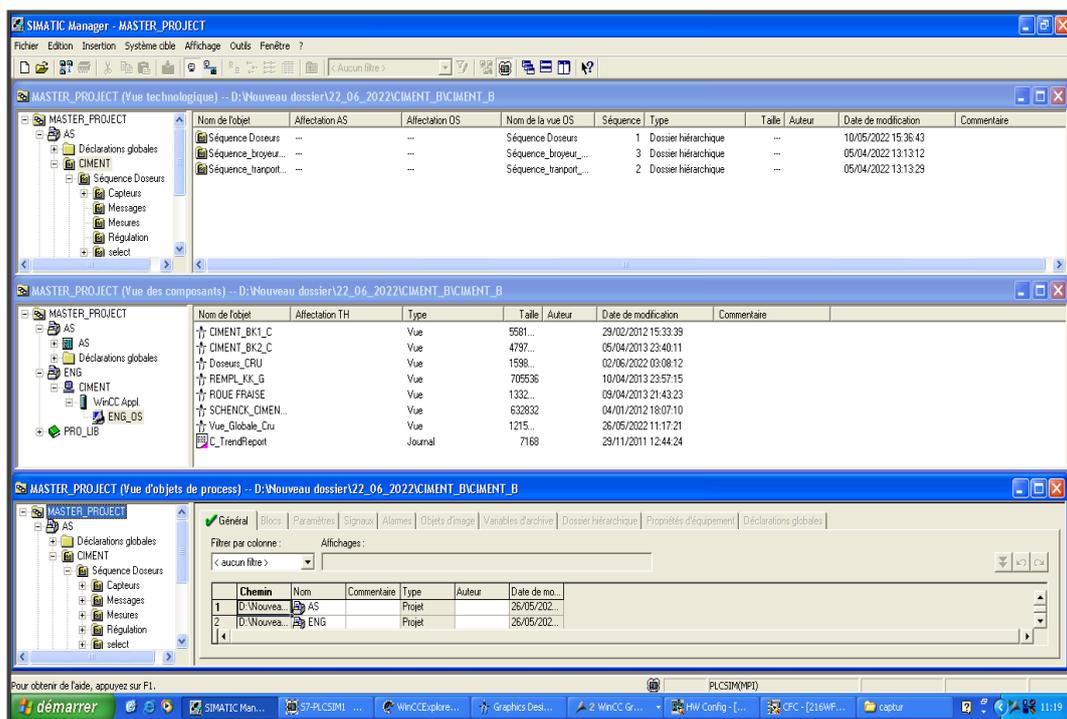


Figure 3.6 : les trois vue de PCS7

3.5. Langage de programmation Pcs7

PCS 7 est un système de conduite de processus grâce à de nombreuses fonctions automatiques. On peut créer facilement un projet. Il nous offre de nombreuses possibilités pour créer des solutions individuelles et spécifiques au projet, adapté à nos besoins [10].

3.6. Créations de nouveau multi-projet

1. D’abord on lance le SIMATIC Manager, une page vide apparaît avec une barre d’outil en haut, on clique sur « **fichier** », puis « **nouveau** » (figure 3.7).

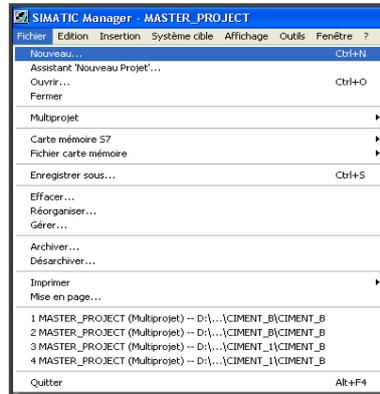


Figure 3.7 : Interface principale du CIMATIC Manager

2. Une fenêtre s’ouvre, on choisit d’abord multi-projet pour le type du projet on lui donne un nom et on définit le lieu de stockage (figure 3.8).

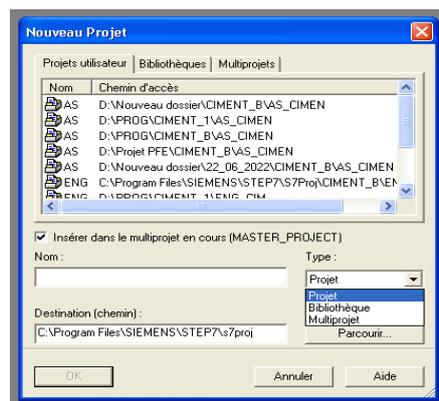


Figure 3.8 : Déclaration d’un nouveau de projet

3. Dans le multi-projet on crée un projet pour la station PC (ES/OS) et un autre projet pour l’automate S7-400 (AS) et une bibliothèque.

On fait les configurations nécessaires (configuration matérielle, définition de la bibliothèque, les liaisons en configurant le réseau.) (Figure 3.9) :

-ES/OS : On définit l’application utilisée pour la station pc « WINCC Application » et on configure la carte de communication Ethernet (EI général).

-AS : configuration de l’API selon le système existant en ajoutant l’ET-200M cité auparavant.

-Bibliothèque : intégrer la bibliothèque CEMAT au projet.

-A la fin on établit les connexions nécessaire afin d’assurer les liaisons entre les stations (configuration du réseau).

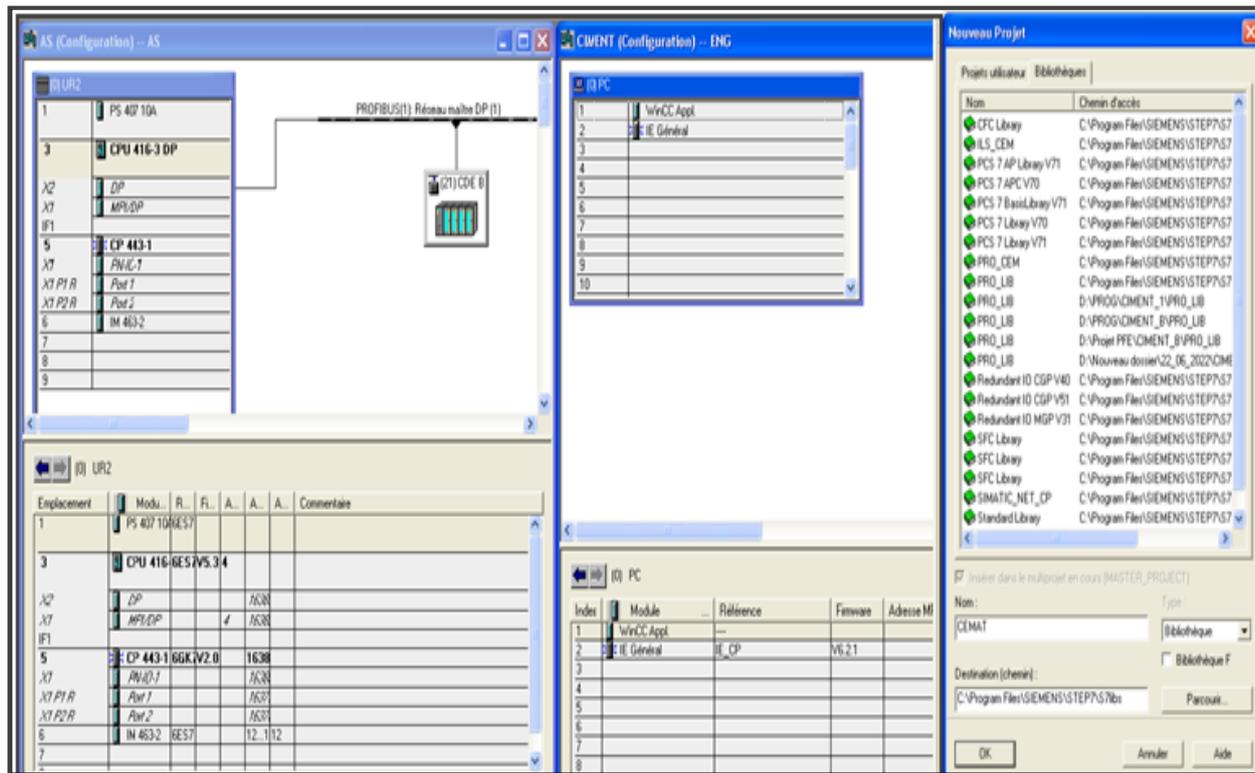


Figure 3.9 : les configurations nécessaires pour le projet

3.7. Description des blocs

Pour créer un diagramme CFC on a besoin des blocs individuels qui sont reliés entre eux pour former un diagramme, on trouvant ces blocs dans la bibliothèque CEMAT, comme par exemple :

3.7.1. C_GROUP

Est un bloc qui permet de surveiller le fonctionnement et les conditions de marche et d’arrêt d’une partie groupée (figure 3.10).

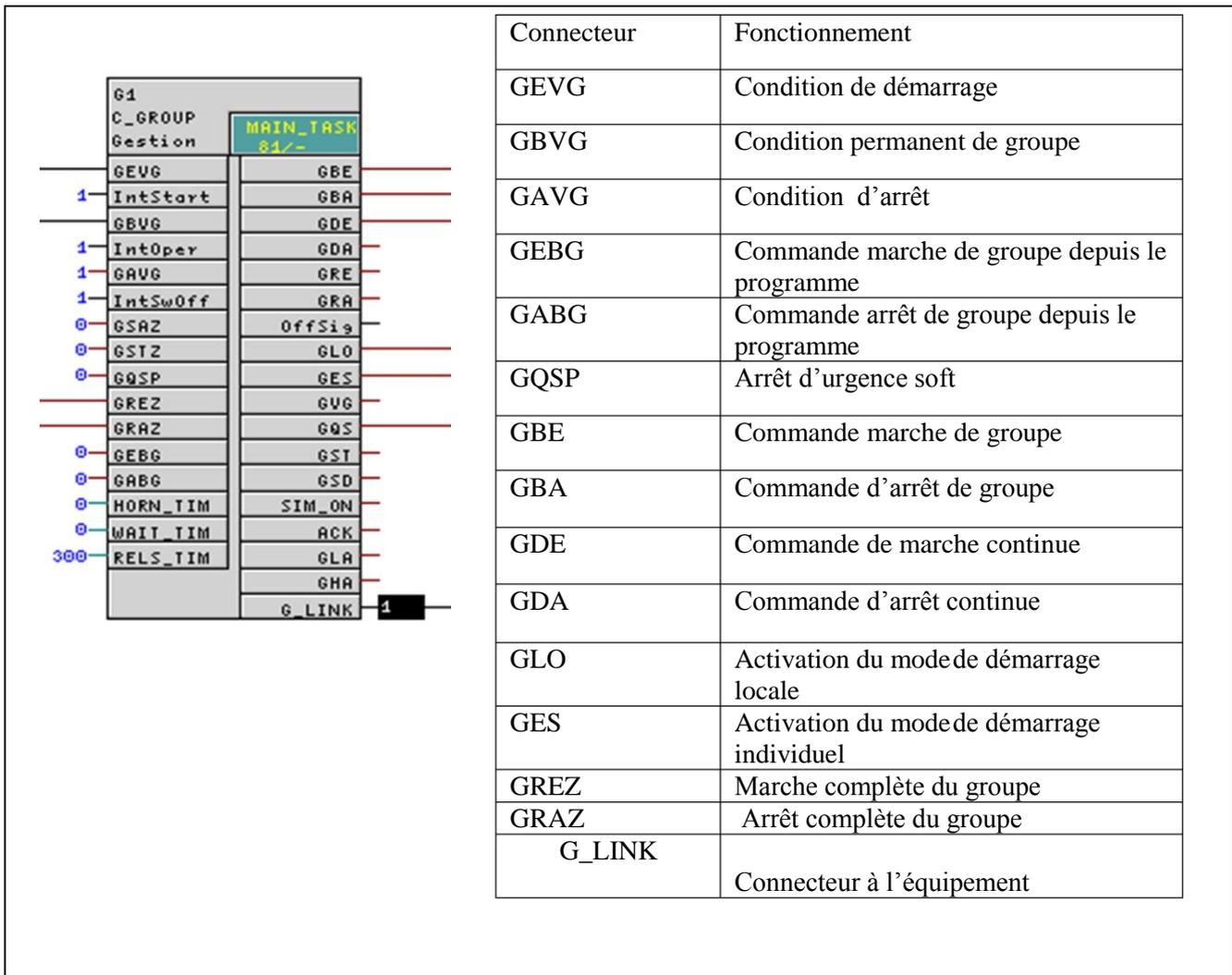


Figure 3.10 : Bloc C_GROUP et ses connecteurs

Il existe trois modes de fonctionnement :

Mode automatique : les consommateurs sont commandés depuis la salle de commande via le groupe (un seul bouton soft de démarrage et un seul bouton soft d'arrêt pour tous les blocs des consommateurs du même groupe).

Mode individuel : les consommateurs sont commandés individuellement depuis la salle de commande (chaque bloc du consommateur possède deux boutons marche/arrêt soft apparaissent sur son interface dès qu'on permute au mode individuel).

Mode local : les consommateurs sont commandés localement à travers des boutons marche/arrêt local.

3.7.2. C_DRV

Utilisé pour commander tous les moteurs, il existe deux types « un seul sens » (figure 3.11) et « double sens ».

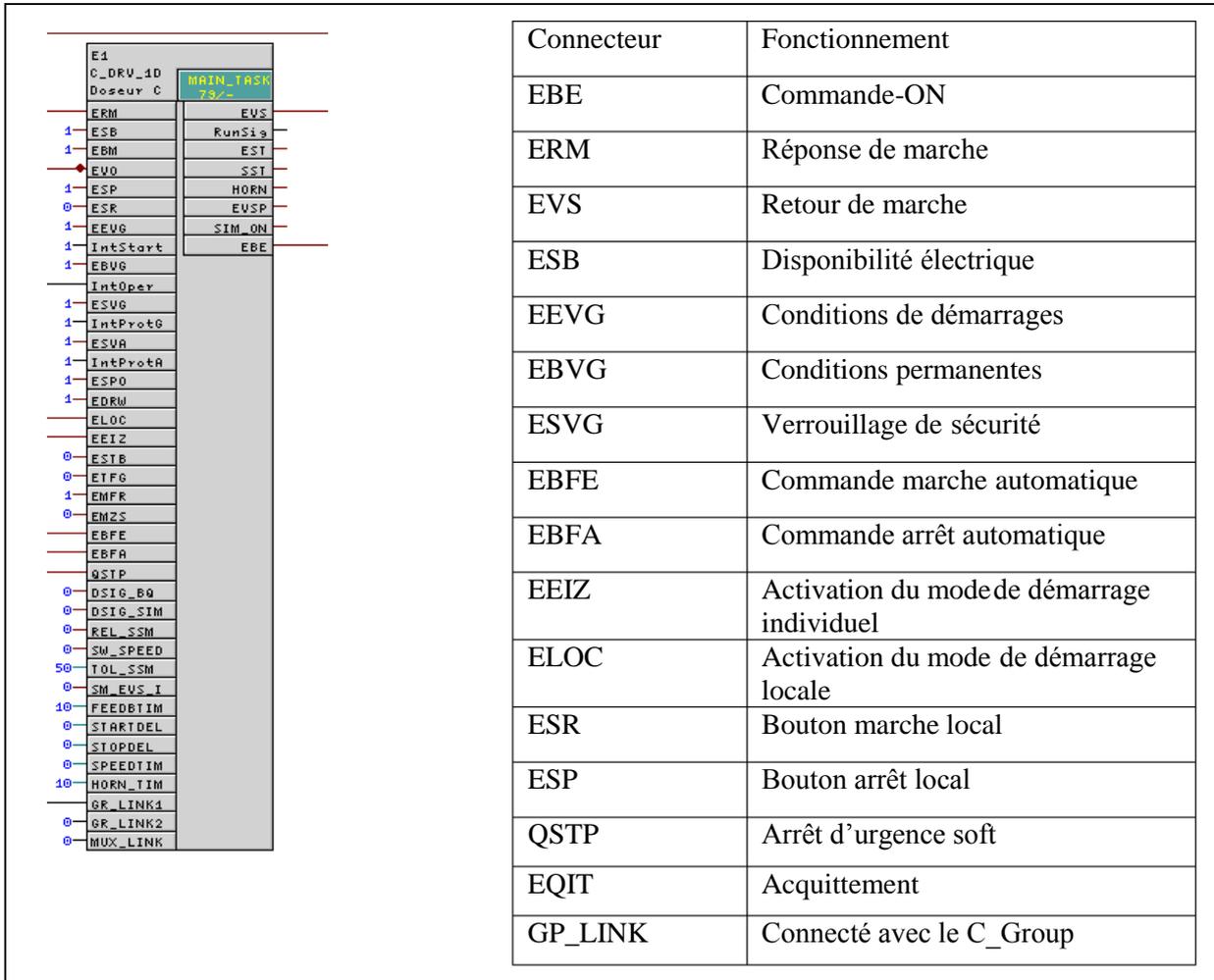


Figure 3.11 : Bloc C_DRV_1D et ses connecteurs

3.7.3. C_ANNUNC

Ce bloc affiche l'état du capteur logique en fonction de la logique câblée (1 ou 0 =Défaut) (figure 3.12).

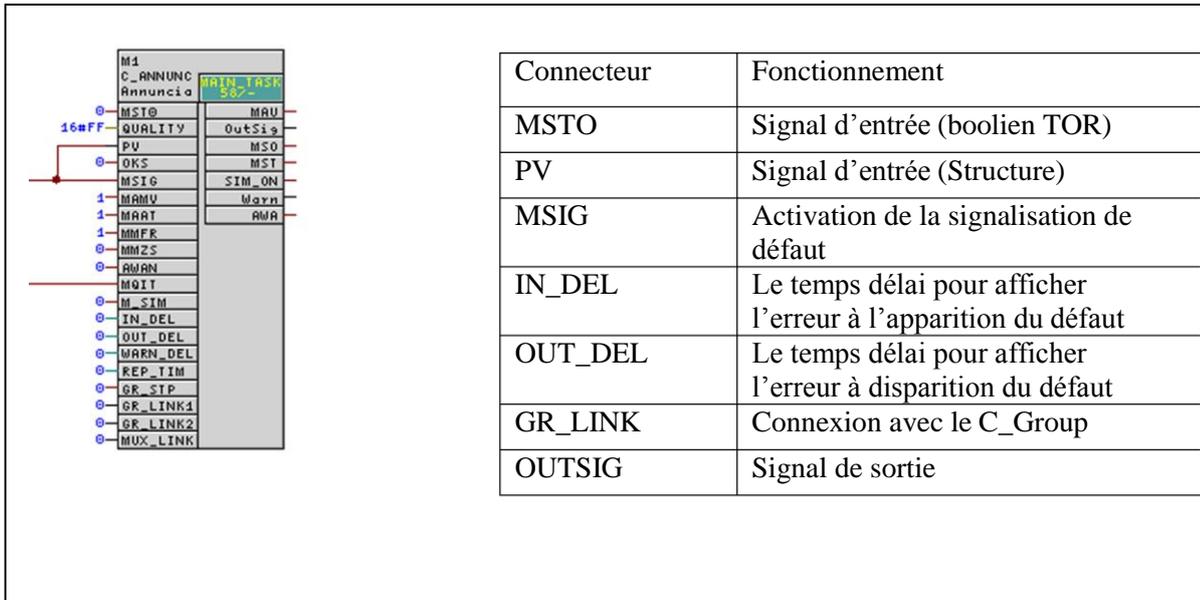


Figure 3.12 : Bloc C_ANNUNC et ses connecteurs

3.7.4. C_MEASUR

Ce bloc affiche l'état du capteur analogique de la grandeur mesurée (courant/ tension/ température/ niveau/ puissance) (figure 3.13).

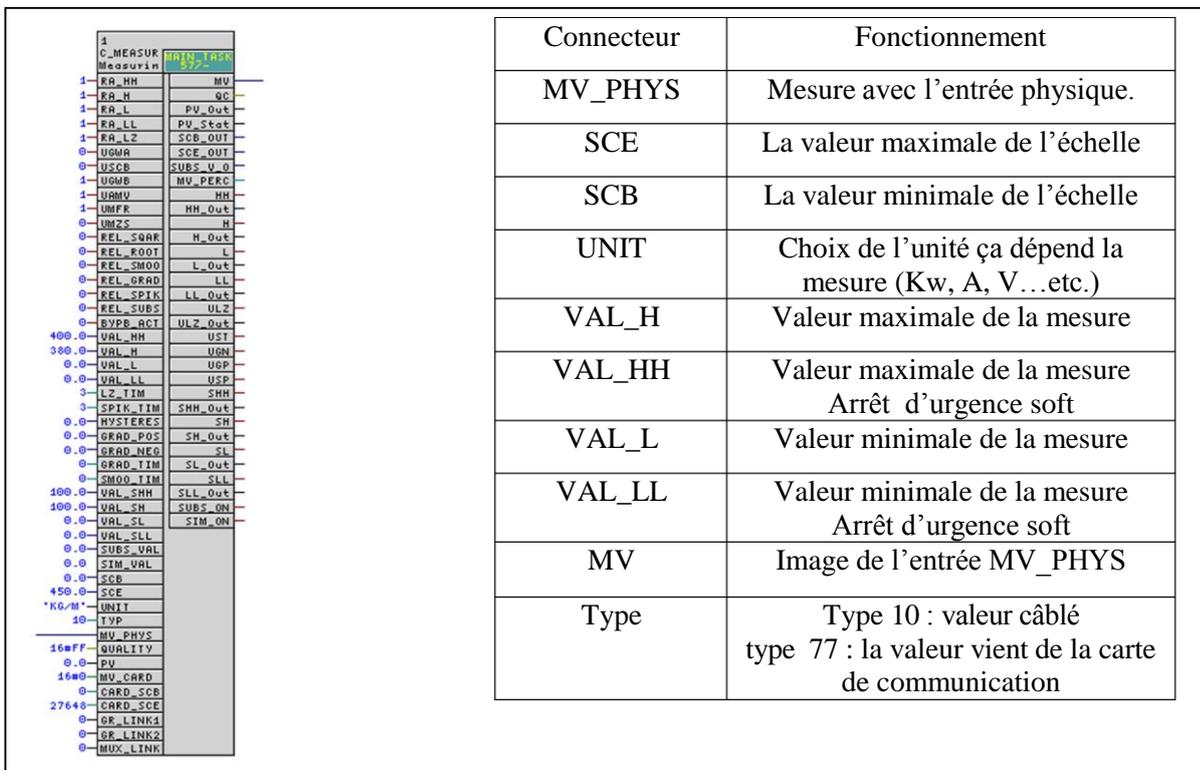


Figure 3.13 : Bloc C_MEASUR et ses connecteurs

3.7.5. CTRL_PID

Ce bloc assure la fonction de régulation en automatique ou en manuel (figure 3.14).

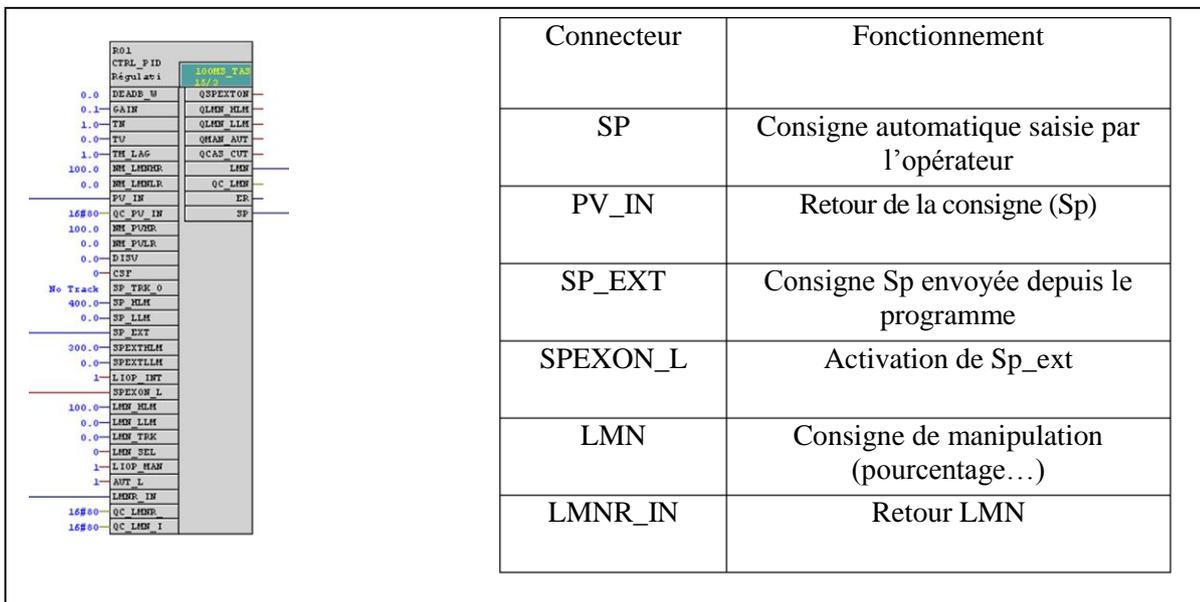


Figure 3.14 : Bloc CTRL_PID et ses connecteurs

3.7.6. CH_AI/CH_AO

Bloc de mise à l'échelle des entrées/sorties analogiques (figure 3.15).

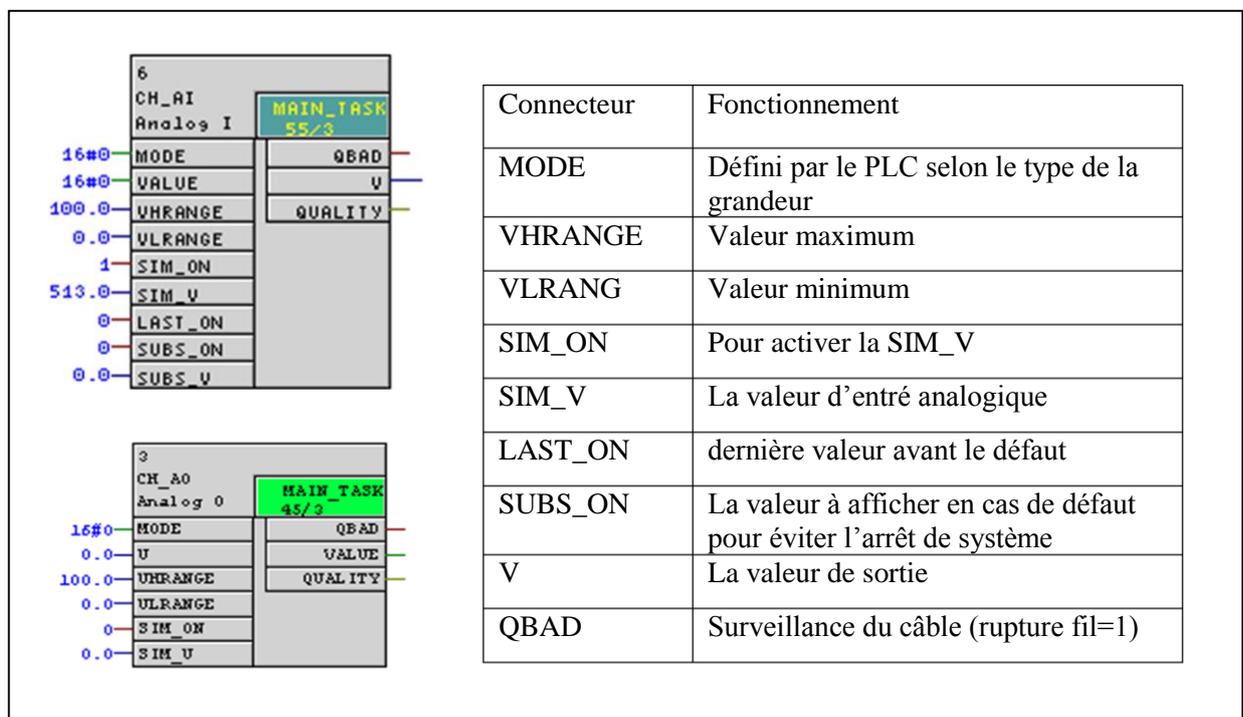


Figure 3.15 : Bloc CH_AI/CH_AO et ses connecteurs

3.8. Exemple de programmation

D’après l’analyse fonctionnelle, on déclare les blocs des CFC dans le dossier séquence cru « chaque CFC avec son propre Tag Name » et on commence la programmation des blocs.

On ouvre le CFC et on cherche le bloc dans la bibliothèque CEMAT à gauche et on le glisse vers la page blanche à droite, on donne un commentaire par double clic sur le bloc, une fenêtre s’ouvre et on écrit le commentaire dans l’espace spécifié.

Ces étapes seront répétées pour chaque bloc.

On va prendre comme exemple de programmation la séquence doseurs cru :

3.8.1. C_GROUP « 216S01 » avec C_DRV « 216WF10MT10»

Pour cet exemple on relie les connecteurs suivants (figure 3.16) :

- ❖ GBE → EBFE : Commande de marche.
- ❖ GBA → EBFA : Commande d’arrêt.
- ❖ GLO → EVO (inversé) : Pour la commande automatique.
→ ELOC : Pour la commande locale.
- ❖ GES → EEIZ : Pour la commande individuelle.
- ❖ GQS → QSTP : Arrêt d’urgence soft.
- ❖ G_LINK → G_LINK1 : Pour connecter le moteur au groupe.

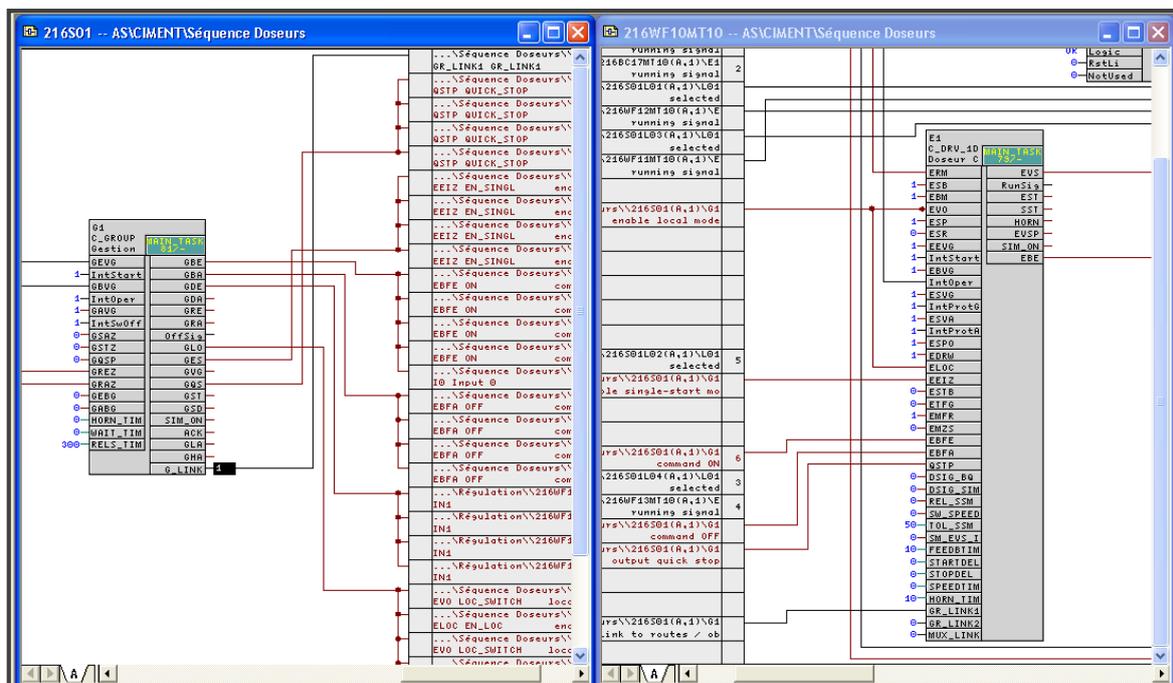


Figure 3.16 : Programmation de C_GROUP avec C_DRV_ID

3.8.2. C_DRV « 216WF10MT10 »

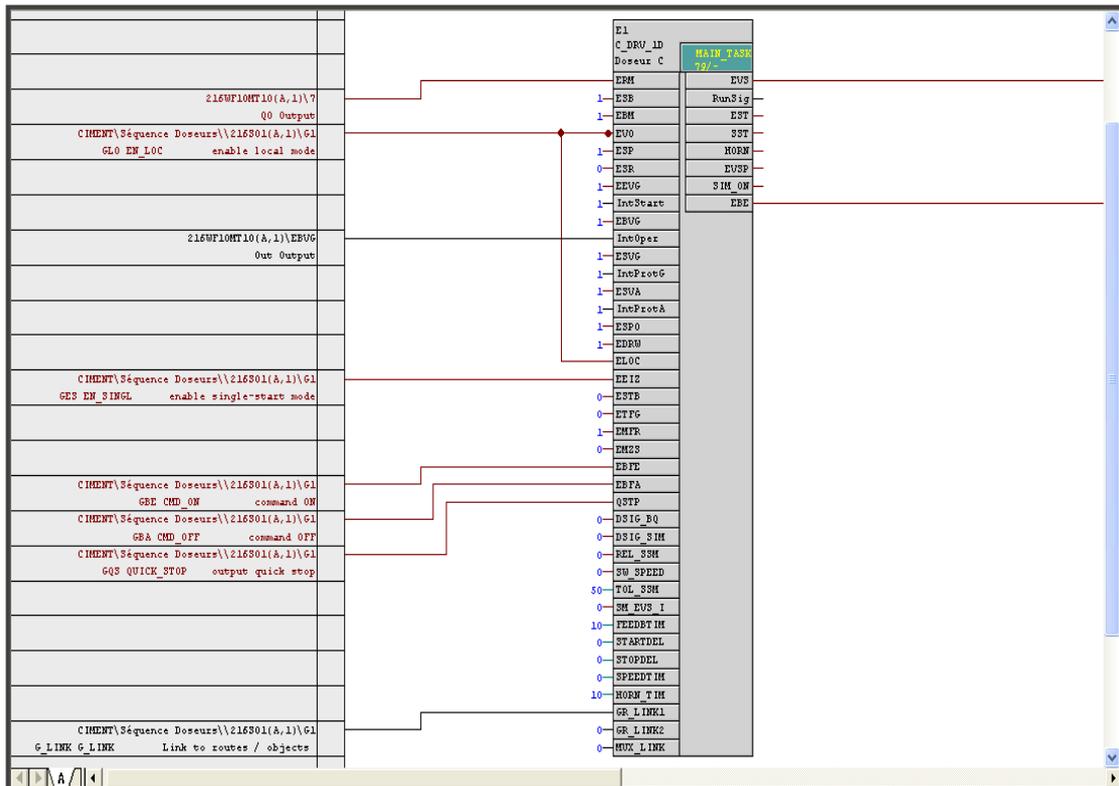


Figure 3.17 : Programmation de C_DRV

3.8.3. C_MEASUR « 216WF10YW11 »

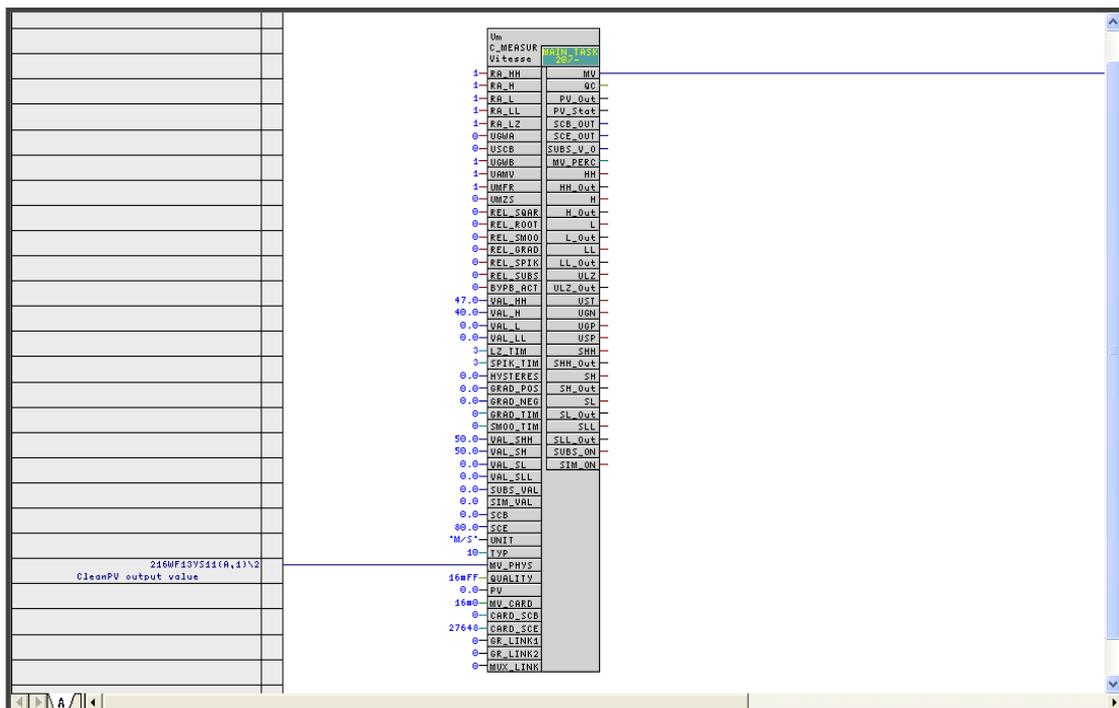


Figure 3.18 : Programmation de C_MEASUR

3.8.4. C_ANNUNC « 216WF10XL11 »

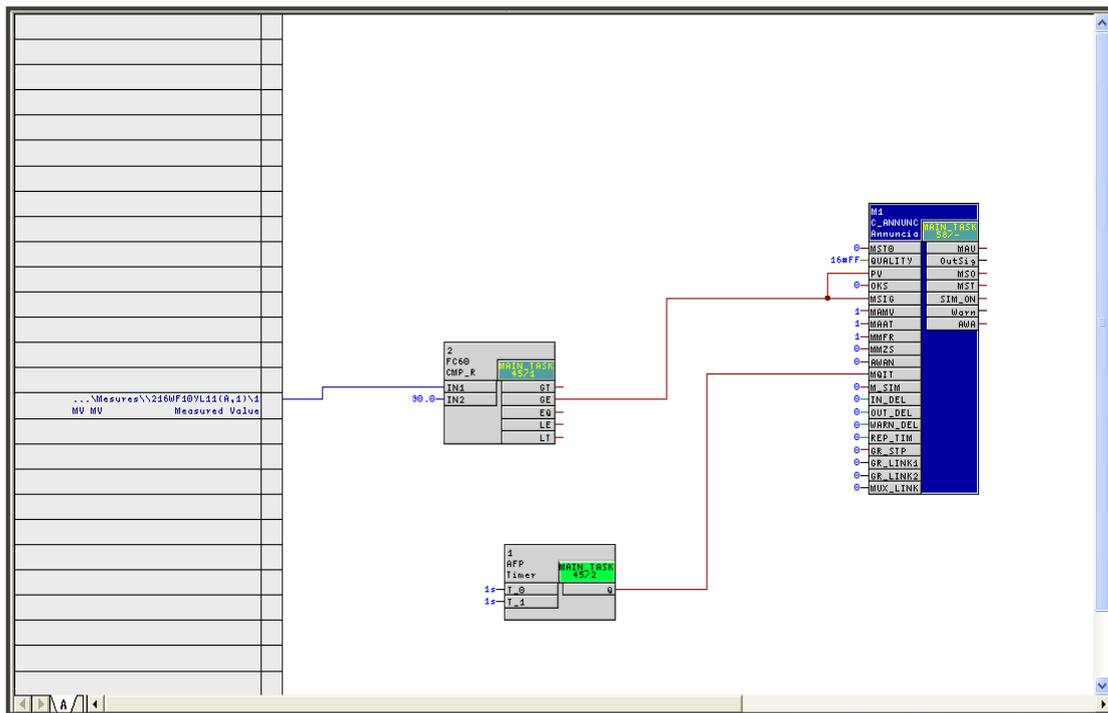


Figure 3.29 : Programmation de C_ANNUNC

3.8.5. CTRL_PID « 216WF10R01 »

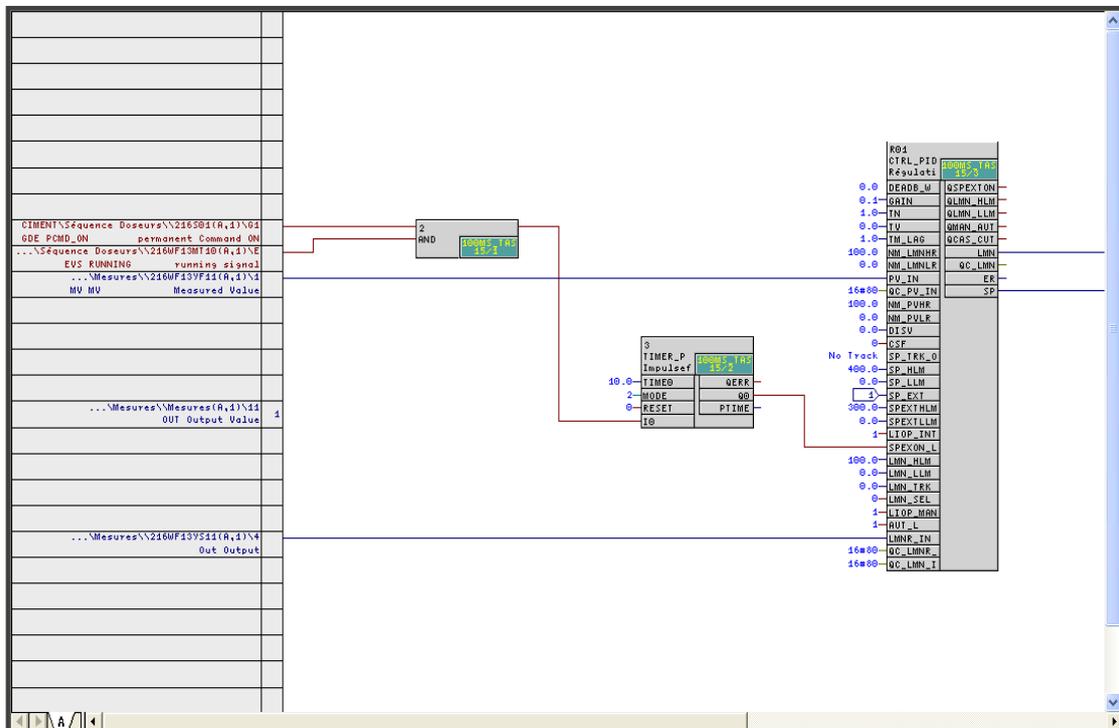


Figure 3.20 : Programmation de CTRL_PID

3.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail la proposition permettant une nouvelle automatisation de la zone Cru du site SCMI. L'automate S7-400, l'ET200M et le logiciel SIMATIC Manager (PCS7) sont utilisés, au lieu de l'automate SCHENCK, pour réaliser la commande des actionneurs dans cette zone.

On a présenté les techniques qui permettent la création d'un projet sous PCS7 avec quelques exemples spécifiques.

Dans le prochain chapitre nous allons faire la supervision de notre système à l'aide de WINCC.

Chapitre 4

La Simulation et la Supervision

4.1. Introduction

La supervision est une technique industrielle de surveillance et de contrôle informatique de processus de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes et retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande et contrôle des processus qui sont généralement confiés à des automates.

Dans ce chapitre, nous expliquons les différentes étapes à suivre pour superviser avec le programme Windows control centre « WINCC » le projet déjà programmé dans le chapitre trois de la gestion de dosage zone Cru.

4.2. Présentation de logiciel de supervision

SIMATIC WinCC est un système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) et interface entre l'homme et la machine développés par Siemens. Le SCADA est utilisé particulièrement dans la surveillance des processus industriels et des infrastructures. Les configurations nécessaires lors de la création d'un nouveau projet sur WINCC sont :

- **Editeur Graphics Designer** : Création des vues.
- **Editeur Picture Tree Manager** : Création des conteneurs dont les vues sont connectées.
- **Editeur de projet OS** : Configuration de l'affichage de l'ensemble du projet.

4.2.1. Editeur Graphics Designer

Le Graphics Designer est un éditeur de création et de dynamisation des vues de processus. Son interface utilisateur se présente ainsi (figure 4.1) :

- Sur la gauche, nous voyons une barre d'outils pour définir les couleurs spécifiques des objets.
- Au milieu se trouve la surface du dessin sur laquelle on insère les objets destinés à la vue de procédure.
- A droite le panneau objets, la bibliothèque des différents objets par défaut proposés par Graphics Designer, et on voit encore une palette de styles qui permettent d'influencer l'apparence d'objets.

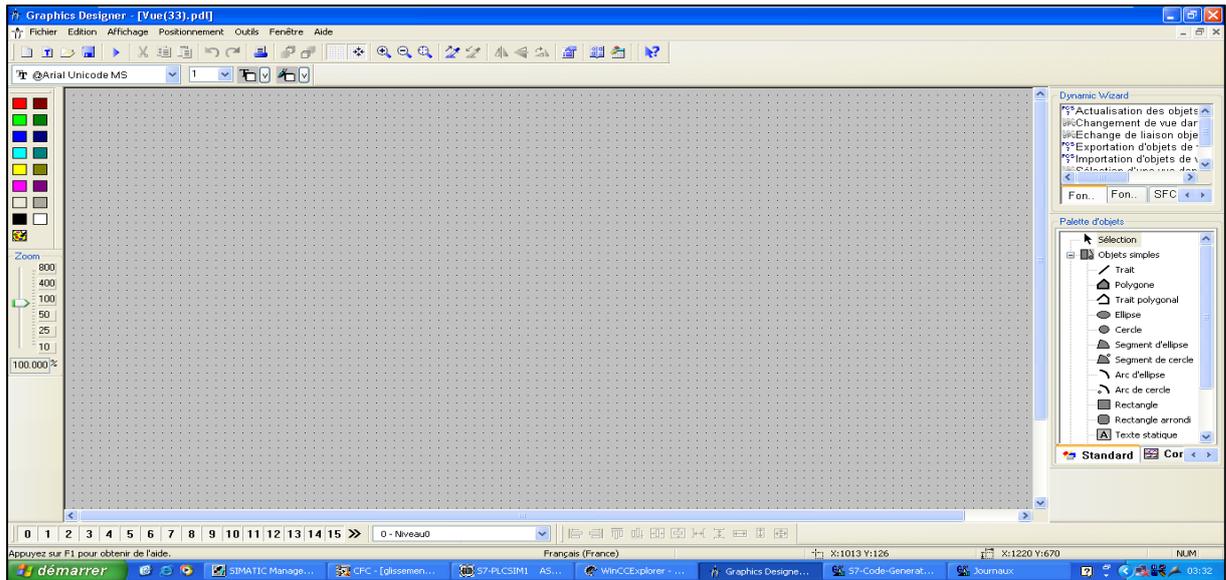


Figure 4.1 : La vue Editeur Graphics Designer

4.2.2. Editeur Picture Tree Manager

L'éditeur "Picture Tree Manager" sert à gérer une hiérarchie d'installations, de parties d'installations et de vues de Graphics Designer (figure 4.2).

Picture Tree Manager met à disposition les fonctions suivantes :

- Création et modification d'une hiérarchie de projet.
- Assistance lors de la définition d'installations et d'unités.
- Prise en charge lors de l'affectation de vues à ces installations. Il crée une hiérarchie des vues créées sous Graphics Designer.
- Prise en charge de l'ouverture de vue au runtime par navigation dans l'arborescence hiérarchique.

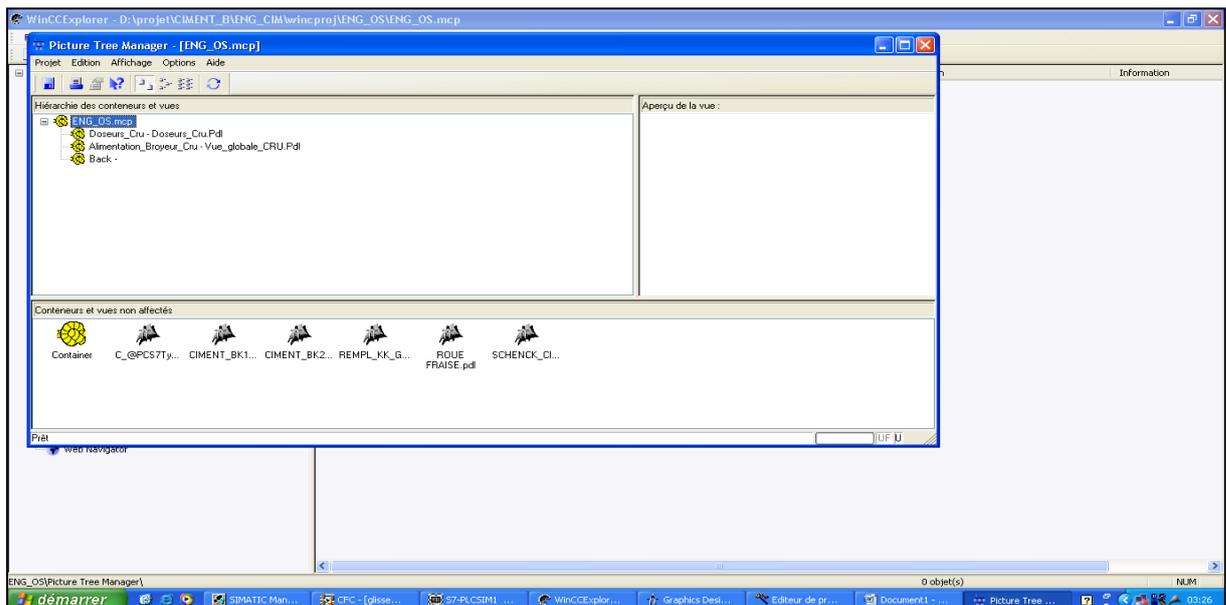


Figure 4.2 : La vue Editeur Picture Tree Manager

4.2.3. Editeur de projet OS

L'éditeur de projet OS permet de configurer le système runtime et le système d'alarmes d'un projet PCS7. Vous pouvez par exemple modifier le nombre et la disposition des fenêtres du runtime ou affecter à une zone le contrôle d'autorisation d'alarmes sans mention de zone (figure 4.3).

L'éditeur de projet OS ajoute des vues, actions de script et variables préconfigurées au projet PCS7. Il définit de plus les paramètres typiques à un projet PCS7.

Lors de l'exécution de l'éditeur de projet OS, les tâches suivantes sont effectuées :

- Création des classes d'alarmes PCS7 et des types d'alarme.
- Création des blocs d'alarmes.
- Création des alarmes PCS7.
- Configuration de la liste de démarrage et de la vue d'accueil.
- Copie des assistants de dynamisation et des actions.
- Création de variables pour la commande du comportement au runtime.
- Copie de mises en page d'écran.
- Création du fichier de configuration runtime.

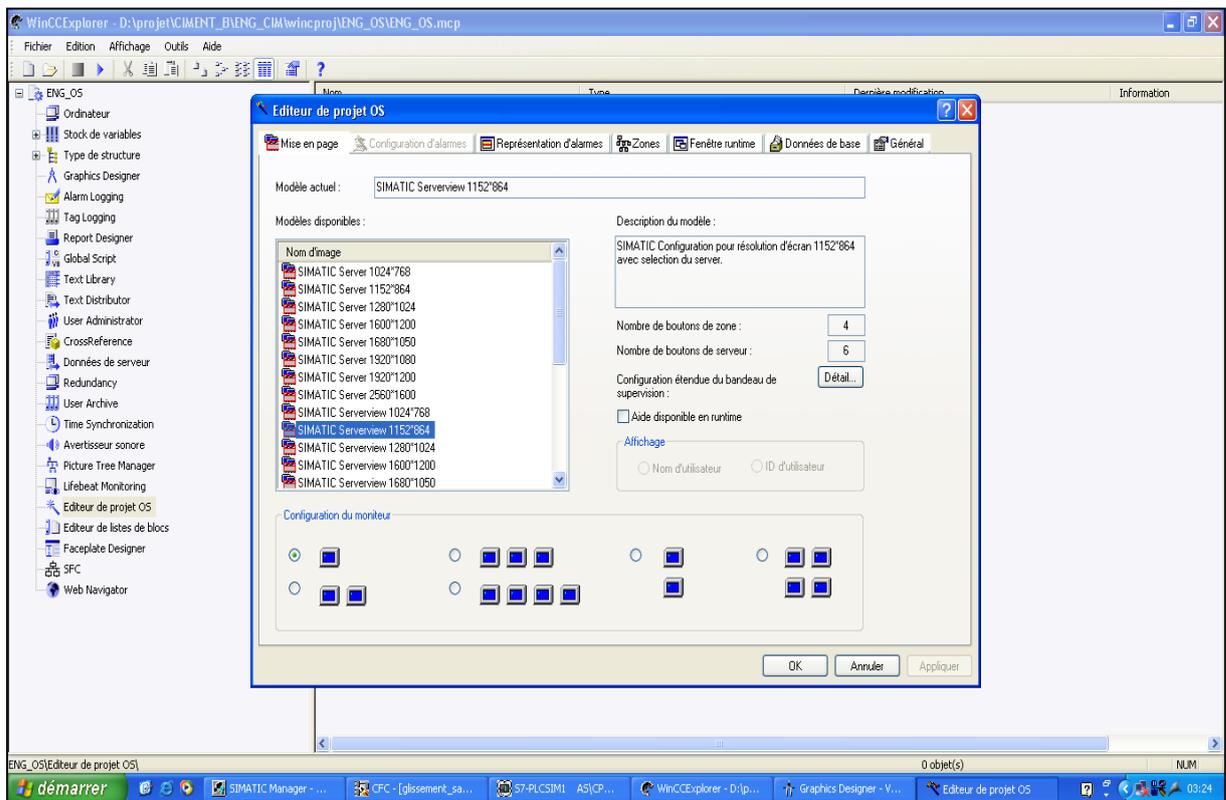


Figure 4.3 : La vue Editeur le projet OS

4.3. Création d'un nouveau projet

Les étapes de création d'un projet :

- 1) La création de la vue dans la vue des composants par clique avec bouton droit sur ENG_OS après insérer un nouvel objet après vue et saisies le nom (figure 4.4).

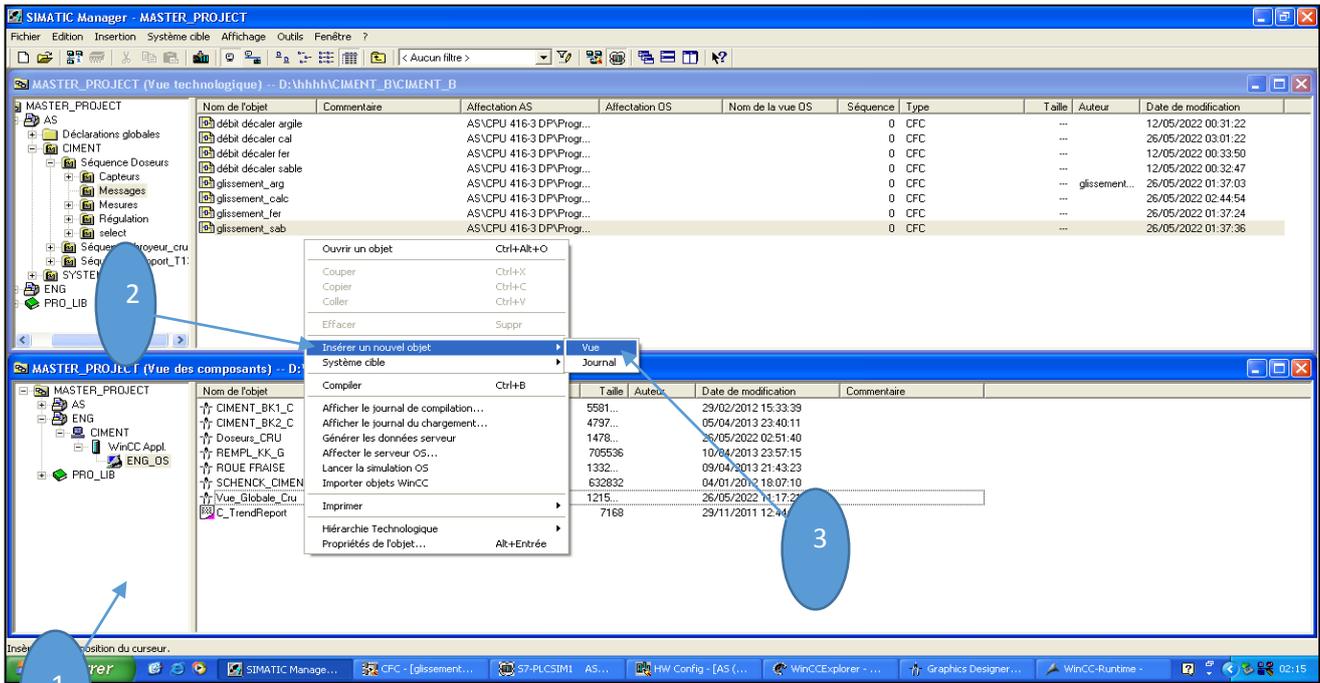


Figure 4.4 : Création de vue graphics designer

- 2) On ouvre la vue qui est déjà créé. Pour apporter des symboles dynamiques on ouvre le fichier PCS typical en sélectionnant le dossier jaune sur la barre d'outils en haut (figure 4.5).

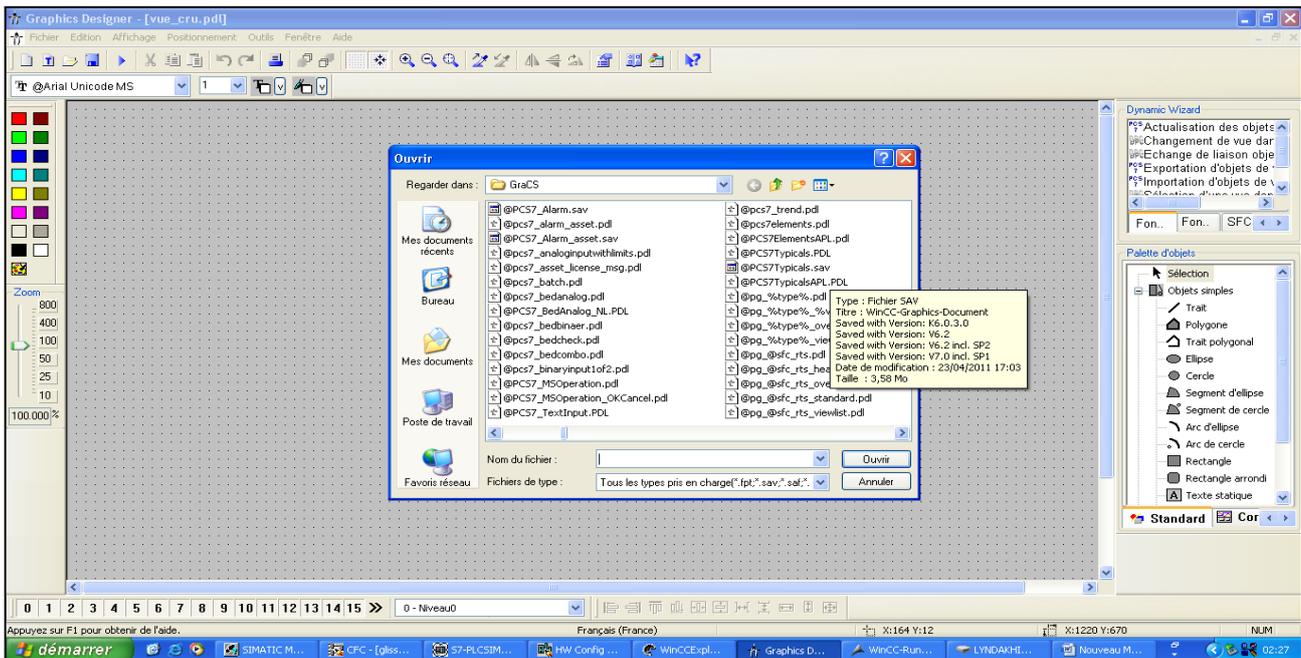


Figure 4.5 : L'ouverture de fichier PCS7 typical

3) On copie les symboles dont on a besoin et on les colle dans la vue (figure 4.6).

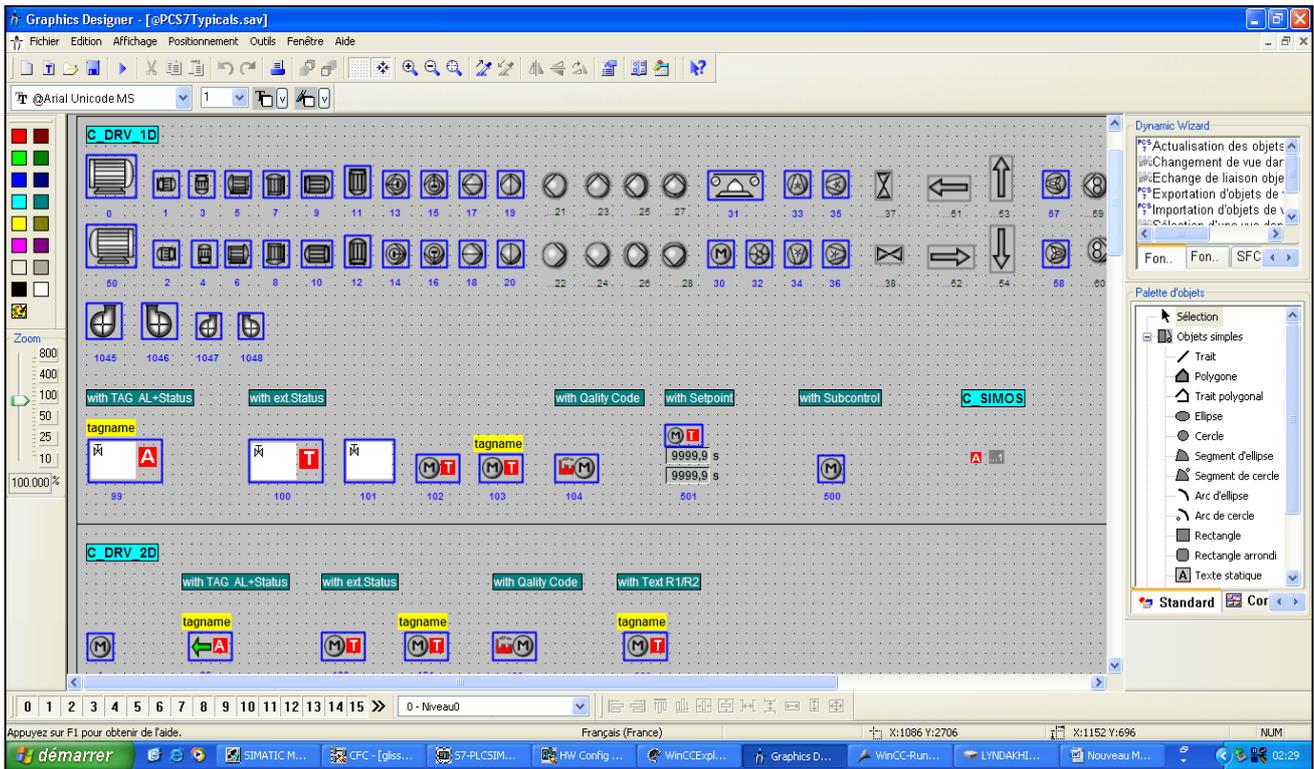


Figure 4.6 : La vue bibliographique PCS7 typical

4) Pour relier les symboles avec leur variable dans les blocs de CFC on clique sur « Dynamic wizard » après on sélectionne le symbole et ensuite « Relier un prototype à une structure ou renommer le lien » et mettre le tag de la variable et à la fin on valide par terminer (figure 4.7).

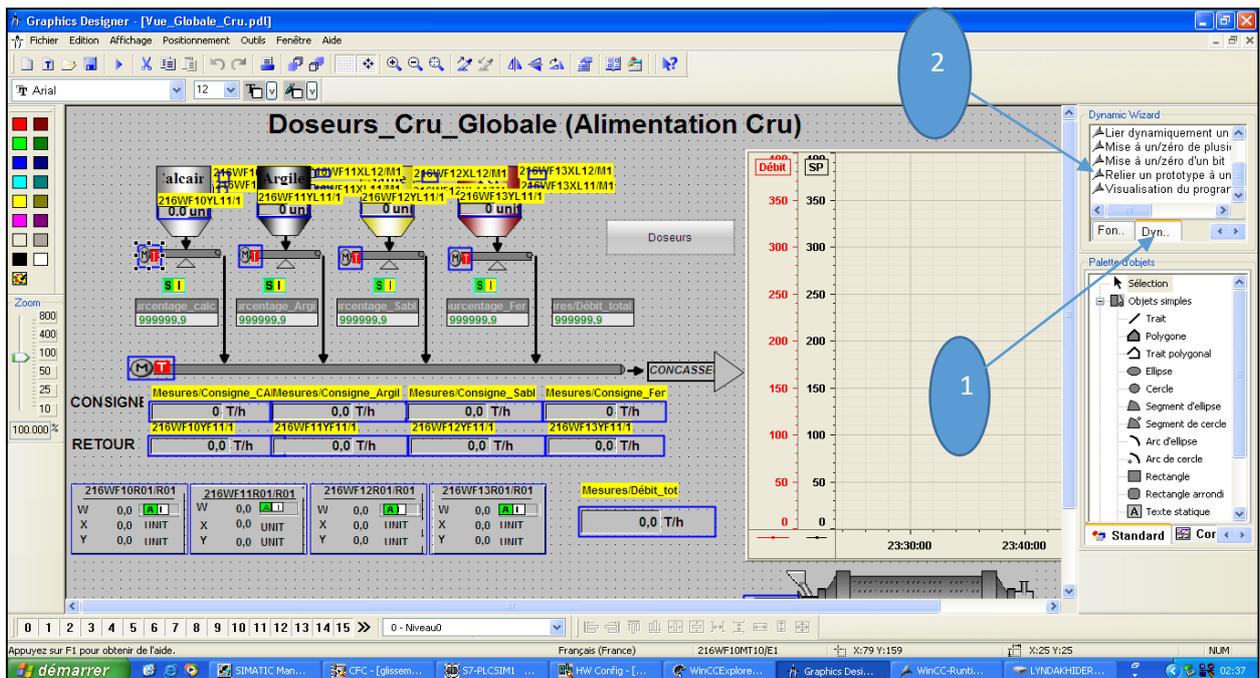


Figure 4.7 : La liaison

- 5) On enregistre le travail fait avant de quitter.
On crée deux vues pour la supervision de notre projet :

➤ Vue global cru

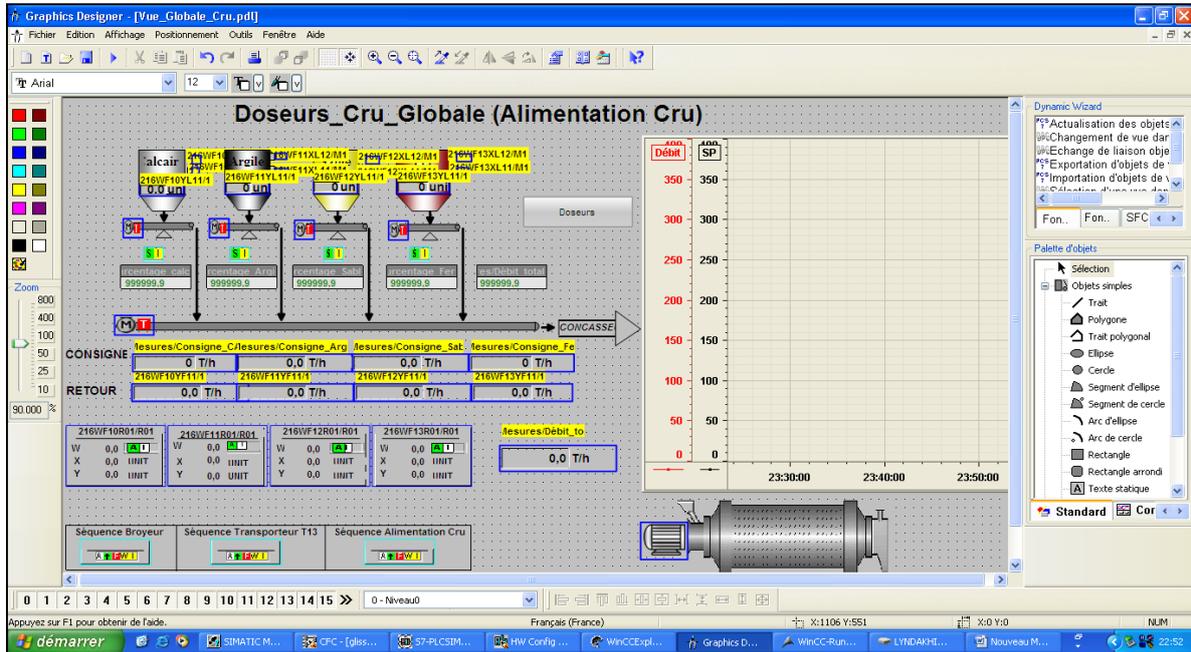


Figure4.8 : Vue doseur cru global (Alimentation Cru)

➤ Vue doseur cru

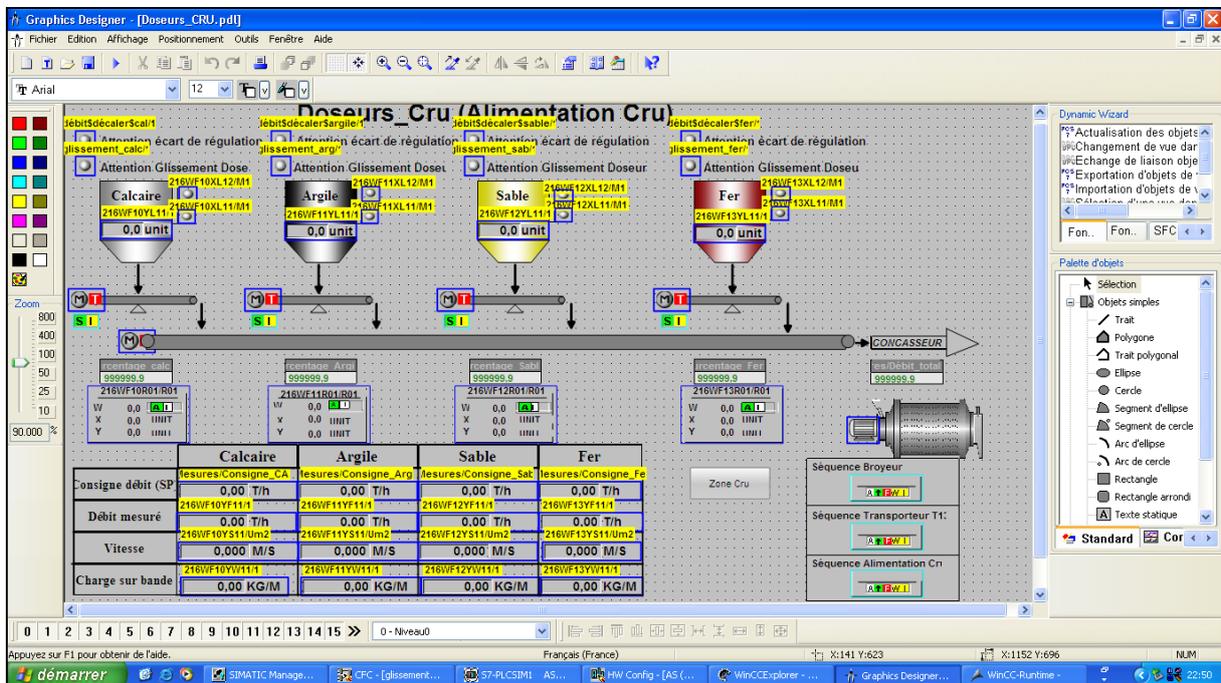


Figure 4.9 : Vue doseur cru

- 6) Au niveau de WINCC Explorer on clique sur Picture Tree Manager, une fenêtre s’ouvre. Au niveau de la hiérarchie et conteneur des vues on crée deux nouveaux conteneurs nommés

(Alimentation Broyeur Cru vue globale & doseur Cru) afin de coller les deux vues créées précédemment. On enregistre le travail fait et on quitte (figure 4.10).

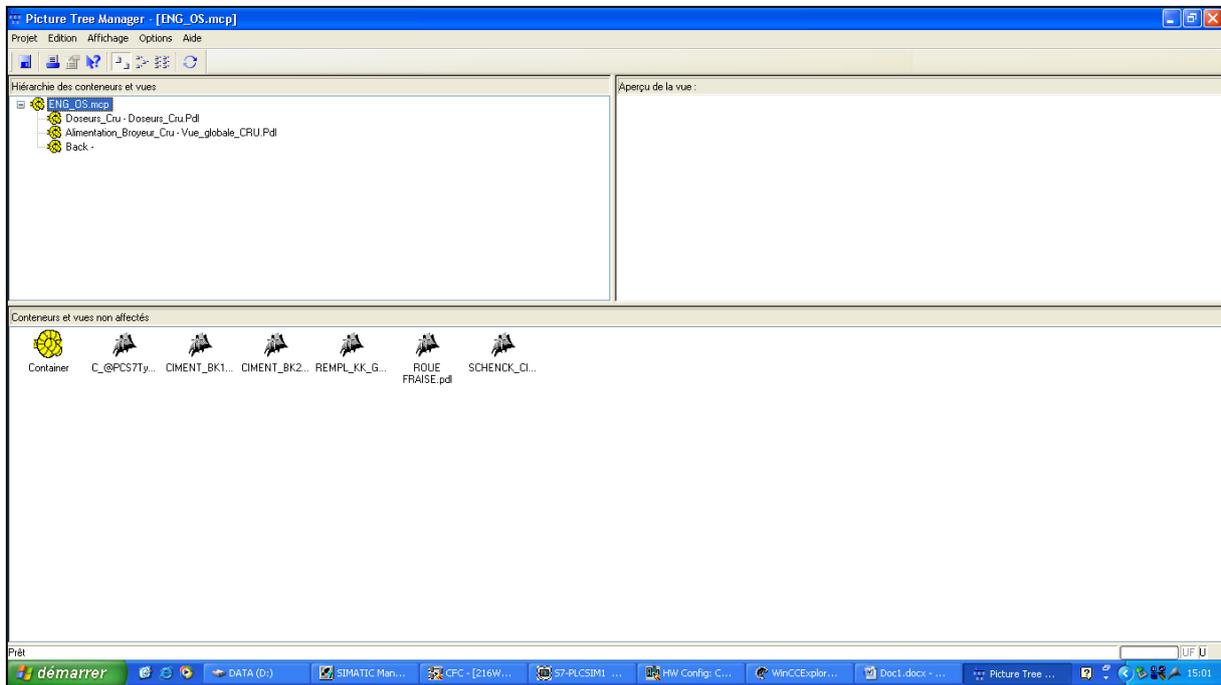


Figure 4.10 : Vue Picture Tree Manager

- 7) Toujours au niveau de WINCC Explorer on clique sur Editeur de projet OS, une fenêtre s’ouvre on sélectionne la fenêtre Mise en page pour le choix de la résolution de l’écran, et on clique sur détail pur définir le nombre des conteneurs à afficher sur supervision. On enregistre et on quitte (figure 4.11).

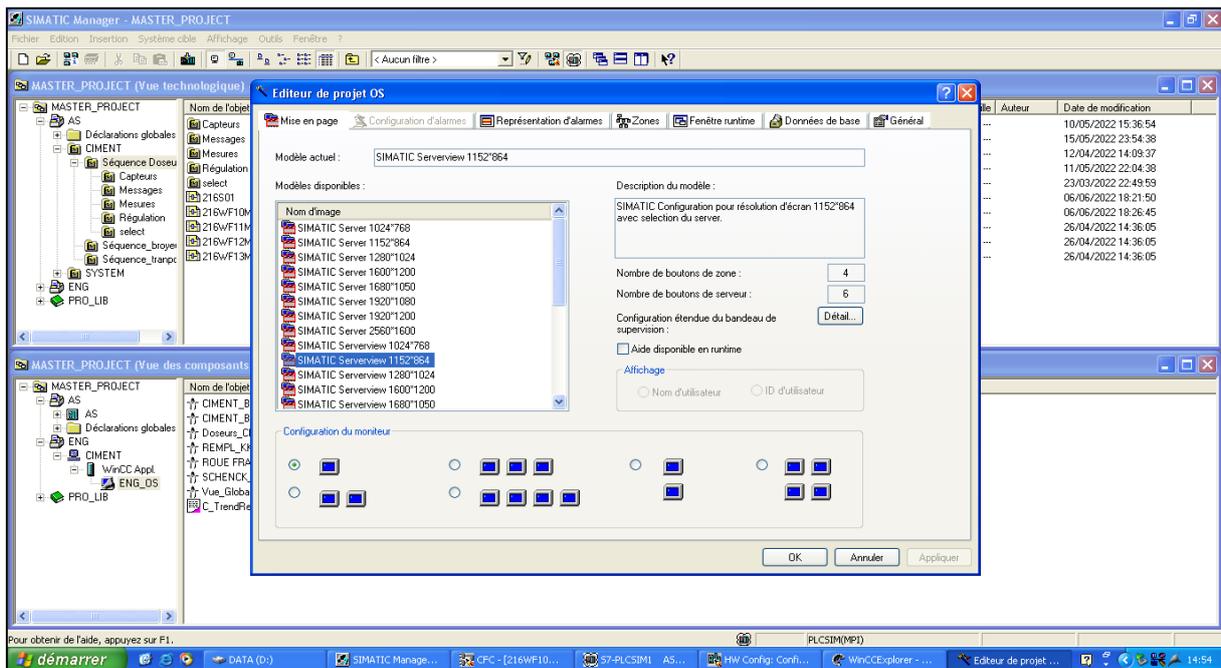


Figure 4.11 : Vue Editeur de projet OS

4.4. Simulation

La simulation est un outil utilisé dans la recherche et le développement, elle permet d'étudier les réactions d'un système à diverses contraintes en dispensant de l'expérimentation.

4.4.1. Simulation avec PLCSIM

Le simulateur de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester le programme dans un automate programmable virtuel que nous simulons dans l'ordinateur. La liaison avec des matériaux S7 n'est pas obligatoire car la simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel PCS7.

S7-PLCSIM contient une interface simple qui permet de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés (activer ou désactiver des entrées) (figure 4.12).

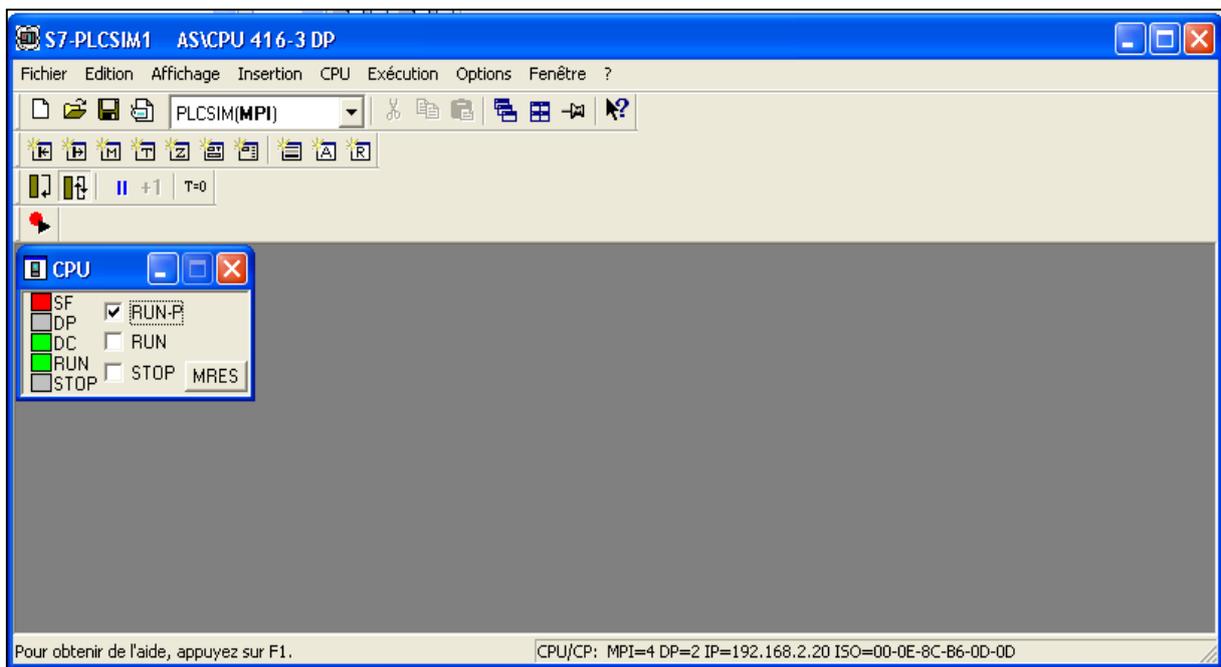


Figure 4.12 : Interface de simulation PLCSIM

4.4.2. RUNTIME

Une fois le projet est créé et sa configuration est terminée, on lance la simulation en appuyant sur le triangle bleu dans la fenêtre de WINCC Explorer (figure 4.13).

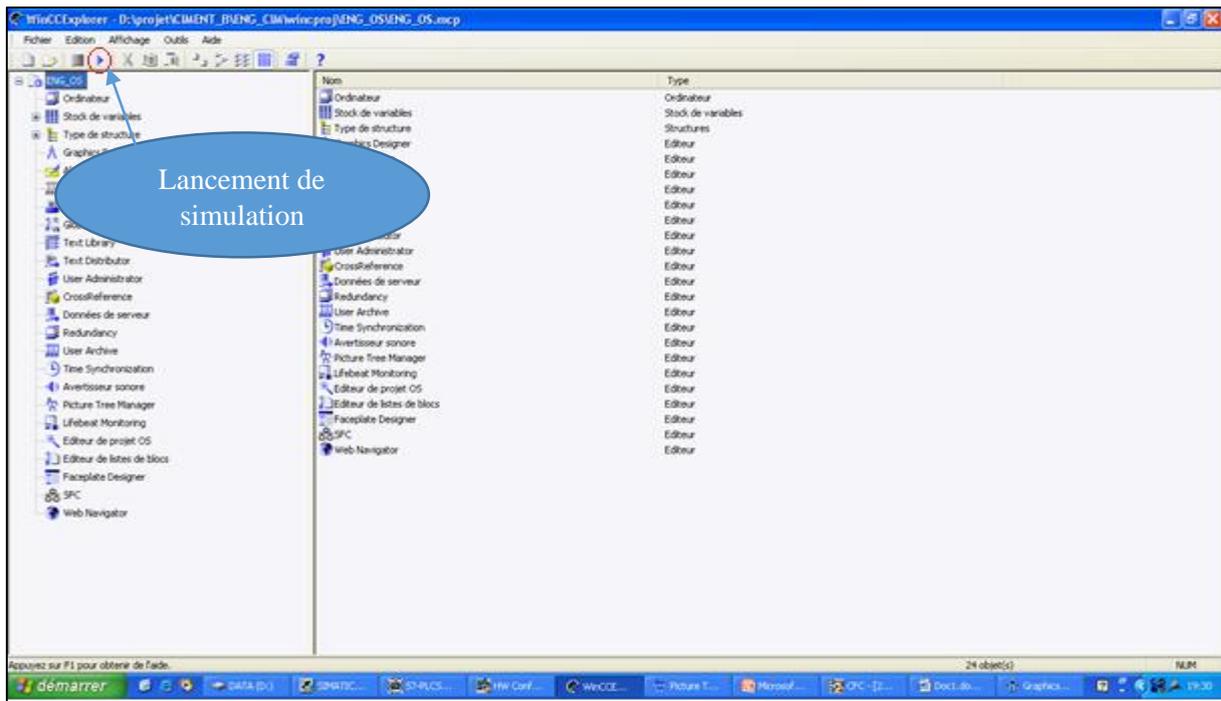


Figure 4.13 : Lancement de simulation

Affichage des blocs en Runtime

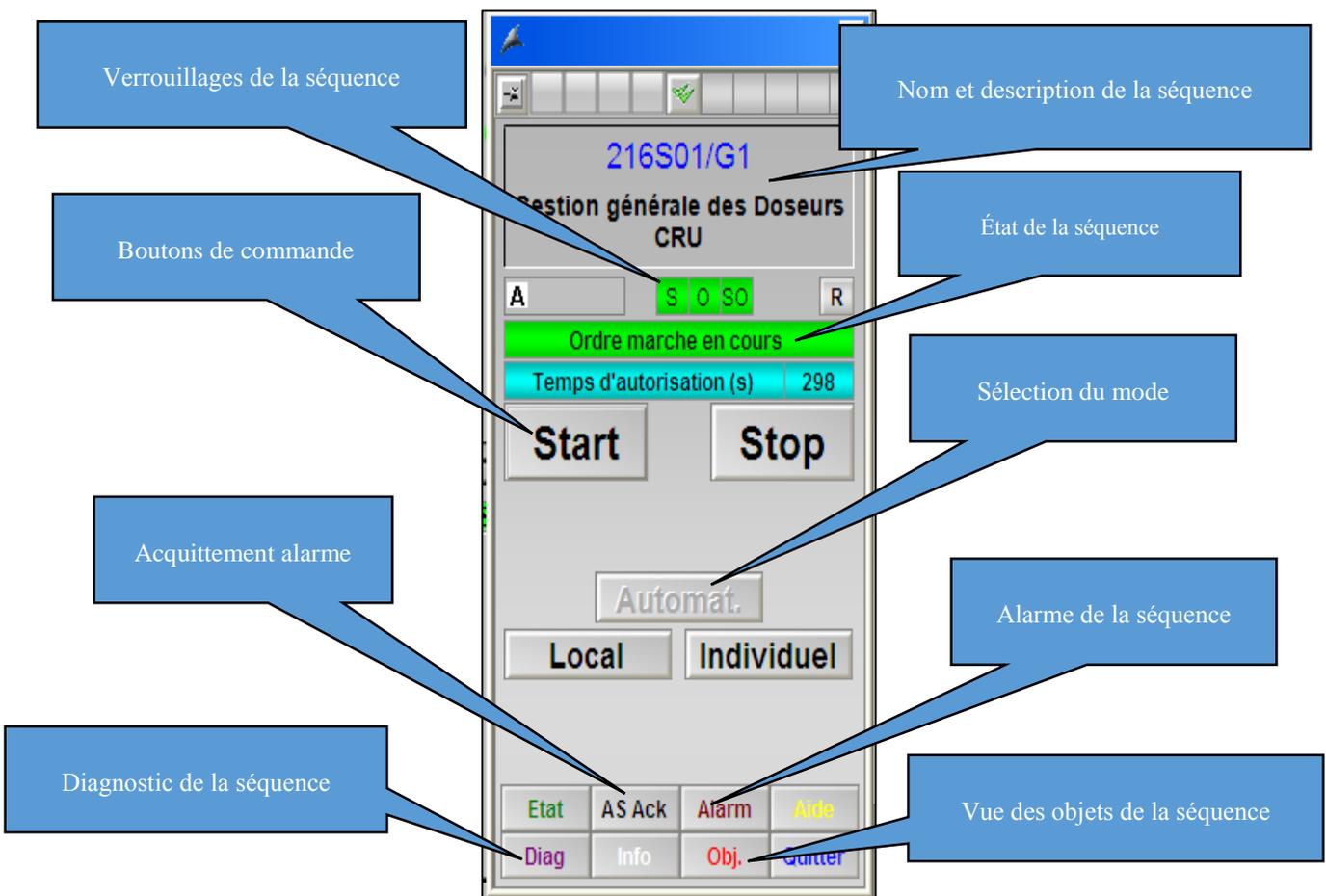


Figure 4.14 : Face avant d'un groupe

État de séquence :

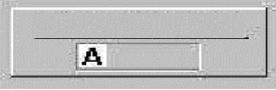
	Séquence en mode automatique est arrêtée sans défaut ou verrouillage
	Séquence en train de démarrer en mode automatique.
	Séquence en train de s'arrêter en mode automatique.

Tableau 4.1 : État de la séquence

Mode de fonctionnement

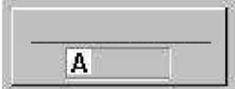
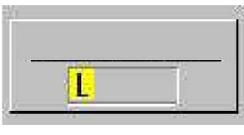
le mode	Symbole	Description
Automatique		Les consommateurs sont contrôlés par séquençage. Tous les verrouillages sont pris en compte.
Individuel		Il correspond à un mode individuel pour chaque consommateur. Les verrouillages de démarrage, permanents et de sécurité sont pris en compte. Le passage en mode "Single" se fait via l'interface de groupe afin que tous les consommateurs soient placés dans ce mode simultanément. Chaque consommateur est lancé à travers sa propre interface.
Local		Seuls les contacts de sécurité sont pris en compte dans ce mode. Le passage en mode "local" se fait via l'interface de groupe afin que tous les consommateurs soient placés dans ce mode simultanément. Chaque consommateur est actionné grâce à son boîtier de contrôle sur le terrain.

Tableau 4.2 : mode de fonctionnement

Moteur

	Moteur en marche.
	Moteur à l'arrêt.
	Moteur en défaut, un acquittement est nécessaire si l'objet est clignotant.

Tableau 4.3 : État du moteur

Mesure

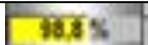
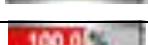
	Valeur de la mesure, aucun défaut n'est présent.
	Un seuil d'alarme a été atteint.
	Un seuil d'avertissement a été atteint.

Tableau 4.4 : État de la mesure

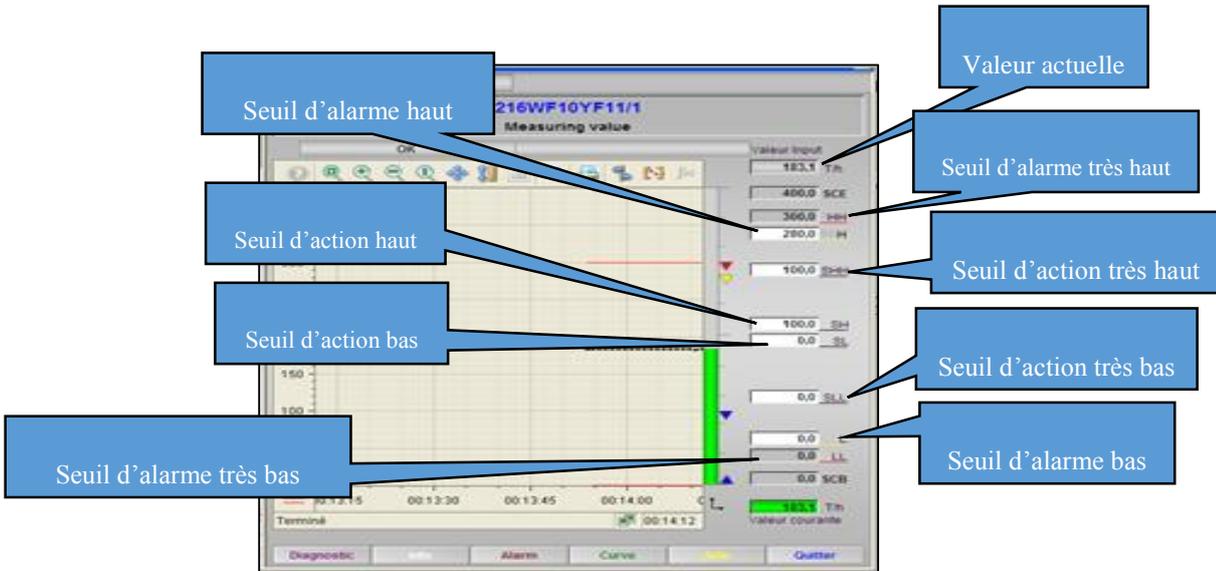


Figure 4.15 : Face avant de mesure

Sélect

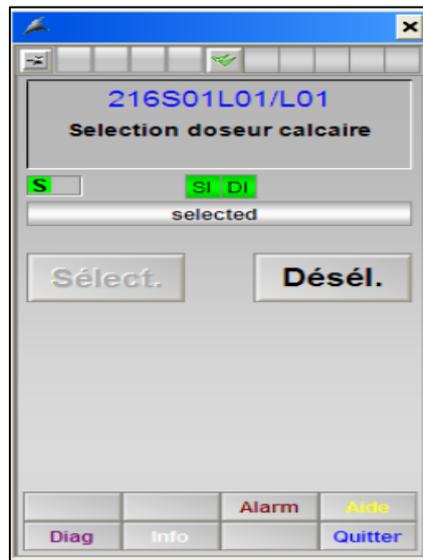


Figure 4.16 : Face avant d'un groupe Sélection

	Etat sélectionné
	Etat désélectionné

Tableau 4.5 : État du Sélection

Annonce

	Aucun défaut n'est présent.
	Un défaut est présent. Si l'objet clignotant, un acquittement est nécessaire.

Tableau 4.6 : État du Annonce

4.4.3. Paramètre de régulateur PID

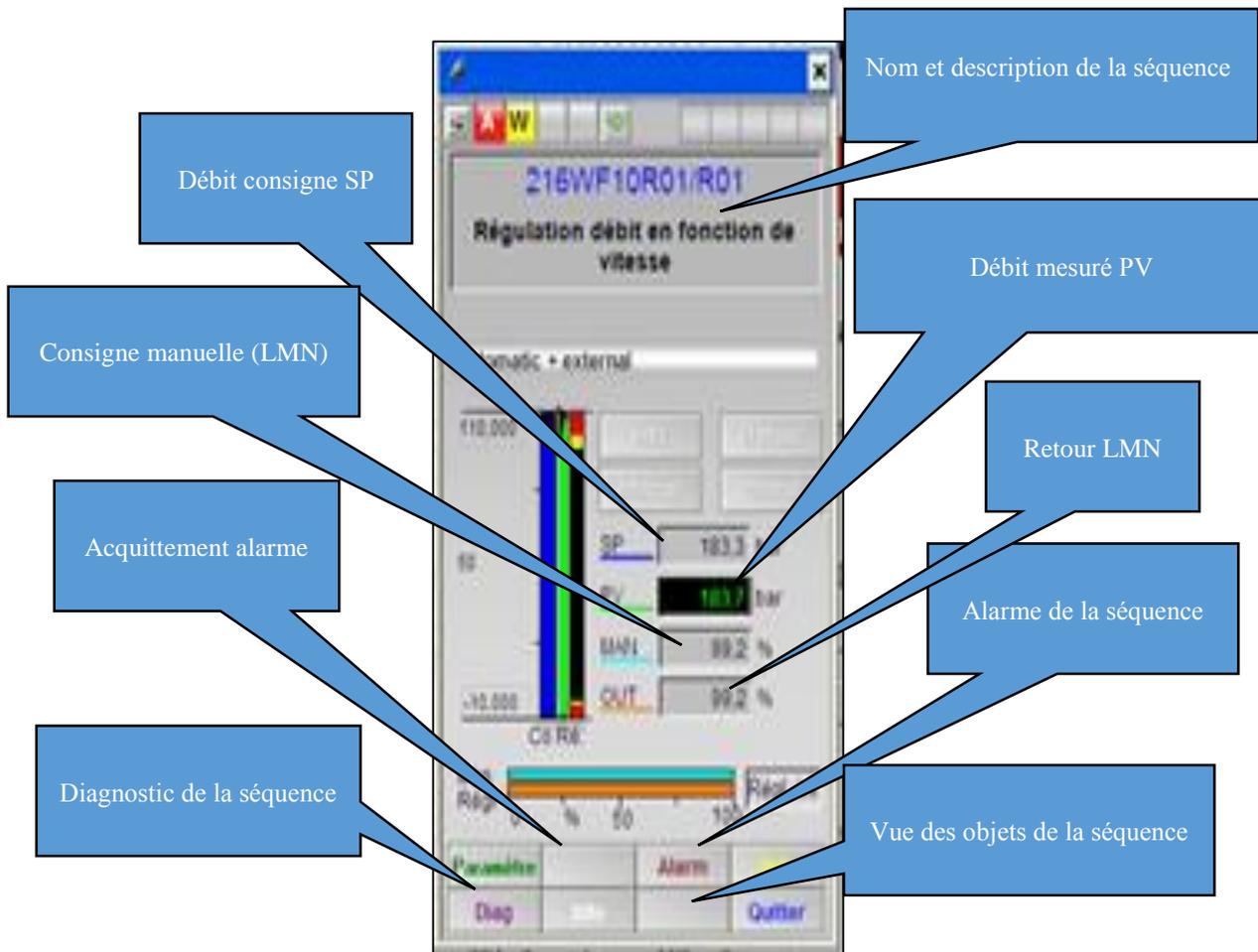


Figure 4.17 : Face avant d'un régulateur PID

4.4.4. La simulation de notre projet

La simulation sera faite pour un débit total de 250T/h et selon le dosage (73.3% Calcaire, 22.5% Argile, 2.2% Sable et 2% Fer).

Les vues avant le démarrage

- 1) Toutes les mesures (débit mesurée, vitesse et charge sur bande) égalent à 0, pas de défauts écart de régulation et glissement, les moteurs et toutes les séquences sont à l'arrêt.

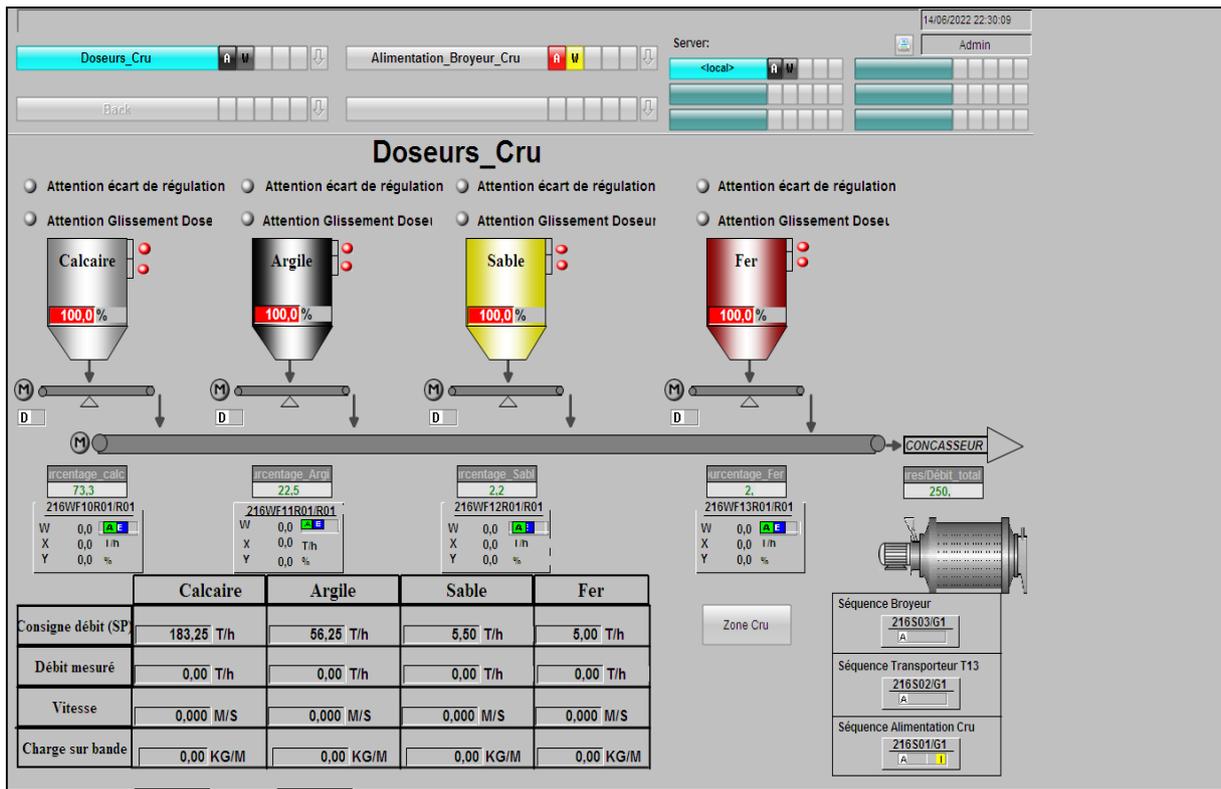


Figure 4.18 : La vue global en arrêt

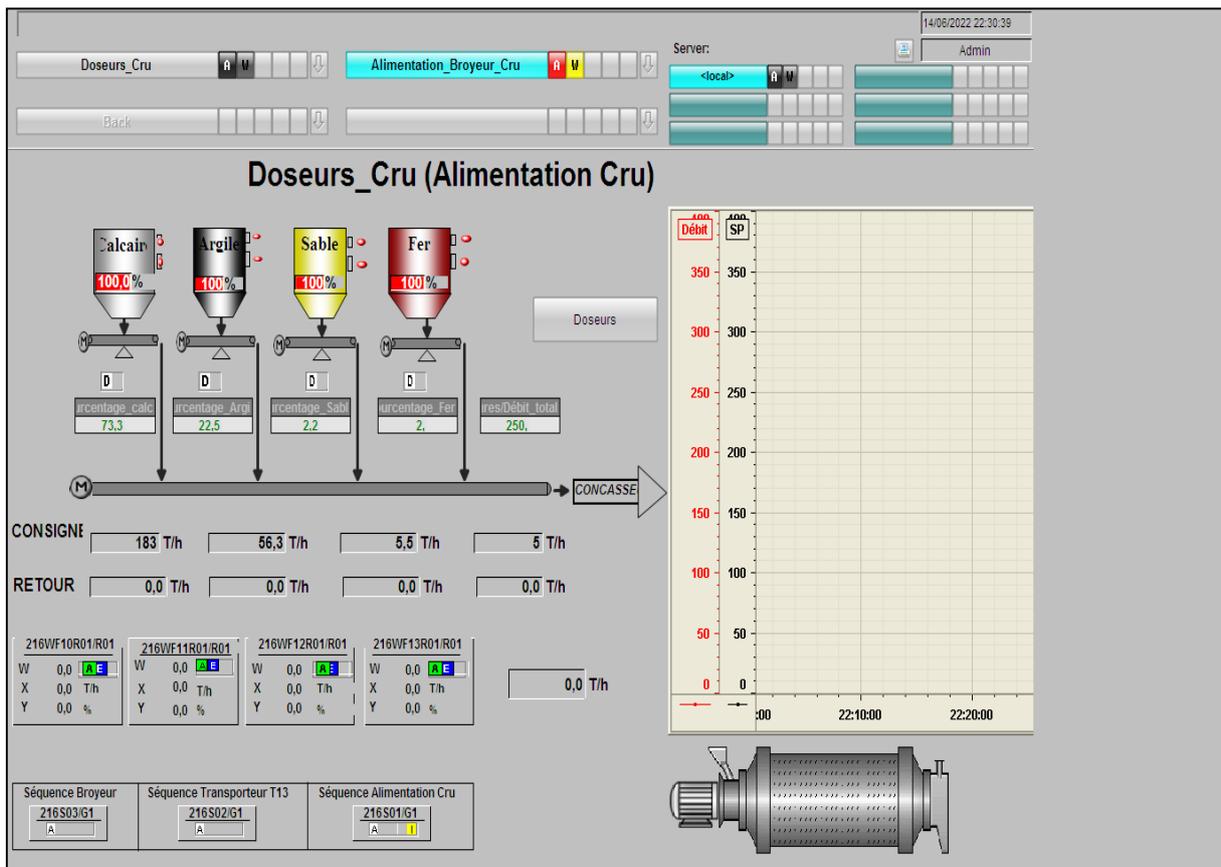


Figure 4.19 : La vue doseur en arrêt

2) Pour sélectionner le doseur on clique sur le bouton « sélection » (figure 4.19).

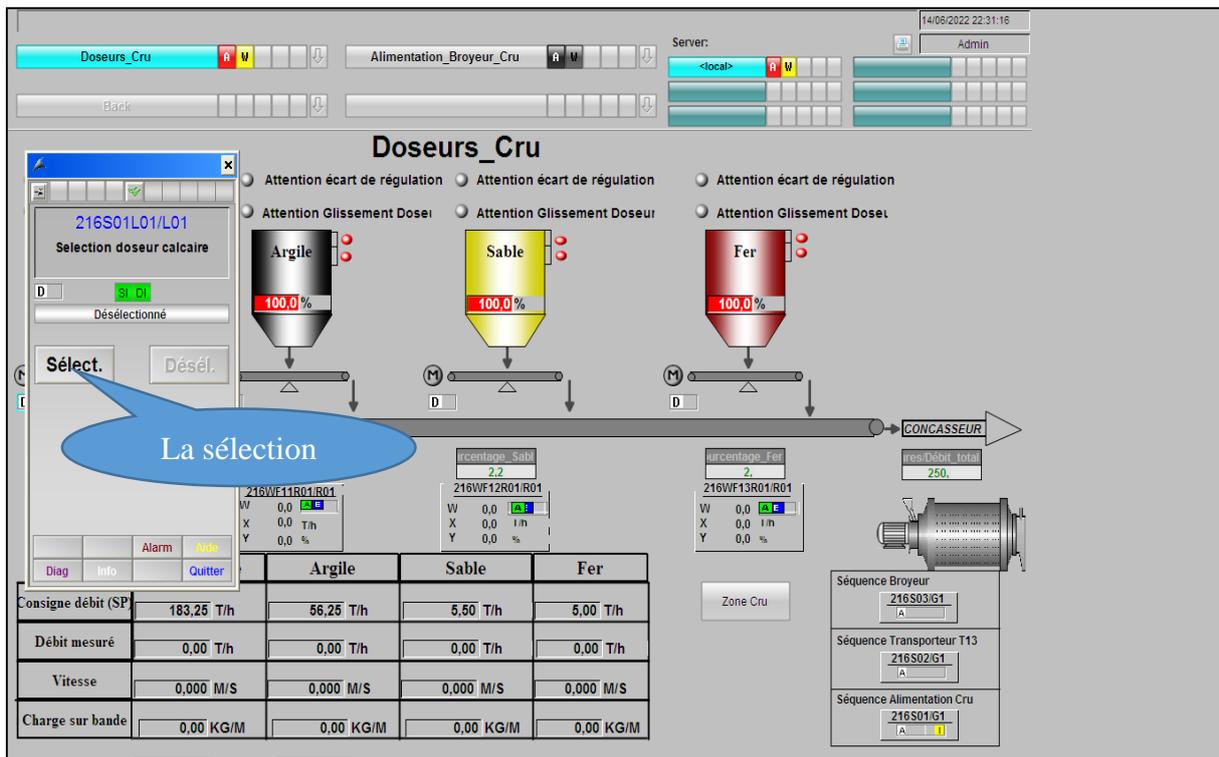


Figure 4.20 : La sélection de doseur

3) Après la sélection de quatre doseurs :

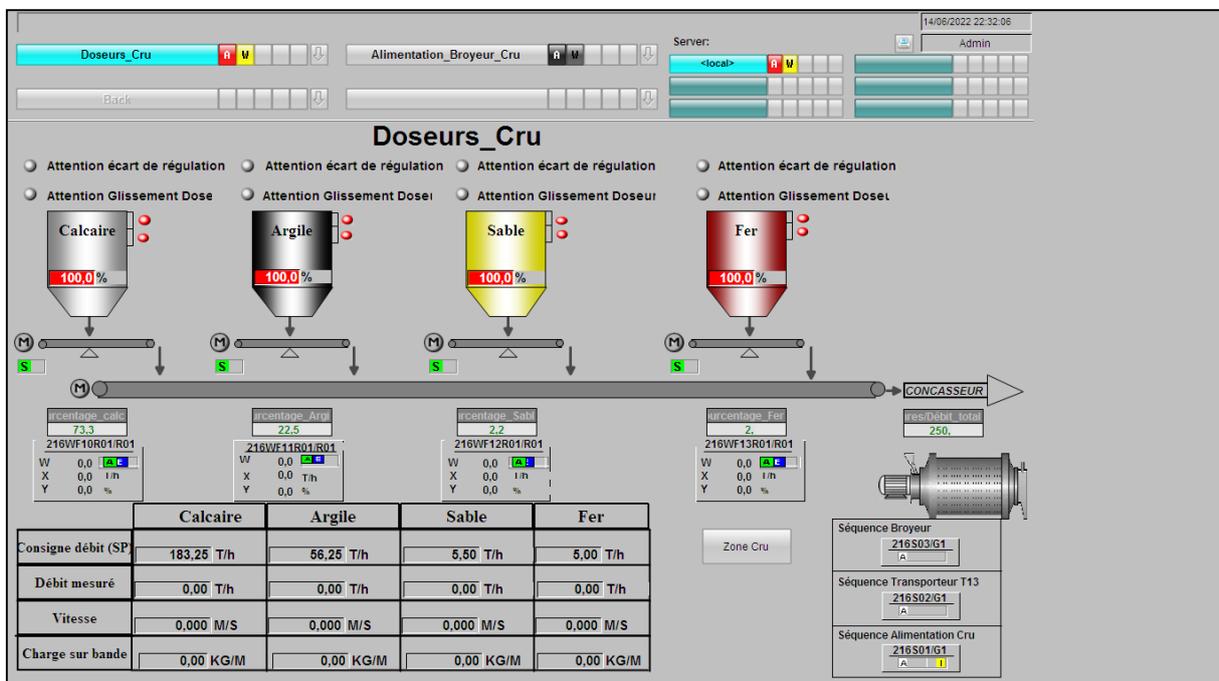


Figure 4.21 : La sélection de quatre doseurs

4) On démarre les séquences broyeur Cru (figure 4.21) et transporteur T13 par le bouton «Start » (figure 4.22) puis on démarre la séquence alimentation cru (le démarrage de la séquence Alimentation Cru est conditionné par la marche du transporteur T13 et le broyeur).

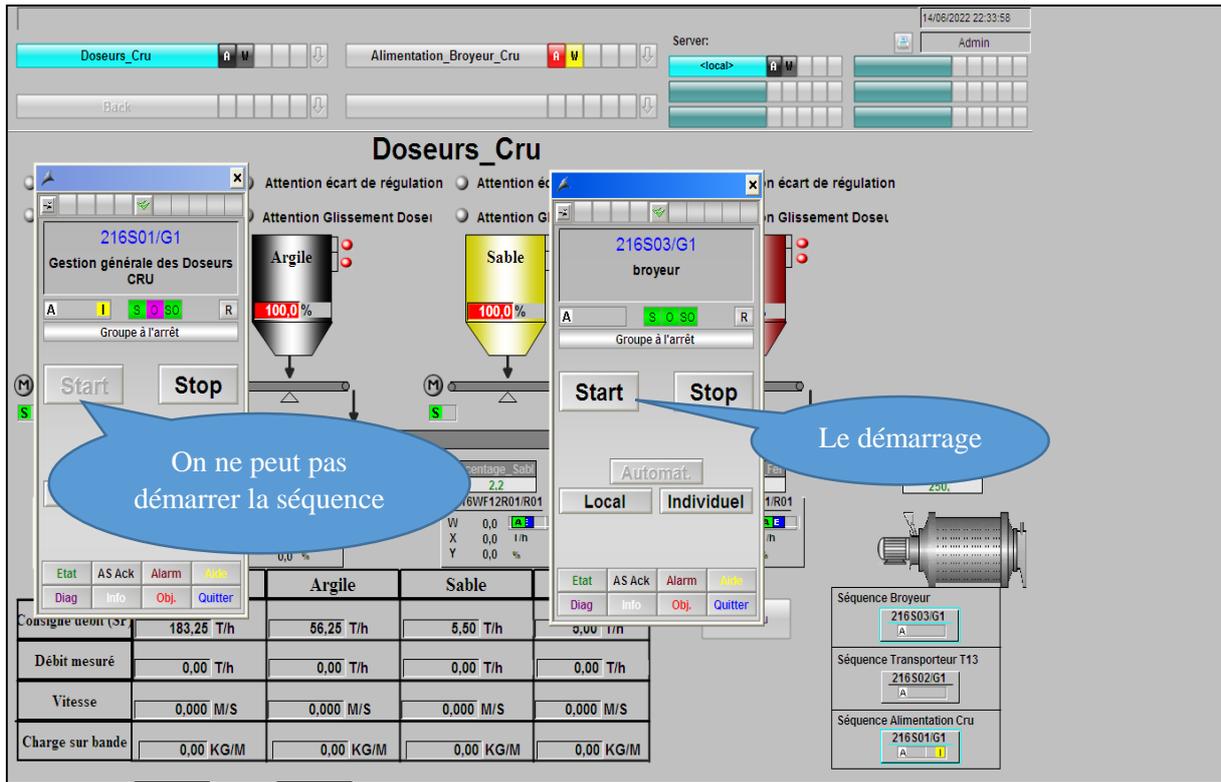


Figure 4.22 : Le démarrage de séquence Broyeur

Le broyeur est démarré.

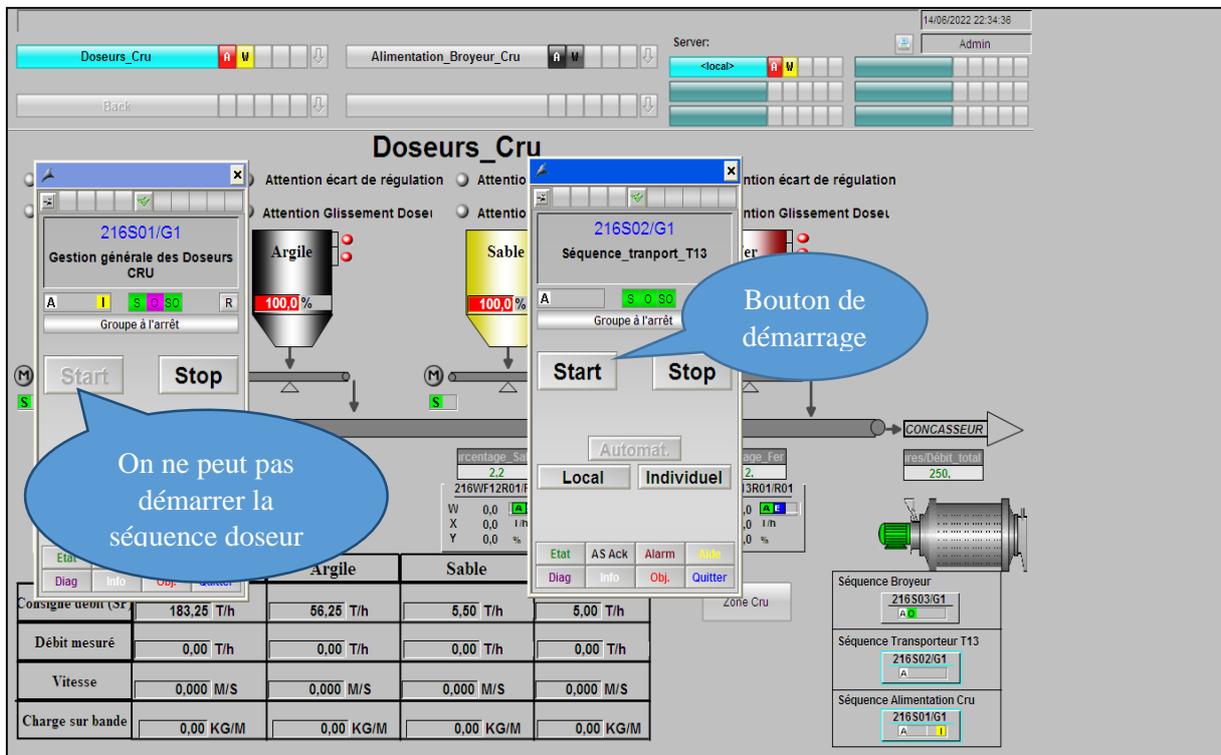


Figure 4.23 : Le démarrage de séquence Transporteur T13

Le transporteur T13 est démarré.

5) Dès que les deux séquences sont démarré le bouton marche de la séquence Alimentation Cru se libère et on peut maintenant la démarrer (figure 4.23).

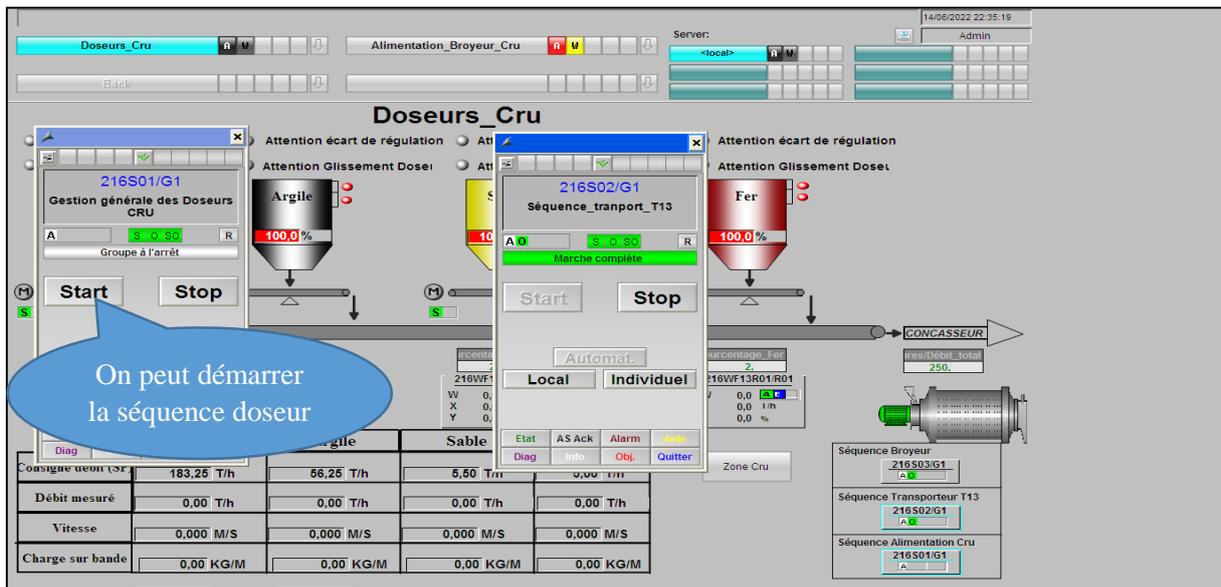


Figure 4.24 : Le démarrage de doseurs

Les quatre variateurs des moteurs tapis doseurs reçoivent la commande de marche du groupe et les consignes de vitesse envoyées dès la libération des consignes débits des quatre matières. Les quatre matières sont maintenant dosées et les mesures de débit, charge sur bande et la vitesse seront variées. On voit bien la mesure du débit qui suit la consigne envoyées.

La vue globale après le démarrage total :

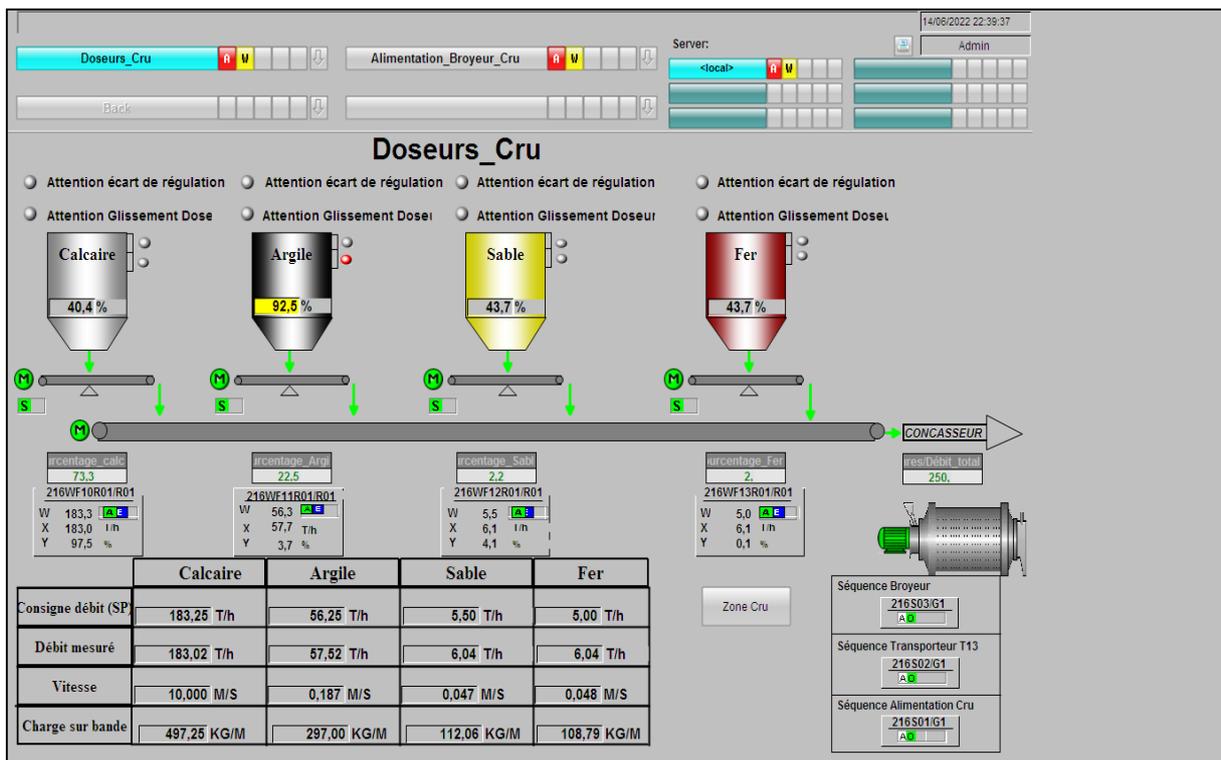


Figure 4.25 : La vue globale en marche

La vue doseur après le démarrage total :

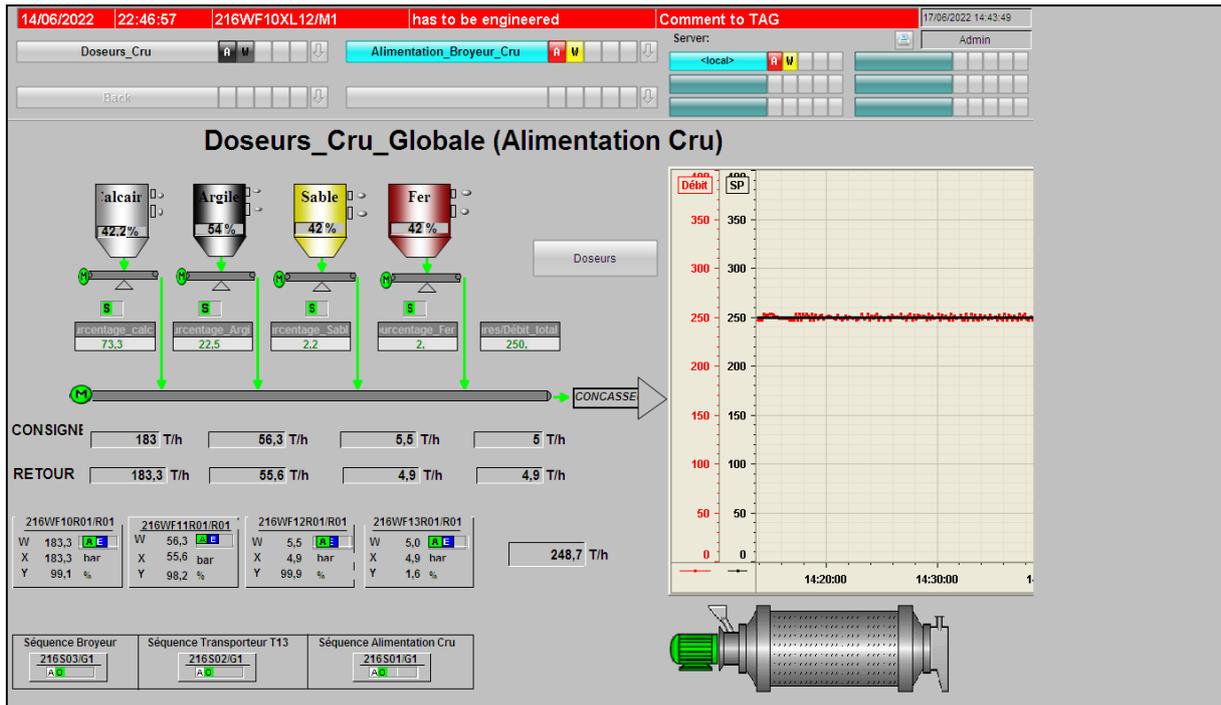


Figure 4.26 : La vue doseur en marche

4.5.5. Les défauts possibles

a) La désélection d'un doseur

Quand on désélectionne un doseur par le bouton « désel » tout le système sera arrêté (on ne peut pas démarrer un doseur sans les autres ou le contraire sinon on va perturber le dosage) (figure 4.26).

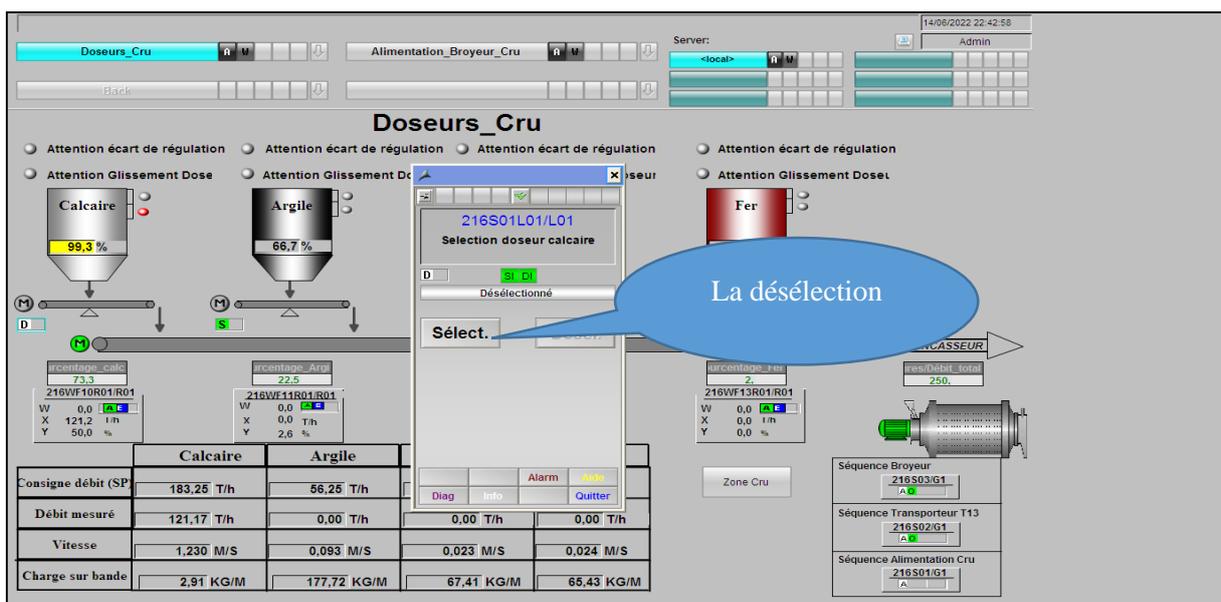


Figure 4.27 : La désélection d'un doseur

b) Arrêt de T13

Quand on arrête le transporteur T13 les doseurs seront arrêtés automatiquement (figure 4.27).

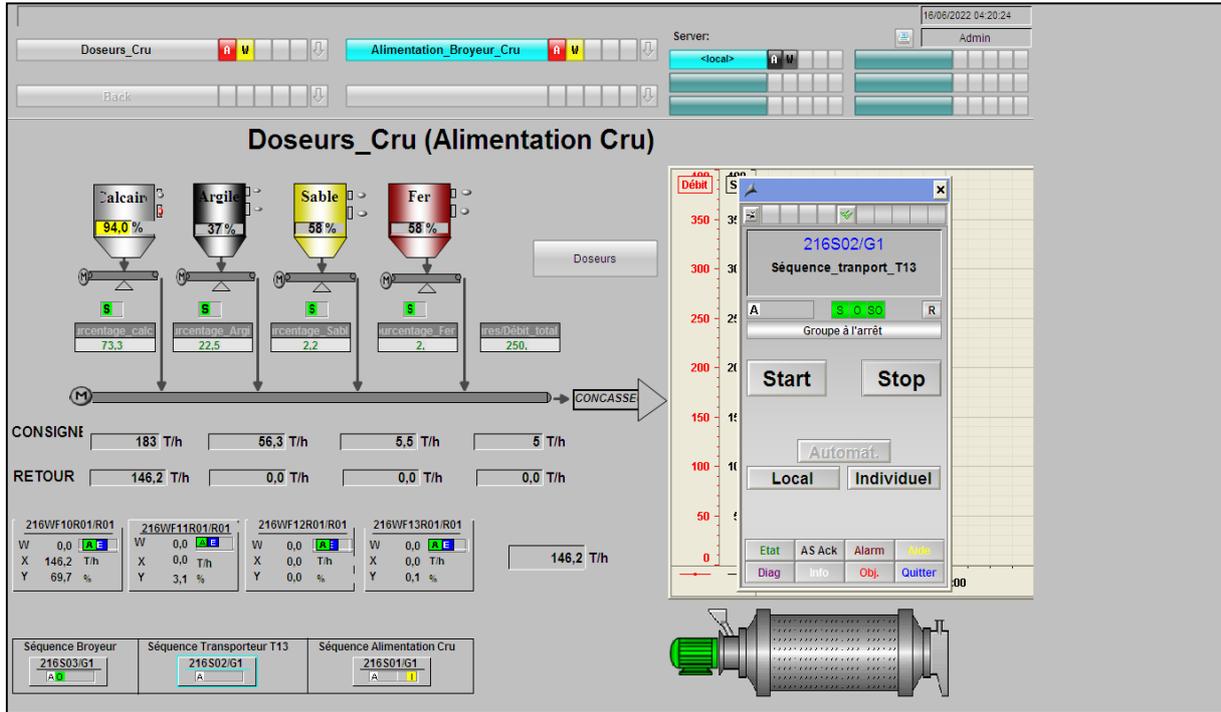


Figure 4.28 : Problème d'arrêté le transporteur T13

c) Ecart de régulation débit

Quand la différence entre la consigne débit et le débit mesuré est plus grande que 5T/h pendant 10s, le message « attention écart de régulation » clignote en rouge (figure 4.28).

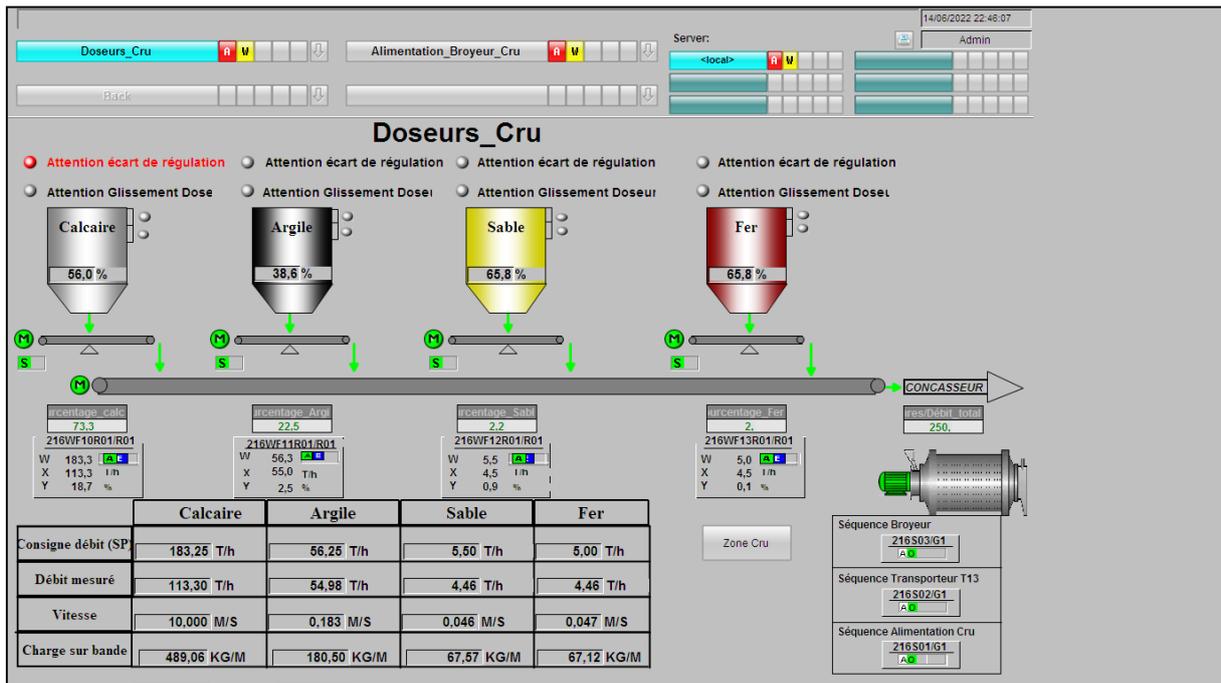


Figure 4.29 : Problème d'écart de régulation

d) Glissement de tapie

Quand la charge sur bande est fixe plus de 5s c'est à dire le tapis doseur se glisse le message « attention glissement Doseur » clignote en rouge (figure 4.29).

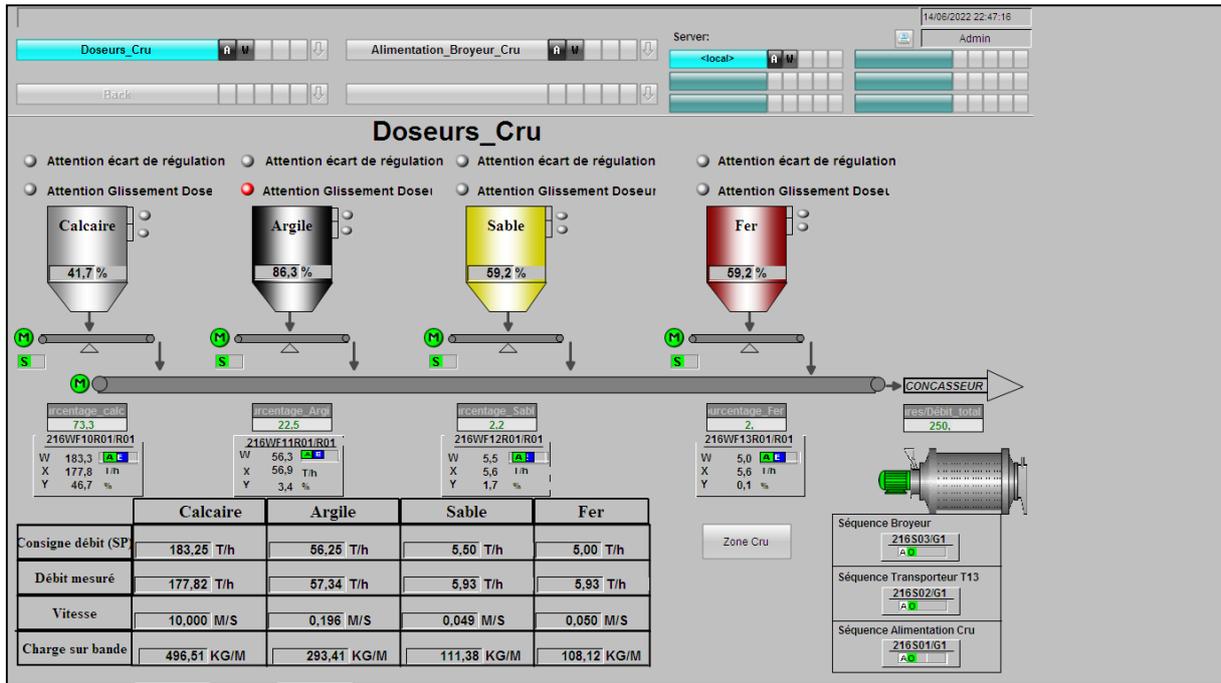


Figure 4.30 : Problème de glissement de tapie

4.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le système de supervision WINCC. Ensuite un test a été effectué montrant le bon fonctionnement du programme conçu pour assurer le cahier de charge. Le résultat de la simulation et de la supervisons de notre projet a été présenté dans ce chapitre, citant le démarrage de toutes les séquences en respectant les asservissements et en mettant en évidence quelques cas de mauvais fonctionnement avec une bonne réponse du système.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Ce travail de fin d'études s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et de la supervision de la zone cru au sein de la société du ciment SCMI.

L'objectif principal de ce travail est de remplacer un système spécialisé SCHENCK « avec toutes ses unités et ses fonctions » par un système à base du ET-200M la périphérie décentralisée de l'API S7-400 de la zone cru. Cette nouvelle automatisation vise à faciliter le travail de l'opérateur et à réduire le temps des interventions sur le site.

La réalisation de ce projet a nécessité une étude approfondie du processus de fabrication du ciment, particulièrement le mécanisme de fonctionnement de l'atelier Dosage Cru dans la société SCMI qui constitue l'endroit où s'est déroulé notre projet. Et cela à partir de l'instrumentation de l'ensemble des doseurs, le système de gestion de dosage existant « SCHENCK » jusqu'au système d'automatisation et de supervision utilisé dans la société « PCS7/WINCC ».

Ensuite, on a proposé un programme basé sur une boucle de régulation réalisée autour du PCS 7, pour chaque doseur, afin de pallier la problématique. En a changer la commande envoyée dont la consigne est un débit à une commande de consigne de type vitesse. Une supervision du système avec le logiciel WINCC, a été aussi effectuée.

Enfin, des tests ont été réalisés sur ce programme avec les deux simulateurs PLC SIM et RUN TIME. Ces tests ont montré le succès et l'efficacité de notre programme, même dans le cas de panne ou de perturbation. En effet, le système a eu une réponse adéquate dans le cas d'un arrêt d'un doseur ou bien du transporteur et dans le cas d'un écart de régulation débit, ou de glissement de tapie.

Ce projet nous a permis de nous familiariser avec le milieu industriel, faire le lien entre la théorie et la pratique, enrichir nos connaissances, savoir lire un cahier de charge et apprendre à utiliser les logiciels de programmation et de supervision PCS7/WINCC.

Enfin, nous espérons que notre travail sera bénéfique et servira d'une manière ou d'une autre à apporter un plus à la société SCMI.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] Document d'usine (manuel interne spéciale).
- [2] G. Asch, les capteurs en instrumentation industrielle, Dunod/Bordas, Paris, 1983.
- [3] Leuze electronic sarl, the sensor people, « CAPTEURS CAPACITIFS-Détection fiable d'objets et de niveaux de produits », Z.I. Nord Torcy, B.P. 62-BAT 3.
- [4] « Capteur de proximité capacitif », Dans slideplayer <https://slideplayer.fr/slide/1305678/>, (consulté le 06/05/2022).
- [5] Disocont Manuel de système Schenck process.
- [6] Manuel Siemens S7-400, Installation et Configuration.
- [7] Manuel Siemens ET-200, Système de périphérie décentralisée.
- [8] « Technique de Pesage », Dans industry.siemens, https://www.vision-solutions.ca/media/uploads/products/files/Fiche_Technique_Siwarex_U.pdf, (consulté le 05/06/2022).
- [9] « Système de conduite de process PCS 7 Système d'ingénierie (V7.1) », Dans industry.siemens , [file:///C:/Users/zoom/Downloads/ps7phesc_fr-FR%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/zoom/Downloads/ps7phesc_fr-FR%20(2).pdf), (consulté le 02/06/2022).
- [10] « Process Control System PCS 7 V7.0 - Getting Started Partie 1) », Dans industry, Siemens, https://cache.industry.siemens.com/dl/files/328/24451328/att_80840/v1/ps7gs1c_f.pdf , (consulté le 02/06/2022).

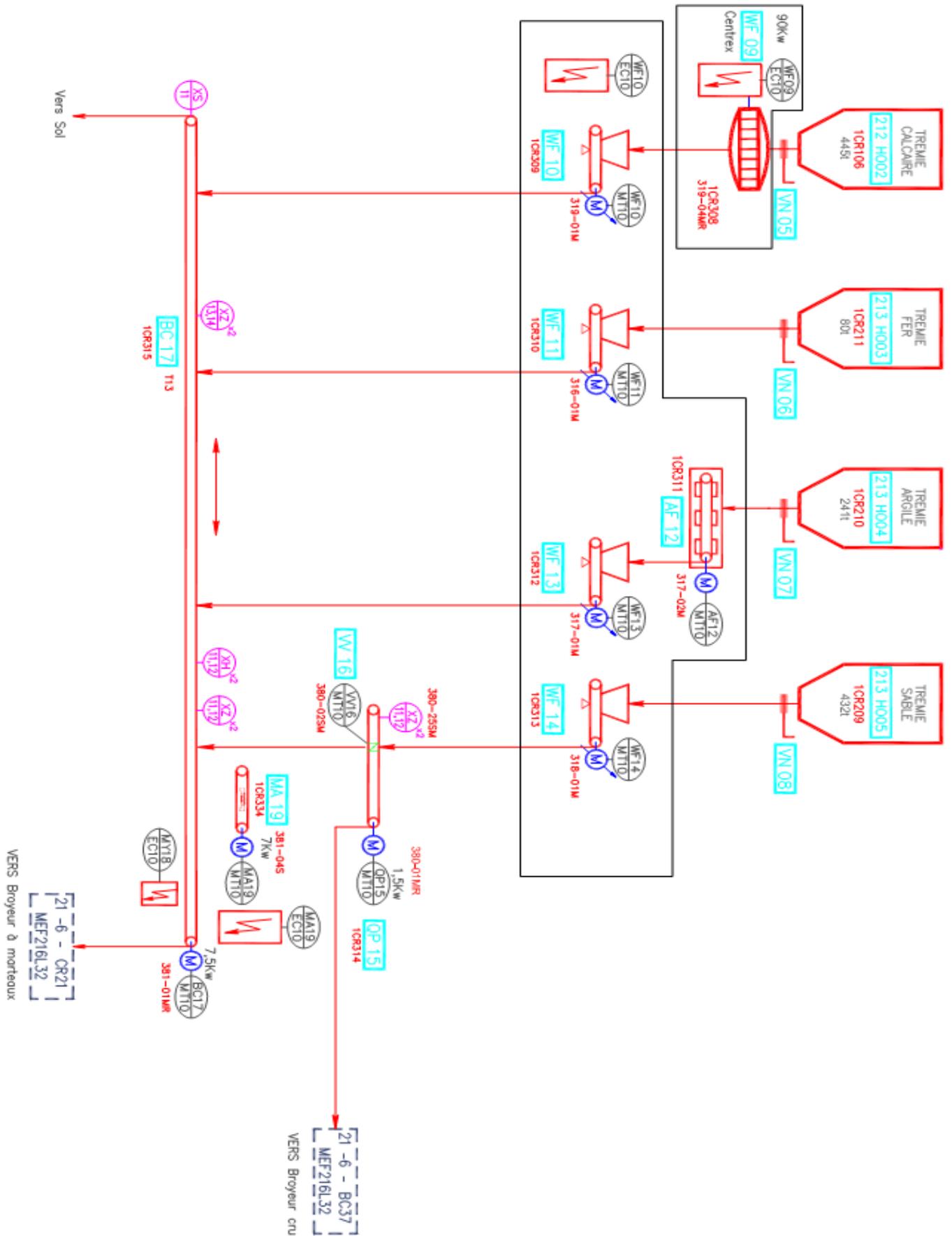
Annexes

Annexe

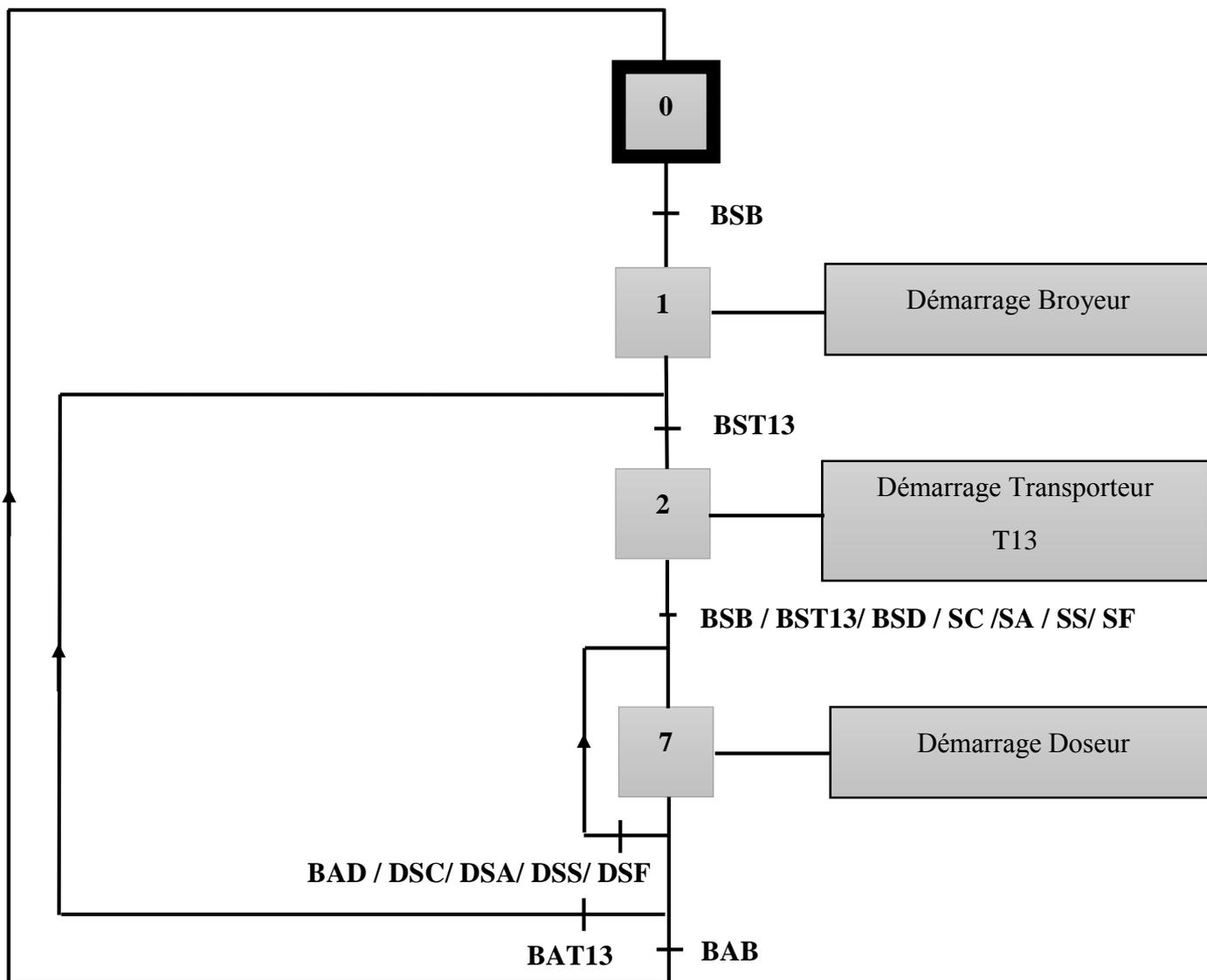
❖ Les caractéristiques des doseurs :

	1- Doseur Calcaire CACCO3 /caractéristique doseur :	2- Doseur Argille /caractéristique doseur :	3- Doseur Fer /caractéristique doseur :	4- Doseur Sable /caractéristique doseur :	Doseur Rejet /caractéristique doseur :
Charge nominale CP	= 200 kg. (2 pesons x 200 kg)	200 kg. (2 pesons x 200 kg)	50 kg. (1 pesons de 50 kg)	50 kg. (1 pesons de 50 kg)	200 kg. (1 pesons de 200 kg)
Débit minimal	32 t/h.	16 t/h.	1,50 t/h.	1,50 t/h.	0 t/h.
Débit nominal	320 t/h.	160 t/h.	12,50 t/h.	14,80 t/h.	600 t/h.
Vitesse minimale	0,03870 m/s	0,01760 m/s	0,00344 m/s.	0,00344 m/s.	-----
Vitesse nominale	100% = 0,3870 m/s	100% = 0,1760 m/s	100% = 0,0344 m/s.	100% = 0,0344 m/s	-----
Charge nominale	100% = 500,00 kg	100% = 400 KG	100% = 50 KG.	100% = 50 KG	-----
Limite Q min	60%Q = 300 kg	60%Q = 240 kg	60%Q = 30 kg	60%Q = 30 kg	-----
Limite Q max	180%Q = 1000 kg	120%Q = 480 kg	120%Q = 60 kg	120%Q = 60 kg	-----
Longueur de la bande	8,2 mètre	14,7 mètre	8,45 mètre	8,45 mètre	c'est une balance (pas bande)

❖ Flowsheet des doseurs :



❖ Graficet de système générale



BSB : Bouton Start Broyeur.

BST13 : Bouton Start T13.

SC, SA, SS, SF : Sélection (Calcaire, Argile, Sable, Fer).

DSC, DSA, DSS, DSF : Désélection (Calcaire, Argile, Sable, Fer).

BSD : Bouton Start Doseur.

BAB, BAT13, BAD : Bouton Arrêt (Broyeur, T13, Doseur).